Guia Docent

21/22

Facultat de Matemàtiques i Estadística

Curs Kolmogórov

Andrei N. Kolmogórov

25/04/1903 – 20/10/1987

Curs 2021-2022

1903 -1987

Màster en Estadística i Investigació Operativa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Facultat de Matemàtiques i Estadística

MESIO UPC-UB

Sumari

- **Català**
  - Informació general
  - Quadre de mòduls, matèries i assignatures del MESIO UPC-
  - UB Criteris per a l'avaluació del TFM i per la proposta de MH
  - Suggeriments d'assignatures optatives a triar segons intensificacions
  - Fitxes de les assignatures

- **Español**
  - Información general
  - Fichas de las asignaturas

- **English**
  - General Information
  - Subjects Index

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Màster universitari en Estadística i Investigació Operativa

L'objectiu del **màster interuniversitari UPC-UB en Estadística i Investigació Operativa** (**web del màster**) és proporcionar coneixements avançats sobre la teoria i els mètodes de l'estadística i la investigació operativa més actuals. Forma professionals experts que, integrats en equips de treball interdisciplinaris, podran aplicar els coneixements adquirits en àmbits com la salut, els serveis, la indústria, les empreses, les ciències i l'Administració. La formació orientada a la recerca permet accedir al programa de doctorat.

DADES GENERALS

Durada i inici

Un curs i mig, 90 crèdits ECTS. Inici: setembre

Horaris i modalitat

Tarda. Presencial

Preus i beques

Preu aproximat del màster sense despeses addicionals, 2.490 € (3.735 € per a no residents a la UE).
Més informació sobre preus i pagament de la matrícula
Més informació de beques i ajuts

Idiomes

Consulta l'idioma d'impartició de cada assignatura / horaris a la guia docent dintre del pla d'estudis. Més informació sobre l'ús de llengües a l'aula i els drets lingüístics de l'estudiantat.

Lloc d'impartició

Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME)

Facultat d'Economia i Empresa (UB). Av. Diagonal, 690-696. 08028 Barcelona

Títol oficial

Inscrit en el registre del Ministeri d'Educació, Cultura i Esport

ACCÉS

Requisits generals

Requisits acadèmics d'accés a un màster

Requisits específics

Els continguts formatius són apropiats per a l'estudiantat provinent d'estudis de grau que incloguin en el seu pla d'estudis assignatures d'estadística i/o investigació operativa. El perfil idoni d'ingrés és el d'una persona que, havent cursat un estudi de grau, estigui motivada per resoldre problemes, tingui aptituds matemàtiques i sigui bona comunicadora. L'estructura acadèmica del màster, amb unes assignatures d'homogeneïtzació en el primer semestre i la possibilitat de dissenyar itineraris específics en funció de l'àmbit de procedència, aspira a potenciar l'entrada d'estudiantat de diversa formació. Hi poden accedir:

- Grau en Estadística,
- Grau en Matemàtiques
- Grau en Biologia, Física, Biotecnologia,
- Grau en Economia, Ciències Actuarials
- Grau/Enginyeria Industrial i altres enginyeries,

- Grau/ Enginyeria Informàtica,
- Grau en Psicologia, Sociologia i
- Diplomats en Estadística, cursant un mínim de 30 crèdits de complements formatius.

Criteris d'admissió

Per fer la valoració es tenen en compte els criteris següents:

- Ponderació de l'expedient acadèmic
  - Cal afegir al currículum, escanejat, un certificat acadèmic oficial expedit pel centre d'origen, en què figuri la nota ponderada de l'expedient (NPE) amb escala de l'1 al 10.
  - Si en fer la preinscripció encara no s'han finalitzat els estudis, el certificat ha de fer referència a les assignatures cursades i aprovades fins al moment.
  - Si no s'adjunta la documentació justificativa, es considera que l'NPE és 5.
- Formació acreditada
  - Cal especificar quin és el títol acadèmic que es té o es preveu tenir en el moment de matricular-se.
  - Si ja s'ha obtingut, cal adjuntar al currículum, escanejat, el títol o bé el resguard de pagament de les taxes d'expedició.
  - L'original del títol o del resguard s'ha de presentar en el moment de formalitzar la matrícula.
- Aspectes del currículum relacionats amb l'estadística i la investigació operativa en els àmbits professional, docent i científic.
- En particular, es té en compte la formació prèvia, la titulació d'entrada i l'experiència professional.
- Coneixements d'anglès, acreditats adjuntant al currículum, escanejat, el títol o certificat de més nivell que es posseeixi. Sense aquesta acreditació, no es té en compte aquest ítem a l'hora de fer la valoració.
- La dedicació als estudis i el fet que es compatibilitzin o no amb una feina.

Places

40

Preinscripció

Preinscripció tancada (consulta els nous períodes de preinscripció al calendari acadèmic).

Com es formalitza la preinscripció?

Admissió i matrícula

Com es formalitza la matrícula?

Legalització de documents

Els documents expedits per estats no membres de la Unió Europea ni signataris de l'Acord sobre l'espai econòmic europeu han d'estar legalitzats per via diplomàtica o amb la postil·la corresponent.

SORTIDES PROFESSIONALS

Sortides professionals

Els postgraduats i postgraduades d'aquest màster seran experts que podran treballar com a professionals en el camp de la salut, serveis, indústria i empreses. Aplicaran la teoria i els mètodes de l'estadística i la investigació operativa, des de punts de vista diversos com ara: bioestadística, enginyeria de dades, màrqueting i finances, estadística industrial, optimització a l'enginyeria i la indústria, i aplicacions a l'enginyeria del transport.

Competències

Competències transversals

Les competències transversals descriuen allò que un titulat o titulada ha de saber o ha de ser capaç de fer en acabar el procés d'aprenentatge, amb independència de la titulació. **Les competències transversals establertes a la UPC** són emprenedoria i innovació, sostenibilitat i compromís social, coneixement d'una tercera llengua (preferentment l'anglès), treball en equip i ús solvent dels recursos d'informació.

Competències bàsiques

- Posseir i comprendre els coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i /o aplicació d'idees, sovint en un context d'investigació.
- Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.
- Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, tot i ser incompleta o limitada , inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.
- Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions -i els coneixements i raons últimes que les sustenten - a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.
- Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

Competències generals

- Capacitat per realitzar activitats dirigides a l'aplicabilitat dels coneixements teòrics, metodològics i de tècniques estadístiques i de la investigació operativa, treballant en equip i desenvolupant les habilitats i destreses d'un professional d'aquest perfil d'estudis.
- Capacitat per identificar els mètodes estadístics i de la investigació operativa més adequats per a l'anàlisi de la informació disponible en cada moment per tal de respondre als problemes o dilemes plantejats per a una adequada presa de decisions.
- Prendre consciència de la necessitat d'assumir les normes d'ètica professional i les relatives a la protecció de dades i del secret estadístic.

Competències específiques

- Capacitat per dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
- Capacitat per dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en què sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per resoldre problemes reals.
- Capacitat per formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i / o la tècnica estadística o d'investigació operativa més adequat per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
- Capacitat d'utilitzar els diferents procediments d'inferència per respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus avantatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i amb un context específic.
- Capacitat per formular i resoldre problemes reals de presa de decisions en els diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat en cada ocasió.
- Capacitat per utilitzar el programari més adequat per a realitzar els càlculs necessaris en la resolució d'un problema.
- Capacitat per comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
- Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les seves conclusions.
- Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

ORGANITZACIÓ ACADÈMICA: NORMATIVES, CALENDARIS

Centre docent UPC

Facultat de Matemàtiques i Estadística (FME)

Institucions participants

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) - universitat **coordinadora**
Universitat de Barcelona (UB)

Responsable acadèmic del programa

Marta Pérez Casany (UPC)
Helena Chuliá (UB)

Calendari acadèmic

Calendari acadèmic dels estudis universitaris de la UPC

Normatives acadèmiques

Normativa acadèmica dels estudis de màster de la UPC

PLA D'ESTUDIS

Assignatures	crèdits ECTS	Tipus
PRIMER QUADRIMESTRE		
Anàlisi de Temps de Vida	5	Optativa
Anàlisi Economètrica	5	Optativa
Epidemiologia Espacial	5	Optativa
Estadística per a la Gestió Empresarial	5	Optativa
Fonaments d'Inferència Estadística	5	Optativa
Fonaments de Bioinformàtica	5	Optativa
Inferència Estadística Avançada	5	Optativa
Matemàtiques	5	Optativa
Models i Mètodes de la Investigació Operativa	5	Obligatòria
Models Lineals i Lineals Generalitzats	5	Optativa
Optimització Contínua	5	Optativa
Optimització en Data Science	5	Optativa
Optimització en Sistemes i Mercats Energètics	5	Optativa
Quantificació de Riscos	5	Optativa
Simulació	5	Optativa
Software Estadístic: R i SAS	5	Obligatòria
SEGON QUADRIMESTRE		
Anàlisi Bayesiana	5	Optativa
Anàlisi de Dades Longitudinals	5	Optativa
Anàlisi de Dades Òmiques	5	Optativa
Anàlisi de la Supervivència Avançada	5	Optativa
Anàlisi Multivariant de Dades	5	Optativa
Aprenentatge Automàtic	7.5	Optativa
Aprenentatge Estadístic	5	Optativa
Aprenentatge Estadístic amb Xarxes Neuronals Artificials Profundes	5	Optativa
Assajos Clínics	5	Optativa
Epidemiologia	5	Optativa
Epidemiologia Genètica	5	Optativa
Estadística Actuarial	5	Optativa
Estadística Financera	5	Optativa
Indicadors Socials	5	Optativa
Mètodes Estadístics en Recerca Clínica	5	Optativa

Assignatures	crèdits ECTS	Tipus
Models Discrets en Xarxes	5	Optativa
Optimització de Gran Dimensió	5	Optativa
Probabilitat i Processos Estocàstics	5	Optativa
Programació Estocàstica	5	Optativa
Programació i Bases de Dades Estadístiques	5	Optativa
Sèries Temporals	5	Optativa
Simulació per a la Presa de Decisions Empresarials	5	Optativa
Tècniques Quantitatives de Màrqueting	5	Optativa
TERCER QUADRIMESTRE		
Treball de Fi de Màster	30	Projecte

MÀSTER INTERUNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (MESIO UPC-UB)
Pla d'estudis (vigent des de setembre de 2013)

El MESIO UPC-UB està adreçat a:

- **Titulats del Grau en Estadística i del Grau en Matemàtiques**, tant a qui orienta el seu futur laboral vers empreses o institucions que necessiten professionals de l'EIO, com a qui té interès científic/acadèmic, preparant-los per als estudis de doctorat.
- **Graduats en altres disciplines** (principalment Economia i Ciències Socials, Enginyeria, Informàtica, Biologia i Ciències de la Salut) proporcionant-los les competències i coneixements bàsics de la disciplina que els atorguen la capacitat per a utilitzar les eines i les tècniques quantitatives de l'EIO per a l'exercici de la seva professió, en cadascun dels àmbits.

El MESIO UPC-UB UPC-UB distingeix dos itineraris des de l'inici dels estudis:

- El **Itinerari 1,** bàsicament pensat per als estudiants que provenen dels Graus d'Estadística i Matemàtiques.
- El **Itinerari 2** es contempla per a la resta d'estudiants.

El MESIO UPC-UB és un màster de 90 crèdits* (ECTS) distribuïts com segueix:

- 10 crèdits obligatoris
- 10 crèdits obligatoris itinerari 1
- 10 crèdits obligatoris itinerari 2
- 40 crèdits optatius
- 30 crèdits del treball de fi de màster

** 1 crèdit correspon a 25 hores de dedicació de l'estudiant (aproximadament). Totes les assignatures són de 5 crèdits (125 hores dedicació), s'imparteixen en 1 quadrimestre i tenen 3 hores setmanals de docència*

La part optativa del màster està subdividida en 4 blocs:

Formació comuna	2 assignatures
Fonaments d'Estadística	5 assignatures
Fonaments d'Investigació Operativa	3 assignatures
Intensificacions:	
• ESTADÍSTICA EMPRESARIAL I SOCIAL	8 assignatures
• BIOESTADÍSTICA I BIOINFORMÀTICA	7 assignatures
• INVESTIGACIÓ OPERATIVA	2 assignatures
• DATA SIENCE	2 assignatures

En el quadre adjunt es presenten las assignatures que s'imparteixen habitualment i el quadrimestre corresponent d'impartició. Ver detalls en www.fme.upc.edu

QUADRE DE MÒDULS, MATÈRIES I ASSIGNATURES DEL MESIO UPC-UB

MÒDULS			MATÈRIES I ASSIGNATURES				
ACRÒNIM MÒDUL	NOM MÒDUL	CRÈDITS	CODI MATÈRIA	NOMBRE MATÈRIA	CRÈDITS	ASSIGNATURES	QUADRIMESTRE
FOBLIG	FORMACIÓ OBLIGATÒRIA	10	FC01	Software i Eines de la Estadística i la Investigació Operativa	10	Computació en Estadística i en Optimització	Q1
						Models i Mètodes de la Investigació Operativa	Q2
	FORMACIÓ OBLIGATÓRIA ITINERARI 1	10	FO05	Probabilitat i Processos Estocàstics	5	Probabilitat i y Processos Estocàstics	Q1
			FO03	Inferència Estadística Avançada	5	Inferència Estadística Avançada	Q1
	FORMACIÓ OBLIGATÓRIA ITINERARI 2	10	FO02	Fonaments de Inferència Estadística	5	Fonaments d'Inferència Estadística	Q1
			FO04	ANÀLISIS MULTIVARIANT	5	Anàlisi Multivarinat de Dades	Q1
FCOM	FORMACIÓ COMÚN	10	FC01	MATEMATIQUES	5	Matemàtiques	Q1
			FC02	SIMULACIÓ	5	Simulaciò	Q1
FEST	FONAMENTS DE ESTADÍSTICA	25	FE01	MODELIZACIÓ APLICADA	10	Anàlisi de Temps de Vida	Q1
						Sèries Temporals	Q2
			FE02	MODELIZACIÓ AVANÇADA	15	Anàlisi Bayesiana	Q2
						Model Lineal i Model Lineal Genralitzat	Q2
						Anàlisi de Dades Longitudinals	Q2
FIO	FONAMENTS DE INVESTIGACIÓ OPERATIVA	15	FIO01	FONAMENTS DE INVESTIGACIÓ OPERATIVA	5	Optimització Contínua	Q1
			FIO02	MODELS I ALGORITMES AVANÇATS	10	Programació Estocàstica	Q2
						Optimització de Gran Dimensió	Q2

EMP	ESTADÍSTICA EMPRESARIAL I SOCIAL	40	E01	QUANTIFICACIÓ I ANÀLISI DE RISCOS	10	Estadística Actuarial	Q2
						Quantificació de Riscos	Q1
			E02	MÈTODES QUANTITATIUS DE GESTIÓ	15	Tècniques Quantitatives de Màrqueting	Q1
						Estadística per a la Gestió Empresarial	Q1
						Simulació per a la Presa de Decisions Empresarials	Q2
			E03	ESTADÍSTICA ECONÒMICA I SOCIAL	10	Indicadors Socials	Q2
						Anàlisi Economètrica	Q1
			E04	ESTADÍSTICA FINANCERA	5	Estadística Financera	Q2
BIO	BIOESTADÍSTICA I BIOINFORMÀTICA	35	B01	TEMES AVANÇATS EN BIOESTADÍSTICA	15	Assajos Clínics	Q1
						Disseny d'Experiments Avançats en Investigació Clínica	Q2
						Anàlisi de la Supervivència Avançada	Q2
			B02	BIOINFORMÀTICA	10	Fonaments de Bioinformàtica	Q1
						Anàlisi de Dades Òmiques	Q2
			B03	TEMES AVANÇATS DE EPIDEMIOLOGIA	10	Epidemiologia	Q2
						Epidemiologia Espacial	Q1
IO	APLICACIONS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA	10	IO01	APLICACIONS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA	10	Models Discrets en Xarxes	Q1
						Optimització per a Data Science	Q2
DS	DATA SCIENCE	10	DS01	DATA SCIENCE	10	Aprenentatge Estadístic	Q2
						Programació Estadística i Bases de Dades	Q2
TFM	TREBALL DE FI DE MÀSTER	30	OB	TFM	30	Treball de Fi de Màster	Q3

MASTER IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH MESIO UPC-UB

Suggested subjects from other UPC or UB master programs to MESIO UPC-UB students. They can choose up to 3 of these subjects. Bear in mind that enrollment is conditioned to the availability of free places (so students might not be admitted to courses with high demand).

MIRI, Master in Innovation and Research in Informatics (FIB, UPC), specialization in Data Science: Each subject has 6 ECTS

a. **Kernel based Machine Learning and Multivariate Modeling** (KMLMM-MIRI) Fall semester
   Recommended only if a previous course on Machine Learning or Statistical Learning has been done.
b. **Advanced Statistical Modeling** (ASM-MIRI) Fall semester
   Not recommended if MLLG and Stat. Learning have been done
c. **Complex and Social Networks** (CSN-MIRI) Fall semester
d. **Optimization Techniques for Data Mining** (OTDM-MIRI) Fall semester
   Not recommended if Opt. in Data Science has been done
e. **Open Data** (OD-MIRI) Spring semester
f. **Machine Learning** (ML-MIRI) Spring semester

MASTER FOUNDATIONS OF DATA SCIENCE (FMI, UB)

a. **Machine learning** (6 ECTS) Fall semester
b. **Deep learning** (3 ECTS) Spring semester
c. **Big data** (3 ECTS) Spring semester
d. **Recommenders** (3 ECTS) Spring semester

See here the detailed description of each subject.

SCTL, Master in Supply Chain and Transort Logistics (UPC)

a. **Introducció a la Cadena de Subministrament** Fall semester
b. **Modelització de Sistemes de Transport i Logístics** Fall semester
c. **Anàlisi de Dades de Transport i Logística** Fall semester
d. **Models d'Optimització de Xarxes de Transport** Fall semester
e. **Models Avançats de Demanda** Fall semester
f. **Demanda de Sistemes de Transport** Spring semester
g. **Models de Simulació de Trànsit** Spring semester
h. **Transport de Mercaderies** Spring semester

Master in Automatic Control and Robotics (ETSEIB – UPC)

Scientific Python for Engineers (3 ECTS)

Master in Biomedical Engineering (Faculty of Physics-UB and ETSEIB-UPC)

Biomedical Informatics (2,5 ECTS)

MESIO UPC-UB. Suggeriments d'assignatures optatives a triar segons intensificacions

Q1	**Obligatòries**	Computació en Estadística i en Optimització Models i Mètodes de la Investigació Operativa			
	Obligatòries d'itinerari	**Itinerari 1 | Itinerari 2** Inferència Estadística Avançada | Fonaments d'Inferència Estadística			
	Intensificacions:	**Bioestadística i Bioinformàtica (BIO)**	**Estadística Empresarial i Social (EMP)**	**Investigació Operativa (IO)**	**Data Science (DS)**
	Optatives d'intensificació	Anàlisi de temps de vida Assajos clínics Fonaments de bioinformàtica Epidemiologia espacial	Quantificació de riscos Estadística per a la gestió empresarial Anàlisi economètrica	Optimització contínua Simulació Optimització en data science # Optim. en sistemes i mercats d'energia#	Models lineals i lineals generalitzats Optimització en data science # Epidemiologia espacial *Assignatures del MIRI-DS*
	Altres optatives properes	Matemàtiques (per a It. 2) Models lineals i lineals generalitzats	Matemàtiques (per a It. 2) Models lineals i lineals generalitzats	Models lineals i lineals generalitzats	Matemàtiques (per a It. 2) Fonaments de bioinformàtica Simulació Estadística per a la gestió empresarial Quantificació de riscos
Q2	**Obligatòries d'itinerari**	**Itinerari 1 | Itinerari 2** Probabilitat i Processos Estocàstics+ | Anàlisi Multivarinat de Dades+			
	Intensificacions:	**BIO**	**EMP**	**IO**	**DS**
	Optatives d'intensificació	Dis. d'exp. avançats en investigació clínica Anàlisi de la supervivència avançada Epidemiologia Anàlisi de dades longitudinals Anàlisi de dades òmiques	Estadística actuarial Estadística financera Sèries temporals Tècniques quantitatives màrqueting Indicadors socials Simul. presa de decis. empresarials	Optimització de gran dimensió Models discrets en xarxes# Simul. presa de decis. empresarials Programació estocàstica	Programació estadística i bases de dades Aprenentatge estadístic Sèries temporals Anàlisi Multivarinat de Dades (per a It.1) Tècniques quantitatives màrqueting *Assignatures del MIRI-DS*
	Altres optatives properes	Anàlisi bayesiana Anàlisi Multivarinat de Dades (per a It.1) Sèries temporals	Anàlisi bayesiana Anàlisi Multivarinat de Dades (per a It.1) Anàlisi de dades longitudinals	Programació estadística i bases de dades Anàlisi Multivarinat de Dades (per a It.1) Sèries temporals Aprenentatge estadístic Anàlisi bayesiana	Anàlisi bayesiana Anàlisi de dades longitudinals Anàlisi de dades òmiques Simul. presa de decis. empresarials

Només s'ofereixen 2 d'aquestes 3 cada any

Índex

200611 - Anàlisi Bayesiana
200612 - Anàlisi de Dades Longitudinals
200631 - Anàlisi de Dades Òmiques
200629 - Anàlisi de la Supervivència Avançada
200609 - Anàlisi de Temps de Vida
200625 - Anàlisi Economètrica
200606 - Anàlisi Multivariant de Dades
200644 - Aprenentatge Estadístic
200649 - Aprenentatge Estadístic amb Xarxes Neuronals Artificials Profundes
200627 - Assajos Clínics
200632 - Epidemiologia
200633 - Epidemiologia Espacial
200650 - Epidemiologia Genètica
200619 - Estadística Actuarial
200626 - Estadística Financera
200622 - Estadística per a la Gestió Empresarial
200605 - Fonaments d'Inferència Estadística
200630 - Fonaments de Bioinformàtica
200624 - Indicadors Socials
200604 - Inferència Estadística Avançada
200607 - Matemàtiques
200646 - Mètodes Estadístics en Recerca Clínica
200634 - Models Discrets en Xarxes
200643 - Models i Mètodes de la Investigació Operativa
200641 - Models Lineals i Lineals Generalitzats
200616 - Optimització Contínua
200618 - Optimització de Gran Dimensió
200642 - Optimització en Data Science
200638 - Optimització en Sistemes i Mercats Energètics
200603 - Probabilitat i Processos Estocàstics
200617 - Programació Estocàstica
200645 - Programació i Bases de Dades Estadístiques
200620 - Quantificació de Riscos
200610 - Sèries Temporals
200608 - Simulació
200623 - Simulació per a la Presa de Decisions Empresarials
200648 - Software Estadístic: R i SAS
200621 - Tècniques Quantitatives de Màrqueting

Guia docent
200611 - AB - Anàlisi Bayesiana

Última modificació: 16/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: XAVIER PUIG ORIOL

Altres: Segon quadrimestre:
JESUS CORRAL LOPEZ - A
XAVIER PUIG ORIOL - A

CAPACITATS PRÈVIES

Tenir inquietuds per aprendre a través de la informació que ens donen les dades. Tenir nocions bàsiques de probabilitat, inferència i de R.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

Pretenem centrar els objectius d'aprenentatge en l'estudiant, i adequar la docència a l'assoliment dels objectius. Per això volem que les classes siguin valuoses per aprendre i que les tasques estiguin ben pensades i definides. Hi ha dos tipus de classes: les de teoria i les de pràctiques.

A les classes de teoria s'exposen els conceptes teòrics i en general són classes expositives, on s'intercala sovint la realització d'exercicis o discussions entre els estudiants. En aquestes classes també s'hi treballa l'aprenentatge a través de casos pràctics.

A les classes de pràctiques es resolen casos pràctics amb l'ajuda del programari estadístic R, WinBugs, JAGS i STAN.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu principal d'aquesta assignatura és que l'estudiant acabi amb un bon coneixement i domini de la modelització Bayesiana tant pel que respecta a coneixement teòric com pràctic. Aquest coneixement l'ha de permetre davant un objectiu o pregunta d'una banda, intervenir en el disseny del(s) experiment(s) necessari(s) per tal d'obtenir les dades objecte d'estudi, i de l'altra, analitzar-les satisfactòriament i treure'n conclusions per aconseguir l'objectiu o respondre la pregunta.

I com a objectius específics:

Conèixer el paper de la distribució a priori, el paper de les prioris de referència així de com passar de la a priori a la a posteriori.

Resoldre problemes d'inferència Bayesiana de forma analítica quan s'utilitzen models de la família exponencial i distribucions a priori conjugades.

Utilitzar els mètodes de Montecarlo, mitjançant programari específic, que permeten simular de la distribució a posteriori i com fer inferència utilitzant aquestes simulacions.

Conèixer la diferència entre model Bayesià jeràrquic i no jeràrquic.

Conèixer com validar i comparar models Bayesians, així com fer prediccions.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1- Model Bayesià

Descripció:
1.Model estadístic. 2. Els quatre problemes de l'estadística. 3.La versemblança. 4. Model bayesià. 5. Distribució a posteriori. 6. Distribució predictiva a priori i a posteriori. 7. Elecció de la distribució a priori.

Dedicació: 45h
Grup gran/Teoria: 14h
Grup petit/Laboratori: 6h
Aprenentatge autònom: 25h

2- Inferència Bayesiana

Descripció:
(CAT) 1. Distribució a posteriori com a estimador. 2. Estimació puntual. 3. Estimació per interval 4. Proves de dues hipòtesis 5. Generalització de les proves d'hipòtesi

Dedicació: 39h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 25h

3- Computació Bayesiana

Descripció:
1. Necessitat d'integrar. 2. Simulació de Montecarlo basada en cadenes de Markov (MCMC) 3. Convergència de les cadenes

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 1h
Aprenentatge autònom: 10h

4- Models Jeràrquics

Descripció:
1. Models Jeràrquics

Dedicació: 14h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

5. Validació i construcció de models

Descripció:
1. Validació i construcció de models

Dedicació: 14h
Grup gran/Teoria: 2h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Final grade = 0.4*Assignm + 0.2*Exam + 0.4*Proj

on,
Assignm : nota de pràctiques fruit de la resolució d'exercicis i problemes lliurats tant a les classes pràctiques com teòriques
Proj: nota del treball de grup
Exam: nota de l'examen que es farà cap a final de curs

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Kruschke, J.K. Doing bayesian data analysis : a tutorial with R, JAGS and STAN. Academic Press, 2015.
- Bolstad, W. Introduction to Bayesian Statistics. 2nd. John Wiley, 2007.
- Gelman, Andrew. Bayesian data analysis. 3rd ed. London: Chapman & Hall, 2014. ISBN 9781439840955.

Complementària:
- Wasserman, Larry. All of statistics : a concise course in statistical inference [en línia]. New York: Springer Verlag, 2010 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9.
- Robert, Christian P. The Bayesian choice : from decision-theoretic foundations to computational implementation. 2nd ed. New York: Springer, 2001. ISBN 0387952314.
- Carlin, Bradley P.; Louis, Thomas A. Bayesian Methods for Data Analysis. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN

9781584886976.
- Hoff, Peter D. A first course in bayesian statistical methods [en línia]. New York: Springer, 2009 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-92407-6. ISBN 978-0-387-92299-7.
- Simon Jackman. Bayesian analysis for the social sciences. Chichester: John Wiley and Sons, 2009. ISBN 9780470011546.
- Gelman, Andrew; Carpenter, Bob ; Lee, Daniel. Stan Modeling Language: User's Guide and Reference Manual. Version 2.17.0 [en línia]. Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-ND 4.0)., 2017 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://github.com/stan-dev/stan/releases/download/v2.17.0/stan-reference-2.17.0.pdf.
- Ntzoufras, I. Bayesian modeling using WinBUGS. Wiley. 2009.
- McElreath, R. Statistical rethinking. A Bayesian course with examples in R and Stan. Chapman Hall, 2015.
- Bernardo, José Miguel; Smith, Adrian F. M. Bayesian theory. Chichester: Wiley, 1994. ISBN 0471924164.
- Kendall, Maurice G. Kendall's Advanced Theory of Statistics : Bayesian Inference. 6th ed. London: Edward Arnold, 1994.
- Berger, James O. Statistical decision theory and Bayesian analysis. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1985. ISBN 0387960988.
- Leonard, Thomas; Hsu, John S. J. Bayesian Methods. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. ISBN 0521594170.
- Carlin, Bradley P; Louis, Thomas A. Bayes and empirical bayes and methods for data analysis. London: Chapman and Hall, 1996. ISBN 0412056119.
- Gill, Jeff. Bayesian methods : a social and behavioral sciences approach. Boca Raton, Fla: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584882883.
- Congdon, Peter. Bayesian statistical modelling. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. ISBN 0471496006.
- Congdon, Peter. Applied bayesian modelling. West Sussex: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471486957.
- Congdon, Peter. Bayesian models for categorical data. Chichester: John Wiley, 2005. ISBN 0470092378.
- Robert, Christian P.; Casella, George. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. New York: Springer, 2004. ISBN 0387212396.
- Tanner, Martin Abba. Tools for statistical inference : methods for the exploration of posterior distributions and likelihood functions. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1996. ISBN 0387946888.
- Gilks, W. R. Markov chain Monte Carlo in practice. London: Chapman & Hall, 1996. ISBN 0412055511.

Guia docent
200612 - ADL - Anàlisi de Dades Longitudinals

Última modificació: 31/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: CARLES SERRAT PIE

Altres: Segon quadrimestre:
NURIA PEREZ ALVAREZ - A
CARLES SERRAT PIE - A

CAPACITATS PRÈVIES

Les capacitats prèvies desitjables són les derivades de la formació en estadística matemàtica i probabilitat que habitualment els estudis de grau proporcionen. Dues referències que poden ajudar a preparar l'assignatura en la fase preliminar són:

Gómez, G. (2002) Estadística Matemàtica 1 (Teoria). Apunt de la FME. Universitat Politècnica de Catalunya.
Gómez, G, Nonell, R i Delicado, P. (2002) Estadística matemàtica 1. (Problemes). Apunts de la FME. Universitat Politècnica de Catalunya

L'assignatura pressuposa que l'estudiant coneix el model lineal i model lineal generalitzat. Aquests coneixements es poden adquirir o consolidar per avançat en l'assignatura que s'imparteix al primer quadrimestre.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

2. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

El contingut, el mètode d'aprenentatge i l'avaluació d'aquesta assignatura s'han dissenyat tenint en compte criteris de sostenibilitat (en particular els mediambientals), compromís social (de protecció o cura a tercers, de seguretat o benestar) i perspectiva de gènere (tractament de casos i d'exemples).

El curs és de caràcter pràctic i amb orientació PBL (Project/Problems Based Learning).

Concretament:
a) exposar les necessitats metodològiques mitjançant l'anàlisi de dades reals,
b) desenvolupar el model teòric (l'èmfasi principal es posaria en la modelització i la interpretació, i, secundàriament, en les demostracions dels resultats)
c) tornar a les dades per a fer l'anàlisi.

El desenvolupament de les pràctiques és en R.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Les dades longitudinals, al combinar informació de la variabilitat entre-unitats i de l'evolució i variació intra-unitats representen, per la seva freqüència i rellevància, un repte tant per a l'estadístic professional com per al desenvolupament teòric.

L'objectiu del curs és, d'una banda, desenvolupar el marc teòric propi i, de l'altra, posar en pràctica els coneixements adquirits mitjançant l'ús de programari estadístic R.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Model Lineal Mixt (LMM).

Descripció:
Model Lineal Mixt (LMM).

Dedicació: 36h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Aprenentatge autònom: 24h

Equacions Generalitzades d'Estimació (GEE).

Descripció:
Equacions Generalitzades d'Estimació (GEE).

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 16h

Model Lineal Mixt Generalitzat (GLMM).

Descripció:
Model Lineal Mixt Generalitzat (GLMM).

Dedicació: 16h 40m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 10h 40m

Introducció a l'anàlisi amb Valors No Observats (Missing Data Analysis).

Descripció:
Introducció a l'anàlisi amb Valors No Observats (Missing Data Analysis).

Dedicació: 33h 20m
Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Aprenentatge autònom: 21h 20m

Extensions: Anàlisi de dades longitudinals amb resposta multivariada i Modelització conjunta (Joint Modeling)

Descripció:
Anàlisi de dades longitudinals amb resposta multivariada i Modelització conjunta (Joint Modeling).

Dedicació: 14h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 8h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- 20%: Pràctica realitzada durant el curs (report, exposició i defensa). Treball en grup de 2-3 estudiants.
- 10%: Report sobre un article. Treball individual lliurat al professor.
- 10%: Test en el Campus Digital (Atenea). Questionari monoresposta amb penalització.
- 60%: Examen final (Teoria -preguntes desenvolupament: 30%, Pràctica -anàlisi de dades: 30%).

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

a) En l'avaluació de la Pràctica es tindrà en compte en un 10% l'autoavaluació i l'avaluació entre iguals dels diferents grups.
b) L'idioma de la Pràctica i del Treball sobre un article és l'anglès.
c) Examen final:
c1) A la part de teoria i problemes l'estudiant NO pot disposar del material del curs; només elements d'escriptura i calculadora.
c2) A la part de pràctica l'estudiant pot disposar de tot el material del curs (en suport paper i/o digital).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- McCulloch, C.E.; Searle, S.R. Generalized, linear and mixed models. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- Molenberghs, G.; Verbeke, G. Models for discrete longitudinal data [en línia]. Springer, 2005 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-28980-1.
- Verbeke, G.; Molenberghs, G. Linear mixed models for longitudinal data [en línia]. Springer-Verlag, 2000 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/b98969.
- Little, Roderick J.A.; Rubin, D.B. Statistical analysis with missing data [en línia]. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2019 [Consulta: 15/03/2021]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119013563.

Complementària:
- Verbeke, Geert; Fieuws, Steffen; Molenberghs, Geert; Davidian, Marie. "The analysis of multivariate longitudinal data: A review". National Institute of Health-Public Access [en línia]. [Consulta: 22/06/2020]. Disponible a: doi:10.1177/0962280212445834.
- Faraway, Julian James. Extending the linear model with R : generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Boca Raton (Mass.): Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 9781584884248.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A. Generalized linear models. 2nd ed. Chapman & Hall, 1989.
- Crowder, M.J.; Hand, D.J. Analysis of repeated measures. Chapman and Hall, 1990.
- Pinheiro, J.C.; Bates, D.M. Mixed effects models in S and S-Plus [en línia]. Springer-Verlag, 2000 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb98882.
- Schafer, J. Analysis of incomplete multivariate data. Chapman & Hall, 1997.
- Verbeke, G.; Molenberghs, G. Linear mixed models in practice a SAS-oriented approach. Springer-Verlag, 1997.
- Diggle, P.; Liang, K-Y.; Zeger, S.L. Analysis of longitudinal data. 2nd ed. Oxford University Press, 2002.
- Lindsey, James K. Models for repeated measurements. 2nd ed. Clarendon Press, 1999.
- Galecki, Andrzej; Burzykowski, Tomasz. Linear Mixed-Effects Models Using R. A Step-by-Step Approach. Springer, 2013. ISBN 978146143899.
- Rizopoulos, Dimitris. Joint models for longitudinal and time-to-event data : with applications in R [en línia]. Boca Raton, FL [etc.]: Chapman and Hall/CRC, cop. 2012 [Consulta: 03/03/2021]. Disponible a: https://www.taylorfrancis.com/books/9780429063381. ISBN 9781439872864.

Guia docent
200631 - ADO - Anàlisi de Dades Òmiques

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: SERGI CIVIT VIVES

Altres: Segon quadrimestre:
SERGI CIVIT VIVES - A
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

CAPACITATS PRÈVIES

L'assignatura no pressuposa més coneixements previs que els habituals en un estudiant de Màster o Llicenciatura d'Estadística.
Malgrat això una bona predisposició cap a la biologia (concretament de Biologia molecular) i coneixement de programació i de llenguatge R son basics per tal d'obtenir el màxim profit de l'assignatura.
En un itinerari "ideal" aquesta assignatura vindria després d'una introducció a la bioinformàtica com la que conté el mateix programa d"estudis. Atès que ara per ara no es pot garantir aquesta situació ideal les dues assignatures són relativament independents de manera que, si bé resulta d'interès haver cursat "Fonaments de Bioinformàtica" per tenir certa familiaritat amb els problemes que es poden resoldre mitjançant les tècniques desenvolupades aquí, no es considera imprescindible.

REQUISITS

L'assignatura pressuposa uns nivells bàsic d'estadística com els que es poden assolir en el primer semestre del Master. Conve estar familiaritzat amb els conceptes de proves d'hipòtesis i significació estadística, anàlisi de la variància i tècniques bàsiques d'anàlisi multivariant: anàlisi de components principals i anàlisi de clusters.
Els conceptes necessaris per seguir el curs es poden trobar per exemple en el text "Applied Statistics for Bioinformatics using R" disponible a la web d'R (cran.r-project.org/doc/contrib/Krijnen-IntroBioInfStatistics.pdf)
o adicionalment a partir del llibre Data Analysis for the Life Sciences (http://rwdc2.com/files/rafa.pdf)

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

L'enfocament de l'assignatura és teòrico-pràctic.
- Mitjançant casos guiats es presentaran els conceptes bàsics a l'aula
- Les tècniques empreades i la fonamentació tèorica associada es demostraran a l'aula
-Els alumnes complementaran els conceptes apresos mitjançant el seu treball personal
en activitats guiades i exercicis proposats.

La participació dels alumnes es dura a terme de tres formes
- Mitjançant la seva intervenció activa en les discussions plantejades (en línia) en forma de debats (al menys un per cada part del curs).
- Mitjançant la realització de petits exercicis proposats al llarg de l'assignatura amb periodicitat quinzenal.
- Mitjançant la realització i presentació de dos treballs pràctics (Per exemple una anàlisi de dades de microarrays i una segona anàlisi que pot ser de dades de NGS, o un altre tipus) .

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

La biologia mol·lecular i la biomedicina (i en paral·lel l'estadística) ha rebut una gran empenta en els darrers anys degut, entre altres raons, a la possibilitat de generar dades de forma massiva les més conegudes de les quals són les del genoma humà. Un cop han estat disponibles les seqüències dels genomes, i si fa no fa dels gens, la generació de dades no s'atura sinó que s'ha incrementat. Per exemple la tecnologia dels microarrays, amb gairebé deu anys de vida permet realitzar experiments on s'analitza de forma simultània l'expressió de tots els gens d'un individu amb finalitats com caracteritzar una certa situació patològica o de predir l'evolució d'un procés biològic. Tots aquests desenvolupaments han fet passar l'estadística al primer pla: sense ella no és possible accedir, manipular, depurar o analitzar aquestes grans quantitats d'informació.
L'objectiu d'aquesta assignatura és donar a conèixer els problemes que apareixen arrel de l'aparició de les tècniques de generació massiva de dades ("high throughput") i mostrar com s'hi aplica l'estadística (i la bioinformàtica) per afrontar-los. Aquesta aplicació es pot separar en dos aspectes
- D'una banda hi ha la utilització de mètodes estadístics convencionals a aquests nous problemes.
- D'altre banda apareix la necessitat de desenvolupar nous mètodes i noves eines per poder tractar aquestes noves dades.
Tots dos aspectes seran tractats en el curs..

Capacitats a adquirir
Les capacitats a adquirir al llarg d'aquest curs seran
- Coneixement dels diferents tipus de dades d'alt rendiment i les tècniques utilitzades per generar-les.
- Coneixement dels mètodes per tractar (recollir, preprocessar, analitzar, magatzemar) les dades d'alt rendiment, donant especial importància a la possibilitat de dur a terme un procés d'anàlisi completa: des de la generació fins a l'obtenció dels resultats.
- Coneixement dels mètodes i domini d'algunes de les eines existents per al seu tractment. Es donarà especial importància a la utilització de programari lliure i públic, i en especial al llenguatge R.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Introducció a la biologia mol·lecular, les òmiques i les tecnologies de generació de dades

Descripció:
1.1 Conceptes bàsics de biologia molecular
1.2 Mètodes d'obtenció de dades d'alt rendiment
1.2.1 Perspectiva general
1.2.2 Microarrays d'expressió génica
1.2.3 Altres tipus de dades (Ultraseqüenciació (NGS), Proteòmica, Metabolòmica...)

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h

2. Anàlisi de dades de microarrays

Descripció:
2.1 Perspectiva general de l'anàlisi de dades de microarrays d'expressió
2.2 Lectura i control de qualitat de les imatges.
2.3 Preprocessat:Normalització i filtratge
2.4 Detecció de gens diferencialment expressats
2.4.1 Problemes estadístics que apareixen: potència i multiplicitat de proves.
2.5 Cerca de patrons de coexpressió mitjançant anàlisi de clusters
2.6 Diagnostics moleculars i mètodes de classificació.
2.6.1 Problemes estadístics que apareixen en l'elaboracio de predictors
2.7 L'ontologia génica i les seves aplicacions per a la interpretació biològica.

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 10h

3. Anàlisi d'altres dades d'alt rendiment

Descripció:
3.1 Anàlisi de dades d'ultraseqüenciació: Visió general de les dades de NGS i de les tecnologies que les generen. Aplicacions
3.2. Control de qualitat de les dades de NGS. Preprocessat i correcció de problemes.
3.3 Anàlisi d'Expressió amb dades d'NGS
3.4. Altres aplicacions: cerca de variants en exomes i metagenòmica.

Dedicació: 14h
Grup gran/Teoria: 7h
Grup mitjà/Pràctiques: 7h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es durà a terme avaluació contínua basada en la participació dels alumnes en cadascuna de les activitats descrites en l'apartat d'Organització. La valoració de cadascuna de les activitats serà:
· Participació en classe i en els debats: 10%
· Realització dels exercicis proposats a classe: 30%
· Realització de les proves d'avaluació continua proposades: 60%

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Draghici, S. Statistics and data analysis for microarrays using R and bioconductor [en línia]. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC Mathematical & Computational Biology, 2012 [Consulta: 03/03/2021]. Disponible a: https://www.taylorfrancis.com/books/9780429130588.
- Tuimala, Jarno ; Laine, M. Minna. DNA microarray data analysis [en línia]. 2nd ed. CSC, the Finnish IT center for Science, 2005Disponible a: Descarregable lliurement per internet.
- Gibson, G. ; Muse, S.V. A Primer of genome science. 3rd ed. 2012.
- Gentleman, R.; Carey, V.; Dudoit, S.; Irizarry, R.; Huber, W. Bioinformatics and computational biology solutions using R and bioconductor. New York: Springer, 2005.
- Irizarry, R.A; Love, M.I. Data Analysis for the Life Sciences [en línia]. 2015Disponible a: descarregable lliurement per internet.

Guia docent
200629 - ASA - Anàlisi de la Supervivència Avançada

Última modificació: 17/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Altres: Segon quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

CAPACITATS PRÈVIES

Els estudiants han de conèixer els conceptes bàsics de l'anàlisi de supervivència a nivell del curs d'anàlisi de temps de vida del primer quadrimestre. Aquests conceptes inclouen: dades censurades, versemblança en presència de censura, distribucions paramètriques contínues diferents de la normal, estimador Kaplan-Meier de la funció de supervivència, prova log-rank, model de vida accelerada, model de riscos proporcionals de Cox, diagnòstics en el model de regressió de Cox. L'estudiant pot trobar aquests conceptes en els capítols 2-4, 7-8, 11-12 del llibre "Survival analysis: techniques for censored and truncated data" de Klein i Moeschberger.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.

Transversals:
8. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

9. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Les hores d'aprenentatge dirigit s'organitzen en sessions de dos tipus:

a) Classes de Teoria en les quals el professorat presenta els objectius d'aprenentatge generals i els conceptes bàsics de cada bloc de continguts. Aquests conceptes s'il·lustren també amb la resolució d'exercicis-exemple. El material de suport que es farà servir serà publicat amb anticipació a Atenea (pla docent, continguts, transparències del curs, exemples, programació d'activitats d'avaluació, bibliografia, ...)
Els estudiants faran una presentació de les seves dades (si en tenen) si estan relacionades amb els continguts del curs

b) Classes de Laboratori per a les pràctiques del curs en R. Aquestes sessions tracten l'aspecte pràctic i d'anàlisi de dades de l'assignatura. Els estudiants disposen del programari R per a continuar les sessions de laboratori a les seves hores d'aprenentatge autònom.

A les hores d'aprenentatge autònom l'estudiant haurà d'estudiar els temes del curs, ampliar la bibliografia, resoldre els problemes proposats, seguir les pràctiques de laboratori, llegir articles de recerca, ...

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'assignatura d'Anàlisi de la Supervivència Avançada prepara l'estudiant per abordar situacions en què les dades presenten patrons de censura complexos, on els covariants poden variar en el temps, així com presenta l'anàlisi multivariat de dos o més temps fins a un esdeveniment.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

B1: Extensions del model de Cox

Descripció:
B1. Validant la hipòtesi de proporcionalitat. El model de Cox estratificat. El model de Cox per a dades canviants amb el temps. Models frailty

Dedicació: 30h 30m
Grup gran/Teoria: 7h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 20h

B2: Anàlisi multivariat de la supervivència

Descripció:
B2. Models paramètrics multivariats. Còpules. Dades seqüencials i en paral.lel.

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 12h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

B3. Models multiestat i Anàlisi de Riscos Competitius

Descripció:
contingut català

Dedicació: 27h 10m
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 18h 10m

B4: Censura en un interval

Descripció:
B3. Censura en un interval
Tipus de censura en un interval. Estimació no paramètrica de la funció de supervivència. Algorisme d'autoconsistència. Comparació de corbes de supervivència. Models de regressió.Censura en un interval en les covariants

Dedicació: 25h 40m
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 16h 40m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

AVALUACIÓ CONTINUADA: Els blocs B1, B2, B3 i B4 de l'assignatura s'avaluaran de forma independent, a les dates previstes al document de planificació, resultant en qualificacions N1, N2, N3 i N4. La nota final del curs, NF, serà la mitjana d'aquestes puntuacions, és a dir, NF=(N1+N2+N3+N4)/4 .

AVALUACIÓ ÚNICA: Es preveu un examen final que evaluarà de forma conjunta els continguts dels 4 blocs.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

S'informarà a Atenea a l'inici de curs de les dates de les proves puntuables

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Crowder, Martin J. Multivariate survival analysis and competing risks. Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science, 2012.
- Hougaard, Philip. Analysis of multivariate survival data. Springer, 2000.
- Sun, Jianguo. The Statistical analysis of interval-censored failure time data [en línia]. Springer, 2006Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-37119-2.
- Kleinbaum, David G.; Klein, Mitchel. Survival Analysis. A self-learning text. 3d. Springer, 2012.

Complementària:

- Li, Jialiang ; Ma, Shuangge. Survival analysis in medicine and genetics [en línia]. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, cop. 2013Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11167613. ISBN 978-1-4398-9311-1.
- O'Quigley, John. Proportional hazards regression [en línia]. New York: Springer, cop. 2008Disponible a: http://link.springer.com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007%2F978-0-387-68639-4. ISBN 978-0-387-25148-6.
- Gómez, G.; Calle, M.L.; Oller, R.; Langohr, K.. "Tutorial on methods for interval-censored data and their implementation in R". Tutorial on methods for interval-censored data and their implementation in R [en línia]. 2009; 9(4): 259¿297Disponible a: http://search.proquest.com/publication/44215.
- Gómez, G. ; Calle, M.L. ; Serrat, C.; Espinal, A. Review of multivariate survival data. Barcelona: UPC. Dept. Estadística i Investigació Operativa. DR 2004/15, 2004.
- Lawless, Jerald F. Statistical models and methods for lifetime data. 2n ed. Wiley, 2003. ISBN 978-0471372153.
- Nelsen, Roger B. An introduction to copulas [en línia]. 2nd. Springer, 2006Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-28678-0.
- Van den Hout, Ardo. Multi-state survival models for interval-censored data [en línia]. Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11302857. ISBN 9781466568402.

Guia docent
200609 - ATV - Anàlisi de Temps de Vida

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Altres: Primer quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

CAPACITATS PRÈVIES

Per tal de poder fer un bon seguiment d'aquesta assignatura l'estudiant ha d'estar familiaritzat amb els següents conceptes: teoria de l'estimació i intervals de confiança, funció de versemblança, mètode de màxima versemblança, models de regressió, metodologia de proves d'hipòtesis. L'estudiant/a haurà de fer servir el software R per les pràctiques de l'assignatura.

Els continguts dels capítols 1 a 3 del llibre "Principles of Statistical Inference" de Cox, Cambrige University Press (2006) s'haurien de tenir assolits abans de començar el curs.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.

Transversals:
2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Teoria:
Són sessions d'una hora i mitja on es presenta el material de l'assignatura. El/La professor/a s'ajuda de l'ordinador per presentar els continguts. S'enfatitzen les idees i la intuïció. Es discuteixen els temes recolzant-se en situacions reals d'assajos clínics o d'estudis epidemiològics.

Problemes:
Estan incorporats a les sessions de pràctiques.

Pràctiques:
Són sessions d'una hora i mitja que es fan a l'aula informàtica i en la que s'integra la resolució de problemes de caire teòric amb la realització d'exercicis amb l'ajuda de l'ordinador.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'anàlisi de la supervivència s'utilitza en molts camps per analitzar dades que representen la durada entre dos esdeveniments. També es coneix com anàlisi de la història dels successos (event history analysis), anàlisi del temps de vida (lifetime data analysis), anàlisi de fiabilitat (reliability analysis) i anàlisi del temps fins un esdeveniment (time to event analysis). Una característica clau que distingeix l'anàlisi de la supervivència de les altres àrees de l'estadística és que les dades de supervivència estan generalment censurades i algunes vegades truncades. La censura apareix quan la informació de què es disposa és incompleta per alguns individus i això pot succeir per diferents motius que s'aborden al curs.

El curs d'Anàlisi de Temps de Vida engloba un seguit de procediments i tècniques per analitzar dades censurades i / o truncades i quan la hipòtesi de normalitat no és adequada. Aquesta assignatura, s'enfoca des del punt de vista de les aplicacions en medicina, en salut pública i en epidemiologia, i té aplicació directa a altres disciplines com per exemple els estudis econòmics, les ciències actuarials, l'enginyeria i els estudis demogràfics.
L'objectiu del curs, és d'una banda desenvolupar el marc teòric propi de l'anàlisi de la supervivència i de l'altre, posar en pràctica els coneixements adquirits a través de l'ús d'el paquet estadístic R.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Conceptes bàsics i models paramètrics

Descripció:
Funció de risc i de supervivència.
Vida mijana i mediana.
Principals models paramètrics.

Dedicació: 12h 50m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 8h 20m

Tipus de censura i truncament.

Descripció:
Diferents tipus de censura per la dreta.
Censura per l'esquerra i per intervals.
Construcció de la funció de versemblança.
Truncament per l'esquerra

Dedicació: 11h 10m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 6h 40m

Inferència no paramètrica per a una mostra.

Descripció:
Estimador de Kaplan-Meier per a la funció de supervivència.
Estimador de Nelson-Aalen per a la funció de risc acumulada.
Propietats de l'estimador de Kaplan-Meier (màxima versemblança, consistència).
Propietats asimptòtiques.
Estimació i bandes de confiança per la mediana i la mitjana en presència de dades censurades

Dedicació: 30h 30m
Grup gran/Teoria: 7h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 20h

Comparació de dues poblacions.

Descripció:
Proves per a comparar dues poblacions.
La prova (ponderada) del log-rank.
La familia de proves de Fleming-Harrington.
Proves estratificades

Dedicació: 19h 10m
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 11h 40m

Regressió paramètrica

Descripció:
El model de vida accelerada
Models Log-lineal, de riscos proporcionals i d'odds proporcionals.
El model de regressió de Weibull.
El model log-logístic.
El model de regressió odds-rate

Dedicació: 20h 50m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 13h 20m

Regressió semiparamètrica: El Model de Cox

Descripció:
Model de riscos proporcionals.
Funció de versemblança parcial.
Inferència en el model de Cox
Residus en un model de Cox
Validació i diagnòstic del model de Cox

Dedicació: 30h 30m
Grup gran/Teoria: 7h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 20h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació es realitzarà a partir dels següents elements:
* Lliurament de problemes al llarg del quadrimestre (3 coleccions) (25%)
* Pràctica amb dades reals (25%)
* Examen final (50%)

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

S'informarà a Atenea a l'inici de curs de les dates de les proves puntuables

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Anderson, Stewart. Biostatistics : a computing approach. Boca Raton: CRC Press, cop. 2012. ISBN 978-1-58488-834-5.
- Lee, E.T. ; Wang, J.W. Statistical methods for survival data analysis [en línia]. 4th. Wiley, 2013 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471458546. ISBN 978-1-118-09502-7.
- Collett, D. Modelling survival data in medical research. 2nd ed. Chapman & Hall, 2003.
- Klein, John P. ; Moeschberger, Melvin L. Survival analysis: techniques for censored and truncated data [en línia]. 2nd ed. Springer, 2003 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007/b97377. ISBN 978-038795399.
- Smith, Peter J. Analysis of failure and survival data. Chapman and Hall, 2002.
- Kleinbaum, David; Klein, Mitchel. Survival analysis: a self-learning text. 3rd ed. Springer, 2012. ISBN 978-1441966.

Complementària:
- Cox, D. R.; Oakes, D. Analysis of survival data. Chapman and Hall, 1984.
- Kalbfleisch, John D.; Prentice, R.L. The statistical analysis of failure time data. 2nd ed. Wiley-Interscience, 2002.
- Lawless, Jerald F. Statistical models and methods for lifetime data. 2nd ed. 2003. ISBN 978-0471372158.
- Klein, John P. Handbook of survival analysis [en línia]. Boca Raton: Taylor and Francis, cop. 2014 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1563126. ISBN 978-1-4665-5566-2.
- O'Quigley, John. Proportional hazards regression [Recurs electrònic] [en línia]. New York, NY: Springer New York, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-68639-4. ISBN 978-0-387-68639-4.

Guia docent
200625 - AE - Anàlisi Economètrica

Última modificació: 26/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ERNEST PONS FANALS

Altres: Primer quadrimestre:
ERNEST PONS FANALS - A

CAPACITATS PRÈVIES

El curs assumeix un nivell de coneixement d'estadística similar al que es pot assumir com a previ per l'accés al màster. Els estudiants han d'estar familiaritzats amb els conceptes de la prova d'hipòtesis i la significació estadística en el marc dels models lineals. Els conceptes necessaris per seguir el curs es poden trobar, per exemple, en el text "Practical Regression and Anova using R", disponible al lloc web de R (http://cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf).

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

L'activitat docent que es durà a terme en l'assignatura suposa la utilització dels recursos docents que es detallen a continuació:

· Classes magistrals (agent principal: professor)
· Classes pràctiques (agents principals: alumnes i professor)
· Treball autònom dels alumnes (agents principals: alumnes).

En les sessions magistrals es presentarà als alumnes els continguts de tipus teòric de la lliçó, complementats amb exercicis pràctics.

A les sessions de pràctiques informàtiques es pretén que els alumnes emprin els conceptes teòrics vistos amb anterioritat. Per poder assolir aquesta tasca els alumnes seguiran unes pràctiques guiades que els hi seran subministrades prèviament.

Els elements de gran importància per desenvolupar les classes magistrals dins de l'aula són:

· Ordinador, amb una connexió a la xarxa d'internet i preparat per ser utilitzar conjuntament amb un canó de projecció
· L'ordinador ha de comptar amb el programari economètric adequat.

Un altre instrument que serà utilitzat com a suport a la tasca docent és el Campus virtual del Moodle, lloc a on els alumnes poden trobar disponible tot el material que es fa servir a les sessions magistrals i a les pràctiques. Així mateix, aquest element permet una planificació i comunicació amb l'alumne transparent, ja que s'inclou informació rellevant del curs com ara el pla docent, el programa de l'assignatura, bibliografia recomanada, i el calendari lectiu.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

S'espera que un cop completada l'assignatura, els estudiants siguin capaços de dominar els mètodes i tècniques economètriques bàsiques , així com el vocabulari i els conceptes propis de l'econometria . A més d'identificar els problemes susceptibles de ser tractats amb les eines economètriques , plantejar-los de forma adequada i incorpora els resultats de l' anàlisi economètrica al procés de presa de decisions .

Tot això fa que en el pla de treball de l'assignatura es combinin els aspectes teòrics fonamentals de l'Econometria amb aquells altres més aplicats . En aquest sentit , un dels objectius a considerar a l'hora d'impartir el programa de l'assignatura és trobar el punt d'equilibri entre formalisme en el desenvolupament dels continguts i la seva aplicabilitat a partir de programari lliure conegut pels estudiants com R.

En concret, es pretén que els estudiants disposin de coneixements fonamentals respecte a la utilització dels models economètrics adaptats a cadascuna de les següents situacions : models per a sèries temporals , models per a dades de panell , models amb variables dependents qualitatives i models per a dades espacials .

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

MODELS ECONOMÈTRICS

Descripció:
1.1. Concepte i contingut
1.2. El modelo de regressió lineal múltiple estàndard
1.3. Inferència i predicció
1.4. Especificació de models economètrics
1.5. Etapas en la investigación econométrica

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h

MODELS ECONOMÈTRICS PER A SÈRIES TEMPORALS. ARRELS UNITÀRIES.

Descripció:
2.1. Introducció.
2.2. Tests d'arrels unitàries.
2.3. Concepte de cointegració.
2.4. Tests de cointegració.
2.5. Modelización de series cointegradas mediante modelos de cointegración del error.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h

MODELS ECONOMÈTRICS PER A DADES DE PANEL

Descripció:
3.1. Dades de panel i efectes no observables (individuals i temporals).
3.2. Models estàtics: estimadors alternatius i comparació de mètodes.
3.3. Models dinàmics: conseqüències pels estimadors estàtics i altres estimadors.
3.4. Aplicacions

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h

MODELS ECONOMÈTRICS PER A VARIABLE DEPENDENT LIMITADA

Descripció:
4.1. Models d'elecció binària.
4.2. Models logit i probit.
4.3. Models multinomials.
4.4. Modelo de conteig.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h

MODELS ECONOMÈTRICS PER A DADES ESPACIALS

Descripció:
5.1. Definició del concepte d'autocorrelació espacial.
5.2. Causes i conseqüències de la dependència espacial en un model de regressió.
5.3. Contrast i estimació amb dependència espacial.
5.4. Definició del concepte d'heterogeneïtat espacial.
5.5. Causes i conseqüències de la heterogeneïtat espacial en un model de regressió.
5.6. Contrast i estimació amb on heterogeneïtat espacial.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El model d'avaluació de l'assignatura serà el d'avaluació continuada. Tenint en compte el caràcter tant teòric com empíric de l'assignatura, l'avaluació de l'assignatura es basarà en dos tipus d'activitats:

A. La realització d'activitats pràctiques. Al llarg del semestre es proposarà la realització d'un conjunt d'activitats pràctiques que s'anunciaran al principi de curs (50%).

B. Una prova final (50%)

BIBLIOGRAFIA

Complementària:
- Greene, William H. Análisis econométrico. 3a ed. Prentice-Hall, 2000. ISBN 8483220075.
- Maddala, G. S. Introduction to econometrics. 4a ed. Willey, 2009.
- Novales Cinca, Alfonso. Econometría. 2ª ed. Madrid: Mc Graw-Hill, 1993. ISBN 8448101286.
- Wooldridge, Jeffrey M. Introducción a la econometría : un enfoque moderno. 2ª ed. Madrid: International Thomson Editores Spain Paraninfo, 2005. ISBN 8497322681.

RECURSOS

Altres recursos:
Per a aquesta assignatura, es recomana consultar la informació disponible a través del campus virtual / pàgina web de l'assignatura així com el següent material:

* Guions i transparències utilitzades a classe
* Exercicis utilitzats a les sessions de classe
* Material de les sessions pràctiques, que inclou: descripció detallada de la pràctica de manera que l'alumne la pugui realitzar de forma autònoma, i les dades corresponents a la pràctica
* Pràctiques proposades: per cadascuna de les pràctiques, corresponents a cada tema, es proposa una pràctica addicional que l'alumne ha de resoldre. Per això disposa de l'enunciat i les dades.

Guia docent
200606 - AMD - Anàlisi Multivariant de Dades

Última modificació: 16/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JAN GRAFFELMAN

Altres: Segon quadrimestre:
JAN GRAFFELMAN - A
FERRAN REVERTER COMES - A
MIQUEL SALICRÚ PAGES - A

CAPACITATS PRÈVIES

1. El curs pressuposa coneixements d'àlgebra lineal: diagonalització de matrius simètriques, projecció de vectors, derivació vectorial de funcions lineals i quadràtiques.

2. També cal haver fet un curs d'inferència estadística pel que fa a les proves univariants clàssiques (t de Student, F de Fisher).

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
2. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
3. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.
5. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.

Transversals:
4. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

7. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

Idioma: la primera part (50%) es fara en Angles, i la segona part (50%) es fara en Castella.
Teoria: es fan classes magistrals seguint el temari d'acord amb la temporalització entregada a començament del curs.
Problemes: s'utilitzen per fixar els conceptes teòrics dins de la classe de teoria. Al llarg del curs es demanarà el lliurament de problemes per part dels estudiants.
Pràctiques: Es tracta d'utilitzar les facilitats de la programació matricial per fer un anàlisi multivariant utilitzant jocs de dades multivariants. Les pràctiques s'avaluen. El programari utilitzat és R. Les pràctiques es fan en grups de dos estudiants.
Treball: Els estudiants han de fer l'anàlisi d'una base de dades amb els mètodes dels curs. Cal redactar i lliurar un informe de l'anàlisi realitzat. El treball es fa en grups de 2 estudiants.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'estudiant que supera l'assignatura ha de ser capaç de:

1. Reconeixer la naturalesa multivariant d'una base de dades.
2. Enunciar el guany d'un enfocament multivariant, respecte al tradicional univariable.
3. Enunciar els objectius dels mètodes multivariants més utilitzats (ACP, AC, Anàlisi Factorial, Escalament multidimensional, MANOVA, AD, etc.)
4. Identificar el mètode multivariant més adient per a un conjunt de dades concret.
5. Implementar els mètodes bàsics de l'anàlisi multivariant en llenguatge matricial amb el programari R.
6. Aplicar l'estadística descriptiva multivariant a un conjunt de variables.
7. Aplicar els principals mètodes de reducció de la dimensionalitat.
8. Aplicar les transformacions necessaries per un determinat anàlisi (escollir la mètrica)
9. Realitzar la visualització multivariant amb programari estadístic.
10. Interpretar les representacions visuals (biplots) de les dades multivariants.
11. Enunciar la distribució normal multivariant i les seves propietats.
12. Enunciar la definició de les proves estadístiques multivariants bàsiques.
13. Aplicar les proves d'hipòtesis multivariant més freqüents, sobre el vector de mitjanes i sobre la matriu de covariàncies.
14. Aplicar l'anàlisi discriminant lineal i quadratic a dades corresponents a diferents poblacions d'individus, obtenint les funcions discriminants sota la hipòtesi de normalitat multivariable i realitzar l'assignació d'individus anònims.
15. Enunciar els mètodes bàsics de creació de grups.
16. Aplicar els algorismes per a la creació de grups.
17. Interpretar els resultats dels mètodes multivariants més utilitzats.
18. Aplicar l'anàlisi factorial i extreure els factors comuns a unes variables.
19. Aplicar l'anàlisi de mesures repetides, de perfils i la MANOVA de dos factors.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Estadística Descriptiva Multivariant

Descripció:
1. Introducció i conceptes bàsics. Repas de lÁlgebra lineal. Geometria de la mostra. Núvols de punts en Rp i Rn. Concepte de mètrica. Mesures de variabilitat. Projecció M-ortogonal. Descomposició en valors y vectors propis. Descomposició en valors singulars generalitzada. Representacions gràfiques: el biplot.
2. Anàlisi de components principals (ACP). Definició dels components. Propietats. ACP basat en la matriu de covariancies i en la matriu de correlacions. Biplots. Bondat de la representació.
3. Escalament multidimensional. Distancies i mètriques. Representació euclidiana d'una matriu de distàncies. Descomposició espectral asociada. Bondat de la representació.
4. Anàlisi de correspondències simple. Taules de contingencia. Perfils fila i perfils columna. Inercia i estadístic chi-quadrat. Biplots.
5. Anàlisi de correspondències múltiple (ACM). ACM basat en la matriu de Burt. ACM basat en la matriu de variables indicadores. Inercies ajustades. Representacions gràfiques.
6. Anàlisi factorial. El model factorial. Factors comuns i específics. Mètodes d'estimació: anàlisi factorial principal i màxima versemblança. Representacions gràfiques.
7. Anàlisi de correlacions canòniques. Funció objectiva. Correlacions canòniques, variables canòniques i pesos canònics. Relació amb altres mètodes. Biplots.

Objectius específics:
Realitzar l'anàlisi descriptiu gràfic i numéric d'una taula de dades multivariant, tant per taules de dades quantitatives com per taules de dades categoriques.

Activitats vinculades:
Varies pràctiques, exercicis i el treball.

Dedicació: 61h
Grup gran/Teoria: 15h
Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Aprenentatge autònom: 40h

Inferència Estadística Multivariant

Descripció:
La distribució normal multivariant. Estadístics mostrals. Prova de la raó de versemblança. Proves sobre la matriu de covariàncies. Prova de la unió de la intersecció. T2 de Hotelling. Proves sobre el vector de mitjanes. Anàlisi de mesures repetides. Anàlisi de perfils. Comparació de diverses mitjanes. La lambda de Wilks. El model MANOVA amb un i mes factors.

Objectius específics:
Realitzar inferència estadística de naturaleza multivariant.

Activitats vinculades:
Pràctiques i problemes.

Dedicació: 29h
Grup gran/Teoria: 9h
Aprenentatge autònom: 20h

Classificació i obtenció de grups

Descripció:
1. Anàlisi discriminant. Anàlisi discriminant paramètrica. Funcions discriminants. Anàlisi discriminant lineal i anàlisi discriminant quadràtica.
2. Anàlisi de conglomerats. Distàncies i similitud. Algorismes. Mètodes jeràrquics i Mètodes de partició. Dendrograma. Propietat ultramètrica. Criteri de Ward.

Objectius específics:
Aplicar l'analisi discriminant i l'análisi clúster i interpretar els seus resultats.

Activitats vinculades:
Práctiques i problemes.

Dedicació: 32h
Grup gran/Teoria: 7h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 20h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació es farà mitjançant una ponderació de diferents elements. Hi haurà dos examens, un examen parcial sobre la primera meitat del curs i un examen parcial sobre la segona meitat. Les pràctiques s'avaluen i la seva mitjana és la nota de pràctiques. Els problemes també s'avaluen i la seva mitjana és la nota de problemes. Al llarg del curs els estudiant han de fer un treball en el qual s'analitzen dades multivariantes amb les tècniques del curs. Del treball cal fer un informe escrit. La nota s'obtindrà a partir de la qualificació dels exàmens, pràctiques, problemes i el treball. La ponderació de les diferents parts de la avaluació és el següent: examen parcial primera part (35%), examen final segona part (35% si nomes la segona part, 70% si inclou tamb la primera part), pràctiques laboratori i problemes (15%), treball (15%). Els estudiants que hagin aprovat el primer examen no cal que es presentin per la matèria de la primera part a l'examen final.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Aluja, T.; Morineau, A. Aprender de los datos: el análisis de componentes principales. EUB, 1999.
- Johnson, R. A.; Wichern, D.W. Applied multivariate statistical analysis. 6th ed. Prentice Hall, 2007.
- Krzanowski, W. J. Principles of multivariate analysis: a user's perspective. Rev. ed. Oxford University Press, 2000.
- Lebart, L.; Morineau, A.; Piron, M. Statistique exploratoire multidimensionnelle. 2e éd. Dunod, 1997.
- Peña Sánchez de Rivera, D. Análisis de datos multivariantes [en línia]. McGraw-Hill, 2002 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4203.

Complementària:
- Cuadras, C. M. Métodos de análisis multivariante. 2ª ed. PPU, 1991.
- Dillon, W. R.; Goldstein, M. Multivariate analysis methods and applications. John Wiley and Sons, 1984.
- Mardia, K. V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. Multivariate analysis. Academic Press, 1979.
- Morrison, D. F. Multivariate statistical methods. 3rd ed. McGraw-Hill, 1990.
- Volle, Michel. Analyse des données. 3e éd. Economica, 1985.
- Everitt, Brian. An R and S-PLUS companion to multivariate analysis [en línia]. London: Springer, 2005 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/b138954. ISBN 1852338822.

RECURSOS

Material informàtic:
- Lecture slides. Transparències

Guia docent
200644 - APE - Aprenentatge Estadístic

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS

Altres: Segon quadrimestre:
PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS - A
FERRAN REVERTER COMES - A
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

CAPACITATS PRÈVIES

Familiaritat amb els conceptes bàsics de càlcul en una o més variables (materials per preparació prèvia:). Formacio de nivell mitja en probabilitats i inferencia. Domini de l'entorn de treball estadistic i programació R (materials per preparació prèvia: qualsevol bon curs d'autoaprenentatge de R, com ara http://www.ub.edu/stat/docencia/EADB/Curso%20basico%20de%20R.htm).

REQUISITS

"Fundamentos de Inferencia Estadística" o "Inferencia Estadística Avanzada"
"Computación en Estadística y en Optimización"

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
MESIO-CE2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
MESIO-CE3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
MESIO-CE6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
MESIO-CE8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
MESIO-CE9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.
MESIO-CE4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.

Transversals:
CT1a. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

L'aprenentatge s'organitza en sessions teòric-pràctiques amb el professorat. Totes les sessions combinen un 50% de classes expositives i un altre 50% de pràctiques guiades i tallers.
A la part expositiva de les sessions, els aspectes teòrics es presenten i es discuteixen, acompanyats d'exemples pràctics utilitzant diapositives que es lliuraran prèviament als estudiants.
L'entorn de treball fonamental de les sessions pràctiques serà R, del qual es presumeix un coneixement intermedi (ús de l'entorn i programació bàsica).

L'aprenentatge autònom consistirà en l'estudi i resolució de problemes teòrics i pràctics que l'estudiant ha de lliurar al llarg del curs.
Concretament, les activitats previstes són:
- Estudi dels materials d'aprenentatge, abans i/o després de cada sessió amb el professorat.
- Anàlisi detallada de diversos conjunts de dades. S'intentarà que cada conjunt de dades serveixi de base per a un cas d'estudi en diversos mètodes.
- La realització d'exercicis teòrics i pràctics sobre els mètodes estudiats. Els exercicis pràctics requeriran completar les tasques de programació en R.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Conèixer l'estructura dels problemes d'aprenentatge supervisats i no supervisats.
Ser capaç d'ajustar un model de regressió lineal múltiple, i també un GLM, utilitzant la versió penalitzada dels mínims quadrats ordinaris (OLS) i dels estimadors de màxima versemblança.
Conèixer les característiques comunes essencials dels estimadors de regressió no paramètrics (disjuntiva biaix-variància, selecció del paràmetre de suavitzat, nombre efectiu de paràmetres, etc.) i els detalls de tres d'ells: regressió polinòmica local, suavitzat per splines, models additius generalitzats (GAM).
Conèixer els principals mètodes basats en arbres i poder aplicar aquests mètodes en conjunts de dades reals.
Comprendre els fonaments de les xarxes neuronals artificials (incloent-hi models de deep-learning i les xarxes neuronals convolucionals) i adquirir les habilitats necessàries per aplicar-les
Conèixer els principals procediments de validació creuada per avaluar la precisió d'un model de predicció.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció a l'aprenentatge estadístic

Descripció:
1. Aprenentatge supervisat i no supervisat.
2. Aprenentatge automàtic (machine learning) i aprenentatge estadístic (statistical learning).

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h 30m

Estimadors de regressió penalitzats: Regressió ridge i Lasso

Descripció:
1. Regressió ridge.
2. Validació creuada.
3. Lasso en el model de regressió lineal múltiple. Optimització cíclica coordenada a coordenada.
4. Lasso al GLM.
5. Comparació de les regles de classificació. Corba ROC.

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

Models Additius Generalitzats

Descripció:
1. Introducció al modelatge no paramètric.
2. Regressió polinòmica local. La disjuntiva biaix-variància. Suavitzadores lineals. Selecció del paràmetre de suavitzat.
3. Regressió no paramètrica amb resposta binària. Model de regressió no paramètrica generalitzat. Estimació per màxima versemblança local.
4. Suavitzat per splines. Regressió no paramètrica de mínims quadrats penalitzada. Splines cúbics, interpolació i suavitzat. B-splines. Ajust de models de regressió no paramètrics generalitzats amb splines.
5. Models d'additius generalitzats (GAM). Regressió no paramètrica múltiple. La maledicció de la dimensionalitat. Models additius. Models additius generalitzats.

Dedicació: 13h 30m
Grup gran/Teoria: 13h 30m

Mètodes basats en arbres

Descripció:
1. Els fonaments dels arbres de decisió. Arbres de regressió. Arbres de classificació.
2. Ensemble Learning. Bagging. Random forests. Boosting.

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 8h

Xarxes Neuronals Artificials

Descripció:
1. Xarxes feed-forward.
2. Entrenament d'una xarxa.
3. Retro-propagació de l'error.
4. Models d'aprenentatge profund (Deep Learning).
5. Xarxes neuronals convolucionals.
6. Autocodificadors (autoencoders).

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 13h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es basa en dues parts:
1) Exercicis pràctics realitzats al llarg del curs: 50%
2) Examen final: 50%

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Wainwright, Martin. Statistical learning with sparsity: The Lasso and Generalizations [en línia]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2015 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=4087701. ISBN 978-1-4987-1216-3.
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome. The Elements of statistical learning : data mining, inference, and prediction [en línia]. 2nd ed. New York [etc.]: Springer, cop. 2009 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7. ISBN 978-0-387-84857-0.
- Lantz, Brett. Machine learning with R : discover how to build machine learning algorithms, prepare data, and dig deep into data prediction techniques with R [en línia]. 2nd ed. Birmingham: Packt Pub, 2015 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11084783. ISBN 978-1-78439-390-8.
- James, Gareth. An Introduction to statistical learning : with applications in R [en línia]. New York: Springer, 2013 [Consulta: 18/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-7138-7. ISBN 978-1-4614-7137-0.
- Bowman, A. W; Azzalini, Adelchi. Applied smoothing techniques for data analysis : the Kernel approach with S-Plus illustrations. Oxford: Clarendon Press, 1997. ISBN 9780198523963.
- Wood, Simon N. Generalized additive models : an introduction with R. Boca Raton, Fla. [etc.]: Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 9781584884743.

Complementària:
- Wasserman, Larry. All of nonparametric statistics [en línia]. New York: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-30623-4. ISBN 9780387251455.
- Haykin, Simon S. Neural networks and learning machines. 3rd. Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2009. ISBN 978-0131471399.
- Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, cop. 2006. ISBN 9780387310732.

RECURSOS

Altres recursos:
ATENEA

Guia docent
200649 - AEXNAP - Aprenentatge Estadístic amb Xarxes Neuronals Artificials Profundes

Última modificació: 29/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ESTEBAN VEGAS LOZANO

Altres: Segon quadrimestre:
FERRAN REVERTER COMES - A
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

CAPACITATS PRÈVIES

Conèixer els fonaments del càlcul en una o més variables. Estudis intermedis de probabilitat i inferència. Habilitats en l'entorn R per a la computació estadística i la programació. Qualsevol bon curs de R en línia us pot ajudar, com ara https://www.ub.edu/cursosR/docente.html.

REQUISITS

"Fundamentos de Inferencia Estadística" o "Inferencia Estadística Avanzada"
"Computación en Estadística y en Optimización"

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
MESIO-CE2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
MESIO-CE3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
MESIO-CE4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
MESIO-CE6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
MESIO-CE8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
MESIO-CE9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
CT1a. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

L'aprenentatge s'organitza en sessions teòrico-pràctiques amb els instructors. Totes les sessions combinen un 50% de classes expositives i un altre 50% de pràctiques guiades i tallers.
A la part expositiva de les sessions, es presenten i es comenten els aspectes teòrics, acompanyats d'exemples pràctics mitjançant diapositives que es proporcionaran prèviament als estudiants.
L'entorn de treball fonamental de les sessions pràctiques serà R, del qual es pressuposa un coneixement intermedi (ús de l'entorn i programació bàsica). Opcionalment, els estudiants poden fer els deures amb Python.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Conèixer els fonaments de les xarxes neuronals artificials
Conèixer el flux de treball de l'aprenentatge automàtic.
Conèixer l'avaluació de models d'aprenentatge automàtic.
Conèixer els paquets Keras / TensorFlow per implementar models d'aprenentatge profund.
Comprendre el seguiment de models d'aprenentatge profund.
Comprendre l'aprenentatge profund per a la visió per computador.
Comprendre l'aprenentatge profund de text i seqüències.
Comprendre l'aprenentatge profund generatiu.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Fonaments de les xarxes neuronals artificials

Descripció:
• Intel·ligència artificial, aprenentatge automàtic i aprenentatge profund.
• Un primer exemple de xarxa neuronal.
• Representació de dades per a xarxes neuronals. Tensors i operacions tensorals.
• Com aprenen les xarxes neuronals. Propagació posterior i descens de gradient.

Dedicació: 4h
Grup gran/Teoria: 4h

Introducció a les xarxes neuronals

Descripció:
• Els components bàsics de les xarxes neuronals.
• Una introducció a Keras.
• Flux de treball per abordar problemes d'aprenentatge automàtic.
• Validació de models mitjançant validació creuada de K-fold.
• Introducció a les principals arquitectures d'aprenentatge profund.

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 8h

Pràctiques recomanades d'aprenentatge profund

Descripció:
• Ús dels "callbacks" de Keras.
• Treballar amb el paquet tfruns ().
• Bones pràctiques per desenvolupar models d'aprenentatge profund.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge profund per a la visió per ordinador

Descripció:
• Xarxes neuronals convolucionals.
• Augment de dades.
• Extracció de funcions.
• Afinació fina.
• Visualització de mapes de calor d'activació de classe. Grad-cam.

Dedicació: 10h
Grup gran/Teoria: 10h

Aprenentatge profund de text i seqüències

Descripció:
• Processament previ de dades de text en representacions útils. Incrustacions de paraules.
• Redes neuronales recurrents.
• Convolucions 1D per al processament de seqüències
• Capas LSTM i GRU.

Dedicació: 10h
Grup gran/Teoria: 10h

Aprenentatge profund generatiu

Descripció:
• Generació de text amb LSTM
• Autoencoders variables.
• Xarxes contradictòries generatives.

Dedicació: 10h
Grup gran/Teoria: 10h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es basa en dues parts:
1) Exercicis pràctics realitzats al llarg del curs: 50%
2) Examen final: 50%

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Chollet, François. Deep learning with Python. Shelter Island, New York: Manning Publications Co, 2018. ISBN 9781617294433.
- Chollet, F. ; Allaire, J. J. Deep Learning with R. Manning Publications, 2017.
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning [en línia]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2016] [Consulta: 31/05/2021]. Disponible a: http://www.deeplearningbook.org/. ISBN 9780262035613.
- Foster, D. Generative deep learning: teaching machines to paint, write, compose, and play. O'Reilly Media, 2019.

Complementària:
- Pal, S. ; Gulli, A. Deep learning with Keras. Packt Publishing Ltd, 2017.
- Zaccone, G. Deep learning with TensorFlow. Packt Publishing Ltd., 2017.

Guia docent
200627 - AC - Assajos Clínics

Última modificació: 26/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALASTRUE

Altres: Segon quadrimestre:
ERIK COBO VALERI - A
ALBERTO COBOS CARBO - A
JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALASTRUE - A

CAPACITATS PRÈVIES

Disseny experimental, inferència i R a nivell bàsic.

REQUISITS

Disseny experimental, inferència i R a nivell bàsic.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
9. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
10. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
11. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
12. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
13. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs és eminentment pràctic, amb aprenentatge basat en exercicis després de un repàs teòric basat en articles, llibres, vídeos, etc i seguin la metodologia de la classe "invertida". Les presentacions dels estudiants d'exercicis, simulacions, i revisions crítiques, representen un 40% del temps presencial; i altres activitats d'aprenentatge actiu, com discussions, un 30%.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Després del curs, l'estudiant exposarà les raons per les que només un estudi aleatoritzat permet confirmar i estimar els efectes d'una causa assignada. L'alumne serà capaç d'argumentar i mostrar que l'assaig clínic proporciona una base formal per posar a prova fàrmacs i dispositius; i farà una publicació transparent de resultats.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció

Descripció:
Fases de desenvolupament. Objectius principal i secundaris. Esdeveniments adversos davant efectes adversos. Població objectiu i mostra. Intervenció en estudi i comparador o control. Gestió de dades i de la qualitat. Dades absents. Assaigs multicèntrics. Revistes: transparència i guies de publicació, declaració CONSORT, conflictes d'interès, biaix de publicació, registre d'assaigs clínics. Decisions dels organismes reguladors, procediments normalitzats de treball i directrius ICH.

Objectius específics:
L'estudiant llegirà críticament un original d'un assaig clínic i l'analitzarà i informarà de forma transparent i reproduïble.

Dedicació: 0h 45m
Grup gran/Teoria: 0h 45m

A1: Anàlisi de dissenys paralels

Descripció:
Paralels

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

A2: Anàlisi de dissnys paralels amb valors incials

Descripció:
Paral·lels

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

A3: Anàlisi de dissenys amb intercanvi

Descripció:
Disseny amb intercanvi

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

A4: Disseny, protocol i plà d'anàlisi estadístic

Descripció:
Disseny, protocol i plà d'anàlisi estadístic

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

A5: Directrius pee registre i publicació

Descripció:
Guies i directrius internacionals

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

B1: Ètica i multiplicitat

Descripció:
Multiplicitat

Dedicació: 6h 15m
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 45m
Aprenentatge autònom: 4h

B2: Equivalència. Dissenys pragmàtics

Descripció:
Equivalència. Dissenys pragmàtics

Dedicació: 6h 15m
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 45m
Aprenentatge autònom: 4h

B3: base de la grandària mostral

Descripció:
Grandària de l'efecte sota la hipòtesi alternativa. Paràmetres secundaris derivats de les premisses (variància, taxes d'esdeveniments i de reclutament, ...). Mètodes per a variables contínues, dicotòmiques i temps fins a l'esdeveniment.

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

B4: Aleatorització

Descripció:
Aleatorització simple, estratificada, en blocs i adaptativa (minimització)

Dedicació: 11h 45m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 45m
Aprenentatge autònom: 8h

B5: Assignació a l'atzar de grups

Descripció:
Assignació a l'atzar de grups d'unitats. Riscos específics de biaix. Correlació intra-classe. Anàlisi. Nombre necessari de grups i d'unitats.

Dedicació: 6h 15m
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 45m
Aprenentatge autònom: 4h

B6: Revisions sitemáticas i meta-anàlisi

Descripció:
Les revisions sistemàtiques enfront del meta-anàlisi. La Col · laboració Cochrane. Estimació de l'efecte mitjançant combinació d'estudis. Risc de biaix. Gràfics.

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

B7: Dissenys adaptatius

Descripció:
Dissenys de mostra fixa en front de dissenys adaptatius. Funcions de consum de risc alfa i el seu control. Disseny triangular. Manca de biaix davant encongiment.

Dedicació: 6h 15m
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 45m
Aprenentatge autònom: 4h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota és el màxim de l'examen final (F) i l'avaluació contínua (C).
Nota = Max (F, C)
C està dividida en els blocs 1 i 2; cada un amb 2 parts: preguntes Teòriques (T, 40%) i treballs pràctics (H, 60%).
C = 0.2T1 + 0.3H1 + 0.2T2 + 0.3H2
F té 3 parts: Qüestions teòriques (T), exercicis (E) i pràctiques (P), amb un pes del 30%, 40% i 30%, respectivament:
F = 0.3T + 0.4E + 0.3P

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Armitage, P.; Berry, G. Statistical methods in medical research. Blackwell Scientific Publications, 2002.
- Westfal P H, Young S S. Resampling-based multiple testing. Wiley, 1993.
- Friedman, L. M.; Furberg, C.D.; DeMets, D.L. Fundamentals of clinical trials [en línia]. Springer, 1998 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-1586-3.
- Whitehead, J. Design and analysis of clinical trials. Wiley, 2004.

Guia docent
200632 - EPI - Epidemiologia

Última modificació: 29/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: KLAUS GERHARD LANGOHR

Altres: Segon quadrimestre:
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

CAPACITATS PRÈVIES

L'estudiant/a ha d'estar familiaritzat/da amb els conceptes de la inferència estadística: funció de versemblança, mètode de màxima versemblança, proves d'hipòtesis i models de regressió lineal. Els continguts dels Capítols 1 a 3 del llibre ''Principles of Statistical Inference" de Cox (Cambridge University Press, 2006) s'haurien de tenir assolits.

REQUISITS

Coneixements del software R.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
4. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
7. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
5. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
9. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

Teoria:
Classes de 90 minuts en les quals es presenta el material de l'assignatura amb l'ajuda de l'ordinador. El material, que es recolza en estudis epidemiològics reals i articles epidemiològics, estarà prèviament disponible a la Intranet (ATENEA). A més a més, en diferents ocasions s'aprofiten les classes de teoria per fer exercicis.

Classes de pràctiques/laboratori:
Es faran tres sessions en les quals s'explicarà l'ús de funcions de paquets contribuïts de epidemiologia del software R.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Quan acabi el curs es pretén que l'estudiant/a tingui els coneixements bàsics dels mètodes estadístics a l'epidemiologia. Es pretén que sigui capaç de proposar els dissenys d'estudi i anàlisis estadístiques que millor informació aportin i que més fàcilment puguin ser assimilats pels investigadors que hauran de interpretar-los.

En particular, es pretén que l'estudiant/a adquireixi coneixements dels temes següents i que sigui capaç d'aplicar-los a dades reals:

1. Dissenys d'estudis epidemiològics: estudis de cohort, cas-control i transversals.
2. Mesures epidemiològiques de freqüència de malalties, mortalitat i d'associació exposició-malaltia.
3. Fons de biaix als estudis epidemiològics: biaix d'informació, de selecció i de confusió.
4. Control del biaix: estratificació i aparellament.
5. Models de regressió logística, logbinomial i Poisson.

Capacitats a adquirir:

· Saber aplicar a estudis epidemiològics les eines apreses prèviament, per tal de ser capaç de proposar els dissenys i anàlisis que millor informació aportin i que més fàcilment puguin ser assimilats pels investigadors que hauran de interpretar-los.
· Ser capaç de jutjar les avantatges i desavantatges de diferents tipus d'estudis epidemiològics.
· Saber estimar, aplicar i interpretar mesures de freqüència de malalties, de mortalitat i d'associació exposició-malaltia.
· Tenir coneixements bàsics sobre la inferència causal en estudis observacionals.
· Conèixer els diferents fonts de biaix d'estudis epidemiològics i les possibles mesures per evitar el el biaix.
· Poder aplicar i interpretar models de regressió logística, logbinomial i Poisson a dades reals.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció a l'Epidemiologia

Descripció:
a) Estudis epidemiològics vs. assatjos clínics.
b) Diseny d'estudis epidemiològics: estudis de cohort, estudis cas-control i estudis transversals.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 0h 30m

Mesures epidemiològiques: conceptes i estimació

Descripció:
a) Mesures de freqüències de malalties i epidèmies: prevalença, incidència acumulada i taxa d'incidència.
b) Mesures de mortalitat i la seva comparació: estandardització directa i indirecta, xifra de mortalitat comparativa i raó de mortalitat estandarditzada.
c) Mesures d'associació exposició-malaltia: risc relatiu, diferència de riscos, odds ratio i risc atribuïble.

Dedicació: 13h 30m
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h 30m

Aspectes d'estudis epidemiològics

Descripció:
a) Inferència causal en estudis epidemiològics.
b) Estudi de relació causa-efecte. Efectes comuns i causes comunes.
c) Fons de biaix en estudis epidemiològics: Biaix d'informació, biaix de selecció i biaix de confusió.
d) Estratègies per al control d'errors i per minimitzar la variància: Estratificació i aparellament.

Dedicació: 13h 30m
Grup gran/Teoria: 9h 30m
Grup petit/Laboratori: 4h

Anàlisi d'estudis epidemiològics

Descripció:
a) Estimació de risc relatiu, odds ratio i risc atribuïble a estudis de cohort, cas-control i transversals.
b) Computació de la xifra de mortalitat comparativa i la raó de mortalitat estandarditzada.
c) L'estimador de Mantel-Haenszel en presència d'una variable confusora.
d) Anàlisi de dades aparellades en estudis cas-control.
e) Regressió logística: expressió del model, estimació i interpretació dels paràmetres.
f) Regressió logbinomial: expressió del model i, estimació i interpretació dels paràmetres.
g) Regressió de Poisson: expressió del model, estimació i interpretació dels paràmetres.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final és la mitjana ponderada de les notes obtingudes en
a) l'examen final (50%),
b) entrega d'exercicis (30%),
c) resum i presentació d'un article (20%).
El treball final consisteix en l'estudi d'un article d'epidemiologia i la seva presentació a classe.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Jewell, Nicholas. Statistics for Epidemiology. Chapman & Hall/CRC, 2004. ISBN 1-58488-433-9.
- Gordis, Leon. Epidemiología. 3ª ed. W.B. Saunders, 2005.
- Kahn, H. A.; Sempos, C.T. Statistical Methods in Epidemiology. Oxford University Press, 1989.
- McNeil, Don. Epidemiological Research Methods. Wiley, 1996.
- Rothman, Kenneth J. Epidemiology: An Introduction. Oxford University Press, 2012. ISBN 9780199754557.

Complementària:
- Porta, M. A Dictionary of Epidemiology. Fifth edition. Oxford University Press, 2008. ISBN 9780195314502.
- Breslow, N.E.; Day, N.E. Statistical Methods in Cancer Research. International Agency for Research on Cancer, 1980.
- Rothman, K. J.; Greenland, S. Modern Epidemiology. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- Woodward, Mark. Epidemiology Study Design and Data Analysis. Chapman & Hall/CRC Press, 1999.

Guia docent
200633 - EE - Epidemiologia Espacial

Última modificació: 16/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: ROSA Mª ABELLANA SANGRÀ

Altres: Primer quadrimestre:
ROSA Mª ABELLANA SANGRÀ - A
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
4. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
5. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
7. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
8. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
9. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
10. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

Es realitzaran sessions on s'explicaran els principals conceptes de cada tema, els quals s'il·lustraran amb exemples de dades reals. A més a l'alumne disposarà de material amb el qual podrà complementar els conceptes tractats en les classes teòriques.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Quan l'alumne acabi el curs serà capaç de:
- Identificar el tipus d'estructura espacial d'un conjunt de dades.
- Utilitzar les eines exploratòries d'anàlisi de la dependència espacial.
- Interpolar dades geoestadístiques.
- Ajustar models per a dades en retícules amb correlació espacial.
- Identificar el patró d'estructura espacial d'unes dades puntuals

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. GEOESTADÍSTICA

Descripció:
1.1. Introducció. Alguns exemples.
1.2. Descripció de dades geoestadístics.
1.3. Variogrames: Modelització i estimació.
1.4. Predicció espacial i Kriging.

Activitats vinculades:
-

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 5h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

2. DADES EN RETÍCULES

Descripció:
2.1. Introducció. Exemples.
2.2. Anàlisi exploratòria de dades: Definicions de la matriu veïnatge, Mesures d'associació espacial
2.3. Models auto-regressius i d'heterogeneïtat espacial
2.4. Estimació bayesiana Algorisme Gibbs Sampling. Diagnòstic de convergència

Objectius específics:
-

Activitats vinculades:
-

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 5h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

3. PROCESSOS PUNTUALS ESPACIALS

Descripció:
180/5000
3.1. Introducció. Alguns exemples.
3.2. Teoria bàsica per a processos puntuals
3.3. Anàlisi Exploratori de Dades (EDA) per a processos puntuals
3.4. Models de processos puntuals

Objectius específics:
-

Activitats vinculades:
-

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 5h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

A la fi de cada un dels tres blocs que composen l'assignatura els alumnes hauran de resoldre uns exercicis, els quals hauran de ser lliurats en un determinat termini que s'anunciarà durant el curs. Els tres exercicis seran puntuats entre 0 i 10, i la mitjana d'aquestes tres qualificacions serà la nota d'exercicis (NEJ).

Addicionalment es programarà un examen final amb preguntes tipus test. La qualificació d'aquesta prova (NPE) estarà entre 0 i 10.

La nota final de l'assignatura serà la mitjana aritmètica de NPE i NEJ.

L'assignatura es considera aprovada si la nota final és superior a 5.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Gelfand, Alan; Diggle, Peter; Fuentes, Montserrat; Guttorp, Peter. Handbook of spatial statistics. CRC Press, 2010.
- Banerjee, S.; Carlin, BP.; Gelfrand A.E. Hierarchical modelling and analysis for spatial data. Chapman & Hall /CRC, 2004.
- Bivand, R. S.; Pebesma, E. J.; Gómez-Rubio, V. Applied spatial data analysis with R [en línia]. Springer, 2008 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=364296. ISBN 9780387781709.
- Cressie, N.A.C. Statistics for spatial data. Rev. ed. New York: John Wiley and Sons, 1993.
- Diggle, P.J. Statistical analysis of spatial point patterns. 2nd ed. Hodder Arnold, 2003. ISBN 0340740701.
- Elliott, P.[et al.]. Spatial epidemiology: methods and applications. Oxford University Press, 2000. ISBN 0192629417.

RECURSOS

Material informàtic:
- WinBUGS. WinBUGS is part of the BUGS project, which aims to make practical MCMC methods available to applied statisticians.
http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/winbugs/contents.shtml
- R. R is a free software environment for statistical computing and graphics.
http://www.r-project.org/

Guia docent
200650 - EPIGEN - Epidemiologia Genètica

Última modificació: 16/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN

Altres: Segon quadrimestre:
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A
GUILLEM CLOT RAZQUIN - A

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements d'inferència estadística bàsica i models de regressió lineal generalitzada.
Coneixements elementals de l'ús del programa d'anàlisi R.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
MESIO-CE1. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
MESIO-CE2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
MESIO-CE3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
MESIO-CE4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
MESIO-CE5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
MESIO-CE6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
MESIO-CE9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

Es realitzaran sessions on s'explicaran els principals conceptes de cada tema, els quals s'il·lustraran amb exemples de dades reals. Addicionalment l'alumne disposarà de material amb el qual podrà complementar els conceptes tractats en les classes teòriques.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Coneixement del tipus d'herència, susceptibilitat i desequilibri de lligament per poder escollir les anàlisis més adequats per desenvolupar estudis epidemiològics.
- Coneixement de les tècniques d'anàlisi estadística per investigar les relacions entre gens i malalties.
- Coneixement de les tècniques d'anàlisi estadística per calcular la influencia de l'entorn i l'associació gen-gen.
- Tractament de les dades amb estructura apropiada per ser utilitzades en funció del tipus d'estudi. Elaboració d'arbres genealògics.
- Coneixement dels mètodes estadistics d'anàlisi de dades genètiques.
- Us del programari necessari per dur a terme les anàlisis estadístiques apropiades

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Introducció a l'epidemiologia genètca

Descripció:
Nomenclatura bàsica. Tipus de disseny d'estudis. Models d'herència. Equilibri de Hardy-Weinberg. Desequilibri de lligament

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 30h

2. Familial aggregation studies

Descripció:
Estudis cas-control. Estudis de bessons. Dissenys amb families, Components de la variància

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 20h

3. Segregation studies

Descripció:
Patrons d'herència. Mètode de màxima versemblança. Models d'herència

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 20h

4. Estudis de lligament

Descripció:
Anàlisi de lligament basat en model. Anàlis de lligament no paramètic i de model lliure

Dedicació: 20h
Grup gran/Teoria: 20h

5. Association studies

Descripció:
Associació i lligament. Anàlisi d'associació basat en famílies. Anàlisi d'haplotips. Estudis d'associació de genoma complet.

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 35h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

A la fi de cada un dels blocs que componen l'assignatura els alumnes hauran de resoldre uns exercicis, els quals hauran de ser lliurats en un determinat termini que s'anunciarà durant el curs.
Els exercicis seran puntuats entre 0 i 10, i la mitjana d'aquestes qualificacions (NE) serà la nota de l'assignatura.
Addicionalment es programarà una prova opcional per a aquells estudiants que vulguin modificar la nota NE. La qualificació d'aquesta prova (NP) estarà entre 0 i 10.
La nota final de l'assignatura es calcularà com el màxim de NE i NP.
L'assignatura es considera aprovada si la nota final és superior a 5.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Ziegler, A.; König, I.R. A Statistical approach to genetic epidemiology : concepts and applications. Wiley, 2010.
- Teare, M. Dawn. Genetic Epidemiology. Springer, 2011.

Guia docent
200619 - EA - Estadística Actuarial

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ANA MARIA PÉREZ MARÍN

Altres: Segon quadrimestre:
ANA MARIA PÉREZ MARÍN - A
MIGUEL ANGEL SANTOLINO PRIETO - A

CAPACITATS PRÈVIES

L'alumnat ha de tenir coneixements previs en càlcul de probabilitats, variables aleatòries, distribucions de probabilitat i característiques de les distribucions de probabilitat (esperances, variàncies, etc.). Es recomana de tenir coneixements previs en àlgebra de successos.
Llibre recomanat de introducció a l'Estadística Actuarial. López Cachero, Manuel. Estadística para actuarios. Madrid : Editorial MAPFRE : Fundación MAPFRE Estudios, Instituto de Ciencias del Seguro, D.L. 1996

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
11. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

-

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

-

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

-

Descripció:
-

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 30h

-

Dedicació: 30h
Classes teòriques: 10h
Classes pràctiques: 5h
Treball autònom (no presencial): 15h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

-

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Macdonald, A.S.; Cairns, A.J.G.; Gwilt, P.A. & Miller, K.A.. "An international comparison of recent trends in population mortality". British actuarial journal [en línia]. N. 4, 1998, 3-141 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://sumaris.cbuc.es/cgis/revista.cgi?issn=13573217.
- Panjer, H. J. "Recursive evaluation of a family of compound distributions". ASTIN bulletin [en línia]. 1981, 12, 22-26 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://casact.net/library/astin/vol12no1/22.pdf.
- Renshaw, A. E.; Haberman, S. "Dual modelling and select mortality". Insurance, mathematics and economics [en línia]. 19, 1997, 105-126 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: https://www.sciencedirect.com/journal/insurance-mathematics-and-economics/vol/19/issue/2.
- Sundt, B.; Jewell, W. "Further results on recursive evaluation of compound distributions". ASTIN bulletin [en línia]. 1981, 12, 27-39 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://www.casact.org/library/astin/vol12no1/27.pdf.
- Ayuso, M. ... [et al.]. Estadística actuarial vida. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2007. ISBN 8447531309.
- Bowers, Newton L. [et al.]. Actuarial mathematics. 2nd ed. London: The Society of Actuaries, 1997. ISBN 0938959468.
- Bühlmann, Hans. Mathematical methods in risk theory. Berlin: Springer-Verlag, 1970. ISBN 978-3-540-05117-6.
- Kaas, Rob ... [et al.]. Modern actuarial risk theory [en línia]. Kluwer Academic Publishers, 2001 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007/b109818. ISBN 0306476037.
- Sarabia Alegría, J.M.; Gómez Déniz, E.; Vázquez Polo, F. Estadística actuarial : teoría y aplicaciones. Pearson Prentice Hall, 2007. ISBN 9788420550282.

RECURSOS

Enllaç web:
- Software R. Software de lliure distribució.
Disponible a: http://www.r-project.org

Guia docent
200626 - EF - Estadística Financera

Última modificació: 16/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: HELENA CHULIÁ SOLER

Altres: Segon quadrimestre:
HELENA CHULIÁ SOLER - A
LUIS ORTIZ GRACIA - A

CAPACITATS PRÈVIES

El curs assumeix els nivells bàsics d'estadística similars als que es poden aconseguir en el primer semestre del Màster. Alguns conceptes bàsics relacionats amb finances ajudaria a seguir el curs. Tanmateix, és recomanable haver cursat o estar cursant l'assignatura "Sèries Temporals" o estar familiaritzat amb els models ARIMA (veure capítol 2 de la segona edició del llibre "Analysis of Financial Time Series" de Ruey S. Tsay, Ed. Wiley).

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
11. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
12. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs es compon de sessions teòriques setmanals en què l'estudiant ha de participar havent llegit material facilitat prèviament. Es resoldran casos pràctics amb ordinador. Caldrà redactar un exercici pràctic corresponent a cadascun dels blocs de l'assignatura on es mostri el domini de la matèria. Tanmateix, en grups o individualment es presentaran i debatran articles de recerca relacionats amb els continguts.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Conèixer el mercat de derivats i la teoria de valoració en absència d'arbitratge
- Familiaritzar-se amb alguns dels mètodes de valoració d'opcions
- Estudiar els mètodes més comuns de mesurament del risc de mercat
- Modelitzar la volatilitat de les sèries financeres
- Usar els models de volatilitat per fer prediccions de variància
- Anàlisi crítica d'articles de recerca en l'àmbit financer

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Valoració d'opcions i mesurament del risc

Descripció:
1.1. Derivats, arbitratge i fórmula de valoració neutral al risc
1.2. Arbres binomials i fórmules de Black-Scholes
1.3. Valoració d'opcions per Montecarlo i reducció de la variància
1.4. Models de volatilitat i tipus d'interès estocàstics
1.5. Mètodes de mesurament del risc sobre una cartera d'opcions

Dedicació: 62h 30m
Grup gran/Teoria: 15h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Aprenentatge autònom: 40h

2. Models de volatilitat

Descripció:
2.1. Regularitats empíriques de les sèries financeres
2.2. Models de volatilitat univariant
2.3. Especificació, estimació i diagnosi de models GARCH
2.4. Predicció amb models GARCH
2.5. Models GARCH multivariants

Dedicació: 62h 30m
Grup gran/Teoria: 15h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Aprenentatge autònom: 40h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

AVALUACIÓ CONTINUADA
L'avaluació continuada consta de les parts següents:

1) Examen del bloc I de l'assignatura: representa un 30% de la qualificació final.
2) Presentació d'un treball del bloc I de l'assignatura: representa un 20% de la qualificació final.
3) Elaboració d'un treball del bloc II de l'assignatura: representa un 35% de la qualificació final.
4) Presentació i discussió d'un article de recerca del bloc II: representa un 15% de la qualificació final.

AVALUACIÓ ÚNICA
L'avaluació única consisteix en un examen escrit que inclou tot el contingut de l'assignatura i representa el 100% de la qualificació final.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Hull, J.C.. Options, futures and other derivatives. Prentice Hall, 2012.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series. 3rd ed. Wiley, 2010.
- Seydel, R.U.. Tools for computational finance [en línia]. Springer, 2012 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2993-6.
- Glasserman, P.. Monte Carlo methods in financial engineering. Springer, 2004.

Guia docent
200622 - EGE - Estadística per a la Gestió Empresarial

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: CATALINA BOLANCÉ LOSILLA

Altres: Primer quadrimestre:
CATALINA BOLANCÉ LOSILLA - A
MONTSERRAT GUILLEN ESTANY - A

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixement de les tècniques estadístiques bàsiques: anàlisi exploratori de dades, inferència bàsica. Interès per les aplicacions pràctiques més habituals en entorns empresarials. El 60% de les classes i els materials docents i els exàmens són en anglès, el 40% de les casses en Castellà

REQUISITS

Coneixements bàsics d'anàlisi de dades, models de probabilitat i inferència: Representació gràfica de dades i anàlisi exploratòria. Conceptes bàsics de models de probabilitat (llei normal, binomial i Poisson). Conceptes bàsics d'inferència. Els coneixements poden ser adquirits en qualsevol llibre d'estadística bàsica.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
7. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

L'aprenentatge tindrà un enfocament eminentment pràctic. Desprès d'una breu introducció als conceptes clau, els temes es desenvoluparan a partir de l'estudi de casos i exemples concrets. Alguns dels casos com el dels 'Tubs de Silicona' o 'La Caixa Cooperativa Professional' estan estructurats a base de 'lliuraments', de manera que l'alumne treballa amb el mateix cas diversos temes al llarg de varies sessions. També s'utilitzaran exemples del llibre: 'The Role of Statistics in Busines and Industry' que serà la referència bàsica.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu fonamental es situar en el context empresarial la utilitat de les tècniques estadístiques que l'alumne ja coneix i posar de manifest els beneficis que la seva utilització pot reportar. Per tant al acabar els alumnes seran capaços de:
- Identificar quina tècnica estadística es més adient en diferents contexts i situacions empresarials
- Valorar els beneficis que la seva utilització pot reportar a l'organització
- Convèncer als gestors (vendre) de les avantatges i beneficis de la utilització de la tècnica estadística en qüestió

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

- El paper de l'estadística en el disseny de productes. Relació entre la variabilitat i la satisfacció del client. Reducció de variabilitat, productes robustos. Disseny de proves (experiments).

Descripció:
- L'estadística i el disseny de productes
- L'estadística i la satisfacció d'el client
- Disseny d'experiments, inferència

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

- L'estadística en la gestió de la qualitat. Planificació, control i millora. Programes de millora: metodologia Sis Sigma

Descripció:
- Anàlisi estadístics en la gestió de la qualitat
- La planificació, el control i millora de la qualitat a través de l'estadística
- Mètode Sis Sigma

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

- Estadística: què i perquè. La qualitat de les dades. Evolució de l'ús de l'estadística. Estadística pro activa

Descripció:
- L'estadística a l'empresa
- Les dades interns i externs
- Ús actual de l'estadística

Dedicació: 9h
Grup petit/Laboratori: 9h

- L'estadística en altres àrees: màrketing, gestió de clients, serveis financers, gestió de processos

Descripció:
- Estadística aplicada a l'màrqueting
- Estadística aplicada a la gestió de clients
- Estadística aplicada a les finances
- Estadística aplicada a la gestió de processos

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

- La venta de l'estadística: interna i externa

Descripció:
- Fonts d’estadística interna
- Fuentes de estadística externa
- Gestió de l’estadística

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

- Data Science: aspectes organitzatius (papers i responsabilitats) i de gestió. Valorització

Descripció:
- Importància i paper del data science (ciència de les dades)
- Organització necessària
- Papers i responsabilitats
- Relació amb l'estadística
- Relació amb el business analytics (descriptiu, predictiu i prescriptiu)
- Models de maduresa
- Principals usos en diferents tipus d'organitzacions
- Casos pràctics

Objectius específics:
Entendre els aspectes organitzatius i el paper del data science a les empreses.
Ser capaços de valorar la utilitat i entendre el paper que pot tenir a difrents tipus d'organitzacions

Activitats vinculades:
Lectura i discusió d'articles de revistes científiques i tècniques

Competències relacionades:
MESIO-CE3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

ACTIVITATS

RESOLUCIÓ D'EXERCICIS I PROBLEMES

Descripció:
S'encarregarà als estudiants que realitzin exercicis i problemes. Aquestes activitats es realitzaran de forma individual o en grup, segons indiqui el professor en cada cas.

Objectius específics:
Que els estudiants practiquin els coneixements que van adquirint i d'informació al professor sobre el nivell d'assimilació i comprensió d'aquests coneixements.

Material:
L'enunciat dels exercicis i la seva resolució, un cop comentada a classe, estaran disponibles a la intranet de l'assignatura.

Lliurament:
Els exercicis resolts per cada estudiant formaran part de l'avaluació continuada

Dedicació: 45h
Grup mitjà/Pràctiques: 15h
Aprenentatge autònom: 30h

LECTURES I PRESENTACIONS

Descripció:
Abans de la presentació a classe d'alguns temes s'encarregarà als estudiants que llegeixin capítols del llibre recomanat i articles relacionats i comentin el seu contingut o facin presentacions. Aquestes activitats es realitzaran de forma individual o en grup, segons indiqui el professor en cada cas.

Objectius específics:
Que els estudiants arribin a classe amb coneixements sobre els temes a tractar. Que aprenguin a extreure informació de les fons. Que practiquin competències transversals

Material:
Els capítols i articles indicats estaran disponibles a la intranet de l'assignatura.

Lliurament:
Els comentaris i presentacions formaran part de l'avaluació continuada.

Dedicació: 45h
Grup mitjà/Pràctiques: 15h
Activitats dirigides: 30h

RESOLUCIÓ DE CASOS PRÀCTICS

Descripció:
Els estudiants hauran d'entendre un cas pràctic que descriurà un problema industrial de caràcter real. Utilitzant una base de dades que es proporcionarà, hauran de decidir les eines estadístiques adequades per respondre a les preguntes plantejades, utilitzant software estadístic.

Objectius específics:
Adquirir destresa en el treball amb dades i a l'ús de paquets de software estadístic. Identificar les eines estadístiques adequades a cada situació.

Material:
Els estudiants disposaran de vídeos d'autoaprenentatge del software estadístic que s'utilitza per resoldre els casos, junt amb els enunciats dels casos i les bases de dades a l'intranet.

Lliurament:
L'avaluació es fonamentarà en la resolució de qüestionaris sobre els casos, en la discussió a classe i, eventualment, en la presentació d'informes.

Dedicació: 35h
Grup mitjà/Pràctiques: 15h
Aprenentatge autònom: 20h

EXAMEN FINAL

Objectius específics:
Avaluació dels coneixements adquirits.

Material:
Examen resolt.

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

NF = 0,6*AC + 0,4*EF
AC= Avaluació Continuada. Tindrà dos components: un 50% a partir dels casos, presentacions i activitats desenvolupades durant el curs y un altre 50% a partir de proves fetes a classe.

EF = Examen final

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Les aplicables al MESIO

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Hahn, G. J.; Doganaksoy, N. The role of statistics in business and industry [en línia]. Hoboken, N.J: Wiley, 2008 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=819142. ISBN 9780471218746.
- Coleman, S [et al.]. Statistical practice in business and industry [en línia]. Chichester: John Wiley & Sons, 2008 [Consulta: 09/12/2020]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470997482. ISBN 978-0-470-01497-4.
- Pande, P. S.; Neuman, R.P.; Cavanagh, R.R. Las Claves de seis sigma : la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial. Madrid: McGraw-Hill, 2002. ISBN 8448137531.
- Juran,J.M.; Godfrey,B. Juran's quality handbook. 5th ed. New York: McGrawHill, 1999. ISBN 0-07-034003-X.

Guia docent
200605 - FIE - Fonaments d'Inferència Estadística

Última modificació: 16/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ANTONIO MIÑARRO ALONSO

Altres: Primer quadrimestre:
ANTONIO MIÑARRO ALONSO - A
LOURDES RODERO DE LAMO - A

CAPACITATS PRÈVIES

Les assignatures Inferència Estadística Avançada i Fonaments d'Inferència Estadística, són assignatures obligatòries del MESIO UPC-UB. La primera és obligatòria per a tots els estudiants graduats en estadística o matemàtiques (itinerari 1) i la segona és obligatòria per a tots els estudiants de la resta de titulacions (itinerari 2). Els estudiants de l'itinerari 2 poden escollir l'assignatura Inferència Estadística Avançada a continuació de Fonaments d'Inferència Estadística com a optativa. Els estudiants de l'itinerari 1 no poden escollir Fonaments d'Inferència Estadística.

S'assumeix un coneixement per part de l'alumne dels conceptes bàsics de la teoria de la probabilitat. En particular l'alumne ha de conèixer i saber treballar amb els principals models probabilístics discrets i continus: Poisson, Binomial, Exponencial, Uniforme, Normal. En concret s'ha de ser capaç d'utilitzar les funcions acumulatives de distribució i funcions de densitat o massa de probabilitat per al càlcul de probabilitats i dels principals paràmetres poblacions de les distribucions. Dins dels paràmetres es pressuposa el coneixement de les principals propietats de l'esperança i la variància. Finalment és important conèixer i entendre les implicacions del teorema central del límit.

Pot consultar-se el següent material bibliogràfic:

Probabilidad y estadística de Evans, Michael J. (2005)
Michael J. Evans (Autor) y Jeffrey Rosenthal
Edit. Reverter
http://www.reverte.com/motor ?id_pagina=catalogo/ficha&idcategoria=6&idsubcategoria=47&idlibro=664

Morris H. DeGroot and Mark J. Schervish
Probability and Statistics (4th Edition)
Addison-Wesley (2010)
ISBN 0-321-50046-6
http://www.pearsonhighered.com/pearsonhigheredus/educator/product/products_detail.page?isbn=0201524880

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
4. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

2. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

· Sessions de Teoria de 1,5 hores.
Són sessions on, amb ajuda de l'ordinador, el professor presenta el material de l'assignatura. Es fomentarà la participació de l'alumnat a través de preguntes i exemples.

· Sessions de Problemes
Cada vegada que s'acabi un tema es realitzarà una sessió de reforç de problemes a partir d'una llista que es penjarà a la intranet amb antelació i que servirà perquè els alumnes vinguin amb la llista estudiada per emfatitzar aquells problemes en què hagin trobat més dificultats.

· Laboratori Pràctic
Basat en el llenguatge R proporcionaran scripts que realitzen diverses anàlisis estadístiques i es proposaran als alumnes exercicis més extensos per resoldre amb la utilització del programari.· Sessions de Teoria de 1,5 hores.
Són sessions on, amb ajuda de l'ordinador, el professor presenta el material de l'assignatura. Es fomentarà la participació de l'alumnat a través de preguntes i exemples.

· Sessions de Problemes
Cada vegada que s'acabi un tema es realitzarà una sessió de reforç de problemes a partir d'una llista que es penjarà a la intranet amb antelació i que servirà perquè els alumnes vinguin amb la llista estudiada per emfatitzar aquells problemes en què hagin trobat més dificultats.

· Laboratori Pràctic
Basat en el llenguatge R proporcionaran scripts que realitzen diverses anàlisis estadístiques i es proposaran als alumnes exercicis més extensos per resoldre amb la utilització del programari.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

El Curs pretén, com a objectius generals, que l'alumne arribi a dominar el llenguatge comú en la inferència estadística proporcionant una base teòrica i pràctica que permeti no només la utilització i comprensió de la majoria de tècniques estadístiques sinó també que capaciti l'alumne per a l'adquisició , autònoma o guiada, de noves metodologies.
Lligat amb els objectius anteriors l'alumne ha d'acostumar-se a utilitzar el programari R com a suport en el procés inferencial.
Com a objectius específics tenim els següents:
· Conèixer els tipus de mostreig bàsics i les distribucions en el mostreig en les situacions més habituals i deduir les distribucions més usuals derivades de la llei normal i el seu ús en la inferència estadística.
· Saber deduir estimadors mitjançant els diferents mètodes disponibles i conèixer les diferents propietats desitjables de les estimadors verificant si es compleixen.
· Entendre el concepte de confiança d'un interval, conèixer com es construeixen i saber calcular-los en les situacions més habituals; incloent el càlcul de la grandària mostral per garantir un nivell de confiança i una precisió donades.
· Entendre la metodologia general de les proves d'hipòtesis incloent els possibles errors i la importància de la grandària de la mostra per prendre decisions amb una base estadística adequada.
· Entendre els models lineals de regressió i saber fer estimacions, validacions i interpretacions dels resultats obtinguts.
· Entendre els models lineals d'anàlisi de la variància juntament amb la descomposició de la variància total en les diferents sumes de quadrats i resoldre alguns dels dissenys més senzills amb un i dos factors fixos o aleatoris.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Introducció a la inferència

Descripció:
1.1 Idees bàsiques d'Inferència Estadística.

Objectius específics:
Introducció bàsica als principals conceptes de la inferència estadística i repàs de les idees necessàries de la teoria de la probabilitat.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria.

Dedicació: 0h 30m
Grup gran/Teoria: 0h 30m

2. Mostratge

Descripció:
2.1. Definició
2.2. Principals tipus de mostreig
2.3. Mostreig aleatori simple
2.4. Distribucions en el mostreig
2.4.1. Distribucions exactes i asimptòtiques
2.4.2. Distribucions dels principals estadístics en el mostreig: mostreig en poblacions normals
2.4.3. Distribucions derivades de la normal
2.5. Generació de mostres artificials

Objectius específics:
Conèixer els tipus principals de mostratge i les distribucions al mostratge en las situacions més habituals i deduir les distribucions més usuals derivades de la llei normal i el seu us en inferència estadística.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria. Sessions de Problemes.

Dedicació: 2h 30m
Grup gran/Teoria: 2h 30m

3. Estimació de paràmetres

Descripció:
(CAT) 3.1. Introducció, concepte d'estimador, tipus d'estimació: puntual i per intervals
3.2. Propietats dels estimadors puntuals: consistència, biaix, eficiència, variància mínima (cota de Cramer-Rao), suficiència, error quadràtic mitjà.
3.3. Principals tècniques d'obtenció d'estimadors: moments, màxima versemblança, estimació mínim quadràtica, Bayes
3.4. Mètodes d'estimació per remostreig: Bootstrap, Jacknife

Objectius específics:
Saber deduir estimadors a través de les diferents tècniques disponibles i conèixer les propietats desitjables dels estimadors i saber verificar si s'assoleixen.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria. Sessions de Problemes.

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

4. Intervals de confiança

Descripció:
4.1. Definició
4.2. Construcció d'intervals
4.3. Importància del nivell de confiança i de la grandària de mostra
4.4. Principals intervals
4.5. Intervals de confiança asimptòtics

Objectius específics:
Entendre el concepte de confiança d'un interval, conèixer com es construeixen i calcular-los en les situacions més habituals, incloent el càlcul de la grandària mostral necessària per garantir un nivell de confiança i una precisió donades.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria. Sessions de Problemes. Laboratori Pràctic.

Dedicació: 4h 30m
Grup gran/Teoria: 4h 30m

5. Contrast d'hipòtesi

Descripció:
5.1 . Fonaments del contrast d'hipòtesis estadístiques
5.1.1 . Del llenguatge natural a la hipòtesi paramètrica
5.1.2 . Hipòtesi nul · la i alternativa
5.1.3 . Criteri de decisió : La regió crítica
5.2 . Errors associats al contrast d'hipòtesis
5.2.1 . Error de tipus I : el nivell de significació
5.2.2 . Error de tipus II : potència del contrast
5.2.3 . Importància de la mida de la mostra
5.3 . Significació mitjançant el p -valor
5.4 . Principals contrastos d'hipòtesis
5.4.1 . El test de la raó de versemblança
5.4.2 . Contrastos per a la distribució normal
5.4.3 . Contrastos sobre proporcions
5.4.4 . Contrastos sobre la distribució Multinomial : proves khi-quadrat
5.4.5 . Contrastos robustos : contrastos basats en rangs i test de permutacions
5.5 . Relació dels contrastos d'hipòtesis amb els intervals de confiança
5.6 . El problema dels contrastos múltiples (Multiple testing)
5.7 . Combinant resultats de diversos contrastos
5.8 . Contrast d'hipòtesis bayesià

Objectius específics:
Entendre la metodologia general de les proves d'hipòtesis incloent els possibles errors i la importància de la grandària de la mostra per prendre decisions amb una base estadística adequada.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria. Sessions de Problemes. Laboratori Pràctic.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 12h

6. El model lineal general

Descripció:
(CAT) 6.1. Plantejament general
6.2. Estimació de paràmetres i contrast d'hipòtesis
6.3. El model de regressió lineal simple
6.3.1. Estimació de paràmetres
6.3.2. Diagnosi del model
6.3.3. Contrast d'hipòtesis en regressió
6.3.4. Comparació de models de regressió
6.3.5. Relació entre regressió i correlació
6.3.6. Tècniques de suavitzat
6.4. El model de regressió múltiple
6.4.1. Estimació de paràmetres
6.4.2. Diagnosi del model
6.4.3. Inferència en regressió múltiple
6.4.4. El problema de la colinealitat

Objectius específics:
Entendre els models lineals de regressió i saber fer estimacions, validacions i interpretacions dels resultats obtinguts.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria. Sessions de Problemes.

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

7. El model d'anàlisi de la variancia

Descripció:
(CAT) 7.1. ANOVA d'un factor
7.1.1. Model lineal de l'ANOVA d'un factor
7.1.2. Hipòtesis del model
7.1.3. Tipus d'efectes
7.1.4. Diagnosi del model
7.1.5. Comparacions múltiples
7.2. ANOVA de dos factors
7.2.1. Disseny en blocs aleatoritzats
7.2.2. Disseny de dos factors fixos amb interacció
7.2.3. Interpretació de la interacció
7.2.4. Model amb factors aleatoris
7.2.5. Model amb factors fixos i aleatoris.

Objectius específics:
Entendre els models lineals d'anàlisi de la variància juntament amb la descomposició de la variància total en les diferents sumes de quadrats i resoldre alguns dels dissenys més senzills amb un i dos factors fixos o aleatoris.

Activitats vinculades:
Sessions de Teoria. Sessions de Problemes. Laboratori Pràctic.

Dedicació: 10h 30m
Grup gran/Teoria: 10h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Al llarg del curs es proposaran als alumnes 3 petits qüestionaris per resoldre a classe (CUEST), també es proposaran exercicis per resoldre fora de classe i lliurar en un termini determinat tal com es comenta en l'apartat del laboratori pràctic de la metodologia docent (EXER).
En les dates acordades es realitzarà un examen final (EF) i la qualificació de l'assignatura s'obtindrà com
N = 0.2 * CUEST +0.20 * EXERCICIS + 0.6 * EF.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Rohatgi, Vijay K. Statistical Inference [en línia]. New York: John Wiley & Sons, 1984 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1894681.
- Sánchez, P., Baraza, X., Reverter, F. y Vegas, E. Métodos Estadísticos Aplicados. Texto docente 311. Barcelona: UB, 2006.
- Peña, Daniel. Estadística. Modelos y Métodos. 2 vols. 2ª ed. rev. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1986-1991.
- DeGroot, Morris; Schervish, Mark. Probability and statistics. 4th ed. Pearson, 2012. ISBN 0321500466.
- Evans, Michael; Rosenthal, Jeffrey S. Probability and statistics : the science of uncertainty. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, cop. 2010. ISBN 1-4292-2462-2.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. 2nd ed. Duxbury: Pacific Grove, 2002.
- Sahu, Pradip Kumar, Pal, Santi Ranjan, Das, Ajit Kumar. Estimation and Inferential Statistics [en línia]. 1. New Delhi: Springer, 2015 [Consulta: 19/05/2021]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-81-322-2514-0. ISBN 978-81-322-2513-3.

Guia docent
200630 - FBIO - Fonaments de Bioinformàtica

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ESTEBAN VEGAS LOZANO

Altres: Primer quadrimestre:
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

REQUISITS

Coneixements del software estadístic R.
References:
-R: A self-learn tutorial. http://www.nceas.ucsb.edu/files/scicomp/Dloads/RProgramming/BestFirstRTutorial.pdf
-simpleR- Using R for Introductory Statistics: http://cran.r-project.org/doc/contrib/Verzani-SimpleR.pdf

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Sessions de teoria:
En les sessions de teoria el professor exposarà els problemes que s'aborden a cada tema i hi haurà un resum dels principals conceptes i punts problemàtics de cada tema.
L'alumne haurà de completar l'explicació del professor amb consultes als textos de referència i materials complementaris.

Sessions de pràctiques:
Les sessions pràctiques es realitzaran amb l'ordinador i en elles s'il·lustrarà l'ús d'eines bioinformàtiques de cada tema per resoldre els problemes plantejats.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En finalitzar l'assignatura l'estudiant ha de ser capaç de:

*Identificar el domini d'estudi de la bioinformàtica.
*Conèixer els grans grups de problemes que aborda la bioinformàtica.
*Estar familiaritzat amb els mètodes i models més usuals en bioinformàtica.

*Estar familiaritzat amb els components bàsics dels organismes.
*Comprendre els mecanismes de codificació i transmissió de la informàtica biològica.
*Conèixer els processos d'expressió gènica i la seva regulació.

*Conèixer l'existència i disponibilitat de diversos recursos d'informació bàsica (àcids nucleics, proteïnes, etc.) o més complexos (patrons, genomes, etc.).
*Conèixer les principals eines per recuperar informació com SRS o Entrez.
*Saber accedir a aquests recursos i realitzar consultes per obtenir informació.

*Comprendre i diferenciar els diferents tipus de problemes relacionats amb l'alineament de seqüències: per parelles, múltiples i recerques en bases de dades.
*Conèixer els algoritmes per alinear dues seqüències de forma òptima.
*Saber com realitzar i interpretar un alineament de dues seqüències.
*Comprendre el problema de l'alineament múltiple de seqüències (AMS).
*Saber com realitzar i interpretar un AMS.
*Saber com realitzar recerca de seqüències en bases de dades i com interpretar els resultats.

*Conèixer els principals mètodes per representar un AMS i comprendre les relacions (jeràrquiques) entre ells.
*Comprendre els components bàsics dels models de Markov i la seva aplicació en anàlisi de seqüències.
*Conèixer els components bàsics d'un model ocult de Markov i comprendre els seus avantatges i utilitzacions en problemes biològics.

*Comprendre el problema de la predicció de gens i les dificultats (splicing alternatiu, gens no codificants, etc.) que comporta la seva solució completa.
*Conèixer els principals mètodes de predicció de gens.
*Saber utilitzar eines de predicció de gens i conèixer les seves limitacions bàsiques.
*Conèixer i saber utilitzar els navegadors de genomes.

*Conèixer l'enfocament de la biologia de sistemes com a contraposició a les aproximacions tradicionals.
*Conèixer el procés d'estudi basat en microarrays.
*Saber realitzar un anàlisi de microarrays en situacions senzilles.
*Conèixer els diferents tipus de xarxes biològiques.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Introducció a la Bioinformàtica.

2. Conceptes bàsics de Biologia Molecular.

3. Bases de dades biològiques: Conceptes, Tipus i Aplicacions.

4. Alineament de seqüències.

5. Models probabilístics de seqüències biològiques.

6. Predicció de gens i anotació de genomes.

7. Genòmica funcional i de sistemes.

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació es basarà en quatre components:
*Realització d'exercicis tipus test (1 o 2) de curta durada en hores de classe (25%)
*Participació a classe i realització dels exercicis proposats durant les pràctiques (25%)
*Presentació d'un o dos treballs proposats durant el curs (50%)

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Lee, Jae K. Statistical Bioinformatics: For Biomedical and Life Science Researchers. Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0-471-69272-0.
- Atwood, T.K.; Parry-Smith, D.J. Introducción a la bioinformática. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420535516.
- Claverie, J.M.; Notredame, C. Bioinformatics for dummies [en línia]. 2nd ed. New York: Wiley, 2007 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=284504. ISBN 0764516965.

Complementària:
- Gibas, Cynthia; Jambeck, Per. Developing bioinformatics computer skills. Beijing [etc.]: O'Reilly, 2001. ISBN 1-56592-664-1.
- Lesk, Arthur M. Introduction to bioinformatics. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, cop. 2008. ISBN 9780199208043.
- Durbin, R. [et al.]. Biological sequence analysis : probabilistic models of proteins and nucleic acids [en línia]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/csuc-ebooks/detail.action?docID=320915. ISBN 0521629713.
- Ewens, W. J.; Grant, G. R. Statistical methods in bioinformatics : an introduction. 2nd ed. New York: Springer, 2005. ISBN 0387400826.

- Kohane, I. S.; Kho, Alvin T.; Butte, Atul J. Microarrays for an integrative genomics. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003. ISBN 026211271X.
- Mount, David W. Bioinformatics: sequence and genome analysis. 2nd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004. ISBN 0879696877.

RECURSOS

Enllaç web:
- Llibres Electrònics. Online lectures in Bioinformatics
http://lectures.molgen.mpg.de/online_lectures.html

The NCBI Bookshelf
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/
- Organismes i Institucions. The European Bioinformatics Institute
http://www.ebi.ac.uk/

The National Center for Biotechnology Information
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/

Instituto Nacional de Bioinformática
http://www.inab.org/
- Portals temàtics. BIOINFORMATICS.CA
http://bioinformatics.ca/

123Genomics
http://www.123genomics.com/
- Revistes. Bioinformatics
http://bioinformatics.oxfordjournals.org/

Briefings in Bioinformatics
http://bib.oxfordjournals.org/

BMC Bioinformatics
http://www.biomedcentral.com/bmcbioinformatics/
- Webs. Internationsal Society for Computational Biology (ISCB)
http://www.iscb.org/

Wiki of bioinformatics.org
http://www.bioinformatics.org/wiki/
- Curs d'introducció a la Bioinformàtica. http://www.ub.edu/stat/docencia/Biologia/introbioinformatica/
- Documents electrònics. Online Bioinformatics Tutorials
http://nihlibrary.nih.gov/Services/Bioinformatics/Pages/Biotutorials.aspx

- Enciclopèdies i diccionaris. Bioinformática en la Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Bioinformatica

Altres recursos:
Apunts de Bioinformàtica, disponibles a la intranet o subministrats pel professor en pdf.

Guia docent
200624 - IS - Indicadors Socials

Última modificació: 01/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: XAVIER ANGERRI TORREDEFLOT

Altres: Segon quadrimestre:
XAVIER ANGERRI TORREDEFLOT - A

CAPACITATS PRÈVIES

- Familiarització mínima sobre l'estadística pública
- Habilitats bàsiques en estadística descriptiva i inferencial
- Coneixements sobre mostreig estadístic i les principals fonts estadístiques
- Coneixements bàsics sobre macroeconomia, economia empresarial, sociologia i demografia
- Conèixements bàsics de R i Excel.

REQUISITS

Des del punt de vista dels continguts temàtics de l'assignatura, centrats en els indicadors sociodemogràfics i econòmics que normalment generen les oficines d'estadística oficials, es recomana disposar d'uns mínims coneixements de la informació estadística habitual sobre demografia, condicions socials i macroeconomia. També, atès que l'entorn institucional pràcticament es redueix a les administracions públiques que generen estadística oficial, és desitjable tenir una mínima familiaritat amb les organitzacions públiques, els aspectes o principis legals i les pràctiques governamentals.
Des del punt de vista instrumental, el seguiment òptim del curs requereix conèixer els procediments estàndard de l'estadística descriptiva i nocions d'estadística inferencial, que són a la base de la major part dels indicadors sociodemogràfics i econòmics. Al seu torn, és recomanable una certa experiència pràctica en el tractament de dades reals relatives a característiques individuals i la interpretació de dades tabulades o informació estadística agregada (indicadors sintètics o compostos).

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
4. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Al llarg del curs s'alternaran sessions teòriques, on el professor realitza classes magistrals, amb altres on la participació activa del'estudiant és molt important, com per exemple, sessions de docència inversa, on l'estudiant investiga sobre un tema per després compartir els coneixements adquirits amb la resta de companys.

Per altra part, hi haurà sessions dedicades al treball en grup.Sessions on els alumnes treballen en grup fent investigació en relació a un tema del seu interés amb l'acompanyament i guiatge del professor. En aquestes classes s'aplicaran els coneixements d'R i Excel del propi estudiant. En funció dels coneixements de l'alumnat, el professor facilitarà els recursos oportuns per a l'assoliment dels objectius.

Al llarg de tot el curs hi tindrà un pes molt important l'ús d d'Internet com a suport a les fonts estadístiques, tant pel que fa a la disponibilitat de recursos d'aprenentatge com a la forma d'accedir a la informació publicada.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Els indicadors socials, econòmics i demogràfics d'un territori estan estretament vinculats a l'estadística oficial o pública com a marc legitimador. En aquest sentit, l'estadística oficial neix com a resposta a la necessitat de disposar d'informació estadística harmonitzada i regular sobre l'entorn demogràfic, social i econòmic de les realitats nacionals. En aquest context, el coneixement dels mecanismes del seu funcionament i l'articulació dels seus sistemes de producció i difusió de resultats constitueix un àmbit d'especial d'interès pels estadístics, i també pels usuaris de l'estadística oficial en la mesura que requereixen meta-informació sobre la qualitat i limitacions de les dades que han d'emprar.

D'altra banda, el desenvolupament de l'estadística oficial ha plantejat reptes metodològics i organitzatius en l'aplicació dels mètodes estadístics, els quals han hagut de procurat noves tècniques i procediments específics per a la seva resolució. A la vegada, algunes metodologies originades en aquest procés s'han generalitzat posteriorment en altres àmbits de la investigació quantitativa en ciències socials, com és el tractament de la no-resposta, l'estimació de petites àrees, les tècniques d'integració de dades o els mètodes de control de la revelació estadística.

En aquest context, l'assignatura pretén familiaritzar l'alumnat amb l'entorn legal i institucional de l'estadística pública de l'entorn, els principals processos en la producció i difusió de resultats estadístics, i finalment les fonts estadístiques demogràfiques, socials i econòmiques que actualment procura l'estadística estatal i autonòmica. En conseqüència, l'assignatura contempla separadament i de forma seqüencial aquests tres àmbits, incidint de manera especial en els elements organitzatius i les metodologies característiques de l'activitat de les agències estadístiques europees i, especialment, el cas dels sistemes estadístics català i espanyol.

Més concretament, els objectius d'aquesta assignatura distingeixen quatre àmbits diferenciats d'aprenentatge:
1) Conèixer els programes de treball, els recursos i els condicionaments amb els que s'articula l'estadística oficial catalana, espanyola i europea.
2) Contextualitzar els processos de disseny de les operacions estadístiques, l'elaboració dels projectes tècnics i l'articulació de la meta-informació associada.
3) Familiaritzar-se amb algunes metodologies orientades al tractament de dades o l'estimació de resultats estadístics que l'estadística oficial ha desenvolupat.
4) Saber identificar, localitzar i avaluar la disponibilitat de la informació estadística oficial, preferentment en forma d'indicadors, en l'àmbit de la demografia, les condicions socials i l'estructura econòmica.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Bloc 1. Entorn institucional i legal de l'estadística oficial

Descripció:
1. L'estadística oficial o pública: aspectes generals i principals conceptes. El marc jurídic i institucional català, estatal i el sistema estadístic europeu. Relacions entre sistemes estadístics. Codis de bones pràctiques i altres recomanacions organitzatives.

2. Els sistemes estadístics català i espanyol; el paper coordinador de l'Idescat i l'INE. Plans estadístics i programes anuals d'actuació estadística. La planificació estadística europea.

3. Protecció de dades de caràcter personal i confidencialitat estadística. El dret a la informació i el dret a la privacitat: el secreto estadístic i les figures properes. Mètodes i criteris sobre el control de la revelació estadística. Els rols dels organismes reguladors.

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Activitats dirigides: 8h 20m
Aprenentatge autònom: 18h 20m

Bloc 2. Processos de la producció d'informació estadística

Descripció:
4. El coneixement social mitjançant l'estadística oficial. Modes de producció. La diversitat i la complementarietat de les fonts d'informació estadística. Reptes actuals de l'estadística oficial europea i occidental (datafication i big data).

5. El marc conceptual i els instruments de normalització estadística: codis, classificacions i nomenclatures estadístiques. Geonomenclatures, sistemes de metadades i la meta-informació de les operacions estadístiques.

6. El projecte tècnic de les operacions estadístiques. Aspectes rellevants en l'elaboració de qüestionaris, el disseny mostral, la recollida d'informació i el control de les operacions. Procediments per a la depuració, imputació i ponderació de les dades.

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

Bloc 3. Fonts i sistemes d'indicadors socials

Descripció:
7. Estadístiques demogràfiques: estructura de la població i de les llars, fluxos i projeccions demogràfiques. Estadístiques socials sobre les condicions econòmiques, laborals i vitals de la població. Estadístiques econòmiques sobre la conjuntura, les macromagnituds i l'estructura dels sectors productius.

8. Fonts i principals indicadors estadístics sectorials sobre educació, salut, serveis socials, protecció social i seguretat-justícia. Panoràmica de l'estadística catalana, espanyola, europea i internacional.

9. Indicadors socio-econòmics en àmbits urbans. Indicadors sobre el progrés social i benestar. Indicadors estadístics d'àmbit supra-nacional: sistema d'indicadors de la Unió Europea (Eurostat), i els indicadors socials de la OCDE i de la Divisió Estadística de Nacions Unides.

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es defineixen dos sistemes d'avaluació alternatius, a escollir per part de l'estudiant:

(A) Avaluació continuada. Opció recomanada. Consta de tres activitats principals:
(1) Treball en grup [Pes: 65%]. Investigació d'un aspecte d'interés social d'interés per part de l'estudiant, on s'investiguin i s'utilitzin les dades dels Instituts de d'Estadísitca Oficial (Idescat, INE, Eurostat,…) per tal de conèixer la situación i fer noves propostes d'indicadors. Si s'escau, es realitzarà el disseny d'un qüestionari per tal de realitzar una nova recollida de dades i extreure noves conclusions mitjançant l'anàlisi de les dades.
(2) Tests [Pes: 25%]. Al llarg del curs es realitzaran diferents questionaris tipus test per tal de comprobar l'assoliment de la matèria per part dels estudiants.
(3) Participació [Pes: 10%]. Proactivitat, comentaris a treballs dels companys i companyes al'aula.
Si la nota d'aquestes activitats no arriba als 5 punts (sobre 10), l'estudiant haurà de realitzar la prova d'avaluació única.

(B) Avaluació única.
Aquesta opció d'avaluació es recomana a estudiants que no puguin assistir regularment a classes.
Prova escrita, a realitzar en la data fixada prèviament a la matrícula de l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Per tal d'optar a l'avaluació continuada cal lliurar tots el treballs.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Eurostat. Towards a harmonised methodology for statistical indicators. Part 1: Indicators typologies and terminologies [en línia]. Luxemburg: European Union, 2014 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5937481/KS-GQ-14-011-EN.PDF/82855e3b-bb6e-498a-a177-07e7884e9bcb?version=1.0. ISBN 978-92-79-40322-4.
- Stiglitz, Joseph; Sen, Amartya; Fitoussi, Jean-Paul. Report by the Stiglitz Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress [en línia]. Paris: European Union, 2009Disponible a: http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf.
- División Estadística del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU. Manual de organización estadística: el funcionamiento y la organización de una oficina estadística [en línia]. Tercera, serie F, num 88.. New York: Naciones Unidas, 2004 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/7/15497/P15497.xml&xsl=/deype/tpl/p9f.xsl&base=/tpl-i/top-bottom.xslt.
- Eurostat. European Social Statistics. 2013 edition [en línia]. Luxemburg: European Union, 2013 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FP-13-001/EN/KS-FP-13-001-EN.PDF. ISBN 978-92-79-27034-5.
- Cea d'Ancona, M. A. Metodología cuantitativa : estrategias y técnicas de investigación social. Madrid: Sintesis, 1996. ISBN 8477384207.
- Wallgren, A.; Wallgren, B. Registered-based statistics: Administrative data for official purposes. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

Complementària:
- Villán, I.; Bravo, M.S. Procedimientos de depuración de datos estadísticos. Seminario Internacional de Estadística. Eustat, 1990.
- Costa, A. "Diversitat i complementarietat de les fonts estadístiques". Qüestiió, vol. 24, núm 1 [en línia]. [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/4126.
- De Leeuw, E; Hox, J.J.; Dillman, D.A. International handbook of survey methodology. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.
- D'Orazio, M.; Di Zio, M.; Scanu, M. Statistical matching: theory and practice. Wiley Series in Survey Methodology. John Wiley & Sons, 2006.
- Giner, S. (dir.). La societat catalana. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 1998. ISBN 8439344961.
- Jordà, D.; Muñoz, J. "Fonts estadístiques macroeconòmiques de l'economia catalana". Revista econòmica de Catalunya, núm. 25.
- Oliveres, J. (dir.). Planificació i coordinació de l'estadística catalana. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 2000. ISBN 8439352018.
- Eurostat. ESS handbook for quality reports. 2014 Edition. Eurostat Manuals and guidelines [en línia]. Luxemburg: European Union, 2015 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/6651706/KS-GQ-15-003-EN-N.pdf/18dd4bf0-8de6-4f3f-9adb-fab92db1a568. ISBN 978-92-79-45487-5.
- Eurostat. Statistical matching: a model based approach for data integration [en línia]. Luxemburg: European Union, 2013 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/5855821/KS-RA-13-020-EN.PDF/477dd541-92ee-4259-95d4-1c42fcf2ef34?version=1.0. ISBN 978-92-79-30355-5.

RECURSOS

Enllaç web:
- Institut d'Estadística de Catalunya. http://www.idescat.cat
- Instituto Nacional de Estadística. http://www.ine.es
- "Índice. Revista de Estadística y Sociedad". http://www.revistaindice.com
- Eurostat (oficina estadística Unió Europea). http://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home
- OCDE. http://www.oecd.org/
- Divisió Estadística de Nacions Unides. http://unstats.un.org/unsd/default.htm
- UNESCO Institute for Statistics. http://www.uis.unesco.org/Pages/default.aspx

Altres recursos:
Disposicions legals i recomanacions

Llei 23/1998, de 30 de desembre, d'estadística de Catalunya. DOGC núm. 2801 de 8 de gener de 1999

Llei 13/2010, del 21 de maig, del Pla estadístic de Catalunya 2011-2014. DOGC núm. 5638 de 28 de maig de 2010

Decret 165/2014, de 23 de desembre, pel qual s'aprova el Programa anual d'actuació estadística per a l'any 2015. DOGC núm. 6779 de 30 de desembre de 2014

Ley 12/1989, de 9 de mayo, de la Función Estadística Pública. BOE núm. 112 de 11 de mayo de 1989

Real Decreto 1658/2012, de 7 de desembre, por el qual se aprueba el Plan Estadístico Nacional 2013-2016. BOE núm. 295 de 8 de diciembre de 2012

Recomendación de la Comisión Europea, de 25 de mayo de 2005, sobre la independencia y responsabilidad de las autoridades estadísticas nacionales y comunitarias. Edició revisada pel Comitè del Sistema Estadístic Europeu el 28 de setembre de 2011. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-32-11-955

Reglamento 223/2009 CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo del 2009, relativo a la estadística europea

Reglamento (UE) 2015/759 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015, por el que se modifica el Reglamento (CE) no 223/2009, relativo a la estadística europea
Reglamento 99/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2013, relativo al Programa Estadístico Europeo 2013-2017

Recomendación de la Comisión, de 23 de junio de 2009, sobre los metadatos de referencia para el Sistema Estadístico Europeo

Reglamento 557/2013 CE, de 17 de junio de 2013, por el que se aplica el Reglamento CE 223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la estadística europea, en lo que respecta al acceso a datos confidenciales con fines científicos

Institut Internacional d'Estadística (1985): Declaració de l'ISI sobre ètica professional. Qüestiió, vol. 17, número 3. Institut d'Estadística de Catalunya, 1993

Guia docent
200604 - IEA - Inferència Estadística Avançada

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Altres: Primer quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

CAPACITATS PRÈVIES

L'assignatura Inferència Estadística Avançada és obligatòria i està especialment adreçada a tots els estudiants graduats en estadística o matemàtiques.

Els següents coneixements són necessaris per seguir aquest curs amb aprofitament:
* Habilitats bàsiques en anàlisi matemàtica: integració de funcions d'una o dues variables, derivació, optimització d'una funció d'una o dues variables.
* Coneixements bàsics de probabilitat: distribucions paramètriques més comuns, propietats d'una distribució normal, la llei dels grans nombres i el teorema del límit central.
* Coneixements bàsics en inferència estadística: ús de la funció de versemblança per al mostreig aleatori simple (dades idènticament distribuïdes i independents), inferència en el cas de normalitat, estimació de màxima versemblança per a models paramètrics amb un sol paràmetre i el mostreig aleatori simple.

El capítol 1 en "Core Statistics" de Wood i el Capitol 1 en "Inferencia y Decisión" de Gómez y Delicado inclouen tots els conceptes i resultats que s'assumeixen coneguts. Els estudiants hauran de repassar-los, assolir-los i interioritzar-los abans de començar el curs. Un petit examen no evaluable però obligatori es farà la segona setmana de classes.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
5. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
6. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Sessions de teoria de 1.5 hores

Són sessions a on es presenta el material de l'assignatura. El professor s'ajuda de l'ordinador per anar presentant els continguts. S'emfatitzen les idees i els conceptes. Es miren amb detall aquelles demostracions que pel seu contingut i desenvolupament resulten pedagògicament creatives i formatives.

Es seguiran els capítols 2,4 i 5 del llibre "Core Statistics" de Simon Wood.
Molt del material també és als apunts de Gómez i Delicado que es poden baixar de la Intranet.
Es facilitaran altres materials complementaris per a temes concrets.

Sessions de problemes de 1.5h.

Amb una setmana d'antelació es penjaran de la intranet els problemes que a la següent sessió es discutiran.
Els estudiants han d'arribar a classe amb els problemes pensats, plantejats i si és possible resolts.
l professor solucionarà els problemes i discutirà amb els estudiants els dubtes o d'altres solucions.
La solució d'aquests problemes es penjarà després de la corresponent sessió a la intranet.

Laboratoris d'Estadística

A classe es mostraran alguns programes en R que serviran per il·lustrar conceptes, complementar els desenvolupaments teòrics mostrant com la computació estadística és un important recurs en la inferència estadística.
Posteriorment es plantejaran alguns treballs que, en línia amb els exposats a classe, permetin reforçar els conceptes treballats.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

El curs d'Inferència Estadísitica Avançada proporciona una base teòrica i aplicada dels fonaments de l'Estadística. El seu objectiu principal és capacitar als estudiants per a raonar en termes estadístics amb la finalitat de realitzar un exercici professional rigorós. Pretén també ser una llavor formativa per a la consolidació de joves investigadors en aquesta àrea de la ciència i la tecnología alhora que dota els/les estudiants de recursos per a continuar la formació ("de per vida") habilitant-los per llegir articles i treballs publicats en revistes d'estadística.

Al finalitzar el curs l'estudiant:
* coneixerà els diferents principis que governen la reducció d'un conjunt de dades i les diferents filosofies amb què es pot plantejar, analitzar i resoldre un problema.
* coneixerà els mètodes basats en la funció de distribució empírica i en la funció de versemblança i sabrà quan i perquè aplicar cadascun
* entendrà que la filosofia freqüentista i la bayesiana són dues formes d'encarar un problema, no necessàriament contraposades i de vegades complementàries.
* estarà familiaritzat amb les tècniques modernes de remostratge i les veurà com una aproximació formal i/o computacional adient per utilitzar en situacions on els càlculs directes resulten massa complexes o no estan disponibles.
* sabrà plantejar la funció de versemblança en situacions diverses i conèixer diferents tècniques per maximitzar-la.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Models estadístics i Inferència

Descripció:
- Preliminars, notació i exemples
- Qüestions inferencials. Passeig per l'estimació puntual, proves d'hipòtesis i estimació per intervals
- L'enfocament freqüentista: estimació puntual, propietats per mostres finites, desigualtat de Cramer-Rao, Proves d'hipòtesi, Estimació per intervals, comprovació i comparació de models
- L'enfocament bayesià: densitats a priori i a posteriori, versemblança marginal, factors de Bayes, criteris d'informació BIC i DIC, connexió amb el MLE

Dedicació: 52h 50m
Grup gran/Teoria: 15h
Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 33h 20m

2. La funció de distribució empirica. Teoria i mètodes numèrics

Descripció:
- La funció de distribució empírica. Teorema de Glivenko-Cantelli.
· Principi de substitució. El mètode dels moments.
- Introducció a bootstrap.
- Propietats per a mostres de tamany gran: mètode Delta i consistència

Dedicació: 32h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 20h

3. Estimació Màxim Versemblant. Teoria i mètodes numèrics

Descripció:
- Funcions de versemblança, log versemblança i score
- Matriu d'informació de Fisher, cota de Cramer-Rao i UMVUE
- Propietats asimptòtiques del MLE. Consistència i normalitat asimptòtica
- Estadístic de raó de versemblança generalitzada
- Criteri d'informació AIC
- Enfocaments numèrics
- Algorisme EM

Dedicació: 40h 10m
Grup gran/Teoria: 9h
Grup mitjà/Pràctiques: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 26h 40m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Per l'avaluació del tema 1 es farà un examen parcial (EP). L'examen parcial (EP) contindrà una part teòrica i alguns problemes.
Per l'avaluació dels temes 2 i 3 hi haurà 2 assignacions de problemes/pràctiques amb R (PRA) i un examen final (EF)
-El lliurament de problemes es farà com a màxim en grups de dos
-L'examen final (EF) consisteix en la resolució de problemes.

La nota final de l'assignatura (N) s'obté a partir de les notes dels exercics lliurats i de les notes dels examens parcial i final segons l'expressió:
N= 0.25 * PRA+ 0.25 * EP+ 0.5 * EF.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Olive, David J. Statistical theory and inference. Cham: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-04971-7.
- Wood, Simon N. Core Statistics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2015. ISBN 978-1-107-07105-6.
- Trosset, Michael W. An introduction to statistical inference and its applications with R. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2009. ISBN 978-1-58488-947-2.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. Pacific Grove Duxbury, 2002.
- Gómez Melis, G.; Delicado, P. Inferencia y decisión (apuntes). Servei de fotocòpies, 2003.
- Wasserman, Larry. All of statistics : A concise course in statistical inference [en línia]. Pittsburgh: Springer, 2004 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9. ISBN 9781441923226.
- Cox, D.R. Principles of statistical inference. Cambridge Univ Press, 2006.

Complementària:

- Millar, R. B. Maximum likelihood estimation and inference : with examples in R, SAS and ADMB [en línia]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2011 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=10488505. ISBN 978-0-470-09482-2.
- Chihara, L. ; Hesterberg, T. Mathematical Statistics with Resampling and R. Wiley, 2011. ISBN 978-1-118-02985-5.
- Cuadras, C. Problemas de probabilidades y estadística. Vol 2: Inferencia. Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2016.
- Garthwaite, Paul H.; Jolliffe, Ian T.; Jones, B. Statistical inference. 2nd ed. Oxford University Press, 2002.
- Shao, Jun. Mathematical statistics. 2nd ed. Springer Texts in Statistics, 2003.
- Ruiz-Maya Pérez, L. ; Martin Pliego, F.J. Estadística. II, inferencia. 2ª ed. Madrid: Alfa Centauro, 2001. ISBN 8472881962.
- Boos, D.D.; Stefanski, L.A. Essential statistical inference : theory and methods. Springer, 2013.
- Young, G.A.; Smith, R.L. Essentials of statistical inference. Cambridge University Press, 2010. ISBN 978-0521548663.

Guia docent
200607 - MAT - Matemàtiques

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI QUER BOSOR

Altres: Primer quadrimestre:
MERCÈ MORA GINÉ - A
JORDI QUER BOSOR - A

CAPACITATS PRÈVIES

El MESIO UPC-UB inclou l?assignatura Matemàtiques d?anivellament per als estudiants de l?itinerari 2: titulacions diferents a estadística o matemàtiques. Els estudiants de l?itinerari 1 no poden escollir Matemàtiques.

No calen conexements previs.

Tanmateix, es recomana llegir els apartats següents del libre "Discrete Mathematics and Its Applications" (vegeu la bibliografia):
1.1 Propositional Logic
1.2 Applications of Propositional Logic
1.3 Propositional Equivalences
1.4 Predicates and Quantifiers
1.5 Nested Quantifiers
1.6 Rules of Inference
1.7 Introduction to Proofs
1.8 Proof Methods and Strategy
2.1 Sets
2.2 Set Operations
2.3 Functions
9.1 Relations and Their Properties
9.5 Equivalence Relations
9.6 Partial Orderings
(la numeració correspon a la 7a edició)

La llengua d'impartició s'adaptarà als estudiants.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

S'adapten, en funció dels coneixements previs de les persones matriculades i de llurs capacitats matemàtiques.

Com a principis generals:
- Es treballen a classe de forma conjunta els aspectes més conceptuals de l'assignatura.
- El treball individual de les persones matriculades abasta, si més no, la resolució de problemes, la cerca i l'anàlisi de documentació addicional i la lectura i interpretació de textos matemàtics.
- Tot el treball personal és objecte de feed-back en forma de debat amb la professora.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Assolir uns coneixements bàsics dels conceptes matemàtics fonamentals en l'àmbit de l'estadística i la investigació operativa, que capacitin per raonar en termes matemàtics y per comprendre amb capacitat analítica les matèries pròpies de l'especialitat.

Capacitats a adquirir:

Capacitat per raonar en termes matemàtics, capacitat analítica per comprendre les matèries pròpies de l'especialitat.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Combinatòria

Àlgebra lineal

Nocions mètriques

El concepte de funció

El concepte de límit

Les sumes amb infinits sumands

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Tindrà en compte dos elements:
- La comprensió dels conceptes bàsics treballats a classe (a través d'un examen final).
- El treball personal dut a terme per cadascú (tot avaluant els resultats obtinguts mitjançant treballs, exposicions, intervencions, etc.). Aquesta component tindrà un pes de, com a mínim, el 50% en la nota de l'assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Khuri, André I. Advanced calculus with applications in statistics [en línia]. 2nd ed. rev. and expanded. John Wiley & Sons, 2003 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471394882.
- Searle, Shayle R. Matrix algebra useful for statistics. John Wiley & Sons, 1982.
- Rosen, Kenneth H. Discrete mathematics and its applications [en línia]. 7th ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2012 [Consulta: 18/05/2014]. Disponible a: https://highered.mcgraw-hill.com/sites/0073383090/information_center_view0/. ISBN 0073383090.

Guia docent
200646 - MERC - Mètodes Estadístics en Recerca Clínica

Última modificació: 02/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN

Altres: Segon quadrimestre:
MIQUEL CALVO LLORCA - A
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A
ANTONIO MONLEON GETINO - A

REQUISITS

- Cal que l'alumne tingui coneixements bàsics de R. En el següent enllaç es poden consultar els materials d'un curs d'iniciació a http://www.ub.edu/stat/docencia/EADB/Curso%20basico%20de%20R .htm

- És recomanable que l'alumne hagi cursat alguna assignatura de Dissenys d'Experiments o que tingui coneixements bàsics sobre aquesta temàtica. En concret es recomana que l'alumne conegui la metodologia exposada en els capítols 12 i 13 inclosos en Montgomery, DC (2001). Design and analysis of experiments, 5th edition. John Wiley & sons.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
9. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
10. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
11. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
12. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
13. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

A les classes s'introdueixen els conceptes teòrics acompanyats d'exemples pràctics utilitzant diapositives que prèviament es posaran a disposició de l'alumne.

Així mateix s'introdueix el programari estadístic necessari per dur a terme les anàlisis i procediments introduïts, i es resolen problemes proposats amb dades.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Davant d'una situació concreta, l'alumne ha de saber identificar els dissenys més apropiats, conduir adequadament l'experimentació i analitzar els resultats.
Adquisició dels fonaments teòrics i pràctics d'alguns dissenys importants en Bioestadística.
Conèixer les normatives reguladores per a l'aprovació de medicaments genèrics i reformulacions.
Saber diferenciar entre una situació que requereix una anàlisi de diferències i una anàlisi d'equivalència.
Dotar l'alumne dels conceptes i procediments necessaris per dur a terme una anàlisi de bioequivalència i d'equivalència en general.
Dotar l'alumnat dels conceptes i procediments necessaris per dur a terme una anàlisi de concordança entre mesures.
Saber diferenciar entre una anàlisi de concordança de mesures d'una anàlisi d'associació o de comparació de paràmetres.
Identificar les possibles fonts de discordança.
Capacitar l'alumne de l'habilitat de discriminar els procediments segons el tipus de dades i objectius.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

BLOC 1. Models factorials jeràrquics, de mesures repetides i dissenys cross-over.

Descripció:
1.1.1. Dissenys factorials amb efectes aleatoris. Dissenys amb efectes mixtos.
1.1.2. Dissenys jeràrquics amb dos i tres factors. Algorisme de Bennett i Franklin.
1.1.3. Dissenys amb mesures repetides. Concepte d?esfericitat i correccions de la taula ANOVA.
1.1.4. Concepte de disseny crossover. Dissenys crossover 2×2 (o AB/BA). Dissenys crossover d'ordre superior i la seva anàlisi.

Dedicació: 31h 15m
Grup mitjà/Pràctiques: 12h
Activitats dirigides: 8h
Aprenentatge autònom: 11h 15m

BLOC 2. BIOEQUIVALÈNCIA

Descripció:
2.1. Introducció
2.1.1.Biodisponibilitat. Concepte de bioequivalència entre fàrmacs. Normatives regulatòries.
2.1.2.Prova TOST. Principi d? inclusió d? intervals de confiança. Intervals de confiança per a BE. Enfoc bayesià. Enfoc no paramètric.
2.1.3. El problema de l? efecte residual (carryover)

2.2.Bioequivalencia individual i multivariant
2.2.1. Bioequivalència individual i poblacional
2.2.2. Bioequivalència multivariant.

2.3.Proves d? equivalència
2.3.1.Concepte general de prova d? equivalència
2.3.2. Aplicacions principals: bondat d? ajust, homogeneïtat de variàncies, additivitat en models lineals, equivalència de proporcions
2.3.3. Complements: No inferioritat, proves d? equivalència i estadística basada en distàncies; aplicacions a la bioinformàtica

Dedicació: 31h 15m
Grup mitjà/Pràctiques: 12h
Activitats dirigides: 8h
Aprenentatge autònom: 11h 15m

BLOC 3. AVALUACIÓ DE LA QUALITAT DE DADES: FIABILITAT I CONCORDANÇA DE MESURES

Descripció:
3.1. INTRODUCCIÓ
3.1.1. Model de mesura. Tipus d'errors de mesura.
3.1.2. Conceptes: validesa, exactitud, fiabilitat i calibració.
3.1.3. Classificació dels procediments per a l'avaluació de la concordança.
3.2.1. Components de la discordança: biaix i associació. Comparació de proporcions aparellades. Avaluació de l'associació lineal en taules de contingència.

3.2. ANÀLISI AMB DADES D'ESCALA QUALITATIVA
3.2.2. Índex de concordança: índex kappa i kappa ponderada. Extensió de l'índex kappa a k observadors.

3.3. ANÀLISI AMB DADES D'ESCALA QUANTITATIVA
3.3.1. Components de la discordança: biaix, associació i heteroscedasticitat.
3.3.2. Coeficient de concordança: definició i generalització.
3.3.3. Coeficient de correlació intraclasse: fiabilitat, consistència i concordança.
3.3.4. Procediments basats en probabilitat: intervals de tolerància i índex de desviació total. Mètode Bland-Altman.
3.3.5. Avaluació de la bioequivalència individual com un problema de concordança de mesures.

Dedicació: 62h 30m
Grup gran/Teoria: 22h 30m
Grup mitjà/Pràctiques: 24h
Activitats dirigides: 16h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

A la fi de cada un dels tres blocs que componen l'assignatura els alumnes hauran de resoldre uns exercicis, els quals hauran de ser lliurats en un determinat termini que s'anunciarà durant el curs. Els tres exercicis seran puntuats entre 0 i 10, i la mitjana d'aquestes tres qualificacions serà la nota d'exercicis (NEJ).

Addicionalment es programarà una prova amb preguntes tipus test. La qualificació d'aquesta prova (NPE) estarà entre 0 i 10. L'assistència a aquesta prova serà opcional i estarà destinada a aquells alumnes que desitgin modificar la seva qualificació basada en la NEJ. Per presentar-se a la prova serà necessari tenir una qualificació superior a 0 en tots els exercicis de l'avaluació continuada.

La nota final de l'assignatura es calcularà com:

1) Per a aquells alumnes que no assisteixin a la prova final, la nota final de l'assignatura serà la NEJ.
2) Per a aquells alumnes que realitzin la prova final, la nota final de l'assignatura serà la mitjana de NPE i NEJ.

L'assignatura es considera aprovada si la nota final és superior a 5.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Vonesh, E.F., Chinchilli, V.M. Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements. Marcel Dekker, 1997. ISBN 0824782488.
- Chow, S-C., Liu, J-P. Design and analysis of bioavalability and bioequivalence studies. 3th ed. CRC, 2009. ISBN 0-8274-7572-4.
- Shoukri, M.M. Measures of interobserver agreement. Chapman & Hall/CRC, 2004.
- Agresti, A. Categorical data analysis. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- Fleiss, J.L. Design and analysis of clinical experiments. John Wiley & Sons, Inc., 1986.

Complementària:
- Senn, S. Cross-over trials in clinical research. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2002.

- Patterson, S., Jones, B. Bioequivalence and Statistics in Clinical Pharmacology. Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 978-1-58488-530-6.
- Wellek, S. Testing statistical hypotheses of equivalence. Chapman & Hall/CRC, 2003. ISBN 1-58488-160-7.
- Dunn, G. Design and analysis of reliability studies. Oxford University Press, 1989.
- Raghavarao, D.; Padgett, L.V. Block designs. analysis, combinatorics and applications. World Scientific. Series on Applied Mathematics, vol. 17., 2005. ISBN 981-256-360-1.

Guia docent
200634 - MDX - Models Discrets en Xarxes

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: PAU FONSECA CASAS

Altres: Segon quadrimestre:
PAU FONSECA CASAS - A
ALMA CRISTINA NÚÑEZ DEL TORO - A

CAPACITATS PRÈVIES

El curs no segueix un text tradicional, ja que se basa en gran mesura en propostes de problemes plantejats pels propis estudiants. El tipus de models estudiats pot consultar-se a:

> Ball, M.O., Magnanti, T.L., Monma, C.L., Nemhauser, G.L. (Eds). Handboks in Operations Research and Management Science. Volume 7: Network models Elsevier. 1995.

> Contreras, I., Fernández, E. (2012) General network design: a unified view of combined location and network design problems. European Journal of Operational Research 219, 680-697.

REQUISITS

Es molt recomanable haver cursat l'assignatura Optimització Entera i Combinatòria, de la qual es considera un complement molt adient.

Son necessaris coneixements bàsics de modelització en Investigació Operativa i de Programació Entera.
Son necessaris coneixements previs d'algun llenguatge de programació.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
7. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
8. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
9. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
10. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
11. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
12. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
13. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
2. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

3. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
4. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

5. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

6. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs està basat en l'assistència a classe i la participació activa a classe. El mètode docent està orientat fonamentalment a la resolució de problemes i casos d'estudi, fent servir diferents models i mètodes de solució. Aquesta metodologia requereix l'estudi de material específic pel curs i la seva aplicació a diferents models discrets en xarxes en àmbits diversos, com ara les telecomunicacions, la logística, el transport, i la localització de concentradors (hubs) i de serveis. Ocasionalment serà necessari introduir alguns aspectes teòrics per poder tractar de manera eficient alguns dels models plantejats. Al llarg del curs s'introduiran els casos d'estudi que es faran servir per il·lustrar aplicacions pràctiques i professionals dels temes del programa.

Cada estudiant intensificarà el seu estudi amb un problema concret de un model discret en xarxes amb una aplicació potencial. Per aquest problema proposarà alternatives de modelatge i de solució. Aquests models i tècniques hauran de ser implementades amb eines computacionals adients i avaluades computacionalment.

Els temes del curs no necessàriament es presentaran de forma seqüencial. Pel contrari, s'aniran alternant entre ells de forma adient a mesura que es vagin introduint els diferents models i casos d'estudi.

Si el perfil dels estudiants del curs ho requereix, el curs s'impartiria en anglès.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En aquest curs s'estudien models d'optimització discreta definits com a problemes de disseny de xarxes. L'objectiu principal són les aplicacions potencials d'aquests models, incloent la logística i telecomunicacions entre d'altres. El curs es planteja com a especialització a l'àmbit de Investigació Operativa. En particular, es considera un complement molt adient del curs Optimització Entera i Combinatòria orientat a aspectes teòrics i tècniques de solució, mentre que ara el focus se centra en els models i les seves aplicacions, així com en aspectes pràctics de la seva implementació.

L'objectiu global de l'assignatura es, per tant, il·lustrar la versatilitat dels models discrets en xarxes i introduir a l'estudiant amb els principals models, les seves aplicacions i les possibles tècniques de solució.

Un objectiu més concret de l'assignatura es conèixer les alternatives de modelització per aquests problemes, en funció dels criteris i característiques a tractar en cada cas i ser capaç de valorar les corresponents avantatges i inconvenients.

Des de la perspectiva de l'optimització discreta, l'objectiu de l'assignatura es conèixer els possibles mètodes de solució aplicables, valorar les corresponents dificultats tècniques, i ser capaç de fer servir el sofware disponible i d'aplicar un mètode de solució adient en cada cas.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció als models discrets en xarxes i a les seves aplicacions.

Descripció:
Presentació de les principals famílies de models discrets en xarxes i les seves aplicacions.

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 5h

Conceptes bàsics en models discrets en xarxes.

Descripció:
Connectivitat: camins i arbres. Estructures bi-connexes. Arbres de Steiner.
Robustesa: diversos conceptes de "fiabilitat" (reliability) en xarxes.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 4h

Tipus de demanda en optimització en xarxes.

Descripció:
Producte únic versus productes múltiples.
Demanda entre usuaris versus demanda usuari/servidor.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 4h

Alternatives de modelització per als models discrets en xarxes.

Descripció:
Formulacions compactes versus formulacions esteses.
Models amb variables de dos, tres i quatre indexs.
Reforçament de formulacions: desigualtats vàlides.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 4h

Aplicacions de models discrets en xarxes.

Descripció:
Telecomunicacions: problemes de disseny de xarxes.
Localització: Problemes de localització en xarxes. Problemes de concentradors (hubs).
Logística i transport: Xarxes de distribució, cadena de subministre i logística inversa. Rutes per a serveis en xarxes de transport.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 4h

Mètodes de solució.

Descripció:
Mètodes heurístics.
Mètodes de descomposició (relaxació lagrangiana, generació de columnes, ...)
Mètodes de branch-and-cut: separació de desigualtats vàlides.

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 4h

Realització de la pràctica

Descripció:
Realització de la pràctica: Proposta de problema; presentació a classe del problema escollit, les sevess aplicacions potencials i alternatives de modelització. Presentació a classe de mètode de solució seleccionat. Implementació del model i mètode de solució proposats. Realització de experiència computacional i análisi de resultats. Elaboració i entrega en el plaç plazo indicat d'un informe detallat en el qual es detallen tots els apartats anteriors.

Dedicació: 60h
Aprenentatge autònom: 60h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

1. (40%) Realització d'una pràctica individual. Per a cada estudiant, la pràctica versarà sobre el seu problema d'intensificació. La pràctica constarà de: (i) Estudi d'alternatives de modelització per al problema abordat y proposta raonada d'un model concret; (ii) disseny i implementació d'un algorisme de solució per al problema; i (iii) presentació i anàlisi dels resultats obtinguts.

2. (25%) Presentació i discussió a classe del problema proposat pel estudiant. Presentació i discussió del model d'estudi abordat, les seves aplicacions potencials, i les seves alternatives de modelació i resolució. Presentació de la experiència computacional realitzada i dels resultats dels resultats obtinguts.

3. (25%) Participació activa en classe: participació en la discussió dels problemes i pràctiques presentats pels altres estudiants, ...

2. (10%) Realització de 3-4 d'exercicis al llarg del curs. Els exercicis es discutiran breument a classe, però es realitzaran autònomament com a treball personalitzat fora de classe. Es donarà una data límit per a la seva entrega.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Ahuja, R.K. ; Magnanti, T.L. ; Orlin, J.B. Network Flows: theory, algorithms, and applications. Prentice Hall, 1993. ISBN 013617549X.
- Contreras, I.; Fernández, E. "General network design: a unified view of combined location and network design problems". European Journal of Operational Research [en línia]. 2012; num 219; pag 680-697 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/journal/03772217.
- Ball, M.O. ; Magnanti, T.L. ; Monma, C.L. ; Nemhauser, G.L. (Eds). Handbooks in Operations Research and Management Science. Volume 7: Network models [en línia]. Elsevier, 1995 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/handbooks/09270507. ISBN 978-0-444-89292-8.

Complementària:
- Vanderbeck, F.; Wolsey, L. "Reformulation and decomposition of integer programs". Jünger, Michael ed. 50 Years of Integer Programming [en línia]. Springer, 2010. [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68279-0.

RECURSOS

Material informàtic:
- CPLEX. Software de modelització i de resolució de models de programació lineal entera.

Guia docent
200643 - MMIO - Models i Mètodes de la Investigació Operativa

Última modificació: 21/06/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: CRISTINA CORCHERO GARCIA

Altres: CRISTINA CORCHERO GARCIA - A
DANIEL BAENA MIRABETE - B

CAPACITATS PRÈVIES

L'assignatura Models i Mètodes de la Investigació Operativa és obligatòria, els estudiants de l'Itinerari 1 (estudiants graduats en estadística o matemàtiques) es matricularan al Grup A - Avançat i els alumnes de l'Itinerari 2 (tots els estudiants de la resta de titulacions) al Grup B - Introductori. El Grup A s'impartirà en anglès, el Grup B en castellà.

El Grup A de l'assignatura, així com el seu contingut, s'ajusten als textos:
- Linear and nonlinear programming - Luenberger, D.G.; Ye, Y, Springer, 2016. ISBN: 9783319188416
- Numerical optimization - Nocedal, J.; Wright, S.J, Springer Science+Business Media, 2006. ISBN: 0387303030
- Integer programming - Wolsey, L.A, John Wiley & Sons, 1998. ISBN: 0471283665

El Grup B de l'assignatura, així com el seu contingut s'ajusta en gran mesura al text:
- Linear and nonlinear programming - Luenberger, D.G.; Ye, Y, Springer, 2016. ISBN: 9783319188416

REQUISITS

Per a seguir de manera adient aquesta assignatura i treure el màxim rendiment és necessari tenir coneixements bàsics previs de càlcul amb una i varies variables, i conèixer els conceptes bàsics sobre matrius i bases en espais vectorials. És molt recomanable conèixer algunes tècniques bàsiques de programació.

El Grup A té un nivell superior. Per a seguir-lo de manera adient i treure el màxim rendiment és necessari haver cursat anteriorment tècniques de modelització i mètodes bàsics d'Investigació Operativa i, específicament, de Programació Lineal.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Grup A i B:
- Teoria: sessions on es presenten i es discuteixen els continguts de l'assignatura. Es farà servir la intranet docent per fer públic material docent relacionat amb l'assignatura: apunts d'alguns dels temes, enunciats de problemes i exàmens resolts.
- Problemes: sessions on es plantegen i es resolen problemes numèrics relacionats amb els temes vists a classe de teoria. Es dóna un cert temps perquè l'estudiant intenti resoldre els problemes i posteriorment els problemes es resolen i es discuteixen.
- Laboratori: hi haurà sessions de laboratori per introduir als estudiants en la implementació i resolució pràctica dels models de Investigació Operativa, fent servir software disponible.

El Grup A farà una pràctica que es realitza individualment. La pràctica tracta sobre la implementació d'alguns mètodes estudiats i l'estudi computacional del seu comportament. L'estudiant haurà de programar algunes parts de la pràctica, encara que en altres es farà servir un paquet estàndard de software.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Els objectius d'aquest curs depenen de l'opció que cursarà.

Grup A:
En aquest curs s'estudien models i tècniques avançats de Investigació Operativa, especialment en Programació Entera. Es presta atenció a les aplicacions potencials dels models. S'il·lustra l'aplicació de les tècniques estudiades a alguns models clàssics en optimització combinatòria, com ara el problema del viatjant de comerç o el de la motxilla.

Els objectius d'aprenentatge de la assignatura són:
- Donar un complement de formació bàsica en investigació operativa, en particular a l'àmbit de la Programació Entera. Familiaritzar l'estudiant amb mètodes que permeten resoldre algunes aplicacions pràctiques de problemes de programació entera i optimització combinatòria.
- Conèixer les possibles alternatives de modelització per als diferents problemes, així com llurs possibles aplicacions.
- Conèixer la metodologia bàsica de la programació entera i, en particular els mètodes enumeratius i els de plans de tall, així com les possibles combinacions dels anteriors.
- Conèixer els resultats de la teoria de la dualitat i les seves implicacions.
- Conèixer alguns mètodes heurístics bàsics per alguns problemes concrets d'optimització combinatòria.

Capacitats a adquirir:

-Ser capaç de formular un model adient i de dissenyar i implementar un prototipus d'un mètode per a la resolució d'un problema concret d'optimització.
- Ser capaç d'identificar desigualtats vàlides per a problemes típics de programació entera, com ara el problema de la motxilla i el problema del viatjant de comerç.
-Ser capaç de formular una relaxació lagrangiana per a un problema d'optimització. Poder determinar l'existència o no de gap dual per a un problema d'optimització concret.

Grup B:
Es tracta d'un curs introductori de models i mètodes d'Investigació Operativa. L'objectiu primordial és donar una panoràmica de las principals classes de models de la investigació operativa, i de les seves aplicacions potencials, així com de les tècniques que cal aplicar en cada cas. S'estudiaran les versions bàsiques de las tècniques més usuals en programació lineal i programació entera. Sense oblidar els aspectes formals necessaris, es farà especial èmfasi en la interpretació i aplicació dels conceptes estudiats.
Els objectius d'aprenentatge de l'assignatura són:
- Donar una formació bàsica en els principals models i tècniques en investigació operativa, així com de les seves aplicacions principals. Familiaritzar a l'estudiant en mètodes bàsics que permeten resoldre algunes aplicacions pràctiques.
- Conèixer les possibles alternatives de modelització i la natura de les diferents classes de problemes d'investigació operativa i les seves possibles aplicacions, fent èmfasi en les relacionades amb problemes estadístics.
- Conèixer els conceptes i metodologia bàsica de la programació lineal, la dualitat i l'anàlisi de sensibilitat.
- Conèixer els principals models de fluxos en xarxes, així com les seves aplicacions, incloent problemes de camins mínims i d'arbres d'expansió.
- Conèixer alguns conceptes relacionats amb la programació entera i, en concret, els relacionats amb els plans de tall i els mètodes enumeratius bàsics.

Capacitats a adquirir:
- Ser capaç de formular un model adient per a un problema concret d'optimització matemàtica i d'implementar-lo fent servir un llenguatge de modelització adient.
- Ser capaç de resoldre problemes petits de programació lineal fent servir l'algoritme del Simplex. i de respondre a qüestions senzilles d'anàlisi de sensibilitat.
- Ser capaç de resoldre models senzills de fluxos en xarxes, incloent camins mínims i arbres d'expansió.
- Ser capaç d'aplicar les tècniques bàsiques de programació entera.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Tema 1: Introducció als models i formulacions de la Investigació Operativa

Descripció:
Introducció a l'assignatura, fent èmfasi en les seves aplicacions potencials així com en la rellevància en la disciplina dels models i les formulacions de optimització matemàtica .

Dedicació: 17h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

Tema 3: Models de programació lineal i les seves propietats.

Descripció:
3.1 Bases i punts extrems.
3.2 Conceptes bàsics de dualitat i anàlisi de sensibilitat.

Dedicació: 21h 20m
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 13h 20m

Tema 4: Models de fluxos en xares: flux màxim, flux de cost mínim

Descripció:
4.1 Equilibri en una xarxa.
4.2 Propietats de las formulacions lineals i de les seves solucions.
4.3 Problemes de camins mínims.
4.4 Arbres d'expansió.

Dedicació: 21h 20m
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 13h 20m

Tema 5: Models bàsics de programació entera i les seves propietats

Descripció:
5.1 Plans de tall: talls de Gomory
5.2 Mètodes enumeratius: branch-and-bound, branch-and-cut.

Dedicació: 20h 20m
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 13h 20m

Tema 6: Models i mètodes avançats d'Investigació Operativa

Descripció:
6.1 Problemes d'optimització combinatòria i la seva relació amb la programació entera. Problemes de matching; seqüenciació; packing, covering i partitioning. Problemes de localització de serveis, itineraris i disseny de xarxes.
6.2 Mètodes exactes de solució.
i. Desigualtats vàlides. Problema de separació i mètodes de plans de tall.
ii. Mètodes enumeratius: enumeració implícita, branch-and-bound i branch-and-cut. Casos particulars: Tall de Gomory, Chvàtal-Gomory, talls de Benders, ...
6.3 Mètodes heurístics. Mètodes constructius (greedy, GRASP, ...), mètodes de millora. Metaheurístiques i math-heuristiques.
6.4 Relaxació Lagrangiana en programació entera.
i. El dual Lagrangià. Relació entre dualització i convexificació.
ii. Resolució del dual Lagrangià: optimització no diferenciable, optimització subgradient.
6.5 Alguns problemes d'optimització combinatòria.
i. Problema de la motxilla. Desigualtats vàlides i facetes: cover cuts. Separació i desprojecció (lifting).
ii. Problema del viatjant de comerç (TSP). Propietats bàsiques i alternatives de modelatge. Desigualtats vàlides i la seva separació: tancament de subcircuit, 2-matching, comb inequalities.

Dedicació: 75h
Grup gran/Teoria: 40h
Grup mitjà/Pràctiques: 20h
Grup petit/Laboratori: 15h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

GRUP A -

A.1 Avaluació Continuada:
- Teoria: examen parcial (que allibera matèria per a l'examen final a partir de una nota > 5) i examen final, amb una ponderació del 50% cada un.
- Pràctica: realització d'una pràctica individualment.
- Participació: es valorarà la participació activa a classe.

Per aprovar la assignatura amb l'avaluació continuada és necessari tenir una nota > 4 tant en teoria com a la pràctica. La nota final s'obté de la ponderació:
0.45 (nota de teoria) + 0.45 (nota de pràctica) + 0.1 (participació a classe)

A.2. Avaluació única:
Es farà un únic examen incloent tots els temes de la assignatura.

GRUP B:

B.1. Avaluació Continuada:
- Examen parcial dels temes 1 i 2. Ponderació per a la avaluació continuada: 0.25
- Exercicis individuals a entregar en dates a indicar, de cadascú dels Temes 3, 4 i 5.
- Realització de un examen final

La nota final serà: 0.25 N1+0.15(N2+N3+N4)+0.3 F, on
N1: Nota del parcial dels temes 1 i 2.
N2-N4: Notes dels exercicis dels Temes 3, 4 i 5, respectivament.
F: Nota del examen final.

B.2. Avaluació única:
Es farà un únic examen incloent tots els temes de la assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Luenberger, David G; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming [en línia]. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 978-0-387-74502-2.
- Wolsey, L. A. Integer programming. New York: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471283665.

Complementària:
- Padberg, M. Linear optimization and extensions. 2nd, revised and expanded ed. New York: Springer-Verlag, 1999. ISBN 3540658335.
- Fourer, Robert; Gay, David M; Kernighan, Brian W. AMPL : a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, cop. 2003. ISBN 0-534-38809-4.
- Cook, W. [et al.]. Combinatorial optimization. New York: Wiley, 1998. ISBN 047155894X.
- Bazaraa, M. S; Sherali, Hanif D; Shetty, C. M. Nonlinear programming : theory and algorithms. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, cop. 2006. ISBN 978-0-471-48600-8.
- Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear programming. 2nd ed. Belmont: Athena Scientific, cop. 1999. ISBN 1886529000.
- Ahuja, Ravindra K; Magnanti, Thomas L; Orlin, James B. Network flows : theory, algorithms, and applications. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, cop. 1993. ISBN 013617549X.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A. Integer and combinatorial optimization. New York: John Wiley and Sons, 1988. ISBN 047182819X.

RECURSOS

Material informàtic:
- CPLEX. RecursSoftware per a resolució de problemes de programació entera
- AMPL. Lenguatge de modelació per a optimització matemàtica

Guia docent
200641 - MLLG - Models Lineals i Lineals Generalitzats

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: MARTA PÉREZ CASANY

Altres: Primer quadrimestre:
MARTA PÉREZ CASANY - A

CAPACITATS PRÈVIES

Pel que respecta a la Teoria de la Probabilitat, els estudiants han de conèixer les distribucions de probabilitat considerades clàsiques, les seves propietats i les situacions que són capaces de modelar satisfactòriament. També han d'estar familiaritzats amb les nocions bàsiques d'Inferència Estadística corresponents a un primer curs d'Estadística.

REQUISITS

Els únics requisits per tal de seguir el curs són els corresponents a un curs bàsic d'estadística i probabilitat. No cal tenir coneixements de modelització estadística, atès que es començarà des de zero. Ara bé, haver vist regressió lineal i/o anàlisi de la variància ajudarà a una major comprensió del curs.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
MESIO-CE4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
MESIO-CE3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
MESIO-CE6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
MESIO-CE1. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
MESIO-CE7. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
MESIO-CE9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.
MESIO-CE8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

CT2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs s'impartirà al llarg del primer semestre. Les classes es faran en anglès. Es faran dues sessions per setmana. La majoria de setmanes seran una sessió de Teoria i una de Problemes/Laboratori, però hi haurà excepcions. En les sessions pràctiques s'ajustaran diferents conjunts de dades amb els models presentats en les sessions de teoria. S'utilitzarà el paquet estadístic R, en particular RStudio.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu principal d'aquesta assignatura és que l'estudiant acabi amb un bon coneixement i domini del Model Lineal i del Model Lineal Generalitzat tant pel que respecta a coneixement teòric com pràctic. Aquest coneixement l'ha de permetre d'una banda, intervenir en el disseny del(s) experiment(s) necessari(s) per tal d'obtenir les dades de la variable objecte d'estudi i, de l'altra, analitzar satisfactòriament el conjunt de dades resultant i treure'n conclusions.

Al llarg del curs s'analitzaran conjunts de dades de molt diversa procedència, amb l'objectiu que l'estudiant es familiaritzi amb determinades característiques de les dades que són pròpies d'un àmbit concret. Els coneixements impartits en aquesta assignatura contribuiran a que, posteriorment, l'estudiant pugui treure un major rendiment en d'altres assignatures com poden ser Models Longitudinals o Anàlisi Bayesiana.

Els coneixements i la pràctica adquirits en aquesta assignatura juntament amb les assignatures posteriors de modelització permetran que l'estudiant un cop acabat el Màster, sigui capaç de col·laborar amb grups de recerca d'àmbits molt diferents i assessorar-los en l'anàlisi estadística.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Model Lineal

Descripció:
Presentació. Model Lineal.
1.1. Generalitats. Objectius. Definició. Hipòtesis. Formulació matricial. Exemples i contraexemples. Estimació dels paràmetres. Distribució dels paràmetres. Residus. Mesures de bondat d'ajust. Comprovació de les hipòtesis del model.
1.2. Anàlisi de la Variància. Anova d'un factor: Estimació de paràmetres. Intervals de confiança per les mitjanes i diferència de mitjanes. Comparacions múltiples. Disseny de Blocs a l'atzar. Anova de dos factors.
Disseny de dos factors aniuats. Dissenys multifactorials amb factors creuats i niuats.
1.3. Regressió Lineal simple i múltiple. Regressió lineal simple: estimació dels paràmetres, coeficient de determinació, error quadràtic mitjà, intervals de confiança pels paràmetres i per les estimacions, adequació del model. Regressió lineal múltiple: col·linealitat, causalitat, models robust i detecció d'outliers. Principi de parsimònia. Taula Anova. Errors habituals en regressió
1.4. Transformacions. Per aconseguir normalitat i/o homocedasticitat. Per a linealitzar models no lineals.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 10h 30m
Grup petit/Laboratori: 7h 30m

Famílies exponencials de probabilitat

Descripció:
Definició. Paràmetre canònic, espai de paràmetres, estadístic minimal i suficient. Exemples i contraexemples. Model exponencial complet. Model exponencial regular. Funcions generatrius de moments i de cumulants. diferents parametritzacions. Estimació màxim versemblant.

Dedicació: 6h 45m
Grup gran/Teoria: 3h 45m
Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Models Lineals Generalitzats

Descripció:
3.1. Generalitats. Objectius. Definició. Hipòtesis. Funció d'enllaç. Funció de variància. Paràmetre de dispersió. Estimació dels paràmetres i distribució assimptòtica dels mateixos. Mesures de bondat d'ajust: desviància, desviància escalada i estadístic X^2 de Pearson generalitzat. AIC. Residus.
3.2. Models per a dades binàries. Dades agrupades i no agrupades. Funcions enllaç més importants. Model logit: interpretació dels paràmetres, desviància i test de la raó de versemblança. Test de Wald. Intervals de confiança per les probabilitats. Taules de contingència amb marginals fixades. Sobredispersió.
Models per a la sobredispersió.
3.3. Models per a dades politòmiques. Models per a respostes ordinals. Models per a respostes nominals. Taules de contingència amb el total fix
3.4. Models per a contatges. Model de Poisson. Sobredispersió. Models amb resposta mixtura Poisson. models zero-inflats. Taules de contingència sense marginals ni total fixades.
3.5. Models de quasi-versemblança. Quan és necessària?. Definició. Estimació dels paràmetres. Bondat d'ajust. Quasi-residus. Estudi comparatiu de la versemblança i quasi-versemblança.

Dedicació: 16h 30m
Grup gran/Teoria: 9h
Grup mitjà/Pràctiques: 7h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El 60% de la nota final correspondrà a l'examen final. Aquest contindrà una part teòrica així com una part pràctica que s'haurà de realitzar amb l'ordinador. Ambdúes parts tindran un pes d'un 30%. El 40% restant s'obtindrà a partir de les activitats d'avaluació continuada que es realitzaran al llarg del curs. Aquestes activitats juntament amb els seus pesos són les següents:
1) Realització d'un Mini Examen format per 10 preguntes (20%)
2) Una pràctica en la qual l'estudiant haurà d'ajustar un conjunt de dades i fer un informe (20%)

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Els estudiants podran dur a l'examen la calculadora així com taules estadístiques. Els examens seran sense llibres.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Fox, J. Applied regression analysis and generalized linear models. Sage, 2008.
- Fox, J. ; Weisberg, S. An R companion to applied regression. sage, 2011.
- Seber, G.A.F. ; Lee, A. J. Linear regression analysis. Wiley, 2003.
- Dobson, J.A. An Introduction to generalized linear models. Chapman and Hall, 1990.

Complementària:
- McCullagh, P. ; Nelder, J.A. Generalized linear models. Chapman and Hall, 1989.
- Collet, D. Modelling binary data. Chaman and Hall, 2003.
- Lindsey, J. K. Applying generalized linear models. Springer, 1997.
- Montgomery, D. Design and Analysis of experiments. 8 ed. Wiley, 2013.

Guia docent
200616 - OC - Optimització Contínua

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Altres: Primer quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

CAPACITATS PRÈVIES

És recomanable haver cursat entre un i dos semestres introductoris d'àlgebra, anàlisi i optimització/investigació operativa, tot i que no és imprescindible, doncs el curs pretén ser autocontingut.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs es compon de sessions de teoria i laboratori.
Durant les sessions de teoria s'introduiran les propietats fonamentals dels problemes i algorismes d'optimització contínua, amb especial interès per tots els aspectes relacionats amb la solució numèrica dels problemes pràctics d'optimització contínua que sorgeixen en el camp de l'estadística i la investigació operativa.
Durant les sessions de laboratori els alumnes tindran l'oportunitat d'aprendre com trobar les solucions numèriques dels diferents problemes d'optimització continua estudiats a les sessions de teoria, amb l'ajut de llenguatges de modelització en optimització matemàtica (com ara MAPL o i el SAS/OR) i programari de càlcul numèric i d'estadística (com ara MATLAB o R).

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

* Conèixer els diferents tipus de problemes de optimització continua i comprendre les seves propietats.
* Conèixer els principals algorismes d'optimització continua i comprendre les seves propietats de convergència local i global.
* Conèixer alguns dels problemes d'optimització continua més importants del camp de l'estadística i la investigació operativa i ser capaç de resoldre'ls amb l'algorisme d'optimització més eficient.
* Ser capaç de formular i resoldre numèricament instàncies reals de problemes d'optimització continua d'estadística i investigació operativa mitjançant software d'optimització professional.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Modelització i resolució computacional de problemes d'optimització matemàtica.

Descripció:
Problemes d'optimització matemàtica en estadística i investigació operativa. Llenguatges de modelització per a problemes d'optimització matemàtica. Resolutors ("solvers") per a problemes d'optimizació contínua.

Dedicació: 41h 40m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 26h 40m

Optimització sense constriccions

Descripció:
Fonaments d'optimització sense constriccions. El mètode de Nelder-Mead. El mètode del gradient. El mètode del Gradient conjugat. El mètode de Newton i Newton modificat. Mètodes quasi-Newton.

Dedicació: 41h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 26h

Optimització amb constriccions

Descripció:
Fonaments d'optimització contínua amb constriccions: definicions, minims local i globals, condicions d'optimalitat, problemas convexos. Optimització amb constriccions lineals: mètode del gradient reduït - conjunt actiu, l'algorisme del símplex. Optimització amb constriccions no lineals: gradient reduït generalitzat, Lagrangians projectats i augmentats, programació seqüencial quadràtica.

Dedicació: 42h 20m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 5h
Aprenentatge autònom: 27h 20m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Dos treballs de laboratori (40% de la nota total) i un examen final que cobreix la totalitat del temari (60% de la nota total). Addicionalment es realitzaran dos proves parcials cap a la meitat i final del semestre. Cada prova parcial podrà sumar fins a 0.5 punts (sobre 10) a la nota final per a aquells alumnes que hagin obtingut una qualificació major o igual a 4 (sobre 10) en la seva nota final (treballs de laboratori més examen final).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Luenberger, David G. Linear and nonlinear programming [en línia]. 3rd ed. Springer, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 1402075936.
- Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization [en línia]. 2nd ed. New York: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5. ISBN 0387987932.
- Fourer, Robert ; Gay, David M. ; Kernighan, Brian W. AMPL: a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Duxbury Press / Brooks/Cole Publishing Company, 2003. ISBN ISBN 0-534-38809-4.

Complementària:

- Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear programming. 2nd ed. Belmont: Athena Scientific, 1999. ISBN 1886529000.
- Gill, Philip E.; Murray, Walter; Wright, Margaret H. Practical optimization. London: Academic Press, 1991. ISBN 0122839501.
- SAS/OR® 9.3 User's guide : mathematical programming [en línia]. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2011 [Consulta: 17/07/2013]. Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/ormpug/63975/PDF/default/ormpug.pdf.
- Boyd, Stephen ; Vandenberghe, Lieven. Convex optimization. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. ISBN 978-0-521-83378-3.
- Athanary, T.S. ; Dodge, Y. Mathematical programming in statistics. NY: John Wiley & Sons, 1993. ISBN 0-471-59212-9.

Guia docent
200618 - OGD - Optimització de Gran Dimensió

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Altres: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
ESTEVE CODINA SANCHO - A

CAPACITATS PRÈVIES

* Coneixements bàsics d'Investigaci Operativa / Optimitació / modelització en programació matemàtica / àlgebra lineal bàsica

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Teoria:
Es presenten i discuteixen els continguts de l'assignatura, combinant explicacions a la pissarra i transparències.
Problemes:
S'intercalen amb la teoria i es presenten i resolen problemes i estudis de cas.
Pràctiques:
Sessions de laboratori en que es mostra l'ús de software per a la resolució de problemes de gran dimensió.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu del curs és introduir l'alumne a la resolució de problemes de gran dimensió i presentar-li les diferents metodologies existents, en particular mètodes de descomposició per a problemes estructurats i mètodes de punt interior. En acabar el curs l'estudiant ha de conèixer diferents tipus de problemes estructurats, ser capaç d'identificar la metodologia més adequada per a cada problema, i obtenir eficientment la solució al problema d'optimització.

Capacitats a adquirir:

* Identificar davant d'un model d'optimització la conveniència o no de utilitzar una tècnica de descomposició.
* Conèixer el paper central de la dualitat lagrangiana i la seva relació amb diverses tècniques de descomposició.
* Implementar mètodes de descomposició emprant llenguatges algebraics per programació matemàtica per diversos models amb la finalitat de resoldrel's.
* Conèixer les diferències entre el mètode símplex per a PL i els mètodes de punt interior, i quan és preferible usar uns o altres.
* Conèixer els fonaments bàsics del mètodes de punt interior, per a PL, PQ i PNL convexa.
* Implementar versions senzilles de mètodes de punt interior amb llenguatges d'alt nivell (matlab), i conèxier les eines d'àlgebra lineal necessàries.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Dualitat

Descripció:
1.1 Dualitat en Programació lineal. Teoremes de dulaitat. Folga complmentària. L'algoritme del simplex dual. Análisis de sensibilitat y preus ombra. Vèrtexos i direccions extremes en poliedres. Teorema de representació de poliedres de Farkas Minkowsky. Lema de Farkas.

1.2 Dualitat en programació Matemàtica i dualitat lagrangiana. Dualització i relaxació. Equivalència entre convexificació i dualització. Condicions d'optimalitat. Revisió de les condicions de Karus-Kuhn i Tucker. Relaxació Lagrangiana i dualitat. Introducció a la optimització no diferenciable. Optimització subgradient.

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

Mètodes de descomposició

Descripció:
2.1 Mètodes de descomposició en Programació Matemàtica. Algoritme de Cutting Plane de Dantzig i programació lineal general2.1 Mètodes de desomposició en Programació Matemàtica. Algoritme de Cutting Plane de Dantzig i programació lineal general. Mètodes de generació de vèrtexos en programació no lineal amb constriccions lineals

Dedicació: 13h 30m
Grup gran/Teoria: 13h 30m

Mètodes de punt interior

Descripció:
Mètodes primal-dual de seguiment de camí. Problemes lineals i quadràtics. Sistema augmentetat i equacions normals. Direccions de Newton i Predictor-corrector. Extensions.

Dedicació: 19h 30m
Grup petit/Laboratori: 19h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Avaluació ordinària:
Realització de treballs pràctics en cada una de les parts de l'assignatura (1a. dualitat i descomposicio; 2a. metodes de punt interior). Cada part pondera un 50% sobre la nota final.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Bradley, S. P.; Hax, A.C.; Magnanti, T.L.. Applied mathematical programming. Addison-Wesley, 1977.
- Chvátal, Vasek. Linear programming. Freeman, 1983.
- Wright, Stephen J.. Primal-dual interior-point methods. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997.
- Minoux, M. Vajda, S.. Mathematical Programming. Theory and Algorithms. John-Wiley, 1986.
- Bazaraa, M.S.; Sheraly, H.D.; Shetty, C.M.;. Nonlinear Programming: theory and algorithms (Wiley on-line library) [en línia]. 3ª. John-Wiley, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471787779.

Complementària:
- Conejo, A.J.; Castillo, E.; Minguez, R. ; Garcia-Bertrand, R.. Decomposition techniques in mathematical programming: engineering and science [en línia]. Springer, 2006 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-27686-6.
- Bertsekas, Dimitri P.. Nonlinear programming. Athena Scientific, 1999.
- Sierksma, Gerard. Linear and integer programming theory and practice. 2nd ed. Marcel Dekker, 1996.
- Shapiro, Jeremy F. Mathematical programming. Structures and algorithms. John Wiley, 1979.

Guia docent
200642 - ODS - Optimització en Data Science

Última modificació: 17/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà, Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Altres: Primer quadrimestre:
DANIEL BAENA MIRABETE - A
JORDI CASTRO PÉREZ - A

CAPACITATS PRÈVIES

* Conceptes bàsics d'estadística i d'optimització/investigació operativa.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
11. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.
12. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

Teoria:
Es presenten i discuteixen els continguts de l'assignatura combinant explicacions a la pissarra i transparències.
Pràctiques:
Sessions de laboratori en que es mostra l'ús de software.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu de l'assignatura és introduir a l'alumne en algunes aplicacions en "data science" que poden ser formulades o solucionades per tècniques d'optimització. L'assignatura té tres parts, cada una representa aproximadament 1/3 del total:

1. Solució de problemes estadístics i d'aprenentatge automàtic usant optimització entera i combinàtòria: disseny d'experiments (quadrats llatins ortogonals), clustering òptim (k-medoid), clustering heurístic (k-means).

2. Mètodes d'optimització contínua per a la solució de problemes d'aprenentatge automàtic: regressió, "support vector machines" i xarxes neuronals.

3. Introducció al camp del control de la revelació estadística o protecció de dades estadístiques: mètodes per a microdades i per a taules de dades. Aquesta disciplina proposa un conjunt de mètodes per garantir la confidencialitat de dades individuals en disseminar dades estadístiques, siguin microdades o dades agregades en forma tabular. Aquest problema és de gran importància per a Instituts Nacionals d'Estadística, i, en general, qualsevol entitat privada o organisme oficial que hagi de divulgar dades.

Capacitats a adquirir:

* Formular problemes en "data science" com a problemes d'optimització (clustering, support vector machines, xarxes neuronals...)
* Saber solucionar el problemes de "data science" formulats usant software d'optimització i d'aprenentatge automàtic (scikit-learn, tensorflow).
* Saber què és el camp del control de la revelació estadística o protecció de dades estadístiques.
* Conèixer software per a protecció de dades i ser capaç de protegir dades usant alguna tècnica existent.
* Familiaritzar-se amb la literatura d'optimització en "data science".

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Optimització entera i combinatòria en problemes estadístics i de "data science".

Descripció:
Conceptes bàsics d'optimització entera i combinatòria. Modelització de problemes d'optimització entera i combinatoria.
Aplicacions: disseny d'experiments (quadrats llatins ortogonals), clustering òptim (k-medoids), clustering heurístic (k-means).

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Optimització contínua en problemes de data science.

Descripció:
Regressió ridge i LASSO. Support Vector machines (SVMs): formulació primal, condicions d'optimalitat KKT, dualitat en SVMs, formulació dual, mètodes d'optimització per a SVMs, software per a SVMs. Xarxes neuronals: estructura i modelització de XNs com a problema d'optimització, mètodes d'optimització per a XNs, software per a XNs (scikit-learn, tensorflow).

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Introducció a la protecció de dades estadístiques.

Descripció:
Introducció. Definicions. Tipus de dades i mètodes. Mètodes de protecció per a microdades. Mètodes de protecció per a dades tabulars. Software de protecció de dades.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 10h
Grup mitjà/Pràctiques: 5h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Un examen parcial de la primera part de l'assignatura (40% de la nota) i realització de treballs pràctics (60% de la nota).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning [en línia]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2016] [Consulta: 09/06/2021]. Disponible a: http://www.deeplearningbook.org/. ISBN 978-0262035613.
- Arthanari, T.S. Mathematical Programming in Statistics. Wiley, 1981.
- Willenborg, Leon; Waal, Ton de. Elements of statistical disclosure control. New York: Springer, 2001. ISBN 0387951210.
- Cristianini, Nello; Shawe-Taylor, John. An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- Luenberger, David G; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming [en línia]. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2008 [Consulta: 09/06/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 978-0-387-74502-2.
- Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization [en línia]. New York: Springer, 1999 [Consulta: 09/06/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5. ISBN 9780387987934.

Guia docent
200638 - OSME - Optimització en Sistemes i Mercats Energètics

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA

Altres: Primer quadrimestre:
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
2. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
3. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
4. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.
8. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
5. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

6. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

7. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

títol català

Descripció:
.

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h 30m

títol català

Descripció:
contingut català

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

títol català

Descripció:
contingut català

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

títol català

Descripció:
contingut català

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

títol català

Descripció:
contingut català

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

títol català

Descripció:
contingut català

Dedicació: 9h
Grup gran/Teoria: 9h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Gómez Expósito, Antonio; Conejo, Antonio J; Cañizares, Claudio. Electric energy systems : analysis and operation [en línia]. Boca Raton: CRC Press, 2009 [Consulta: 08/07/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=359945. ISBN 978-0-8493-7365-7.
- Conejo, Antonio J.; Carrión, Miguel; Morales Juan M. Decision making under uncertainty in electricity markets. Springer, 2010. ISBN 978-1-4419-7420-4.
- Zhu, Jizhong. Optimization of power system operation [en línia]. Piscataway, N.J.: Wiley-IEEE, 2009 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=456286. ISBN 978-0-470-29888-6.

Complementària:

- Pérez-Arriaga, Ignacio J. (Ed.). Regulation of the power sector [en línia]. 2013Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4471-5034-3. ISBN 978-1-4471-5033-6.

Guia docent
200603 - PIPE - Probabilitat i Processos Estocàstics

Última modificació: 27/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 749 - MAT - Departament de Matemàtiques.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSE FABREGA CANUDAS

Altres: Segon quadrimestre:
JOSE FABREGA CANUDAS - A
MIGUEL ANGEL FIOL MORA - A

CAPACITATS PRÈVIES

Els estudiants han d'estar familiaritzats amb els conceptes explicats en un primer curs de grau en teoria de la probabilitat. En particular, es requereixen coneixements bàsics dels temes següents:

- Càlcul elemental de probabilitats.
- Models bàsics de probabilitat: distribucions binomial, geomètrica, de Poisson, uniforme, exponencial i normal.
- Variables aleatòries. Funcions de distribució i de densitat conjuntes. Independència i correlació.

Els conceptes necessaris pel seguiment del curs es poden trobar, per exemple, a les referències següents:

- C.M Grinstead and J.L. Snell, Introduction to Probabiliy (cap. 1-7), http://www.dartmouth.edu/ chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book
- J. Blitzstein and J. Hwang, "Introduction to Probability", CRC Press, 2019.
- S. Ross, A First Course in Probability, 8th ed., Pearson Education International, 2010.
- M. Sanz-Solé, Probabilitats, Univ. Barcelona, 1999.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

Les hores de classe setmanals combinen sessions de teoria i de problemes. A les teòriques s'exposen els conceptes principals i els resultats més importants, amb exemples diversos que ajuden a la seva comprensió. Es presenten algunes demostracions que pel seu contingut i desenvolupament resultin pedagògicament creatives i formatives. A les sessions de problemes es fan exercicis operatius i es resolen qüestions i problemes més conceptuals.

Es podran encarregar llistes de problemes per resoldre i treballs guiats individuals o en grup.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu general de l'assignatura és introduir l'estudiant a la modelització de fenòmes aleatoris. El nucli del curs consisteix en problemes de convergència estocàstica que són essencials a l'estadística (lleis dels grans nombres i teorema central del límit) i en una introducció als processos aleatoris (processos de ramificació, passeigs aleatoris, cadenes de Markov, el procés de Poisson). S'introdueixen alhora els mètodes transformats (funcions generadores i funció característica). Es dóna importància especial a l'estudi d'aplicacions específiques de les unitats teòriques del curs.

Resultats de l'aprenentatge:

- Utilitzar correctament funcions generadores de probabilitat i de moments, i funcions característiques.
- Conèixer la llei normal multidimensional i dominar els càlculs amb variables aleatòries conjuntament gaussianes.
- Entendre els diferents modes de convergència de successions de variables aleatòries, així com el significat precís de les lleis dels grans nombres i del teorema central del límit.
- Conèixer els conceptes bàsics dels processos estocàstics.
- Saber treballar amb cadenes de Markov. Conèixer el significat de les distribucions estacionàries i dels teoremes ergòdics.
- Conèixer el procés de Poisson.
- Capacitat per identificar models de probabilitat basats en els resultats teòrics del curs.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Funcions Generadores i Funció Característica

Descripció:
1.1 Funcions generadores de probabilitats i de moments.
1.2 La funció característica.
1.3 Suma d'un nombre aleatori de variables aleatòries independents.
1.4 Distribucions amb paràmetres aleatoris.
1.5 Aplicació a la mitjana i variància mostrals.

Dedicació: 14h 30m
Classes teòriques: 3h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 10h

2. Processos de Ramificació

Descripció:
2.1 El procés de Galton-Watson.
2.2 Aplicació al creixement de problacions.
2.3 Probabilitats d'extinció.
2.4 Funció generadora de probabilitats de la n-èsima generació.

Dedicació: 11h
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

3. La Llei Gaussiana Multidimensional

Descripció:
3.1 Funció caracterísitica conjunta de variables aleatòries gaussianes independents.
3.2 La llei gaussiana multidimensional.
3.3 Transformacions lineals.
3.4 Dependència lineal i distribucions gaussianes singulars.
3.5 Densitat gaussiana n-dimensional.

Dedicació: 16h
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 10h

4. Successions de Variables Aleatòries

Descripció:
4.1 La llei feble dels grans nombres. Convergència en probabilitat.
4.2 Teorema central del límit. Convergència en distribució.
4.3 Convergència en mitjana quadràtica.
4.4 La llei forta dels grans nombres. Convergència quasi-segura.
4.5 Els lemes de Borel-Cantelli. Exemples d'aplicació.
4.6 Aplicació a estimadors estadístics.

Dedicació: 17h 30m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

6. Passeigs Aleatoris

Descripció:
6.1 Passeigs aleatoris unidimensionals.
6.2 Retorns a l'origen.
6.3 Passeigs aleatoris en el pla i l'espai.
6.4 Introducció al moviment brownià.

Dedicació: 16h
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 10h

7. Cadenes de Markov

Descripció:
7.1 Cadenes de Markov. Propietat de Markov.
7.2 Les equacions de Chapman-Kolmogorov.
7.3 Estats recurrents i estats transitoris.
7.4 Cadenes absorbents.
7.5 Distribucions estacionàries i distribucions límit.
7.6 Aplicació als mètodes de Montecarlo.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 16h

8. El Procés de Poisson

Descripció:
8.1 El procés de Poisson.
8.2 Estadística de les transicions.
8.3 Processos de naixement-mort.
8.4 Cadenes de Markov de temps continu.

Dedicació: 25h
Classes teòriques: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 16h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final de l'assignatura (NF) es calcularà de la forma següent:

$$NF = \max(EF, 0.4*EF+0,4*EP+0,2*T)$$

on EF és la nota de l'examen final, EP és la nota de l'examen parcial i T és la nota dels exercicis i treballs encarregats durant el curs.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Gut, A. An Intermediate course in probability [en línia]. Springer Verlag, 1995 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-0162-0.
- Durret, R. Essentials of Stochastic Processes [en línia]. Springer-Verlag, 1999 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3615-7.

Complementària:
- Grimmet, G.R.; Stirzaker, R.R. Probability and random processes. 3rd ed. Oxford Univ. Press, 2001.
- Sanz Solé, M. Probabilitats. Univ. de Barcelona, 1999.
- Ross, S.M. Introduction to probability models [en línia]. 10th ed. Academic Press, 2010 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123756862.
- Tuckwell, H.C. Elementary applications of probability. 2nd ed. Chapmand & Hall, 1995.
- Grimmett, G; Welsh, D. Probability : an introduction [en línia]. Oxford: Oxford University Press, 2014 [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1791152.
- Blitzstein, J.K.; Hwang, J. Introduction to probability. Second edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. ISBN 9781138369917.

Guia docent
200617 - PE - Programació Estocàstica

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Altres: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements bàsics d'Investigació Operativa / Optimitació / modelització en programació matemàtica

REQUISITS

Assignatura introductòria d'Investigació Operativa.
O capítols 1-3 de "F.S. Hillier, G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, McGraw-Hill" (o primers capítols de llibre similar).

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

Teoria:
Es presenten i discuteixen els continguts de l'assignatura combinant sessions de teoria, problemes i laboratori.

Problemes:
S'intercalen amb la teoria i es presenten i resolen problemes i estudis de cas.

Pràctiques:
Sessions de laboratori en que es mostra l'ús de software per a la resolució de problemes de programació estocàstica.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu del curs és introduir l'alumne als problemes de la modelització de sistemes en presència d'incertesa, i familiaritzar-lo en les tècniques i algorismes per tractar-los. El curs tracta el cas de la programació estocàstica, o optimització de problemes on intervenen variables aleatòries. És proporcionen les bases de la modelització i programació estocàstica i es pretén que l'estudiant en finalitzar el curs sigui capaç d'identificar, modelitzar, formular i solucionar problemes de presa de decisions en que intervinguin tant variables deterministes com aleatòries.

Capacitats a adquirir:

* Identificar davant un problema la possibilitat de plantejar-lo com a problema d'optimització estocàstica.
* Formular problemes d'optimització estocàstica, determinant decisions de primera, segona i successives etapes.
* Conèixer les propietats bàsiques dels problemes d'optimització estocàstica.
* Conèixer mètodes de resolució especialitzats per a problemes estocàstics.
* Conèixer i usar software per a la resolució de problemes estocàstics, d'abast general (AMPL) i específics (NEOS server).

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció.

Descripció:
Presentació. Programació Estocàstica en IO. Relació amb altres mètodes estocàstics.

Dedicació: 60h
Classes teòriques: 38h
Classes pràctiques: 10h
Classes laboratori: 12h

Modelització Estocastica.

Descripció:
Introducció a la Programació Estocàstica. Exemples de models: dues etapes, multietapa, restriccions probabilistes, no lineals. Modelització amb incertesa. Formulació de problemes estocàstics, aversió al risc, restriccions probabilistes.

Propietats bàsiques.

Descripció:
Propietats bàsiques del problemes de programació estocàstica i teoria. Conjunts factibles, funció de recurs, problemes enters estocàstics.
Anàlisis de les solucions. El valor de la solució estocàstica i el valor de la informació perfecta.

Mètodes de resolució

Descripció:
Problemes de dues etapes amb recurs. Mètodes de descomposició: solució del problema primal (mètode L-Shapped, versió amb diversos talls); solució del problema dual (mètode Dantzig-Wolfe). Mètodes de factorització de matrius amb explotació d'estructura. Mètodes de punt interior per a problemes estocàstics.
Mètodes per a problemes multietapa, enters i no lineals.

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Avaluació ordinària:

Examen i realització d'un treball pràctic. La nota final estarà composada en un 65% de la part de teoria i un 35% de la part pràctica.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Birge, J.R.; Louveaux, F. Introduction to stochastic programming [en línia]. Springer, 1997 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/b97617.
- Kall, P.; Wallace, S.W. Stochastic programming. Wiley, 1994.
- Prékopa, András. Stochastic programming. Kluwer Academic Publishers, 1995.

Guia docent
200645 - PBDE - Programació i Bases de Dades Estadístiques

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 723 - CS - Departament de Ciències de la Computació.
707 - ESAII - Departament d'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOAQUIN GABARRÓ VALLÉS

Altres: Segon quadrimestre:
JOAQUIN GABARRÓ VALLÉS - A
ALEXANDRE PERERA LLUNA - A

CAPACITATS PRÈVIES

Assignatura no obligatòria.
L'estudiant ja ha desenvolupat diverses capacitats estadístiques i / o d'investigació operativa anteriorment.
Es requereix anglès de nivell B2 (Cambridge First Certificate, TOEFL PBT >550).

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
4. CE-4. Capacitat de fer servir els diferents procediments d'inferència per a respondre preguntes, identificant les propietats dels diferents mètodes d'estimació i els seus aventatges i inconvenients, adaptats a una situació concreta i en un context específic.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

10. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

11. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

El curs està dividit en 2 mòduls que s'imparteixen de forma successiva. Cada mòdul consta aproximadament de la meitat de les sessions. Totes les classes són teorico-pràctiques i en elles el professorat presenta i discuteix els conceptes bàsics de cada mòdul. El material de suport que s'utilitzarà serà publicat amb anterioritat en Atenea (guia docent, continguts, transparències del curs, exemples, programació d'activitats d'avaluació, bibliografia, ...).

L'estudiant haurà de dedicar les hores d'aprenentatge autònom a l'estudi dels temes del curs, ampliació bibliogràfica i seguiment de les pràctiques de laboratori.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Aquest curs presenta i discuteix les eines i tècniques per preparar els estudiants a la ciència de dades. Els principals conceptes introduïts a classe cobriràn eines i mètodes per a l'emmagatzematge i anàlisi de dades, incloent bases de dades relacional, NoSQL i bases de dades distribuïdes, la computació científica, "machine learning" aplicat i "deep learning" amb Python. També s'estudiarà Scala y Spark. El curs consta de dos mòduls principals.

MÒDUL 1:
En primer mòdul abastarà un curs intensiu per python científic per a l'anàlisi de dades. Aquest curs inclourà inclourà quatre puntos:
* Introducció al llenguatge Python com una eina. ipython, ipython portàtil (jupyter), tipus bàsics, la mutabilitat i immutabilitat i la programació orientada a objectes.
* Breu introducció a Python numèric i matplotlib per a la visualització gràfica.
* Introducció als kits científics per a l'anàlisi de dades amb machine learning. Anàlisi de Components Principals, de clustering i anàlisi supervisat amb dades multivariats.
* Introducció al Deep Learning en Python.

MÒDUL 2:
Presentem el llenguatge Scala i l'arquitectura Spark.
* Escala com a llenguatge funcional i les col·leccions Scala.
* Conjunt de dades distribuïdes i resistents d'Spark.
* Spark i SQL.
* Introducció a MLlib.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció a Python

Descripció:
a. Per què Python?
b. Història de Python
c. Instal·lació de Python
d. Recursos de Python

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

Treballar amb Python

Descripció:
a. Flux de Treball
b. ipython vs. CLI
c. Els editors de text
d. IDE
e. Notebook

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

Primeres passes amb Python

Descripció:
a. Introducció
b. Obtenció d'ajuda
c. Tipus bàsics
d. Mutable i en mutable
e. Operador d'assignació
f. El control de flux d'execució
g. El maneig d'excepcions

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

Funcions i programació orientada a objectes

Descripció:
a. Definició de funcions
b. Entrada i Sortida
c. Biblioteca estàndard
d. programació orientada a objectes

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

Introducció a la NumPy

Descripció:
a. Visió de conjunt
b. Les matrius
c. Les operacions sobre matrius
d. Matrius avançades (ndarrays)
e. Notes sobre el rendiment (\%timeit en ipython)

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

Introducció a Pandas

Descripció:
contingut català

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

Matplotlib

Descripció:
a. Introducció
b. Figures i subplots.
c. Eixos i un major control de les Figures
d. Altres tipus de gràfics
e. Animacions

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

Scikits de Python

Descripció:
a. Introducció
b. scikit-timeseries

Dedicació: 1h
Grup gran/Teoria: 1h

scikit-learn

Descripció:
a. Conjunts de dades
b. Generadors de mostra
c. L'aprenentatge no supervisat
d. Aprenentatge supervisat
i. L'anàlisi discriminant lineal i quadràtica
ii. Els veïns més propers
iii. Màquines de suport vectorial (Support Vector Machines)
e. Selecció de característiques

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 8h

Introducció pràctica al scikit-learn

Descripció:
a. La solució d'un problema de cares principals (eigenfaces)
i. Objectius
ii. Descripció de les dades
iii. Les classes inicials
iv. Importació de dades
b. Anàlisi no supervisada
i. Estadístiques descriptives
ii. Anàlisi de Components Principals
iii. Clustering
c. Anàlisi supervisada
i. k-veïns més propers
ii. Classificació amb suport vectorial
iii. Validació creuada

Dedicació: 5h 30m
Grup gran/Teoria: 5h 30m

Introducció a Zeppelin, Scala y Programació Funcional

Descripció:
a. Immutable i mutable
b. Llistes i mapes, filtres, reduccions
c. Map Reduce
d. Altres col·leccions, Streams

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 5h

Architecture Spark & Spark Core

Descripció:
a. Arquitectura Spark: en particular Spark Core
b. Context Spark
c. Tipus d'operacions: transformacions i accions
d. RDD: Conjunts de Dades Distribuïts Resistents
e. Tancament d'una funció

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 5h

Spark SQL

Descripció:
a. Llegint d'un fitxer.
b. Spark Data Frame.
c. Selecció, filtres, agrupació, classificació.
d. Operacions amb finestres
c. SQL

Dedicació: 7h 30m
Grup gran/Teoria: 7h 30m

Spark: MLlib

Descripció:
a. Descripció de la MLlib.
b. Labeled Points i features
c. Exemple de regressió lineal

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 5h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- 1/4 Examen escrit del primer mòdul
- 1/4 Examen escrit del sgon mòdul
- 1/2 Treball Final pràctic en grans bases de dades que integren els conceptes de tots dos mòduls

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Zaharia, M.; Karau, H.; Konwinski, A.; Wendell, P. Learning Spark Lightning-Fast Big Data Analysis. 2015. O'Reilly Media, ISBN 978-1449-35862-4.
- Swartz, Jason. Learning Scala: Practical Functional Programming for the JVM [en línia]. 2014. O'Reilly Media, [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1888253. ISBN 978-1-449-36793-0.
- Langtangen, H.P. A Primer on scientific programming with Python [en línia]. Springer, 2011 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02475-7. ISBN 978-3-642-18365-2.
- Shapiro, B.E. Scientific computation: Python hacking for math junkies. Sherwood Forest Books, 2015. ISBN 9780692366936.
- Baumer, Benjamin; Kaplan, Daniel; Horton, Nicholas. Modern data science in R. Primera. Boca Raton: CRC, 2017.

Complementària:
- Spector, P. Concepts in computing with data (Stat 133, UC Berkeley) [en línia]. Berkeley, 2011Disponible a: http://www.stat.berkeley.edu/~s133/.

Guia docent
200620 - QR - Quantificació de Riscos

Última modificació: 27/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: CATALINA BOLANCÉ LOSILLA

Altres: Primer quadrimestre:
CATALINA BOLANCÉ LOSILLA - A
LUIS ORTIZ GRACIA - A

REQUISITS

Coneixements mínims d'inferència estadística (al nivell de DeGroot and Schervish, 2012)
i d'anàlisi multivariant bàsic (components principals, al nivell de Peña, 2002).

DeGroot, M.; Schervish, M. (2012) Probability and statistics. 4th ed. Pearson, 2012.
Peña, D. Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill, 2002.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
6. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
7. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
8. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
9. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
10. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
11. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

-

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Comprendre i saber utilitzar la metodologia estadística per a la gestió de riscos en banca, companyies asseguradores i institucions similars.
- Formar els investigadors en les tècniques quantitatives del risc més recents, mostrant també els temes de recerca en aquest àmbit.
- Utilització del programa R en l'aplicació de les tècniques estadístiques per a la quantificació de riscos.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Introducció

Descripció:
1.1 Conceptes bàsics en la gestió de el risc
1.2 Modelitzant el valor i el canvi de valor
1.3 Tipus de risc
1.4 Alguns exemples
1.5 Mesures coherents de risc

Competències relacionades:
MESIO-CE2. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
MESIO-CE1. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
MESIO-CE9. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.
MESIO-CE3. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
MESIO-CE5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
MESIO-CE6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
MESIO-CE7. CE-7. Capacitat per a comprendre articles d'estadística i investigació operativa de nivell avançat. Conèixer els procediments d'investigació tant per a la producció de nous coneixements com per a la seva transmissió.
CT2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

CT4. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT5. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

Dedicació: 7h 30m
Grup gran/Teoria: 7h 30m

4. Models multivariants de gestió de riscos

Descripció:
4.1 Distribució normal multivariant i la quantificació del risc
4.2 Anàlisis factorial en la quantificació del risc
4.3 Distribucions esfèriques i el·líptiques i la quantificació del risc

Dedicació: 10h
Grup gran/Teoria: 10h

5. Mesures de dependència i còpules

Descripció:
5.1 Definicions
5.2 Exemples de còpules
5.3 Aplicacions

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 8h

6. Teoria del valor extrem

Descripció:
6.1 Distribucions de valor extrem generalitzades
6.2 Distribució de Pareto i relacionades
6.3 Mètode d'Hill
6.4 Estimació no paramètrica
5.5 Estimació nucli transformada

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

2. Mesura del risc de mercat

Descripció:
2.1 Carteres d'actius i de derivats
2.2 Optimització de carteres

Dedicació: 7h 30m
Grup petit/Laboratori: 7h 30m

3. Mètodes de quantificació de el risc

Descripció:
3.1 Variància-Covariança
3.2 Simulació Històrica
3.3 Montecarlo
3.4 Exemples

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 6h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

-Avaluació contínua: Es proposa als alumnes realitzar un informe de resultats aplicant les tècniques de quantificació de riscos estudiades al llarg del curs a una cartera d'accions que dissenyarà cada alumne de forma individualitzada (50% de la nota). Es dedicarà una sessió de classe en la seva totalitat a resoldre exercicis de forma individual (50% de la nota).
-Avaluació única: L'avaluació única consistirà en un examen escrit que tindrà cinc o sis exercicis. Alguns d'aquests exercicis consistiran en interpretar els resultats quantitatius d'una situació plantejada.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Jorion, P. Value at risk. The new benchmark for managing financial risk. McGraw Hill, 2007.
- Coles, S. An introduction to statistical modelling of extreme values. Berlin: Springer, 2001. ISBN 1852334592.
- Resnick, S.I. Heavy-tail phenomena [en línia]. New York: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-45024-7.
- McNeil, A.J.; Frey, R.; Embrechts, P. Quantitative risk management. Princeton: Princeton University Press, 2005.
- Bolancé, C. ; Guillén, M. ; Gustafsson, J. ; Nielsen, J.P. Quantitative operational risk models (with examples in SAS and R). Chapman & Hall/CRC, 2012.
- Adrian, T. and Brunnermeier, M.K.. "CoVaR". American Economic Review [en línia]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1257/aer.20120555.

Guia docent
200610 - ST - Sèries Temporals

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES

Altres: Segon quadrimestre:
LESLY MARIA ACOSTA ARGUETA - A, B
JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES - A, B

CAPACITATS PRÈVIES

El curs assumeix els nivells bàsics d'estadística similars als que es poden aconseguir en el primer semestre del Màster. Els alumnes han d'estar familiaritzats amb els conceptes relacionats amb els models estadístics, com els models lineals, i la prova d'hipòtesis i significació estadística.
Alguns conceptes bàsics relacionats amb la metodologia de Box-Jenkins per a l'ajust de models ARIMA ajudaria a seguir el curs (veure els tres primers capítols de "Time Series Analysis and Its Applications. With R examples" 3rd Edition Shumway and Stoffer http://www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa3/).
Encara que molts exemples procedeixen de l'àmbit economètric, la metodologia del curs pot ser aplicat en diferents àrees (ecologia, epidemiologia, enginyeria, ...)
Es tractaran mètodes de predicció basats en tècniques Machine Learning, en concret xarxes neuronals artificials (ANN).
El curs introduirà tècniques relacionades amb els models d'espai d'estat i el filtre de Kalman. Coneixements bàsics previs d'aquest entorn també ajudaria a seguir el curs, però no és essencial.
Un bon coneixement del llenguatge de programació R pot ajudar a obtenir el màxim profit del curs.

REQUISITS

Es valorarà coneixements sobre el model lineal

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
4. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
5. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
6. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

* Teoría:

Son sessions de 1,5h. on es presenten i discuteixen els continguts de l'assignatura amb l'ajut de transparències. El professor, amb l'ajut de l'ordinador, mostra exemples pràctics de resolució de problemes de series temporals (tots els fitxers usats pel professor son públics a la xarxa de la FME). Els estudiants disposen a l'inici del curs dels apunts de l'assignatura.

* Laboratori:
Son sessions de 1,5h. setmanals de laboratori, en les quals els estudiants treballen, amb l'ajut del professor, seguint el guió prèviament distribuït, sobre problemes i/o casos pràctics.

* Pràctiques:
Hi ha dues pràctiques, a realitzar en parelles, consistents cadascuna en la resolució de casos que s'han tractar parcialment a les sessions de laboratori. Cada pràctica es realitzarà fora de l'horari lectiu i puntuarà per a la nota final. La presentació dels informes de les pràctiques es realitzarà dins dels termini de dues setmanes després de fer-se públic el guió.
També, al final del curs cada grup d'estudiants ha de preparar un informe escrit sobre unes dades reals.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

L'objectiu del curs és que l'estudiant aprofundeixi en la sistemàtica i l'anàlisi de series temporals reals uni i multivariants , quan es disposa de variables aleatòries que no son independents entre si.

L'estudiant ha
* D'adquirir els fonaments teòrics i experiència en l'ús de la metodologia per construir models i obtenir previsions de casos reals de series temporals en diferents camps, en especial en aplicacions economètriques i financeres.
* Consolidar els coneixements teòrics i pràctics per identificar, estimar i validar modelitzar series temporals univariants i multivariants i fer previsions. Models ARIMA i VAR.
* Valorar els impactes de les intervencions i detectar dades atípiques i efectes de calendari.
* Aplicar i valorar les prediccions obtingudes mitjançant xarxes neuronals artificials
* Comprendre la formulació de models en espai d'estat i el filtre de Kalman per explicar l'evolució de variables no observables a partir d'altres, relacionades amb elles que sí podem observar.
* Iniciar-se els models amb volatilitat per a sèries econòmiques.

Capacitats a adquirir:

* Conèixer i utilitzar els models univariants i multivariants per a sèries temporals.
* Davant d'una sèrie temporal real, ser capaç de decidir quin tipus de model és més adequat.
* Utilització i programació d'algorismes d'estimació i previsió utilitzant R.
* Presentar els resultats de l'anàlisi d'un cas real.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	22,5	18.00
Hores grup petit	22,5	18.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Anàlisi i modelització de sèries temporals univariants. Models ARIMA. Previsió amb models ARIMA

Descripció:
- Estudi exploratori de les dades d'una sèrie: tendència, estacionalitat i cicles. Transformació de les dades
- Dependència dinàmica: autocorrelació i autocorrelació parcial
- Processos estocàstics estacionaris. Models ARMA. Invertibilitat i estacionarietat del model
- Processos estocàstics no estacionaris. Models ARIMA i ARIMA estacionals.
- Identificació, estimació i validació del model. Criteris per a la selecció del millor model
- Previsions amb els models ARIMA

Dedicació: 36h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 6h
Aprenentatge autònom: 24h

Dades atípiques, efectes calendari i anàlisi d'intervenció

Descripció:
- Tècniques i algorismes per a la detecció automàtica de dades atípiques, efectes de calendari (Pasqua i díes laborables) i anàlisi d'intervenció

Dedicació: 16h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

Tècniques de predicció basades en Machine Learning

Descripció:
- Mètodos de predicció basats en Machine Learning: Xarxes Neuronals Artificials i Regressió amb Vectors de Suport
- Validació i anàlisis de sensibilitat. Mesures de comparació amb models estadístics

Dedicació: 7h
Grup gran/Teoria: 1h 30m
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 4h

Espai d'estat, filtre de Kalman i aplicacions

Descripció:
- Utilització de la formulació del filtre de Kalman per al filtrat i l'allisat de les dades i per a l'estimació de paràmetres.
- Formulació en espai d'estat de models ARMA i ARIMA i estimació màxim versemblant de paràmetres de sèries uni i multivariants.
- Tractament de dades mancants amb el filtre de Kalman

Dedicació: 36h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 6h
Aprenentatge autònom: 24h

Models estructurals en espai d'estat

Descripció:
Models estructurals de sèries temporals: estimació i validació.

Dedicació: 7h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 1h 30m

Introducció als models amb volatilitat

Descripció:
- Característiques estadístiques de les series financeres: Asimetria i curtosi.
- Volatilitat en sèries econòmiques i en els mercats financers: Models ARCH, GARCH i amb volatilitat estocàstica. Propietats. Identificació i verificació d'aquests models.

Dedicació: 7h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 1h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Lliurament d'exercicis resolts per part dels estudiants. Informes sobre sèries reals. Exàmens parcials i finals.
La nota final de l'assignatura (N) s'obté a partir de la nota de l'examen parcial (Np), dels qüestionaris presentats a les sessions de laboratori (Nl), de la modelització d'un cas real (Nmr) i de l'examen final (Nf), d'acord amb l'expressió :

N=0,2*max(Np,Nf)+0,25*Nl+0,25*Nmr+0,3*Nf

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Brooks, Chris. Introductory econometrics for finance. 2nd ed. Cambridge: University Press, 2008. ISBN 9780521873062.
- Harris, Richard I. D.; Sollis R. Applied time series modelling and forecasting. Chichester: John Wiley, 2003. ISBN 0470844434.
- Enders, W. Applied econometric time series. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2004. ISBN 0471230650.
- Box, George E. P.; Jenkins, G.M.; Reinsel, G.C. Time series analysis : forecasting and control. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2008.
- Shumway, R. H.; Stoffer, D. S. Time series analysis and its applications : with R examples [en línia]. 4th ed. New York: Springer, 2017 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-36276-2. ISBN 9780387293172.
- Peña Sánchez de Rivera, Daniel. Anàlisis de series temporales. Madrid: Alianza Editorial, 2005. ISBN 8420691283.

Complementària:
- Lütkepohl, Helmut; Krätzig, M. (eds.). Applied time series econometrics. New YORK: Cambridge Univ. Press, 2004. ISBN 052183919X.
- Lütkepohl, Helmut. New introduction to multiple time series analysis [en línia]. Berlin: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/content/978-3-540-40172-8. ISBN 9783540262398.
- Cryer, Jonathan D. Time series analysis : with applications in R [en línia]. 2nd ed. New York: Springer Text in Statistics, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-75959-3. ISBN 9780387759586.
- Commandeur, Jacques J. F.; Koopman S. J. An introduction to state space time series analysis. Oxford: Oxford University Press, 2007. ISBN 9780199228874.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A. Time series: theory and methods. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 0387974296.
- Peña, D.; Tiao, C.G.; Tsay, R. (eds.). A course in time series analysis. New York: John Wiley, 2001. ISBN 047136164X.
- Durbin, J.; Koopman, S.J. Time series analysis by state space methods. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN

0198523548.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series [en línia]. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 15/03/2021]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470644560. ISBN 0471690740.

Guia docent
200608 - SIM - Simulació

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: ESTEVE CODINA SANCHO

Altres: Primer quadrimestre:
SERGI CIVIT VIVES - A
ESTEVE CODINA SANCHO - A
LIDIA MONTERO MERCADÉ - A

CAPACITATS PRÈVIES

* Probabilitats, inferència estadística i Models Lineals
* Coneixements d'algun llenguatge de programació de propòsit general i en particular de desenvolupament d'scripts. Coneixements de l'entorn de software estadístic R.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
4. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
5. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
7. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
8. CE-8. Capacitat de discutir la validesa, l'abast i la rellevància d'aquestes solucions i saber presentar i defensar les conclusions.

Transversals:
1. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que en regeixen l'activitat; tenir capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.

2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

METODOLOGIES DOCENTS

-Classes teòriques i problemes
-Sessions pràctiques
-Treballs dirigits

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Introduir a l'alumnat en la metodologia de simulació de Montecarlo per a estudiar les propietats de mètodes estadístics. Introduir al alumne a la simulació com una tècnica de la Investigació Operativa per tractar amb models de sistemes quan els mètodes analítics no son aplicables per no existir-ne o per no ser computacionalment eficients. Aprofundir en la metodologia de la construcció de models per a la presa de decisions. Presentar una visió panoràmica dels mètodes de simulació i en particular els de simulació de sistemes discrets. Que l'alumne faci l'aprenentatge de l'enfocament específic del mètode de la programació d'esdeveniments. Familiaritzar a l'alumne amb els mètodes estadístics d'anàlisi de les
dades de simulació, la caracterització de l'aleatorietat de les dades d'input, els mètodes de Monte Carlo per a la generació de mostres, el disseny d'experiments i l'anàlisi de resultats.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Tema 1. Introducció a la simulació.

Descripció:
Introducció a la Simulació. Usos en Estadística. Usos en Investigació Operativa per la Modelització de Sistemes. Casos d'estudi bàsics.

Dedicació: 14h 30m
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 10h

-Tema 2. Input Data Analysis.

Descripció:
L'anàlisi del sistema: processos de recollida de dades i adquisició de coneixement. L?anàlisi de l?aleatorietat. Tècniques d?anàlisi descriptiva de dades. Formulació d'hipòtesis probabilístiques, ajustament i validació de models de simulació.

Dedicació: 21h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 15h

Tema 3. Generació de mostres.

Descripció:
Generació de seqüències pseudoaleatòries. Mètodes generals de generació de distribucions discretes i contínues. Generació de les principals distribucions univariants. Generació de vectors aleatoris. Generació de processos estocàstics.

Dedicació: 28h 50m
Grup gran/Teoria: 7h
Grup petit/Laboratori: 3h 30m
Aprenentatge autònom: 18h 20m

-Tema 4. Introducció a la simulació de sistemes discrets.

Descripció:
Els models de simulació. Simulació discreta i simulació contínua. Models teòrics per la modelització de sistemes discrets: Sistemes d?Espera. Règim estacionari. Fòrmula de Little. Perspectiva Models Exponencials. Models GI/G/s, aproximacions. L'anàlisi del sistema: identificació de?entitats, atributs i relacions. Formalització del model de simulació. Mètodologia de simulació de sistemes discrets "event-scheduling". Exemples i aplicacions.

Dedicació: 24h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 15h

-Tema 5. Anàlisi i disseny d'experiments de simulació.

Descripció:
Disseny d'experiments de simulació. Simulacions amb horitzó finit. Simulacions amb horitzó infinit: tècniques de batch-means, mètodes regeneratius, etc. Tècniques de reducció de variància.

Dedicació: 3h
Grup gran/Teoria: 3h

Tema 6. Introducció al bootstrap i als tests de permutacions

Descripció:
Bootstrap, principi "plug-in" i simulació. Bootstrap paramètric i no parmètric. Intervals de confiança bootstrap. Tests de permutacions: exactes i de Montecarlo. Alguns tests de permutacions.

Dedicació: 32h
Grup gran/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 20h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

-1 prova parcial dels temes 1 a 3, eliminatòria de matèria.
-2 treballs pràctics, un de simulació en Estadística, bootstrap i permutacions, i l'altre de simulació de sistemes.
-1 examen final, temes 4, 5 i 6 per qui hagi superat el parcial, temes 1 a 6 en cas contrari.

Sigui "E" la nota d'exàmens (mitjana de parcial i final si s'ha superat el parcial, o bé final solament) i "T" la nota mitjana dels treballs. La nota final serà 0.5E + 0.5T.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

El parcial elimina matèria si s'aprova.
El lliurament satisfactòri dels Treballs Pràctics és imprescindible per aprovar l'assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Efron, B. and Tibshirani, R. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, 1993.
- Good, Phillip I. Permutation, parametric and bootstrap tests of hypotheses [Recurs electrònic] [en línia]. 3rd ed. New York, NY: Springer Science+Business Media, Inc, 2005 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/b138696. ISBN 9780387271583.
- Gentle, J.E. Elements of computational statistics [en línia]. Springer, 2002 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007/b97337. ISBN 0387954899.
- Banks, J. et al. Discrete-event system simulation. Prentice Hall, 2005.
- Law, Av.M.; Kelton, W.D. Simulation modeling and analysis. 5th ed. McGraw-Hill, 2014.
- Fishman, G.S. Discrete-event simulation modeling, programming and analysis. Springer, 2001.
- Robert, C.P.; Casella, G. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. Springer, 2004.
- Ross, S.M. Simulation. 4a ed. Academic Press, 2006.
- Kroese, Dirk P.; Taimre, Thomas; Botev, Zdravko I. Handbook of Monte Carlo Methods. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. ISBN 978-0-470-17793-8.

RECURSOS

Altres recursos:
Campus virtual

Guia docent
200623 - SPDE - Simulació per a la Presa de Decisions Empresarials

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: PAU FONSECA CASAS

Altres: Segon quadrimestre:
ESTEVE CODINA SANCHO - A
PAU FONSECA CASAS - A
JOAN GARCIA SUBIRANA - A

REQUISITS

El curs assumeix nivells bàsics d'estadística similars als que es poden aconseguir en el primer semestre del Màster. L'alumne ha d'estar familiaritzat amb els conceptes de proves d'hipòtesis, significació estadística i anàlisi de la variància. Conceptes necessaris per seguir el curs es poden trobar, per exemple, en el text "Simulation modeling and analysis" de Law, A. M.; Kelton, W.D.

El curs suposa una bona actitud cap als problemes relacionats amb els negocis i la pressa de decisió, tot i que problemes ambientals i socials també s'analitzarà a causa de la seva relació inherent amb els negocis i la presa de decisions.

Idealment aquest curs s'impartiria després de la introducció a la simulació com a part d'un currículum orientat a la simulació. Encara que és interessant haver superat "SIM - simulació" i tenir una certa familiaritat amb els problemes que es poden resoldre utilitzant les tècniques desenvolupades allà, no es considera essencial.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
7. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura es eminentment pràctica i vol que l'alumne, a partir d'un conjunt de entregables que es desenvolupen en el laboratori sigui capaç, al final del curs, de ressoldre problemes reals similars als plantejats a classe.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Introduir l'anàlisi de problemes reals en el mon de la fabricació, la logística, la millora de processos o el dimensionament i ajust de serveis en el marc de la la Indústria 4.0. Es tracta, basant-se en les metodologies docents apropiades a cada context, de realitzar els passos necessaris per a conduir un projecte de simulació que permeti la millora del rendiment d'un sistema o que doni suport efectiu a la presa de decisions en situacions d'incertesa o risc.
* Amb aquesta finalitat, es presenten i debaten diversos projectes d'aplicació desenvolupats en l'àmbit professional, es determinen els possibles objectius de l'estudi, es determinen les aproximacions metodològiques més apropiades pel model plantejat en funció d'aquests, i es suggereixen les eines més potents i efectives per a la resolució del problema.
* Estudi i caracterització de les dades necessàries per a la simulació, es dissenyaran els escenaris d'experimentació a avaluar, s'estudiaran les necessitats de representació gràfica, tant dels models com dels resultats i de els característiques d'interactivitat i d'usabilitat dels entorns de desenvolupament dels projectes.
* Es dissenyaran els processos de forma a garantir, dins del què permet el temps disponible per al desenvolupament de l'assignatura, uns criteris bàsics de verificació i de validació dels models i dels resultats de la simulació.
* S'introdueixen els conceptes relacionats amb l'acreditació de components i de models de simulació i dels processos associats al cicle de vida d'un projecte de simulació. Es valoraran aspectes relacionats amb el codi ètic exigible en el disseny i explotació d'aquest models.
* Finalment, i a partir del recorregut conceptual aplicat a diversos entorns socials, tecnològics o econòmics, s'obtindrà una perspectiva amplia de les possibles aplicacions professionals de la simulació i al planejament i gestió del projectes de simulació.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció

Descripció:
Introducció a la metodologia de construcció de models de simulació i a la planificació de projectes de simulació. Arquitectura bàsica dels sistemes de suport a la presa de decisions en situacions d'incertesa o risc. Explicació de les palanques (model McKinsey) de la indústria 4.0.

Dedicació: 1h 50m
Classes teòriques: 1h 50m

Descripció d'exemples

Descripció:
Descripció d'exemples del món industrial, dels serveis i d'altres sistemes en els que la simulació és aplicable. Criteris d'aportació de valor dels estudis de simulació. Sistemes incrustats. Casos d'aplicació que s'utilitzaran al llarg del curs.

Dedicació: 1h 50m
Classes teòriques: 1h 50m

Paradigmes

Descripció:
Anàlisi metodològic associat a la tipologia dels models de simulació considerats. Universos discrets, continus i híbrids. La simulació de models continus. Diagrames causals i de Forrester. Dinàmica de sistemes.

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

Formalismes

Descripció:
Formalismes per a l'especificació de models de simulació: Xarxes de Petri, diagrames SDL, DEVS. Veurem com integrar aquests llenguatges en el món industrial i com impacta en la visió global de l'anomenada Indústria 4.0

Dedicació: 2h
Grup gran/Teoria: 2h

Disseny dels experiments

Descripció:
Disseny dels experiments i metodologia per a l'anàlisi dels resultats de la simulació.

Dedicació: 1h 50m
Classes teòriques: 1h 50m

Verificació, validació i acreditació

Descripció:
Criteris per a la verificació, validació i acreditació en els projectes de simulació. Aspectes ètics. Elements de cost i planificació dels projectes, estimació de temps i costos.

Dedicació: 1h
Classes teòriques: 1h

Sistemes de simulació

Descripció:
Preparació per al desenvolupaments de projectes amb simuladors genèrics comercials, com Flexim, ARENA, WITNESS i SDLPS. Explicació dels elements més importants dels paquets, de les seves funcionalitats i la integració amb la indústria a través del concepte de "bessó digital" de la Indústria 4.0.

Dedicació: 2h 50m
Grup gran/Teoria: 2h 50m

Nous paradigmes

Descripció:
Introducció als nous paradigmes de simulació i la seva aplicació en el context de la simulació de processos i de serveis: simulació amb agents intel·ligents, autòmats cel·lulars.

Dedicació: 1h 50m
Classes teòriques: 1h 50m

Nous components

Descripció:
Components i dispositius combinables amb els entorns d'explotació de models de simulació. SIG i simulació.

Dedicació: 1h
Pràctiques externes: 1h

Casos pràctics

Descripció:
Desenvolupament de casos pràctics, presentació efectiva dels projectes i dels resultats.

Dedicació: 1h
Pràctiques externes: 1h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació combinarà les qualificacions de dues pràctiques T1 i T2 i d'un examen final.
Tant en T1 com en T2 poden haver diferents entregues parcials que ajudaran a l'ajust del treball de l'alumne als ritmes desitjats, a la validació dels passos efectuats en el desenvolupament del projecte, i aniran constituint la nota global de cada pràctica.

T1: Primera pràctica: Especificació del model.

T2: Segona pràctica: Implementació i informe final del model.

E: Examen final.

Nota final=T1*0.4+T2*0.4+E*0.2

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Banks, J. ... [et al.]. Discrete-event system simulation. 5th ed. Prentice Hall, 2010.
- Fishman, George S. Discrete-event simulation modeling, programming and analysis. Springer, 2001.
- Robert, C.P.; Casella, G. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. Springer, 2004.
- Guasch, A. ... [et al.]. Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación [en línia]. 2ª ed. Edicions UPC, 2003 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36767.
- Fonseca Casas, Pau. Formal languages for computer simulation : transdisciplinary models and applications [en línia]. Hershey: Information Science Reference, cop. 2014 [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-4369-7. ISBN 9781466643697.
- Fonseca i Casas, Pau. Simulació discreta per mitjà de la interacció de processos [en línia]. Editorial UPC, 2009 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36836.
- Law, A. M.; Kelton, W.D. Simulation modeling and analysis. 5th ed. McGraw-Hill, 2014.

Guia docent
200648 - SERS - Software Estadístic: R i SAS

Última modificació: 29/05/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: KLAUS GERHARD LANGOHR

Altres: Primer quadrimestre:
KLAUS GERHARD LANGOHR - A, B
ANTONIO MONLEON GETINO - A, B
DAVID MORIÑA SOLER - A, B
ANA MARIA PÉREZ MARÍN - A, B

CAPACITATS PRÈVIES

A la part d'R hi haurà dos cursos: un de nivell introductori i un altre d'un nivell intermedi. El primer és per a estudiants amb cap o poca experiència de R, el segon per a estudiants que hagin treballat amb R anteriorment com, per exemple, estudiants amb un grau en estadística. En canvi, les classes de SAS seran les mateixes per a tots els estudiants.

REQUISITS

El curs d'R de nivell intermedi requereix que els estudiants tinguin experiència en treballar amb R.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
3. CE-1. Capacitat per a dissenyar i gestionar la recollida d'informació, així com la codificació, manipulació, emmagatzematge i tractament d'aquesta informació.
4. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.
5. CE-6. Capacitat per a fer servir el software més adequat per a realitzar els càlculs necessaris a la resolució d'un problema.
7. CE-9. Capacitat per a implementar algoritmes d'estadística i investigació operativa.

Transversals:
1. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

METODOLOGIES DOCENTS

Durant la primera part del curs s'ensenyarà el software estadístic R i a la segona part el software estadístic SAS. Per tal d'il·lustrar els procediments estadístics i com fer gràfics es faran servir dades reals. A cada part s'avaluarà els estudiants mitjançant proves que es fan a classe i una pràctica final.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Durant el curs es presenten dos paquets estadístics, els llenguatges de programació R i SAS, que tenen una gran difusió tant en l'àmbit acadèmic com en l'empresarial i industrial.

Es pretén que l'estudiant, en acabar el curs, sigui capaç d'utilitzar ambdós software per
· llegir dades de fitxers externs,
· fer anàlisis descriptives,
· fer gràfics d'alta qualitat per representar dades,
· ajustar models de regressió a un conjunt de dades,
· programar funcions pròpies.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Introducció a R [Nivell introductori]

Descripció:
a) La pàgina web d'R
b) Instal·lació d'R i de paquets contribuits
c) Fonts de ajuda per a R

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup petit/Laboratori: 0h 30m

Objectes d'R

Descripció:
Creació i manipulació de
a) Vectors numèrics i alfanumèrics
b) Matrius
c) Llistes
d) Data frames

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h

Anàlisi descriptiva i exploratori amb R

Descripció:
a) Lectura de fitxers externs
b) Anàlisi descriptiva univariant
c) Anàlisi descriptiva bivariant
d) Eines gràfiques: histograma, diagrama de caixa, gràfic de dispersió i altres.

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h

Programació bàsica amb R

Descripció:
a) Programació bàsica: bucles amb for, while, if-else
b) Les funcions tapply, sapply, lapply
c) Creació de funcions pròpies
d) Funcions per treballar amb variables tipus data

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h

Estadística inferencial amb R: contrastos d'hipòtesis i models de regressió

Descripció:
a) Proves d'hipòtesi per a una població
b) Proves d'hipòtesi per a dues i més poblacions
c) Proves no paramètriques
d) Ajust de models lineals generals

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup petit/Laboratori: 0h 30m

Nivell intermedi d'R

Descripció:
a) Repàs del treball amb data frames
b) Reestructuració de conjunts de dades
c) Programació i creació de funcions de nivell intermedi
d) Introducció al conjunt de paquets Tidyverse

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup petit/Laboratori: 0h 30m

Introducció a SAS

Descripció:
a) Estructura dels programes SAS: DATA y PROC.
b) Conjunts de dades SAS i llibreries.
c) Importació i exportació de dades.
d) Creació de variables. Ordres d'assignació.
e) Unió de fitxers.
f) Gestió de data sets

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup petit/Laboratori: 0h 30m

Procediments bàsics de SAS

Descripció:
a) Introducció als procediments.
b) Procediments estadístics i gràfics.

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 2h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Transformació i manipulació de dades

Descripció:
a) Utilització de funcions predefinides.
b) Transformació condicional de variables.
c) Generació de dades amb bucles DO.
d) Variables calendari.
e) Funcions cadena.
f) Diagnòstic i depuració d'errors.

Dedicació: 5h 30m
Grup gran/Teoria: 3h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h

Introducció al llenguatge matricial amb el SAS: SAS/IML

Descripció:
a) Introducció al mòdul SAS/IML.
b) Definició de matrius.
c) Operadors i funcions de SAS/IML.
d) Importació i exportació de bases de dades des d'IML.

Dedicació: 5h 30m
Grup gran/Teoria: 3h 30m
Grup petit/Laboratori: 2h

Procediments avançats

Descripció:
a) Introducció al mòdul SAS/STAT.
b) Contrastos paramètrics: PROC TTEST, PROC ANOVA.
c) Anàlisi de regressió: PROC REG i PROC GLM.

Dedicació: 1h 30m
Grup gran/Teoria: 1h
Grup petit/Laboratori: 0h 30m

Macros en SAS

Descripció:
a) Introducció al lenguatge macro de SAS.
b) Definició de variables macro.
c) Creació de macros en SAS.

Dedicació: 3h 30m
Grup gran/Teoria: 3h 30m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La nota final serà la mitjana de les notes obtingudes en les proves
a) amb R (50%),
b) amb SAS (50%).
Amb R es faran dues proves en classe (pes de cada prova: 30%) i una pràctica final que s'ha de fer a casa (40%). Amb SAS es faran dues proves en classe (pes de cada prova: 40%) i una pràctica final que s'ha de fer a casa (20%).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Braun, W.J.; Murdoch, D.J. A First course in statistical programming with R. Cambridge University Press, 2007. ISBN 97805216944247.
- Kleinmann, K.; Horton, N.J. SAS and R: Data management, statistical analysis and graphics. Chapman & Hall, 2009. ISBN 978-1-4200-7057-6.
- Der, Geoff; Everitt, Brian. A Handbook of statistical analyses using SAS. 3rd ed. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, cop. 2009. ISBN 978-1-58488-784-3.
- Crawley, Michael J. Statistics: An introduction using R. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0-470-02297-3.
- Cody, R. Learning SAS by Example: A Programmer's Guide [en línia]. SAS Institue, 2007Disponible a: http://sites.stat.psu.edu/~hma/PSU/Learning%20SAS%20by%20Example%20A%20Programmers%20Guide.pdf. ISBN 978-1-59994-165-3.
- Cody, R. SAS Statistics by Example. SAS Institue, 2011. ISBN 978-1-60764-800-0.
- Delwiche, L.D.; Slaughter, S.J. The Little SAS Book: A primer. 5th Edition. SAS Institue, 2012. ISBN 978-1-61290-343-9.
- Dalgaard, P. Introductory Statistics with R [en línia]. 2nd Edition. Springer, 2008Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1. ISBN 978-0-387-79054-1.
- Kleinman, Ken; Horton, Nicholas J. SAS and R : data management, statistical analysis, and graphics. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2010. ISBN 9781420070576.

Complementària:
- Murrell, P. R graphics. Chapman & Hall, 2006. ISBN 158488486X.
- Muenchen, R.A. R for SAS and SPSS Users. Springer, 2011. ISBN 978-1-4614-0685-3.
- Base SAS® 9.2 Procedures Guide [en línia]. SAS Institute, 2009Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/proc/61895/PDF/default/proc.pdf. ISBN 978-1-59994-714-3.

- Base SAS® 9.2 Procedures Guide: Statistical Procedures [en línia]. 3rd Edition. SAS Institute, 2010Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/procstat/63104/PDF/default/procstat.pdf. ISBN 978-1-60764-451-4.
- SAS/IML® 9.2 Users Guide [en línia]. SAS Institute, 2008Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/imlug/59656/PDF/default/imlug.pdf. ISBN 978-1-59047-940-7.
- SAS/OR®9.2 User's Guide Mathematical Programming [en línia]. SAS Institute, 2008Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/ormpug/59679/PDF/default/ormpug.pdf. ISBN 978-1-59047-946-9.
- SAS/STAT 9.2 User's Guide [en línia]. 2nd Edition. SAS Institute, 2011Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm#titlepage.htm. ISBN 978-1-60764-882-6.
- SAS 9.2.Language Reference: concepts [en línia]. 2nd Edition. SAS Institute, 2010Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/lrcon/62955/PDF/default/lrcon.pdf. ISBN 978-1-60764-448-4.
- SAS 9.2. Language Reference : dictionary [en línia]. 4th Edition. SAS Institute, 2011Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/lrdict/64316/PDF/default/lrdict.pdf. ISBN 978-1-60764-882-6.
- Wickham, Hadley; Grolemund, Garrett. R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. First edition. 2016. ISBN 978-1-491-91039-9.

Guia docent
200621 - TQM - Tècniques Quantitatives de Màrqueting

Última modificació: 17/04/2021

Unitat responsable: Facultat de Matemàtiques i Estadística
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ESTADÍSTICA I INVESTIGACIÓ OPERATIVA (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2021 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CORTÉS MARTÍNEZ

Altres: Segon quadrimestre:
JORDI CORTÉS MARTÍNEZ - A
BELCHIN ADRIYANOV KOSTOV - A
ROSER RIUS CARRASCO - A

CAPACITATS PRÈVIES

El curs presuposa un nivell bàsic en estadística. Els alumnes han d'estar familiaritzats amb les tècniques d'estadística multivariant, com l'anàlisi de components principals i els mètodes de classificació. Seran útils els conceptes relatius a la prova d'hipòtesis i la significació estadística. Els principals conceptes en mètodes multivariants necessaris per a seguir el curs es poden trobar, per exemple, en el text "Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R" presentat al lloc web http://factominer.free.fr/. El curs també pressuposa un bon coneixement del llenguatge de programació "R".

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
5. CE-2. Capacitat per a dominar la terminologia pròpia d'algun àmbit en el que sigui necessària l'aplicació de models i mètodes estadístics o d'investigació operativa per a resoldre problemes reals.
6. CE-3. Capacitat per a formular, analitzar i validar models aplicables a problemes d'índole pràctica. Capacitat de seleccionar el mètode i/o tècnica estadística o d'investigació operativa més adequada per aplicar aquest model a cada situació o problema concret.
7. CE-5. Capacitat per a formular i resoldre problemes reals de presa de decissions als diferents àmbits d'aplicació sabent triar el mètode estadístic i l'algoritme d'optimització més adequat a cada ocasió.

Transversals:
1. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; tenir capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; assolir habilitats per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
2. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

L'aprenentatge es recolza sobre la realització de pràctiques basades bé en dades docents o reals, utilitzant eines estadístiques de codi obert. Es combinen sessions d'exposició teòrica amb sessions de pràctiques. Els estudiants redactaran els corresponents informes executius de les pràctiques realitzades i realitzaran una exposició del seu treball.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Entendre alguns dels problemes plantejats en el camp de l'màrqueting: conèixer a l'usuari, els seus gustos i preferències i conèixer millor el que el condueix a comprar.
- Veure el paper de les tècniques de gestió i explotació de dades en el procés de presa de decisions.
- Adquirir nous coneixements sobre mètodes estadístics d'aplicació en el màrqueting, però que també són aplicables en un ampli ventall de camps.
- Adquirir coneixements sobre formes específiques de recollida de dades.
- Apreciar les aportacions de les tècniques estadístiques i, a el mateix temps, desenvolupar un esperit crític davant els resultats obtinguts.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup gran	30,0	24.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Tema 1: Anàlisi estructural de dades

Descripció:
Analitzar grans conjunts de dades (per exemple, el cas d'enquestes) requereix una metodologia que permeti captar la multidimensionalitat d'aquest tipus de dades, a més de permetre una síntesi fàcilment comprensible per l'usuari. El que condueix a privilegiar una estratègia que combina mètodes factorials i classificació.
Aquests grans conjunts de dades es poden estructurar en taules múltiples per les quals els mètodes d'anàlisi factorials descriptives presenten múltiples generalitzacions adaptades a diferents combinacions possibles en dades complexes. Per exemple tècniques factorials múltiples, mixtes, duals, ...

Dedicació: 42h
Grup gran/Teoria: 15h
Aprenentatge autònom: 27h

Tema 2: Preguntes obertes i comentaris lliures

Descripció:
Les preguntes obertes i els comentaris lliures són cada vegada més presents en els grans conjunts de dades. S'analitzen mitjançant mètodes multidimensionals com l'anàlisi de correspondències, l'anàlisi factorial múltiple i els mètodes de classificació. Mètodes de tipus anàlisi de correspondències permeten introduir models en l'anàlisi de respostes obertes.

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

Tema 3: Avaluació sensorial de productes. Planificació d'experiències, anàlisi de dades i mètodes holístics

Descripció:
L'avaluació sensorial dels productes és un element estratègic de desenvolupament de les empreses de molt diversos sectors, encara que el sector predilecte sigui el sector agroalimentari. Té com a objectiu caracteritzar els productes tant de del punt de vista sensorial (vista, tacte, gust, olfacte, audició) com des del punt de les preferències dels consumidors.
Les avaluacions sensorials requereixen voluminoses recol·leccions de dades i condueixen a la construcció de taules múltiples. L'estadística és l'eina privilegiada per a la concepció i l'anàlisi d'aquest tipus de dades. Els mètodes holístics permeten la comparació d'una sèrie de productes des d'un punt de vista global.

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 5h

Tema 4: Clusterització no supervisada

Descripció:
La clusterització no supervisada fa referència a el conjunt de tècniques que permeten agrupar un conjunt d'individus o observacions acord amb les seves característiques. Específicament, s'estudiaran dues tècniques de clusterització no supervisada: la clusterització jeràrquica i el K-means. A més, es veuran formes de combinar les dues tècniques i diverses variants de les mateixes. Aquestes tècniques permeten, per exemple, fer agrupacions de clients d'una empresa o de consumidors en base a les seves propietats i en funció dels resultats, establir quotes de mercat (en el cas de clients) o de prendre decisions per millorar el rendiment d'una empresa.

Dedicació: 12h 30m
Grup gran/Teoria: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

Tema 5: Clusterització supervisada

Descripció:
La clusterització supervisada o anàlisi discriminant s'aplica a el conjunt de metodologies que persegueixen la classificació d'individus o observacions. Específicament, s'estudiaran 5 tècniques de clusterització supervisada basades en algoritmes de Machine Learning: K-Nearest Neighbours, Naive Bayes, Arbres condicionals, Random Forest i Support Vector Machine. Aquestes tècniques tenen un objectiu eminentment predictiu i el seu ús radica a anticipar, per exemple, el comportament dels clients respecte a la compra d'un producte.

Dedicació: 29h 30m
Grup gran/Teoria: 10h 30m
Aprenentatge autònom: 19h

Tema 6: Disseny de nous productes. Anàlisi conjunt (Conjoint analysis)

Descripció:
L'anàlisi conjunta és una eina molt potent per estudiar la valoració que fan els clients de les diverses característiques d'un producte quan no té sentit valorar cada característica per separat. L'anàlisi conjunta aplica coneixements de dissenys d'experiments i de regressió.
Aquesta metodologia permet predir la recepció que podrà tenir un nou producte en el mercat, per comparació amb els productes ja presents.

Dedicació: 20h 30m
Grup gran/Teoria: 7h 30m
Aprenentatge autònom: 13h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'avaluació es farà a partir de la realització de pràctiques, i la nota es calcularà a partir de la nota dels informes corresponents i la nota d'una presentació final de la feina amb un percentatge de 50% cadascuna.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Escofier, B. ; Pagès, J. Análisis factoriales simples y múltiples. País Vasco: Servicio Editorial, Universidad del País Vasco, 1992.
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome. The elements of statistical learning [en línia]. 2a. 2017 [Consulta: 21/06/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7. ISBN 978-0387848570.

Complementària:
- Everitt,Brian S.; Landau, Sabine; Leese, Morven; Stahl, Daniel. Cluster Analysis [en línia]. 5a ed. Wiley, 2011 [Consulta: 25/06/2020]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470977811.
- Naes, T.; Risvik, E. (editors). Multivariate analysis of data in sensory science. Elsevier, 1996. ISBN 444899561.
- Bécue Bertaut, Mónica. Minería de textos. Aplicación a preguntas abiertas en encuestas. Madrid: La Muralla, 2010.
- Husson, François ; Lê, Sébastien ; Pagès, Jérôme. Exploratory multivariate analysis by example using R [en línia]. Chapman and Hall/CRC, 2011 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1633326.
- Lebart, L. ; Salem, A. ; Bécue, M. Análisis estadístico de textos. Milenio, 2000.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Máster universitario en Estadística e Investigación Operativa

El objetivo del **máster interuniversitario UPC-UB en Estadística e Investigación Operativa** (**web del máster**) es proporcionar conocimientos avanzados sobre la teoría y los métodos de la estadística y la investigación operativa más actuales. Forma a profesionales expertos que, integrados en equipos de trabajo interdisciplinares, podrán aplicar los conocimientos adquiridos en ámbitos como la salud, los servicios, la industria, las empresas, las ciencias y la Administración. La formación orientada a la investigación para acceder al programa de doctorado.

DATOS GENERALES

Duración e inicio

Un curso y medio, 90 créditos ECTS. Inicio septiembre

Horarios y modalidad

Tarde. Presencial

Precios y becas

Precio aproximado del máster sin gastos adicionales, 2.490 € (3.735 € para no residentes en la UE).
Más información sobre precios y pago de la matrícula
Más información de becas y ayudas

Idiomas

Consulta el idioma de impartición de cada asignatura / horarios en la guía docente dentro del plan de estudios. Más información sobre el uso de lenguas en el aula y los derechos lingüísticos del estudiantado.

Lugar de impartición

Facultad de Matemáticas y Estadística (FME)

Facultad de Economía y Empresa (UB). Av. Diagonal, 690-696. 08028 Barcelona

Título oficial

Inscrito en el registro del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte

ACCESO

Requisitos generales

Requisitos académicos de acceso a un máster

Requisitos específicos

Los contenidos formativos son apropiados para estudiantes proveniente de estudios de grado que incluyan en su plan de estudios asignaturas de estadística y / o investigación operativa . El perfil idóneo de ingreso es el de una persona que, habiendo cursado un estudio de grado, esté motivada para resolver problemas, tenga aptitudes matemáticas y sea buena comunicadora. La estructura académica del máster, con unas asignaturas de homogeneización en el primer semestre y la posibilidad de diseñar itinerarios específicos en función del ámbito de procedencia, aspira a potenciar la entrada de estudiantes de diversa formación. Pueden acceder:

- Grado en Estadística
- Grado en Matemáticas
- Grado en Biología, Física , Biotecnología
- Grado en Economía, Ciencias Actuariales
- Grado / Ingeniería Industrial y otras ingenierías

- Grado / Ingeniería Informática
- Grado en Psicología, Sociología
- Diplomados en Estadística, cursando un mínimo de 30 créditos de complementos formativos.

Criterios de admisión

Para la admisión en el máster de Estadística e Investigación Operativa UPC-UB, se valorará el currículo y la formación previa, de acuerdo con los intereses manifestados, para garantizar la consecución de los objetivos del Máster en un tiempo y con un esfuerzo razonables.

Los elementos que se tienen en cuenta para realizar la valoración son los siguientes:

- Ponderación del expediente académico
  - Hay que adjuntar al currículo, escaneado, un certificado académico oficial expedido por el centro de origen en el que figure la nota ponderada del expedient (NPE) con escala del 1 al 10.
  - Si en el momento de realizar la preinscripción, aún no se han finalizado los estudios, el certificado debe mencionar las asignaturas cursadas y aprobadas hasta la fecha.
  - Si no se adjunta la documentación justificativa, se considera que su NPE es 5.
- Formación acreditada.
  - Hay que especificar cuál es el título académico del que se dispone o se prevé disponer en el momento de matricularse.
  - Si ya se ha obtenido, hay que adjuntar al currículo, escaneado, el título o el resguardo de pago de las tasas de expedición.
  - El original del título o del resguardo tiene que presentarse en el momento de formalizar la matrícula.
- Aspectos del currículo relacionados con la estadística y la investigación operativa en los ámbitos profesionales, docente y científico.
- En particular, se tiene en cuenta la formación previa, la titulación de entrada y la experiencia profesional.
- Conocimientos de inglés
  - El conocimiento se acredita adjuntando al currículo, escaneado, el título o certificado de mayor nivel que se posea.
  - Sin esta acreditación, no se tiene en cuenta este ítem al hacer la valoración.
- La dedicación a los estudios y el hecho de que se compatibilicen o no con el trabajo.

Plazas

40

Preinscripción

Preinscripción cerrada (consulta los nuevos periodos de preinscripción en el calendario académico).

¿Cómo se formaliza la preinscripción?

Matrícula

¿Cómo se formaliza la matrícula?

Legalización de documentos

Los documentos expedidos por estados no miembros de la Unión Europea ni firmantes del Acuerdo sobre el espacio económico europeo tienen que estar legalizados por vía diplomática o con correspondiente apostilla.

SALIDAS PROFESIONALES

Salidas profesionales

Los titulados y tituladas de este máster serán expertos que podrán trabajar como profesionales en el campo de la salud, servicios, industria y empresas. Aplicarán la teoría y los métodos de la estadística y la investigación operativa, desde puntos de vista diversos como: bioestadística, ingeniería de datos, marketing y finanzas, estadística industrial, optimización en la ingeniería y la industria, y aplicaciones a la ingeniería del transporte.

Competencias

Competencias transversales

Las competencias transversales describen aquello que un titulado o titulada es capaz de saber o hacer al concluir su proceso de aprendizaje, con independencia de la titulación. **Las competencias transversales establecidas en la UPC** son la capacidad de espíritu empresarial e innovación, sostenibilidad y compromiso social, conocimiento de una tercera lengua (preferentemente el inglés), trabajo en equipo y uso solvente de los recursos de información.

Competencias básicas

- Poseer y comprender los conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y / o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan - a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias generales

- Capacidad para realizar actividades dirigidas a la aplicabilidad de los conocimientos teóricos, metodológicos y de técnicas estadísticas y de la investigación operativa, trabajando en equipo y desarrollando las habilidades y destrezas de un profesional de este perfil de estudios.
- Capacidad para identificar los métodos estadísticos y de la investigación operativa más adecuados para el análisis de la información disponible en cada momento para responder a los problemas o dilemas planteados para una adecuada toma de decisiones.
- Tomar conciencia de la necesidad de asumir las normas de ética profesional y las relativas a la protección de datos y del secreto estadístico.

Competencias específicas

- Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
- Capacidad para dominar la terminología propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
- Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y / o la técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar este modelo a cada situación o problema concreto.
- Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
- Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
- Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
- Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
- Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
- Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

ORGANIZACIÓN ACADÉMICA: NORMATIVAS, CALENDARIOS

Centro docente UPC

Facultad de Matemáticas y Estadística (FME)

Instituciones participantes

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) - universidad **coordinadora**
Universitat de Barcelona (UB)

Responsable académico del programa

Marta Pérez Casany (UPC)
Helena Chuliá (UB)

Calendario académico

Calendario académico de los estudios universitarios de la UPC

Normativas académicas

Normativa académica de los estudios de máster de la UPC

PLAN DE ESTUDIOS

Asignaturas	créditos ECTS	Tipo
PRIMER CUATRIMESTRE		
Análisis de Tiempo de Vida	5	Optativa
Análisis Econométrica	5	Optativa
Cuantificación de Riesgos	5	Optativa
Epidemiología Espacial	5	Optativa
Estadística para la Gestión Empresarial	5	Optativa
Fundamentos de Bioinformática	5	Optativa
Fundamentos de Inferencia Estadística	5	Optativa
Inferencia Estadística Avanzada	5	Optativa
Matemáticas	5	Optativa
Modelos Lineales y Lineales Generalizados	5	Optativa
Modelos y Métodos de la Investigación Operativa	5	Obligatoria
Optimización Continua	5	Optativa
Optimización en Data Science	5	Optativa
Optimización en Sistemas y Mercados Energéticos	5	Optativa
Simulación	5	Optativa
Software Estadístico: R y SAS	5	Obligatoria
SEGUNDO CUATRIMESTRE		
Análisis Bayesiana	5	Optativa
Análisis de Datos Longitudinales	5	Optativa
Análisis de Datos Ómicos	5	Optativa
Análisis de la Supervivencia Avanzada	5	Optativa
Análisis Multivariante de Datos	5	Optativa
Aprendizaje Automático	7.5	Optativa
Aprendizaje Estadístico	5	Optativa
Aprendizaje Estadístico con Redes Neuronales Artificiales Profundas	5	Optativa

Asignaturas	créditos ECTS	Tipo
Ensayos Clínicos	5	Optativa
Epidemiología	5	Optativa
Epidemiología Genética	5	Optativa
Estadística Actuarial	5	Optativa
Estadística Financiera	5	Optativa
Indicadores Sociales	5	Optativa
Métodos Estadísticos en Investigación Clínica	5	Optativa
Modelos Discretos en Redes	5	Optativa
Optimización de Gran Dimensión	5	Optativa
Probabilidad y Procesos Estocásticos	5	Optativa
Programación Estocástica	5	Optativa
Programación y Bases de Datos Estadísticas	5	Optativa
Series Temporales	5	Optativa
Simulación para la Toma de Decisiones Empresariales	5	Optativa
Técnicas Cuantitativas de Marketing	5	Optativa
TERCER CUATRIMESTRE		
Trabajo de Fin de Máster	30	Proyecto

Índice

200611 - Análisis Bayesiana
200612 - Análisis de Datos Longitudinales
200631 - Análisis de Datos Ómicos
200629 - Análisis de la Supervivencia Avanzada
200609 - Análisis de Tiempo de Vida
200625 - Análisis Econométrica
200606 - Análisis Multivariante de Datos
200644 - Aprendizaje Estadístico
200649 - Aprendizaje Estadístico con Redes Neuronales Artificiales Profundas
200620 - Cuantificación de Riesgos
200627 - Ensayos Clínicos
200632 - Epidemiología
200633 - Epidemiología Espacial
200650 - Epidemiología Genética
200619 - Estadística Actuarial
200626 - Estadística Financiera
200622 - Estadística para la Gestión Empresarial
200630 - Fundamentos de Bioinformática
200605 - Fundamentos de Inferencia Estadística
200624 - Indicadores Sociales
200604 - Inferencia Estadística Avanzada
200607 - Matemáticas
200646 - Métodos Estadísticos en Investigación Clínica
200634 - Modelos Discretos en Redes
200641 - Modelos Lineales y Lineales Generalizados
200643 - Modelos y Métodos de la Investigación Operativa
200616 - Optimización Continua
200618 - Optimización de Gran Dimensión
200642 - Optimización en Data Science
200638 - Optimización en Sistemas y Mercados Energéticos
200603 - Probabilidad y Procesos Estocásticos
200617 - Programación Estocástica
200645 - Programación y Bases de Datos Estadísticas
200610 - Series Temporales
200608 - Simulación
200623 - Simulación para la Toma de Decisiones Empresariales
200648 - Software Estadístico: R y SAS
200621 - Técnicas Cuantitativas de Marketing

Guía docente
200611 - AB - Análisis Bayesiana

Última modificación: 16/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: XAVIER PUIG ORIOL

Otros: Segon quadrimestre:
JESUS CORRAL LOPEZ - A
XAVIER PUIG ORIOL - A

CAPACIDADES PREVIAS

Tener inquietudes para aprender a través de la información que nos dan los datos. Tener nociones básicas de probabilidad, de inferencia y de R.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Pretendemos centrar los objetivos de aprendizaje en el estudiante, y adecuar la docencia a la consecución de los objetivos. Por eso queremos que las clases sean valiosas para aprender y que las tareas que hay que hacer esten bien pensadas y definidas. Hay dos tipos de clases: de teoría y de prácticas.

En las clases de teoría se exponen los conceptos teóricos y en general son clases expositivas, donde se intercala a menudo la realización de ejercicios o discusiones entre los estudiantes. En estas clases también se trabaja el aprendizaje a través de casos prácticos.

En las clases de prácticas se resuelven casos prácticos con la ayuda del software estadístico R, WinBUGS, JAGS y STAN.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo principal de esta asignatura es que el estudiante termine con un buen conocimiento y dominio de la modelización Bayesiana tanto en lo referente a conocimiento teórico como práctico. Este conocimiento debe permitir ante un objetivo o pregunta por un lado, intervenir en el diseño del(los) experimento(s) necesario(s) para obtener los datos objeto de estudio, y por otro , analizarlas satisfactoriamente y sacar conclusiones para conseguir el objetivo o responder la pregunta.

Y como objetivos específicos:

Conocer el papel de la distribución a priori, el papel de las prioris de referencia así de cómo pasar de la a priori a la a posteriori.

Resolver problemas de inferencia Bayesiana de forma analítica cuando se utilizan modelos de la familia exponencial y distribuciones a priori conjugadas.

Utilizar los métodos de Montecarlo, mediante software específico, que permiten simular de la distribución a posteriori y cómo hacer inferencia utilizando estas simulaciones.

Conocer la diferencia entre modelo Bayesiano jerárquico y no jerárquico.

Conocer cómo validar y comparar modelos Bayesianos, así como hacer predicciones.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1- Model Bayesiano

Descripción:
1.Model estadístico. 2. Los cuatro problemas de la estadística. 3.La verosimilitud. 4. Modelo bayesiano. 5. Distribución a posteriori. 6. Distribución predictiva a priori y a posteriori. 7. Elección de la distribución a priori.

Dedicación: 45h
Grupo grande/Teoría: 14h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 25h

2- Inferencia Bayesiana

Descripción:
(CAST) 1. Distribución a posteriori como estimador 2. Estimación puntual. 3. Estimación por intervalo 4. Pruebas de dos hipótesis 5. Generalización de las pruebas de hipótesis.

Dedicación: 39h
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 25h

3- Computación Bayesiana

Descripción:
1. Necesidad de integrar. 2. Simulación de Montecarlo basada en cadenas de Markov (MCMC) 3. Convergencia de las cadenas

Dedicación: 13h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h
Aprendizaje autónomo: 10h

4- Modelos Jerárquicos

Descripción:
1. Modelos Jerárquicos

Dedicación: 14h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 10h

5. Validación y construcción de modelos

Descripción:
1. Validación y construcción de modelos

Dedicación: 14h
Grupo grande/Teoría: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Final grade = 0.4*Assignm + 0.2*Exam + 0.4*Proj

donde,
Assignm : nota de prácticas fruto de la resolución de ejercicios y problemas entregados tanto en las clases prácticas como teóricas
Proj: nota del trabajo de grupo
Exam: nota del examen que se hará en las últimas semanas de clase

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Kruschke, J.K. Doing bayesian data analysis : a tutorial with R, JAGS and STAN. Academic Press, 2015.
- Bolstad, W. Introduction to Bayesian Statistics. 2nd. John Wiley, 2007.
- Gelman, Andrew. Bayesian data analysis. 3rd ed. London: Chapman & Hall, 2014. ISBN 9781439840955.

Complementaria:
- Wasserman, Larry. All of statistics : a concise course in statistical inference [en línea]. New York: Springer Verlag, 2010 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9.
- Robert, Christian P. The Bayesian choice : from decision-theoretic foundations to computational implementation. 2nd ed. New York: Springer, 2001. ISBN 0387952314.
- Carlin, Bradley P.; Louis, Thomas A. Bayesian Methods for Data Analysis. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 9781584886976.
- Hoff, Peter D. A first course in bayesian statistical methods [en línea]. New York: Springer, 2009 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-92407-6. ISBN 978-0-387-92299-7.
- Simon Jackman. Bayesian analysis for the social sciences. Chichester: John Wiley and Sons, 2009. ISBN 9780470011546.
- Gelman, Andrew; Carpenter, Bob ; Lee, Daniel. Stan Modeling Language: User's Guide and Reference Manual. Version 2.17.0 [en línea]. Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-ND 4.0)., 2017 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://github.com/stan-dev/stan/releases/download/v2.17.0/stan-reference-2.17.0.pdf.
- Ntzoufras, I. Bayesian modeling using WinBUGS. Wiley. 2009.
- McElreath, R. Statistical rethinking. A Bayesian course with examples in R and Stan. Chapman Hall, 2015.
- Bernardo, José Miguel; Smith, Adrian F. M. Bayesian theory. Chichester: Wiley, 1994. ISBN 0471924164.
- Kendall, Maurice G. Kendall's Advanced Theory of Statistics : Bayesian Inference. 6th ed. London: Edward Arnold, 1994.
- Berger, James O. Statistical decision theory and Bayesian analysis. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1985. ISBN 0387960988.
- Leonard, Thomas; Hsu, John S. J. Bayesian Methods. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. ISBN 0521594170.
- Carlin, Bradley P; Louis, Thomas A. Bayes and empirical bayes and methods for data analysis. London: Chapman and Hall, 1996. ISBN 0412056119.
- Gill, Jeff. Bayesian methods : a social and behavioral sciences approach. Boca Raton, Fla: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584882883.
- Congdon, Peter. Bayesian statistical modelling. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. ISBN 0471496006.
- Congdon, Peter. Applied bayesian modelling. West Sussex: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471486957.
- Congdon, Peter. Bayesian models for categorical data. Chichester: John Wiley, 2005. ISBN 0470092378.
- Robert, Christian P.; Casella, George. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. New York: Springer, 2004. ISBN 0387212396.
- Tanner, Martin Abba. Tools for statistical inference : methods for the exploration of posterior distributions and likelihood functions. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1996. ISBN 0387946888.
- Gilks, W. R. Markov chain Monte Carlo in practice. London: Chapman & Hall, 1996. ISBN 0412055511.

Guía docente
200612 - ADL - Análisis de Datos Longitudinales

Última modificación: 31/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: CARLES SERRAT PIE

Otros: Segon quadrimestre:
NURIA PEREZ ALVAREZ - A
CARLES SERRAT PIE - A

CAPACIDADES PREVIAS

Las capacidades previas deseables son las propias de la formación en estadística matemática y probabilidad que se imparten en los estudios de grado. Dos referencias que pueden ayudar a preparar la asignatura en la fase preliminar son:

Gómez, G. (2002) Estadística Matemàtica 1 (Teoria). Apunt de la FME. Universitat Politècnica de Catalunya.
Gómez, G, Nonell, R y Delicado, P. (2002) Estadística matemàtica 1. (Problemes). Apunts de la FME. Universitat Politècnica de Catalunya

La asignatura presupone que el estudiante conoce el modelo lineal y el modelo lineal generalizado. Estos conocimientos se pueden adquirir o consolidar por avanzado en la asignatura de Modelos Lineales que se imparte en el primer cuadrimestre.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

2. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El contenido, el método de aprendizaje y la evaluación de esta asignatura se han diseñado teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad (en particular los medioambientales), compromiso social (de protección o cuidado a terceros, de seguridad o bienestar) y perspectiva de género (tratamiento de casos y de ejemplos).

El curso es de caracter práctico y con orientación PBL (Project/Problems Based Learning).

Concretamente:

a) Exponer las necesidades metodológicas a partir de análisis de datos reales,

b) Desarrollar el model teórico (el punto de interés se centrará en la modelización e interpretación de resultados y, secundariamente, en la demostración de los resultados teóricos).

c) Volver a los datos para llevar a cabo el análisis e interpretación de resultados.

Las prácticas de laboratorio seran en R.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Los datos longitudinales al combinar información de la variabilidad entre individuos y de la evolución y variación intra individuos representan, por su frecuencia y relevancia, un reto tanto para el estadístico profesional como para el desarrollo teórico.

El objetivo del curso es, por una parte, desarrollar el marco teórico propio y, por otra, poner en práctica los conocimientos adquiridos haciendo uso del sofware estadístico R.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Modelo lineal mixto (LMM).

Descripción:
Modelo lineal mixto (LMM).

Dedicación: 36h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo mediano/Prácticas: 6h
Aprendizaje autónomo: 24h

Ecuaciones generalizadas de estimación (GEE).

Descripción:
Ecuaciones generalizadas de estimación (GEE).

Dedicación: 25h
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 16h

Modelo lineal mixto generalizado (GLMM).

Descripción:
Modelo lineal mixto generalizado (GLMM).

Dedicación: 16h 40m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h 40m

Introducción al análisis con valores no observados (Missing Data Analysis).

Descripción:
Introducción al análisis con valores no observados (Missing Data Analysis).

Dedicación: 33h 20m
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo mediano/Prácticas: 6h
Aprendizaje autónomo: 21h 20m

Extensiones: Análisis de datos longitudinales con respuesta multivariada y Modelización conjunta (Joint Modeling).

Descripción:
Análisis de datos longitudinales con respuesta multivariada y Modelización conjunta (Joint Modeling).

Dedicación: 14h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Aprendizaje autónomo: 8h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- 20%: Práctica realizada durante el curso (informe, exposición y defensa). Trabajo en grupo de 2-3 estudiantes.
- 10%: Report sobre un artículo. Trabajo individual entregado al profesor.
- 10%: Test en el Campus Digital (Atenea). Cuestionario monorespuesta con penalización.
- 60%: Examen final (Teoría -preguntas de desarrollo: 30%, Práctica -análisis de datos: 30%)

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

a) En la evaluación de la Práctica se tendrá en cuenta en un 10% la autoevaluación y la evaluación entre iguales de los distintos grupos.
b) El idioma de la Práctica y del Trabajo sobre un artículo es el inglés.
c) Examen final:
c1) En la parte de teoría y problemas el estudiante NO podrá disponer del material del curso; sólo elementos de escritura y calculadora.
c2) En la parte de práctica el estudiante podrá disponer de todo el material del curso (en soporte papel y/o digital).

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- McCulloch, C.E.; Searle, S.R. Generalized, linear and mixed models. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- Molenberghs, G.; Verbeke, G. Models for discrete longitudinal data [en línea]. Springer, 2005 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-28980-1.
- Verbeke, G.; Molenberghs, G. Linear mixed models for longitudinal data [en línea]. Springer-Verlag, 2000 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/b98969.
- Little, Roderick J.A.; Rubin, D.B. Statistical analysis with missing data [en línea]. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2019 [Consulta: 15/03/2021]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119013563.

Complementaria:

- Verbeke, Geert; Fieuws, Steffen; Molenberghs, Geert; Davidian, Marie. "The analysis of multivariate longitudinal data: A review". National Institute of Health-Public Access [en línea]. [Consulta: 22/06/2020]. Disponible a: doi:10.1177/0962280212445834.
- Faraway, Julian James. Extending the linear model with R : generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Boca Raton (Mass.): Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 9781584884248.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A. Generalized linear models. 2nd ed. Chapman & Hall, 1989.
- Crowder, M.J.; Hand, D.J. Analysis of repeated measures. Chapman and Hall, 1990.
- Pinheiro, J.C.; Bates, D.M. Mixed effects models in S and S-Plus [en línea]. Springer-Verlag, 2000 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb98882.
- Schafer, J. Analysis of incomplete multivariate data. Chapman & Hall, 1997.
- Verbeke, G.; Molenberghs, G. Linear mixed models in practice a SAS-oriented approach. Springer-Verlag, 1997.
- Diggle, P.; Liang, K-Y.; Zeger, S.L. Analysis of longitudinal data. 2nd ed. Oxford University Press, 2002.
- Lindsey, James K. Models for repeated measurements. 2nd ed. Clarendon Press, 1999.
- Galecki, Andrzej; Burzykowski, Tomasz. Linear Mixed-Effects Models Using R. A Step-by-Step Approach. Springer, 2013. ISBN 978146143899.
- Rizopoulos, Dimitris. Joint models for longitudinal and time-to-event data : with applications in R [en línea]. Boca Raton, FL [etc.]: Chapman and Hall/CRC, cop. 2012 [Consulta: 03/03/2021]. Disponible a: https://www.taylorfrancis.com/books/9780429063381. ISBN 9781439872864.

Guía docente
200631 - ADO - Análisis de Datos Ómicos

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: SERGI CIVIT VIVES

Otros: Segon quadrimestre:
SERGI CIVIT VIVES - A
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

CAPACIDADES PREVIAS

La asignatura no presupone más conocimientos previos que los habituales en un estudiante de Master o Licenciatura de Estadística.
A pesar de eso una buena predisposición hacia la biología (específicamente biología molecular) y conocimiento de programación y de lenguaje R son básicos para obtener el máximo aprovechamiento de la asignatura.
En un itinerario "ideal" esta asignatura vendría después de una introducción a la bioinformática como la que contiene el mismo programa de estudios. Dado que hoy por hoy no se puede garantizar esta situación ideal las dos asignaturas son relativamente independientes de manera que, si bien resulta de interés haber cursado "Fundamentos de Bioinformática" para tener cierta familiaridad con los problemas que se pueden resolver mediante las técnicas desarrolladas aquí, no se considera imprescindible.

REQUISITOS

La asignatura presupone unos niveles básicos de estadística como los que se pueden alcanzar en el primer semestre del Master. Conviene estar familiarizado con los conceptos de pruebas de hipótesis y significación estadística, análisis de la varianza y técnicas básicas de análisis multivariante como el análisis de componentes principales y análisis de clusters.
Los conceptos necesarios para seguir el curso se pueden encontrar por ejemplo en el texto "Applied Statistics for Bioinformatics using R" disponible en la web de R (cran.r-project.org/doc/contrib/Krijnen-IntroBioInfStatistics.pdf) o adicionalmente a partir del libro Data Analysis for the Life Sciences (http://rwdc2.com/files/rafa.pdf)

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El enfoque de la asignatura es teórico-práctico.
-Mediante la presentación de casos guiados se presentarán los conceptos básicos en el aula.
-Las técnicas utilizadas y su fundamentación teórica se demostrarán en el aula.
-El alumno complementará los conceptos aprendidos mediante su trabajo personal en actividades guiadas y ejercicios propuestos.

La participación de los alumnos se llevará a cabo de tres formas:
La participación de los alumnos se llevará a cabo de tres formas
- Mediante su intervención activa en las discusiones planteadas (en línea) en forma de debates (al menos uno por cada parte del curso).
- Mediante la realización de pequeños ejercicios propuestos a lo largo de la asignatura con periodicidad quincenal.
- Mediante la realización y presentación de dos trabajos prácticos (por ejemplo un análisis de datos de microarrays y un segundo análisis que puede ser de datos de NGS, u otro tipo).

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La biología molecular y la biomedicina (y en paralelo la estadística) ha recibido un gran empuje en los últimos años debido, entre otras razones, a la posibilidad de generar datos de forma masiva, los más conocidos de los cuales son los del genoma humano. Una vez han estado disponibles las secuencias de los genomas, y más o menos de los genes, la generación de datos no se detiene sino que se ha incrementado. Por ejemplo la tecnología de los microarrays, con casi diez años de vida permite realizar experimentos donde se analiza de forma simultánea la expresión de todos los genes de un individuo con finalidades cómo caracterizar una cierta situación patológica o de predecir la evolución de un proceso biológico. Todos estos desarrollos han hecho pasar la estadística al primer plano: sin ella no es posible acceder, manipular, depurar o analizar estas grandes cantidades de información.

El objetivo de esta asignatura es dar a conocer los problemas que aparezcan a raíz de la aparición de las técnicas de generación masiva de datos ("high throughput") y mostrar cómo se aplica la estadística (y la bioinformática) para afrontarlos. Esta aplicación se puede separar en dos aspectos:
-Por una parte está la utilización de métodos estadísticos convencionales a estos nuevos problemas.
-Por otra parte aparece la necesidad de desarrollar nuevos métodos y nuevas herramientas para poder tratar estos nuevos datos.
Los dos aspectos serán tratados en el curso.

Capacidades a adquirir:
Las capacidades a adquirir a lo largo de este curso serán:
-Conocimiento de los diferentes tipos de datos de alto rendimiento y las técnicas utilizadas para generarlas.
-Conocimiento de los métodos para tratar (recoger, preprocesar, analizar, almacenar) los datos de alto rendimiento, dando especial importancia a la posibilidad de llevar a cabo un proceso de análisis completo: desde la generación hasta la obtención de los resultados.
-Conocimiento de los métodos y dominio de algunas de las herramientas existentes para su tratamiento. Se dará especial importancia a la utilización de software libre y público, y en especial al lenguaje R.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción a la biología molecular, las ómicas y a las tecnologías de generación de datos

Descripción:
1.1 Conceptos básicos de biología molecular
1.2 Métodos de obtención de datos de alto rendimiento
1.2.1 Perspectiva general
1.2.2 Microarrays de expresión génica
1.2.3 Otros tipos de datos (Ultrasecuenciación (NGS), Proteómica, Metabolómica ...)

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 3h

Análisis de datos de microarrays

Descripción:
2.1. Perspectiva general del análisis de datos de microarrays de expresión
2.2. Lectura y control de calidad de las imágenes
2.3. Preprocesado: Normalización y filtrado
2.4. Detección de genes diferencialmente expresados
2.4.1. Problemas estadísticos que aparecen: potencia y multiplicidad de pruebas.
2.5. Busca de patrones de coexpresión mediante análisis de clústers
2.6. Diagnósticos moleculares y métodos de clasificación
2.6.1. Problemas estadísticos que aparecen en la elaboración de predictores
2.7. La ontología génica y sus aplicaciones para la interpretación biológica
aplicacions per a la interpretació biològica.

Dedicación: 20h
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo mediano/Prácticas: 10h

Análisis de otros datos de alto rendimiento

Descripción:
3.1 Análisis de datos de ultrasecuenciación: Visión general de los datos de NGS y de las tecnologías que las generan. aplicaciones
3.2. Control de calidad de los datos de NGS. Preprocesado y corrección de problemas.
3.3 Análisis de Expresión con datos de NGS
3.4. Otras aplicaciones: búsqueda de variantes en exomas y metagenómica.

Dedicación: 14h
Grupo grande/Teoría: 7h
Grupo mediano/Prácticas: 7h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se llevará a cabo evaluación continua basada en la participación de los alumnos en cada una de las actividades descritas en el apartado de Organización. La valoración de cada una de las actividades será:

- Participación en los debates: 10%
- Realización de los ejercicios propuestos en clase: 30%
- Realización de las pruebas de evaluación continua propuestas: 60% (25% cada una)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Draghici, S. Statistics and data analysis for microarrays using R and bioconductor [en línea]. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC Mathematical & Computational Biology, 2012 [Consulta: 03/03/2021]. Disponible a: https://www.taylorfrancis.com/books/9780429130588.
- Tuimala, Jarno ; Laine, M. Minna. DNA microarray data analysis [en línea]. 2nd ed. CSC, the Finnish IT center for Science, 2005Disponible a: Descarregable lliurement per internet.
- Gibson, G. ; Muse, S.V. A Primer of genome science. 3rd ed. 2012.
- Gentleman, R.; Carey, V.; Dudoit, S.; Irizarry, R.; Huber, W. Bioinformatics and computational biology solutions using R and bioconductor. New York: Springer, 2005.
- Irizarry, R.A; Love, M.I. Data Analysis for the Life Sciences [en línea]. 2015Disponible a: descarregable lliurement per internet.

RECURSOS

Otros recursos:

A parte de los libros hay una gran cantidad de información libre y de calidad en Internet.
- El portal de Wentian Li: Un portal con todo tipo de información sobre análisis de datos de microarrays.
- StatWeb: Web con enlaces a programas, grupos, datos, etc.

Guía docente
200629 - ASA - Análisis de la Supervivencia Avanzada

Última modificación: 17/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Otros: Segon quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

CAPACIDADES PREVIAS

Los estudiantes deben conocer los conceptos básicos del análisis de supervivencia a nivel del curso de análisis de tiempos de vida del primer cuatrimestre. Estos conceptos incluyen: datos censurados, verosimilitud en presencia de censura, distribuciones paramétricas continuas distintas de la normal, estimador Kaplan-Meier de la función de supervivencia, prueba log-rank, modelo de vida acelerada, modelo de riesgos proporcionales de Cox, diagnósticos en el modelo de regresión de Cox. El estudiante puede encontrar estos conceptos en los capítulos 2-4, 7-8, 11-12 del libro "Survival analysis: techniques for Censored and truncated data" de Klein y Moeschberger.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
1. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.

Transversales:
8. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

9. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las horas de aprendizaje dirigido se organizan en sesiones de dos tipos:

a) Clases Teóricas en las que el profesorado presenta y discute los objetivos de aprendizaje generales y los conceptos básicos de cada bloque de contenidos. Estos conceptos se ilustran también con la resolución de ejercicios-ejemplo. El material de soporte que se utilizará será publicado anticipadamente en Atenea (plan docente, contenidos, transparencias del curso, ejemplos, programación de actividades de evaluación, bibliografía,...)
Los estudiantes harán una presentación de sus datos (si tienen) si estan relacionados con los contenidos del curso

b) Clases de Laboratorio para la realización de prácticas en R. Estas sesiones tratan el apartado práctico y de análisis de datos de la asignatura. Los estudiantes disponen del software R para continuar las sesiones de laboratorio en sus horas de trabajo autónomo.

Las horas de aprendizaje autónomo el estudiante deberá dedicarlas al estudio de los temas del curso, a la ampliación bibliográfica, resolución de problemas propuestos, seguimiento de las prácticas de laboratorio, lectura de artículos de investigación ...

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La asignatura de Análisis de la Supervivencia Avanzada prepara al estudiante para abordar situaciones en los que los datos presentan patrones de censura complejos, en donde los covariantes varian en el tiempo, así como presenta el análisis multivariado de dos o más tiempos hasta un suceso.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

B1: Extensiones del modelo de Cox

Descripción:
B1. Validando la hipótesis de proporcionalidad. El modelo de Cox estratificado. El modelo de Cox para datos cambiantes en el tiempo. Modelos frailty

Dedicación: 30h 30m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 20h

B2: Análisis multivariado de la supervivencia

Descripción:
B2. Modelos paramétricos multivariados. Cópulas. Datos secuenciales y en paralelo.

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 12h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

B3. Modelos multiestado y Análisis de Riesgos Competitivos

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 27h 10m
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 18h 10m

B4: Censura en un intervalo

Descripción:
B3. Censura en un intervalo
Tipos de censura en un intervalo. Estimación no paramétrica de la función de supervivencia. Algoritmo de autoconsistencia. Comparación de curvas de supervivencia. Modelos de regresión. ensura en un intervalo en las covariantes

Modelos conjuntos para datos longitudinales y tiempos de supervivencia. Diagnosis y predicción en modelos conjuntos.

Dedicación: 25h 40m
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 16h 40m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA: Los bloques B1, B2, B3 y B4 de la asignatura se evaluarán de forma independiente en las fechas previstas en el documento de planificación, resultando en calificaciones N1, N2, N3 y N4. La nota final del curso, NF, será la media de estas puntuaciones, es decir, NF = (N1 + N2 + N3 + N4) / 4.

EVALUACIÓN ÚNICA: Se prevé un examen final que evaluará de forma conjunta los contenidos de los 4 bloques.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se informará en Atenea al inicio de curso de las fechas de la pruebas puntuables.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Crowder, Martin J. Multivariate survival analysis and competing risks. Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science, 2012.
- Hougaard, Philip. Analysis of multivariate survival data. Springer, 2000.
- Sun, Jianguo. The Statistical analysis of interval-censored failure time data [en línea]. Springer, 2006Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-37119-2.
- Kleinbaum, David G.; Klein, Mitchel. Survival Analysis. A self-learning text. 3d. Springer, 2012.

Complementaria:
- Li, Jialiang ; Ma, Shuangge. Survival analysis in medicine and genetics [en línea]. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, cop. 2013Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11167613. ISBN 978-1-4398-9311-1.
- O'Quigley, John. Proportional hazards regression [en línea]. New York: Springer, cop. 2008Disponible a: http://link.springer.com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007%2F978-0-387-68639-4. ISBN 978-0-387-25148-6.
- Gómez, G.; Calle, M.L.; Oller, R.; Langohr, K.. "Tutorial on methods for interval-censored data and their implementation in R". Tutorial on methods for interval-censored data and their implementation in R [en línea]. 2009; 9(4): 259¿297Disponible a: http://search.proquest.com/publication/44215.
- Gómez, G. ; Calle, M.L. ; Serrat, C.; Espinal, A. Review of multivariate survival data. Barcelona: UPC. Dept. Estadística i Investigació Operativa. DR 2004/15, 2004.
- Lawless, Jerald F. Statistical models and methods for lifetime data. 2n ed. Wiley, 2003. ISBN 978-0471372153.
- Nelsen, Roger B. An introduction to copulas [en línea]. 2nd. Springer, 2006Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-28678-0.
- Van den Hout, Ardo. Multi-state survival models for interval-censored data [en línea]. Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11302857. ISBN 9781466568402.

Guía docente
200609 - ATV - Análisis de Tiempo de Vida

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Otros: Primer quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

CAPACIDADES PREVIAS

Para poder seguir correctamente la asignatura el estudiante ha de estar familiarizado con los siguientes conceptos: teoria de la estimación e intervalos de confianza, función de verosimilitud, método de la máxima verosimilitud, modelos de regresión, metodología de pruebas de hipótesis. El/La estudiante tendrá que usar el software R para las prácticas de la asignatura.
Los contenidos de los capítulos 1 a 3 del libro "Principles of Statistical Inference" de Cox, Cambrige University Press (2006) se deberían tener adquiridos antes de empezar el curso.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.

Transversales:
2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Teoría:
Son sesiones de hora y media donde se presenta el material de la asignatura. El/La profesor/A presenta los contenidos con ayuda del ordenador. Se enfatizan las ideas y la intuición. Se discuten los temas apoyándose en situaciones reales de ensayos clínicos o de estudios epidemiológicos.

Problemas:
Están incorporados a las sesiones de prácticas.

Prácticas:
Son sesiones de hora y media que se hacen en el aula de informática y en las que se integra la resolución de problemas de tipo teórico con la realización de ejercicios con la ayuda del ordenador.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El análisis de la supervivencia se utiliza en muchos campos para analizar datos que representan la duración entre dos sucesos. También se conoce como análisis de la historia de los sucesos (event history analysis), análisis del tiempo de vida (lifetime data analysis), análisis de fiabilidad (reliability analysis) y análisis del tiempo hasta el suceso (time to event analysis). Una característica clave que distingue el análisis de la supervivencia de las otras áreas de la estadística es que los datos de supervivencia están generalmente censurados y algunas veces truncados. La censura aparece cuando la información de que se dispone es incompleta para algunos individuos y esto puede suceder por distintos motivos que se discuten durante el curso.

El curso de Análisis de Tiempos de Vida engloba una serie de procedimientos y técnicas para analizar datos censurados y/o truncados y cuando la hipótesis de normalidad no es adecuada. Esta asignatura, se enfoca desde el punto de vista de las aplicaciones en medicina, en salud pública y en epidemiología, y tiene aplicación directa a otras disciplinas como por ejemplo en los estudios económicos, en las ciencias actuariales, en la ingeniería y en los estudios demográficos.
El objetivo del curso, es por un lado, desarrollar el marco teórico propio del análisis de la supervivencia y por otro, poner en práctica los conocimientos adquiridos a través del uso del paquete estadístico R.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Conceptos básicos y modelos paramétricos

Descripción:
Función de riego y Función de Supervivencia.
Vida media y mediana.
Principales modelos paramétricos.

Dedicación: 12h 50m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h 20m

Tipos de censura y truncamiento

Descripción:
Diferentes tipos de censura por la derecha.
Censura por la izquierda y en un intervalo.
Construcción de la función de verosimilitud.
Truncamiento por la izquierda

Dedicación: 11h 10m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 6h 40m

Inferencia no paramétrica para una muestra.

Descripción:
Estimador de Kaplan-Meier para la función de supervivencia.
Estimador de Nelson-Aalen para la función de riesgo acumulada.
Propiedades del estimador de Kaplan-Meier (máxima verosimilitud, consistencia).
Propiedades asintóticas.
Estimación y bandas de confianza para la mediana y la media en presencia de datos censurados.

Dedicación: 30h 30m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 20h

Comparación de dos poblaciones.

Descripción:
Pruebas para comparar dos poblaciones.
La prueba (ponderada) del log-rank.
La familia de pruebas de Fleming-Harrington.
Pruebas estratificadas

Dedicación: 19h 10m
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 11h 40m

Regresión paramétrica

Descripción:
El modelo de vida acelerada.
Modelos Log-lineal, de riesgos proporcionales y de odds proporcionales.
El modelo de regresión de Weibull.
El modelo log-logístico.
El modelo de regresión odds-rate

Dedicación: 20h 50m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 13h 20m

Regresión semiparamétrica: El Modelo de Cox

Descripción:
Modelo de riesgos proporcionales.
Función de verosimilitud parcial.
Inferencia en el modelo de Cox
Residuos en un modelo de Cox
Validación y diagnóstico del modelo de Cox.

Dedicación: 30h 30m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 20h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación se realizará a partir de los siguientes elementos:
* Entrega de problemas a lo largo del cuatrimestre (3 colecciones) (25%)
* Práctica con datos reales (25%)
* Examen final (50%)

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se informará en Atenea al inicio de curso de las fechas de las pruebas puntuables

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Anderson, Stewart. Biostatistics : a computing approach. Boca Raton: CRC Press, cop. 2012. ISBN 978-1-58488-834-5.
- Lee, E.T. ; Wang, J.W. Statistical methods for survival data analysis [en línea]. 4th. Wiley, 2013 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471458546. ISBN 978-1-118-09502-7.
- Collett, D. Modelling survival data in medical research. 2nd ed. Chapman & Hall, 2003.
- Klein, John P. ; Moeschberger, Melvin L. Survival analysis: techniques for censored and truncated data [en línea]. 2nd ed. Springer, 2003 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007/b97377. ISBN 978-038795399.
- Smith, Peter J. Analysis of failure and survival data. Chapman and Hall, 2002.
- Kleinbaum, David; Klein, Mitchel. Survival analysis: a self-learning text. 3rd ed. Springer, 2012. ISBN 978-1441966.

Complementaria:
- Cox, D. R.; Oakes, D. Analysis of survival data. Chapman and Hall, 1984.
- Kalbfleisch, John D.; Prentice, R.L. The statistical analysis of failure time data. 2nd ed. Wiley-Interscience, 2002.
- Lawless, Jerald F. Statistical models and methods for lifetime data. 2nd ed. 2003. ISBN 978-0471372158.
- Klein, John P. Handbook of survival analysis [en línea]. Boca Raton: Taylor and Francis, cop. 2014 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1563126. ISBN 978-1-4665-5566-2.
- O'Quigley, John. Proportional hazards regression [Recurs electrònic] [en línea]. New York, NY: Springer New York, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-68639-4. ISBN 978-0-387-68639-4.

Guía docente
200625 - AE - Análisis Econométrica

Última modificación: 26/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ERNEST PONS FANALS

Otros: Primer quadrimestre:
ERNEST PONS FANALS - A

CAPACIDADES PREVIAS

En el curso se suponen unos conocimientos de estadística similares a los que se pueden asumir como previos para el acceso al master. Los estudiantes deben estar familiarizados con los conceptos de contraste de hipótesis y significación estadística en el marco de un modelo lineal. Los conceptos necesarios para seguir el curso se pueden encontrar, por ejemplo en el manual ?Practical Regression and Anova using R" disponible en la web del proyecto R (http://cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf).

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La actividad docente propia de la asignatura se basa en la utilización de los recursos docentes que se detallan a continuación:

· Clases magistrales (agente principal: profesor)
· Clases prácticas (agentes principales: estudiantes y profesores)
· Trabajo autónomo del los estudiantes (agentes principales: estudiantes).

En las sesiones magistrales se presentaran a los estudiantes los contenidos de tipo teórico de la lección, completados con ejercicios prácticos.

En las sesiones de prácticas informáticas se pretende que los estudiantes utilicen los conceptos teóricos vistos en clases previas. Para poder realizar esta tarea los estudiantes seguirán unas prácticas guiadas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Se espera que una vez completada la asignatura, los estudiantes sean capaces de dominar los métodos y técnicas econométricas básicas, así como el vocabulario y los conceptos propios de la econometría. Además de identificar los problemas susceptibles de ser tratados con las herramientas econométricas, plantearlos de forma adecuada e incorpora los resultados del análisis econométrico al proceso de toma de decisiones.

Todo ello conduce a que en el plan de trabajo de la asignatura se combinen los aspectos teóricos fundamentales de la Econometría con aquellos otros más aplicados. En este sentido, uno de los objetivos a considerar a la hora de impartir el programa de la asignatura es encontrar el punto de equilibrio entre formalismo en el desarrollo de los contenidos y su aplicabilidad a partir de software libre conocido por los estudiantes como R.

En concreto, se pretende que los estudiantes dispongan de conocimientos fundamentales respecto a la utilización de los modelos econométricos adaptados a cada una de las siguientes situaciones: modelos para series temporales, modelos para datos de panel, modelos con variables dependientes cualitativas y modelos para datos espaciales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

MODELOS ECONOMÉTRICOS

Descripción:
1.1. Concepto y contenido
1.2. El modelo de regresión lineal múltiple estándar
1.3. Inferencia y predicción
1.4. Especificación de modelos econométricos
1.5. Etapas en la investigación econométrica

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA SERIES TEMPORALES. RAÍCES UNITARIAS

Descripción:
2.1. Introducción.
2.2. Tests de raíces unitarias.
2.3. Concepto de cointegración.
2.4. Tests de cointegración.
2.5. Modelización de series cointegradas mediante modelos de cointegración del error.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA DATOS DE PANEL

Descripción:
3.1. Datos de panel y efectos no observables (individuales y temporales).
3.2. Modelos estáticos: estimadores alternativos y comparación de métodos.
3.3. Modelos dinámicos: consecuencias para los estimadores estáticos y nuevos estimadores.
3.4. Aplicaciones.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA VARIABLE DEPENDIENTE LIMITADA

Descripción:
4.1. Modelo de elección binaria.
4.2. Modelos logit y probit.
4.3. Modelos multinomiales.
4.4. Modelos de conteo.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

MODELOS ECONOMÉTRICOS PARA DATOS ESPACIALES

Descripción:
5.1. Definición del concepto de autocorrelación espacial.
5.2. Causas y consecuencias de la dependencia espacial en un modelo de regresión
5.3. Contraste y estimación con dependencia espacial.
5.4. Definición del concepto de heterogeneidad espacial.
5.5. Causas y consecuencias de la heterogeneidad espacial en un modelo de regresión.
5.6. Contraste y estimación con heterogeneidad espacial.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

El modelo de evolución de evaluación de la asignatura será el de la evaluación continua. Teniendo en cuenta el carácter empírico de la asignatura, dicha evaluación se basará en dos tipos de actividades:

A. La realización de actividades prácticas. A lo largo del semestre se propondrá la realización de un conjunto de actividades que se anunciaran al principio de curso (50%).

B. Una prueba final (50%)

BIBLIOGRAFÍA

Complementaria:

- Greene, William H. Análisis econométrico. 3a ed. Prentice-Hall, 2000. ISBN 8483220075.
- Maddala, G. S. Introduction to econometrics. 4a ed. Willey, 2009.
- Novales Cinca, Alfonso. Econometría. 2ª ed. Madrid: Mc Graw-Hill, 1993. ISBN 8448101286.
- Wooldridge, Jeffrey M. Introducción a la econometría : un enfoque moderno. 2ª ed. Madrid: International Thomson Editores Spain Paraninfo, 2005. ISBN 8497322681.

RECURSOS

Otros recursos:

Para esta asignatura se recomienda consultar la información disponible a traves del campus virtual o página web de la asignatura así como el siguiente material:

* Guiones y transparencias utilizados en clase
* Ejercicios propuestos en la sesiones de clase
* Material de las sesiones prácticas, que incluyte: descripción detallada de la práctica de manera que cada estudiante pueda realizarla, de forma autónoma, y los datos correspondientes a la práctica.
* Prácticas propuestas: para cada una de las prácticas (correspondientes a un tema), se proponen ademas prácticas adicionales que los estudiantes pueden utilizar como ejemplo. Para ello se proporcionan unas indicaciones y los datos.

Guía docente
200606 - AMD - Análisis Multivariante de Datos

Última modificación: 16/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JAN GRAFFELMAN

Otros: Segon quadrimestre:
JAN GRAFFELMAN - A
FERRAN REVERTER COMES - A
MIQUEL SALICRÚ PAGES - A

CAPACIDADES PREVIAS

1. El curso presupone conocimientos de álgebra lineal: diagonalización de matrices simétricas. Proyección de vectores. Derivación vectorial de funciones lineales y cuadráticas.
2. También hace falta haber hecho un curso de inferencia estadística con las pruebas de hipótesis univariantes clásicas (t de Student, F de Fisher, Chi cuadrado).

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
1. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
2. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
3. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.
5. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.

Transversales:
4. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

7. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Idioma: la primera parte (50%) se imparte en ingles, i la segunda parte (50%) se imparte en castellano.
Teoria: La explicación se realiza en clases magistrales siguiendo el temario de acuerdo con la temporalización entregada a comienzo del curso.
Problemas: Se utilizan para consolidar los conceptos teóricos dentro de las classes de teoría. Al largo del curso se pide la entrega de algunos problemas por parte de los estudiantes.
Prácticas: Se trata de utilizar las facilidades de la programación matricial para el análisis multivariante. Las prácticas se evalúan. El lenguaje utilizado es R. Las prácticas se hacen en grupos de dos estudiantes
Proyecto: Los estudiantes trabajan el analisis de una base de datos con los métodos del curso. Deben redactar y entregar un informe del analisis realizado. El proyecto se hace en grupos de dos estudiantes.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El estudiante que supera la asignatura tiene que tener la capacidad de:

1. Reconocer la naturaleza multivariada de una base de datos.
2. Explicar la ganancia del enfoque multivariado respecto al enfoque tradicional univariado.
3. Enumerar los objetivos de los métodos multivariados más utilizados (ACP, AC, Análisis factorial, Escalamiento multidimensional, MANOVA, AD, etc.)
4. Identificar el método multivariado más adecuado para un conjunto de datos determinado.
5. Implementar los métodos básicos del análisis multivariado en lenguaje matricial con el programa R.
6. Aplicar la estadística descriptiva multivariada a un conjunto de variables.
7. Aplicar los métodos principales de reducción de la dimensionalidad.
8. Aplicar las transformaciones necessarias para un análisis determinado (escoger la métrica).
9. Realizar la visualización de datos multivariados en R.
10. Interpretar las respresentaciones gráficas (biplots) de datos multivariados.
11. Enunciar la distribución normal multivariada y sus propiedades.
12. Enunciar la definición de las pruebas estadísticas multivariadas básicas.
13. Aplicar las pruebas de hipótesis multivariadas más utilizadas, como las sobre vectores de medias y matrices de covarianzas.
14. Aplicar el análisis discriminante lineal y cuadrático con datos de distintas poblaciones, obteniendo las funciones discriminantes bajo supuesto
de normalidad multivariada, y realizar la classificación de individuos anónimos.
15. Enunicar los métodos básicos para crear grupos (clústers).
16. Aplicar los algoritmos para crear grupos.
17. Interpretar los resultatos de los métodos multivariados más utilizados.
18. Aplicar el análisis factorial y extraer los factores comunes de unas variables.
19. Aplicar el análisis de medidas repetidas, de perfiles y el análisis MANOVA en dos factores.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Estadística descriptiva multivariante

Descripción:
1. Introducción y conceptos básicos. Repaso del algebra lineal. Geometría de la muestra. Nube de puntos en Rp y Rn. Concepto de la métrica. Medidas de la variabilidad. Proyección M-ortogonal. Descomposoción en valores y vectores propios. Descomposición en valores singulares generalizada. Representaciones gráficas: el biplot.
2. Análisis de componentes principales (ACP). Definición del los componentes. Propiedades. ACP basado en la matriz de covarianzas y en la matriz de correlaciones. Biplots. Bondad de la representación.
3. Escalamiento multidimensional. Distancias y métricas. Representación euclidiana de una matriz de distancias. Descomposición spectral asociada. Bondad de la representación.
4. Análisis de correspondencias simple. Tablas de contingencia. Perfiles fila y perfiles columna. Inercia e estadístico chi-cuadrado. Biplots.
5. Análisis de correspondencias múltiple (ACM). ACM basado en la matriz de Burt. ACM basado en la matriz de variables indicadoras. Inercias ajustadas. Representaciones gráficas.
6. El análisis factorial. El modelo factorial. Factores comunes e específicos. Métodos de estimación: análisis factorial principal y máxima verosimilitud. Representaciones gráficas.
7. Análisis de correlaciones canónicas. Función objectiva. Correlaciones canónicas, variables canónicas i pesos canónicos. Relación con otros métodos. Biplots.

Objetivos específicos:
Realizar el análisis descriptivo gráfico y numérico de una tabla de datos multivariados, tanto para tablas con datos cuantitativos como para tablas con datos categóricos.

Actividades vinculadas:
Prácticas, ejercicios y el proyecto.

Dedicación: 61h
Grupo grande/Teoría: 15h
Grupo mediano/Prácticas: 6h
Aprendizaje autónomo: 40h

Inferencia estadística multivariante.

Descripción:
La distribución normal multivariante. Estadísticos muestrales. Prueba de la razón de verosimilitud. Pruebas sobre la matriz de covarianzas. Prueba de la unión-intersección. T2 de Hotelling. Pruebas sobre el vector de medias. Análisis de medidas repetidas. Análisis de perfiles. Comparación de diversas medias. La lambda de Wilks. El modelo MANOVA con un y dos factores.

Objetivos específicos:
Realizar inferencia estadística multivariada.

Actividades vinculadas:
Prácticas y problemas.

Dedicación: 29h
Grupo grande/Teoría: 9h
Aprendizaje autónomo: 20h

Análisis discriminante y análisis de conglomerados

Descripción:
1. Análisis discriminante. Análisis discriminante paramétrico. Funciones discriminantes.
Análisis discriminante lineal y análisis discriminante cuadrático.
2. Análisis de conglomerados. Distancias y similitud. Algoritmos. Métodos jerárquicos y métodos de partición. Dendrograma. Propiedad ultramétrica. Criterio de Ward.

Objetivos específicos:
Aplicar análisis discriminante y análisis clúster e interpretar sus resultados.

Actividades vinculadas:
Prácticas y problemas

Dedicación: 32h
Grupo grande/Teoría: 7h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 20h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación consistirá a hacer dos exámenes, un parcial a medio curso y otro parcal al final, además de la realización de prácticas, ejercicios y un proyecto. La nota se obtendrá a partir de la calificación de los exámenes, las prácticas, ejercicios y proyecto. La nota final del curso es un promedio ponderado de los distintos elementos de avaluación. La ponderación de las diferentes partes de la avaluación es la sigüente: examen parcial de la primera part (35%), examen final segunda parte (35% si se examina sólo la segunda parte, 70% si se incluye también la primera parte), prácticas de laboratorio y problemas (15%), proyecto (15%, informe escrito). Los estudiantes que han aprovado el primer examen parcial no se re-evaluarán para la materia de la primera parte en el examen final.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Aluja, T.; Morineau, A. Aprender de los datos: el análisis de componentes principales. EUB, 1999.
- Johnson, R. A.; Wichern, D.W. Applied multivariate statistical analysis. 6th ed. Prentice Hall, 2007.
- Krzanowski, W. J. Principles of multivariate analysis: a user's perspective. Rev. ed. Oxford University Press, 2000.
- Lebart, L.; Morineau, A.; Piron, M. Statistique exploratoire multidimensionnelle. 2e éd. Dunod, 1997.
- Peña Sánchez de Rivera, D. Análisis de datos multivariantes [en línea]. McGraw-Hill, 2002 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4203.

Complementaria:
- Cuadras, C. M. Métodos de análisis multivariante. 2ª ed. PPU, 1991.
- Dillon, W. R.; Goldstein, M. Multivariate analysis methods and applications. John Wiley and Sons, 1984.
- Mardia, K. V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. Multivariate analysis. Academic Press, 1979.
- Morrison, D. F. Multivariate statistical methods. 3rd ed. McGraw-Hill, 1990.
- Volle, Michel. Analyse des données. 3e éd. Economica, 1985.
- Everitt, Brian. An R and S-PLUS companion to multivariate analysis [en línea]. London: Springer, 2005 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/b138954. ISBN 1852338822.

RECURSOS

Material informático:
- Lecture slides. Transparencias

Guía docente
200644 - APE - Aprendizaje Estadístico

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS

Otros: Segon quadrimestre:
PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS - A
FERRAN REVERTER COMES - A
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

CAPACIDADES PREVIAS

Familiaridad con conceptos básicos de cálculo en una y varias variables. Formación de nivel medio en probabilidades e inferencia. Dominio del entorno de trabajo estadístico y programación R (material para preparación previa: cualquier buen curso de autoaprendizaje de R, como http://www.ub.edu/stat/docencia/EADB/Curso%20basico%20de%20R.htm).

REQUISITOS

"Fundamentos de Inferencia Estadística" o "Inferencia Estadística Avanzada"
"Computación en Estadística y en Optimización"

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
MESIO-CE2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
MESIO-CE3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
MESIO-CE6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
MESIO-CE8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
MESIO-CE9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.
MESIO-CE4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.

Transversales:
CT1a. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El aprendizaje se organiza en sesiones teórico-prácticas con el profesorado. Todas las sesiones combinan un 50% de clases expositivas, y otro 50% de prácticas guiadas y talleres.
En la parte expositiva de las sesiones, los aspectos teóricos son presentados y discutidos, acompañados de ejemplos prácticos utilizando diapositivas que se entregarán previamente a los estudiantes.
El entorno de trabajo fundamental de las sesiones prácticas será R, del que se presume un conocimiento intermedio (uso del entorno y programación básica).

El aprendizaje autónomo consistirá en el estudio y resolución de problemas teóricos y prácticos que el estudiante debe entregar a lo largo del curso.
Concretamente, las actividades previstas son:
- Estudio de los materiales de aprendizaje, antes y/o después de cada sesión con el profesorado.
- Análisis detallado de diversos conjuntos de datos. Se intentará que cada conjunto de datos sirva de base para un caso de estudio en diversos métodos.
- La realización de ejercicios teóricos y prácticos sobre los métodos estudiados. Los ejercicios prácticos requerirán completar las tareas de programación en R.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conocer la estructura de los problemas de aprendizaje supervisados y no supervisados.
Ser capaz de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple, y también un glm, utilizando la versión penalizada de los mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y de los estimadores de máxima verosimilitud.
Conocer las características comunes esenciales de los estimadores de regresión no paramétricos (disyuntiva sesgo-varianza, selección del parámetro de suavizado, número efectivo de parámetros, etc.) y los detalles de tres de ellos: regresión polinómica local, suavizado por splines, modelos aditivos generalizados (GAM).
Conocer los principales métodos basados en árboles y poder aplicar estos métodos en conjuntos de datos reales.
Comprender los fundamentos de las Redes Neuronales Artificiales (incluyendo los modelos de deep-learning i las redes neuronales convolucionales) y adquirir las habilidades necesarias para aplicarlas
Conocer los principales procedimientos de validación cruzada para evaluar la precisión de un modelo de predicción.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción al aprendizaje estadístico

Descripción:
1. Aprendizaje supervisado y no supervisado.
2. Aprendizaje automático (machine learning) y aprendizaje estadístico (statistical learning).

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Estimadores de regresión penalizados: Regresión ridge y Lasso

Descripción:
1. Regresión ridge.
2. Validación cruzada.
3. Lasso en el modelo de regresión lineal múltiple. Optimización cíclica coordenada a coordenada.
4. Lasso en el GLM.
5. Comparación de las reglas de clasificación. Curva ROC.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

Modelos Aditivos Generalizados

Descripción:
1. Introducción al modelado no paramétrico.
2. Regresión polinómica local. La disyuntiva sesgo-varianza. Suavizadores lineales. Selección del parámetro de suavizado.
3. Regresión no paramétrica con respuesta binaria. Modelo de regresión no paramétrico generalizado. Estimación por máxima verosimilitud local.
4. Suavizado por splines. Regresión no paramétrica de mínimos cuadrados penalizada. Splines cúbicos, interpolación y suavizado. B-splines. Ajuste de modelos de regresión no paramétricos generalizados con splines.
5. Modelos de aditivos generalizados (GAM). Regresión no paramétrica múltiple. La maldición de la dimensionalidad. Modelos aditivos. Modelos aditivos generalizados.

Dedicación: 13h 30m
Grupo grande/Teoría: 13h 30m

Métodos basados en árboles

Descripción:
1. Los fundamentos de los árboles de decisión. Árboles de regresión. Árboles de clasificación.
2. Ensemble Learning. Bagging. Random forests. Boosting.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

Redes Neuronales Artificiales

Descripción:
1. Redes feed-forward.
2. Entrenamiento de una red.
3. Retro-propagación del error.
4. Modelos de aprendizaje profundo (Deep Learning).
5. Redes neuronales convolucionales.
6. Autocodificadores (autoencoders).

Dedicación: 13h
Grupo grande/Teoría: 13h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se basa en dos partes:
1) Ejercicios prácticos realizados a lo largo del curso: 50%
2) Examen final: 50%

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Wainwright, Martin. Statistical learning with sparsity: The Lasso and Generalizations [en línea]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2015 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=4087701. ISBN 978-1-4987-1216-3.
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome. The Elements of statistical learning : data mining, inference, and prediction [en línea]. 2nd ed. New York [etc.]: Springer, cop. 2009 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7. ISBN 978-0-387-84857-0.
- Lantz, Brett. Machine learning with R : discover how to build machine learning algorithms, prepare data, and dig deep into data prediction techniques with R [en línea]. 2nd ed. Birmingham: Packt Pub, 2015 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11084783. ISBN 978-1-78439-390-8.
- James, Gareth. An Introduction to statistical learning : with applications in R [en línea]. New York: Springer, 2013 [Consulta: 18/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-7138-7. ISBN 978-1-4614-7137-0.
- Bowman, A. W; Azzalini, Adelchi. Applied smoothing techniques for data analysis : the Kernel approach with S-Plus illustrations. Oxford: Clarendon Press, 1997. ISBN 9780198523963.
- Wood, Simon N. Generalized additive models : an introduction with R. Boca Raton, Fla. [etc.]: Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 9781584884743.

Complementaria:
- Wasserman, Larry. All of nonparametric statistics [en línea]. New York: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-30623-4. ISBN 9780387251455.
- Haykin, Simon S. Neural networks and learning machines. 3rd. Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2009. ISBN 978-0131471399.
- Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, cop. 2006. ISBN 9780387310732.

RECURSOS

Otros recursos:
ATENEA

Guía docente
200649 - AEXNAP - Aprendizaje Estadístico con Redes Neuronales Artificiales Profundas

Última modificación: 29/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ESTEBAN VEGAS LOZANO

Otros: Segon quadrimestre:
FERRAN REVERTER COMES - A
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

CAPACIDADES PREVIAS

Familiaridad con los fundamentos del cálculo en una y más variables. Estudios intermedios en probabilidad e inferencia. Habilidades en el uso del entorno R para programación y computación estadística. Cualquier buen curso de R en línea puede ayudar, como https://www.ub.edu/cursosR/docente.html.

REQUISITOS

"Fundamentos de Inferencia Estadística" o "Inferencia Estadística Avanzada"
"Computación en Estadística y en Optimización"

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
MESIO-CE2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
MESIO-CE3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
MESIO-CE4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
MESIO-CE6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
MESIO-CE8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
MESIO-CE9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
CT1a. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El aprendizaje se organiza en sesiones teórico-prácticas con los instructores. Todas las sesiones combinan un 50% de clases expositivas y otro 50% de prácticas guiadas y talleres.
En la parte expositiva de las sesiones se presentan y discuten los aspectos teóricos, acompañados de ejemplos prácticos mediante diapositivas que se proporcionarán previamente a los alumnos.
El entorno de trabajo fundamental de las prácticas será el R, del que se presume un conocimiento intermedio (uso del entorno y programación básica). Opcionalmente, los estudiantes pueden hacer su tarea usando Python.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Comprender los fundamentos de las redes neuronales artificiales.
Conocer el flujo de trabajo del aprendizaje automático.
Conocer la evaluación de modelos de aprendizaje automático.
Conocer los paquetes Keras / TensorFlow para implementar modelos de deep learning.
Comprender el seguimiento de modelos de aprendizaje profundo.
Comprender el aprendizaje profundo para la visión por computadora.
Comprender el aprendizaje profundo para texto y secuencias.
Comprender el aprendizaje profundo generativo.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Fundamentos de las redes neuronales artificiales

Descripción:
• Inteligencia artificial, aprendizaje automático y aprendizaje profundo.
• Un primer ejemplo de una red neuronal.
• Representación de datos para redes neuronales. Tensores y operaciones tensoras.
• Cómo aprenden las redes neuronales. Retropropagación y descenso de gradientes.

Dedicación: 4h
Grupo grande/Teoría: 4h

Empezando con las redes neuronales

Descripción:
• Los componentes centrales de las redes neuronales.
• Una introducción a Keras.
• Flujo de trabajo para abordar problemas de aprendizaje automático.
• Validación de modelos mediante validación cruzada de K-fold.
• Introducción a las principales arquitecturas de aprendizaje profundo.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

Mejores prácticas de aprendizaje profundo

Descripción:
• Uso de los "callbacks" de Keras.
• Trabajar con el paquete tfruns ().
• Mejores prácticas para desarrollar modelos de aprendizaje profundo.

Dedicación: 3h
Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje profundo para visión artificial

Descripción:
• Redes neuronales convolucionales.
• Aumento de datos.
• Extracción de características.
• Ajuste fino.
• Visualización de mapas de calor de activación de clases. Grad-cam.

Dedicación: 10h
Grupo grande/Teoría: 10h

Aprendizaje profundo para texto y secuencias

Descripción:
• Procesamiento previo de datos de texto en representaciones útiles. Incrustaciones de palabras.
• Redes neuronales recurrentes.
• Convoluciones 1D para procesamiento de secuencias
• Capas LSTM y GRU.

Dedicación: 10h
Grupo grande/Teoría: 10h

Aprendizaje profundo generativo

Descripción:
• Generación de texto con LSTM
• Autoencoders variacionales.
• Redes generativas de confrontación.

Dedicación: 10h
Grupo grande/Teoría: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se basa en dos partes:
1) Ejercicios prácticos realizados a lo largo del curso: 50%
2) Examen final: 50%

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Chollet, François. Deep learning with Python. Shelter Island, New York: Manning Publications Co, 2018. ISBN 9781617294433.
- Chollet, F. ; Allaire, J. J. Deep Learning with R. Manning Publications, 2017.
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning [en línea]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2016] [Consulta: 31/05/2021]. Disponible a: http://www.deeplearningbook.org/. ISBN 9780262035613.
- Foster, D. Generative deep learning: teaching machines to paint, write, compose, and play. O'Reilly Media, 2019.

Complementaria:
- Pal, S. ; Gulli, A. Deep learning with Keras. Packt Publishing Ltd, 2017.
- Zaccone, G. Deep learning with TensorFlow. Packt Publishing Ltd., 2017.

Guía docente
200620 - QR - Cuantificación de Riesgos

Última modificación: 27/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: CATALINA BOLANCÉ LOSILLA

Otros: Primer quadrimestre:
CATALINA BOLANCÉ LOSILLA - A
LUIS ORTIZ GRACIA - A

REQUISITOS

Conocimientos mínimos de inferencia estadística (al nivel de DeGroot and Schervish, 2012) y de análisis multivariante básico (componentes principales, al nivel de Peña, 2002).

DeGroot, M.; Schervish, M. (2012) Probability and statistics. 4th ed. Pearson, 2012.
Peña, D. Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill, 2002.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
11. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso se compone de sesiones teóricas y prácticas semanales en las que el estudiante ha de participar realizando las actividades propuestas. Se resolverán casos prácticos en el ordenador y también se deberá redactar un informe de resultados de un máximo de cinco páginas donde se demuestre el dominio de la materia.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Comprender y saber usar la metodología estadística para la gestión de riesgos en banca, compañías aseguradoras e instituciones similares.
- Formar a los investigadores en las técnicas cuantitativas del riesgo más recientes, mostrando también los temas de investigación en este ámbito.
- Utilización del programa R en la aplicación de las técnicas estadísticas para la cuantificación de riesgos.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción

Descripción:
1.1. Conceptos básicos en la gestión del riesgo
1.2 Modelizando el valor y el cambio de valor
1.3 Tipos de riesgo
1.4 Algunos ejemplos
1.5 Medidas coherentes de riesgo

Competencias relacionadas:
MESIO-CE2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
MESIO-CE1. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
MESIO-CE9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.
MESIO-CE3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
MESIO-CE5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
MESIO-CE6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
MESIO-CE7. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
CT2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

Dedicación: 7h 30m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m

4. Modelos multivariantes de gestión de riesgos

Descripción:
4.1 Distribución normal multivariante y la cuantificación del riesgo
4.2 Análisis factorial en la cuantificación del riesgo
4.3 Distribuciones esféricas y elípticas y la cuantificación del riesgo

Dedicación: 10h
Grupo grande/Teoría: 10h

5. Medidas de dependencia y cópulas

Descripción:
5.1 Definiciones
5.2 Ejemplos de cópulas
5.3 Aplicaciones

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

6. Teoría del valor extremo

Descripción:
6.1 Distribuciones de valor extremo generalizadas
6.2 Distribución de Pareto y relacionadas
6.3 Método de Hill
6.4 Estimación no paramétrica
5.5 Estimación núcleo transformada

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

2. Medición del riesgo de mercado

Descripción:
2.1 Teoría de Black-Scholes
2.2 Medición del riesgo en carteras de opciones

Dedicación: 7h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m

3. Métodos de cuantificación del riesgo

Descripción:
3.1 Varianza-Covarianza
3.2 Simulación Histórica
3.3 Montecarlo
3.4 Ejemplos

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Evaluación continua: Se realizará un examen parcial de los temas 1 y 2 que supondrá un 30% de la nota. El 70% restante se obtendrá a partir de un trabajo que consistirá en la realización de un informe de resultados aplicando las técnicas de cuantificación de riesgos y métodos estadísticos estudiados a lo largo del curso a una cartera de acciones que diseñará cada alumno de forma individualizada.
Evaluación única: La evaluación única consistirá en un examen escrito que tendrá cinco o seis ejercicios. Los ejercicios serán teóricos y prácticos, además, algunos de ellos consistirán en interpretar los resultados cuantitativos de una situación planteada.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Jorion, P. Value at risk. The new benchmark for managing financial risk. McGraw Hill, 2007.
- Coles, S. An introduction to statistical modelling of extreme values. Berlin: Springer, 2001. ISBN 1852334592.
- Resnick, S.I. Heavy-tail phenomena [en línea]. New York: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-45024-7.
- McNeil, A.J.; Frey, R.; Embrechts, P. Quantitative risk management. Princeton: Princeton University Press, 2005.
- Bolancé, C. ; Guillén, M. ; Gustafsson, J. ; Nielsen, J.P. Quantitative operational risk models (with examples in SAS and R). Chapman & Hall/CRC, 2012.
- Adrian, T. and Brunnermeier, M.K.. "CoVaR". American Economic Review [en línea]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1257/aer.20120555.

Guía docente
200627 - AC - Ensayos Clínicos

Última modificación: 26/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALASTRUE

Otros: Segon quadrimestre:
ERIK COBO VALERI - A
ALBERTO COBOS CARBO - A
JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALASTRUE - A

CAPACIDADES PREVIAS

Se espera del estudiante conocimientos de estadística descriptiva e inferencia estadística (estimación y contraste).
Esstudiantes deben tener soltura con R.

REQUISITOS

Diseño experimental, inferencia y R a nivel básico.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
9. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
10. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
11. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
12. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
13. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso es eminentemente práctico, con aprendizaje basado en ejercicios, tras un pautado repaso teórico basado en artículos, libros, vídeos, etc. y siguiendo la metodologia de la clase "invertida". Las presentaciones de los estudiantes de ejercicios, simulaciones, y revisiones críticas, representan un 40% del tiempo presencial; y otras actividades de aprendizaje activo, como discusiones un 30%.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Después del curso, el estudiante expondrá las razones por las que sólo un estudio aleatorizado permite confirmar y estimar los efectos de una causa asignada. El alumno será capaz de argumentar y mostrar que el ensayo clínico proporciona una base formal para poner a prueba fármacos y dispositivos; y publicará de forma transparente los resultados.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción

Descripción:
Fases de desarrollo. Objetivos principal y secundarios. Eventos adversos frente a efectos adversos. Población objetivo y muestra. Intervención en estudio y comparador o control. Gestión de datos y de la calidad. Datos ausentes. Ensayos multicéntricos. Revistas: transparencia y guías de publicación, declaración CONSORT, conflictos de interés, sesgo de publicación, registro de ensayos clínicos. Decisiones de los organismos reguladores, procedimientos normalizados de trabajo y directrices ICH.

Objetivos específicos:
El estudiante leerá críticamente un original de un ensayo clínico y lo analizará e informará de forma transparente y reproducible.

Dedicación: 0h 45m
Grupo grande/Teoría: 0h 45m

A1: Análisis de diseños paralelos

Descripción:
Paralelos

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

A2: Análisis de diseños paralelos con valores iniciales

Descripción:
Papralelos

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

A3: Análisis de diseños con intercambio

Descripción:
Análisis estadístico, presentación gráfica, riesgos de sesgo, redacción y presentación de informes. Ajuste. Eficiencia. Correlación intra-clase.

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

A4: Diseño, protocolo y plan de análisis estadístico

Descripción:
Diseño, protocolo y plan de análisis estadístico

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

A5: Directrices y guías para registro y publicación

Descripción:
Directrices y guías internacionales

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

B1: Ética y Multiplicidad

Descripción:
Experimentos, medicina y derechos humanos (independencia, autonomía, beneficencia). Equipoise y posición original. Objetivos del estudio. Situaciones que requieren más de una prueba. Hipótesis y familias de hipótesis. Control de riesgo alfa parcial y global.
Estrategias. Bonferroni y Sidak ajuste. Pruebas cerradas. Los métodos secuenciales. El remuestreo

Dedicación: 6h 15m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 0h 45m
Aprendizaje autónomo: 4h

B2: Equivalencia. Diseños pragmáticos

Descripción:
Equivalencia frente a igualdad. Prueba doblemente unilateral. Solución por intervalo de confianza. Análisis. Tamaño de la muestra. Sensibilidad del estudio (diseño, ejecución y análisis).
Ensayos pragmática frente a explicativos. Extensión Consort.

Dedicación: 6h 15m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 0h 45m
Aprendizaje autónomo: 4h

B3: Justificación del tamaño muestral

Descripción:
Tamaño del efecto bajo la hipótesis alternativa. Parámetros secundarios derivados de las premisas (varianza, tasas de eventos y de reclutamiento, ...). Métodos para variables continuas, dicotómicas y tiempo hasta el evento.

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

B4: Asignación al azar

Descripción:
Aleatorización simple, estratificada, en bloques y adaptativa (minimización)

Dedicación: 11h 45m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 0h 45m
Aprendizaje autónomo: 8h

B5: Aleatorización de grupos de unidades

Descripción:
Asignación al azar de grupos de unidades. Riesgos específicos de sesgo. Correlación intra-clase. Análisis. Número necesario de grupos y de unidades.

Dedicación: 6h 15m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 0h 45m
Aprendizaje autónomo: 4h

B6: Revisiones sitemáticas y meta-analisis

Descripción:
Las revisiones sistemáticas frente al meta-análisis. La Colaboración Cochrane. Estimación del efecto mediante combinación de estudios. Riesgo de sesgo. Gráficos.

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo mediano/Prácticas: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

B7: Diseños adaptativos

Descripción:
Diseños de muestra fija frente a diseños adaptativos. Funciones de consumo de riesgo alfa y su control. Diseño triangular. Falta de sesgo frente a encogimiento.

Dedicación: 6h 15m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 0h 45m
Aprendizaje autónomo: 4h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La nota es el máximo del examen final (F) y la evaluación continua (C).
Nota = Max (F, C)
C está dividida en los bloques 1 y 2; cada uno con 2 partes: preguntas Teóricas (T, 40%) y trabajos prácticos (H, 60%).
C = 0.2T1 + 0.3H1 + 0.2T2 + 0.3H2
F tiene 3 partes: Cuestiones teóricas (T), ejercicios (E) y prácticas (P), con un peso del 30%, 40% y 30%, respectivamente:
F = 0.3T + 0.4E + 0.3P

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Armitage, P.; Berry, G. Statistical methods in medical research. Blackwell Scientific Publications, 2002.
- Westfal P H, Young S S. Resampling-based multiple testing. Wiley, 1993.
- Friedman, L. M.; Furberg, C.D.; DeMets, D.L. Fundamentals of clinical trials [en línea]. Springer, 1998 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-1586-3.
- Whitehead, J. Design and analysis of clinical trials. Wiley, 2004.

Guía docente
200632 - EPI - Epidemiología

Última modificación: 29/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: KLAUS GERHARD LANGOHR

Otros: Segon quadrimestre:
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

CAPACIDADES PREVIAS

El/la estudiante tiene que estar familiarizado/a con los conceptos de la inferencia estadística: función de verosimilitud, método de máxima verosimilitud, pruebas de hipótesis y modelos de regresión lineal. En concreto, se tiene que estar familiarizado con los contenidos de los Capítulos 1 a 3 del libro "Principles of Statistical Inference" de Cox (Cambridge University Press, 2006).

REQUISITOS

Conocimientos del software R.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
7. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
5. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
9. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Teoría:
Clases de 90 minutos en las cuales se presenta el material de la asignatura con la ayuda del ordenador. El material, que se apoya en estudios epidemiológicos reales y artículos epidemiológicos, estará previamente disponible en la Intranet (ATENEA). Además, en diferentes ocasiones se aprovechan las clases de teoría para hacer ejercicios.

Clases de prácticas/laboratorio:
Se prevén tres sesiones en las cuales se explicará el uso de funciones de paquetes contribuidos de epidemiología del software R.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Cuando acabe el curso se pretende que el/la estudiante tenga los conocimientos básicos de los métodos estadísticos en la epidemiología. Se pretende que sea capaz de proponer los diseños de estudio y análisis estadísticos que mejor información aporten y que más fácilmente puedan ser asimilados por los investigadores que tendrán que interpretarlos.

En particular, se pretende que el/la estudiante adquiera conocimientos de los temas siguientes y que sea capaz de aplicarlos a datos reales:

1. Diseños de estudios epidemiológicos: estudios de cohorte, caso-control y transversales.
2. Medidas epidemiológicas de frecuencia de enfermedades, mortalidad y de asociación exposición-enfermedad.
3. Fuentes de sesgo en estudios epidemiológicos: sesgo de información, de selección y de confusión.
4. Control del sesgo: estratificación y emparejamiento.
5. Modelos de regresión logística, logbinomial y Poisson.

Capacidades a adquirir:

· Saber aplicar a estudios epidemiológicos las herramientas aprendidas previamente, para ser capaz de proponer los diseños y análisis que mejor información aporten y que más fácilmente puedan ser asimilados por los investigadores que tendrán que interpretarlos.
· Ser capaz de juzgar las ventajas y desventajas de diferentes tipos de estudios epidemiológicos.
· Saber estimar, aplicar e interpretar medidas de frecuencia de enfermedades, de mortalidad y de asociación exposición-enfermedad.
· Tener conocimientos básicos de inferencia causal en estudios observacionales.
· Conocer las diferentes fuentes de sesgo de estudios epidemiológicos y las posibles medidas para el sesgo.
· Poder aplicar e interpretar modelos de regresión logística, logbinomial y Poisson a datos reales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción a la Epidemiología

Descripción:
a) Estudios epidemiologicos vs. ensayos clinicos.
b) Diseño de estudios epidemiológicos: estudios de cohorte, estudios caso-control y estudios transversales.

Dedicación: 3h
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Medidas epidemiológicas: conceptos y estimación

Descripción:
a) Medidas de frecuencia de enfermedades y epidemias: prevalencia, incidencia acumulada y tasa de incidencia.
b) Medidas de mortalidad y su comparación: estandarización directa e indirecta, cifra de mortalidad comparativa y razón de mortalidad estandarizada.
c) Medidas de asociación exposición-enfermedad: riesgo relativo, diferencia de riesgos, odds ratio y riesgo atribuible.

Dedicación: 13h 30m
Grupo grande/Teoría: 9h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 30m

Aspectos de estudios epidemiológicos

Descripción:
a) Inferencia causal en estudios epidemiológicos.
b) Estudio de la relación causa-efecto. Efectos y causas comunes.
c) Fuentes de sesgo en estudios epidemiológicos: Sesgo de información, sesgo de selección y sesgo de confusión.
d) Estrategias para el control de errores y para minimizar la varianza: Estratificación y emparejamiento.

Dedicación: 13h 30m
Grupo grande/Teoría: 9h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Análisis de estudios epidemiológicos

Descripción:
a) Estimación del riesgo relativo, odds ratio y riesgo atribuible en estudios de cohorte, estudios caso-control y estudios transversales.
b) Cálculo de la cifra de mortalidad comparativa y la razón de mortalidad estandarizada.
c) El estimador de Mantel-Haenszel en presencia de una variable de confusión.
d) Análisis de datos emparejados en estudios caso-control.
e) Regresión logística: expresión del modelo, estimación e interpretación de los parámetros.
f) Regresión logbinomial: expresión del modelo, estimación e interpretación de los parámetros.
g) Regresión Poisson: expresión del modelo, estimación e interpretación de los parámetros.

Dedicación: 15h
Grupo grande/Teoría: 9h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La nota final es la media ponderada de las notas obtenidas en
a) el examen final (50%),
b) entrega de ejercicios (30%),
c) resumen y presentación de un artículo (20%).
El trabajo final consiste en estudiar un artículo de una revista epidemiológica y presentarlo en clase.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Jewell, Nicholas. Statistics for Epidemiology. Chapman & Hall/CRC, 2004. ISBN 1-58488-433-9.
- Gordis, Leon. Epidemiología. 3ª ed. W.B. Saunders, 2005.
- Kahn, H. A.; Sempos, C.T. Statistical Methods in Epidemiology. Oxford University Press, 1989.
- McNeil, Don. Epidemiological Research Methods. Wiley, 1996.
- Rothman, Kenneth J. Epidemiology: An Introduction. Oxford University Press, 2012. ISBN 9780199754557.

Complementaria:
- Porta, M. A Dictionary of Epidemiology. Fifth edition. Oxford University Press, 2008. ISBN 9780195314502.
- Breslow, N.E.; Day, N.E. Statistical Methods in Cancer Research. International Agency for Research on Cancer, 1980.
- Rothman, K. J.; Greenland, S. Modern Epidemiology. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- Woodward, Mark. Epidemiology Study Design and Data Analysis. Chapman & Hall/CRC Press, 1999.

Guía docente
200633 - EE - Epidemiología Espacial

Última modificación: 16/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: ROSA Mª ABELLANA SANGRÀ

Otros: Primer quadrimestre:
ROSA Mª ABELLANA SANGRÀ - A
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
4. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
5. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
7. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
8. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
9. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
10. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Se realizarán sesiones dónde se explicarán los principales conceptos de cada tema, los cuáles se ilustrarán con ejemplos de datos reales. Adicionalmente el alumno dispondrá de material con el que podrá complementar los conceptos tratados en las clases teóricas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Cuando el alumno acabe el curso será capaz de:
- Identificar el tipo de estructura espacial de un conjunto de datos.
- Utilizar las herramientas exploratorias de análisis de la dependencia espacial.
- Interpolar datos geoestadísticos.
- Ajustar modelos para datos en retículas con correlación espacial.
- Identificar el patrón de estructura espacial de unos datos puntuales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. GEOESTADISTICA

Descripción:
1.1. Introducción. Algunos ejemplos.
1.2. Descripción de datos geoestadísticos.
1.3. Variogramas: Modelización y estimación.
1.4. Predicción espacial y Kriging.

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo mediano/Prácticas: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

2. DATOS EN RETÍCULAS

Descripción:
2.1. Introducción. Ejemplos.
2.2. Análisis exploratorio de datos: Definiciones de la matriz vecindad, Medidas de asociación espacial
2.3. Modelos auto regresivos y de heterogeneidad espacial
2.4. Estimación bayesiana Algoritmo Gibbs Sampling. Diagnóstico de convergencia

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo mediano/Prácticas: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

3. PROCESOS PUNTUALES ESPACIALES

Descripción:
3.1. Introducción. Algunos ejemplos.
3.2. Teoría básica para procesos puntuales
3.3. Análisis Exploratorio de Datos (EDA) para procesos puntuales
3.4. Modelos de procesos puntuales

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo mediano/Prácticas: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Al final de cada uno de los tres bloques que componen la asignatura los alumnos deberán resolver unos ejercicios, los cuales deberán ser entregados en un determinado plazo que se anunciará durante el curso. Los tres ejercicios serán puntuados entre 0 y 10, y la media de estas tres cualificaciones será la nota de ejercicios (NEJ).

Adicionalmente se programará una examen final con preguntas tipo test. La cualificación de esta prueba (NPE) estará entre 0 y 10.

La nota final de la asignatura será la media aritmética de NPE i NEJ.

La asignatura se considerará aprobada si la nota final es superior a 5.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Gelfand, Alan; Diggle, Peter; Fuentes, Montserrat; Guttorp, Peter. Handbook of spatial statistics. CRC Press, 2010.
- Banerjee, S.; Carlin, BP.; Gelfrand A.E. Hierarchical modelling and analysis for spatial data. Chapman & Hall /CRC, 2004.
- Bivand, R. S.; Pebesma, E. J.; Gómez-Rubio, V. Applied spatial data analysis with R [en línea]. Springer, 2008 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=364296. ISBN 9780387781709.
- Cressie, N.A.C. Statistics for spatial data. Rev. ed. New York: John Wiley and Sons, 1993.
- Diggle, P.J. Statistical analysis of spatial point patterns. 2nd ed. Hodder Arnold, 2003. ISBN 0340740701.
- Elliott, P.[et al.]. Spatial epidemiology: methods and applications. Oxford University Press, 2000. ISBN 0192629417.

RECURSOS

Material informático:
- WinBUGS. WinBUGS is part of the BUGS project, which aims to make practical MCMC methods available to applied statisticians.
http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/winbugs/contents.shtml
- R. R is a free software environment for statistical computing and graphics.
http://www.r-project.org/

Guía docente
200650 - EPIGEN - Epidemiología Genética

Última modificación: 16/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN

Otros: Segon quadrimestre:
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A
GUILLEM CLOT RAZQUIN - A

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos de inferencia estadística básica y modelos de regresión lineal generalizada
Conocimientos elementales del uso del programa de análisis R.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
MESIO-CE1. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
MESIO-CE2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
MESIO-CE3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
MESIO-CE4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
MESIO-CE5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
MESIO-CE6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
MESIO-CE9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Se realizarán sesiones donde se explicarán los principales conceptos de cada tema, los que se ilustrarán con ejemplos de datos reales. Adicionalmente el alumno dispondrá de material con el que podrá complementar los conceptos tratados en las clases teóricas.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Conocimiento del tipo de herencia, susceptibilidad y desequilibrio de ligamiento para poder escoger los análisis más adecuados para desarrollar estudios epidemiológicos.
- Conocimiento de las técnicas de análisis estadístico para investigar las relaciones entre genes y enfermedades.
- Conocimiento de las técnicas de análisis estadístico para calcular la influencia del entorno y la asociación en-en.
- Tratamiento de los datos con estructura apropiada para ser utilizadas en función del tipo de estudio. Elaboración de árboles genealógicos.
- Conocimiento de los métodos estadísticos de análisis de datos genéticos.
- Uso del software necesario para llevar a cabo los análisis estadísticos apropiadas

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción a la epidemiología genética

Descripción:
Nomenclatura básica. Tipos de diseños de estudios. Modelos de herencia. Equilibrio de Hardy-Weinberg. Desequilibrio de ligamiento

Dedicación: 30h
Grupo grande/Teoría: 30h

2. Estudios de agregación familiar

Descripción:
Estudios caso-control. Estudios de gemelos. Diseños con familias, Componentes de la varianza

Dedicación: 20h
Grupo grande/Teoría: 20h

3. Estudios de segregación

Descripción:
Patrones de herencia. Método de máxima verosimilitud. Modelos de herencia

Dedicación: 20h
Grupo grande/Teoría: 20h

4. Estudios de ligamiento

Descripción:
Análisis de ligamiento basado en modelo. Análisis de ligamiento no paramètrico y de modelo libre

Dedicación: 20h
Grupo grande/Teoría: 20h

5. Estudios de asociación

Descripción:
Asociación y ligamiento. Análisis de asociación basado en famílias. Análisi de haplotipos. Estudios de asociación de genoma completo.

Dedicación: 35h
Grupo grande/Teoría: 35h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Al final de cada uno de los bloques que componen la asignatura los alumnos deberán resolver unos ejercicios, los cuales deberán ser entregados en un determinado plazo que se anunciará durante el curso.
Los ejercicios serán puntuados entre 0 y 10, y la media de estas calificaciones (NE) será la nota de la asignatura.
Adicionalmente se programará una prueba opcional para aquellos estudiantes que quieran modificar la nota NE. La calificación de esta prueba (NP) estará entre 0 y 10.
La nota final de la asignatura se calculará como el máximo de NE y NP.
La asignatura se considera aprobada si la nota final es superior a 5.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Ziegler, A.; König, I.R. A Statistical approach to genetic epidemiology : concepts and applications. Wiley, 2010.
- Teare, M. Dawn. Genetic Epidemiology. Springer, 2011.

Guía docente
200619 - EA - Estadística Actuarial

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ANA MARIA PÉREZ MARÍN

Otros: Segon quadrimestre:
ANA MARIA PÉREZ MARÍN - A
MIGUEL ANGEL SANTOLINO PRIETO - A

CAPACIDADES PREVIAS

El alumnado ha de tener conocimientos previos en cálculo de probabilidades, variables aleatorias, distribuciones de probabilidad y características de las distribucioens de probabilidad (esperanzas, varianzas, etc.). También se recomienda tener conocimientos previos en álgebra de sucesos.
Libro recomendado de introducción a la Estadística Actuarial. López Cachero, Manuel. Estadística para actuarios. Madrid : Editorial MAPFRE : Fundación MAPFRE Estudios, Instituto de Ciencias del Seguro, D.L. 1996

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
11. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso se compone de sesiones teóricas semanales en las que el estudiante ha de participar habiendo trabajado previamente el material facilitado. Se resolveran ejercicios y casos prácticos con ordenador.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Relativos a conocimientos:
- Aprender a calcular la probabilidad de muerte (o de supervivencia) como una parte fundamental en la tarificación de seguros de vida. Este cálculo se lleva a cabo tanto individualmente (seguros individuales), com para grupo de individuos
(seguros colectivos).
- Aprender a tarificar los seguros sobre la base de la modelización del número de siniestros y de las cuantías o los daños totales de las reclamaciones, así como calcular la probabilidad de ruina.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

BLOQUE 1. Estadística Actuarial Vida

Descripción:
Tema 1. El modelo biometrico
- Hipótesis básicas
- Variables y funciones relevantes
- Conceptos de la teoria de la población
- Probabilidades sobre una vida
- Probabilidades temporales y diferidas
- Taxa instantanea de mortalidad
- Esperanza de vida
- Medidas resumen para la vida residual

Tema 2. Probabilidades sobre más de una vida
- Probabilidad conjunta
- Probabilidades temporales y diferidas
- Extensión a más de dos vidas

Tema 3. Modelos de superviencia y tablas de vida
- Principales funciones de supervivencia
- Tablas de vida
- Modelos de supervivencia para datos censurados
- Modelo de Lee-Carter

Tema 4. Múltiples causes de salida
- Modelo práctico de invalidez
- Modelo racional de invalidez

Dedicación: 30h
Grupo grande/Teoría: 30h

BLOQUE 2. Estadística Actuarial No Vida

Descripción:
Tema 1. Modelitzación del número de siniestros
- Principales distribuciones discretas
- Distribuciones compuestas
- Modelos de regresión
- Estimación

Tema 2. Modelización del coste de los siniestros
- Principales distribuciones contínuas
- Distribuciones de extremos
- Selección y validación de modelos

Tema 3. Modelos de riesgo y teoría de la ruina
- Modelos de riesgo colectivo y individual
- Estimación de la distribución del daño total
- Teoría de la ruina
- Provisiones

Dedicación: 30h
Clases teóricas: 10h
Clases prácticas: 5h
Trabajo autónomo (no presencial): 15h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Evaluación continua:
Se propondrán 3 prácticas que se deberán resolver y entregar. Estas prácticas irán dirigidas a evaluar la habilidad práctica del estudiante en la aplicación y desarrollo de los conceptos explicados durante las clases. Cada práctica tendrá un 33.3% de peso en la nota final.

Evaluación única:
La evaluación única consistirá en un examen escrito que tendrá cinco o seis ejercicios.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Macdonald, A.S.; Cairns, A.J.G.; Gwilt, P.A. & Miller, K.A.. "An international comparison of recent trends in population mortality". British actuarial journal [en línea]. N. 4, 1998, 3-141 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://sumaris.cbuc.es/cgis/revista.cgi?issn=13573217.
- Panjer, H. J. "Recursive evaluation of a family of compound distributions". ASTIN bulletin [en línea]. 1981, 12, 22-26 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://casact.net/library/astin/vol12no1/22.pdf.
- Renshaw, A. E.; Haberman, S. "Dual modelling and select mortality". Insurance, mathematics and economics [en línea]. 19, 1997, 105-126 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: https://www.sciencedirect.com/journal/insurance-mathematics-and-economics/vol/19/issue/2.
- Sundt, B.; Jewell, W. "Further results on recursive evaluation of compound distributions". ASTIN bulletin [en línea]. 1981, 12, 27-39 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://www.casact.org/library/astin/vol12no1/27.pdf.
- Ayuso, M. ... [et al.]. Estadística actuarial vida. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2007. ISBN 8447531309.
- Bowers, Newton L. [et al.]. Actuarial mathematics. 2nd ed. London: The Society of Actuaries, 1997. ISBN 0938959468.
- Bühlmann, Hans. Mathematical methods in risk theory. Berlin: Springer-Verlag, 1970. ISBN 978-3-540-05117-6.
- Kaas, Rob ... [et al.]. Modern actuarial risk theory [en línea]. Kluwer Academic Publishers, 2001 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007/b109818. ISBN 0306476037.
- Sarabia Alegría, J.M.; Gómez Déniz, E.; Vázquez Polo, F. Estadística actuarial : teoría y aplicaciones. Pearson Prentice Hall, 2007. ISBN 9788420550282.

RECURSOS

Enlace web:
- Software R. Software de lliure distribució.
Disponible a: http://www.r-project.org

Guía docente
200626 - EF - Estadística Financiera

Última modificación: 16/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: HELENA CHULIÁ SOLER

Otros: Segon quadrimestre:
HELENA CHULIÁ SOLER - A
LUIS ORTIZ GRACIA - A

CAPACIDADES PREVIAS

El curso asume los niveles básicos de estadística similares a las que se puede alcanzar en el primer semestre del Master. Algunos conceptos básicos relacionados con las finanzas ayudaría a seguir el curso. Asimismo, es recomendable haber cursado o estar cursando la asignatura "Series Temporales" o estar familiarizado con los modelos ARIMA (ver el capítulo 2 de la segunda edición del libro "Analysis of Financial Time Series" de Ruey S. Tsay, Ed. Wiley).
Un buen conocimiento del lenguaje de programación R puede ayudarle a obtener el máximo provecho del curso.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
11. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
12. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso se compone de sesiones teóricas semanales en las que el estudiante debe participar habiendo leído previamente el material facilitado. Se resolverán casos prácticos con ordenador. Se deberá redactar un ejercicio práctico correspondiente a cada uno de los bloques de la asignatura donde se muestre el dominio de la materia. Así mismo, se presentarán i debatirán en grupo o individualmente artículos de investigación relacionados con los contenidos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Conocer el mercado de derivados y la teoría de valoración en ausencia de arbitraje
- Familiarizarse con algunos de los métodos de valoración de opciones
- Estudiar los métodos más comunes de medición del riesgo de mercado
- Modelizar la volatilidad de las series financieras
- Utilizar los modelos de volatilidad para predecir la varianza
- Análisis crítico de artículos de investigación del ámbito financiero

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Valoración de opciones y medición del riesgo

Descripción:
1.1. Derivados, arbitraje y fórmula de valoración neutral al riesgo
1.2. Árboles binomiales y fórmulas de Black-Scholes
1.3. Valoración de opciones por Monte Carlo y reducción de la varianza
1.4. Modelos de volatilidad y tipos de interés estocásticos
1.5. Métodos de medición del riesgo sobre una cartera de opciones

Dedicación: 62h 30m
Grupo grande/Teoría: 15h
Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m
Aprendizaje autónomo: 40h

2. Modelos de volatilidad

Descripción:
2.1. Regularidades empíricas de las series financieras
2.2. Modelos de volatilidad univariante
2.3. Especificación, estimación y diagnosis de modelos GARCH
2.4. Predicción con modelos GARCH
2.5. Modelos GARCH multivariantes

Dedicación: 62h 30m
Grupo grande/Teoría: 15h
Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m
Aprendizaje autónomo: 40h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA
La evaluación continua consta de las partes siguientes:
1) Examen del bloque I de la asignatura: representa un 30% de la calificación final.
2) Presentación de un trabajo del bloque I de la asignatura: representa un 20% de la calificación final.
3) Elaboración de un trabajo del bloque II de la asignatura: representa un 35% de la calificación final.
4) Presentación y discusión de un artículo de investigación del bloque II: representa un 15% de la calificación final.

EVALUACIÓN ÚNICA
La evaluación única consiste en un examen escrito que incluye todo el contenido de la asignatura y representa el 100% de la calificación final.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Hull, J.C.. Options, futures and other derivatives. Prentice Hall, 2012.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series. 3rd ed. Wiley, 2010.
- Seydel, R.U.. Tools for computational finance [en línea]. Springer, 2012 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2993-6.
- Glasserman, P.. Monte Carlo methods in financial engineering. Springer, 2004.

Guía docente
200622 - EGE - Estadística para la Gestión Empresarial

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: CATALINA BOLANCÉ LOSILLA

Otros: Primer quadrimestre:
CATALINA BOLANCÉ LOSILLA - A
MONTSERRAT GUILLEN ESTANY - A

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimiento de las técnicas estadísticas básicas: análisis exploratoria de datos, inferencia básica. Interés por las aplicaciones prácticas más habituales en un entorno empresarial. El 60% de las clases, los materiales docentes y los exámenes son en inglés, el 40% de las calses en castellano

REQUISITOS

Conocimientos básicos de análisis de datos, modelos de probabilidad e inferencia: Representación gráfica de datos y análisis exploratorio. Conceptos básicos de modelos de probabilidad (ley normal, binomial y Poisson). Conceptos básicos de inferencia. Los conocimientos pueden ser adquiridos en cualquier libro de estadística básica.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
7. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El aprendizaje tendrá un enfoque muy práctico. Después de una breve introducción a los conceptos clave, los temas se desarrollarán a partir del estudio de casos y ejemplos concretos. Se utilizarán casos ¿por entregas¿ como ¿El caso de los tubos de silicona¿ o ¿El caso de la Caja Cooperativa Profesional¿. También se utilizarán ejemplos del libro: ¿The Role of Statistics in Busines and Industry¿ que se seguirá como referencia básica.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo fundamental es situar en el contexto empresarial la utilidad de las técnicas estadísticas que el alumno ya conoce y poner de manifiesto los beneficios que su utilización puede reportar. Por tanto al acabar los alumnos han de ser capaces de:
¿ Identificar qué técnica estadística es más adecuada en diferentes contextos y situaciones empresariales
¿ Valorar los beneficios que su utilización puede reportar a la organización
¿ Convencer a los gestores (vender) de las ventajas y beneficios de la utilización de la técnica estadística en cuestión

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

- El papel de la estadística en el diseño de productos. Relación entre la variabilidad y la satisfacción del cliente. Reducción de la variabilidad, productos robustos. Diseño de pruebas (experimentos)

Descripción:
- La estadística i el diseño de productos
- La estadística y la satisfacción del cliente
- Diseño de experimentos, inferencia

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

- La estadística en la gestión de la calidad. Planificación, control y mejora. Programas de mejora: metodología Seis Sigma

Descripción:
- Análisis estadísticos en la gestión de la calidad
- La planificación, el control y mejora de la calidad a través de la estadística
- Método Sis Sigma

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

- Estadística: qué y porqué. La calidad de los datos. Evolución del uso de la estadística. Estadística proactiva

Descripción:
- La estadística en la empresa
- Los datos internos y externos
- Uso actual de la estadística

Dedicación: 9h
Grupo pequeño/Laboratorio: 9h

- La estadística en otras áreas: márketing, gestión de clientes, servicios financieros, gestión de procesos

Descripción:
- Estadística aplicada al márketing
- Estadística aplicada a la gestión de clientes
- Estadística aplicada a las finanzas
- Estadística aplicada a la gestión de procesos

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

- La venta de la estadística: interna y externa

Descripción:
- Fuentes de estadística interna
- Fuentes de estadística externa
- Gestión de la estadística

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

- Data Science: aspectoss organitzativos (papeles y responsabilidades) y de gestión. Valorización

Descripción:
- Importancia y papel del data science (ciencia de los datos)
- Organización necesaria
- Papeles y responsabilidades
- Relación con la estadística
- Relación con el business analytics (descriptivo, predictivo y prescriptivo)
- Modelos de madurez
- Principales usos en diferentes tipos de organizaciones
- Casos prácticos

Objetivos específicos:
Entender los aspectos organizativos y el papel del data science en las empreses.
Ser capaces de valorar la utilidad y el papel que puede tener en diferentes organizaciones

Actividades vinculadas:
Lectura y discusión de atículos en revistas científicas y técnicas

Competencias relacionadas:
MESIO-CE3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
CT4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

ACTIVIDADES

RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS Y PROBLEMAS

Descripción:
Se encargará a los estudiantes que realicen ejercicios y problemas. Estas actividades se realizarán de forma individual o en grupo, según indique el profesor en cada caso.

Objetivos específicos:
Que los estudiantes practiquen los conocimientos que van adquiriendo y de información al profesor sobre el nivel de asimilación y comprensión de estos conocimientos.

Material:
El enunciado de los ejercicios y su resolución, una vez comentada en clase, estarán disponibles en la intranet de la asignatura.

Entregable:
Los ejercicios resueltos por cada estudiante formarán parte de la evaluación continuada.

Dedicación: 45h
Grupo mediano/Prácticas: 15h
Aprendizaje autónomo: 30h

LECTURAS Y PRESENTACIONES

Descripción:
Antes de la presentación en clase de algunos temas se encargará a los estudiantes que lean capítulos del libro recomendado y artículos relacionados y comenten su contenido o hagan presentaciones. Estas actividades se realizarán de forma individual o en grupo, según indique el profesor en cada caso.

Objetivos específicos:
Que los estudiantes lleguen a clase con conocimientos sobre los temas a tratar, aprendan a extraerinformación de las fuentes originales y practiquen competencias transversales

Material:
Los capítulos y artículos indicados estarán disponibles en la intranet de la asignatura.

Entregable:
Los comentarios y presentaciones formarán parte de la evaluación continuada.

Dedicación: 45h
Grupo mediano/Prácticas: 15h
Actividades dirigidas: 30h

RESOLUCIÓN DE CASOS PRÁCTICOS

Descripción:
Los estudiantes deberán entender un caso práctico que describirá un problema industrial de carácter real. Utilizando una base de datos que se proporcionará, deberán decidir las herramientas estadísticas adecuadas para responder a las preguntas planteadas, utilizando software estadístico.

Objetivos específicos:
Adquirir destreza en el trabajo con datos y al uso de paquetes de software estadístico. Identificar las herramientas estadísticas adecuadas a cada situación.

Material:
Los estudiantes dispondrán de vídeos de autoaprendizaje del software estadístico que se utiliza para resolver los casos, junto con los enunciados de los casos y las bases de datos en la intranet.

Entregable:
La evaluación se basará en la resolución de cuestionarios sobre los casos, en la discusión en clase y, eventualmente, en la presentación de informes.

Dedicación: 35h
Grupo mediano/Prácticas: 15h
Aprendizaje autónomo: 20h

EXAMEN FINAL

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

NF = 0,6*EC + 0,4*EF

EC= Evaluación Continua. Tendrá dos componentes: un 50% a partir de los casos, presentaciones y actividades desarrolladas durante el curso y otro 50% a partir de pruebas realizadas en clase.

EF = Examen Final

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Las aplicables en el MESIO

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Hahn, G. J.; Doganaksoy, N. The role of statistics in business and industry [en línea]. Hoboken, N.J: Wiley, 2008 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=819142. ISBN 9780471218746.
- Coleman, S [et al.]. Statistical practice in business and industry [en línea]. Chichester: John Wiley & Sons, 2008 [Consulta: 09/12/2020]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470997482. ISBN 978-0-470-01497-4.
- Pande, P. S.; Neuman, R.P.; Cavanagh, R.R. Las Claves de seis sigma : la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial. Madrid: McGraw-Hill, 2002. ISBN 8448137531.
- Juran,J.M.; Godfrey,B. Juran's quality handbook. 5th ed. New York: McGrawHill, 1999. ISBN 0-07-034003-X.

Guía docente
200630 - FBIO - Fundamentos de Bioinformática

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ESTEBAN VEGAS LOZANO

Otros: Primer quadrimestre:
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

REQUISITOS

Conocimientos del software estadístico R.
References:
-R: A self-learn tutorial. http://www.nceas.ucsb.edu/files/scicomp/Dloads/RProgramming/BestFirstRTutorial.pdf
-simpleR- Using R for Introductory Statistics: http://cran.r-project.org/doc/contrib/Verzani-SimpleR.pdfConeixements del software estadístic R.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Sesiones de teoría:
En las sesiones de teoría el profesor expondrá los problemas que se abordan en cada tema y hará un resumen de los principales conceptos y puntos problemáticos de cada tema.
El alumno deberá completar la explicación del profesor con consultas a los textos de referencia y materiales complementarios.

Sesiones prácticas:
Las sesiones prácticas se realizarán con el ordenador y en ellas se ilustrará el uso de herramientas bioinformáticas propias de cada tema para resolver los problemas planteados.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al finalizar la asignatura el estudiante debe ser capaz de

*Identificar el dominio de estudio de la bioinformática.
*Conocer los grandes grupos de problemas que aborda la bioinformática.
*Estar familiarizado con los métodos y modelos más usuales en bioinformática.

*Estar familiarizado con los componentes básicos de los organismos
*Comprender los mecanismos de codificación y transmisión de la información biológica.
*Conocer los procesos de expresión génica y su regulación.

*Conocer la existencia y disponibilidad de diversos recursos de información básica (ácidos nucleicos, proteínas, etc.) o más complejos (patrones, genomas, etc.).
*Conocer las principales herramientas para recuperar información como SRS o Entrez.
*Saber acceder a estos recursos y realizar consultas para obtener información.

*Comprender y diferenciar los distintos tipos de problemas relacionados con el alineamiento de secuencias: por parejas, múltiples y búsquedas en bases de datos.
*Conocer los algoritmos para alinear dos secuencias de forma óptima.
*Saber como realizar e interpretar un alineamiento de dos secuencias.
*Comprender el problema del alineamiento múltiple de secuencias(AMS).
*Saber como realizar e interpretar un AMS.
*Saber como realizar búsqueda de secuencias en bases de datos y cómo interpretar los resultados.

*Conocer los principales métodos para representar un AMS y comprender las relaciones (jerárquicas) entre ellos.
*Comprender las componentes básicas de los modelos de Markov y su aplicación en análisis de secuencias.
*Conocer los componentes básicos de un modelo oculto de Markov y comprender sus ventajas y utilizaciones en problemas biológicos.

*Comprender el problema de la predicción de genes y las dificultades (splicing alternativo, genes no codificantes, etc.) que comporta su solución completa.
*Conocer los principales métodos de predicción de genes.
*Saber utilizar herramientas de predicción de genes y conocer sus limitaciones básicas.
*Conocer y saber utilizar los navegadores de genomas.

*Conocer el enfoque de la biología de sistemas como contraposición a las aproximaciones tradicionales.
*Conocer el proceso de estudio basado en microarrays.
*Saber realizar un análisis de microarrays en situaciones sencillas.
*Conocer los distintos tipos de redes biológicas.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción a la Bioinformática

2. Conceptos básicos de Biología Molecular

3. Bases de datos biológicas: Conceptos, Tipos y Aplicaciones

4. Alineamiento de secuencias.

5. Modelos probabilísticos de secuencias biológicas.

6. Predicción de genes y anotación de genomas.

7. Genómica funcional y de sistemas.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación se basará en cuatro componentes:

*Realización de ejercicios tipo test (2) de corta duración en horas de clase (25%)
*Participación en clase y realización de los ejercicios propuestos durante las prácticas (25%)
*Presentación de dos trabajos propuestos durante el curso (50%)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Lee, Jae K. Statistical Bioinformatics: For Biomedical and Life Science Researchers. Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0-471-69272-0.
- Atwood, T.K.; Parry-Smith, D.J. Introducción a la bioinformática. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420535516.
- Claverie, J.M.; Notredame, C. Bioinformatics for dummies [en línea]. 2nd ed. New York: Wiley, 2007 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=284504. ISBN 0764516965.

Complementaria:

- Gibas, Cynthia; Jambeck, Per. Developing bioinformatics computer skills. Beijing [etc.]: O'Reilly, 2001. ISBN 1-56592-664-1.
- Lesk, Arthur M. Introduction to bioinformatics. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, cop. 2008. ISBN 9780199208043.
- Durbin, R. [et al.]. Biological sequence analysis : probabilistic models of proteins and nucleic acids [en línea]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/csuc-ebooks/detail.action?docID=320915. ISBN 0521629713.
- Ewens, W. J.; Grant, G. R. Statistical methods in bioinformatics : an introduction. 2nd ed. New York: Springer, 2005. ISBN 0387400826.
- Kohane, I. S.; Kho, Alvin T.; Butte, Atul J. Microarrays for an integrative genomics. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003. ISBN 026211271X.
- Mount, David W. Bioinformatics: sequence and genome analysis. 2nd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004. ISBN 0879696877.

RECURSOS

Enlace web:
- Llibres Electrònics. Online lectures in Bioinformatics
http://lectures.molgen.mpg.de/online_lectures.html

The NCBI Bookshelf
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=books
- Organismes i Institucions. The European Bioinformatics Institute
http://www.ebi.ac.uk/

The National Center for Biotechnology Information
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/

Instituto Nacional de Bioinformática
http://www.inab.org/
- Portals temàtics. BIOINFORMATICS.CA
http://bioinformatics.ca/

123Genomics
http://www.123genomics.com/
- Revistes. Bioinformatics
http://bioinformatics.oxfordjournals.org/

Briefings in Bioinformatics
http://bib.oxfordjournals.org/

BMC Bioinformatics
http://www.biomedcentral.com/bmcbioinformatics/
- Webs. Internationsal Society for Computational Biology (ISCB)
http://www.iscb.org/

The Gene Discovery Page
http://www.biowriters.com/bioinformatics/gdp.html
- Curs d'introducció a la Bioinformàtica. http://www.ub.edu/stat/docencia/Biologia/introbioinformatica/
- Documents electrònics. Complete Online Bioinformatics Courses/Tutorials
http://www.med.nyu.edu/rcr/rcr/btr/complete.html
- Enciclopèdies i diccionaris. Bioinformática en la Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Bioinform%C3%A1tica

Otros recursos:
Apuntes de Bioinformática, disponibles en la intranet o suministrados por el profesor en pdf.

Guía docente
200605 - FIE - Fundamentos de Inferencia Estadística

Última modificación: 16/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ANTONIO MIÑARRO ALONSO

Otros: Primer quadrimestre:
ANTONIO MIÑARRO ALONSO - A
LOURDES RODERO DE LAMO - A

CAPACIDADES PREVIAS

Las asignaturas Inferencia Estadística Avanzada y Fundamentos de Inferencia Estadística, son asignaturas obligatorias del MESIO UPC-UB. La primera es obligatoria para todos los estudiantes graduados en estadística o matemáticas (itinerario 1) y la segunda es obligatoria para todos los estudiantes del resto de titulaciones (itinerario 2). Los estudiantes del itinerario 2 pueden escoger la asignatura Inferencia Estadística Avanzada después de Fundamentos de Inferencia Estadística como optativa. Los estudiantes del itinerario 1 no pueden escoger Fundamentos de Inferencia Estadística.

Se asume un conocimiento por parte del alumno de los conceptos básicos de la teoría de la probabilidad. En particular el alumno debe conocer y saber trabajar con los principales modelos probabilísticos discretos y continuos: Poisson, Binomial, Exponencial, Uniforme, Normal. En concreto se debe ser capaz de utilizar las funciones acumulativas de distribución y funciones de densidad o masa de probabilidad para el cálculo de probabilidades y de los principales parámetros poblaciones de las distribuciones. Dentro de los parámetros se presupone el conocimiento de las principales propiedades de la esperanza y la varianza. Finalmente es importante conocer y entender las implicaciones del teorema central del límite.

Puede consultarse el siguiente material bibliográfico:

Probabilidad y estadística de Evans, Michael J. (2005)
Michael J. Evans (Autor) y Jeffrey Rosenthal
Edit. Reverter
http://www.reverte.com/motor ?id_pagina=catalogo/ficha&idcategoria=6&idsubcategoria=47&idlibro=664

Morris H. DeGroot and Mark J. Schervish
Probability and Statistics (4th Edition)
Addison-Wesley (2010)
ISBN 0-321-50046-6
http://www.pearsonhighered.com/pearsonhigheredus/educator/product/products_detail.page?isbn=0201524880

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
4. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

2. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

· Sesiones de Teoría de 1,5 horas.
Son sesiones donde, con ayuda del ordenador, el profesor presenta el material de la asignatura. Se fomentará la participación del alumnado a través de preguntas y ejemplos.

· Sesiones de Problemas
Cada vez que se acabe un tema se realizará una sesión de refuerzo de problemas a partir de una lista que se colgará en la intranet con antelación y que servirá para que los alumnos vengan con la lista estudiada para enfatizar aquellos problemas en los que hayan encontrado más dificultades.

· Laboratorio Práctico
Basado en el lenguaje R se proporcionaran scripts que realicen diversos análisis estadísticos y se propondrán a los alumnos ejercicios más extensos para resolver con la utilización del software.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El Curso pretende, como objetivos generales, que el alumno llegue a dominar el lenguaje común en la inferencia estadística proporcionando una base teórica y práctica que permita no solo la utilización y comprensión de la mayoría de técnicas estadísticas sino también que capacite al alumno para la adquisición, autónoma o guiada, de nuevas metodologías.
Ligado con los objetivos anteriores el alumno debe acostumbrarse a utilizar el software R como soporte en el Proceso inferencial.
Como objetivos específicos tenemos los siguientes:
· Conocer los tipos de muestreo básicos y las distribuciones en el muestreo en las situaciones más habituales y deducir las distribuciones más usuales derivadas de la ley normal y su uso en la inferencia estadística.
· Saber deducir estimadores mediante los diferentes métodos disponibles y conocer las diferentes propiedades deseables de los estimadores verificando si se cumplen.
· Entender el concepto de confianza de un intervalo, conocer como se construyen y calcularlos en las situaciones más habituales incluyendo el cálculo del tamaño muestral necesario para garantizar un nivel de confianza y una precisión dadas.
· Entender la metodología general de las pruebas de hipótesis incluyendo los posibles errores y la importancia del tamaño de la muestra para tomar decisiones con una base estadística adecuada.
· Entender los modelos lineales de regresión y saber realizar estimaciones, validaciones e interpretaciones de los resultados obtenidos.
· Entender los modelos lineales de análisis de la varianza junto con la descomposición de la varianza total en las diferentes sumas de cuadrados y resolver algunos de los diseños más sencillos con uno y dos factores fijos o aleatorios.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción a la inferencia

Descripción:
1.1 Ideas básicas de Inferencia Estadística.

Objetivos específicos:
Introducción básica a los principales conceptos de la inferencia estadística y repaso de las ideas necesarias de la teoría de la probabilidad.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría.

Dedicación: 0h 30m
Grupo grande/Teoría: 0h 30m

2. Muestreo

Descripción:
2.1. Definición
2.2. Principales tipos de muestreo
2.3. Muestreo aleatorio simple
2.4. Distribuciones en el muestreo
2.4.1. Distribuciones exactas y asintóticas
2.4.2. Distribuciones de los principales estadísticos en el muestreo: muestreo en poblaciones normales
2.4.3. Distribuciones derivadas de la normal
2.5. Generación de muestras artificiales

Objetivos específicos:
Conocer los tipos de muestreo básicos y las distribuciones en el muestreo en las situaciones más habituales y deducir las distribuciones más usuales derivadas de la ley normal y su uso en la inferencia estadística.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría. Sesiones de Problemas.

Dedicación: 2h 30m
Grupo grande/Teoría: 2h 30m

3. Estimación de parámetros

Descripción:
3.1. Introducción, concepto de estimador, tipos de estimación: puntual y por intervalos
3.2. Propiedades de los estimadores puntuales: consistencia, sesgo, eficiencia, varianza mínima (cota de Cramer-Rao), suficiencia, error cuadrático medio.
3.3. Principales técnicas de obtención de estimadores: momentos, máxima verosimilitud, estimación mínimo cuadrática, Bayes
3.4. Métodos de estimación por remuestreo: Bootstrap, Jacknife

Objetivos específicos:
Saber deducir estimadores mediante los diferentes métodos disponibles y conocer las diferentes propiedades deseables de los estimadores verificando si se cumplen.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría. Sesiones de Problemas

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

4. Intervalos de confianza

Descripción:
4.1. Definición
4.2. Construcción de intervalos
4.3. Importancia del nivel de confianza y del tamaño de muestra
4.4. Principales intervalos
4.5. Intervalos de confianza asintóticos

Objetivos específicos:
Entender el concepto de confianza de un intervalo, conocer como se construyen y calcularlos en las situaciones más habituales incluyendo el cálculo del tamaño muestral necesario para garantizar un nivel de confianza y una precisión dadas.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría. Sesiones de Problemas. Laboratorio Práctico.

Dedicación: 4h 30m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m

5. Contraste de hipótesis

Descripción:
5.1. Fundamentos del contraste de hipótesis estadísticas
5.1.1. Del lenguaje natural a la hipótesis paramétrica
5.1.2. Hipótesis nula y alternativa
5.1.3. Criterio de decisión: La región crítica
5.2. Errores asociados al contraste de hipótesis
5.2.1. Error de tipo I: el nivel de significación
5.2.2. Error de tipo II: potencia del contraste
5.2.3. Importancia del tamaño de la muestra
5.3. Significación a través del p-valor
5.4. Principales contrastes de hipótesis
5.4.1. El test de la razón de verosimilitud
5.4.2. Contrastes para la distribución Normal
5.4.3. Contrastes sobre proporciones
5.4.4. Contrastes sobre la distribución Multinomial: pruebas ji-cuadrado
5.4.5. Contrastes robustos: contrastes basados en rangos y test de permutaciones
5.5. Relación de los contrastes de hipótesis con los intervalos de confianza
5.6. El problema de los contrastes múltiples (Multiple testing)
5.7. Combinando resultados de diversos contrastes
5.8. Contraste de hipótesis bayesiano

Objetivos específicos:
Entender la metodología general de las pruebas de hipótesis incluyendo los posibles errores y la importancia del tamaño de la muestra para tomar decisiones con una base estadística adecuada.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría. Sesiones de Problemas. Laboratorio Práctico.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 12h

6. El modelo lineal general

Descripción:
6.1. Planteamiento general
6.2. Estimación de parámetros y contraste de hipótesis
6.3. El modelo de regresión lineal simple
6.3.1. Estimación de parámetros
6.3.2. Diagnosis del modelo
6.3.3. Contraste de hipótesis en regresión
6.3.4. Comparación de modelos de regresión
6.3.5. Relación entre regresión y correlación
6.3.6. Técnicas de suavizado
6.4. El modelo de regresión múltiple
6.4.1. Estimación de parámetros
6.4.2. Diagnosis del modelo
6.4.3. Inferencia en regresión múltiple
6.4.4. El problema de la colinearidad

Objetivos específicos:
Entender los modelos lineales de regresión y saber realizar estimaciones, validaciones e interpretaciones de los resultados obtenidos.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría. Sesiones de Problemas.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

7. El modelo de análisis de la varianza

Descripción:
7.1. ANOVA de un factor
7.1.1. Modelo lineal del ANOVA de un factor
7.1.2. Hipótesis del modelo
7.1.3. Tipos de efectos
7.1.4. Diagnosis del modelo
7.1.5. Comparaciones múltiples
7.2. ANOVA de dos factores
7.2.1. Diseño en bloques aleatorizados
7.2.2. Diseño de dos factores fijos con interacción
7.2.3. Interpretación de la interacción
7.2.4. Modelo con factores aleatorios
7.2.5. Modelo con factores fijos y aleatorios.

Objetivos específicos:
Entender los modelos lineales de análisis de la varianza junto con la descomposición de la varianza total en las diferentes sumas de cuadrados y resolver algunos de los diseños más sencillos con uno y dos factores fijos o aleatorios.

Actividades vinculadas:
Sesiones de Teoría. Sesiones de Problemas. Laboratorio Práctico.

Dedicación: 10h 30m
Grupo grande/Teoría: 10h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

A lo largo del curso se propondrán a los alumnos 3 pequeños cuestionarios para resolver en clase (CUEST), también se propondrán ejercicios para resolver fuera de clase y entregar en un plazo determinado tal y como se comenta en el apartado del laboratorio práctico de la metodología docente (EJER).
En las fechas acordadas se realizará un examen final (EF) y la calificación de la asignatura se obtendrá como
N =0.2 *CUEST+0.20*EJER+ 0.6*EF.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Rohatgi, Vijay K. Statistical Inference [en línea]. New York: John Wiley & Sons, 1984 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1894681.
- Sánchez, P., Baraza, X., Reverter, F. y Vegas, E. Métodos Estadísticos Aplicados. Texto docente 311. Barcelona: UB, 2006.
- Peña, Daniel. Estadística. Modelos y Métodos. 2 vols. 2ª ed. rev. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1986-1991.
- DeGroot, Morris; Schervish, Mark. Probability and statistics. 4th ed. Pearson, 2012. ISBN 0321500466.
- Evans, Michael; Rosenthal, Jeffrey S. Probability and statistics : the science of uncertainty. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, cop. 2010. ISBN 1-4292-2462-2.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. 2nd ed. Duxbury: Pacific Grove, 2002.
- Sahu, Pradip Kumar, Pal, Santi Ranjan, Das, Ajit Kumar. Estimation and Inferential Statistics [en línea]. 1. New Delhi: Springer, 2015 [Consulta: 19/05/2021]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-81-322-2514-0. ISBN 978-81-322-2513-3.

Guía docente
200624 - IS - Indicadores Sociales

Última modificación: 01/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: XAVIER ANGERRI TORREDEFLOT

Otros: Segon quadrimestre:
XAVIER ANGERRI TORREDEFLOT - A

CAPACIDADES PREVIAS

- Familiarización mínima con la estadística pública.
- Habilidades básicas en estadística descriptiva e inferencial.
- Conocimientos sobre muestreo estadístico y las principales fuentes estadísticas.
- Nociones básicas sobre macroeconomía, economía empresarial, sociología y demografía
- Nociones de R i Excel.

REQUISITOS

Des del punto de vista de los contenidos temáticos de la asignatura, centrados en los indicadores socio-demográficos y económicos que normalmente generan las oficinas de estadística oficiales, se recomienda disponer de unos mínimos conocimientos de la información estadística habitual sobre demografía, condiciones sociales y macroeconomía. A su vez, dado que el entorno institucional prácticamente se reduce a las administraciones públicas que generan estadística oficial, es deseable tener una mínima familiaridad con las organizaciones públicas, los aspectos o principios legales y las prácticas gubernamentales.
Des del punto de vista instrumental, el seguimiento óptimo del curso requiere conocer los procedimientos estándard de la estadística descriptiva y nociones de estadística inferencial, los cuales estan en la base de la mayor parte de los indicadores sociodemográficos y económicos. A su vez, es recomendable una cierta experiencia práctica en el tratamiento de datos reales relativos a características individuales y la interpretación de datos tabulados o información estadística agregada (indicadores sintéticos o compuestos).

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
4. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

A lo largo del curso se alternarán sesiones teóricas, donde el profesor realiza clases magistrales, con otros donde la participación activa del estudiante es muy importante, como por ejemplo, sesiones de docencia inversa, donde el estudiante investiga sobre un tema para después compartir los conocimientos adquiridos con el resto de compañeros

Por otra parte, habrá sesiones dedicadas al trabajo en grupo. Sesiones donde los alumnos trabajan en grupo investigando sobre un tema de su interés con el acompañamiento y guía del profesor. En estas clases se aplicarán los conocimientos de R y Excel del propio estudiante. En función de los conocimientos del alumnado, el profesor facilitará los recursos oportunos para el logro de los objetivos

A lo largo del curso tendrá un peso muy importante el uso de Internet como soporte a las fuentes estadísticas, tanto por la disponibilidad de recursos de aprendizaje como por la forma de acceder a la información publicada.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Los indicadores sociales, económicos y demográficos de un territorio estan estrechamente vinculados a la estadística oficial o pública como marco legitimador. En este sentido, la estadística oficial nace como respuesta a la necesidad de disponer de información estadística armonizada y regular sobre el entorno demográfico, social y económico de las realidades nacionales. En este contexto, el conocimiento de los mecanismos de su funcionamiento y la articulación de sus sistemas de producción y difusión de resultados constituyen un ámbito de especial interés para los estadísticos, y también para los usuarios de la estadística oficial en la medida que requieren meta-información sobre la calidad y limitaciones de los datos que tienen que utilizar.

De otra parte, el desarrollo de la estadística oficial ha planteado retos metodológicos y organizativos en la aplicación de los métodos estadísticos, los cuales han tenido que procurar nuevas técnicas y procedimientos específicos para su resolución. A la vez, algunas metodologías originadas en este proceso se han generalizado posteriormente en otros ámbitos de la investigación cuantitativa en ciencias sociales, como el tratamiento de la no-respuesta, la estimación de pequeñas áreas, las técnicas de integración de datos o los métodos de control de la revelación estadística.

Por lo tanto, la asignatura pretende familiarizar al alumnado con el entorno legal e institucional de los sistemas estadísticos occidentales, los procesos de producción y difusión de indicadores, y con las fuentes estadísticas demográficas, sociales y económicas que procura la estadística supranacional, estatal y autonómica. En este sentido, la asignatura contempla separadamente y de forma secuencial estos tres ámbitos, incidiendo en los elementos organizativos y las metodologías características de las agencias estadísticas europeas y especialmente de los sistemas estadísticos catalán y español.
Más concretamente, los objetivos de esta asignatura distinguen cuatro ámbitos diferenciados de aprendizaje:

1) Conocer los programas de trabajo, los recursos y los condicionantes en el que se articula la estadística oficial catalana, española y europea.
2) Contextualizar los procesos de diseño de las operaciones estadísticas, la elaboración de los proyectos técnicos y la articulación de la meta-información asociada.
3) Familiarizarse con algunas metodologías orientadas al tratamiento de datos o la estimación de resultados estadísticos que la estadística oficial ha desarrollado.
4) Saber identificar, localizar y evaluar la disponibilidad de la información estadística oficial, preferentemente en forma de indicadores, en el ámbito de la demografía, las condiciones sociales y la estructura económica.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Bloque 1. Entorno institucional y legal de la estadística oficial

Descripción:
1. La estadística oficial o pública: aspectos generales y principales conceptos. El marco jurídico e institucional catalán, estatal y el sistema estadístico europeo. Relaciones entre sistemas estadísticos. Códigos de buenas prácticas y otras recomendaciones organizativas.

2. El sistema estadístico catalán y español; el papel coordinador de Idescat e INE. Planes estadísticos programas anuales de actuación estadística. La planificación estadística europea.

3. Protección de datos de carácter personal y confidencialidad estadística. El derecho a la información y el derecho a la privacidad: el secreto estadístico y las figuras próximas. Métodos y criterios sobre el control de la revelación estadística. Los roles de los organismos reguladores.

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Actividades dirigidas: 8h 20m
Aprendizaje autónomo: 18h 20m

Bloque 2. Procesos de la producción de información estadística

Descripción:
4. El conocimiento social a través de la estadística oficial. Modos de producción. La diversidad y la complementariedad de las fuentes de información estadística. Retos actuales de la estadística oficial europea y occidental (datafication y big data).

5. El marco conceptual y los instrumentos de normalización estadística: códigos, clasificaciones y nomenclaturas estadísticas. Geonomenclaturas, sistemas de metadatos y la meta-información de las operaciones estadísticas.

6. El proyecto técnico de las operaciones estadísticas. Aspectos relevantes en la elaboración de cuestionarios, el diseño muestral, la recogida de información y el control de las operaciones. Procedimientos para la depuración, imputación y ponderación de los datos.

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

Bloque 3. Fuentes y sistemas de indicadores sociales

Descripción:
7. Estadísticas demográficas: estructura de la población y de los hogares, flujos y proyecciones demográficas. Estadísticas sociales sobre las condiciones económicas, laborales y vitales de la población. Estadísticas económicas sobre la coyuntura, las macromagnitudes y la estructura de los sectores productivos.

8. Fuentes y principales indicadores estadísticos sectoriales sobre educación, salud, servicios sociales, protección social y seguridad-justicia. Panorámica de la estadística catalana, española, europea e internacional.

9. Indicadores socio-económicos en ámbitos urbanos. Indicadores sobre progreso social y bienestar. Indicadores estadísticos de ámbito supranacional: sistema de indicadores de la Unión Europea (Eurostat) y los indicadores sociales de OCDE y de la División Estadística de Naciones Unidas.

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Se definen dos sistemas de evaluación alternativos, a elección por parte de la/el estudiante:

(A) Evaluación continua. Es la opción recomendada y consta de tres actividades principales:
(1) Trabajo en grupo [Peso: 65%]. Investigación de un aspecto de interés social de interés por parte del estudiante, donde se investiguen y utilicen los datos de los Institutos de de Estadísitca Oficial (Idescat, INE, Eurostat, ...) para conocer la situación y hacer nuevas propuestas de indicadores. En función del caso, se realizará el diseño de un cuestionario para realizar una nueva recogida de datos y extraer nuevas conclusiones mediante el análisis de los datos.
(2) Tests [Peso: 25%]. A lo largo del curso se realizarán diferentes cuestionarios tipo test con el fin de comprobar el logro de la materia por parte de los estudiantes.
(3) Participación [Peso: 10%]. Proactividad, comentarios a trabajos de los compañeros en el aula.
Si la nota de estas actividades no alcanza un 5 (sobre 10), entonces el/la estudiante deberá realizar la prueba de evaluación única.

(B) Evaluación única. Ésta opción de evaluación se recomienda a aquellos/as estudiantes que no puedan asistir regularmente a clases. Prueba escrita, a realizar en la fecha fijada previamente a la matrícula de la asignatura

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Para optar a la evaluación continua es necesario entregar todos los trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Eurostat. Towards a harmonised methodology for statistical indicators. Part 1: Indicators typologies and terminologies [en línea]. Luxemburg: European Union, 2014 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5937481/KS-GQ-14-011-EN.PDF/82855e3b-bb6e-498a-a177-07e7884e9bcb?version=1.0. ISBN 978-92-79-40322-4.
- Stiglitz, Joseph; Sen, Amartya; Fitoussi, Jean-Paul. Report by the Stiglitz Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress [en línea]. Paris: European Union, 2009Disponible a: http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf.
- División Estadística del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU. Manual de organización estadística: el funcionamiento y la organización de una oficina estadística [en línea]. Tercera, serie F, num 88.. New York: Naciones Unidas, 2004 [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/7/15497/P15497.xml&xsl=/deype/tpl/p9f.xsl&base=/tpl-i/top-bottom.xslt.
- Eurostat. European Social Statistics. 2013 edition [en línea]. Luxemburg: European Union, 2013 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FP-13-001/EN/KS-FP-13-001-EN.PDF. ISBN 978-92-79-27034-5.
- Cea d'Ancona, M. A. Metodología cuantitativa : estrategias y técnicas de investigación social. Madrid: Sintesis, 1996. ISBN 8477384207.
- Wallgren, A.; Wallgren, B. Registered-based statistics: Administrative data for official purposes. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

Complementaria:
- Villán, I.; Bravo, M.S. Procedimientos de depuración de datos estadísticos. Seminario Internacional de Estadística. Eustat, 1990.
- Costa, A. "Diversitat i complementarietat de les fonts estadístiques". Qüestiió, vol. 24, núm 1 [en línea]. [Consulta: 22/11/2012]. Disponible a: http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/4126.
- De Leeuw, E; Hox, J.J.; Dillman, D.A. International handbook of survey methodology. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.
- D'Orazio, M.; Di Zio, M.; Scanu, M. Statistical matching: theory and practice. Wiley Series in Survey Methodology. John Wiley & Sons, 2006.
- Giner, S. (dir.). La societat catalana. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 1998. ISBN 8439344961.
- Jordà, D.; Muñoz, J. "Fonts estadístiques macroeconòmiques de l'economia catalana". Revista econòmica de Catalunya, núm. 25.
- Oliveres, J. (dir.). Planificació i coordinació de l'estadística catalana. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 2000. ISBN 8439352018.
- Eurostat. ESS handbook for quality reports. 2014 Edition. Eurostat Manuals and guidelines [en línea]. Luxemburg: European Union, 2015 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/6651706/KS-GQ-15-003-EN-N.pdf/18dd4bf0-8de6-4f3f-9adb-fab92db1a568. ISBN 978-92-79-45487-5.
- Eurostat. Statistical matching: a model based approach for data integration [en línea]. Luxemburg: European Union, 2013 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/5855821/KS-RA-13-020-EN.PDF/477dd541-92ee-4259-95d4-1c42fcf2ef34?version=1.0. ISBN 978-92-79-30355-5.

RECURSOS

Enlace web:
- Institut d'Estadística de Catalunya. http://www.idescat.cat
- Instituto Nacional de Estadística. http://www.ine.es
- "Índice. Revista de Estadística y Sociedad". http://www.revistaindice.com
- Eurostat (oficina estadística Unió Europea). http://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home
- OCDE. http://www.oecd.org/
- Divisió Estadística de Nacions Unides. http://unstats.un.org/unsd/default.htm
- UNESCO Institute for Statistics. http://www.uis.unesco.org/Pages/default.aspx

Otros recursos:
Disposiciones legales y recomendaciones

Ley 23/1998, de 30 de diciembre, de estadística de Cataluña. DOGC núm. 2801 de 8 de enero de 1999

Ley 13/2010, del 21 de mayo, del Plan estadístico de Cataluña 2011-2014. DOGC núm. 5638 de 28 de mayo de 2010

Decreto 165/2014, de 23 de diciembre, por el cual se aprueba el Programa anual de actuación estadística para el año 2015. DOGC núm. 6779 de 30 de diciembre de 2014

Ley 12/1989, de 9 de mayo, de la Función Estadística Pública. BOE núm. 112 de 11 de mayo de 1989

Real Decreto 1658/2012, de 7 de desembre, por el qual se aprueba el Plan Estadístico Nacional 2013-2016. BOE núm. 295 de 8 de diciembre de 2012

Recomendación de la Comisión Europea, de 25 de mayo de 2005, sobre la independencia y responsabilidad de las autoridades estadísticas nacionales y comunitarias. Edición revisada por el Comité del Sistema Estadístico Europeo el 28 de septiembre de 2011. Disponible en: http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-32-11-955

Reglamento 223/2009 CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo del 2009, relativo a la estadística europea

Reglamento (UE) 2015/759 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015, por el que se modifica el Reglamento (CE) no 223/2009, relativo a la estadística europea

Reglamento 99/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2013, relativo al Programa Estadístico Europeo 2013-2017

Recomendación de la Comisión, de 23 de junio de 2009, sobre los metadatos de referencia para el Sistema Estadístico Europeo

Reglamento 557/2013 CE, de 17 de junio de 2013, por el que se aplica el Reglamento CE 223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la estadística europea, en lo que respecta al acceso a datos confidenciales con fines científicos

Instituto Internacional de Estadística (1985): Declaración del ISI sobre ética profesional. Qüestiió, vol. 17, número 3. Instituto de Estadística de Cataluña, 1993

Guía docente
200604 - IEA - Inferencia Estadística Avanzada

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Otros: Primer quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

CAPACIDADES PREVIAS

La asignatura Inferencia Estadística Avanzada es obligatoria i está dirigida especialmente a los estudiantes graduados en estadística o matemáticas.

Los siguientes conocimientos son necesarios para seguir este curso con aprovechamiento:
* Habilidades básicas en análisis matemático: integración de funciones de una o dos variables, derivación, optimización de una función de una o dos variables.
* Conocimientos básicos de probabilidad: distribuciones paramétricas más comunes, propiedades de una distribución normal, la ley de los grandes números y el teorema del límite central.
* Conocimientos básicos en inferencia estadística: uso de la función de verosimilitud para el muestreo aleatorio simple (datos distribuidos idénticamente independientes), inferencia en el caso de normalidad, estimación de máxima verosimilitud para modelos paramétricos con un solo parámetro y el muestreo aleatorio simple.

El capítulo 1 en "Core Statistics" de Wood y el Capitulo 1 en "Inferencia y Decisión" de Gómez y Delicado incluyen todos los conceptos y resultados que se asumen conocidos. Los estudiantes deberán repasarlos, alcanzarlos y interiorizarlos antes de comenzar el curso. Un pequeño examen no evaluable pero obligatorio se hará la segunda semana de clases.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
5. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
6. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Sesiones de teoría de 1.5 horas

Son sesiones donde se presenta el material de la asignatura. El profesor se ayuda del ordenador para ir presentando los contenidos.
Se enfatizan las ideas y los conceptos y se miran con detalle aquellas demostraciones que por su contenido y desarrollo resultan pedagógicamente creativas y formativas.
Se seguirán los capítulos 2,4 i 5 del libro "Core Statistics" de Simon Wood.
Buena parte del material se puede consultar en los apuntes de Gómez i Delicado que se pueden bajar de la Intranet.
Se facilitarán otros materiales complementarios para temas concretos.

Sesiones de problemas de 1.5h.

Con una semana de antelación se colgarán de la intranet los problemas que en la siguiente sesión se discutirán.
Los estudiantes deben llegar a clase con los problemas pensados, planteados y si es posible resueltos
El profesor solucionará los problemas y discutirá con los estudiantes las dudas u otras soluciones.
La solución de estos problemas se colgará después de la correspondiente sesión en la intranet.

Laboratorios de Estadística

En clase se mostrarán algunos programas en R que servirán para ilustrar conceptos, complementar los desarrollos teóricos mostrando como la computación estadística es un importante recurso en la inferencia estadística.
Posteriormente se plantearán algunos trabajos que, en línea con los expuestos en clase, permitan reforzar los conceptos trabajados.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El curso de Inferencia Estadísitica Avanzada proporciona una base teórica y aplicada de los fundamentos de la Estadística. Su objetivo principal es capacitar a los estudiantes para razonar en términos estadísticos con la finalidad de realizar un ejercicio profesional riguroso. Pretende también ser una semilla formativa para la consolidación de jóvenes investigadores en esta área de la ciencia y la tecnología a la vez que dota a los/las estudiantes de recursos para continuar la formación ("de por vida") habilitándolos para leer artículos y trabajos publicados en revistas de estadística.

Al finalizar el curso el estudiante:
* conocerá los diferentes principios que gobiernan la reducción de un conjunto de datos y las diferentes filosofías con que se puede plantear, analizar y resolver un problema.
* conocerá los métodos basados en la función de distribución empírica y en la función de verosimilitud y sabrá dcuando y porqué aplicar cada uno
* entenderá que la filosofía frecuentista y la bayesiana son dos formas de encarar un problema, no necesariamente contrapuestas y a veces complementarias.
* estará familiarizado con las técnicas modernas de remuestreo y sabrá verlas como una aproximación formal y/o computacional adecuada para utilizar en situaciones donde los cálculos directos resultan demasiado complejas o no están disponibles.
* sabrá plantear la función de verosimilitud en situaciones diversas y conocerá diferentes técnicas para maximizarla.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Modelos Estadísticos e Inferencia

Descripción:
- Preliminares, notación y ejemplos
- Cuestiones inferenciales. Paseo por la estimación puntual, pruebas de hipótesis y estimación por intervalos
- El enfoque frecuentista: estimación puntual, propiedades para muestras finitas, desigualdad de Cramer-Rao, Pruebas de hipótesis, Estimación por intervalos, comprobación y comparación de modelos
- El enfoque bayesiano: densidades a priori y a posteriori, verosimilitud marginal, factores de Bayes, criterios de información BIC y DIC, conexión con el MLE

Dedicación: 52h 50m
Grupo grande/Teoría: 15h
Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 33h 20m

2. La función de distribución empirica. Teoria y métodos numéricos

Descripción:
- La función de distribución empírica. Teorema de Glivenko-Cantelli.
· Principio de sustitución. El método de los momentos.
- Introducción a bootstrap.
- Propiedades para muestras de tamaño grande: método Delta y consistencia

Dedicación: 32h
Grupo grande/Teoría: 9h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Aprendizaje autónomo: 20h

3. Estimación Màximo Verosímil. Teoria y métodos numéricos

Descripción:
- Funciones de verosimilitud, log verosimilitud y score
- Matriz de información de Fisher, cota de Cramer-Rao y UMVUE
- Propiedades asintóticas del MLE. Consistencia y normalidad asintótica
- Estadístico de razón de verosimilitud generalizada
- Criterio de información AIC
- Enfoques numéricos
- Algoritmo EM

Dedicación: 40h 10m
Grupo grande/Teoría: 9h
Grupo mediano/Prácticas: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Para la evaluación del tema 1 se hará un examen parcial (EP). El examen parcial (EP) contendrá una parte teórica y algunos problemas.
Para la evaluación de los temas 2 y 3 habrá 2 asignaciones de problemas / prácticas con R (PRA) y un examen final (EF)
La entrega de problemas se hará como máximo en grupos de dos
El examen final (EF) consiste en la resolución de problemas.

La nota final de la asignatura (N) se obtiene a partir de las notas de los ejercicios entregados y de las notas de los exámenes parcial y final según la expresión:
N = 0.25 * PRA + 0.25 * EP + 0.5 * EF.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Olive, David J. Statistical theory and inference. Cham: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-04971-7.
- Wood, Simon N. Core Statistics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2015. ISBN 978-1-107-07105-6.
- Trosset, Michael W. An introduction to statistical inference and its applications with R. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2009. ISBN 978-1-58488-947-2.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. Pacific Grove Duxbury, 2002.
- Gómez Melis, G.; Delicado, P. Inferencia y decisión (apuntes). Servei de fotocòpies, 2003.
- Wasserman, Larry. All of statistics : A concise course in statistical inference [en línea]. Pittsburgh: Springer, 2004 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9. ISBN 9781441923226.
- Cox, D.R. Principles of statistical inference. Cambridge Univ Press, 2006.

Complementaria:

- Millar, R. B. Maximum likelihood estimation and inference : with examples in R, SAS and ADMB [en línea]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2011 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=10488505. ISBN 978-0-470-09482-2.
- Chihara, L. ; Hesterberg, T. Mathematical Statistics with Resampling and R. Wiley, 2011. ISBN 978-1-118-02985-5.
- Cuadras, C. Problemas de probabilidades y estadística. Vol 2: Inferencia. Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2016.
- Garthwaite, Paul H.; Jolliffe, Ian T.; Jones, B. Statistical inference. 2nd ed. Oxford University Press, 2002.
- Shao, Jun. Mathematical statistics. 2nd ed. Springer Texts in Statistics, 2003.
- Ruiz-Maya Pérez, L. ; Martin Pliego, F.J. Estadística. II, inferencia. 2ª ed. Madrid: Alfa Centauro, 2001. ISBN 8472881962.
- Boos, D.D.; Stefanski, L.A. Essential statistical inference : theory and methods. Springer, 2013.
- Young, G.A.; Smith, R.L. Essentials of statistical inference. Cambridge University Press, 2010. ISBN 978-0521548663.

Guía docente
200607 - MAT - Matemáticas

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI QUER BOSOR

Otros: Primer quadrimestre:
MERCÈ MORA GINÉ - A
JORDI QUER BOSOR - A

CAPACIDADES PREVIAS

El MESIO UPC-UB incluye la asignatura de Matemáticas de nivelamiento para los estudiantes del itinerario 2: titulaciones diferentes a estadística o matemáticas. Los estudiantes de itinerario 1 no pueden escoger Matemáticas.

No hace falta tener conocimientos previos.

Sin embargo, se recomienda leer los apartados siguientes del libro "Discrete Mathematics and Its Applications" (véase la bibliografía):
1.1 Propositional Logic
1.2 Applications of Propositional Logic
1.3 Propositional Equivalences
1.4 Predicates and Quantifiers
1.5 Nested Quantifiers
1.6 Rules of Inference
1.7 Introduction to Proofs
1.8 Proof Methods and Strategy
2.1 Sets
2.2 Set Operations
2.3 Functions
9.1 Relations and Their Properties
9.5 Equivalence Relations
9.6 Partial Orderings
(la numeración corresponde a la 7a edición)

La lengua de impartición se adaptará a los estudiantes.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Se adaptan, en función de los conocimientos previos de las personas matriculadas y de sus capacidades matemáticas.

Como principios generales:
- Se trabajan en clase de forma conjunta los aspectos más conceptuales de la asignatura.
- El trabajo individual de las personas matriculadas abarca, al menos, la resolución de problemas, la búsqueda y el análisis de documentación adicional y la lectura e interpretación de textos matemáticos.
- Todo el trabajo personal es objeto de feed-back en forma de debate con la profesora.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Lograr unos conocimientos básicos de los conceptos matemáticos fundamentales en el ámbito de la estadística y la investigación operativa, que capaciten para razonar en términos matemáticos y para comprender con capacidad analítica las materias propias de la especialidad.

Capacidades a adquirir:

Capacidad para razonar en términos matemáticos, capacidad analítica para comprender las materias propias de la especialidad.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Combinatoria

Álgebra lineal

Nociones métricas

El concepto de función

El concepto de límite

Las sumas con infinitos sumandos

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Tendrá en cuenta dos elementos:
- La comprensión de los conceptos básicos trabajados en clase (a través de un examen final).
- El trabajo personal llevado a cabo por cada uno (evaluando los resultados obtenidos mediante trabajos, exposiciones, intervenciones, etc.). Ésta componente tendrá un peso de, como mínimo, el 50% en la nota de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Khuri, André I. Advanced calculus with applications in statistics [en línea]. 2nd ed. rev. and expanded. John Wiley & Sons, 2003 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471394882.
- Searle, Shayle R. Matrix algebra useful for statistics. John Wiley & Sons, 1982.
- Rosen, Kenneth H. Discrete mathematics and its applications [en línea]. 7th ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2012 [Consulta: 18/05/2014]. Disponible a: https://highered.mcgraw-hill.com/sites/0073383090/information_center_view0/. ISBN 0073383090.

Guía docente
200646 - MERC - Métodos Estadísticos en Investigación Clínica

Última modificación: 02/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN

Otros: Segon quadrimestre:
MIQUEL CALVO LLORCA - A
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A
ANTONIO MONLEON GETINO - A

REQUISITOS

- Es necesario que el alumno tenga conocimientos básicos de R. En el siguiente enlace se pueden consultar los materiales de un curso de iniciación a http://www.ub.edu/stat/docencia/EADB/Curso%20basico%20de%20R.htm

- Es recomendable que el alumno haya cursado alguna asignatura de Diseños de Experimentos o que tenga conocimientos básicos sobre esta temática. En concreto se recomienda que el alumno conozca la metodologia expuesta en los capítulos 12 y 13 incluídos en Montgomery, DC (2001). Design and analysis of experiments, 5th edition. John Wiley & sons.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
9. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
10. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
11. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
12. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
13. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

En las clases se introducen los conceptos teóricos acompañados de ejemplos prácticos utilizando diapositivas que previamente se pondrán a disposición del alumno.

Asimismo se introduce el programario estadístico necesario para llevar a cabo los análisis y procedimientos introducidos, y se resuelven problemas propuestos con datos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Frente a una situación concreta, el alumno debe saber identificar los diseños más apropiados, conducir adecuadamente la experimentación y analizar los resultados.
Adquisición de los fundamentos teóricos y prácticos de algunos diseños importantes en Bioestadística.
Conocer las normativas reguladoras para la aprobación de medicamentos genéricos y reformulaciones.
Saber diferenciar entre una situación que requiere un análisis de diferencias y un análisis de equivalencia.
Dotar al alumno de los conceptos y procedimientos necesarios para llevar a cabo un análisis de bioequivalencia y de equivalencia en general.
Dotar al alumnado de los conceptos y procedimientos necesarios para llevar a cabo un análisis de concordancia entre medidas.
Saber diferenciar entre un análisis de concordancia de medidas de un análisis de asociación o de comparación de parámetros.
Identificar las posibles fuentes de discordancia.
Capacitar al alumno de la habilidad de discriminar los procedimientos según el tipo de datos y objetivos.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

BLOQUE 1. : MODELS FACTORIALES JERÁRQUICOS, DE MEDIDAS REEPTIDAS Y DISEÑOS CROSS-OVER

Descripción:
1.1.1. Diseños factoriales con efectos aleatórios. Diseños con efectos mixtos..
1.1.2. Diseños jerárquicos con dos y tres factores. Algortimo de Bennett-Franklin
1.1.3. Diseños de medidas repetidas. Concept de esfericidad y correcciones de la tabla ANOVA.
1.1.4. Concepto de diseño crossover. Diseño crossover 2x2 (AB/BA). Diseño crossover de orden superior y sus análisis.

Dedicación: 31h 15m
Grupo mediano/Prácticas: 12h
Actividades dirigidas: 8h
Aprendizaje autónomo: 11h 15m

BLOQUE 2. BIOEQUIVALENCIA

Descripción:
2.1. Introducción
2.1.1.Biodisponibilidad. Concepto de bioequivalencia entre fármacos. Normativas regulatorias.
2.1.2.Prova TOST. Principio de inclusión de intervalos de confianza. Intervalos de confianza para BE. Enfoque bayesiano. Enfoque no paramétrico.
2.1.3. El problema del efecto residual (carryover)

2.2.Bioequivalencia individual y multivariante
2.2.1. Bioequivalencia individual y poblacional
2.2.2. Bioequivalencia multivariante.

2.3.Pruebas de equivalencia
2.3.1.Concepto general de prueba de equivalencia
2.3.2. Aplicaciones principales: bondad de ajuste, homogeneidad de varianzas, aditividad en modelos lineales, equivalencia de proporciones
2.3.3. Complementos: No inferioridad, pruebas de equivalencia y estadística basada en distancias; aplicaciones a la bioinformática

Dedicación: 31h 15m
Grupo mediano/Prácticas: 12h
Actividades dirigidas: 8h
Aprendizaje autónomo: 11h 15m

BLOQUE 3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE DATOS: FIABILIDAD Y CONCORDANCIA DE MEDIDAS

Descripción:
3.1 INTRODUCCIÓN
3.1.1. Modelo de medida. Tipos de errores de medida.
3.1.2. Conceptos: validez, exactitud, fiabilidad y calibración.
3.1.3. Clasificación de los procedimientos para la evaluacion de la concordancia.

3.2. ANALISIS CON DATOS CUALITATIVOS
3.2.1. Componentes de la discordancia: sesgo y asociacion. Comparación de proporciones apareadas. Evaluación de la asociación lineal en tablas de contingencia.
3.2.2. Índice de concordancia: índice kappa y kappa ponderada. Extensión del índice kappa a k observadores.

3.3. ANALISIS CON DATOS CONTINUOS
3.3.1. Componentes de la discordancia: sesgo, asociación y heteroscedasticidad.
3.3.2. Coeficiente de concordancia: definición i generalización.
3.3.3. Coeficiente de correlación intraclasse: fiabilidad, consistrncia i concordancia.
3.3.4. Procedimientos basados en probabilidad: intervalos de tolerancia e índice de desviación total. Metodo Bland-Altman.
3.3.5. Evaluación de la bioequivalencia individual como un problema de concordancia de medidas.

Dedicación: 62h 30m
Grupo grande/Teoría: 22h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 24h
Actividades dirigidas: 16h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Al final de cada uno de los tres bloques que componen la asignatura los alumnos deberán resolver unos ejercicios, los cuales deberán ser entregados en un determinado plazo que se anunciará durante el curso. Los tres ejercicios serán puntuados entre 0 y 10, y la media de estas tres cualificaciones será la nota de ejercicios (NEJ). Para presentarse a la prueba será necesario haber obtenido una calificación superior a 0 en todos los ejercicios de la evaluación continuada.

Adicionalmente se programará una prueba con preguntas tipo test. La cualificación de esta prueba (NPE) estará entre 0 y 10. La asistencia a esta prueba será opcional y estará destinada a aquellos alumnos que deseen modificar su cualificación basada en la NEJ.

La nota final de la asignatura se calculará como:

1) Para aquellos alumnos que no asistán a la prueba final, la nota final de la asignatura será la NEJ.
2) Para aquellos alumnos que realicen la prueba final, la nota final de la asignatura será la media de NPE i NEJ.

La asignatura se considerá apobada si la nota final es superior a 5.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Vonesh, E.F., Chinchilli, V.M. Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements. Marcel Dekker, 1997. ISBN 0824782488.
- Chow, S-C., Liu, J-P. Design and analysis of bioavalability and bioequivalence studies. 3th ed. CRC, 2009. ISBN 0-8274-7572-4.
- Shoukri, M.M. Measures of interobserver agreement. Chapman & Hall/CRC, 2004.
- Agresti, A. Categorical data analysis. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- Fleiss, J.L. Design and analysis of clinical experiments. John Wiley & Sons, Inc., 1986.

Complementaria:
- Senn, S. Cross-over trials in clinical research. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2002.

- Patterson, S., Jones, B. Bioequivalence and Statistics in Clinical Pharmacology. Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 978-1-58488-530-6.
- Wellek, S. Testing statistical hypotheses of equivalence. Chapman & Hall/CRC, 2003. ISBN 1-58488-160-7.
- Dunn, G. Design and analysis of reliability studies. Oxford University Press, 1989.
- Raghavarao, D.; Padgett, L.V. Block designs. analysis, combinatorics and applications. World Scientific. Series on Applied Mathematics, vol. 17., 2005. ISBN 981-256-360-1.

Guía docente
200634 - MDX - Modelos Discretos en Redes

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: PAU FONSECA CASAS

Otros: Segon quadrimestre:
PAU FONSECA CASAS - A
ALMA CRISTINA NÚÑEZ DEL TORO - A

CAPACIDADES PREVIAS

El curso no sigue un texto tradicional ya que se basa en gran medida en propuestas de problemas planteados por los propios estudiantes. El tipo de modelos estudiados puede consultarse en:

> Ball, M.O., Magnanti, T.L., Monma, C.L., Nemhauser, G.L. (Eds). Handboks in Operations Research and Management Science. Volume 7: Network models Elsevier. 1995.

> Contreras, I., Fernández, E. (2012) General network design: a unified view of combined location and network design problems. European Journal of Operational Research 219, 680-697.

REQUISITOS

Es muy recomendable haber seguido el curso, Optimizacion Entera y Combinatoria, del que se considera un complemento idóneo.

Son necesarios conocimientos básicos de modelización en Investigación Operativa y de Programación Entera.
Son necesarios conocimientos previos de algún lenguage de programación.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
7. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
8. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
9. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
10. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
11. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
12. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
13. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
2. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

3. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
4. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

5. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

6. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso está basado en la asistencia a clase y en la participación activa en clase. El método docente está fundamentalmente orientado a la resolución de problemas y casos de estudio, utilizando distintos modelos y técnicas de solución. Esta metodología requiere el estudio del material específico del curso y su aplicación a distintos problemas de modelos en redes discretas en ámbitos diversos como, por ejemplo, las telecomunicaciones, la logística, el transporte y la localización de servicios o de concentradores (hubs). Ocasionalmente será necesario introducir algún aspecto teórico para poder tratar de manera eficiente alguno de los modelos estudiados. A lo largo del curso se introducirán casos de estudio que se utilizaran para ilustrar aplicaciones prácticas y profesionales de los temas del programa.

Cada estudiante intensificará su estudio en un problema concreto de un modelo discreto en redes con una aplicación potencial. Para este problema propondrá alternativas de modelación y de resolución. Estos modelos y técnicas deberán ser implementados con herramientas computacionales apropiadas y evaluados computacionalmente.

Los distintos temas del curso no necesariamente se presentarán de forma secuencial. Por el contrario, se irán alternando entre ellos de forma adecuada a medida que se vayan introduciendo los distintos modelos y casos de estudio.

Si el perfil de los estudiantes del curso lo recomendase, el curso se impartiría en inglés.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

En este curso se estudian modelos de optimización discreta definidos como problemas de diseño redes. El objetivo principal son las aplicaciones potenciales de estos modelos, incluyendo la logística y telecomunicaciones entre otras. El curso se plantea como especialización en el ámbito de Investigación Operativa. En particular, se considera un complemento idóneo del curso Optimización Entera y Combinatoria orientado a aspectos teóricos y técnicas de solución, mientras que ahora el foco se centra en los modelos y sus aplicaciones, así como en aspectos prácticos de su implementación.

El objetivo global de la asignatura es, por tanto, ilustrar la versatilidad de los modelos discretos en redes e introducir al estudiante en los principales modelos, sus aplicaciones y les posibles alternativas algorítmicas.

Un objetivo más concreto de la asignatura es conocer les alternativas de modelización para estos problemas, en función de los criterios y características a tratar en cada caso, y ser capaz de valorar les correspondientes ventajas e inconvenientes.

Desde la perspectiva de la optimización discreta, el objetivo de la asignatura es conocer las posibles alternativas algorítmicas aplicables, valorar les correspondientes dificultades técnicas, y ser capaz de utilizar el software disponible e implementar un método de solución adecuado en cada caso.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción a los modelos discretos en redes y a sus aplicaciones.

Descripción:
Presentación de las principales familias de modelos discretos en redes y de sus aplicaciones.

Dedicación: 5h
Grupo grande/Teoría: 5h

Conceptos básicos en modelos discretos en redes.

Descripción:
Conectividad: caminos y árboles. Estructuras bi-conexas. Árboles de Steiner.
Robustez: diversos conceptos de "fiabilidad" (reliability) en redes.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h

Tipos de demanda en optimización en redes.

Descripción:
Producto único versus productos múltiples.
Demanda entre usuarios versus demanda usuario/servidor.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h

Alternativas de modelación para los modelos discretos en redes.

Descripción:
Formulaciones compactas versus formulaciones extendidas.
Modelos con variables de dos, tres y cuatro índices.
Refuerzo de formulaciones: desigualdades válidas.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h

Aplicaciones de modelos discretos en redes.

Descripción:
Telecomunicaciones: problemas de diseño de redes.
Localización: Problemas de localización en redes. Problemas de concentradores (hubs).
Logística y transporte: Redes de distribución, cadena de suministro y logística inversa. Rutas para servicios en redes de transporte.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h

Métodos de solución.

Descripción:
Métodos heurísticos.
Métodos de descomposición (relajación lagrangiana, generación de columnas, ...)
Métodos de branch-and-cut: separación de desigualdades válidas.

Dedicación: 12h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 4h

Realización de la práctica

Descripción:
Realización de la práctica: Propuesta de problema; presentación en clase del problema elegido, sus aplicaciones potenciales y alternativas de modelización. Presentación en clase del método de solución elegido. Implementación del modelo y método de solución propuestos. Realización de experiencia computacional y análisis de resultados. Elaboración y entrega en el plazo indicado de un informe detallado en el que se detallen todos los apartados anteriores.

Dedicación: 60h
Aprendizaje autónomo: 60h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

1. (40%) Realización de una práctica individual. Para cada estudiante la práctica versará sobre su problema de intensificación. La práctica constará de: (i) Estudio de alternativas de modelización para el problema abordado y propuesta razonada de un modelo concreto; (ii) diseño e implementación de un algoritmo de solución para el problema; (iii) presentación y análisis de los resultados obtenidos.

2. (25%) Presentación y discusión en clase del problema propuesto por el estudiante. Presentación y discusión del modelo de estudio abordado, sus aplicaciones potenciales, y de sus alternativas de modelación y resolución. Presentacion de la experiencia computacional realizada y de los resultados obtenidos.

3. (25%) Participación activa en clase: participación en la discusión de los problemas y prácticas presentados por los otros estudiantes, ...

4. (10%) Realización de 3-4 ejercicios a lo largo del curso. Los ejercicios se discutirán brevemente en clase, pero se realizarán autónomamente como a trabajo personalizado fuera de clase. Se dará una fecha límite para su entrega.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Ahuja, R.K. ; Magnanti, T.L. ; Orlin, J.B. Network Flows: theory, algorithms, and applications. Prentice Hall, 1993. ISBN 013617549X.
- Contreras, I.; Fernández, E. "General network design: a unified view of combined location and network design problems". European Journal of Operational Research [en línea]. 2012; num 219; pag 680-697 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/journal/03772217.
- Ball, M.O. ; Magnanti, T.L. ; Monma, C.L. ; Nemhauser, G.L. (Eds). Handbooks in Operations Research and Management Science. Volume 7: Network models [en línea]. Elsevier, 1995 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/handbooks/09270507. ISBN 978-0-444-89292-8.

Complementaria:
- Vanderbeck, F.; Wolsey, L. "Reformulation and decomposition of integer programs". Jünger, Michael ed. 50 Years of Integer Programming [en línea]. Springer, 2010. [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68279-0.

RECURSOS

Material informático:
- CPLEX. Software de modelización y de resolución de modelos de programación lineal entera.

Guía docente
200641 - MLLG - Modelos Lineales y Lineales Generalizados

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: MARTA PÉREZ CASANY

Otros: Primer quadrimestre:
MARTA PÉREZ CASANY - A

CAPACIDADES PREVIAS

Por lo que respecta a la Teoría de la Probabilidad, los estudiantes deben conocer las distribuciones de probabilidad consideradas clásicas, sus propiedades y las situaciones que pueden modelar satisfactoriamente. También deben estar familiarizados con los conceptos básicos de Inferencia Estadística correspondientes a un primer curso de Estadística.

REQUISITOS

Los únicos requisitos para seguir el curso son los correspondientes a un curso básico de Estadística y Probabilidad. No es necesario tener conocimientos de modelización, puesto que ésta se empezará desde los inicios. Ahora bien, haber visto algo de regresión lineal y/o análisis de la varianza ayudará a una mayor comprensión del curso.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
MESIO-CE4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
MESIO-CE3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
MESIO-CE6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
MESIO-CE1. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
MESIO-CE7. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
MESIO-CE9. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.
MESIO-CE8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
CT3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

CT2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso se impartirá en el primer semestre (S1). Las clases se harán en inglés. Se harán dos sesiones semanales. La mayoría de semanas será una sesión de Teoria y una de Problemas/Laboratorio, pero habrá excepciones. En las sesiones prácticas se ajustarán diferentes conjuntos de datos con los modelos presentados en las sesiones de teoria. Se utilizará el paquete estadístico R, en particular RStudio.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo principal de esta asignatura es que el estudiante adquiera un buen conocimiento de los Modelos Lineales y los Lineales Generalizados tanto a nivel teórico como práctico. Este conocimiento le permitirá intervenir tanto en el diseño del experimento necesario para la recogida de datos, como en el análisis posterior de los mismos con el objetivo de obtener conclusiones.

A lo largo del curso se analizarán diversos conjuntos de datos procedentes de ámbitos muy distintos, con el objetivo de poder resaltar algunas características propias de un ámbito concreto. Los conocimientos impartidos en esta asignatura contribuirán a que posteriormente, el estudiante pueda asimilar con mayor facilidad y profundidad otras asignaturas del Máster como son los Modelos Longitudinales y el Análisis Bayesiano.

Los conocimientos y la práctica adquiridos en esta y las posteriores asignaturas de modelización permitirán que el estudiante, una vez terminado el Máster, sea capaz de colaborar con grupos de investigación diversos y asesorarlos estadísticamente.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Modelo Lineal

Descripción:
Presentación y Modelo Lineal.
1.1. Generalidades. Objetivos. Definición. Hipótesis. Formulación matricial. Ejemplos y contraejemplos. Estimación de parámetros.. Distribución de los parámetros. Residuos. Medidas de bondad de ajuste. Comprobación de las hipótesis del modelo.
1.2. Análisis de la varianza. Anova de un factor: Estimación de los parámetros. Intervalos de confianza para los valores esperados y diferencias de dos valores esperados. Comparaciones múltiples. Diseños de bloques al azar. Anova de dos factores. Diseño con factores anidados. Diseños multifactoriales con factores cruzados y anidados.
1.3. Regresión Lineal simple y múltiple. Regresión lineal simple: estimación de los parámetros, coeficiente de determinación, error cuadrático medio, intervalos de confianza para los parámetros y las estimaciones, adecuación del modelo. Regresión lineal múltiple: colinealidad, causalidad, modelos robustos y detección de outliers. Principio de parsimonia. Tabla anova. Errores habituales en regresión.
1.4. Transformaciones. Para conseguir normalidad y/o homocedasticidad. Para linealizar modelos no lineales.

Dedicación: 18h
Grupo grande/Teoría: 10h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 7h 30m

Famílias exponenciales de probabilidad

Descripción:
Deinición. Parámetro canónico, espacio de parámetros, estadístico minimal y suficiente. Ejemplos y contraejemplos. Modelo exponencial completo. Modelo exponencial regular. Funciones generatrices de momentos y de cumulantes. Diferentes parametrizaciones. Estimación máximo verosímil.

Dedicación: 6h 45m
Grupo grande/Teoría: 3h 45m
Grupo mediano/Prácticas: 3h

Modelos Lineales Generalizados

Descripción:
3.1. Generalidades. Objetivos. Definición. Hipótesis. Función enlace. Función canónica de enlace. Función varianza. Parámetro de dispersión. Estimación de los parámetros y su distribución asintótica. Medidas de bondad de ajuste: devianza, devianza escalada y estadístico X^2 de Pearson generalizado. AIC. Residuos.
3.2. Modelos para datos binarios. Datos agrupados y no agrupados. Funciones enlace más importantes. Modelo logit: interpretación de los parámetros, devianza y test de la razón de verosimilitud. Test de Wald. Intervalos de confianza para las probabilidades. Tabla de contingencia para marginales dadas. Sobredispersión.
3.3. Modelos para datos politómicos. Modelos para respuestas ordinales. Modelos para respuestas nominales. Tablas de contingencia con el total dado.
3.4. Modelos para conteos. Modelo de Poisson. Sobredispersión. Modelos con respuesta mixtura Poisson. modelos cero-modificados. Tabla de contingencia sin total ni marginales dadas.
3.5. Modelos de cuasi-verosimilitud. Cuando es necesaria?. Definición. Estimación de parámetros. Bondad de ajuste. Cuasi-residuos. Estudio comparativo de la verosimilitud y la cuasi-verosimilitud.

Dedicación: 16h 30m
Grupo grande/Teoría: 9h
Grupo mediano/Prácticas: 7h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

El 60% de la Nota Final corresponderá al Examen Final. Este contendrá una parte teórica y una parte práctica que tendrán el mismo peso, un 30% cada una. El 40% restante se obtendrá a partir de las actividades de Evaluación Continuada que se realizarán a lo largo del curso. Estas actividades y sus correspondientes pesos serán:

1) Mini Examen de 10 preguntas con respuesta relativamente corta (20%).
2) Una práctica en la qual el estudiante ajustará un conjunto de datos y hará un perqueño informe con los resultados (20%).

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Los estudiantes podrán llevar al examen la calculadora y las tablas estadísticas. Los examenes se realizarán sin bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Fox, J. Applied regression analysis and generalized linear models. Sage, 2008.
- Fox, J. ; Weisberg, S. An R companion to applied regression. sage, 2011.
- Seber, G.A.F. ; Lee, A. J. Linear regression analysis. Wiley, 2003.
- Dobson, J.A. An Introduction to generalized linear models. Chapman and Hall, 1990.

Complementaria:

- McCullagh, P. ; Nelder, J.A. Generalized linear models. Chapman and Hall, 1989.
- Collet, D. Modelling binary data. Chaman and Hall, 2003.
- Lindsey, J. K. Applying generalized linear models. Springer, 1997.
- Montgomery, D. Design and Analysis of experiments. 8 ed. Wiley, 2013.

Guía docente
200643 - MMIO - Modelos y Métodos de la Investigación Operativa

Última modificación: 21/06/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: CRISTINA CORCHERO GARCIA

Otros: CRISTINA CORCHERO GARCIA - A
DANIEL BAENA MIRABETE - B

CAPACIDADES PREVIAS

La asignatura Modelos y Métodos de la Investigación Operativa es obligatoria, los estudiantes del Itinerario 1 (estudiantes graduados en estadística o matemáticas) se matricularan en el Grupo A - Avanzado y los alumnos del Itinerario 2 (estudiantes del resto de titulaciones) en el Grupo B - Introductorio. El Grupo A se impartirá en inglés, el Grupo B en castellano.

El Grupo A de la asignatura, así como su contenido, se ajusta a los textos:
- Linear and nonlinear programming - Luenberger, D.G.; Ye, Y, Springer, 2016. ISBN: 9783319188416
- Numerical optimization - Nocedal, J.; Wright, S.J, Springer Science+Business Media, 2006. ISBN: 0387303030
- Integer programming - Wolsey, L.A, John Wiley & Sons, 1998. ISBN: 0471283665

El Grupo B de la asignatura, así como su contenido se ajusta en gran medida al texto:
- Linear and nonlinear programming - Luenberger, D.G.; Ye, Y, Springer, 2016. ISBN: 9783319188416

REQUISITOS

Para seguir de manera adecuada esta asignatura y obtener el máximo rendimiento es necesario tener conocimientos básicos previos de cálculo con una y varias variables, y conocer los conceptos básicos sobre matrices y bases en espacios vectoriales. Es muy recomendable conocer algunas técnicas básicas de programación.

El Grupo A tiene un nivel superior. Para seguirlo de manera adecuada y obtener el máximo rendimiento es necesario haber cursado anteriormente técnicas de modelización y métodos básicos de Investigación Operativa y, especificamente, de Programación Lineal.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Grupo A y B:
- Teoría: sesiones en las que se presentan y discuten los contenidos de la asignatura. Se utilizará la intranet docente para hacer público material docente relacionado con la asignatura: apuntes de algunos de los temas, enunciados de problemas y exámenes resueltos.
- Problemas: sesiones en las que se plantean y se resuelven problemas numéricos relacionados con los temas vistos en clase de teoría. Se da cierto tiempo para que el estudiante intente resolver los problemas y posteriormente los problemas se resuelven y se discuten.
- Laboratorio: habrá sesiones de laboratorio para introducir a los estudiantes en la implementación y resolución práctica de los modelos de Investigación Operativa, utilizando software disponible.

El Grupo A hará una práctica que se realiza individualmente. La práctica trata sobre la implementación de algunos métodos estudiados y el estudio computacional de su comportamiento. El estudiante deberá de programar algunas partes de la práctica, aunque en otras se utilizará un paquete estándard de software.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Los objetivos del curso dependen del nivel a cursar.

Grupo A:
En este curso se estudian modelos y técnicas de Investigación Operativa, especialmente en Programación Entera. Se presta atención a las aplicaciones potenciales de los modelos. Se ilustra la aplicación de las técnicas estudiadas a algunos modelos clásicos en optimización combinatoria, como el problema del viajante de comercio o el de la mochila.

Los objetivos de aprendizaje de la asignatura son:
- Dar un complemento de formación básica en investigación operativa, en particular en el ámbito de la Programación Entera. Familiarizar al estudiante en métodos que permiten resolver algunas aplicaciones prácticas de problemas de programación entera y optimización combinatoria.
- Conocer les posibles alternativas de modelización para los diferentes problemas de optimización, y sus posibles aplicaciones.
- Conocer la metodología básica de la programación entera y, en particular los métodos enumerativos y los de planos de corte, así como las posibles combinaciones de los anteriores.
- Conocer los resultados de la teoria de la dualidad y sus implicaciones.
- Conocer algunos métodos heurísticos básicos para algunos problemas concretos de optimización combinatoria.

Capacidades a adquirir:

-Ser capaz de formular un modelo adecuado y de diseñar e implementar un prototipo de un método para la resolución de un problema concreto de optimización.
- Ser capaz de identificar desigualdades válidas para problemas típicos de programación entera como, por ejemplo, el problema de la mochila y el problema del viajante de comercio.
-Ser capaz de formular una relajación lagrangiana para un problema de optimización. Poder determinar la existencia o no de gap de dualidad para un problema concreto de optimización.

Grupo B:
Se trata de un curso introductorio de modelos y métodos de Investigación Operativa. El objetivo primordial es dar una panorámica de las principales clases de modelos y de sus aplicaciones potenciales, así como de las técnicas que deben aplicarse en cada caso. Se estudiarán las versiones básicas de las técnicas más usuales en programación no-lineal, programación lineal y programación entera. Sin olvidar los aspectos formales, se hará especial énfasis en la interpretación y aplicación de los conceptos estudiados.
Los objetivos de aprendizaje de la asignatura son:
- Dar una formación básica en los principales modelos y técnicas en investigación operativa, así como de sus principales aplicaciones. Familiarizar al estudiante en métodos básicos que permiten resolver algunas aplicaciones prácticas.
- Conocer las posibles alternativas de modelización y la naturaleza de las diferentes clases de problemas de investigación operativa y sus posibles aplicaciones, haciendo énfasis en aquellas relacionadas con problemas estadísticos.
- Conocer los conceptos y metodología básica de la programación lineal, la dualidad y el análisis de sensibilidad.
- Conocer los principales modelos de flujos en redes, así como sus aplicaciones, incluyendo problemas de caminos mínimos y de árboles de expansión.
-Conocer algunos conceptos básicos relacionados con la programación entera y, en concreto, los relacionados con los planos de corte y los métodos básicos enumerativos.

Capacidades a adquirir:
-Ser capaz de formular un modelo adecuado para un problema concreto de optimización matemática y de implementarlo utilizando un lenguaje de modelización adecuado.
- Ser capaz de resolver problemas pequeños de programación lineal con el algoritmo del simplex i de responder a cuestiones sencillas de anális de sensibilidad.
- Ser capaz de resolver modelos sencillos de flujos en redes, incluyendo caminos mínimos y árboles de expansión.
- Ser capaz de aplicar las técnicas básicas de programación entera.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Tema 1: Introducción a los modelos y formulaciones de la Investigación Operativa

Descripción:
Introducción a la asignatura, haciendo énfasis en sus aplicaciones potenciales y en la relevancia en la disciplina de los modelos y las formulaciones de optimización matemática.

Dedicación: 17h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 10h

Tema 3: Modelos de programación lineal y sus propiedades.

Descripción:
3.1 Bases y puntos extremos.
3.2 Conceptos básicos de dualidad y análisis de sensibilidad.

Dedicación: 21h 20m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 13h 20m

Tema 4: Modelos de flujos en redes: flujo máximo, flujo de coste mínimo

Descripción:
4.1 Equilibrio en una red.
4.2 Propiedades de las formulaciones lineales y de sus soluciones.
4.3 Problemas de caminos mínimos.
4.4 Árboles de expansión.

Dedicación: 21h 20m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 13h 20m

Tema 5: Modelos básicos de programación entera y sus propiedades

Descripción:
5.1 Planos de corte: cortes de Gomory
5.2 Métodos enumerativos: branch-and-bound, branch-and-cut.

Dedicación: 20h 20m
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 13h 20m

Tema 6: Modelos y métodos avanzados de Investigación Operativa

Descripción:
6.1 Problemas de optimización combinatoria y su relación con la programación entera. Problemas de matching; secuenciación; packing, covering y partitioning. Problemas de localización de servicios, itinerarios y diseño de redes.
6.2 Métodos exactos de solución.
i. Desigualdades válidas. Problema de separación y métodos de planos de corte.
ii. Métodos enumerativos: enumeración implícita, branch-and-bound y branch-and-cut. Casos particulares: Cortes de Gomory, Chvàtal-Gomory, cortes de Benders, ...
6.3 Métodos heurísticos. Métodos constructivos (greedy, GRASP, ...), métodos de mejora. Metaheurísticas y math-heuristics.
6.4 Relajación Lagrangiana en programación entera.
i. El dual Lagrangiano. Relación entre dualización y convexificación.
ii. Resolución del dual Lagrangiano: optimización no diferenciable, optimización subgradiente.
6.5 Algunos problemas de optimización combinatoria.
i. Problema de la mochila. Desigualdades válidas y facetas: cover cuts. Separación y desproyección (lifting).
ii. Problema del viatjante de comercio (TSP). Propiedades básicas y alternativas de modelación. Desigualdades válidas y su separación: ruptura de subcircuito, 2-matching, comb inequalities.

Dedicación: 75h
Grupo grande/Teoría: 40h
Grupo mediano/Prácticas: 20h
Grupo pequeño/Laboratorio: 15h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

GRUPO A -

A.1 Evaluación Continuada:
- Teoria: examen parcial (que libera materia para el examen final a partir de una nota > 5) i examen final, con una ponderación del 50% cada uno.
- Práctica: realización de una práctica individualmente.
- Participación: se valorará la participación activa en clase.

Para aprobar la asignatura con la evaluación continuada es necessario tener una nota > 4 tanto en teoria como en la práctica. La nota final se obtiene de la ponderación:
0.45 (nota de teoria) + 0.45 (nota de práctica) + 0.1 (participación en classe)

A.2. Evaluación única:
Se hará un único exámen incluyendo todos los temas de la asignatura.

GRUPO B:

B.1. Evaluación Continuada:
- Examen parcial de los temas 1 y 2. Ponderación para la evaluación continuada: 0.25
- Ejercicios individuales a entregar en fechas a indicar, de cada Tema 3, 4 y 5.
- Realización de un examen final

La nota final será: 0.25 N1+0.15(N2+N3+N4)+0.3 F, donde
N1: Nota del parcial temas 1 y 2.
N2-N4: Notas de los ejercicios Temes 3, 4 y 5, respectivamente.
F: Nota del examen final.

B.2. Evaluación única:
Se hará un único exámen incluyendo todos los temas de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Luenberger, David G; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming [en línea]. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 978-0-387-74502-2.
- Wolsey, L. A. Integer programming. New York: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471283665.

Complementaria:
- Padberg, M. Linear optimization and extensions. 2nd, revised and expanded ed. New York: Springer-Verlag, 1999. ISBN 3540658335.
- Fourer, Robert; Gay, David M; Kernighan, Brian W. AMPL : a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, cop. 2003. ISBN 0-534-38809-4.
- Cook, W. [et al.]. Combinatorial optimization. New York: Wiley, 1998. ISBN 047155894X.
- Bazaraa, M. S; Sherali, Hanif D; Shetty, C. M. Nonlinear programming : theory and algorithms. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, cop. 2006. ISBN 978-0-471-48600-8.
- Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear programming. 2nd ed. Belmont: Athena Scientific, cop. 1999. ISBN 1886529000.
- Ahuja, Ravindra K; Magnanti, Thomas L; Orlin, James B. Network flows : theory, algorithms, and applications. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, cop. 1993. ISBN 013617549X.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A. Integer and combinatorial optimization. New York: John Wiley and Sons, 1988. ISBN 047182819X.

RECURSOS

Material informático:
- CPLEX. Software para la resolución de problemas de programación entera
- AMPL. Lenguaje de modelización para optimización matemática

Guía docente
200616 - OC - Optimización Continua

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Otros: Primer quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

CAPACIDADES PREVIAS

Es recomendable haber cursado entre uno y dos semestres de introducción al álgebra, análisis y optimización/investigación operativa a nivel de grado, aunque no es imprescindible, pues el curso pretende ser autocontenido.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso se compone de sesiones de teoría i laboratorio.
Durante las sesiones de teoría se introducirán la propiedades fundamentales de los problemas y algoritmos de optimización continua, con especial interés por todos los aspectos relacionados con la solución numérica de los problemas prácticos de optimización continua que surgen en el campo de la estadística i la investigación operativa.
Durante las sesiones de laboratorio los alumnos tendrán la oportunidad de aprender como encontrar la solución numérica a los diferentes problemas de optimización continua estudiados en las sesiones de teoría con la ayuda de lenguajes de modelización en optimización matemática (como AMPL y SAS/OR) y software de cálculo numérico y de estadística (como MATLAB o R).

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

* Conocer los diferentes tipos de problemas de optimización continua y comprender sus propiedades.
* Conocer los principales algoritmos de optimización continua y comprender sus propiedades de convergencia local y global.
* Conocer algunos de los problemas de optimización continua más importantes del campo de la estadística y la investigación operativa y ser capaces de resolverlos con el algoritmo de optimización más eficiente.
* Ser capaz de formular y resolver numéricamente instancias reales de problemas de optimización continua de estadística e investigación operativa mediante software de optimización profesional.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Modelización y resolución computacional de problemas de optimización matemàtica.

Descripción:
Problemas de optimización matemàtica en estadística e investigación operativa. Lenguajes de modelización para problemas de optimización matemàtica. Resolutores ("solvers") para problemas de optimización contínua.

Dedicación: 41h 40m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h 40m

Optimización sin restricciones.

Descripción:
Fundamentos de optimización sin restricciones. El método de Nelder-Mead. El método del gradiente. El método del Gradiente conjugado. El método de Newton y Newton modificado. Métodos quasi-Newton.

Dedicación: 41h
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Aprendizaje autónomo: 26h

Optimización con restricciones

Descripción:
Bases de optimización continua con restricciones: definiciones, mínimos locales y globales, condiciones de optimalidad, problemas convexos. Optimización con restricciones lineales: método del gradiente reducido - conjunto activo, el algoritmo del símplex. Optimitzación con restricciones no lineales: gradiente reducido generalizado, Lagrangianos proyectados y aumentados, programación secuencial cuadrática.

Dedicación: 42h 20m
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo pequeño/Laboratorio: 5h
Aprendizaje autónomo: 27h 20m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Dos trabajos de laboratorio (40% de la nota total) y un examen final que cubre la totalidad del temario (60% de la nota total). Adicionalmente se realizaran dos pruebas parciales hacia la mitad y final del semestre. Cada prueba parcial podrá sumar hasta 0.5 puntos (sobre 10) a la nota final para aquellos alumnos que hayan obtenido una calificación mayor o igual a 4 (sobre 10) en su nota final (trabajo de laboratorio más examen final).

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Luenberger, David G. Linear and nonlinear programming [en línea]. 3rd ed. Springer, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 1402075936.
- Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization [en línea]. 2nd ed. New York: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5. ISBN 0387987932.
- Fourer, Robert ; Gay, David M. ; Kernighan, Brian W. AMPL: a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Duxbury Press / Brooks/Cole Publishing Company, 2003. ISBN ISBN 0-534-38809-4.

Complementaria:

- Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear programming. 2nd ed. Belmont: Athena Scientific, 1999. ISBN 1886529000.
- Gill, Philip E.; Murray, Walter; Wright, Margaret H. Practical optimization. London: Academic Press, 1991. ISBN 0122839501.
- SAS/OR® 9.3 User's guide : mathematical programming [en línea]. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2011 [Consulta: 17/07/2013]. Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/ormpug/63975/PDF/default/ormpug.pdf.
- Boyd, Stephen ; Vandenberghe, Lieven. Convex optimization. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. ISBN 978-0-521-83378-3.
- Athanary, T.S. ; Dodge, Y. Mathematical programming in statistics. NY: John Wiley & Sons, 1993. ISBN 0-471-59212-9.

Guía docente
200618 - OGD - Optimización de Gran Dimensión

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Otros: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
ESTEVE CODINA SANCHO - A

CAPACIDADES PREVIAS

* Conocimientos básicos de Investigación Operativa / Optimización / modelización en programación matemática / álgebra lineal básica

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Teoría:
Se presentan y discuten los contenidos de la asignatura, combinando explicaciones en la pizarra y transparencias.
Problemas:
Se intercalan con la teoría y se presentan y resuelven problemas y estudios de caso.
Prácticas:
Sesiones de laboratorio en que se muestra el uso de software para la resolución de problemas de gran dimensión.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo del curso es introducir el alumno a la resolución de problemas de gran dimensión y presentarle las diferentes metodologías existentes, en particular métodos de descomposición para problemas estructurados y métodos de punto interior.
Al terminar el curso el estudiante debe conocer diferentes tipos de problemas estructurados, ser capaz de identificar la metodología más adecuada para cada problema, y obtener eficientemente la solución al problema de optimización.

Capacidades a adquirir:
* Identificar ante un modelo de optimización la conveniencia o no de usar una técnica de descomposición.
* Conocer el papel central de la dualidad lagrangiana y su relación con diversas técnicas de descomposición.
* Implementar métodos de descomposición empleando lenguajes algebraicos para programación matemática para diversos modelos con la finalidad de resolverlos.
* Conocer las diferencias entre el método símplex para PL y los métodos de punto interior, y cuando es preferible usar unos o otros.
* Conocer los fundamentos básicos de métodos de punto interior, para PL, PQ y PNL convexa.
* Implementar versiones sencillas de métodos de punto interior con lenguajes de alto nivel (matlab), y conocer las herramientas de álgebra lineal necesarias.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Dualidad

Descripción:
1.1. Dualidad en Programación Lineal. Teoremas de dualidad. Holgura complementaria. Algoritmo del Simplex dual. Análisis de sensibilidad, precios sombra. Vértices y rayos de poliedros. Teorema de representación de Poliedros de Farkas Minkowsky. Lema de Farkas.

1.2. Dualidad en Programación Matemática y dualidad lagrangiana: generalización de la dualidad en programación matemática. Dualización y relajación. Equivalencia entre convexificación y dualización. Condiciones de optimalidad. Revisión de las condiciones de Karush-Kuhn-Tucker. Relajación lagrangiana y dualidad. Introducción a la optimización no diferenciable. La optimización subgradiente.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

Métodos de descomposición

Descripción:
2.1 Métodos de descomposición en Programación Matemática. Algoritmo de Cutting Plane de Dantzig y programación lineal generalizada. Método de Dantzig Wolfe. Descomposición basada en recursos. Algoritmo y descomposición de Benders. Métodos de generación de vértices en programación no lineal con restricciones lineales.

Dedicación: 13h 30m
Grupo grande/Teoría: 13h 30m

Métodos de punto interior

Descripción:
Métodos primal-dual de seguimiento de camino. Problemas lineales. Problemas cuadráticos. Sistema aumentado y ecuaciones normales. Direcciones de Newton y predictor-corrector. Extensiones.

Dedicación: 19h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 19h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Evaluación ordinaria:
Realización de trabajos prácticos en cada una de las partes de la asignatura (1ª dualidad y descomposición; 2ª métodos de punto interior). Cada parte pondera un 50% sobre la nota final.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Bradley, S. P.; Hax, A.C.; Magnanti, T.L.. Applied mathematical programming. Addison-Wesley, 1977.
- Chvátal, Vasek. Linear programming. Freeman, 1983.
- Wright, Stephen J.. Primal-dual interior-point methods. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997.
- Minoux, M. Vajda, S.. Mathematical Programming. Theory and Algorithms. John-Wiley, 1986.
- Bazaraa, M.S.; Sheraly, H.D.; Shetty, C.M.;. Nonlinear Programming: theory and algorithms (Wiley on-line library) [en línea]. 3ª. John-Wiley, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471787779.

Complementaria:
- Conejo, A.J.; Castillo, E.; Minguez, R. ; Garcia-Bertrand, R.. Decomposition techniques in mathematical programming: engineering and science [en línea]. Springer, 2006 [Consulta: 15/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-27686-6.
- Bertsekas, Dimitri P.. Nonlinear programming. Athena Scientific, 1999.
- Sierksma, Gerard. Linear and integer programming theory and practice. 2nd ed. Marcel Dekker, 1996.
- Shapiro, Jeremy F. Mathematical programming. Structures and algorithms. John Wiley, 1979.

Guía docente
200642 - ODS - Optimización en Data Science

Última modificación: 17/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Otros: Primer quadrimestre:
DANIEL BAENA MIRABETE - A
JORDI CASTRO PÉREZ - A

CAPACIDADES PREVIAS

Conceptos básicos de estadística y de optimización/investigación operativa.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
6. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
7. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
8. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
11. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.
12. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

4. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

5. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Teoría:
Se presentan y discuten los contenidos de la asignatura combinando explicaciones en la pizarra y transparencias.
Prácticas:
Sesiones de laboratorio en que se muestra el uso de software.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo del curso es introducir al alumno en algunas aplicaciones en "data science" que pueden ser formuladas o solucionadas por técnicas de optimización. La asignatura tiene tres partes, cada una representa aproximadamente 1/3 del total:

1. Solución de problemas estadísticos y de aprendizaje automático usando optimización entera y combinatoria: diseño de experimentos (cuadrados latinos ortogonales), clustering óptimo (k-medoid), clustering heurístico (k-means).

2. Métodos de optimización continua para la solución de problemas de aprendizaje automático: regresión, "support vector machines" y redes neuronales.

3. Introducción al campo del control de la revelación estadística o protección de datos estadísticos: métodos para microdatos y tablas de datos. Esta disciplina propone un conjunto de métodos para garantizar la confidencialidad de datos individuales en diseminar datos estadísticos, sean microdatos o datos agregados en forma tabular. Este problema es de gran importancia para Institutos Nacionales de Estadística, y, en general, cualquier entidad privada u organismo oficial que tenga que divulgar datos.

Capacidades a adquirir:

* Formular problemas en "data science" como problemas de optimización (clustering, support vector machines, redes neuronales ...)
* Saber solucionar los problemas de "data science" formulados usando software de optimización y de aprendizaje automático (scikit-learn, tensorflow).
* Saber qué es el campo del control de la revelación estadística o protección de datos estadísticos.
* Conocer software para protección de datos y ser capaz de proteger datos usando alguna técnica existente.
* Familiarizarse con la literatura de optimización en "data science".

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Optimización entera y combinatoria en problemas estadísticos y de "data science".

Descripción:
Conceptos básicos de optimización entera y combinatoria. Modelización de problemas de optimización entera y combinatoria. Aplicaciones: diseño de experimentos (cuadrados latinos ortogonales), clustering óptimo (k-medoids), clustering heurístico (k-means).

Dedicación: 15h
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo mediano/Prácticas: 5h

Optimizacion continua en problemas de data science.

Descripción:
Regresión ridge y LASSO. Support Vector machines (SVMs): formulación primal, condiciones de optimalidad KKT, dualidad en SVMs, formulación dual, métodos de optimización para SVMs, software para SVMs. Redes neuronales: estructura y modelización de RNs como problema de optimización, métodos de optimización para RNs, software para RNs (scikit-learn, tensorflow).

Dedicación: 15h
Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo mediano/Prácticas: 10h

Introducción a la protección de datos estadísticos.

Descripción:
Introducción. Definiciones. Tipos de datos y métodos. Métodos de protección para microdatos. Métodos de protección para datos tabulares. Software de protección de datos.

Dedicación: 15h
Grupo grande/Teoría: 10h
Grupo mediano/Prácticas: 5h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Un examen parcial de la primera parte de la asignatura (40% de la nota) y realización de trabajos prácticos (60% de la nota)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning [en línea]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2016] [Consulta: 09/06/2021]. Disponible a: http://www.deeplearningbook.org/. ISBN 978-0262035613.
- Arthanari, T.S. Mathematical Programming in Statistics. Wiley, 1981.
- Willenborg, Leon; Waal, Ton de. Elements of statistical disclosure control. New York: Springer, 2001. ISBN 0387951210.
- Cristianini, Nello; Shawe-Taylor, John. An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- Luenberger, David G; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming [en línea]. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2008 [Consulta: 09/06/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 978-0-387-74502-2.
- Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization [en línea]. New York: Springer, 1999 [Consulta: 09/06/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5. ISBN 9780387987934.

Guía docente
200638 - OSME - Optimización en Sistemas y Mercados Energéticos

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA

Otros: Primer quadrimestre:
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
1. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
2. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
3. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
4. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.
8. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
9. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
10. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
5. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

6. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

7. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

título castellano

Descripción:
.

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h 30m

título castellano

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

título castellano

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

título castellano

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 6h

título castellano

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

título castellano

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 9h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Gómez Expósito, Antonio; Conejo, Antonio J; Cañizares, Claudio. Electric energy systems : analysis and operation [en línea]. Boca Raton: CRC Press, 2009 [Consulta: 08/07/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=359945. ISBN 978-0-8493-7365-7.
- Conejo, Antonio J.; Carrión, Miguel; Morales Juan M. Decision making under uncertainty in electricity markets. Springer, 2010. ISBN 978-1-4419-7420-4.
- Zhu, Jizhong. Optimization of power system operation [en línea]. Piscataway, N.J.: Wiley-IEEE, 2009 [Consulta: 18/11/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=456286. ISBN 978-0-470-29888-6.

Complementaria:

- Pérez-Arriaga, Ignacio J. (Ed.). Regulation of the power sector [en línea]. 2013Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4471-5034-3. ISBN 978-1-4471-5033-6.

Guía docente
200603 - PIPE - Probabilidad y Procesos Estocásticos

Última modificación: 27/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSE FABREGA CANUDAS

Otros: Segon quadrimestre:
JOSE FABREGA CANUDAS - A
MIGUEL ANGEL FIOL MORA - A

CAPACIDADES PREVIAS

Los estudiantes han de estar familiarizados con los conceptos desarrollados en un primer curso de grado sobre teoria de la probabilidad. En particular, se requieren conocimientos básicos de los temas siguientes:

- Cálculo elemental de probabilidades.
- Modelos de probabilidad básicos: distribución binomial, geométrica, de Poisson, uniforme, exponencial y normal.
- Variables aleatorias. Funciones de distribución y de densidad conjuntas. Independencia y correlación.

Los conceptos necesarios para el seguimiento del curso pueden encontrarse, por ejemplo, en las referencias siguientes:

- C.M Grinstead and J.L. Snell, Introduction to Probabiliy (cap. 1-7), http://www.dartmouth.edu/ chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book
- J. Blitzstein and J. Hwang, "Introduction to Probability", CRC Press, 2019.
- S. Ross, A First Course in Probability, 8th ed., Pearson Education International, 2010.
- M. Sanz-Solé, Probabilitats, Univ. Barcelona, 1999.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
2. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
3. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Las horas de clase semanales combinan sesiones de teoría y de problemas. En las teóricas se exponen los conceptos principales y los resultados más importantes, con ejemplos diversos que ayudan a su comprensión. Se presentan algunas demostraciones que por su contenido y desarrollo resulten pedagógicamente creativas y formativas. En las sesiones de problemas se hacen ejercicios operativos y se resuelven cuestiones y problemas más conceptuales.

Se podrán encargar listas de problemas para resolver y trabajos guiados individuales o en grupo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo general de la asignatura es introducir al estudiante en la modelización de fenómenos aleatorios. El núcleo del curso consiste en problemas de convergencia estocástica que son esenciales en estadística (leyes de los grandes números y teorema central del límite) y en una introducción a los procesos aleatorios (procesos de ramificación, paseos aleatorios, cadenas de Markov, el proceso de Poisson). Se introducen a la vez los métodos transformados (funciones generadoras y función característica). Se da importancia especial al estudio de aplicaciones específicas de las unidades teóricas del curso.

Resultados del aprendizaje:

- Utilizar correctamente funciones generadoras de probabilidad y de momentos, y funciones características.
- Conocer la ley normal multidimensional y dominar los cálculos con variables aleatorias conjuntamente gaussianas.
- Entender los diferentes modos de convergencia de sucesiones de variables aleatorias, así como el significado preciso de las leyes de los grandes números y del teorema central del límite.
- Conocer los conceptos básicos sobre procesos estocásticos.
- Saber trabajar con cadenas de Markov. Conocer el significado de las distribuciones estacionarias y de los teoremas ergódicos.
- Conocer el proceso de Poisson.
- Capacidad para identificar modelos de probabilidad basados en los resultados teóricos del curso.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Funciones Generadoras y Función Característica

Descripción:
1.1 Funciones generadoras de probabilidades y de momentos.
1.2 La función característica.
1.3 Suma de un número aleatorio de variables aleatorias independientes.
1.4 Distribuciones con parámetros aleatorios.
1.5 Aplicación a la media y varianza muestrales.

Dedicación: 14h 30m
Clases teóricas: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 10h

2. Procesos de Ramificación

Descripción:
2.1 El proceso de Galton-Watson.
2.2 Aplicación al crecimiento de poblaciones.
2.3 Probabilidades de extinción.
2.4 Función generadora de probabilidades de la generación n-ésima.

Dedicación: 11h
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

3. La Ley Gaussiana Multidimensional

Descripción:
3.1 Función característica conjunta de variables aleatorias gaussianas independientes.
3.2 La ley gaussiana multidimensional.
3.3 Transformaciones lineales.
3.4 Dependencia lineal y distribuciones gaussianas singulares.
3.5 Densidad gaussiana n-dimensional.

Dedicación: 16h
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 10h

4. Sucesiones de Variables Aleatorias

Descripción:
4.1 La ley débil de los grandes números. Convergencia en probabilidad.
4.2 El teorema central del límite. Convergencia en distribución.
4.3 Convergencia en media cuadrática.
4.4 La ley fuerte de los grandes números. Convergencia quasi-segura.
4.5 Los lemas de Borel-Cantelli. Ejemplos de aplicación.
4.6 Aplicación a estimadores estadísticos.

Dedicación: 17h 30m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h

6. Paseos Aleatorios

Descripción:
6.1 Paseos aleatorios unidimensionales.
6.2 Retornos al origen.
6.3 Paseos aleatorios en el plano y el espacio.
6.4 Introducción al movimiento browniano.

Dedicación: 16h
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 10h

7. Cadenas de Markov

Descripción:
7.1 Cadenas de Markov. Propiedad de Markov.
7.2 Las ecuaciones de Chapman-Kolmogorov.
7.3 Estados recurrentes y estados transitorios.
7.4 Cadenas absorbentes.
7.5 Distribuciones estacionarias y dsitribuciones límite.
7.6 Aplicación a los métodos de Montecarlo.

Dedicación: 25h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 16h

8. El Proceso de Poisson

Descripción:
8.1 El proceso de Poisson.
8.2 Estadística de las transiciones.
8.3 Procesos de nacimiento-muerte.
8.4 Cadenas de Markov de tiempo continuo.

Dedicación: 25h
Clases teóricas: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 16h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La nota final de la asignatura (NF) se calculará de la forma siguiente:

NF = max(EF, 0.4*EF+0.4*EP+0.2*T)

donde EF es la nota del examen final, EP es la nota del examen parcial y T es la nota de los ejercicios y trabajos encargados durante el curso.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Gut, A. An Intermediate course in probability [en línea]. Springer Verlag, 1995 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-0162-0.
- Durret, R. Essentials of Stochastic Processes [en línea]. Springer-Verlag, 1999 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3615-7.

Complementaria:
- Grimmet, G.R.; Stirzaker, R.R. Probability and random processes. 3rd ed. Oxford Univ. Press, 2001.
- Sanz Solé, M. Probabilitats. Univ. de Barcelona, 1999.
- Ross, S.M. Introduction to probability models [en línea]. 10th ed. Academic Press, 2010 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123756862.
- Tuckwell, H.C. Elementary applications of probability. 2nd ed. Chapmand & Hall, 1995.
- Grimmett, G; Welsh, D. Probability : an introduction [en línea]. Oxford: Oxford University Press, 2014 [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1791152.
- Blitzstein, J.K.; Hwang, J. Introduction to probability. Second edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. ISBN

9781138369917.

Guía docente
200617 - PE - Programación Estocástica

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Otros: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos básicos de Investigación Operativa / Optimización / Modelización en programación matemática.

REQUISITOS

Asignatura introductoria de Investigación Operativa.
O capítulos 1-3 de "F.S. Hillier, G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, McGraw-Hill" (o primeros capítulos de libro similar).

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Teoría:
Se presentan y discuten los contenidos de la asignatura combinando sesiones de teoría, problemas y laboratorio.

Problemas:
Se intercalan con la teoría y se presentan y resuelven problemas y estudios de caso.

Prácticas:
Sesiones de laboratorio en que se muestra el uso de software para la resolución de problemas de programación estocástica.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo del curso es introducir el alumno a los problemas de la modelización de sistemas en presencia de incertidumbre, y familiarizarlo en las técnicas y algoritmos para tratarlos. El curso trata el caso de la programación estocástica, u optimización de problemas donde intervienen variables aleatorias. Se proporcionan las bases de la modelización y programación estocástica y se pretende que el estudiante al finalizar el curso sea capaz de identificar, modelizar, formular y solucionar problemas de toma de decisiones en que intervengan tanto variables deterministas como aleatorias.

Capacidades a adquirir:
* Identificar ante un problema la posibilidad de plantearlo como problema de optimización estocástica.
* Formular problemas de optimización estocástica, determinando decisiones de primera, segunda y sucesivas etapas.
* Conocer las propiedades básicas de los problemas de optimización estocástica.
* Conocer métodos de resolución especializados para problemas estocásticos.
* Conocer y usar software para la resolución de problemas estocásticos, de alcance general (AMPL) y específicos (NEOS Server).

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción.

Descripción:
Presentación. Programación Estocástica en IO. Relación con otros métodos estocásticos.

Dedicación: 60h
Clases teóricas: 38h
Clases prácticas: 10h
Clases de laboratorio: 12h

Modelización Estocástica.

Descripción:
Introducción a la Programación Estocástica. Ejemplos de modelos: dos etapas, multietapa, restricciones probabilistas, no lineales. Modelización con incertidumbre. Formulación de problemas estocásticos, aversión al riesgo, restricciones probabilistas.

Propiedades básicas.

Descripción:
Propiedades básicas de los problemas de programación estocástica y teoría. Conjuntos factibles, función de recurso, problemas enteros estocásticos.
Análisis de las soluciones. El valor de la solución estocástica i el valor de la información perfecta.

Métodos de solución.

Descripción:
Problemas de dos etapas con recurso. Métodos de descomposición: Solución del problema primal (método L-Shapped, versión con diversos cortes); solución del problema dual (método Dantzig-Wolfe). Métodos de factorización de matrices con explotación de estructura. Métodos de punto interior para problemas estocásticos. Métodos para problemas multietapa, enteros y no lineales.

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Avaluación ordinaria:

Examen y realización de un trabajo práctico. La nota final estará compuesta en un 65% de la parte de teoría y un 35% de la parte práctica.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Birge, J.R.; Louveaux, F. Introduction to stochastic programming [en línea]. Springer, 1997 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/book/10.1007/b97617.
- Kall, P.; Wallace, S.W. Stochastic programming. Wiley, 1994.
- Prékopa, András. Stochastic programming. Kluwer Academic Publishers, 1995.

Guía docente
200645 - PBDE - Programación y Bases de Datos Estadísticas

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación.
707 - ESAII - Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOAQUIN GABARRÓ VALLÉS

Otros: Segon quadrimestre:
JOAQUIN GABARRÓ VALLÉS - A
ALEXANDRE PERERA LLUNA - A

CAPACIDADES PREVIAS

Asignatura no obligatoria.
El estudiante ya ha desarrollado diversas capacidades estadisticas y/o de investigación operativa anteriormente.
Se requiere un nivel B2 (Cambridge First Certificate, TOEFL PBT >550) de inglés.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-4. Capacidad de utilizar los diferentes procedimientos de inferencia para responder preguntas, identificando las propiedades de los diferentes métodos de estimación y sus ventajas e inconvenientes, adaptados a una situación concreta y con un contexto específico.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-7. Capacidad para comprender artículos de estadística e investigación operativa de nivel avanzado. Conocer los procedimientos de investigación tanto para la producción de nuevos conocimientos como para su transmisión.
8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

10. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

11. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El curso está dividido en 2 módulos que se imparten de forma sucesiva. Cada módulo consta aproximadamente de la mitad de las sesiones. Todas las clases son teórico-prácticas y en ellas el profesorado presenta y discute los conceptos básicos de cada módulo. El material de soporte que se utilizará será publicado con anterioridad en Atenea (guía docente, contenidos, transparencias del curso, ejemplos, programación de actividades de evaluación, bibliografía,...).

El estudiante deberá dedicar las horas de aprendizaje autónomo al estudio de los temas del curso, ampliación bibliogràfica y seguimiento de las prácticas de laboratorio.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

En este curso presentan y discuten herramientas y técnicas para preparar a los estudiantes a la ciencia de los datos. Los principales conceptos introducidos en clase abarcarán herramientas y métodos para el almacenamiento y análisis de datos, incluyendo bases de datos relacionales, noSQL y distribuidas, computación científica, "machine learning" aplicado y "deep learning" con Python. También se estudiaran Scala y Spark. El curso consta de dos módulos principales.

MÓDULO 1:
El primer módulo cubrirá un curso intensivo de python científico para el análisis de datos. Este curso incluirá cuatro puntos:
* Introducción al lenguaje Python como una herramienta. ipython, ipython notebook (jupyter), tipos básicos, mutabilidad e inmutabilidad y programación orientada a objetos.
* Breve introducción a Python numérico y matplotlib para visualización gráfica.
* Introducción a los kits científicos para el análisis de datos con mchinelearning. Análisis de componentes principales, clustering y análisis supervisado con datos multivariados.
* Introducción al Deep Learning con Python.

MÓDULO 2:
Presentamos el lenguaje Scala y la arquitectura Spark.
* Scala como un lenguaje funcional y las colecciones de Scala.
* Spark y RDD (Resilient Distributed Data Sets).
* Spark y SQL.
* Introducción a MLlib.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción a Python

Descripción:
a. 'Por qué Python?
b. Historia de Python
c. Instalación de Python
d. Recursos de Python

Dedicación: 1h
Grupo grande/Teoría: 1h

Trabajar con Python

Descripción:
a. Flujo de trabajo
b. Ipython vs CLI
c. Editores de texto
d. IDEs
e. Notebook

Dedicación: 1h
Grupo grande/Teoría: 1h

Primeros pasos con Python

Descripción:
a. Introducción
b. Obteniendo ayuda
c. Tipos básicos
d. Mutable y mutable
e. Operador de asignación
f. Control del flujo de ejecución
g. Manejo de excepciones

Dedicación: 1h
Grupo grande/Teoría: 1h

Funciones y Programación Orientada a Objetos

Descripción:
a. Definición de funciones
b. Entrada y salida
c. Biblioteca Estándar
d. Programación orientada a objetos

Dedicación: 1h
Grupo grande/Teoría: 1h

Introducción a NumPy

Descripción:
a. Visión de conjunto
b. Matrices
c. Operaciones en arrays
d. Arrays avanzados (ndarrays)
e. Notas sobre el rendimiento (\%timeit en ipython)

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

Introudcción a Pandas

Descripción:
contenido castellano

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

Matplotlib

Descripción:
a. Introducción
b. Figuras y subplots
c. Ejes y control adicional de las figuras
d. Otros tipos de gráficos
e. Animaciones

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

Scikits de Python

Descripción:
a. Introducción
b. scikit-timeseries

Dedicación: 1h
Grupo grande/Teoría: 1h

scikit-learn

Descripción:
a. Conjuntos de datos
b. Generadores de muestras
c. Aprendizaje no supervisado
d. Aprendizaje supervisado
i. Análisis Discriminante Lineal y Cuadrático
ii. Vecinos más cercanos
iii. Máquinas de soporte vectorial (Support Vector Machines)
e. Selección de características

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 8h

Introducción práctica a Scikit-learn

Descripción:
a. Resolver un problema de caras principales (eigenfaces)
i. Objetivos
ii. Descripción de los datos
iii. Clases iniciales
iv. Importación de datos
b. Análisis no supervisado
i. Estadísticas descriptivas
ii. Análisis de componentes principales
iii. Clustering
c. Análisis supervisado
i. K-Vecinos más cercanos
ii. Clasificación con soporte vectorial
iii. Validación cruzada

Dedicación: 5h 30m
Grupo grande/Teoría: 5h 30m

Introducción a Zeppelin, Scala y Programación Funcional

Descripción:
a. Inmutable y Mutable
b. Listas y mapas, filtros, reducciones
c. Map reduce
d. Otras colecciones, Streams

Dedicación: 5h
Grupo grande/Teoría: 5h

Arquitectura Spark y Spark Core

Descripción:
a. Arquitectura Spark: en particular, Spark Core
b. Contexto de chispa
c. Tipos de operaciones: transformaciones y acciones
d. RDD: Conjuntos de Datos Distribuidos Resistentes
e. Clausura de una función

Dedicación: 5h
Grupo grande/Teoría: 5h

Spark SQL

Descripción:
a. Lectura de un archivo.
b. Spark Data Frame.
do. Selección, filtros, agrupamiento, clasificación.
re. Operaciones de ventana
do. SQL

Dedicación: 7h 30m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m

Spark: MLlib

Descripción:
a. Descripción del MLlib.
b. Labeled Points y features
c. Ejemplo de regresión lineal

Dedicación: 5h
Grupo grande/Teoría: 5h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

- 1/4 Examen escrito del primer módulo.
- 1/4 Examen escrito del segundo módulo.
- 1/2 Práctica final en bases de datos grandes que integran conceptos de ambos módulos.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Zaharia, M.; Karau, H.; Konwinski, A.; Wendell, P. Learning Spark Lightning-Fast Big Data Analysis. 2015. O'Reilly Media, ISBN 978-1449-35862-4.
- Swartz, Jason. Learning Scala: Practical Functional Programming for the JVM [en línea]. 2014. O'Reilly Media, [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1888253. ISBN 978-1-449-36793-0.
- Langtangen, H.P. A Primer on scientific programming with Python [en línea]. Springer, 2011 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02475-7. ISBN 978-3-642-18365-2.
- Shapiro, B.E. Scientific computation: Python hacking for math junkies. Sherwood Forest Books, 2015. ISBN 9780692366936.
- Baumer, Benjamin; Kaplan, Daniel; Horton, Nicholas. Modern data science in R. Primera. Boca Raton: CRC, 2017.

Complementaria:
- Spector, P. Concepts in computing with data (Stat 133, UC Berkeley) [en línea]. Berkeley, 2011Disponible a: http://www.stat.berkeley.edu/~s133/.

Guía docente
200610 - ST - Series Temporales

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES

Otros: Segon quadrimestre:
LESLY MARIA ACOSTA ARGUETA - A, B
JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES - A, B

CAPACIDADES PREVIAS

El curso asume los niveles básicos de estadística similares a las que se puede alcanzar en el primer semestre del Master. Los alumnos deben estar familiarizados con los conceptos relacionados con los modelos estadísticos, como los modelos lineales, y la prueba de hipótesis y significación estadística.
Algunos conceptos básicos relacionados con la metodología de Box-Jenkins para el ajuste de modelos ARIMA ayudaría a seguir el curso (ver los tres primeros capítulos de 'Time Series Analysis and Its Applications. With R examples' 3rd Edition Shumway and Stoffer http://www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa3/).
Aunque muchos ejemplos proceden del ámbito econométrico, la metodología del curso puede ser aplicado en diferentes áreas (ecología, epidemiología, ingeniería, ...)
Se trataran métodos de predicción basados en técnicas Machine Learning, en concreto redes neuronales artificiales (ANN).
El curso introducirá técnicas relacionadas con los modelos de espacio de estado y el filtro de Kalman. Conocimientos básicos previos de este entorno también ayudará a seguir el curso, pero no es esencial.
Un buen conocimiento del lenguaje de programación R puede ayudar a obtener el máximo provecho del curso.

REQUISITOS

Se valorará conocimientos sobre el modelo lineal

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
4. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
5. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
6. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

* Teoría:
Son sesiones de 1.5 horas donde se presentan y discuten los contenidos de la asignatura con ayuda de transparencias. El profesor, con ayuda del ordenador, muestra ejemplos prácticos de resolución de problemas de series temporales (todos los ficheros usados por el profesor son públicos en la red de la FME). Los estudiantes disponen al inicio del curso de los apuntes de la asignatura.

* Laboratorio:
Son sesiones de 1,5 horas semanales de laboratorio, en las cuales los estudiantes trabajan, con la ayuda del profesor, siguiendo el guión previamente distribuido, sobre problemas y/o casos prácticos.

* Prácticas:
Hay dos prácticas, a realizar en parejas, consistentes cada una en la resolución de casos que se han de tratar parcialmente en las sesiones de laboratorio. Cada práctica se realizará fuera del horario lectivo y puntuará para la nota final. La presentación de los informes de las prácticas se realizará dentro del plazo de dos semanas después de hacerse público el guión.
También, al final del curso cada grupo de estudiantes ha de preparar un informe escrito sobre unos datos reales.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo del curso es que el estudiante profundice en la sistemática y el análisis de series temporales univariantes y multivariantes, cuando se dispone de variables aleatorias que no son independientes entre sí.

El estudiante ha de:
* Adquirir los fundamentos teóricos y experiencia en el uso de la metodología para construir modelos y obtener previsiones de casos reales de series temporales en diferentes campos, en especial en aplicaciones econométricas y financieras.
* Consolidar los conocimientos teóricos y prácticos para identificar, estimar, validar y modelizar series temporales univariantes y multivariantes y hacer previsiones. Modelos ARIMA y AR.
* Valorar los impactos de las intervenciones y detectar datos atípicos y efectos de calendario.
* Aplicar y valorar las predicciones obtenidas mediante redes neuronales artificiales.
* Comprender la formulación de modelos en espacio de estado y el filtro de Kalman para explicar la evolución de variables no observables a partir de otras, relacionadas con ellas, que sí podemos observar.
* Iniciarse en los modelos de volatilidad para datos económicos.

Capacidades a adquirir:

* Conocer y utilizar los modelos univariantes y multivariantes para series temporales.
* Ante una serie temporal real, ser capaz de decidir qué tipo de modelo es el más adecuado.
* Utilización y programación de algoritmos de estimación y previsión utilizando R.
* Presentar los resultados del análisis de un caso real.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	22,5	18.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	22,5	18.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Análisis y modelización de series temporales univariantes. Modelos ARIMA. Previsión con modelos ARIMA

Descripción:
470/5000
- Estudio exploratorio de los datos de una serie: tendencia, estacionalidad y ciclos. Transformación de los datos
- Dependencia dinámica: autocorrelación y autocorrelación parcial
- Procesos estocásticos estacionarios. Modelos ARMA. Invertibilidad y estacionariedad del modelo
- Procesos estocásticos no estacionarios. Modelos ARIMA y ARIMA estacionales.
- Identificación, estimación y validación del modelo. Criterios para la selección del mejor modelo
- Previsiones con los modelos ARIMA

Dedicación: 36h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 24h

Datos atípicos, efectos calendario y análisis de intervención

Descripción:
- Técnicas y algoritmos para la detección automática de datos atípicos, efectos de calendario (Semana Santa y Días Laborables) y análisis de intervención.

Dedicación: 16h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 10h

Técnicas de predicción basadas en Machine Learning

Descripción:
- Métodos de predicción basados en Machine Learning: Redes Neuronales Artificiales y Regresión con Vectores Soporte
- Validación y análisis de sensibilidad. Medidas de comparación con modelos estadísticos

Dedicación: 7h
Grupo grande/Teoría: 1h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 4h

Aplicaciones del filtro de Kalman

Descripción:
- Utilización de la formulación de Kalman para el filtrado y el alisado de los datos y para la estimación de parámetros.
- Formulación en espacio de estado de modelos ARMA y ARIMA y estimación máximo verosímil de parámetros de series uni y multivariantes.
- Tratamiento de datos faltantes con el filtro de Kalman

Dedicación: 36h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 24h

Modelos estructurales en espacio de estado

Descripción:
Models estructurals de series temporales: estimación y validación.

Dedicación: 7h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 1h 30m

Introducción a los modelos con volatilidad

Descripción:
- Características estadísticas de las series financieras: Asimetria y Kurtosis
- Volatilidad en series económicas y en los mercados financieros: modelos ARCH, GARCH y con volatilidad estocástica.

Dedicación: 7h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 1h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Entrega de ejercicios resueltos por parte de los estudiantes. Informes sobre series reales. Exámenes parciales y finales.

La nota final de la asignatura (N) se obtiene a partir de la nota del examen parcial (Np), de los cuestionarios presentados en las sesiones de laboratorio (Nl), de la modelización de un caso real (Nmr) y del examen final (Nf) de cuerdo a la expresión:

N=0.2*max(Np,Nf)+0.25*Nl+0.25*Nmr+0.3*Nf

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Brooks, Chris. Introductory econometrics for finance. 2nd ed. Cambridge: University Press, 2008. ISBN 9780521873062.
- Harris, Richard I. D.; Sollis R. Applied time series modelling and forecasting. Chichester: John Wiley, 2003. ISBN 0470844434.
- Enders, W. Applied econometric time series. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2004. ISBN 0471230650.
- Box, George E. P.; Jenkins, G.M.; Reinsel, G.C. Time series analysis : forecasting and control. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2008.
- Shumway, R. H.; Stoffer, D. S. Time series analysis and its applications : with R examples [en línea]. 4th ed. New York: Springer, 2017 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-36276-2. ISBN 9780387293172.
- Peña Sánchez de Rivera, Daniel. Anàlisis de series temporales. Madrid: Alianza Editorial, 2005. ISBN 8420691283.

Complementaria:
- Lütkepohl, Helmut; Krätzig, M. (eds.). Applied time series econometrics. New YORK: Cambridge Univ. Press, 2004. ISBN 052183919X.
- Lütkepohl, Helmut. New introduction to multiple time series analysis [en línea]. Berlin: Springer, 2006 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://link.springer.com/content/978-3-540-40172-8. ISBN 9783540262398.
- Cryer, Jonathan D. Time series analysis : with applications in R [en línea]. 2nd ed. New York: Springer Text in Statistics, 2008 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-75959-3. ISBN 9780387759586.
- Commandeur, Jacques J. F.; Koopman S. J. An introduction to state space time series analysis. Oxford: Oxford University Press, 2007. ISBN 9780199228874.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A. Time series: theory and methods. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 0387974296.
- Peña, D.; Tiao, C.G.; Tsay, R. (eds.). A course in time series analysis. New York: John Wiley, 2001. ISBN 047136164X.
- Durbin, J.; Koopman, S.J. Time series analysis by state space methods. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN

0198523548.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series [en línea]. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 15/03/2021]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470644560. ISBN 0471690740.

Guía docente
200608 - SIM - Simulación

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: ESTEVE CODINA SANCHO

Otros: Primer quadrimestre:
SERGI CIVIT VIVES - A
ESTEVE CODINA SANCHO - A
LIDIA MONTERO MERCADÉ - A

CAPACIDADES PREVIAS

* Probabilidades, inferencia estadística y Modelos Lineales
* Conocimientos de algun lenguaje de programación de propósito general y en particular de desarrollo de scripts. Conocimientos del entorno de software estadístico R.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
4. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
5. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
7. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
8. CE-8. Capacidad de discutir la validez, el alcance y la relevancia de estas soluciones y saber presentar y defender sus conclusiones.

Transversales:
1. EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN: Conocer y entender la organización de una empresa y las ciencias que rigen su actividad; tener capacidad para entender las normas laborales y las relaciones entre la planificación, las estrategias industriales y comerciales, la calidad y el beneficio.

2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

METODOLOGÍAS DOCENTES

-Clases teóricas y problemas
-Sesiones prácticas
-Trabajos dirigidos

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Introducir al alumnado en la metodologia de simulación de Montecarlo para estudiar las propiedades de métodos estadísticos. Introducir a la simulación como una tècnica de la Investigación Operativa para tratar con modelos de sistemas cuando los métodos analíticos no son aplicables por no existir o por no ser computacionalmente eficientes. Profundizar en la metodología de la construcción de modelos para la toma de decisiones. Presentar una visión panorámica de los métodos de simulación y en particular los de simulación de sistemas discretos. Que el alumnado haga el aprendizaje del enfoque específico del método de la programación de sucesos. Familiarizar al alumnado con los métodos estadísticos de análisis de los datos de simulación: caracterización de la aleatoriedad de les datos de entrada, los métodos de Montecarlo para la generación de muestras, el disseño de experimentos y el análisis de los resultados de la simulación.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Tema 1. Introducción a la simulación.

Descripción:
Introducción a la Simulación. Usos en Estadística. Usos en Investigación Operativa para la Modelización de Sistemas. Casos de estudio básicos.

Dedicación: 14h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m
Aprendizaje autónomo: 10h

Tema 2. Input Data Analysis.

Descripción:
El análisis del sistema: procesos de recogida de datos y adquisición de conocimento. El análisis de la aleatoriedad. Técnicas de análisis descriptivo de datos. Formulación de hipótesis probabilísticas, ajuste y validación de modelos de simulación.

Dedicación: 21h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 15h

Tema 3. Generación de muestras.

Descripción:
Generación de secuencias pseudoaleatorias. Métodos generales de generación de distribuciones discretas i continuas. Generación de las principales distribuciones invariantes. Generación de vectores aleatorios. Generación de procesos estocásticos.

Dedicación: 28h 50m
Grupo grande/Teoría: 7h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 30m
Aprendizaje autónomo: 18h 20m

Tema 4. Introducción a la simulación de sistemas discretos.

Descripción:
Los modelos de simulación. Simulación discreta y simulación continua. Modelos teóricos para la modalització de sistemas discretos: Sistemas de espera. Régimen estacionario. Fórmula de Little. Perspectiva de Modelos Exponenciales. Modelos GI/G/s, aproximaciones. El análisis del sistema: identificació de entidades, atributos y relaciones. Formalización del modelo de simulación. Metodología de simulación de sistemas discretos "event-scheduling". Ejemplos y aplicaciones.

Dedicación: 24h
Grupo grande/Teoría: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h
Aprendizaje autónomo: 15h

Tema 5. Diseño de experimentos de simulación.

Descripción:
Diseño de experimentos de simulación. Simulaciones con horizonte finito. Simulaciones con horizonte infinito: técnicas de batch-means, métodos regenerativos, etc. Teniques de reducción de variancia.

Dedicación: 3h
Grupo grande/Teoría: 3h

Tema 6. Introducción al bootstrap y a los tests de permutaciones

Descripción:
Bootstrap, principio "plug-in" y simulación. Bootstrap paramétrico y no paramétrico. Intervalos de confianza bootstrap. Tests de permutaciones: exactos y de Montecarlo. Algunos tests de permutaciones.

Dedicación: 32h
Grupo grande/Teoría: 8h
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h
Aprendizaje autónomo: 20h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

-1 prueba parcial de los temas 1 a 3, eliminatoria de materia.
-2 trabajos prácticos, uno de simulación en Estadística, bootstrap y permutaciones, y el otro de simulación de sistemas.
-1 examen final, temas 4 y 6 para quien haya superado el parcial, temas 1 a 6 en caso contrario.

Sea "E" la nota de exámenes (media de parcial y final si se ha superado el parcial, o bien final solamente) y "T" la nota media de los trabajos. La nota final será 0.5E + 0.5T.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

El parcial elimina materia si se aprueba.
La entrega satisfactoria de los Trabajos Prácticos resulta imprescindible para aprobar la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Efron, B. and Tibshirani, R. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, 1993.
- Good, Phillip I. Permutation, parametric and bootstrap tests of hypotheses [Recurs electrònic] [en línea]. 3rd ed. New York, NY: Springer Science+Business Media, Inc, 2005 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/b138696. ISBN 9780387271583.
- Gentle, J.E. Elements of computational statistics [en línea]. Springer, 2002 [Consulta: 11/05/2020]. Disponible a: http://link.springer.com/book/10.1007/b97337. ISBN 0387954899.
- Banks, J. et al. Discrete-event system simulation. Prentice Hall, 2005.
- Law, Av.M.; Kelton, W.D. Simulation modeling and analysis. 5th ed. McGraw-Hill, 2014.
- Fishman, G.S. Discrete-event simulation modeling, programming and analysis. Springer, 2001.
- Robert, C.P.; Casella, G. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. Springer, 2004.
- Ross, S.M. Simulation. 4a ed. Academic Press, 2006.
- Kroese, Dirk P.; Taimre, Thomas; Botev, Zdravko I. Handbook of Monte Carlo Methods. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. ISBN 978-0-470-17793-8.

Guía docente
200623 - SPDE - Simulación para la Toma de Decisiones Empresariales

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: PAU FONSECA CASAS

Otros: Segon quadrimestre:
ESTEVE CODINA SANCHO - A
PAU FONSECA CASAS - A
JOAN GARCIA SUBIRANA - A

REQUISITOS

El curso asume los niveles básicos de estadísticas similares a los que se pueden alcanzar en el primer semestre de la maestría. El estudiante debe estar familiarizado con los conceptos de prueba de hipótesis, significación estadística y análisis de la varianza. Conceptos necesarios para seguir el curso pueden encontrarse, por ejemplo, en el texto "Simulation modeling and analysis" de Law, A. M.; Kelton, W.D.

El curso asume una buena actitud hacia cuestiones relacionadas a los negocios y la toma de decisiones, a pesar de que las cuestiones ambientales y sociales también se discutirá debido a su inherente relación con las empresas y el proceso de toma de decisiones.

Idealmente este curso se imparte después de la introducción a la simulación como parte de un plan de estudios orientado a la simulación. Aunque es interesante haber cursado "SIM-Simulación" y tener una cierta familiaridad con los problemas que pueden resolverse mediante las técnicas desarrolladas allí, no se considera esencial.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
7. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura es eminentemente práctica y pretende que el alumno, a partir de un conjunto de entregables que se desarrollan en el laboratorio sea capaz, al final del curso, de resolverlas problemas reales similares a los planteados en clase.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Introducir el análisis de problemas reales en el mundo de la fabricación, la logística, la mejora de procesos o el dimensionamiento y ajuste de servicios en el marco de la Indústria 4.0. Se trata, basándose en las metodologías docentes apropiadas a cada contexto, de realizar los pasos necesarios para conducir un proyecto de simulación que permita la mejora del rendimiento de un sistema o que dé soporte efectivo a la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre o riesgo.
* Con esta finalidad, se presentan y debaten diversos proyectos de aplicación desarrollados en el ámbito profesional, se determinan los posibles objetivos del estudio, se determinan las aproximaciones metodológicas más apropiadas para el modelo planteado en función de estos proyectos, y se sugieren las herramientas más potentes y efectivas para la resolución del problema.
* Estudio y caracterización de los datos necesarios para la simulación, se diseñarán los escenarios de experimentación a evaluar, se estudiarán las necesidades de representación gráfica, tanto de los modelos como de los resultados y de las características de interactividad y de usabilidad de los entornos de desarrollo de los proyectos.
* Se diseñarán los procesos de forma que garanticen, dentro de lo que permita el tiempo disponible para el desarrollo de la asignatura, unos criterios básicos de verificación y de validación de los modelos y de los resultados de la simulación.
* Se introducen los conceptos relacionados con la acreditación de componentes y de modelos de simulación y de los procesos asociados al ciclo de vida de un proyecto de simulación. Se valoraran aspectos relacionados con el código ético exigible en el diseño y explotación de éste modelo.
* Finalmente, y a partir del recorrido conceptual aplicado a diversos entornos sociales, tecnológicos o económicos, se obtendrá una perspectiva amplia de las posibles aplicaciones profesionales de la simulación y al planteamiento y gestión de los proyectos de simulación.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción

Descripción:
Introducción a la metodología de construcción de modelos de simulación y a la planificación de proyectos de simulación. Arquitectura básica de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre o riesgo. Explicación de las "palancas" (model McKinsey) de la indústria 4.0.

Dedicación: 1h 50m
Clases teóricas: 1h 50m

Descripción de ejemplos

Descripción:
Descripción de ejemplos del mundo industrial, de los servicios y de otros sistemas en los que la simulación es aplicable. Criterios de aportación de valor de los estudios de simulación. Sistemas incrustados. Casos de aplicación que se utilizarán a lo largo del curso.

Dedicación: 1h 50m
Clases teóricas: 1h 50m

Paradigmas

Descripción:
Análisis metodológico asociado a la tipología de los modelos de simulación considerados. Universos discretos, continuos e híbridos. La simulación de modelos continuos. Diagramas causales y de Forrester. Dinámica de sistemas.

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

Formalismos

Descripción:
Formalismos para la especificación de los modelos de simulación: Redes de Petri, diagramas SDL, DEVS. Veremos cómo integrar estos lenguajes en el mundo industrial y cómo afecta a la visión global de la denominada industria 4,0

Dedicación: 2h
Grupo grande/Teoría: 2h

Diseño de los experimentos

Descripción:
Diseño de los experimentos y metodología para el análisis de los resultados de la simulación.

Dedicación: 1h 50m
Clases teóricas: 1h 50m

Verificación, validación y acreditación

Descripción:
Criterios para la verificación, validación y acreditación en los proyectos de simulación. Aspectos éticos. Elementos de coste y planificación de los proyectos, estimación de tiempo y costes.

Dedicación: 1h
Clases teóricas: 1h

Sistemas de simulación

Descripción:
Preparación para el desarrollo de proyectos con simuladores genéricos comerciales, como Flexim, ARENA, WITNESS y SDLPS. Explicación de los elementos más importantes de los paquetes, de sus funcionalidades y la integración con la indústria a través del concepto de "gemelo digital" de la Indústria 4.0.

Dedicación: 2h 50m
Grupo grande/Teoría: 2h 50m

Nuevos paradigmas

Descripción:
Introducción a los nuevos paradigmas de simulación y su aplicación en el contexto de la simulación de procesos y de servicios: simulación con agentes inteligentes, autómatas celulares.

Dedicación: 1h 50m
Clases teóricas: 1h 50m

Nuevos componentes

Descripción:
Componentes y dispositivos combinables con los entornos de explotación de modelos de simulación. SIG y simulación.

Dedicación: 1h
Prácticas externas: 1h

Casos prácticos

Descripción:
Desarrollo de casos prácticos, presentación efectiva de los proyectos y de los resultados.

Dedicación: 1h
Prácticas externas: 1h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación combinará las calificaciones de dos prácticas (T1 y T2) y de un examen final.
Tanto en T1 como en T2 pueden haber diferentes entregas parciales que ayudarán al ajuste del trabajo del alumno a los ritmos deseados, a la validación de los pasos efectuados en el desarrollo del proyecto, e irán constituyendo la nota global de cada práctica.

T1: Primera práctica: Especificación del modelo.

T2: Segunda práctica: Implementación e informe final del modelo.

E: Examen final.

Nota final = T1*0.4+T2*0.4+E*0.2

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Banks, J. ... [et al.]. Discrete-event system simulation. 5th ed. Prentice Hall, 2010.
- Fishman, George S. Discrete-event simulation modeling, programming and analysis. Springer, 2001.
- Robert, C.P.; Casella, G. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. Springer, 2004.
- Guasch, A. ... [et al.]. Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación [en línea]. 2ª ed. Edicions UPC, 2003 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36767.
- Fonseca Casas, Pau. Formal languages for computer simulation : transdisciplinary models and applications [en línea]. Hershey: Information Science Reference, cop. 2014 [Consulta: 25/02/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-4369-7. ISBN 9781466643697.
- Fonseca i Casas, Pau. Simulació discreta per mitjà de la interacció de processos [en línea]. Editorial UPC, 2009 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36836.
- Law, A. M.; Kelton, W.D. Simulation modeling and analysis. 5th ed. McGraw-Hill, 2014.

Guía docente
200648 - SERS - Software Estadístico: R y SAS

Última modificación: 29/05/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.
1004 - UB - Universitat de Barcelona.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: KLAUS GERHARD LANGOHR

Otros: Primer quadrimestre:
KLAUS GERHARD LANGOHR - A, B
ANTONIO MONLEON GETINO - A, B
DAVID MORIÑA SOLER - A, B
ANA MARIA PÉREZ MARÍN - A, B

CAPACIDADES PREVIAS

En la parte de R habrá dos cursos: uno de nivel introductorio y otro de un nivel intermedio. El primero es para estudiantes con ninguna o poca experiencia de R, el segundo para estudiantes que hayan trabajado con R anteriormente como, por ejemplo, estudiantes con un grado en estadística. En cambio, las clases de SAS serán las mismas para todos los estudiantes.

REQUISITOS

El curso de R de nivel intermedio requiere que los estudiantes tengan experiencia en trabajar con R.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
3. CE-1. Capacidad para diseñar y gestionar la recogida de información, así como la codificación, manipulación, almacenamiento y tratamiento de esta información.
4. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.
5. CE-6. Capacidad para utilizar el software más adecuado para realizar los cálculos necesarios en la resolución de un problema.
7. CE-9. Capacidad para implementar algoritmos de estadística e investigación operativa.

Transversales:
1. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Durante la primera parte del curso se enseñará el software estadístico R y en la segunda parte el software estadístico SAS. Para ilustrar los procedimientos estadísticos y como hacer gráficos se usarán datos reales. en cada parte se evaluará los estudiantes mediante pruebas que se hacen en clase y una práctica final.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Durante el curso se presentan dos paquetes estadísticos, los lenguajes de programación R y SAS, que tienen una gran difusión tanto en el ámbito académico como en el ámbito empresarial e industrial.

Se pretende que el/la estudiante, al acabar el curso, sea capaz de utilizar ambos paquetes para
· leer datos de ficheros externos,
· hacer análisis descriptivos,
· hacer gráficos de alta calidad para representar datos,
· ajustar modelos de regresión a un conjunto de datos,
· programar funciones propias.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	15,0	12.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	30,0	24.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Introducción a R [Nivel introductorio]

Descripción:
a) La página web de R
b) Instalación de R y de paquetes contribuidos
c) Fuentes de ayuda para R

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Objetos de R

Descripción:
Creación y manipulación de
a) Vectores numéricos y alfanuméricos,
b) Matrices,
c) Listas,
d) Data frames.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Análisis descriptivo y exploratorio con R

Descripción:
a) Lectura de ficheros externos
b) Análisis descriptivo univariante
c) Análisis descriptivo bivariante
d) Herramientas gráficas: histograma, diagrama de caja, gráfico de dispersión y otras.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Programación basica con R

Descripción:
a) Programación básica: bucles con for, while, if-else
b) Las funciones tapply, sapply, lapply
c) Creación de funciones propias
d) Funciones para trabajar con variables tipo fecha

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Estadística inferencial con R: contrastes de hipótesis y modelos de regresión

Descripción:
a) Pruebas de hipótesis para una población
b) Pruebas de hipótesis para dos y más poblaciones
c) Pruebas noparamétricas
d) Ajuste de modelos lineales generales

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Nivel intermedio de R

Descripción:
a) Repaso del trabajo con data frames
b) Reestructuración de conjuntos de datos
c) Programación y creación de funciones de nivel intermedio
d) Introducción al conjunto de paquetes Tidyverse

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Introducción a SAS

Descripción:
a) Estructura de los programas SAS: DATA y PROC.
b) Conjuntos de datos SAS y librerías.
c) Importación y exportación de datos.
d) Creación de variables. Comandos de asignación.
e) Unión de ficheros.
f) Gestión de data sets.

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Procedimientos básicos de SAS

Descripción:
a) Introducción a los procedimientos.
b) Procedimientos estadísticos y graficos.

Dedicación: 5h
Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 30m

Transformación y manipulación de datos

Descripción:
a) Utilización de funciones predefinidas.
b) Transformación condicional de variables.
c) Generación de datos con bucles DO.
d) Variables tipo fecha.
e) Funciones cadena.
f) Diagnostico y depuración de errores.

Dedicación: 5h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Introducción al lenguaje matricial con el SAS: SAS/IML

Descripción:
a) Introducción al modulo SAS/IML.
b) Definición de matrices.
c) Operadores y funciones de SAS/IML.
d) Importación y exportación de bases de datos desde IML.

Dedicación: 5h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Procedimientos avanzados

Descripción:
a) Introducción al módulo SAS/STAT
b) Contrastes paramétricos: PROC TTEST, PROC ANOVA.
c) Modelos de regresión: PROC REG i PROC GLM

Dedicación: 1h 30m
Grupo grande/Teoría: 1h
Grupo pequeño/Laboratorio: 0h 30m

Macros en SAS

Descripción:
a) Introducción al lenguaje macro de SAS.
b) Definición de variables macro.
c) Creación de macros en SAS.

Dedicación: 3h 30m
Grupo grande/Teoría: 3h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La nota final será la media de las notas obtenidas en las pruebas
a) con R (50%),
b) con SAS (50%).
Con R se harán dos pruebas en clase (peso de cada prueba: 30%) y una práctica final que se tiene que hacer en casa (40%). Con SAS se harán dos pruebas en clase (peso de las pruebas: 40% cada una) y una práctica final que se tiene que hacer en casa (20%)

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Braun, W.J.; Murdoch, D.J. A First course in statistical programming with R. Cambridge University Press, 2007. ISBN 97805216944247.
- Kleinmann, K.; Horton, N.J. SAS and R: Data management, statistical analysis and graphics. Chapman & Hall, 2009. ISBN 978-1-4200-7057-6.
- Der, Geoff; Everitt, Brian. A Handbook of statistical analyses using SAS. 3rd ed. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, cop. 2009. ISBN 978-1-58488-784-3.
- Crawley, Michael J. Statistics: An introduction using R. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0-470-02297-3.
- Cody, R. Learning SAS by Example: A Programmer's Guide [en línea]. SAS Institue, 2007Disponible a: http://sites.stat.psu.edu/~hma/PSU/Learning%20SAS%20by%20Example%20A%20Programmers%20Guide.pdf. ISBN 978-1-59994-165-3.
- Cody, R. SAS Statistics by Example. SAS Institue, 2011. ISBN 978-1-60764-800-0.
- Delwiche, L.D.; Slaughter, S.J. The Little SAS Book: A primer. 5th Edition. SAS Institue, 2012. ISBN 978-1-61290-343-9.
- Dalgaard, P. Introductory Statistics with R [en línea]. 2nd Edition. Springer, 2008Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1. ISBN 978-0-387-79054-1.
- Kleinman, Ken; Horton, Nicholas J. SAS and R : data management, statistical analysis, and graphics. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2010. ISBN 9781420070576.

Complementaria:
- Murrell, P. R graphics. Chapman & Hall, 2006. ISBN 158488486X.
- Muenchen, R.A. R for SAS and SPSS Users. Springer, 2011. ISBN 978-1-4614-0685-3.
- Base SAS® 9.2 Procedures Guide [en línea]. SAS Institute, 2009Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/proc/61895/PDF/default/proc.pdf. ISBN 978-1-59994-714-3.

- Base SAS® 9.2 Procedures Guide: Statistical Procedures [en línea]. 3rd Edition. SAS Institute, 2010Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/procstat/63104/PDF/default/procstat.pdf. ISBN 978-1-60764-451-4.
- SAS/IML® 9.2 Users Guide [en línea]. SAS Institute, 2008Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/imlug/59656/PDF/default/imlug.pdf. ISBN 978-1-59047-940-7.
- SAS/OR®9.2 User's Guide Mathematical Programming [en línea]. SAS Institute, 2008Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/ormpug/59679/PDF/default/ormpug.pdf. ISBN 978-1-59047-946-9.
- SAS/STAT 9.2 User's Guide [en línea]. 2nd Edition. SAS Institute, 2011Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm#titlepage.htm. ISBN 978-1-60764-882-6.
- SAS 9.2.Language Reference: concepts [en línea]. 2nd Edition. SAS Institute, 2010Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/lrcon/62955/PDF/default/lrcon.pdf. ISBN 978-1-60764-448-4.
- SAS 9.2. Language Reference : dictionary [en línea]. 4th Edition. SAS Institute, 2011Disponible a: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/lrdict/64316/PDF/default/lrdict.pdf. ISBN 978-1-60764-882-6.
- Wickham, Hadley; Grolemund, Garrett. R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. First edition. 2016. ISBN 978-1-491-91039-9.

Guía docente
200621 - TQM - Técnicas Cuantitativas de Marketing

Última modificación: 17/04/2021

Unidad responsable: Facultad de Matemáticas y Estadística
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN OPERATIVA (Plan 2013). (Asignatura optativa).

Curso: 2021 **Créditos ECTS:** 5.0 **Idiomas:** Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CORTÉS MARTÍNEZ

Otros: Segon quadrimestre:
JORDI CORTÉS MARTÍNEZ - A
BELCHIN ADRIYANOV KOSTOV - A
ROSER RIUS CARRASCO - A

CAPACIDADES PREVIAS

El curso presupone un nivel básico en estadística. Los alumnos deben estar familiarizados con las técnicas de estadística multivariante, como el análisis de componentes principales y los métodos de clasificación. Serán útiles los conceptos relativos a la prueba de hipótesis y la significación estadística. Los principales conceptos en métodos multivariados necesarios para seguir el curso se pueden encontrar, por ejemplo, en el texto "Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R" presentado en el sitio web http://factominer.free.fr/. El curso presupone un buen conocimiento del lenguaje de programación "R".

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
5. CE-2. Capacidad para dominar la terminologia propia de algún ámbito en el que sea necesaria la aplicación de modelos y métodos estadísticos o de investigación operativa para resolver problemas reales.
6. CE-3. Capacidad para formular, analizar y validar modelos aplicables a problemas de índole práctica. Capacidad de seleccionar el método y/o técnica estadística o de investigación operativa más adecuado para aplicar dicho modelo a cada situación o problema concreto.
7. CE-5. Capacidad para formular y resolver problemas reales de toma de decisiones en los diferentes ámbitos de aplicación sabiendo elegir el método estadístico y el algoritmo de optimización más adecuado en cada ocasión.

Transversales:
1. SOSTENIBILIDAD Y COMPROMISO SOCIAL: Conocer y comprender la complejidad de los fenómenos económicos y sociales típicos de la sociedad del bienestar; tener capacidad para relacionar el bienestar con la globalización y la sostenibilidad; lograr habilidades para utilizar de forma equilibrada y compatible la técnica, la tecnología, la economía y la sostenibilidad.
2. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

3. USO SOLVENTE DE LOS RECURSOS DE INFORMACIÓN: Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad, y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.

4. TERCERA LENGUA: Conocer una tercera lengua, preferentemente el inglés, con un nivel adecuado oral y escrito y en consonancia con las necesidades que tendrán los titulados y tituladas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El aprendizaje se apoya sobre la realización de prácticas basadas bien en datos docentes o reales, utilizando herramientas estadísticas de código abierto. Se combinan sesiones de exposición teórica con sesiones de prácticas. Los estudiantes redactarán los correspondientes informes ejecutivos de las prácticas realizadas y realizarán una exposición de su trabajo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

- Entender algunos de los problemas planteados en el campo del marketing: conocer al usuario, sus gustos y preferencias y conocer mejor lo que le conduce a comprar.
- Ver el papel de las técnicas de gestión y explotación de datos en el proceso de toma de decisiones.
- Adquirir nuevos conocimientos sobre métodos estadísticos de aplicación en el marketing, pero que también son aplicables en un amplio abanico de campos.
- Adquirir conocimientos sobre formas específicas de recogida de datos.
- Apreciar las aportaciones de las técnicas estadísticas y, al mismo tiempo, desarrollar un espíritu crítico ante los resultados obtenidos.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo grande	30,0	24.00
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo pequeño	15,0	12.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

Tema 1: Análisis estructural de datos

Descripción:
Analizar grandes conjuntos de datos (por ejemplo el caso de encuestas) requiere una metodología que permita captar la multidimensionalidad de este tipo de datos, además de permitir una síntesis fácilmente comprensible por el usuario. Lo que conduce a privilegiar una estrategia que combina métodos factoriales y clasificación.
Estos grandes conjuntos de datos pueden estructurarse en tablas múltiples para las cuales los métodos de análisis factoriales descriptivos presentan múltiples generalizaciones adaptadas a distintas combinaciones posibles en datos complejos. Por ejemplo técnicas factoriales múltiples, mixtas, duales,…

Dedicación: 42h
Grupo grande/Teoría: 15h
Aprendizaje autónomo: 27h

Tema 2: Preguntas abiertas y comentarios libres

Descripción:
Las preguntas abiertas y los comentarios libres son cada vez más presentes en los grandes conjuntos de datos. Se analizan mediante métodos multidimensionales como el análisis de correspondencias, el análisis factorial múltiple y los métodos de clasificación. Métodos de tipo análisis de correspondencias permiten introducir modelos en el análisis de respuestas abiertas.

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

Tema 3: Evaluación sensorial de productos. Planificación de experiencias, análisis de datos y métodos holísticos

Descripción:
La evaluación sensorial de los productos es un elemento estratégico del desarrollo de las empresas de muy diversos sectores, aunque el sector predilecto sea el sector agroalimentario. Tiene como objetivo caracterizar los productos tanto del punto de vista sensorial (vista, tacto, gusto, olfato, audición) como desde el punto de las preferencias de los consumidores.
Las evaluaciones sensoriales requieren voluminosas colectas de datos y conducen a la construcción de tablas múltiples.
La estadística es la herramienta privilegiada para la concepción y el análisis de este tipo de datos.
Los métodos holísticos permiten la comparación de una serie de productos desde un punto de vista global.

Dedicación: 8h
Grupo grande/Teoría: 3h
Aprendizaje autónomo: 5h

Tema 4: Clusterización no supervisada

Descripción:
La clusterización no supervisada hace referencia al conjunto de técnicas que permiten agrupar un conjunto de individuos u observaciones acorde con sus características. Específicamente, se estudiarán dos técnicas de clusterización no supervisada: la clusterización jerárquica y el K-means. Además , se verán formas de combinar ambas técnicas y diversas variantes.
Estas técnicas permiten, por ejemplo, hacer agrupaciones de clientes de una empresa o de consumidores en base a sus propiedades y en función de los resultados, establecer cuotas de mercado (en el caso de clientes) o de tomar decisiones para mejorar el rendimiento de una empresa.

Dedicación: 12h 30m
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Aprendizaje autónomo: 8h

Tema 5: Clusterización supervisada

Descripción:
La clusterización supervisada o análisis discriminante se aplica al conjunto de metodologías que persiguen la clasificación de individuos u observaciones. Específicamente, se estudiarán 5 técnicas de clusterización supervisada basadas en algoritmos de Machine Learning: K-Nearest Neighbours, Naive Bayes, Árboles condicionales, Random Forest y Support Vector Machine. Estas técnicas tienen un objetivo eminentemente predictivo y su uso radica en anticipar, por ejemplo, el comportamiento de los clientes respecto a la compra de un producto.

Dedicación: 29h 30m
Grupo grande/Teoría: 10h 30m
Aprendizaje autónomo: 19h

Tema 6: Diseño de nuevos productos. Análisis conjunto (Conjoint analysis)

Descripción:
El análisis conjunto es una herramienta muy potente para estudiar la valoración que hacen los clientes de las diversas características de un producto, cuando no tiene sentido valorar cada característica por separado. El análisis conjunto aplica conocimientos de diseños de experimentos y de regresión.
Esta metodología permite predecir la recepción que podrá tener un nuevo producto en el mercado, por comparación con los productos ya presentes.

Dedicación: 20h 30m
Grupo grande/Teoría: 7h 30m
Aprendizaje autónomo: 13h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación se hará a partir de la realización de prácticas, y la nota se calculará a partir de la nota de los informes correspondientes y la nota de una presentación final del trabajo con un porcentaje de 50% cada una.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Escofier, B. ; Pagès, J. Análisis factoriales simples y múltiples. País Vasco: Servicio Editorial, Universidad del País Vasco, 1992.
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome. The elements of statistical learning [en línea]. 2a. 2017 [Consulta: 21/06/2021]. Disponible a: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7. ISBN 978-0387848570.

Complementaria:
- Everitt,Brian S.; Landau, Sabine; Leese, Morven; Stahl, Daniel. Cluster Analysis [en línea]. 5a ed. Wiley, 2011 [Consulta: 25/06/2020]. Disponible a: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470977811.
- Naes, T.; Risvik, E. (editors). Multivariate analysis of data in sensory science. Elsevier, 1996. ISBN 444899561.
- Bécue Bertaut, Mónica. Minería de textos. Aplicación a preguntas abiertas en encuestas. Madrid: La Muralla, 2010.
- Husson, François ; Lê, Sébastien ; Pagès, Jérôme. Exploratory multivariate analysis by example using R [en línea]. Chapman and Hall/CRC, 2011 [Consulta: 12/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1633326.
- Lebart, L. ; Salem, A. ; Bécue, M. Análisis estadístico de textos. Milenio, 2000.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Master's degree in Statistics and Operations Research

The aim of the **UPC-UB interuniversity master's degree in Statistics and Operations Research** (**master's degree website**) is to provide graduates with advanced knowledge of the theory and methods of current statistics and operations research. Integrated into multidisciplinary working groups, students who successfully complete this master's degree course will be able to apply the skills acquired in areas such as healthcare, services, industry, business, science and government agencies. They will also be provided with research-focused training to help them gain access to the doctoral degree.

GENERAL DETAILS

Duration and start date

1.5 academic year, 90 ECTS credits. Starting September

Timetable and delivery

Afternoons. Face-to-face

Fees and grants

Approximate fees for the master's degree, excluding other costs, €2,490 (€3,735 for non-EU residents).
More information about fees and payment options
More information about grants and loans

Language of instruction

Subjects will be taught in Catalan, Spanish or English, depending on the student's level of comprehension and on the teaching objectives of the master's degree.

Location

School of Mathematics and Statistics (FME)

Faculty of Economics and Business (UB)

Official degree

Recorded in the Ministry of Education's degree register

ADMISSION

General requirements

Academic requirements for admission to master's degrees

Specific requirements

The content of the degree is appropriate for graduates of bachelor's degrees that include statistics or operations research subjects. Candidates will ideally have taken a bachelor's degree and will be interested in solving problems, have an aptitude for mathematics and be skilled communicators. The academic structure of the master's degree includes homogenisation courses in the first semester and the possibility of taking specific pathways in accordance with prior learning. The aim is to promote the entry of students from different academic backgrounds. Holders of the following qualifications may be considered:

- Bachelor's degree in Statistics
- Bachelor's degree in Mathematics
- Bachelor's degree in Biology/Physics/Biotechnology
- Bachelor's degree in Economics/Actuarial Sciences

- Bachelor’s or pre-EHEA degree in Industrial Engineering or other engineering fields
- Bachelor's degree in Informatics Engineering
- Bachelor's degree in Psychology/Sociology
- Diploma in Statistics, taking a minimum of 30 credits in the form of bridging courses.

Admission criteria

To decide on whether students are suitable for the master’s degree in Statistics and Operations Engineering, their curriculum vitae and prior training will be considered, together with their stated interests, in order to guarantee that the aims of the Master’s Degree can be fulfilled in a reasonable time and with a reasonable degree of effort.

The elements that will be taken into account for this evaluation will be:

- Weighting of the academic record.
  - Applicants should attach a scanned copy of their curriculum vitae, an official academic certificate issued by their school of origin stating the weighted mark of their academic transcript (NPE) on a scale of 1 to 10.
  - If when pre-enrolment takes place the student has not yet finished their course of studies, the certificate should refer to courses taken and passed up to the date of issue of the certificate.
  - If no certifying document is attached, the NPE will be taken to be 5.
- Accredited education.
  - Applicants should specify the academic qualification they have obtained or they expect to have obtained when enrolling.
  - If this qualification has already been obtained, a scanned copy of either the certificate or the receipt for payment for this certificate should be attached to the applicant's curriculum vitae.
  - The original of the certificate or the receipt must be presented on formal enrolment in the course.
- Aspects of the curriculum vitae related to statistics and/or operations research in the professional, teaching or scientific spheres.
- In particular, prior academic training, qualifications obtained and professional experience will be taken into account.

- Knowledge of English.
  - This knowledge will be accredited by attaching a scanned version of the highest level qualification or certificate obtained to the applicant's curriculum vitae.
  - Without this accreditation, this item will not be taken into account when evaluating the student's application.
- Dedication to the course of studies and whether it is to be combined with a job.

Places

40

Pre-enrolment

Pre-enrolment closed (consult the new pre-enrolment periods in the academic calendar).

How to pre-enrol

Enrolment

How to enrol

Legalisation of foreign documents

All documents issued in non-EU countries must be legalised and bear the corresponding apostille.

PROFESSIONAL OPPORTUNITIES

Professional opportunities

Graduates of this master's degree will be experts who may be employed in healthcare, services, industry and business. They will apply the theory and methods of statistics and operations research in fields such as biostatistics, data engineering, marketing and finance, industrial statistics, optimisation in engineering and industry, and applications in transport engineering.

Competencies

Generic competencies

Generic competencies are the skills that graduates acquire regardless of the specific course or field of study. The generic competencies established by the UPC are capacity for innovation and entrepreneurship, sustainability and social commitment, knowledge of a foreign language (preferably English), teamwork and proper use of information resources.

Basic competencies

- Graduates of this degree will have acquired the knowledge that serves as a basis or opportunity for developing and applying original ideas, often in a research context.
- They will know how to apply the knowledge acquired and their problem-solving abilities in new or unfamiliar settings within wider (or multidisciplinary) contexts related to their field of study.
- They will be able to integrate their knowledge and deal with the complexity of making judgements on the basis of information that, although incomplete or limited, includes reflection on the social and ethical responsibilities related to the application of their knowledge and judgements.
- They will be able to clearly and unambiguously communicate their conclusions—and the knowledge and reasons that support them—to specialised and non-specialised audiences.
- They will have acquired learning skills that will enable them to continue studying in a largely self-directed or autonomous manner.

Generic competencies

- A capacity for carrying out activities that involve applying theoretical and methodological knowledge and statistical and operations research techniques using teamwork and other skills expected of graduates.
- A capacity for identifying the most appropriate statistical and operations research methods for analysing the information that is available at any given moment, in order to respond to problems and dilemmas that arise and to inform decision making.
- An awareness of the need to observe professional ethics and rules on data and statistical secrecy protection.

Specific competencies

- A capacity for designing and managing the gathering, coding, handling, storage and processing of information.
- A capacity for mastering the terminology belonging to a field in which statistical and operations research models and methods are applied to solve real problems.
- A capacity for formulating, analysing and validating models that are applicable to practical problems. A capacity for selecting the most appropriate statistical and operations research method or technique for applying models to concrete situations or problems.
- A capacity for using various inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages and adapting these methods to a concrete situation in a specific context.
- A capacity for formulating and solving real decision-making problems in various areas of application and selecting the most appropriate method and optimisation algorithm in each case.
- A capacity for choosing the most suitable software to carry out the calculations necessary to solve a problem.
- A capacity for understanding advanced statistics and operations research articles. Familiarity with research procedures for the production and transmission of new knowledge.
- A capacity for discussing the validity, scope and relevance of solutions and presenting and defending their conclusions.
- A capacity for implementing statistics and operations research algorithms.

ORGANISATION: ACADEMIC CALENDAR AND REGULATIONS

UPC school

School of Mathematics and Statistics (FME)

Participating institutions

Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) - **coordinating** university
Universitat de Barcelona (UB)

Academic coordinator

Marta Pérez Casany (UPC)

Helena Chuliá (UB)

Academic calendar

General academic calendar for bachelor’s, master’s and doctoral degrees courses

Academic regulations

Academic regulations for master's degree courses at the UPC

CURRICULUM

Subjects	ECTS credits	Type
FIRST SEMESTER		
Advanced Statistical Inference	5	Optional
Continuous Optimisation	5	Optional
Econometric Analysis	5	Optional
Foundations of Statistical Inference	5	Optional
Fundations of Bioinformatics	5	Optional
Lifetime Data Analysis	5	Optional
Linear and Generalized Linear Models	5	Optional
Mathematics	5	Optional
Models and Methods From Operations Research	5	Compulsory
Optimization in Data Science	5	Optional
Optimization in Energy Systems and Markets	5	Optional
Risk Quantification	5	Optional
Simulation	5	Optional
Spatial Epidemiology	5	Optional
Statistical Software: R and SAS	5	Compulsory
Statistics for Business Management	5	Optional
SECOND SEMESTER		
Actuarial Statistics	5	Optional
Advanced Topics in Survival Analysis	5	Optional
Bayesian Analysis	5	Optional
Clinical Trials	5	Optional
Discrete Network Models	5	Optional
Epidemiology	5	Optional
Financial Statistics	5	Optional
Genetic Epidemiology	5	Optional
Large Scale Optimization	5	Optional
Longitudinal Data Analysis	5	Optional
Machine Learning	7.5	Optional
Multivariate Data Analysis	5	Optional

Subjects	ECTS credits	Type
Omics Data Analysis	5	Optional
Probability and Stochastic Processes	5	Optional
Quantitative Marketing Techniques	5	Optional
Simulation for Business Decision Making	5	Optional
Social Indicators	5	Optional
Statistical Learning	5	Optional
Statistical Learning with Deep Artificial Neural Networks	5	Optional
Statistical Methods in Clinical Research	5	Optional
Statistical Programming and Databases	5	Optional
Stochastic Programming	5	Optional
Time Series	5	Optional
THIRD SEMESTER		
Master's Thesis	30	Project

Index

200619 - Actuarial Statistics
200604 - Advanced Statistical Inference
200629 - Advanced Topics in Survival Analysis
200611 - Bayesian Analysis
200627 - Clinical Trials
200616 - Continuous Optimisation
200634 - Discrete Network Models
200625 - Econometric Analysis
200632 - Epidemiology
200626 - Financial Statistics
200605 - Foundations of Statistical Inference
200630 - Fundations of Bioinformatics
200650 - Genetic Epidemiology
200618 - Large Scale Optimization
200609 - Lifetime Data Analysis
200641 - Linear and Generalized Linear Models
200612 - Longitudinal Data Analysis
200607 - Mathematics
200643 - Models and Methods From Operations Research
200606 - Multivariate Data Analysis
200631 - Omics Data Analysis
200642 - Optimization in Data Science
200638 - Optimization in Energy Systems and Markets
200603 - Probability and Stochastic Processes
200621 - Quantitative Marketing Techniques
200620 - Risk Quantification
200608 - Simulation
200623 - Simulation for Business Decision Making
200624 - Social Indicators
200633 - Spatial Epidemiology
200644 - Statistical Learning
200649 - Statistical Learning with Deep Artificial Neural Networks
200646 - Statistical Methods in Clinical Research
200645 - Statistical Programming and Databases
200648 - Statistical Software: R and SAS
200622 - Statistics for Business Management
200617 - Stochastic Programming
200610 - Time Series

Course guides
200619 - EA - Actuarial Statistics

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: ANA MARIA PÉREZ MARÍN

Others: Segon quadrimestre:
ANA MARIA PÉREZ MARÍN - A
MIGUEL ANGEL SANTOLINO PRIETO - A

PRIOR SKILLS

Students should have previous knowledge of calculus of probability, random variables, probability distributions and characteristics of probability distributions (means, variances, etc.). It is also recommended to have prior knowledge in algebra of events.
Recommended book to the introduction to actuarial statistics. López Cachero, Manuel. Estadística para actuarios. Madrid : Editorial MAPFRE : Fundación MAPFRE Estudios, Instituto de Ciencias del Seguro, D.L. 1996

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
11. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

4. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The course is organized in weekly theoretical lessons where the student has to participate once he has studied some materials that have been delivered in advance. Exercises and practical cases will be solved by using the computer.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Regarding knowledge
-To learn how to calculate death probabilities (or survival probabilities) as the core of rating in life insurance. This calculation is carried out for individuals (individual insurance) and groups of individuals (collective insurance).
-To learn how to carry out insurance rating by modelling the number of claims and the total cost of claims, and calculate the ruin probability

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Section 1. Life Insurance Statistics

Description:
Lesson 1. Biometrical model
- Basic hypothesis
- Main variables and functions
- Concepts of population theory
- Probabilities for a single life
- Temporal and deferral probabilities
- Hazard rate
- Life expectation
- Measures of the residual life

Lesson 2. Probabilities for multiple lifes
- Joint probability
- Temporal and deferral probabilities
- Extensions for more than two lifes

Lesson 3. Survival models and life tables
- Main survival functions
- Life tables
- Survival models for censored data
- Lee Carter Model

Lesson 4. Multi-state transition models
- Disability model (I): practical approach
- Disability model (II): rational approach

Full-or-part-time: 30h
Theory classes: 30h

Section 2. Non-life Statistics

Description:
Lesson 1. Modeling the number of claims
- Main discrete distributions
- Compound distributions
- Regression models
- Estimation

Lesson 2. Modeling the cost of claims
- Main continuous distributions
- Extreme value distributions
- Model selection and validation

Lesson 3. Risk models and Ruin theory
- Collective and individual risk models
- Estimating the distribution of the total cost
- Ruin theory
- Reserves

Full-or-part-time: 30h
Theory classes: 10h
Practical classes: 5h
Self study (distance learning): 15h

GRADING SYSTEM

Continuous assessment:
Three practical activities should be resolved by the student. These activities are addressed to assess the student's skill in the application of the concepts developed during the course. Each practical activity has an weight of 33.3% in the final grade.

Final examination system:
A final exam consists of five-six exercises to resolve.

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Macdonald, A.S.; Cairns, A.J.G.; Gwilt, P.A. & Miller, K.A.. "An international comparison of recent trends in population mortality". British actuarial journal [on line]. N. 4, 1998, 3-141 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://sumaris.cbuc.es/cgis/revista.cgi?issn=13573217.
- Panjer, H. J. "Recursive evaluation of a family of compound distributions". ASTIN bulletin [on line]. 1981, 12, 22-26 [Consultation: 22/11/2012]. Available on: http://casact.net/library/astin/vol12no1/22.pdf.
- Renshaw, A. E.; Haberman, S. "Dual modelling and select mortality". Insurance, mathematics and economics [on line]. 19, 1997, 105-126 [Consultation: 15/05/2020]. Available on: https://www.sciencedirect.com/journal/insurance-mathematics-and-economics/vol/19/issue/2.
- Sundt, B.; Jewell, W. "Further results on recursive evaluation of compound distributions". ASTIN bulletin [on line]. 1981, 12, 27-39 [Consultation: 22/11/2012]. Available on: http://www.casact.org/library/astin/vol12no1/27.pdf.
- Ayuso, M. ... [et al.]. Estadística actuarial vida. Barcelona: Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 2007. ISBN 8447531309.
- Bowers, Newton L. [et al.]. Actuarial mathematics. 2nd ed. London: The Society of Actuaries, 1997. ISBN 0938959468.
- Bühlmann, Hans. Mathematical methods in risk theory. Berlin: Springer-Verlag, 1970. ISBN 978-3-540-05117-6.
- Kaas, Rob ... [et al.]. Modern actuarial risk theory [on line]. Kluwer Academic Publishers, 2001 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://link.springer.com/book/10.1007/b109818. ISBN 0306476037.
- Sarabia Alegría, J.M.; Gómez Déniz, E.; Vázquez Polo, F. Estadística actuarial : teoría y aplicaciones. Pearson Prentice Hall, 2007. ISBN 9788420550282.

RESOURCES

Hyperlink:
- Software R. Software de lliure distribució.
Disponible a: http://www.r-project.org

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200604 - IEA - Advanced Statistical Inference

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Others: Primer quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

PRIOR SKILLS

Advanced Statistical Inference is mandatory for all graduate students in statistics or mathematics.
To follow and take advantage of this course the statistical knowledge required is that of an undergraduate-level in statistics or mathematics.

* Basic mathematical analysis skills required: integration of functions of one or two variables, derivation, optimization of a function of one or two variables.
* Basic probability skills required: the most common parametric distributions, properties of a normal distribution, the law of large numbers and the central limit theorem.
* Basic statistical inference skills required: using the likelihood function for simple random sampling (independent identically distributed data), inference in the case of normality, estimation of maximum likelihood for parametric models with only one parameter and simple random sampling.

Chapter 1 in Wood's "Core Statistics" and Chapter 1 in Gomez and Delicado's "Inference and Decision" include all the concepts and results that are assumed to be known. Students will be required to review, achieve and internalize them before beginning the course. A small non-assessable but compulsory exam will be held in the second week of classes.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
5. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
6. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Conceptual sessions of 1.5 hours

The sessions present the subject material. The teacher might use the computer to present the contents.
Ideas and concepts are emphasized and a detailed look is given at those proofs with an added pedagogical value.

Chapters 2, 4 and 5 in the book "Core Statistics" from Simon Wood will be followed.
Most of the material can be as well read in Chapters 1 to 5 of Gomez and Delicado (although in different order), these notes can be downloaded from the Intranet.
Supplementary materials will be provided for specific topics.

Problem sessions of 1.5 hours.

Problems will be posted on the intranet and will be discussed in class
Students must come to class having prepared the problems and having thought about how to solve them
The professor will solve the problems and discuss with students their questions or other solutions.
The solution of these problems will be posted after the corresponding session on the intranet.

Statistical Laboratory

R programs will serve to illustrate concepts, to complement the theoretical developments showing how statistical computing is an important tool in statistical inference.
·Some exercises will be proposed in line with those discussed in class, to strengthen the concepts.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The Advanced Statistical Inference course provides a theoretical and applied basis for the fundamentals of Statistics. Its main objective is to train students to think in statistical terms in order to to conduct a thorough professional habit. Also intended as a formative seed for the consolidation of young researchers in this area of science and technology while equipping students with the resources to continue their training and making them capable to read papers published in journals of statistics.

After completing the course the student :
* has learnt about the different principles governing the reduction of a dataset and the different philosophies that may arise to solve a problem.
* knows the methods based on the empirical distrbution function and the likelihood function and know when and why how apply each one
* understands that the frequentist and Bayesian philosophy are two ways to approach a problem, not necessarily conflicting and sometimes complementary .
* be familiar with modern resampling techniques and view them as a formal /computational approximation well suited for use in situations where direct calculations are too complex or not available
* know to write down the likelihood function in different situations and learn different techniques to maximize it.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1.Statistical Models and Inference

Description:
- Preliminars, notation and examples
- Inferential questions. Walking through point estimation, hypothesis testing and interval estimation
- The frequentist approach: point estimation, finite sample properties, Cramer-Rao bound, Hypothesis testing, Interval estimation, Model checking and model comparison
- The Bayesian approach: prior and posterior densities, marginal likelihood, Bayes factors, BIC and DIC information criteria, connection to MLE

Full-or-part-time: 52h 50m
Theory classes: 15h
Practical classes: 4h 30m
Self study : 33h 20m

2. The empirical distribution function. Theory and numerical approaches

Description:
- The empirical distribution function. Glivenko-Cantelli Theorem.
· Principle of substitution. The method of moments.
- Introduction to bootstrap.
- Large sample properties: Delta method and consistency

Full-or-part-time: 32h
Theory classes: 9h
Practical classes: 3h
Self study : 20h

3.Maximum Likelihood Estimation. Theory and numerical approaches

Description:
-Likelihood, log likelihood and score functions
- Fisher information matrix, Cramer-Rao bound and UMVUE
- Large sample properties of MLE. Consistency and Asymptotic Normality
- Generalised Likelihood Ratio Statistic
- AIC information criterion
- Numerical approaches
- EM algorithm

Full-or-part-time: 40h 10m
Theory classes: 9h
Practical classes: 4h 30m
Self study : 26h 40m

GRADING SYSTEM

The assessment of Chapter 1 relies on a partial exam (EP). The partial exam (EP) will contain a theoretical part and some problems.
For the assessment of Chapters 2 and 3 there will be 2 assignments of problems/practices with R (PRA) and a final exam (EF)
The delivery of problems will be done at most in groups of two
The final exam (EF) consists of problem solving.

The final mark (N) is obtained from the marks of the delivered exercises and the marks of the partial and final exams according to the expression:
N = 0.25 * PRA + 0.25 * EP + 0.5 * EF.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Olive, David J. Statistical theory and inference. Cham: Springer, 2014. ISBN 978-3-319-04971-7.
- Wood, Simon N. Core Statistics. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2015. ISBN 978-1-107-07105-6.
- Trosset, Michael W. An introduction to statistical inference and its applications with R. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2009. ISBN 978-1-58488-947-2.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. Pacific Grove Duxbury, 2002.
- Gómez Melis, G.; Delicado, P. Inferencia y decisión (apuntes). Servei de fotocòpies, 2003.
- Wasserman, Larry. All of statistics : A concise course in statistical inference [on line]. Pittsburgh: Springer, 2004 [Consultation: 15/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9. ISBN 9781441923226.
- Cox, D.R. Principles of statistical inference. Cambridge Univ Press, 2006.

Complementary:
- Millar, R. B. Maximum likelihood estimation and inference : with examples in R, SAS and ADMB [on line]. Chichester: John Wiley & Sons, cop. 2011 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=10488505. ISBN 978-0-470-09482-2.
- Chihara, L. ; Hesterberg, T. Mathematical Statistics with Resampling and R. Wiley, 2011. ISBN 978-1-118-02985-5.
- Cuadras, C. Problemas de probabilidades y estadística. Vol 2: Inferencia. Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2016.
- Garthwaite, Paul H.; Jolliffe, Ian T.; Jones, B. Statistical inference. 2nd ed. Oxford University Press, 2002.
- Shao, Jun. Mathematical statistics. 2nd ed. Springer Texts in Statistics, 2003.
- Ruiz-Maya Pérez, L. ; Martin Pliego, F.J. Estadística. II, inferencia. 2ª ed. Madrid: Alfa Centauro, 2001. ISBN 8472881962.
- Boos, D.D.; Stefanski, L.A. Essential statistical inference : theory and methods. Springer, 2013.
- Young, G.A.; Smith, R.L. Essentials of statistical inference. Cambridge University Press, 2010. ISBN 978-0521548663.

Course guides
200629 - ASA - Advanced Topics in Survival Analysis

Last modified: 17/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Others: Segon quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

PRIOR SKILLS

Students must know the basic concepts of survival analysis as taught in the first semester Lifetime Data Analysis course. These concepts include: Censored data, Likelihood in the presence of censoring, Continuous parametric distributions other than normal, Kaplan-Meier survival estimator, Log-rank test, Accelerated Failure Time Model, Cox proportional hazards model, Diagnostic of the Cox Regression model. The student can find these concepts in chapters 2-4, 7-8, 11-12 in the book "Survival analysis: techniques for censored and truncated data" by Klein and Moeschberger.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
1. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.

Transversal:
8. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

9. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Lectures are organized into two types:

a) Theoretical sessions in which the teacher presents and discusses the general learning objectives and basic concepts. These concepts are motivated with real case studies. The support material used will be published in advance in Atenea (syllabus, content, slides, examples, scheduled assessment activities, references, ...)
Students will give a presentation of their own data (if any) if related with the contents of the course

b) Laboratory classes. These sessions focus on the practical aspects of the methodology. Software R is available for the students and they can continue laboratory sessions in their hours of self study.

Students must devote enough time to complement the lectures by reading research papers, solving problems, learning relevant software, etc.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The course Advanced Survival Analysis prepares students to address situations in which the data presents complex patterns of censoring, where the covariates could vary over time, the multivariate analysis of two or more times to an event.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

B1: Beyond the Cox Model

Description:
B1. Assessing the PH assumption. The stratified Cox model. Cox proportional model for time-dependent covariates. Frailty models

Full-or-part-time: 30h 30m
Theory classes: 7h 30m
Laboratory classes: 3h
Self study : 20h

B2: Multivariate Survival Analysis

Description:
B2. Multivariate parametric models. Copulas. Sequential and parallel data.

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 12h
Laboratory classes: 3h
Self study : 26h 40m

B3. Multistate Models and Competiting Risk Analysis

Description:
content english

Full-or-part-time: 27h 10m
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h
Self study : 18h 10m

B4: Interval Censoring

Description:
B3. Interval censoring
Interval censoring types. Nonparametric estimation of the survival function. Self-consistency algorithm. Comparison of survival curves. Regression models.e Interval censoring in the covariants

Full-or-part-time: 25h 40m
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h
Self study : 16h 40m

GRADING SYSTEM

CONTINUOUS EVALUATION: Blocks B1, B2, B3 and B4 of the subject will be evaluated independently on the dates provided in the planning document, resulting in grades N1, N2, N3 and N4. The final grade of the course, NF, will be the average of these scores, ie NF = (N1 + N2 + N3 + N4) / 4.

SINGLE EVALUATION: A final exam is planned that will jointly evaluate the contents of the 4 blocks.

EXAMINATION RULES.

The student will be informed at the beginning of the course on the dates of each deliverable

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Crowder, Martin J. Multivariate survival analysis and competing risks. Chapman & Hall/CRC Texts in Statistical Science, 2012.
- Hougaard, Philip. Analysis of multivariate survival data. Springer, 2000.
- Sun, Jianguo. The Statistical analysis of interval-censored failure time data [on line]. Springer, 2006Available on: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-37119-2.
- Kleinbaum, David G.; Klein, Mitchel. Survival Analysis. A self-learning text. 3d. Springer, 2012.

Complementary:
- Li, Jialiang ; Ma, Shuangge. Survival analysis in medicine and genetics [on line]. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, cop. 2013Available on: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11167613. ISBN 978-1-4398-9311-1.
- O'Quigley, John. Proportional hazards regression [on line]. New York: Springer, cop. 2008Available on: http://link.springer.com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/10.1007%2F978-0-387-68639-4. ISBN 978-0-387-25148-6.
- Gómez, G.; Calle, M.L.; Oller, R.; Langohr, K.. "Tutorial on methods for interval-censored data and their implementation in R". Tutorial on methods for interval-censored data and their implementation in R [on line]. 2009; 9(4): 259¿297Available on: http://search.proquest.com/publication/44215.
- Gómez, G. ; Calle, M.L. ; Serrat, C.; Espinal, A. Review of multivariate survival data. Barcelona: UPC. Dept. Estadística i Investigació Operativa. DR 2004/15, 2004.
- Lawless, Jerald F. Statistical models and methods for lifetime data. 2n ed. Wiley, 2003. ISBN 978-0471372153.

- Nelsen, Roger B. An introduction to copulas [on line]. 2nd. Springer, 2006Available on: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-28678-0.
- Van den Hout, Ardo. Multi-state survival models for interval-censored data [on line]. Available on: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11302857. ISBN 9781466568402.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200611 - AB - Bayesian Analysis

Last modified: 16/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: XAVIER PUIG ORIOL

Others: Segon quadrimestre:
JESUS CORRAL LOPEZ - A
XAVIER PUIG ORIOL - A

PRIOR SKILLS

We start from scratch and hence there are no pre-requisites for this course. But having some basic knowledge of statistics and R will help get the best out of the course.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

Our goal is to focus the learning goals on the student and adapt the teaching to the achievement of the goals. That’s why we want classes to be valuable for learning and tasks to be well thought out and defined. Half of the sessions will be theoretical and half will be based on computer use.

Theoretical concepts are presented in theory classes and are usually expository classes, where exercises or discussions between students are often interspersed. These classes also work on learning through case studies.

In the practical classes, the practical cases are solved with the help of the statistical software R, WinBugs, JAGS and STAN.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The main objective of this subject is that the student ends up with a good knowledge and mastery of Bayesian modeling in terms of both theoretical and practical knowledge. This knowledge must allow, in the face of an objective or question, to intervene in the design of the experiment necessary to obtain the study data, to analyze them satisfactorily in order to reach the conclusions according to the initial objective.

And as specific objectives (abilities to be acquired):
* Knowledge of the difference between Bayesian and non Bayesian statistical modelling, and of the role of the likelihood function.
* Understand the role of the prior distribution, the role of reference priors and how to go from prior to posterior distributions.
* Understand the difference between hierarchical and non-hierarchical Bayesian models.
* Understand how to check a Bayesian model, how to compare Bayesian models and how to use them for prediction.
* Understand the Montecarlo methods that allow one to simulate from the posterior and how to make inferences from those simulations.
* Posing and solving Bayesian inference problems analytically with exponential family statistical models and conjugate prior distributions.
* Posing and solving Bayesian inference problems numerically under complex situations using WinBugs, JAGS or STAN.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1- Bayesian Model

Description:
1. What is a statistical model. 2. The four problems in statistics. 3. The Likelihood function. 4. Bayesian model. 5. Posterior distribution. 6. Prior predictive and posterior predictive distributions. 7. Choice of the prior distribution.

Full-or-part-time: 45h
Theory classes: 14h
Laboratory classes: 6h
Self study : 25h

2- Bayesian Inference

Description:
1. Posterior distribution as an estimator. 2. Point estimation. 3. Interval estimation. 4. Two-hypothesis test. 5. More than two-hypothesis test.

Full-or-part-time: 39h
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 4h
Self study : 25h

3- Bayesian computation

Description:
1. The need for integration and for simulation. 2. Markov chain montecarlo simulation. 3. Monitoring Convergence

Full-or-part-time: 13h
Theory classes: 2h
Laboratory classes: 1h
Self study : 10h

4- Hierarchical Models

Description:
1. Hierarchical Models

Full-or-part-time: 14h
Theory classes: 2h
Laboratory classes: 2h
Self study : 10h

5. Checking and defining the model

Description:
Checking and defining the model

Full-or-part-time: 14h
Theory classes: 2h
Laboratory classes: 2h
Self study : 10h

GRADING SYSTEM

Final grade = 0.4*Assignments + 0.2*Exam + 0.4*Project

where,
Assigments is the grade obtained from the resolution of exercises delivered to both practical and theoretical classes,
Project is the grade of a group work, and
Exam is the grade of the exam that will take place in the second half of the course

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Kruschke, J.K. Doing bayesian data analysis : a tutorial with R, JAGS and STAN. Academic Press, 2015.
- Bolstad, W. Introduction to Bayesian Statistics. 2nd. John Wiley, 2007.
- Gelman, Andrew. Bayesian data analysis. 3rd ed. London: Chapman & Hall, 2014. ISBN 9781439840955.

Complementary:
- Wasserman, Larry. All of statistics : a concise course in statistical inference [on line]. New York: Springer Verlag, 2010 [Consultation: 15/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-21736-9.
- Robert, Christian P. The Bayesian choice : from decision-theoretic foundations to computational implementation. 2nd ed. New York: Springer, 2001. ISBN 0387952314.
- Carlin, Bradley P.; Louis, Thomas A. Bayesian Methods for Data Analysis. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 9781584886976.

- Hoff, Peter D. A first course in bayesian statistical methods [on line]. New York: Springer, 2009 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-92407-6. ISBN 978-0-387-92299-7.
- Simon Jackman. Bayesian analysis for the social sciences. Chichester: John Wiley and Sons, 2009. ISBN 9780470011546.
- Gelman, Andrew; Carpenter, Bob ; Lee, Daniel. Stan Modeling Language: User's Guide and Reference Manual. Version 2.17.0 [on line]. Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY-ND 4.0)., 2017 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://github.com/stan-dev/stan/releases/download/v2.17.0/stan-reference-2.17.0.pdf.
- Ntzoufras, I. Bayesian modeling using WinBUGS. Wiley. 2009.
- McElreath, R. Statistical rethinking. A Bayesian course with examples in R and Stan. Chapman Hall, 2015.
- Bernardo, José Miguel; Smith, Adrian F. M. Bayesian theory. Chichester: Wiley, 1994. ISBN 0471924164.
- Kendall, Maurice G. Kendall's Advanced Theory of Statistics : Bayesian Inference. 6th ed. London: Edward Arnold, 1994.
- Berger, James O. Statistical decision theory and Bayesian analysis. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1985. ISBN 0387960988.
- Leonard, Thomas; Hsu, John S. J. Bayesian Methods. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. ISBN 0521594170.
- Carlin, Bradley P; Louis, Thomas A. Bayes and empirical bayes and methods for data analysis. London: Chapman and Hall, 1996. ISBN 0412056119.
- Gill, Jeff. Bayesian methods : a social and behavioral sciences approach. Boca Raton, Fla: Chapman & Hall/CRC, 2002. ISBN 1584882883.
- Congdon, Peter. Bayesian statistical modelling. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. ISBN 0471496006.
- Congdon, Peter. Applied bayesian modelling. West Sussex: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471486957.
- Congdon, Peter. Bayesian models for categorical data. Chichester: John Wiley, 2005. ISBN 0470092378.
- Robert, Christian P.; Casella, George. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. New York: Springer, 2004. ISBN 0387212396.
- Tanner, Martin Abba. Tools for statistical inference : methods for the exploration of posterior distributions and likelihood functions. 3rd ed. New York: Springer-Verlag, 1996. ISBN 0387946888.
- Gilks, W. R. Markov chain Monte Carlo in practice. London: Chapman & Hall, 1996. ISBN 0412055511.

Course guides
200627 - AC - Clinical Trials

Last modified: 26/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALASTRUE

Others: Segon quadrimestre:
ERIK COBO VALERI - A
ALBERTO COBOS CARBO - A
JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ ALASTRUE - A

PRIOR SKILLS

The student is expected to know descriptive statistics and statistical inference (estimation and testing) and to be familiar with R.

REQUIREMENTS

Basics of experimental design, inference and R.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
9. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
10. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
11. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
12. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
13. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

The course is highly practical, PBL (problems based learning) oriented, and based on the flipped class-room methodology. Student presentations of problems, simulations, and paper reviews represent 40% of face-to-face time; and other active learning activities, such as discussions, 30%. Homework guided activities includes solving questionnaires, short data analyses and practical application of guidelines to selected cases.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

After the course, the student will be aware than only a randomized study provides the rationale to confirm and to estimate the effects of an allocated cause. The student will be able to argument and to show that the CT provides a formal basis for evidence for any kind of health interventions; and will know how to write a transparent report with the help of reporting guidelines.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Background

Description:
Development phases. Primary and secondary objectives. Adverse events and adverse effects. Target and study population. Experimental and comparator or control group. Data management and quality assessment. Missing data. Multi-centre trials. Journals: transparency and reporting guidelines, CONSORT statement, conflicts of interest, publications bias, registration of clinical tests. Decisions by regulatory agencies, SOPs and ICH guidelines.

Specific objectives:
The student will read critically an original clinical trial. She/he will analyze and report it in a transparent and reproducible way.

Full-or-part-time: 0h 45m
Theory classes: 0h 45m

A1: Analysis of parallel trials without baselines

Description:
Parallel

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Practical classes: 1h 30m
Self study : 8h

A2: Analysis of parallel trials with baselines

Description:
Parallel

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Practical classes: 1h 30m
Self study : 8h

A3: Analysis of cross-over trials

Description:
Statistical analysis, graphic presentation, risk of bias, wording and reporting Baseline measurements. Adjustment. Efficiency. Intra-class correlation.

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Practical classes: 1h 30m
Self study : 8h

A5: CT design, protocol and statistical analysis plan

Description:
CT design, protocol and statistical analysis plan

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Practical classes: 1h 30m
Self study : 8h

A5: Regulatory and journal reporting standards

Description:
SOPs, EMEA, FDA and ICH documentation, Equator and reporting guidelines

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 8h

B1: Ethics, Multiplicity

Description:
Experiments, medicine and human rights (independence, autonomy, beneficence). Equipoise and original position.
Study objectives. Situations requiring more than one test. Hypothesis and family of hypotheses. Alpha risk control: partial and global.
Strategies. Bonferroni and Sidak adjustment. Closed tests. Sequential methods. Resampling.

Full-or-part-time: 6h 15m
Theory classes: 1h 30m
Practical classes: 0h 45m
Self study : 4h

B2: Equivalence. Pragmatic trials

Description:
Equivalence versus equality. Two-one-sided test. Confidence intervals. Analysis. Sample size. Sensitivity of trial design, performance and analysis.
Pragmatic versus explanatory trials. Consort extension.

Full-or-part-time: 6h 15m
Theory classes: 1h 30m
Practical classes: 0h 45m
Self study : 4h

B3: Sample size rationale.

Description:
Effect size under the alternative hypothesis. Secondary parameters derived from the assumptions (variance, event and recruitment rates, ...). Methods for continuous, dichotomous and time to event variables.

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Practical classes: 1h 30m
Self study : 8h

B4: Randomization.

Description:
Simple, blocks, stratified and adaptive (minimization) randomization.

Full-or-part-time: 11h 45m
Theory classes: 3h
Practical classes: 0h 45m
Self study : 8h

B5: Cluster trials

Description:
Random allocation of clusters. Intraclass correlation. Analysis. Sample size.

Full-or-part-time: 6h 15m
Theory classes: 1h 30m
Practical classes: 0h 45m
Self study : 4h

B6: Sistematic revisions and meta-analysis

Description:
Systematic reviews versus meta-analysis. The Cochrane Collaboration. Estimated effect by combining studies. Risk of bias. Graphics.

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 3h
Practical classes: 1h 30m
Self study : 8h

B7: Adaptative designs

Description:
Fixed sample designs against adaptive designs. Consumption functions of alpha risk and control. Triangular design. Unbiasedness against shrinkage.

Full-or-part-time: 6h 15m
Theory classes: 1h 30m
Practical classes: 0h 45m
Self study : 4h

GRADING SYSTEM

The student mark is the maximum of the final exam and the continuous (C) evaluation.
Mark = Max (F, C)
C is divided in blocks 1 and 2 and each one has 2 parts: Theoretical questions (T, 40%) and Homeworks (H, 60%).
C = 0.2T1+0.3H1+0.2T2+0.3H2
F has 3 parts: Theoretical (T) questions, Exercises (E) and Practices (P), with weights 30%, 40% and 30% respectively:
F= 0.3T+0.4E+0.3P

EXAMINATION RULES.

During on-line exams students have to activate the camera.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Armitage, P.; Berry, G. Statistical methods in medical research. Blackwell Scientific Publications, 2002.
- Westfal P H, Young S S. Resampling-based multiple testing. Wiley, 1993.
- Friedman, L. M.; Furberg, C.D.; DeMets, D.L. Fundamentals of clinical trials [on line]. Springer, 1998 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4419-1586-3.
- Whitehead, J. Design and analysis of clinical trials. Wiley, 2004.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200616 - OC - Continuous Optimisation

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JORDI CASTRO PÉREZ

Others: Primer quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

PRIOR SKILLS

A background equivalent to one/two degree-level semesters of algebra, analysis and optimization/operations research is advisable, though not mandatory, as the course intends to be self-contained.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

The course is composed by both theory and laboratory sessions.
During the theoretical sessions the fundamental properties of the continuous optimization problems and its solution algorithms will be introduced, with special interest to all the issues related the numerical solution of practical optimization problems arising both in statistics as well as in operations research.
During the laboratory sessions the students will have the opportunity to learn how to find the numerical solution to the different kinds of continuous optimization problems studied in the theoretical sessions with the help of languages for mathematical optimization modeling (as AMPL or SAS/OR) as well as numerical/statistic software (as MATLAB or R).

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

* To know the different types of continuous optimization problems and to understand its properties.
* To know the most relevant algorithms for continuous optimization and to understand its local and global convergence properties.
* To known some of the most relevant continuous optimization problems arising both in statistics and operations research and to be able to solve with the most efficient optimization algorithms.
* To be able to formulate and numerically solve real cases instances of continuous optimization problems from statistics and operations research with professional optimization software.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Computational modelization solution of mathematical optimization problems.

Description:
Continuous optimization problems in statistics and operations research. Modeling languages for mathematical optimization problems. Solvers for continuous optimization problems.

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 5h
Self study : 26h 40m

Unconstrained optimization

Description:
Fundamentals of unconstrained optimization. Nelder-Mead procedure. Gradient method. Conjugate gradient method. Newton's and modified Newton's method. Quasi-Newton methods.

Full-or-part-time: 41h
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 5h
Self study : 26h

Constrained optimization

Description:
Fundamentals of constrained continuous optimization: definitions, local and global minima, optimality conditions, convex problems. Optimization with linear constraints: the reduced gradient - active set method, the simplex algorithm. Optimization with non linear constraints: generalized reduced gradient, projected and augmented Lagrangians, sequential quadratic programming.

Full-or-part-time: 42h 20m
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 5h
Self study : 27h 20m

GRADING SYSTEM

Two laboratory assignments (40% of the total grade) and a final exam covering the totality of the course contents (60% of the total grade). Additionally, there will be two partial exams by the middle/end of the semester. Each partial exam can add up to 0.5 points (over 10) to the final grade of those students having obtained a mark greater or equal to 4 (over 10) in their total grade (lab. assignments and final exam).

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Luenberger, David G. Linear and nonlinear programming [on line]. 3rd ed. Springer, 2008 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 1402075936.
- Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization [on line]. 2nd ed. New York: Springer, 2006 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5. ISBN 0387987932.
- Fourer, Robert ; Gay, David M. ; Kernighan, Brian W. AMPL: a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Duxbury Press / Brooks/Cole Publishing Company, 2003. ISBN ISBN 0-534-38809-4.

Complementary:

- Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear programming. 2nd ed. Belmont: Athena Scientific, 1999. ISBN 1886529000.
- Gill, Philip E.; Murray, Walter; Wright, Margaret H. Practical optimization. London: Academic Press, 1991. ISBN 0122839501.
- SAS/OR® 9.3 User's guide : mathematical programming [on line]. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2011 [Consultation: 17/07/2013]. Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/ormpug/63975/PDF/default/ormpug.pdf.
- Boyd, Stephen ; Vandenberghe, Lieven. Convex optimization. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. ISBN 978-0-521-83378-3.
- Athanary, T.S. ; Dodge, Y. Mathematical programming in statistics. NY: John Wiley & Sons, 1993. ISBN 0-471-59212-9.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200634 - MDX - Discrete Network Models

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: PAU FONSECA CASAS

Others: Segon quadrimestre:
PAU FONSECA CASAS - A
ALMA CRISTINA NÚÑEZ DEL TORO - A

PRIOR SKILLS

The course does not follow a traditional text, since, to a large extent, it is based on proposals of problems made by the students themselves. The type of models that are studied can be found in:

> Ball, M.O., Magnanti, T.L., Monma, C.L., Nemhauser, G.L. (Eds). Handboks in Operations Research and Management Science. Volume 7: Network models Elsevier. 1995.

> Contreras, I., Fernández, E. (2012) General network design: a unified view of combined location and network design problems. European Journal of Operational Research 219, 680-697.

REQUIREMENTS

It is highly recommended to have followed the course Integer and Combinatorial Optimization, of which the current course is the best complement.

Basic knwoledge on modeling techiques in Operations Research and Integer Programming is required.
Basic knwoledge on some programming language is required.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
7. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
8. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
9. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
10. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
11. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
12. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
13. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
2. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

3. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

4. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

5. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

6. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The course is based on class attendance and on active participation in class. Teaching method is mainly oriented to problem solving and case studies, using different models and solution techniques. This methodology requires the study of specific course material and its application to different discrete network models in various contexts as, for instance, telecommunications, logistics, transportation and service or hub location. Ocasionally it will be needed to introduce some theoretical aspect to make it possible to address in an efficient way some of the studied models. Throughout the course case studies will be introduced, which will be used to illustrate practical and professional applications of the topics in the syllabus.

Each student will intensify its study on a specific problem of a discrete network model with a potential application. For this problem she will propose modeling and solution alternatives. These models and techniques will have to be implemented with appropriate computational tools, and computationally tested.

The different topics in the syllabus will not necessarily be presented in a sequential fashion, and will appropriately alternate in the study of specific models.

If the profile d background of students makes it suitable the course will be taught in English.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

This course studies discrete models stated as network design problems. The main objective are the potential applications of these models, including logistics and telecomunications among others. The course is offered as an specialization in the field of Operations Research. In particular, it is considered as a highly suitable complement of the course Integer and Combinatorial Optimization oriented to theoretical aspects and solution techniques, whereas the focus on the current course are models and their applications, as well as practical implementation aspects.

The main objective of this course is, therefore, to highlight the versatility of discrete network models and to introduce the student to the main models their applications and possible algorithmic alternatives.
A more specific objective of this course is to know alternative formulation possibilities for these problems in terms of the criteria and the characteristics to be considered in each case, and to be able to assess the corresponding advantages and downsides.

From the perspective of discrete optimization, the objective of this course is to know the alternative algorithmic approaches, to assess their associated technical difficulties and to be ableof using available software to implement a solution method appropriate in each case.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction to discrete network models and their applications.

Description:
Presentation of the main families of discrete models in networks and their applications.

Full-or-part-time: 5h
Theory classes: 5h

Basic concepts in discrete network models.

Description:
Connectivity: paths and trees. Bi-connected structures. Steiner trees.
Robustness: alternative criteria for reliability in networks.

Full-or-part-time: 12h
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 4h

Types of demand in network optimization.

Description:
Single commodity vs multiple commodities.
Demand among users vs demand user/server.

Full-or-part-time: 12h
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 4h

Modeling alternatives for discrete network models.

Description:
Compact vs extended formulations.
Models with two, three and four index variables.
Reinforcement of formulations: valid inequalities.

Full-or-part-time: 12h
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 4h

Applications of discrete network models.

Description:
Telecommunications: network design problems.
Location: Network location. Hub location problems.
Logistics and transportation: Distribution networks, supply chain and reverse logistics. Vehicle routes in transportation networks.

Full-or-part-time: 12h
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 4h

Solution methods.

Description:
Heuristic methods.
Decomposition methods (lagrangean relaxation, column generation, etc)
Branch-and-cut-methods: separation of valid inequalities.

Full-or-part-time: 12h
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 4h

Development of the practical assignment

Description:
Development of the practical assignment: Problem proposal; presentation in class of the selected problem, its potential applications and modeling alternativas de modelización. Presentación en clase de metodo de solución elegido. Implementación del modelo y método de solución propuestos. Realización de experiencia computacional y análisis de resultados. Elaboración y entrega en plazo indicado de informe detallado en el que se detallen todos los apartados anteriores.

Full-or-part-time: 60h
Self study : 60h

GRADING SYSTEM

1. (40%) Individual project by each student. For each student the project will focus on his intensification problem. The project will consist of: (i) Study of modeling alternatives for the problem addressed and justified proposal of a specific model; (ii) design and implementation of a solution algorithm for the problem; (iii) presentation and analysis of obtained results.

2. (25%) Presentation adn discusion in class of the problem proposed by the student. Presentation and discusion of the model addressed and its modeling and solution alternatives. Presentation of the computational experiments carried out and of the obtained results.

3. (25%) Active participation in class: Presentation of the issued exercises. Participation in the discussion of the projects and exercises presented by the other students, ...

4. (10%) Fulfillment of 3-4 exercises throughout the course. The exercises will be briefly discussed in class but they should be done autonomously as a personal assignment outside the class. A due date for delivering each of them will be set.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Ahuja, R.K. ; Magnanti, T.L. ; Orlin, J.B. Network Flows: theory, algorithms, and applications. Prentice Hall, 1993. ISBN 013617549X.
- Contreras, I.; Fernández, E. "General network design: a unified view of combined location and network design problems". European Journal of Operational Research [on line]. 2012; num 219; pag 680-697 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://www.sciencedirect.com/science/journal/03772217.
- Ball, M.O. ; Magnanti, T.L. ; Monma, C.L. ; Nemhauser, G.L. (Eds). Handbooks in Operations Research and Management Science. Volume 7: Network models [on line]. Elsevier, 1995 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://www.sciencedirect.com/science/handbooks/09270507. ISBN 978-0-444-89292-8.

Complementary:
- Vanderbeck, F.; Wolsey, L. "Reformulation and decomposition of integer programs". Jünger, Michael ed. 50 Years of Integer Programming [on line]. Springer, 2010. [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68279-0.

RESOURCES

Computer material:
- CPLEX. Software for modeling and solving linear-integer programming models

Course guides
200625 - AE - Econometric Analysis

Last modified: 26/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: ERNEST PONS FANALS

Others: Primer quadrimestre:
ERNEST PONS FANALS - A

PRIOR SKILLS

The course assumes a level of knowledge of statistics similar to what you can assume as prior access to the master. Students should be familiar with the concepts of hypothesis testing and statistical significance in a lineal model framework. Concepts necessary to follow the course can be found for example in the text "Practical Regression and Anova using R " available on the R website (http://cran.r-project.org/doc/contrib/Faraway-PRA.pdf).

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Own teaching of the subject is based on the use of teaching resources listed below:

· Lectures attending classes (main agent: teacher)
· Practical classes (main actors: website)
· Independent work of students (main actors: students).

Students to submit the contents of a theoretical nature of the lesson, complete with practical exercises in the keynote sessions.

In practical computer sessions are designed to bring students to use theoretical concepts studied in previous classes. To perform this task students will follow a guided practice.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

It is expected that once the course is completed, students are able to master the basic econometric methods and techniques as well as the vocabulary and concepts of econometrics own . In addition to identifying the problems that can be treated with econometric tools , raise them properly and incorporates the results of econometric analysis to the process of decision making.

All this leads to in the work plan of the course the fundamental theoretical aspects of Econometrics with other more applied those combined. In this sense, one of the objectives to consider when teaching the course syllabus is to find the balance between formalism in the development of content and applicability from free software known to students as R.

Specifically , it is intended that students have fundamental knowledge regarding the use of econometric models adapted to each of the following situations : models for time series models to panel data models with qualitative dependent variables and models for spatial data .

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

ECONOMETRIC MODELS

Description:
1.1. Concept and Content
1.2. The standard model of multiple linear regression
1.3. Inference and Prediction
1.4. Econometric Models specification
1.5. Stages in econometric research

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h

TIME SERIES ECONOMETRIC MODELS. UNIT ROOTS

Description:
2.1. Introduction.
2.2. Unit root tests.
2.3. Cointegration concept.
2.4. Cointegration tests.
2.5. Modelling cointegrated series using cointegration error models.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h

ECONOMETRIC MODELS FOR PANEL DATA

Description:
3.1. Ppanel data and non observable effects (individual and temporary).
3.2. Static models: Alternative estimators and comparison of methods.
3.3. Dynamic models: implications for new static estimators and estimators.
3.4. Applications

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h

ECONOMETRIC MODELS FOR LIMITED DEPENDENT VARIABLE

Description:

4.1. Binary choice model.
4.2. Logit and probit models.
4.3. Multinomial models.
4.4. Count data models.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h

ECONOMETRIC MODELS FOR SPATIAL DATA

Description:

5.1. Definition of spatial autocorrelation.
5.2. Causes and consequences of spatial dependence in a regression model
5.3. Contrast and estimation with spatial dependence.
5.4. Definition of spatial heterogeneity.
5.5. Causes and consequences of spatial heterogeneity in a regression model.
5.6. Contrast and estimation with spatial heterogeneity.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h

GRADING SYSTEM

The evolution model assessment will be the subject of ongoing evaluation. Given the empirical nature of the course, the assessment is based on two types of activities:

A. The practical activities. Throughout the semester performing a set of activities that will be announced at the beginning of the course (50%) will be proposed.

B. A final test (50%)

BIBLIOGRAPHY

Complementary:

- Greene, William H. Análisis econométrico. 3a ed. Prentice-Hall, 2000. ISBN 8483220075.
- Maddala, G. S. Introduction to econometrics. 4a ed. Willey, 2009.
- Novales Cinca, Alfonso. Econometría. 2ª ed. Madrid: Mc Graw-Hill, 1993. ISBN 8448101286.
- Wooldridge, Jeffrey M. Introducción a la econometría : un enfoque moderno. 2ª ed. Madrid: International Thomson Editores Spain Paraninfo, 2005. ISBN 8497322681.

RESOURCES

Other resources:

It is recommended to consult the information available through the virtual campus or web page of the subject as well as the following material:

* Scripts and transparencies used in class
* Exercises proposed in class sessions
* Material of the practical sessions, which include: detailed description of the practice so that each student can perform it independently, and the data corresponding to the practice.
* Proposed practices: for each of the practices (corresponding to a topic), additional practices are also proposed that students can use as an example. For this, some indications and data are provided.

Course guides
200632 - EPI - Epidemiology

Last modified: 29/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: KLAUS GERHARD LANGOHR

Others: Segon quadrimestre:
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

PRIOR SKILLS

The student has to be familiar with the concepts of statistical inference: the likelihood function, maximum likelihood estimation, hypothesis testing, and linear regression models. In particular, the student should be familiar with the contents of the first three chapters of the book "Principles of Statistical Inference" Cox (Cambridge University Press, 2006).

REQUIREMENTS

Knowledge of the software package R.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
4. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
7. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
5. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
9. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

Lectures:
Sessions that last 90 minutes and during which the course material is presented with the help of a PC. The material, which is partially based on real data sets from epidemiological studies as well as on scientific papers, is previously available in the Intranet (ATENEA). Also, in different occasions the theory lectures will be used for exercises.

Lab classes:
There will be 3 classes during which the use of functions from contributed packages of the R software will be explained and practiced.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The course aims to enable the student to design and analyze epidemiological studies. This includes, that s/he should be able to propose the adequate designs and analyses for an epidemiological study in such a way that these can be understood easily by other investigators.

In particular, after the completion of the course, the student should have acquired a profound knowledge on the following topics and should be able to apply the corresponding methods to real data:
1. Design of epidemiological studies: cohort studies, case-control studies, and population based studies.
2. Epidemiological measures of disease frequency, mortality, and exposure-disease association.
3. Sources of bias in epidemiological studies: information, selection, and confounding bias.
4. Bias control: stratification and matching.
5. Logistic, logbinomial and Poisson regression.

Specifically, the student should be able:

· To propose designs and analyses for epidemiological studies that provide the best information possible and that can be assimilated easily by the researchers that will have to interpret them.
· To judge the advantages and disadvantages of different types of epidemiological studies.
· To estimate, apply, and interpret measures of the disease frequency, mortality, and exposure-disease association.
· To have basic knowledge on causal inference in observational studies.
· To know different sources of bias in epidemiological studies and possible measures to avoid the bias.
· To fit logistic, log-binomial, and Poisson regression models to real data and interpret the results.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction to Epidemiology

Description:
a) Epidemiological studies vs. clinical trials.
b) Design of epidemiological studies: cohort studies, case-control studies, and population-based studies.

Full-or-part-time: 3h
Theory classes: 2h 30m
Laboratory classes: 0h 30m

Epidemiological measures: concepts and estimation

Description:
a) Measures of disease frequency: prevalence, cumulative incidence, and incidence rate.
b) Mortality rates and their comparison: direct and indirect standardization, comparative mortality figure, and standardized mortality ratio.
c) Measures of exposition-disease association: relative risk, risk difference, odds ratio difference, and attributable risk.

Full-or-part-time: 13h 30m
Theory classes: 9h
Laboratory classes: 4h 30m

Aspects of epidemiological studies

Description:
a) Causal inference in epidemiological studies.
b) Study of the cause-effect relation. Common causes and effects.
c) Sources of bias in epidemiological studies: information bias, selection bias, and confounding.
d) Strategies for error control and variance minimization: stratification and matching.

Full-or-part-time: 13h 30m
Theory classes: 9h 30m
Laboratory classes: 4h

Analysis of epidemiological studies

Description:
a) Estimation of the relative risk, the odds ratio, and attributable fraction in cohort studies, case-control studies, and population based studies.
b) Computation of comparative mortality figure and standardized mortality ratio.
c) The Mantel-Haenszel estimator in the presence of a confounding variable.
d) Analysis of matched data in case-control studies.
e) Logistic regression: model expression, parameter estimation, and model interpretation.
f) Log-binomial regression: model expression, parameter estimation, and model interpretation.
g) Poisson regression: model expression, parameter estimation, and model interpretation.

Full-or-part-time: 15h
Theory classes: 9h
Laboratory classes: 6h

GRADING SYSTEM

Assessment is based on the following:
a) Final exam (50%),
b) Problem sheets (30%),
c) Summary and presentation of a scientific paper (20%).

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Jewell, Nicholas. Statistics for Epidemiology. Chapman & Hall/CRC, 2004. ISBN 1-58488-433-9.
- Gordis, Leon. Epidemiología. 3ª ed. W.B. Saunders, 2005.
- Kahn, H. A.; Sempos, C.T. Statistical Methods in Epidemiology. Oxford University Press, 1989.
- McNeil, Don. Epidemiological Research Methods. Wiley, 1996.
- Rothman, Kenneth J. Epidemiology: An Introduction. Oxford University Press, 2012. ISBN 9780199754557.

Complementary:
- Porta, M. A Dictionary of Epidemiology. Fifth edition. Oxford University Press, 2008. ISBN 9780195314502.
- Breslow, N.E.; Day, N.E. Statistical Methods in Cancer Research. International Agency for Research on Cancer, 1980.
- Rothman, K. J.; Greenland, S. Modern Epidemiology. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
- Woodward, Mark. Epidemiology Study Design and Data Analysis. Chapman & Hall/CRC Press, 1999.

Course guides
200626 - EF - Financial Statistics

Last modified: 16/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: HELENA CHULIÁ SOLER

Others: Segon quadrimestre:
HELENA CHULIÁ SOLER - A
LUIS ORTIZ GRACIA - A

PRIOR SKILLS

The course assumes basic levels of statistics similar to those that can be achieved in the first semester of the Master. Some basic concepts related to Finance would help to follow the course. The prior skills that are desirable are the ones from the course "Time Series" or to be familiar with ARIMA models (see the second chapter of the book "Analysis of Financial Time Series" de Ruey S. Tsay, Ed. Wiley, 2nd edition).

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
11. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
12. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

4. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The course consists on theoretical sessions where the student has to participate having read before the material. There will be practice sessions and lab classes. Students must present a report on a case study corresponding to each topic. In addition to this, they (in group or individually) must present and discuss a scientific paper.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

- To know the derivatives market and valuation theory in the absence of arbitrage
- To get familiar with some option pricing models
- To study the most common methods for measuring market risk
- To model financial time series volatility
- To use volatility models to forecast financial time series volatility
- Critical analysis of scientific papers

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Option valuation and risk measurement

Description:
1.1. Derivatives, arbitrage and risk neutral valuation formula
1.2. Binomial trees and Black-Scholes formulas
1.3. Option valuation by Monte Carlo and reduction of variance
1.4. Stochastic volatility and interest rates models
1.5. Methods of measuring risk on a portfolio of options

Full-or-part-time: 62h 30m
Theory classes: 15h
Laboratory classes: 7h 30m
Self study : 40h

2. Volatility models

Description:
2.1. Statistical properties of financial series
2.2. Modelling univariate volatility
2.3. Specification, estimation and diagnostic of GARCH models
2.4. Forecasting with GARCH models
2.5. Multivariate GARCH models

Full-or-part-time: 62h 30m
Theory classes: 15h
Laboratory classes: 7h 30m
Self study : 40h

GRADING SYSTEM

CONTINUOUS ASSESMENT
The continuous assesment consists of the following parts:
1) Examination of block I (30%)
2) Presentation of an assignment of block I (20%)
3) Elaboration of an assignment of block II (35%)
4) Presentation and discussion of a research article of block II (15%)

SINGLE ASSESMENT
The single assessment consists of a written examination that includes all the content of the course and represents 100% of the final grade.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Hull, J.C.. Options, futures and other derivatives. Prentice Hall, 2012.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series. 3rd ed. Wiley, 2010.
- Seydel, R.U.. Tools for computational finance [on line]. Springer, 2012 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2993-6.
- Glasserman, P.. Monte Carlo methods in financial engineering. Springer, 2004.

Course guides
200605 - FIE - Foundations of Statistical Inference

Last modified: 16/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: ANTONIO MIÑARRO ALONSO

Others: Primer quadrimestre:
ANTONIO MIÑARRO ALONSO - A
LOURDES RODERO DE LAMO - A

PRIOR SKILLS

Advanced Statistical Inference and Foundations of Statistical Inference are compulsory subjects of the MESIO UPC-UB. The former is mandatory for all graduate students in statistics or mathematics (path 1) and the latter is compulsory for all students from other degrees (path 2). Students from path 2 can choose Advanced Statistical Inference as optional. Students from path 1 can not choose Foundations of Statistical Inference.

The course assumes a basic knowledge of the concepts of probability theory. The student should know and work with major discrete and continuous probability models: Poisson, Binomial, Exponential, Uniform, Normal. In particular the student should be able to use the cumulative distribution functions and density functions or probability mass, for calculating probabilities and population parameters of the main distributions. It is also assumed the skill to work with the expectation and variance of random variables. Finally, it is important to know and understand the implications of the central limit theorem.

You can consult the following material:

Probabilidad y estadística de Evans, Michael J. (2005)
Michael J. Evans (Autor) y Jeffrey Rosenthal
Edit. Reverter
http://www.reverte.com/motor ?id_pagina=catalogo/ficha&idcategoria=6&idsubcategoria=47&idlibro=664

Morris H. DeGroot and Mark J. Schervish
Probability and Statistics (4th Edition)
Addison-Wesley (2010)
ISBN 0-321-50046-6
http://www.pearsonhighered.com/pearsonhigheredus/educator/product/products_detail.page?isbn=0201524880

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
4. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

2. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

· Theory sessions
The teacher explains the contents of the course with the help of computer presentations. Student participation will be encouraged through some questions and examples.

· Problem sessions
By the end of each issue a session specially devoted to problems will take place. The list of problems will be available in advance on the intranet. Students should come to class with doubts related to the proposed problems in order to be solved by the teacher.

· Statistical laboratory
Several statistical analyses will be carry out with the help of some scripts of R. Students will be proposed to solve several more extensive exercises with the help of the software.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Students should achieve a good knowledge of the common language of statistical inference with both a theoretical and a practical basis. Students not only should to be able to use most of the statistical techniques but also they have to be able to learn new methodologies. Students should be able to use software R as a tool for the inferential process.
As specific goals we have the following:

· Students should know the main sample techniques and the main sample distributions based on normal law and its use in statistical inference.
· Students should be able to apply some of the usual methods of estimation. Students should know the desirable properties of an estimator and verify if they are achieved by a given statistic.
· Students should understand the concept of confidence of an interval. They have to be able to construct the most usual intervals and compute the necessary sample size to achieve a given confidence and precision.
· Students should understand the methodology underlying the testing of hypotheses including the types of errors and the importance of sample size to make decisions with a good statistical basis.
· Students should be able to obtain estimates from a linear regression model and verify the validity of the assumptions of the model in order to discuss the results of a regression study.
· Students should understand the linear model of analysis of variance together with the sum of squares variance decomposition and solve the one-way model and the two-way model both with fix and random factors.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Introduction to inference

Description:
1.1 Basic ideas of Statistical Inference.

Specific objectives:
Basic introduction to the main concepts of statistical inference and review of the necessary ideas of the Theory of Probability

Related activities:
Theory sessions.

Full-or-part-time: 0h 30m
Theory classes: 0h 30m

2. Sampling

Description:
2.1. Definition
2.2. Sampling methods
2.3. Random sampling
2.4. Sampling distributions
2.4.1. Exact and asymptotic sampling distributions
2.4.2. The distribution in sampling from a Normal Population
2.4.3. Distributions arising from Normal sampling
2.5. Simulating random samples

Specific objectives:
Students should know the main sample techniques and the main sample distributions based on normal law and its use in statistical inference.

Related activities:
Theory sessions. Problem sessions.

Full-or-part-time: 2h 30m
Theory classes: 2h 30m

3. Parameter estimation

Description:
3.1. Introduction, concept of estimator, point and confidence estimation.
3.2. Properties of point estimates: consistency, bias, efficiency, minimal variance, sufficiency, mean square error.
3.3. Methods to obtain estimates: moments, maximum likelihood, least squares, Bayes
3.4. Resampling methods: Bootstrap, Jacknife

Specific objectives:
Students should be able to apply some of the usual methods of estimation. Students should know the desirable properties of an estimator and verify if they are achieved by a given statistic.

Related activities:
Theory sessions. Problem sessions

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

4. Confidence Intervals

Description:
4.1. Definition
4.2. Construction of intervals
4.3. Confidence level and sample size
4.4. Some confidence intervals
4.5. Asymptotic confidence intervals

Specific objectives:
Students should understand the concept of confidence of an interval. They have to be able to construct the most usual intervals and compute the necessary sample size to achieve a given confidence and precision.

Related activities:
Theory sessions. Problem sessions. Statistical laboratory.

Full-or-part-time: 4h 30m
Theory classes: 4h 30m

5. Hypotheses testing

Description:
5.1. Fundamental notions of hypotheses testing
5.1.1. From language to parametrical hypotheses
5.1.2. Null and alternative hypotheses
5.1.3. Decision rule: Critical region
5.2. Errors in hypotheses testing
5.2.1. Type I error: level of significance
5.2.2. Type II error: power of the test
5.2.3. Sample size
5.3. P-values
5.4. Some hypotheses tests
5.4.1. Likelihood ratio tests
5.4.2. Tests for normal populations
5.4.3. Tests on proportions
5.4.4. Chi-squared tests
5.4.5. Robust tests: tests based on ranks and permutation tests
5.5. Relation between confidence estimation and hypotheses testing
5.6. Multiple testing
5.7. Combining results from different tests
5.8. Bayesian hypothesis testing

Specific objectives:
Students should understand the methodology underlying the testing of hypotheses including the types of errors and the importance of sample size to make decisions with a good statistical basis.

Related activities:
Theory sessions. Problem sessions. Statistical laboratory.

Full-or-part-time: 12h
Theory classes: 12h

6. The general linear model

Description:
6.1. Introduction
6.2. Parameter estimation and hypotheses testing
6.3. Simple linear regression
6.3.1. Parameter estimation
6.3.2. Regression diagnostic
6.3.3. Hypotheses in regression
6.3.4. Model comparisons
6.3.5. Relationship between regression and correlation
6.3.6. Smoothing
6.4. Multiple regression
6.4.1. Parameter estimation
6.4.2. Regression diagnostic
6.4.3. Inference in multiple regression
6.4.4. Collinearity

Specific objectives:
Students should be able to obtain estimates from a linear regression model and verify the validity of the assumptions of the model in order to discuss the results of a regression study.

Related activities:
Theory sessions. Problem sessions.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

7. ANOVA models

Description:
7.1. One-way ANOVA
7.1.1. Linear model for one-way ANOVA
7.1.2. Null hypotheses
7.1.3. Factor effects
7.1.4. ANOVA diagnostics
7.1.5. Multiple comparison of means
7.2. Two-way ANOVA
7.2.1. Randomized blocks design
7.2.2. Two fixed factors ANOVA
7.2.3. Interpreting interactions
7.2.4. Two random factors ANOVA
7.2.5. Mixed effects model

Specific objectives:
Students should understand the linear model of analysis of variance together with the sum of squares variance decomposition and solve the one-way model and the two-way model both with fix and random factors.

Related activities:
Theory sessions. Problem sessions. Statistical laboratory.

Full-or-part-time: 10h 30m
Theory classes: 10h 30m

GRADING SYSTEM

Throughout the course students will be proposed to solve 3 small quizzes (CUEST). They will also be proposed to solve take-home exercises and deliver it within a specified period as discussed in the section on practical laboratory in teaching methodology (EJER).
A final exam (EF) will take place on the date specified by the master direction. The grade of the course will be obtained as
N =0.2 *CUEST+0.20*EJER+ 0.6*EF.

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Rohatgi, Vijay K. Statistical Inference [on line]. New York: John Wiley & Sons, 1984 [Consultation: 18/11/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1894681.
- Sánchez, P., Baraza, X., Reverter, F. y Vegas, E. Métodos Estadísticos Aplicados. Texto docente 311. Barcelona: UB, 2006.
- Peña, Daniel. Estadística. Modelos y Métodos. 2 vols. 2ª ed. rev. Madrid: Alianza Universidad Textos, 1986-1991.
- DeGroot, Morris; Schervish, Mark. Probability and statistics. 4th ed. Pearson, 2012. ISBN 0321500466.
- Evans, Michael; Rosenthal, Jeffrey S. Probability and statistics : the science of uncertainty. 2nd ed. New York: W.H. Freeman and Company, cop. 2010. ISBN 1-4292-2462-2.
- Casella, G.; Berger, Roger L. Statistical inference. 2nd ed. Duxbury: Pacific Grove, 2002.
- Sahu, Pradip Kumar, Pal, Santi Ranjan, Das, Ajit Kumar. Estimation and Inferential Statistics [on line]. 1. New Delhi: Springer, 2015 [Consultation: 19/05/2021]. Available on: https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-81-322-2514-0. ISBN 978-81-322-2513-3.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200630 - FBIO - Fundations of Bioinformatics

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: ESTEBAN VEGAS LOZANO

Others: Primer quadrimestre:
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

REQUIREMENTS

Knowledge of statistical software R.
References:
-R: A self-learn tutorial. http://www.nceas.ucsb.edu/files/scicomp/Dloads/RProgramming/BestFirstRTutorial.pdf
-simpleR- Using R for Introductory Statistics: http://cran.r-project.org/doc/contrib/Verzani-SimpleR.pdf

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Theory sessions:
In the theory sessions, the professor will present the problems that are tackled in each topic and will provide a summary of the principle concepts and problematic points of each topic.
The student should complete the professor's explanations by consulting the reference texts and complementary materials.

Practical Sessions:
The practical sessions will be conducted with the computer, where instruction will take place regarding the use of bioinformatics tools pertinent to each topic and the problems that are posed.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Upon completing the course, the student must be able to:

*Identify the bioinformatics domain of study.
*Know the large group of problems that bioinformatics poses.
*Be familiar with the most typical methods and models in bioinformatics.

*Be familiar with the basic components of organisms.
*Understand the coding and transmission mechanisms of biological information.
*Know the processes of gene expression and its regulation.

*Know the existence and availability of diverse information resources, both basic (nucleic acids, proteins, etc.) and more complex (patterns, genomes, etc.).
*Know the principle tools for recovering information such as SRS or Entrez.
*Know how to access these resources and make queries for obtaining information.

*Understand and differentiate distinct types of problems related to the alignment of sequences: in pairs, multiples and data search.
*Know the algorithms for aligning two sequences in optimum form.
*Know how to perform and interpret the alignment of two sequences.
*Understand the problem of Multiple Sequence Alignment (MSA).
*Know how to perform and interpret an MSA.
*Know how to conduct a sequence search in a database and how to interpret the results.

*Know the principle methods for representing an MSA and understand the relationships (hierarchical) between them.
*Understand the basic components of Markov models and their application toward sequence analysis.
*Know the basic components of a hidden Markov model and understand its advantages and uses for biological problems.

*Understand the problem of gene prediction and the difficulties (alternative splicing, non-coding genes, etc.) that are involved in their complete resolution.
*Know the principle methods for gene prediction.
*Know how to use gene prediction tools and their basic limitations.
*Be familiar with and know how to use genome browsers.

*Know the approach to systems biology as a comparison to traditional approaches.
*Know the study process based on microarrays.
*Conduct a microarray analysis in simple situations.
*Know the different types of biological networks.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Introduction to Bioinformatics

2. Basic Concepts of Molecular Biology

3. Biological Databases: Concepts, Types and Applications

4. Sequence Alignment.

5. Probabilistic models of biological sequences.

6. Gene prediction and genome annotation.

7. Functional and systems genomics.

GRADING SYSTEM

The evaluation will be based on four components:

*Completion of short test exercises (2) during class hours (25%)
*Class participation and completion of assigned exercises during practice sessions (25%)
*Presentation of assigned work throughout the course (50%)

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Lee, Jae K. Statistical Bioinformatics: For Biomedical and Life Science Researchers. Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0-471-69272-0.
- Atwood, T.K.; Parry-Smith, D.J. Introducción a la bioinformática. Madrid: Prentice-Hall, 2002. ISBN 8420535516.
- Claverie, J.M.; Notredame, C. Bioinformatics for dummies [on line]. 2nd ed. New York: Wiley, 2007 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=284504. ISBN 0764516965.

Complementary:

- Gibas, Cynthia; Jambeck, Per. Developing bioinformatics computer skills. Beijing [etc.]: O'Reilly, 2001. ISBN 1-56592-664-1.
- Lesk, Arthur M. Introduction to bioinformatics. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press, cop. 2008. ISBN 9780199208043.
- Durbin, R. [et al.]. Biological sequence analysis : probabilistic models of proteins and nucleic acids [on line]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/csuc-ebooks/detail.action?docID=320915. ISBN 0521629713.
- Ewens, W. J.; Grant, G. R. Statistical methods in bioinformatics : an introduction. 2nd ed. New York: Springer, 2005. ISBN

0387400826.
- Kohane, I. S.; Kho, Alvin T.; Butte, Atul J. Microarrays for an integrative genomics. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003. ISBN 026211271X.
- Mount, David W. Bioinformatics: sequence and genome analysis. 2nd ed. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2004. ISBN 0879696877.

RESOURCES

Hyperlink:
- Llibres Electrònics. Online lectures in Bioinformatics
http://lectures.molgen.mpg.de/online_lectures.html

The NCBI Bookshelf
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=books
- Organismes i Institucions. The European Bioinformatics Institute
http://www.ebi.ac.uk/

The National Center for Biotechnology Information
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/

Instituto Nacional de Bioinformática
http://www.inab.org/
- Portals temàtics. BIOINFORMATICS.CA
http://bioinformatics.ca/

123Genomics
http://www.123genomics.com/
- Revistes. Bioinformatics
http://bioinformatics.oxfordjournals.org/

Briefings in Bioinformatics
http://bib.oxfordjournals.org/

BMC Bioinformatics
http://www.biomedcentral.com/bmcbioinformatics/
- Webs. Internationsal Society for Computational Biology (ISCB)
http://www.iscb.org/

The Gene Discovery Page
http://www.biowriters.com/bioinformatics/gdp.html
- Curs d'introducció a la Bioinformàtica. http://www.ub.edu/stat/docencia/Biologia/introbioinformatica/
- Documents electrònics. Complete Online Bioinformatics Courses/Tutorials
http://www.med.nyu.edu/rcr/rcr/btr/complete.html
- Enciclopèdies i diccionaris. Bioinformática en la Wikipedia
http://es.wikipedia.org/wiki/Bioinform%C3%A1tica

Other resources:
Bioinformatics notes, available on the intranet or supplied by the professor in pdf.

Course guides
200650 - EPIGEN - Genetic Epidemiology

Last modified: 16/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN

Others: Segon quadrimestre:
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A
GUILLEM CLOT RAZQUIN - A

PRIOR SKILLS

Knowledge of basic statistical inference and generalized linear regression models.
Basic knowledge of the use of the R analysis program.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
MESIO-CE1. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
MESIO-CE2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
MESIO-CE3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
MESIO-CE4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
MESIO-CE5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
MESIO-CE6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
MESIO-CE9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
CT3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

CT4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

CT5. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

There will be sessions where the main concepts of each topic will be explained, which will be illustrated with examples of real data. Additionally, the student will have material with which he will be able to complement the concepts treated in the theoretical classes.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

- Knowledge of the type of inheritance, susceptibility and linkage disequilibrium to be able to choose the most appropriate analyzes to develop epidemiological studies.
- Knowledge of statistical analysis techniques to investigate the relationships between genes and diseases.
- Knowledge of statistical analysis techniques to calculate the influence of the environment and the gene-gene association.
- Treatment of data with appropriate structure to be used depending on the type of study. Elaboration of genealogical trees.
- Knowledge of statistical methods of analysis of genetic data.
- Use of the necessary software to carry out the appropriate statistical analyzes

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Introduction to genetic epidiemology

Description:
Basic nomenclature. Types of study design. Inheritance models. Hardy-Weinberg equilibrium. Linkage disequilibrium

Full-or-part-time: 30h
Theory classes: 30h

2. Familial aggregation studies

Description:
Case-control studies. Twin studies. Family designs. Variance components.

Full-or-part-time: 20h
Theory classes: 20h

3. Segregation studies

Description:
Inheritance patterns. Maximum likelihood approach. Inheritance models.

Full-or-part-time: 20h
Theory classes: 20h

4. Linkage studies

Description:
Model based linkage analysis. Non parametric and model free linkage analysis

Full-or-part-time: 20h
Theory classes: 20h

5. Association studies

Description:
Association and linkage. Family-based association analysis. Analysis of haplotypes. Genome-wide association studies.

Full-or-part-time: 35h
Theory classes: 35h

GRADING SYSTEM

At the end of each subject's block the students will have to solve some exercises, which will have to be delivered in a determinate term that will be announced during the course.
The exercises will be scored between 0 and 10, and the average of these grades (NE) will be the grade of the subject.
Additionally, an optional test will be scheduled for those students who wish to modify the grade NE. The grade for this test (NP) will be between 0 and 10.
The final grade of the course will be calculated as the maximum of NE and NP.
The subject is considered passed if the final grade is higher than 5.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Ziegler, A.; König, I.R. A Statistical approach to genetic epidemiology : concepts and applications. Wiley, 2010.
- Teare, M. Dawn. Genetic Epidemiology. Springer, 2011.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200618 - OGD - Large Scale Optimization

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JORDI CASTRO PÉREZ

Others: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
ESTEVE CODINA SANCHO - A

PRIOR SKILLS

Basic knowledge of Operations Research / Optimization / Modelling in Mathematical Programming / Basic Linear Algebra.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Both lectures about theory and practice:

* Theoretical sessions: The contents of the course will be presented and discussed by combining explanations on the board and with transparencies.

* Problem-solving sessions: Interspersed with theory classes; problems and case studies are introduced and solved.

* Practicals: Lab sessions in which software for solving large-scale problems are studied.

* Language: the course can be imparted in either English, Catalan or Spanish.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The objective of this course is to introduce students to the solution of large-scale problems as well as the different existing methodologies, specially decomposition methods for structured problems and interior-point methods. On completion of the course, students should be familiar with different types of structured problems and should be able to identify the most appropriate methodology for each problem, in addition to obtaining the solution to the optimization problem in an efficient way.

Skills to be learned
* Given an optimization model, identify whether or not it is suitable to use a decomposition technique.
* Learn the main role played by Lagrangian duality and its relation with different decomposition techniques.
* Implement decomposition methods using algebraic languages for mathematical programming in different models with the aim of resolving them.
* Learn the differences between the simplex method for Linear Programming and the interior-point methods, as well as when it is suitable to use the former or the latter.
* Learn the foundations of the interior point methods, for LP, QP and convex NLP.
* Implement simple versions of interior-point methods with high-level languages (matlab),as well as learning the required linear albegra tools.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

DUALITY

Description:
1.1 Duality in Linear Programming. Duality Theorems and complementary slackness. Dual-simplez algoritm and sensitivity analysis. Vertexes and extreme directions in polyhedra. Farkas Minkowsky's theorem. Farkas' lemma.

1.2 Duality in mathematical programming and lagrangian duality. Dualization and relaxation. dualization and convexification. Optimiality conditions and Karush-Kuhn and Tucker conditions. Lagrangian relaxation and duality. Introduction to non-differentiable optimization. Subgradient optimization.

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

DECOMPOSITION METHODS

Description:
2.1 Decomposition methods in Mathematical Programming. Dantzig's cutting plane algorithm and generalized linear preogramming. Dantzig-Wolfe's decomposition algorithm. Resource based decomposition. Benders decomposition algorithm. Vertex generating methods in non-linear programming problems with linear constraints

Full-or-part-time: 13h 30m
Theory classes: 13h 30m

INTERIOR-POINT METHODS

Description:
Basic elements of convexity. Perturbed KKT conditions. The barrier problem. The central path. Primal-dual path following interior point algorithms. Short and long step versions. Implementation details. Augmented system and normal equations. Second order directions. Extensions to quadratic and convex problems.

Full-or-part-time: 19h 30m
Laboratory classes: 19h 30m

GRADING SYSTEM

Two practical assignments for each part of the course (1. Duality and decomposition; 2 interior-point methods). Each assignment is a 50% of the overall mark.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Bradley, S. P.; Hax, A.C.; Magnanti, T.L.. Applied mathematical programming. Addison-Wesley, 1977.
- Chvátal, Vasek. Linear programming. Freeman, 1983.
- Wright, Stephen J.. Primal-dual interior-point methods. Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997.
- Minoux, M. Vajda, S.. Mathematical Programming. Theory and Algorithms. John-Wiley, 1986.
- Bazaraa, M.S.; Sheraly, H.D.; Shetty, C.M.;. Nonlinear Programming: theory and algorithms (Wiley on-line library) [on line]. 3ª. John-Wiley, 2006 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471787779.

Complementary:
- Conejo, A.J.; Castillo, E.; Minguez, R. ; Garcia-Bertrand, R.. Decomposition techniques in mathematical programming: engineering and science [on line]. Springer, 2006 [Consultation: 15/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/3-540-27686-6.
- Bertsekas, Dimitri P.. Nonlinear programming. Athena Scientific, 1999.
- Sierksma, Gerard. Linear and integer programming theory and practice. 2nd ed. Marcel Dekker, 1996.
- Shapiro, Jeremy F. Mathematical programming. Structures and algorithms. John Wiley, 1979.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200609 - ATV - Lifetime Data Analysis

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: GUADALUPE GÓMEZ MELIS

Others: Primer quadrimestre:
GUADALUPE GÓMEZ MELIS - A
KLAUS GERHARD LANGOHR - A

PRIOR SKILLS

In order to follow the course successfully the student has to be familiar with the following concepts: estimation theory and confidence intervals, likelihood function, maximum likelihood estimation, regression models, hypothesis tests.
The student will have to use the R software for homework and data analysis.
Chapters 1 through 3 of the book "Principles of Statistical Inference" Cox, Cambridge University Press (2006) should be mastered.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.

Transversal:
2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Lectures:
One hour and a half sessions in which the main concepts and topics are introduced. The lecturer will use a computer to introduce the course content. Emphasis is put on ideas and intuition. Topics are discussed from the point of view of real situations concerning clinical trials or epidemiological studies.

Problem-solving sessions:
Incorporated into the practical sessions.

Laboratory sessions:
One hour and a half sessions held in the computer lab in which theoretical problems are tackled and exercises are carried out using computers.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Survival analysis is employed in many fields to analyze data representing the duration or elapsed time between two events. It is also known as event history analysis, lifetime data analysis, reliability analysis and time to event analysis. A key characteristic that distinguishes survival analysis from other areas of statistics is that survival data are usually censored, sometimes truncated and the normality hypothesis is inadequate. Censoring occurs when the information for some individuals is incomplete, what may happen for different reasons discussed in class.
The course Lifetime Data Analysis covers a series of procedures and techniques for analyzing censored and/or truncated data. While the course is focused on medical applications in public health and in epidemiology, it also has direct applications to other disciplines such as economics, actuarial sciences, engineering and demography.
The aim of the course is to develop the core of survival analysis and to put into practice the knowledge acquired by means of the statistical software package R.

Abilities to be acquired:
* Identification of those situations or studies in which it is necessary to use Survival Analysis methodology. The ability to define the events and times relevant to each situation.
* Identification and knowledge of the different types of censoring and truncation. The ability to construct the likelihood in each case.
* Knowledge on the most common parametric models: Exponential, Weibull, Gamma, Gompertz, Lognormal and Log-Logistic. The ability to evaluate the most adequate model in a concrete example.
* The ability to obtain and interpret the Kaplan-Meier estimator, to know its most important properties and how to calculate estimators for the cumulative risk functions.
* Knowledge on how to present different hypothesis tests in order to compare two or more survival curves. The ability to select the most appropriate test according to the type of alternative hypothesis.
* Knowledge on how to use accelerated lifetime regression models: the Weibull and the log-logistic model. Knowledge of their relationships and differences.
* The ability to set out and interpret a proportional hazard model, as well as checking the goodness-of-fit by means of studying different residuals.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Basic concepts and parametric models

Description:
Survival function. Hazard function.
Mean and median life
Principal parametric models.

Full-or-part-time: 12h 50m
Theory classes: 4h 30m
Self study : 8h 20m

Censoring and truncation

Description:
Different types of right censoring.
Left and interval censoring.
Building the likelihood function
Left truncation

Full-or-part-time: 11h 10m
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 6h 40m

One sample non-parametric inference

Description:
Kaplan-Meier estimator for the survival function.
Nelson-Aalen estimator for the cumulative risk function
Asymptotic Properties.
Confidence intervals and confidence bands.

Full-or-part-time: 30h 30m
Theory classes: 7h 30m
Laboratory classes: 3h
Self study : 20h

Two sample comparison

Description:
Two sample comparison
The (weighted) log-rank test.
Fleming-Harrington tests family.
Stratified tests

Full-or-part-time: 19h 10m
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 11h 40m

Parametric regression

Description:
Accelerated failure time models.
Log-linear, proportional hazards and proportional odds models.
Weibull regression model.
Log-logístic model.
General odds-rate regression model

Full-or-part-time: 20h 50m
Theory classes: 4h 30m
Laboratory classes: 3h
Self study : 13h 20m

Semi-parametric regression: Cox Model

Description:
Cox's regression model.
Partial likelihood function.
Inference within the Cox model.
Different types of residuals for the Cox model
Validation of the Cox model.

Full-or-part-time: 30h 30m
Theory classes: 7h 30m
Laboratory classes: 3h
Self study : 20h

GRADING SYSTEM

Assessment is based on the following:
* Problems solved and handed in throughout the course (3 sets) (25%)
* Case study with real data (25%)
* Final exam (50%)

EXAMINATION RULES.

The student will be informed at the beginning of the course on the dates of each deliverable.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Anderson, Stewart. Biostatistics : a computing approach. Boca Raton: CRC Press, cop. 2012. ISBN 978-1-58488-834-5.
- Lee, E.T. ; Wang, J.W. Statistical methods for survival data analysis [on line]. 4th. Wiley, 2013 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471458546. ISBN 978-1-118-09502-7.
- Collett, D. Modelling survival data in medical research. 2nd ed. Chapman & Hall, 2003.
- Klein, John P. ; Moeschberger, Melvin L. Survival analysis: techniques for censored and truncated data [on line]. 2nd ed. Springer, 2003 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://link.springer.com/book/10.1007/b97377. ISBN 978-038795399.
- Smith, Peter J. Analysis of failure and survival data. Chapman and Hall, 2002.
- Kleinbaum, David; Klein, Mitchel. Survival analysis: a self-learning text. 3rd ed. Springer, 2012. ISBN 978-1441966.

Complementary:
- Cox, D. R.; Oakes, D. Analysis of survival data. Chapman and Hall, 1984.
- Kalbfleisch, John D.; Prentice, R.L. The statistical analysis of failure time data. 2nd ed. Wiley-Interscience, 2002.
- Lawless, Jerald F. Statistical models and methods for lifetime data. 2nd ed. 2003. ISBN 978-0471372158.
- Klein, John P. Handbook of survival analysis [on line]. Boca Raton: Taylor and Francis, cop. 2014 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1563126. ISBN 978-1-4665-5566-2.
- O'Quigley, John. Proportional hazards regression [Recurs electrònic] [on line]. New York, NY: Springer New York, 2008 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-68639-4. ISBN 978-0-387-68639-4.

Course guides
200641 - MLLG - Linear and Generalized Linear Models

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: MARTA PÉREZ CASANY

Others: Primer quadrimestre:
MARTA PÉREZ CASANY - A

PRIOR SKILLS

With respect to the Theory of Probability, the students should know the basic probability distributions, their main properties and the situations that they are able to model in an appropiate way. They also have to be familiarized with the main concepts of Statistical Inference corresponding to a first course of Statistics.

REQUIREMENTS

We start modelization from scratch, so there are no pre-requisites. Nevertheless, some knowledge about linear regression and/or ANOVA will help better undestand the subject.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
MESIO-CE4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
MESIO-CE3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
MESIO-CE6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
MESIO-CE1. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
MESIO-CE7. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
MESIO-CE9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.
MESIO-CE8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
CT3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

CT5. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

CT2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

TEACHING METHODOLOGY

The course will be taught in English. The course will be held in the first semester (S1) by means of two sessions per week. Usually, one session will be devoted to Theoretical questions and the other one to Practical. The practical sessions consist in the analysis of several data sets by means of the models presented in the theoretical sessions and statistical software R. In particular, we are going to use RStudio.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The main objectives of this subject are that the students acquire:

1) Deep knowledge of LINEAR MODELS. In particular of simple and multiple regression, ANOVA and ANCOVA.
2) Some skills on non-linear models that can be linearized.
3) Deep knowledge of GENERALIZED LINEAR MODELS. In particular of logistic regression, log-linear models, models for polytomous data, models for Gamma response.
4) Knowledge of modelling using QUASI-LIKELIHOOD.
5) Important level of practice dealing with real data.

This knowledge will be very useful when posteriorly, the students collaborate with research groups in different areas, with the objective of advise them in the statistical part.

These skills will allow the student:

1) To be able posteriorly to assimilate more easily other subjects as: LONGITUDINAL MODELS or BAYESIAN ANALYSIS
2) To be able to collaborate, at the end of the Master, with research groups of different kinds and give advice from the statistical point of view.
6) Ability in obtaining conclusions and explaining them.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Linear Model

Description:
Presentation and Linear Model.
1.1. Generalities. Objectives. Definition. Hypothesis. Matrix formulation. Examples and counter-examples. Parameter Estimation. Parameter distribution. Residuals. Goodness of fit techniques. Checking the model hypothesis.
1.2. Analysis of Variance. One factor Anova: Parameter Estimation . Confidence Intervals for the means and means differences. Multiple comparisons. Random Blocks designs. Two way ANOVA. Designs with nested factors. Designs with crossed and nested factors.
1.3. Multiple linear regressions. Simple linear regression: parameter estimation, determination coefficient, mean square error, confidence intervals for the parameters and estimations, model adequacy checking. Multiple regression: collinearity, causality, robust models and outliers detection. Parsimony principle. Anova Table. Common mistakes in regression.
1.4. Transformations to obtain linearity, normality and/or homocedasticity. Non linear models than can be linearized.

Full-or-part-time: 18h
Theory classes: 10h 30m
Laboratory classes: 7h 30m

Exponential families

Description:
Definition. Canonical parameter. Parameter space. Minimal and sufficient statistic. Examples and counter-examples. Complete and regular exponential models. Moment and kumulant generating functions. Different parametrizations of the same model. Maximum likelihood estimation.

Full-or-part-time: 6h 45m
Theory classes: 3h 45m
Practical classes: 3h

Generalized Linear models

Description:
3.1. Basic Concepts. Objectives. Definition. Hypothesis. Link function and canonical link function. Variance function. Dispersion parameter. Parameter estimation and their asymptotic distribution. Goodness of fit measures: deviance, scaled deviance, X^2 generalized Pearson statistic. AIC. Residuals.
3.2. Models for binary data. Grouped and ungrouped data. Important link functions for binary data. Logit model: parameter interpretation, deviance, likelihood ratio test. Wald test. Confidence interval for the probabilities. Contingency tables with given marginals. Overdispersion.
3.3. Models for polytomous data. Models for ordinal responses. Models for nominal responses. Contingency tables with given total.
3.4. Models for count data. Poisson model. Overdispersion. Models with mixed Poisson distribution. Zero-inflated Poisson models. Contingency tables with unknown total and unknown marginals.
3.5. Quasi-likelihood models. When are they necessary? Definition. Parameter estimation. Goddnes-of-fit. Quasi-residuals. Comparative analysis between likelihood and quasi-likelihood models.

Full-or-part-time: 16h 30m
Theory classes: 9h
Practical classes: 7h 30m

GRADING SYSTEM

The 60% of the Final mark will come from the Final Exam. This exam will contain a theoretical as well as a practical part, both with the same weight. The remaining 40% will come from the activities realized during the course. The activities jointly with their weights are the following:

1) Mini Exam composed by 10 short questions (20%).
2) One deliverable in which the student will need to model a set of data with R and do a report of the main results (20%).

EXAMINATION RULES.

The Mini Exam and the Final Exam will be closed book, but the students might need to bring calculator and statistical tables.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Fox, J. Applied regression analysis and generalized linear models. Sage, 2008.
- Fox, J. ; Weisberg, S. An R companion to applied regression. sage, 2011.
- Seber, G.A.F. ; Lee, A. J. Linear regression analysis. Wiley, 2003.
- Dobson, J.A. An Introduction to generalized linear models. Chapman and Hall, 1990.

Complementary:
- McCullagh, P. ; Nelder, J.A. Generalized linear models. Chapman and Hall, 1989.

- Collet, D. Modelling binary data. Chaman and Hall, 2003.
- Lindsey, J. K. Applying generalized linear models. Springer, 1997.
- Montgomery, D. Design and Analysis of experiments. 8 ed. Wiley, 2013.

Course guides
200612 - ADL - Longitudinal Data Analysis

Last modified: 31/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
749 - MAT - Department of Mathematics.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: CARLES SERRAT PIE

Others: Segon quadrimestre:
NURIA PEREZ ALVAREZ - A
CARLES SERRAT PIE - A

PRIOR SKILLS

The prior skills that are desirable are the ones from basic courses in mathematical statistics and probability in the degree courses. Two referencies that can help to prepare in this preliminary phase are:

Gómez, G. (2002) Estadística Matemàtica 1 (Teoria). Apunt de la FME. Universitat Politècnica de Catalunya.
Gómez, G, Nonell, R and Delicado, P. (2002) Estadística matemàtica 1. (Problemes). Apunts de la FME. Universitat Politècnica de Catalunya

It is supposed that the student knows the linear model and the generalized linear model. This knowledge can be previously obtained and consolidated in the subject on Linear Models that it is taught during the first semester.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

2. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The content, the learning method and the evaluation of this subject have been designed taking into account criteria of sustainability (in particular the environmental ones), social commitment (care to third parties, security or well-being) and gender perspective (treatment of cases and examples).

The course is practical and PBL oriented (Project / Problems Based Learning).

Specifically:

a) Outline the methodological needs from real data analysis,

b) Develop the theoretical model (interest will be focused on the modeling and interpretation of results and, secondarily, in demonstrating the theoretical results).

c) Return to the data to perform the analysis and interpretation of results.

Labs sessions will be in R.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Longitudinal data combine information from the variability between individuals and the evolution and variation within individuals. For this reason, they represent, by their frequency and relevance, a challenge not only for the professional statistician but also for the theoretical development.

The course objective is, first, to develop the theoretical framework and, second, to implement the knowledge gained by using the statistical software R.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Linear Mixed Model (LMM).

Description:
Linear Mixed Model (LMM).

Full-or-part-time: 36h
Theory classes: 6h
Practical classes: 6h
Self study : 24h

Generalized Estimating Equations (GEE).

Description:
Generalized Estimating Equations (GEE).

Full-or-part-time: 25h
Theory classes: 4h 30m
Practical classes: 4h 30m
Self study : 16h

Generalized Linear Mixed Model (GLMM).

Description:
Generalized Linear Mixed Model (GLMM).

Full-or-part-time: 16h 40m
Theory classes: 3h
Practical classes: 3h
Self study : 10h 40m

Introduction to Missing Data Analysis.

Description:
Introduction to Missing Data Analysis.

Full-or-part-time: 33h 20m
Theory classes: 6h
Practical classes: 6h
Self study : 21h 20m

Extensions: Longitudinal Data Analysis with multivariate response and Joint Modeling.

Description:
Longitudinal Data Analysis with multivariate response and Joint Modeling.

Full-or-part-time: 14h
Theory classes: 3h
Practical classes: 3h
Self study : 8h

GRADING SYSTEM

- 20%: Homework to be done during the semester (report, presentation and defense). Task in group of 2-3 students.
- 10%: Report on a paper. Individual task delivered to the professor.
- 10%: Quiz in the Campus Digital (Atenea). Single answer multiple choice test and with penalization.
- 60%: Final exam (Theory -development questions: 30%, Laboratory -data analysis: 30%)

EXAMINATION RULES.

a) In the assessment of the Homework a 10% of self-assessment and peer assessment of the various groups will be taken into account.
b) Language for the Homework and the Report on a paper is English.
c) Final exam:
c1) In this first part of the exam (theory and modeling questions) the student can NOT have the course material, but only writing instruments and calculator.
c2) In the laboratory part the student may have all the course material (in paper and/or digital).

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- McCulloch, C.E.; Searle, S.R. Generalized, linear and mixed models. New York: John Wiley & Sons, 2001.
- Molenberghs, G.; Verbeke, G. Models for discrete longitudinal data [on line]. Springer, 2005 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-28980-1.
- Verbeke, G.; Molenberghs, G. Linear mixed models for longitudinal data [on line]. Springer-Verlag, 2000 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/book/10.1007/b98969.
- Little, Roderick J.A.; Rubin, D.B. Statistical analysis with missing data [on line]. 3rd ed. John Wiley & Sons, 2019 [Consultation: 15/03/2021]. Available on: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119013563.

Complementary:
- Verbeke, Geert; Fieuws, Steffen; Molenberghs, Geert; Davidian, Marie. "The analysis of multivariate longitudinal data: A review". National Institute of Health-Public Access [on line]. [Consultation: 22/06/2020]. Available on: doi:10.1177/0962280212445834.
- Faraway, Julian James. Extending the linear model with R : generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Boca Raton (Mass.): Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 9781584884248.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A. Generalized linear models. 2nd ed. Chapman & Hall, 1989.
- Crowder, M.J.; Hand, D.J. Analysis of repeated measures. Chapman and Hall, 1990.
- Pinheiro, J.C.; Bates, D.M. Mixed effects models in S and S-Plus [on line]. Springer-Verlag, 2000 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://link.springer.com/book/10.1007%2Fb98882.
- Schafer, J. Analysis of incomplete multivariate data. Chapman & Hall, 1997.
- Verbeke, G.; Molenberghs, G. Linear mixed models in practice a SAS-oriented approach. Springer-Verlag, 1997.
- Diggle, P.; Liang, K-Y.; Zeger, S.L. Analysis of longitudinal data. 2nd ed. Oxford University Press, 2002.
- Lindsey, James K. Models for repeated measurements. 2nd ed. Clarendon Press, 1999.
- Galecki, Andrzej; Burzykowski, Tomasz. Linear Mixed-Effects Models Using R. A Step-by-Step Approach. Springer, 2013. ISBN 978146143899.
- Rizopoulos, Dimitris. Joint models for longitudinal and time-to-event data : with applications in R [on line]. Boca Raton, FL [etc.]: Chapman and Hall/CRC, cop. 2012 [Consultation: 03/03/2021]. Available on: https://www.taylorfrancis.com/books/9780429063381. ISBN 9781439872864.

Course guides
200607 - MAT - Mathematics

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JORDI QUER BOSOR

Others: Primer quadrimestre:
MERCÈ MORA GINÉ - A
JORDI QUER BOSOR - A

PRIOR SKILLS

The Mathematics course is a leveling course for students in Path 2 (students whose degree is neither mathematics nor statistics). Students in Path 1 can not choose the Mathematics course.

Prior knowledge is not necessary.

Nevertheless, we encourage you to read the following sections of the book "Discrete Mathematics and Its Applications" (see the bibliography):
1.1 Propositional Logic
1.2 Applications of Propositional Logic
1.3 Propositional Equivalences
1.4 Predicates and Quantifiers
1.5 Nested Quantifiers
1.6 Rules of Inference
1.7 Introduction to Proofs
1.8 Proof Methods and Strategy
2.1 Sets
2.2 Set Operations
2.3 Functions
9.1 Relations and Their Properties
9.5 Equivalence Relations
9.6 Partial Orderings
(numbering refers to the 7th edition)

Language of instruction will be adapted to students.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

It is adapted year to year to the background of mathematic knowledge and skills of those who enrol.

As general principles:
- Mathematical conceptual issues are collectively worked in class.
- Individual work of students includes at least solving problems, searching and analyzing additional documentation, reading and understanding mathematical texts.
- All individual work is subject to feedback from the professor.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

To achieve, within a Statistics and Operations Research setting, a basic knowledge of the fundamental mathematical concepts that will qualify the student to reason in mathematical terms and comprehend the materials relevant to the specialty with an analytic capacity.

Abilities to be acquired:

The capacity to reason in mathematical terms, the capacity to analyze and comprehend the materials relevant to the specialty.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Combinatorics

Linear Algebra

Metric Notions

The Concept of Function

The Concept of Limit

Infinite Sums

GRADING SYSTEM

Two elements will be taken into account:
- The comprehension of the basic concepts discussed in class (evaluated through a final exam).
- The individual work performed by each student (evaluating the results obtained through homework, presentations, participation, etc.). This will have a weight of at least 50% in the grading of the course.

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Khuri, André I. Advanced calculus with applications in statistics [on line]. 2nd ed. rev. and expanded. John Wiley & Sons, 2003 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/0471394882.
- Searle, Shayle R. Matrix algebra useful for statistics. John Wiley & Sons, 1982.
- Rosen, Kenneth H. Discrete mathematics and its applications [on line]. 7th ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2012 [Consultation: 18/05/2014]. Available on: https://highered.mcgraw-hill.com/sites/0073383090/information_center_view0/. ISBN 0073383090.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200643 - MMIO - Models and Methods From Operations Research

Last modified: 21/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Compulsory subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish, English

LECTURER

Coordinating lecturer: CRISTINA CORCHERO GARCIA

Others: CRISTINA CORCHERO GARCIA - A
DANIEL BAENA MIRABETE - B

PRIOR SKILLS

Models and Methods of Operations Research is compulsory, students from Path 1 (graduate students in statistics or mathematics) will enroll Group A - Advanced, and students from Path 2 (all students from other degrees) will enroll Group B - Basic. Group A will be done in English, Group B in Spanish.

Group A follows the texts:
- Linear and nonlinear programming - Luenberger, D.G.; Ye, Y, Springer, 2016. ISBN: 9783319188416
- Numerical optimization - Nocedal, J.; Wright, S.J, Springer Science+Business Media, 2006. ISBN: 0387303030
- Integer programming - Wolsey, L.A, John Wiley & Sons, 1998. ISBN: 0471283665

Group B follows to a large extent the book
- Linear and nonlinear programming - Luenberger, D.G.; Ye, Y, Springer, 2016. ISBN: 9783319188416

REQUIREMENTS

In order to follow properly this course and obtain its maximum output it is necessary to have previous basic knowledge on calculus with one and several variables, and to have basic knowledge of matrices and bases in vector spaces. It is highly recommended to know some basic programming techniques.

Group A has a higher level. In order to follow it properly and obtain its maximum output it is necessary to have basic knowledge of modeling techniques and methods in Operations Research and, specifically, in Linear Programming.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Group A and B:
- Theoretical sessions: lectures in which the topics of the syllabus are introduced and discussed. The intranet will be used for making available teaching material related with the course: notes for some topics, resolved problems and previous exams.
- Problem-solving sessions: classes in which numerical problems concerning the subjects studied in the theory sessions are posed and solved. Students are given a certain amount of time to solve problems themselves, and then the problems will be resolved and discussed collectively.
- Lab: there will be lab sessions in order to introduce students to practical implementetion and solution of Operations Research models using available software.

Group A will have a lab assignment that must be done individually. The practical assignment consists of the implementation of some of the studied methods and the computational study of its performance. The student will have to program some parts of the practical, although in other parts a standard sofware package will be used.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The objectives of the course depend on the group.

Group A:
This course studies models and techniques of Operation Research, specifically Integer Programming. Special attention is is given to the potential applications of the models. The application to classical combinatorial optimization models, like the traveling salesman problem or the knapsack problem, is also presented.

The main learning objectives of this course are:
-To provide a basic backgorund in operations research, particularly in the field of Integer Programming. To familiarize students with methods for solving some practical applications of integer programming and combinatorial optimization problems.
-To know the possible modeling alternatives for the different types of optimization problems as well as their potential applications.
- To know the masic methodology of integer programming and, in particular, enumerative and cutting pland methods, as well as possible combinations of the above.
- To know results of duality theory and their implications in discrete programming.
- To know some basic heuristic methods for some combinatorial optimization problems.

Skills to achieve:
- The ability to find a suitable formulation and to design and implement a prototype method for the solution of a specific optimization problem.
- The ability to identify inequalities valid for typical problems in integer programming, such as the knapsack problem or the travelling salesman problem.
- The ability to formulate a Lagrangian relaxation for an optimization problem with constraints. The ability to determine the existence or not of a dual gap (or saddle points) for a particular optimization problem.

Group B:
It is an introductory course on of Operations Research models and methods. The main objective is to give an overall view of the main classes of models and their main potential applications, as well as of the techniques that must be used in each case. Basic versions will be studied of the most usual techniques linear and integer programming. Without ignoring the formal aspects, special attention will be given to the interpretation and application of the studied concepts.
The learning objectives of the course are:
- To provide a basic knowledge in the main models and techniques in Operations Reseach, as well as of the main applications. To familiarize students with basic methods that allow solving some practical applications.
- To know the possible modeling alternatives and the nature of the different classes of problems in Operations Reseach and their potential applications, with special emphasis in those related to statistical problems.
- To know the basic concepts and methodology of linear programming, duality and sensitivity analysis.
- To know the main Network Flow models, as well as their applications, including shortest paths and spanning trees.
- To know some basic concepts related to integer programming and, in particular, those related to cutting planes and basic enumerative methods.
Skills to achieve:
- The ability to formulate a suitable model for an specific mathematical optimization problem, and to implement it using a suitable modeling language.
- The ability to solve with the Simplex Algorithm small linear programming problems, and to answer simple sensitivity analysis questions.
- The ability to solve simple Network Flow models, including shortest paths and minimum spanning trees.
- The ability to apply basic integer programming techniques.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Topic 1: Introduction to models and formulations of Operations Research

Description:
Introduction to the course, highlighing the potential applications as well as the relevance in the discipline of models and mathematical optimization formulations.

Full-or-part-time: 17h
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 2h
Self study : 10h

Topic 3: Linear Programming methods and their properties

Description:
3.1 Bases and extreme points.
3.2 Bacic concepts of duality and sentitivity analysis.

Full-or-part-time: 21h 20m
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 13h 20m

Topic 4: Network flow models: max flow, min-cost flow

Description:
4.1 Flow balance in a network.
4.2 Properties of linear formulations and their solutions.
4.3 Shortest path problems.
4.4 Spanning trees.

Full-or-part-time: 21h 20m
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 3h
Self study : 13h 20m

Topic 5: Basic models in integer programming and their properties

Description:
5.1 Cutting planes: Gomory cuts
5.2 Enumerative methods: branch-and-bound, branch-and-cut.

Full-or-part-time: 20h 20m
Theory classes: 5h
Laboratory classes: 2h
Self study : 13h 20m

Topic 6: Advanced models and methods of Operations Research

Description:
6.1 Combinatorial Optimization and its relation with integer Proglramming. Matching problems; sequencing; packing, covering and partitioning. Facility location problems, vehicle routing and network design.
6.2 Exact solution methods.
i. Valid inequalities. The separation problem and cutting plane methods.
ii. Enumerative methods: implicit enumeration, branch-and-bound and branch-and-cut. Particular cases: Gomory cuts, Chvàtal-Gomory, Benders cuts, ...
6.3 Heuristic methods. Constructive methods (greedy, GRASP, ...), improving methods. Metaheuristics and math-heuristics.
6.4 lagrangean Relaxation in integer proglramming.
i. The Lagrangean Dual. Relation between dualization and convexification.
ii. The solution of the Lagrangean Dual: Non-smooth optimization, subgradient optimization.
6.5 Some combinatorial optimization problems.
i. The Knapsack Problem. Valid inequalities and facets: cover cuts. Separation and lifting.
ii. The Traveling Salesman Problem (TSP). Basic Properties and modeling alternatives. Valid inequalities and their separation: subtour elimination, 2-matching, comb inequalities.

Full-or-part-time: 75h
Theory classes: 40h
Practical classes: 20h
Laboratory classes: 15h

GRADING SYSTEM

GROUP A -

A.1. Continuous evaluation:
- Exams: There will be a mid-course exam (in which a minimum grade of 5 releases from repetition of this part in the final exam), and a final exam.
- Practical: Completion of an assigned individual piece of work.
- Active participation in class will be assessed.

In order to pass the course by means of the continuous evaluation it is necessary to score a minimum of 4 in both the exam and the practical. The final course result is calculated as follows:
0.45 (exam grade) + 0.45 (practical grade) + 0.1 (participation in class)

A.2. Single act evaluation:
There will be a final exam covering all topics of the course.

GROUP B -
- Partial exam of topics 1 and 2. Weight for the continuous evaluation: 0.25
- Individual exercises to be issued in dates that will be announced, of each of the Topics 3, 4 and 5.
- Final exam

The final result will be: 0.25 N1+0.15(N2 + N3+N4)+0.3 F, where
N1: Grade of the partial exam of Topics 1 and 2.
N2-N4: Grades of the individual exercises of Topics 3, 4 and 5, respectively.
F: Grade of the final exam.

B.2. Single act evaluation:
There will be a final exam covering all topics of the course.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Luenberger, David G; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming [on line]. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2008 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 978-0-387-74502-2.
- Wolsey, L. A. Integer programming. New York: John Wiley & Sons, 1998. ISBN 0471283665.

Complementary:
- Padberg, M. Linear optimization and extensions. 2nd, revised and expanded ed. New York: Springer-Verlag, 1999. ISBN 3540658335.
- Fourer, Robert; Gay, David M; Kernighan, Brian W. AMPL : a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, cop. 2003. ISBN 0-534-38809-4.
- Cook, W. [et al.]. Combinatorial optimization. New York: Wiley, 1998. ISBN 047155894X.
- Bazaraa, M. S; Sherali, Hanif D; Shetty, C. M. Nonlinear programming : theory and algorithms. 3rd ed. Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, cop. 2006. ISBN 978-0-471-48600-8.
- Bertsekas, Dimitri P. Nonlinear programming. 2nd ed. Belmont: Athena Scientific, cop. 1999. ISBN 1886529000.
- Ahuja, Ravindra K; Magnanti, Thomas L; Orlin, James B. Network flows : theory, algorithms, and applications. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, cop. 1993. ISBN 013617549X.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A. Integer and combinatorial optimization. New York: John Wiley and Sons, 1988. ISBN 047182819X.

RESOURCES

Computer material:
- CPLEX. Software for the solution of integer programming problems
- AMPL. Modeling language for mathematical optimization

Course guides
200606 - AMD - Multivariate Data Analysis

Last modified: 16/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish, English

LECTURER

Coordinating lecturer: JAN GRAFFELMAN

Others: Segon quadrimestre:
JAN GRAFFELMAN - A
FERRAN REVERTER COMES - A
MIQUEL SALICRÚ PAGES - A

PRIOR SKILLS

1. This course presupposes knowledge of linear algebra: diagonalization of a symmetric matrix, vector projection, vector derivation of linear and quadratic functions.
2. It is also necessary to have successfully completed a course on statistical inference covering the classical univariate tests (Student's t test, Fisher's F test).

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
1. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
2. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
3. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.
5. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.

Transversal:
4. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

7. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

Language: the first part of the course (50%) will be taught in English, and the second part (50%) will be taught in Spanish.
Theoretical sessions: conventional lecture classes according to the schedule made known at the start of the course.
Problems: problems serve to underpin the theoretical concepts addressed in the theory sessions. Students are asked to hand in some problems during the course.
Practicals: the facilities of matrix programming are employed to carry out a multivariate analysis. Practical work is assessed. The R programming language is used. Practicals are done in groups of two students.
Project: students work on the multivariate analysis of a particular database using the methods taught in this course. The project is carried out by groups of two students. Each groups writes a report about their project and hands this in.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

A student that has successfully completed the course will be able to:

1. Recognize the multivariate nature of a particular database.
2. Explain the advantage of a multivariate approach over a traditional univariate approach.
3. Explain the aims of the most commonly used multivariate methods (principal component analysis, correspondence analysis, factor analysis, multidimensional scaling, MANOVA, discriminant analysis, cluster analysis, etc.).
4. Identify the most appropriate multivariate method for the analysis of a particular database.
5. Implement the most basic multivariate methods using matrix calculations in the R environment.
6. Apply multivariate descriptive statistics to a set of variables.
7. Apply the basic principles of dimension reduction.
8. Apply the necessary transformation for a particular analysis (selection of the metric).
9. Perform multivariate visualization of data sets on the computer.
10. Interpret visual representations (biplots) of multivariate data sets.
11. Explain the multivariate normal distribution and its properties.
12. Give the definition of the most basic multivariate statistical tests.
13. Apply the most common multivariate hypothesis tests regarding mean vectors and covariance matrices.
14. Apply linear and quadratic discriminant analysis to data stemming from different populations, obtaining the discriminant functions under the assumption of multivariate normality, and classify the individuals of unknown group status.
15. Enumerate the basic clustering methods.
16. Apply different algorithms for creating clusters.
17. Interpret the results of the most commonly used multivariate methods.
18. Apply factor analysis and extract the common dimensions of a set of variables.
19. Apply repeated measurement analysis, profile analysis, and two-way MANOVA.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Multivariate descriptive statistics

Description:
1. Introduction and basic concepts. A review of linear algebra. The geometry of the sample. The cloud of points in Rp i Rn. Metric. Measures of variability. M-ortogonal projection. Eigenvalue-eigenvector decomposition. Generalized singular value decomposition. Graphical representations, the biplot.
2. Prinicipal component analysis (PCA). Components definition. Properties. PCA based on a covariance matrix and on a correlation matrix. Biplots. Goodness of fit.
3. Multidimensional scaling (MDS). Distances and metrics. Euclidian representation of a distance matrix. Associated spectral decomposition. Goodness of fit.
4. Simple correspondence analysis. Contingency tables. Row and column profiles. Inertia and the chi-square statistic. Biplots.
5. Multiple correspondence analysis (MCA). MCA based on the Burt matrix. MCA based on the indicator matrix. Adjusted inertias. Grafical representations.
6. Factor analysis. The factor analysis model. Common and specific factors. Estimation methods: principal factor analysis and maximum likelihood. Graphical representation.
7. Canonical correlation analysis. Objective function. Canonical correlations, variables and weights. Relationships with other methods. Biplots.

Specific objectives:
Perform a multivariate descriptive analysis, both graphically and numerically, for quantitative and categorical data tables.

Related activities:
Several practicals, problems and the project of the course.

Full-or-part-time: 61h
Theory classes: 15h
Practical classes: 6h
Self study : 40h

Multivariate statistical inference.

Description:
Multivariate normal distribution. Sampling statistics. Likelihood ratio test. Covariance matrix testing. Intersection-union test. Hotelling's T2. Tests on the mean vector. Repeated measures analysis. Profile analysis. Comparison of different means. Wilks' lambda. The MANOVA model with one and two factors.

Specific objectives:
Apply multivariate statistical inference.

Related activities:
Practicals and problems.

Full-or-part-time: 29h
Theory classes: 9h
Self study : 20h

Discriminant analysis and cluster analysis.

Description:
1. Discriminant analysis. Parametric discriminant analysis. Discriminant functions. Linear and quadratic discriminant analysis.
2. Cluster analysis. Distances and similarity. Algorithms. Hierarchic methods and partitioning methods. Dendrogram. Ultrametric property. Ward's criterion.

Specific objectives:
Apply discriminant analysis and cluster analysis and the interpret results of these methods.

Related activities:
Practicals and problems.

Full-or-part-time: 32h
Theory classes: 7h 30m
Practical classes: 4h 30m
Self study : 20h

GRADING SYSTEM

Assessment is based on two exams, one midterm exam halfway the course and the other at the end of the course. Practical, problems and project are also assessed. The final course grade is based on the exam results (70%) and on the problems, practicals and a project (30%). The final grade for the course is a weighted mean of the different parts: exams (final exam 70% of which 35% corresponds to the first partial, and 35% to the second partial), practicals and assignments (15%), project (15%, a written report). Students who pass the first partial will not be evaluated for the corresponding materials at the final exam.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Aluja, T.; Morineau, A. Aprender de los datos: el análisis de componentes principales. EUB, 1999.
- Johnson, R. A.; Wichern, D.W. Applied multivariate statistical analysis. 6th ed. Prentice Hall, 2007.
- Krzanowski, W. J. Principles of multivariate analysis: a user's perspective. Rev. ed. Oxford University Press, 2000.
- Lebart, L.; Morineau, A.; Piron, M. Statistique exploratoire multidimensionnelle. 2e éd. Dunod, 1997.
- Peña Sánchez de Rivera, D. Análisis de datos multivariantes [on line]. McGraw-Hill, 2002 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4203.

Complementary:
- Cuadras, C. M. Métodos de análisis multivariante. 2ª ed. PPU, 1991.
- Dillon, W. R.; Goldstein, M. Multivariate analysis methods and applications. John Wiley and Sons, 1984.
- Mardia, K. V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M. Multivariate analysis. Academic Press, 1979.
- Morrison, D. F. Multivariate statistical methods. 3rd ed. McGraw-Hill, 1990.
- Volle, Michel. Analyse des données. 3e éd. Economica, 1985.
- Everitt, Brian. An R and S-PLUS companion to multivariate analysis [on line]. London: Springer, 2005 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/b138954. ISBN 1852338822.

RESOURCES

Computer material:
- Lecture slides. Slides.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200631 - ADO - Omics Data Analysis

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: SERGI CIVIT VIVES

Others: Segon quadrimestre:
SERGI CIVIT VIVES - A
ÀLEX SÁNCHEZ PLA - A

PRIOR SKILLS

The course assumes no prior knowledge more than the usual of a student in a Master's Degree of Statistics.
However a good attitude toward biology (specifically Molecular biology) and a good knowledge of the R programming language can help to get the most out of the course.

Ideally this course would be taken after an introduction to bioinformatics as part of a bioinformatics oriented curriculum. However, given that currently there is no guarantee that ideally the two subjects are relatively independent so that, although it is interesting to have completed "Fundamentals of Bioinformatics" to have some familiarity with the problems that can be solved using the techniques developed here, is not considered essential.

REQUIREMENTS

The course assumes basic levels of statistics similar to those that can be achieved in the first semester of the Master. Students should be familiar with the concepts of hypothesis testing and statistical significance, analysis of variance and basic techniques of multivariate statistics such as principal component and cluster analysis.
Concepts necessary to follow the course can be found for example in the text "Applied Statistics for Bioinformatics using R" available on the R website (cran.r-project.org/doc/contrib/Krijnen-IntroBioInfStatistics.pdf) or Data Analysis for the Life Sciences (http://rwdc2.com/files/rafa.pdf)

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Student participation will be implemented in three ways
- Through its active participation in the discussions raised (online) in the form of debates (at least one for each part of the course).
- By submitting small exercises sugegsted in class qith fortnightly periodicity.
- With the completion and submission of two assignments (eg: the analysis of a microarray dataset and a second one such as the analysis of an NGS dataset).

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Molecular Biology, along with Biomedicine (and at the same time Statistics), has received a great boost in recent years due to, among other reasons, the possibility of generating massive data, the best known of which is that of the human genome. Once the sequences of genomes has been available data generation has not stopped but, instead, has increased considerably. For example, microarray technology, only 10 years old, has allowed us to conduct experiments where simultaneous analysis can be performed on an individual with the goal of describing a certain pathological situation or to predict the evolution of a biological process.
The goal of this course is to present some of the problems that appear when using high throughput technologies and to show how to apply statistical methods to deal with these problems. This application can be separated into two aspects:
- On the one hand, there is the application of conventional statistical methods toward these new problems.
- On the other hand, there is the need to develop new methods and new tools in order to be able to manage this new data.
Both issues will be addressed in the course.

Skills to be acquired
Abilities acquired throughout this course will be:
- Knowledge of the different high-throughput data types and the techniques used to generate them.
- Knowledge of the methods for dealing with (collecting, preprocessing, analyzing, storing) high-performance data, giving special importance to the possibillity of carrying out a process of complete analysis: from generation up to obtaining results.
- Knowledge of the methods and of some of the existing tools for processing. Special importance will be given to the use of free and public software, especially the R language.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Introduction to molecular biology, omics and high throughput technologies

Description:
1.1 Basic concepts of molecular biology
1.2 Methods for obtaining high throughput data
1.2.1 Overview
1.2.2 Gene expression microarrays
1.2.3 Other high throughput data (Next Generation Sequencing, Proteomics, Metabolomics, ')

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 3h
Practical classes: 3h

2. Analysis of microarray data

Description:
2.1 An overview of the analysis of microarray expression data
2.2 Reading and quality control of images.
2.3 Preprocessing: Normalization and filtering.
2.4 Detection of differentially expressed genes
2.4.1 Some issues: power analysis and multiple testing.
2.5 Pattern searching using cluster analysis
2.6 Molecular Diagnostics and classification methods.
2.6.1 Statistical problems which appear in building and validating classification models.
2.7 The gene ontology and its applications for biological interpretation.

Full-or-part-time: 20h
Theory classes: 10h
Practical classes: 10h

3. Analysis of other high-throughput data

Description:
3.1 NGS data analysis: Overview of data and technologies
3.2. Quality control and data preprocessing.
3.3 Differential expression analysis using NGS
3.4 Other types of studies: metagenomics, and exome variant analysis.

Full-or-part-time: 14h
Theory classes: 7h
Practical classes: 7h

GRADING SYSTEM

Continuous assessment will take place based on the participation of students in each of the activities described in the section Organization. The assessment of each of the activities will be:
· Class participation and discussion: 10%
· Completion of exercises in class: 30%
· Completion of the proposed continuous assessment tests: 60%

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Draghici, S. Statistics and data analysis for microarrays using R and bioconductor [on line]. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC Mathematical & Computational Biology, 2012 [Consultation: 03/03/2021]. Available on: https://www.taylorfrancis.com/books/9780429130588.
- Tuimala, Jarno ; Laine, M. Minna. DNA microarray data analysis [on line]. 2nd ed. CSC, the Finnish IT center for Science, 2005Available on: Descarregable lliurement per internet.
- Gibson, G. ; Muse, S.V. A Primer of genome science. 3rd ed. 2012.
- Gentleman, R.; Carey, V.; Dudoit, S.; Irizarry, R.; Huber, W. Bioinformatics and computational biology solutions using R and bioconductor. New York: Springer, 2005.
- Irizarry, R.A; Love, M.I. Data Analysis for the Life Sciences [on line]. 2015Available on: descarregable lliurement per internet.

RESOURCES

Other resources:

Aside from these books, there is a large quantity of free and high quality information on the Internet.
- The Wentian Li Portal: A portal with all kinds of information regarding microarray data analysis.
- StatWeb: Webpage with links to programs, groups, data, etc.

Course guides
200642 - ODS - Optimization in Data Science

Last modified: 17/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish, English

LECTURER

Coordinating lecturer: JORDI CASTRO PÉREZ

Others: Primer quadrimestre:
DANIEL BAENA MIRABETE - A
JORDI CASTRO PÉREZ - A

PRIOR SKILLS

Basic concepts of Statistics and Optimization/Operations Research.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
11. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
12. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

5. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

Theory:
The contents of the subject are presented and discussed with a combination of explanations on the board and with transparencies.
Training:
Laboratory sessions which demonstrate the use of software.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The aim of the topic is to introduce students to some applications of "data science" that can be formulated and solved by optimization techniques. The topic has three parts, each one representing 1/3 of the total:

1. Solution of statistical and machine learning models using integer and combinatorial optimization: design of experiments (orthogonal Latin squares), optimal clustering (k-medoids), heuristic clustering (k-means).

2. Continuous optimization methods for the solution of machine learning problems: regression, support vector machines, neural networks.

3. Introduction to the field of statistical disclosure control or statistical data protection: microdata and tabular data. This discipline includes a set of methods to ensure the confidentiality of individual data when disseminating statistical data, either microdata or aggregate data in tabular form. This issue is of great importance for national statistical offices, and in general, for any public or private entity that has to release data.

Skills to be acquired

* To formulate some "data science" applications as optimization problems (clustering, support vector machines, neural networks ...)
* To learn how to solve the formulated "data science" problems using optimization and machine learning software (scikit-learn, tensorflow).
* To know what is the field of statistical disclosure control or statistical data protection.
* To know software for data protection and to be able to protect data using some existing technique.
* To become familiar with literature of optimization for "data science".

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Integer and combinatorial ptimization in statistical and data science problems.

Description:
Basic background in integer and combinatorial optimization. Modelling integer and combinatorial optimization problems. Applications: design of experiments (orthogonal latin squares), optimal clustering (k-medoids), heuristic clustering (k-means).

Full-or-part-time: 15h
Theory classes: 10h
Practical classes: 5h

Continuous optimization in data science applications.

Description:
Ridge and LASSO regression. Support Vector machines (SVMs): primal formulation, KKT optimality conditions, duality in SVMs, dual formulation, optimization methods for SVMs, software for SVMs. Neural networks: structure and modeling of NNs as an optimization problem, optimization methods for NNs, software for NNs (scikit-learn, tensorflow).

Full-or-part-time: 15h
Theory classes: 5h
Practical classes: 10h

Introduction to statistical data protection.

Description:
Introduction. Definitions. Data types and methods. Methods for microdata. Methods for tabular data. Software for data protection.

Full-or-part-time: 15h
Theory classes: 10h
Practical classes: 5h

GRADING SYSTEM

A midterm exam about the contents of the first part of the subject (40% of the final mark) and practical assignments (60% of the final mark).

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning [on line]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2016] [Consultation: 09/06/2021]. Available on: http://www.deeplearningbook.org/. ISBN 978-0262035613.
- Arthanari, T.S. Mathematical Programming in Statistics. Wiley, 1981.
- Willenborg, Leon; Waal, Ton de. Elements of statistical disclosure control. New York: Springer, 2001. ISBN 0387951210.
- Cristianini, Nello; Shawe-Taylor, John. An introduction to support vector machines and other kernel-based learning methods. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.
- Luenberger, David G; Ye, Yinyu. Linear and nonlinear programming [on line]. 3rd ed. New York: Springer, cop. 2008 [Consultation: 09/06/2021]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-74503-9. ISBN 978-0-387-74502-2.
- Nocedal, Jorge; Wright, Stephen J. Numerical optimization [on line]. New York: Springer, 1999 [Consultation: 09/06/2021]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-40065-5. ISBN 9780387987934.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200638 - OSME - Optimization in Energy Systems and Markets

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA

Others: Primer quadrimestre:
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

PRIOR SKILLS

- Fundamentals on continuous and integer optimization.
- Stochastic programming modeling.
- Mathematical programming languages (AMPL, GAMS, SAS/OR,...)

REQUIREMENTS

- A background equivalent to the courses Continuous Optimization, Integer and Combinatorial Optimization and Stochastic Programming is recommended.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
1. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
2. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
3. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
4. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.
8. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
5. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

6. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

7. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The course will combine both theoretical and practical sessions:
- The theoretical sessions will be devoted to define and explain the rationale of the different problems arising in centralized and market operation of energy systems problems, its formulation as deterministic or stochastic programming problems and the study of the properties of these models.
- During the practical sessions (at least 1/3 of the total course) all the models developed in the theoretical lectures will be implemented in AMPL and used as a computational tool to analyse the properties of the optimal solutions to the energy systems and markets operations.

The official language of the course is Spanish, but English-speaking students are warmly welcomed. All the material of the course is in English, and students will be assisted in English if necessary, either in class and during office hours.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Students passing this course are expected:

- To be aware of the main characteristics of the countrywide energy production system.
- To know an be able to formulate and solve the fundamental problems in the centralized operation of energy systems (Economic Dispatch, Optimal Power Flow, Unit Commitment).
- To understand the structure and rules of the electricity markets (day-ahead, regulation, adjustment, bilateral and futures), and to know the properties and how to compute the equilibrium point (clearing) for some of these markets through the corresponding market clearing mathematical optimization model.
- To understand the diverse sources of uncertainty in the operations of electricity market, how to the represent these uncertainties, together with some measure of risk, through probability scenarios and the appropriate stochastic programming modelization.
- To understand the characteristics and properties of the different market operation problems (optimal producer's generation bid, optimal consumer's purchase bid, optimal medium-term retailer trading).
- To be able to formulate, to develop the computational implementation and to find the optimal solution of the stochastic programming model for any market operation problem.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction : centralized vs. market operation of energy systems.

Description:
The wholesale national energy production system.
Countrywide centralized vs. liberalized energy systems.
Electricity markets organization.

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h 30m

Optimization of centralized energy systems operations.

Description:
Generation units modeling.
Economic Dispatch
Optimal Power Flow.
Unit Commitment

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

Market clearing models

Description:
Utility functions, producers and consumers surplus, Social Welfare, market equilibrium conditions.
Single Period Auction model.
Multiple-Period Auction model.
Transmission Constrained Auction models: nodal prices.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

Uncertainty in electricity markets

Description:
Sources of uncertainty in electricity markets.
Uncertainty characterization via scenarios: algorithms for scenario generation and reduction.
Risk management.

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

Optimal market operations for electricity producers

Description:
Spot markets: day-ahead, regulation and adjustment markets.
Scenario tree for spot markets.
Stochastic programming models for the optimal generation bid.
Risk modeling.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

Optimal market operations for retailers and consumers.

Description:
Stochastic programming models for the energy procurement by consumers: uncertainty characterization; bilateral contracts, pool and self-production; consumer model.
Stochastic programming models for the medium-term retailer trading: uncertainty model; market structure; retailer model.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

GRADING SYSTEM

The final grade of the course will be based on a series of laboratory assignments where the students will be asked to formulate, implement with AMPL (or any other mathematical programming language) and analyse some market and energy systems operations problems similar to the ones studied during the course.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Gómez Expósito, Antonio; Conejo, Antonio J; Cañizares, Claudio. Electric energy systems : analysis and operation [on line]. Boca Raton: CRC Press, 2009 [Consultation: 08/07/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=359945. ISBN 978-0-8493-7365-7.
- Conejo, Antonio J.; Carrión, Miguel; Morales Juan M. Decision making under uncertainty in electricity markets. Springer, 2010. ISBN 978-1-4419-7420-4.
- Zhu, Jizhong. Optimization of power system operation [on line]. Piscataway, N.J.: Wiley-IEEE, 2009 [Consultation: 18/11/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=456286. ISBN 978-0-470-29888-6.

Complementary:
- Pérez-Arriaga, Ignacio J. (Ed.). Regulation of the power sector [on line]. 2013Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4471-5034-3. ISBN 978-1-4471-5033-6.

Course guides
200603 - PIPE - Probability and Stochastic Processes

Last modified: 27/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 749 - MAT - Department of Mathematics.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JOSE FABREGA CANUDAS

Others: Segon quadrimestre:
JOSE FABREGA CANUDAS - A
MIGUEL ANGEL FIOL MORA - A

PRIOR SKILLS

Students should be familiar with the topics covered in a first undergraduate course on probability. In particular, basic knowledge of the following subjects is assumed:

- Elementary probability theory.
- Basic probability models: binomial, geometric, Poisson, uniform, exponential, and normal distributions.
- Random variables. Joint probability distribution and density functions. Independence and correlation.

Concepts necessary to follow the course can be found, for example, in the following references:

- C.M Grinstead and J.L. Snell, Introduction to Probabiliy (chap. 1-7), http://www.dartmouth.edu/ chance/teaching_aids/books_articles/probability_book/book
- J. Blitzstein and J. Hwang, "Introduction to Probability", CRC Press, 2019.
- S. Ross, A First Course in Probability, 8th ed., Pearson Education International, 2010.
- M. Sanz-Solé, Probabilitats, Univ. Barcelona, 1999.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

Weekly class hours combine both theoretical and practical sessions. The theoretical lectures are devoted to a careful presentation of the fundamental concepts and main results, which are illustrated with examples. Some mathematical proofs are presented which, for their content and development, are particularly interesting from the learning and creative point of view. In the practical sessions, the solution of a variety of exercises and problems is discussed.

Lists of exercises and guided work could be assigned to be carried out individually or in groups.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The general aim of the course is to introduce the students to the modelling of random phenomena. The course focuses on stochastic convergence problems that are crucial to statistics (laws of large numbers and central limit theorem) and random processes (branching processes, random walks, Markov chains, the Poisson process). Tools related to transform methods (generating and characteristic functions) are also introduced. Special attention is given to the study of specific applications of theoretical concepts.

Skills to be learned:

- Usage of probability and moment generating functions and characteristic functions.
- To know the multivariate normal law and how to operate with jointly gaussian random variables.
- To understand the different modes of convergence of sequences of random variables and the precise meaning of the laws of large numbers and the central limit theorem.
- Basic concepts on stochastic processes.
- To work with Markov chains and the meaning of both stationary distributions and ergodic theorems.
- To understand the Poisson process.
- To identify probability models based on the theoretical results presented in the course.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Generating Functions and Characteristic Function

Description:
1.1 Probability and moment generating functions.
1.2 The characteristic function.
1.3 Sum of a random number of independent random variables.
1.4 Distributions with random parameters.
1.5 Application to the sample mean and sample variance.

Full-or-part-time: 14h 30m
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 10h

2. Branching Processes

Description:
2.1 The Galton-Watson process.
2.2 Application to population growth.
2.3 Probability of ultimate extinction.
2.4 Probability generating function of the n-th generation.

Full-or-part-time: 11h
Theory classes: 1h 30m
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 8h

3. The Multivariate Gaussian Distribution

Description:
3.1 Joint characteristic function of independent gaussian random variables.
3.2 The multidimensional gaussian law.
3.3 Linear transformations.
3.4 Lineal dependence and singular gaussian distributions.
3.5 Multidimensional gaussian density.

Full-or-part-time: 16h
Theory classes: 4h 30m
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 10h

4. Sequences of Random Variables

Description:
4.1 The weak law of large numbers. Convergence in probability.
4.2 The central limit theorem. Convergence in distribution.
4.3 Convergence in mean square.
4.4 The strong law of large numbers. Almost-sure convergence.
4.5 Borel Cantelli lemmas. Examples of application.
4.6 Aplication to statistical estimation.

Full-or-part-time: 17h 30m
Theory classes: 4h 30m
Laboratory classes: 3h
Self study : 10h

6. Random Walks

Description:
6.1 One-dimensional random walks.
6.2 Returns to the origin.
6.3 Random walks in the plane and the space.
6.4 Introduction to brownian motion.

Full-or-part-time: 16h
Theory classes: 4h 30m
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 10h

7. Markov Chains

Description:
7.1 Markov chains. The Markov property.
7.2 Chapman-Kolmogorov equations.
7.3 Recurrent and transient states.
7.4 Absorbing chains.
7.5 Stationary and limitting distributions.
7.6 Application to Montecarlo methods.

Full-or-part-time: 25h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h
Self study : 16h

8. The Poisson Process

Description:
8.1 The Poisson process.
8.2 Intertransition times.
8.3 Birth and death processes.
8.4 Continuous time Markov chains.

Full-or-part-time: 25h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h
Self study : 16h

GRADING SYSTEM

The final grade (NF) will be calculated in the following manner:

NF = max(EF, 0.4*EF+0.4*EP+0.2*T)

where EF is the final exam mark, EP is the partial exam mark and T is the mark of the exercises and assigned work throughout the course.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Gut, A. An Intermediate course in probability [on line]. Springer Verlag, 1995 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-0162-0.
- Durret, R. Essentials of Stochastic Processes [on line]. Springer-Verlag, 1999 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3615-7.

Complementary:
- Grimmet, G.R.; Stirzaker, R.R. Probability and random processes. 3rd ed. Oxford Univ. Press, 2001.
- Sanz Solé, M. Probabilitats. Univ. de Barcelona, 1999.
- Ross, S.M. Introduction to probability models [on line]. 10th ed. Academic Press, 2010 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123756862.
- Tuckwell, H.C. Elementary applications of probability. 2nd ed. Chapmand & Hall, 1995.
- Grimmett, G; Welsh, D. Probability : an introduction [on line]. Oxford: Oxford University Press, 2014 [Consultation: 25/02/2021]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1791152.
- Blitzstein, J.K.; Hwang, J. Introduction to probability. Second edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2019. ISBN

9781138369917.

Course guides
200621 - TQM - Quantitative Marketing Techniques

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: JORDI CORTÉS MARTÍNEZ

Others: Segon quadrimestre:
JORDI CORTÉS MARTÍNEZ - A
BELCHIN ADRIYANOV KOSTOV - A
ROSER RIUS CARRASCO - A

PRIOR SKILLS

Prior skills
The course assumes basic levels of statistics . Students should be familiar with techniques of multivariate statistics such as principal component analysis and clustering. Concepts relative to hypothesis testing and statistical significance, as well as good knowledge of analysis of variance will be appreciated. The main concepts necessary to follow the course can be found, for example, in the text "Explortory Multivariate Analysis by Example Using R" described on FactoMiner Package website (http://factominer.free.fr/). The course assumes a good knowledge of the R programming language.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
7. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

4. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

Learning is based on real experiments, using professional statistical tools. Combining theoretical discussion sessions with practical sessions is favored. Writing of executive reports of the practices is one of the skills that is developed.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

- Understand some of the problems posed in marketing field: get to know the users, their preferences and better understand what leads them to buy.
- Understand the role of data management and data mining techniques in the decision-making process. Acquire new knowledge about statistical methods of application in marketing, but which are also applicable in a wide range of fields.
- Acquire knowledge about specific forms of data collection.
- Appreciate the contributions of statistical techniques and, at the same time, develop a critical spirit towards the results obtained.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Topic 1: Structural analysis of data

Description:
Analyzing large data sets (for example, surveys) requires a methodology that allows capturing the multidimensionality of this type of data, as well as allowing a synthesis easily understood by the user. Which leads to privilege a strategy that combines factorial methods and classification.
These large data sets can be structured into multiple tables for which descriptive factor analysis methods present multiple generalizations adapted to different possible combinations of complex data. For example multiple factorial techniques, mixed, dual, ...

Full-or-part-time: 42h
Theory classes: 15h
Self study : 27h

Topic 2: Open questions and comments

Description:
Open questions and comments are increasingly present in large data sets. They are analyzed using multidimensional methods such as correspondence analysis, multiple factor analysis, and classification methods. Correspondence analysis methods allow models to be introduced in the analysis of open responses.

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 4h 30m
Self study : 8h

Topic 3: Sensory evaluation of products. Experience planning, data analysis and holistic methods

Description:
The sensory evaluation of the products is a strategic element of the development of the companies of very diverse sectors, although the preferred sector is the agri-food sector. Its objective is to characterize the products both from the sensory point of view (sight, touch, taste, smell, hearing) and from the point of view of consumer preferences.
Sensory evaluations require voluminous data collections and lead to the construction of multiple tables. Statistics is the privileged tool for the conception and analysis of this type of data. Holistic methods allow the comparison of a series of products from a global point of view.

Full-or-part-time: 8h
Theory classes: 3h
Self study : 5h

Topic 4: Unsupervised clustering

Description:
Unsupervised clustering refers to the techniques that make it possible to group a set of individuals or observations according to their characteristics. Specifically, two unsupervised clustering techniques will be studied: hierarchical clustering and K-means. In addition, ways to combine both techniques and various variants will be seen. These techniques allow, for example, to conform clusters of clients or consumers of a company based on their properties and depending on the results, to establish market shares (in the case of clients) or make decisions to improve the performance of a company.

Full-or-part-time: 12h 30m
Theory classes: 4h 30m
Self study : 8h

Topic 5: Supervised clustering

Description:
Supervised clustering or discriminant analysis is applied to the set of methodologies that pursue the classification of individuals or observations. Specifically, 5 supervised clustering techniques based on Machine Learning algorithms will be studied: K-Nearest Neighbors, Naive Bayes, Conditional Trees, Random Forest and Support Vector Machine. These techniques have an eminently predictive aim and their use lies in anticipating, for example, the behavior of customers regarding the purchase of a product.

Full-or-part-time: 29h 30m
Theory classes: 10h 30m
Self study : 19h

Topic 6: Design of new products. Conjoint analysis (Conjoint analysis)

Description:
Conjoint analysis is a very powerful tool to study the valuation that customers make of the various characteristics of a product, when it does not make sense to value each characteristic separately. Conjoint analysis applies knowledge of experimental and regression designs. This methodology allows predicting the reception that a new product may have on the market, by comparison with the products already present.

Full-or-part-time: 20h 30m
Theory classes: 7h 30m
Self study : 13h

GRADING SYSTEM

The evaluation will be made from the performance of practices, and the final mark will be calculated from the mark of the corresponding reports and the mark of a final presentation of the work with a percentage of 50% for each one.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Escofier, B. ; Pagès, J. Análisis factoriales simples y múltiples. País Vasco: Servicio Editorial, Universidad del País Vasco, 1992.
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome. The elements of statistical learning [on line]. 2a. 2017 [Consultation: 21/06/2021]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7. ISBN 978-0387848570.

Complementary:
- Everitt,Brian S.; Landau, Sabine; Leese, Morven; Stahl, Daniel. Cluster Analysis [on line]. 5a ed. Wiley, 2011 [Consultation: 25/06/2020]. Available on: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470977811.
- Naes, T.; Risvik, E. (editors). Multivariate analysis of data in sensory science. Elsevier, 1996. ISBN 444899561.
- Bécue Bertaut, Mónica. Minería de textos. Aplicación a preguntas abiertas en encuestas. Madrid: La Muralla, 2010.
- Husson, François ; Lê, Sébastien ; Pagès, Jérôme. Exploratory multivariate analysis by example using R [on line]. Chapman and Hall/CRC, 2011 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1633326.
- Lebart, L. ; Salem, A. ; Bécue, M. Análisis estadístico de textos. Milenio, 2000.

Course guides
200620 - QR - Risk Quantification

Last modified: 27/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: CATALINA BOLANCÉ LOSILLA

Others: Primer quadrimestre:
CATALINA BOLANCÉ LOSILLA - A
LUIS ORTIZ GRACIA - A

REQUIREMENTS

Basic notions of statistical inference (as in DeGroot and Schervish, 2012)
and multivariate analysis (principal components; see, for instance, Peña, 2002).

DeGroot, M.; Schervish, M. (2012) Probability and statistics. 4th ed. Pearson, 2012.
Peña, D. Análisis de datos multivariantes. McGraw-Hill, 2002.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
9. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
10. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
11. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

4. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The course consists of weekly theoretical and practical sessions in which the student has to participate in the proposed activities. Practical cases are resolved in the computer and also the student must write a report of the results with a maximum of five pages where he/she shows his/her ability to master course contents.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

- Understanding and knowing how to use statistical methodology for risk management in banks, insurance companies and similar institutions.
- Training researchers in quantitative risk techniques most recent, also to show the research topics in this area.
- Using the program R in the application of statistical techniques for quantification of risks.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. Introduction

Description:
1.1 Basic concepts in risk management
1.2 Modeling value and value change
1.3 Types of risk
1.4 Some examples
1.5 Coherent risk measures

Related competencies :
MESIO-CE2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
MESIO-CE1. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
MESIO-CE9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.
MESIO-CE3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
MESIO-CE5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
MESIO-CE6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
MESIO-CE7. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
CT2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

CT3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

CT4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

CT5. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

Full-or-part-time: 7h 30m
Theory classes: 7h 30m

4. Multivariate models for risk management e english

Description:
4.1 Multivariate Normal Distribution
4.2 Factor analysis in risk quantification
4.3 Spherical and Elliptical Distributions and Risk Quantification

Full-or-part-time: 10h
Theory classes: 10h

5. Measures of dependence and copulas

Description:
5.1 Definitions
5.2 Examples of copulas
5.3 Applications

Full-or-part-time: 8h
Theory classes: 8h

6. Extreme Value Theory

Description:
6.1 Generalized extreme value distributions
6.2 Pareto distribution and related
6.3 Hill method
6.4 Non-parametric estimation
5.5 Transformed kernel estimation

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

2. Market risk measurement

Description:
2.1 Assets portfolios and derivatives
2.2 Portfolio optimization

Full-or-part-time: 7h 30m
Laboratory classes: 7h 30m

3. Risk quantification methods

Description:
3.1 Variance-Covariance
3.2 Historical Simulation
3.3 Monte Carlo
3.4 Examples

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

GRADING SYSTEM

Continuous assessment: We propose to use risk quantification techniques reviewed throughout the course to analyse the risk of a portfolio of shares that each student will have to design (50%). A session will be devoted entirely to solve exercises individually (50%).

A Single Assessment: The single assessment consists of a written examination which will have five or six exercises. Some of these exercises consist of interpreting the results of a quantitative risk measurement situation.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Jorion, P. Value at risk. The new benchmark for managing financial risk. McGraw Hill, 2007.
- Coles, S. An introduction to statistical modelling of extreme values. Berlin: Springer, 2001. ISBN 1852334592.
- Resnick, S.I. Heavy-tail phenomena [on line]. New York: Springer, 2006 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-45024-7.
- McNeil, A.J.; Frey, R.; Embrechts, P. Quantitative risk management. Princeton: Princeton University Press, 2005.
- Bolancé, C. ; Guillén, M. ; Gustafsson, J. ; Nielsen, J.P. Quantitative operational risk models (with examples in SAS and R). Chapman & Hall/CRC, 2012.
- Adrian, T. and Brunnermeier, M.K.. "CoVaR". American Economic Review [on line]. Available on: http://dx.doi.org/10.1257/aer.20120555.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200608 - SIM - Simulation

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: ESTEVE CODINA SANCHO

Others: Primer quadrimestre:
SERGI CIVIT VIVES - A
ESTEVE CODINA SANCHO - A
LIDIA MONTERO MERCADÉ - A

PRIOR SKILLS

* Probability, statistical inference and Linear Models
* Some skills in a general purpose programming language, especially an scripting language. Familiarity with the R statistical software environment.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
4. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
5. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
7. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

-Theory and exercices
-Practical sessions
-Guided work

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Students must acquire the main concepts and skills in Monte Carlo simulation as a tool to investigate statistical methods. Introduction to simulation as an Operation Research approach to work with systems models when a mathematical analytical approach is not available or unpractical. In depth knowledge of the model building process as a tool in decision-making. To obtain a panoramic view of the different approaches to systems simulation, and especifically a more in depth vision of discrete systems modeling. To acquire the main concepts and skills in the event-scheduling approach in simulation. Familiarise with the characterisation of stochasticity in modeling input data, random variate generation methods, simulation experimental design and simulation output data analysis.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Topic 1. Introduction to simulation.

Description:
Introduction to Simulation. Its use in Statistics. Its use in Operations Research for System Modeling. Basic use-cases.

Full-or-part-time: 14h 30m
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 10h

Topic 2. Input Data Analysis.

Description:
System analysis: data collection and knowledge acquisition processes. Randomness analysis. Descriptive analysis techniques. Probabilistic hypotheses formulation, simulation models adjustment and validation.

Full-or-part-time: 21h
Theory classes: 4h
Laboratory classes: 2h
Self study : 15h

Topic 3. Samples generation.

Description:
Pseudorandom sequences generation. General methods of discrete and continuous random variable generation. Generation of the main univariate distributions. Random vector generation. Stochastic processes generation.

Full-or-part-time: 28h 50m
Theory classes: 7h
Laboratory classes: 3h 30m
Self study : 18h 20m

Topic 4. Introduction to discrete systems simulation.

Description:
Simulation models. Discrete and continuous simulation. Theoretic models for discrete system modeling: waiting systems. Stationarity. Little?s formula. Exponential models. GI/G/s models, approximations. System analysis: entities, attributes and relations identification. Simulation models formalization. Discrete systems simulation methodologies, "event-scheduling". Examples and applications.

Full-or-part-time: 24h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 3h
Self study : 15h

Topic 5. Design of simulation experiments.

Description:
Design of simulation experiments. Finite horizon simulations. Infinite horizon simulations: batch-means techniques, regenerative methods, etc. Variance reduction techniques.

Full-or-part-time: 3h
Theory classes: 3h

Topic 6. An introduction to the bootstrap and to permutation tests

Description:
Bootstrap, plug-in principle and simulation. Parametric and nonparametric bootstrap. Bootstrap confidence intervals. Permutation tests: exact and Montecarlo. Some permutation tests.

Full-or-part-time: 32h
Theory classes: 8h
Laboratory classes: 4h
Self study : 20h

GRADING SYSTEM

-1 midterm exam of topics 1 to 3. It is a qualifying exam.
-2 practical works, one of them centered on Simulation in Statistics, Bootstrap and Permutation tests, and the other on Systems Simulation.
-1 final exam, topics 4 and 6 in the case of midterm exam approval, topics 1 to 6 otherwise.

Let "E" be the exams grade (mean of midterm and final grades on the case of approved midterm; only final otherwise) and "T" the works grade. Then, the globar grade will be 0.5E + 0.5T.

EXAMINATION RULES.

Midterm exam is a qualifying exam: on approbation, no further examination of these topics is required.
Satisfactory delivering of ALL Practical Works is requested to pass.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Efron, B. and Tibshirani, R. An introduction to the bootstrap. Chapman & Hall, 1993.
- Good, Phillip I. Permutation, parametric and bootstrap tests of hypotheses [Recurs electrònic] [on line]. 3rd ed. New York, NY: Springer Science+Business Media, Inc, 2005 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/b138696. ISBN 9780387271583.
- Gentle, J.E. Elements of computational statistics [on line]. Springer, 2002 [Consultation: 11/05/2020]. Available on: http://link.springer.com/book/10.1007/b97337. ISBN 0387954899.
- Banks, J. et al. Discrete-event system simulation. Prentice Hall, 2005.
- Law, Av.M.; Kelton, W.D. Simulation modeling and analysis. 5th ed. McGraw-Hill, 2014.
- Fishman, G.S. Discrete-event simulation modeling, programming and analysis. Springer, 2001.
- Robert, C.P.; Casella, G. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. Springer, 2004.
- Ross, S.M. Simulation. 4a ed. Academic Press, 2006.
- Kroese, Dirk P.; Taimre, Thomas; Botev, Zdravko I. Handbook of Monte Carlo Methods. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011. ISBN 978-0-470-17793-8.

RESOURCES

Other resources:
Campus virtual

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200623 - SPDE - Simulation for Business Decision Making

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: PAU FONSECA CASAS

Others: Segon quadrimestre:
ESTEVE CODINA SANCHO - A
PAU FONSECA CASAS - A
JOAN GARCIA SUBIRANA - A

REQUIREMENTS

The course assumes basic levels of statistics similar to those that can be achieved in the first semester of the Master. Students should be familiar with the concepts of hypothesis testing and statistical significance, analysis of variance. Concepts necessary to follow the course can be found for example in the text "Simulation modeling and analysis" of Law, A. M.; Kelton, W.D.

The course assumes a good attitude toward business and decision making problems although environmental and social problems will also be analyzed due to its inherent relation with business and decision making.

Ideally this course would be taken after an introduction to simulation as part of a simulation oriented curriculum. Although it is interesting to have completed "SIM - Simulation? and to have some familiarity with the problems that can be solved using the techniques developed there, is not considered essential.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
7. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

4. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The course is practical and wants that the student be capable, from the work done on a set of deliverables that are developed in the laboratory, at the end of the course, to solve real problems similar to those developed in class.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

To introduce the analysis of real problems in the world of production, logistics, process improvement or the measurement and adjustment of services in the frame of the Industry 4.0. The class is based on teaching methodologies appropriate to each context, in order to realize the necessary steps for running a simulation project allowing the improvement of system performance or providing effective support for making decisions in uncertain or risky situations.
* With this purpose in mind, diverse application projects which have been developed in the professional environment are presented. Possible objectives of the projects presented are determined. Methodological approximations, more appropriate to the model, depending on these projects, are determined. The most powerful and effective problem-solving tools are suggested.
* Also, for each project, a study and characterization of the necessary data for the simulation is conducted. Experimentation scenarios are designed for evaluation. The necessity of graphic representation is studied, for the models as much as for the results, as well as the interactive and usability characteristics for project development environments.
* Process will be designed in order to guarantee, as far as time permits, some basic criteria for the verification and validation of the models and the results of the simulation.
* Related concepts with the accreditation of components, simulation models and the processes associated to the life cycle of a simulation project are introduced. Aspects in relation to the ethics code required in the design and exploitation of these models are assessed.
* Finally, upon completion of a conceptual tour which is applied to diverse social, technological and economic areas, a wide perspective for the possible professional applications of the simulation will be obtained as well as the approach to the definition and management of simulation projects.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction

Description:
Introduction to the Construction of Simulation Models and the Planning of Simulation Projects. The Basic Architecture of Support Systems for Decision-Making in Uncertain or Risk Situations. Explanation of the "levers" (McKinsey model) of Industry 4.0.

Full-or-part-time: 1h 50m
Theory classes: 1h 50m

Description of Examples

Description:
Description of examples from the industrial world, of services and other systems in which the simulation is applicable. Criteria for the value of contribution in simulation studies. Embedded systems. Case studies that will be used throughout the course.

Full-or-part-time: 1h 50m
Theory classes: 1h 50m

Paradigms

Description:
Methodological analysis associated to the typology of the considered simulation models. Discrete, continuous and hybrid event simulation. The continuous model simulation. Causal and forrester diagrams. System dynamics.

Full-or-part-time: 2h
Theory classes: 2h

Formalisms

Description:
Formalisms for the specification of simulation models: Petri Nets, SDL, DEVS Diagrams. We will see how to integrate these languages in the industrial world and how it affects the global vision of the so-called Industry 4.0

Full-or-part-time: 2h
Theory classes: 2h

Experiment Design

Description:
Experiment design and methodology for simulation results analysis.

Full-or-part-time: 1h 50m
Theory classes: 1h 50m

Verification, Validation and Accreditation

Description:
Criteria for verification, validation and accreditation in Simulation Projects. Ethical aspects. Cost elements and project planning, time and cost estimation.

Full-or-part-time: 1h
Theory classes: 1h

Simulation Systems

Description:
Preparation for project development with generic business simulators, such as Flexim, Arena, Witness and SDLPS. Explanation of the most important elements of the software packages, their structure and integration with the industry through the "digital twin" concept of Industry 4.0.

Full-or-part-time: 2h 50m
Theory classes: 2h 50m

New Paradigms

Description:
Introduction to new simulation paradigms and their application in the context of process and service simulations. Simulation with intelligent agents, cellular automata.

Full-or-part-time: 1h 50m
Theory classes: 1h 50m

New Components

Description:
Components and mechanisms which can be combined in simulation model development settings. Sig and simulation.

Full-or-part-time: 1h
Work experience: 1h

Practical Cases

Description:
Development of practical cases, effective presentation of projects and results.

Full-or-part-time: 1h
Work experience: 1h

GRADING SYSTEM

The evaluation will combine the marks of two practical exercises (T1 and T2) and a final exam.
T1 and T2 can be decomposed in different partial assignments that will help the student to adjust the work to the desirable rhythm; also this helps to validate the steps carried out in the development of the project, and also them will constitute a part of the global mark of both assignments.

First teaching practice: Model Specification.

T2: Second teaching practice: Implementation and Final Report on the Model.

E: Final Exam.

Final Mark = T1*0.4+T2*0.4+E*0.2

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Banks, J. ... [et al.]. Discrete-event system simulation. 5th ed. Prentice Hall, 2010.
- Fishman, George S. Discrete-event simulation modeling, programming and analysis. Springer, 2001.
- Robert, C.P.; Casella, G. Monte Carlo statistical methods. 2nd ed. Springer, 2004.
- Guasch, A. ... [et al.]. Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación [on line]. 2ª ed. Edicions UPC, 2003 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://hdl.handle.net/2099.3/36767.
- Fonseca Casas, Pau. Formal languages for computer simulation : transdisciplinary models and applications [on line]. Hershey: Information Science Reference, cop. 2014 [Consultation: 25/02/2021]. Available on: http://dx.doi.org/10.4018/978-1-4666-4369-7. ISBN 9781466643697.
- Fonseca i Casas, Pau. Simulació discreta per mitjà de la interacció de processos [on line]. Editorial UPC, 2009 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://hdl.handle.net/2099.3/36836.
- Law, A. M.; Kelton, W.D. Simulation modeling and analysis. 5th ed. McGraw-Hill, 2014.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200624 - IS - Social Indicators

Last modified: 01/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Catalan, Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: XAVIER ANGERRI TORREDEFLOT

Others: Segon quadrimestre:
XAVIER ANGERRI TORREDEFLOT - A

PRIOR SKILLS

- A minimal familiarity with the official or public statistics.
- Basic abilities in descriptive and statistical inference.
- Knowledge of statistical sampling and main statistical information sources
- Basic knowledge of macroeconomics, business economics, sociology and demography.
- Basic knowledge of R and Excel.

REQUIREMENTS

In terms of the thematic content, focused on the socio-demographic and economic indicators usually generated by national statistical offices, it is recommended to have a minimum knowledge of the usual statistical information on demographics, social conditions, and macroeconomics related to a country. Also, as the institutional environment is practically reduced to governments that generate official statistics, it is desirable to have a minimal familiarity with the public legal aspects or principles, and with governmental practices.
With regard to instrumental aspects, the optimal monitoring of the course requires a basic knowledge of the standard procedures of descriptive statistics and inferential statistical concepts, which are at the basis of most of the demographic and economic indicators. It is also recommended some practical experience in dealing with current data on individual characteristics and the interpretation of tabulated data or aggregate statistical information (such as composite or synthetic indicators).

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

4. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Throughout the course, theoretical sessions will alternate, where the teacher performs master classes, with others where the active participation of the student is very important, such as flipped learning, where the student research a topic and then shares the knowledge with the rest of the companions

On the other hand, there will be sessions dedicated to group practice. Sessions where students work in groups investigating a topic of their interest with the guidance of the teacher. In these classes the student's own knowledge of R and Excel will be applied. Depending on the knowledge of the students, the teacher will provide the appropriate resources to achieve the objectives

The Internet will play a role as a support of statistical sources, both for the availability of learning resources and for the way ofaccessing the published information

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Social, economical and demographic indicators of a specific space are very close to official or public statistics as a general framework of legitimisation. In this sense, official statistics was born out of the necessity to provide regulated and harmonized statistical information regarding the demographic, social and economic environments of national realities. Knowledge of the functional mechanisms and coordination of its modes of production along with the diffusion of outcomes are of special interest for statisticians in this context, as well as for users of official statistics who require a measurement of meta-information regarding the quality and limitations of the data they need to use.

On the other hand, the development of official statistics has often posed methodological and organizational challenges toward the application of statistical methods, for which it has been necessary to try out new techniques and specific procedures for a resolution. At the same time, some methodologies born of this process have been subsequently generalized in other fields of quantitative research in the social sciences, such as non-response, small area estimation, statistical matching or statistical disclosure control.

In this context, the course attempts to familiarize the student with the legal and institutional environment of public statistics, the principle processes in the production and dissemination of statistical outcomes and, finally, the sources of demographic, social and economic statistics that are currently available from the state and autonomous regions. Consequently, the course considers separately and sequentially these three fields, with special attention applied to the organizational elements and characteristic methodologies of the statistical agencies in Europe, and focused on the Catalan and the Spanish statistical systems.

More specifically, the goals of the course differentiate between four distinct spheres of learning:

1) Knowledge of the working programs, resources and constraints in which official statistics operates, especially in Catalonia, Spain and Europe.
2) Contextualise the processes of statistical operations design, the development of technical projects and joint meta-information associated.
3) Familiarization with some methods for processing data or in estimating statistical outcomes produced by official statistics.
4) Know how to identify, locate and assess the availability of official statistical information, preferably in the form of indicators in the field of demographics, social conditions of a population and regarding economic structures.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Bolck 1. Institutional and legal environment of official statistics

Description:
1. Official or public statistics: general aspects and principal concepts. The legal and institutional framework of the Catalan, Spanish and European Statistical Systems. Relationship(s) among statistical systems. Good practice codes and other organizational recommendations.

2. The Catalan and Spanish statistical systems; Idescat and INE coordination roles. Statistical plans and statistical annual work programs. The European statistical planning.

3. Protection of personal data and statistical confidentiality. Information and privacy rights: statistical secret and close figures. Methods and criteria regarding statistical disclosure control. The role of regulatory bodies.

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 5h
Guided activities: 8h 20m
Self study : 18h 20m

Block 2. Processes for the production of statistical information

Description:
4. The social knowledge through official statistics. Statistical production modes. Diversity and complementarity of official statistics information sources. Current challenges of the European and Western statistics (datafication and big data).

5. The conceptual framework and instruments for statistical standardization: codes, classifications and statistical nomenclatures. Geo-nomenclatures, metadata systems and metainformation of statistical processes.

6. Methodology of statistical operations: the technical project associated to official activities. Relevant aspects in the design of questionnaires and sampling plans. Methods for gathering information and operational control. Procedures for data editing, imputation and weighting.

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 5h
Self study : 26h 40m

Block 3. Statistical sources and social indicators systems

Description:
7. Demographical statistics: statistics on population and household structures, population flow, and demographic projections. Social statistics on economic and labor conditions, and vital statistics of the population. Economic statistics on conjuncture, macromagnitudes, and structure of the productive sectors.

8. Statistical sources and sectoral indicators on education, health, social services, social protection, and safety-justice. Overview of the Catalan, Spanish, European and international statistics.

9. Socio-economic indicators in urban areas. Indicators of social progress and welfare. Supranational statistical indicators: indicators system of the European Union (Eurostat) and social indicators of OECD and of Statistical Division of United Nations

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Laboratory classes: 5h
Self study : 26h 40m

GRADING SYSTEM

Two alternative evaluation systems are defined, at the student's choice:

(A) Continuous evaluation, the recommended option. It is the recommended option and consists of three main activities:
(1) Team assignment [Weight: 65%]. Investigation of an aspect of social interest of interest to the student, where the data of the Institutes of Official Statistics (Idescat, INE, Eurostat, ...) are investigated and used to know the situation and make new proposals for indicators. If it is necessary, the design of a questionnaire will be designed to carry out a new data collection and obtain new conclusions by analyzing the data.
(2) Tests [Weight: 25%]. Throughout the course, different multiple choice questionnaires will be carried out in order to check the achievement of the subject by the students.
(3) Participation [Weight: 10%]. Proactivity, comments on classmates' work.
If the total marks do not achieve 5 points (out of 10), the student must take the single evaluation.

(B) Single evaluation. This option is recommended for students unable to regularly attend classes.
A written exam to be carried out on the date fixed before enrolment.

EXAMINATION RULES.

Continuous evaluation requires the delivery of all the assignments.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Eurostat. Towards a harmonised methodology for statistical indicators. Part 1: Indicators typologies and terminologies [on line]. Luxemburg: European Union, 2014 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5937481/KS-GQ-14-011-EN.PDF/82855e3b-bb6e-498a-a177-07e7884e9bcb?version=1.0. ISBN 978-92-79-40322-4.
- Stiglitz, Joseph; Sen, Amartya; Fitoussi, Jean-Paul. Report by the Stiglitz Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress [on line]. Paris: European Union, 2009Available on: http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf.
- División Estadística del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU. Manual de organización estadística: el funcionamiento y la organización de una oficina estadística [on line]. Tercera, serie F, num 88.. New York: Naciones Unidas, 2004 [Consultation: 22/11/2012]. Available on: http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/7/15497/P15497.xml&xsl=/deype/tpl/p9f.xsl&base=/tpl-i/top-bottom.xslt.
- Eurostat. European Social Statistics. 2013 edition [on line]. Luxemburg: European Union, 2013 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-FP-13-001/EN/KS-FP-13-001-EN.PDF. ISBN 978-92-79-27034-5.
- Cea d'Ancona, M. A. Metodología cuantitativa : estrategias y técnicas de investigación social. Madrid: Sintesis, 1996. ISBN 8477384207.
- Wallgren, A.; Wallgren, B. Registered-based statistics: Administrative data for official purposes. Chichester: John Wiley & Sons, 2007.

Complementary:
- Villán, I.; Bravo, M.S. Procedimientos de depuración de datos estadísticos. Seminario Internacional de Estadística. Eustat, 1990.
- Costa, A. "Diversitat i complementarietat de les fonts estadístiques". Qüestiió, vol. 24, núm 1 [on line]. [Consultation: 22/11/2012]. Available on: http://upcommons.upc.edu/revistes/handle/2099/4126.
- De Leeuw, E; Hox, J.J.; Dillman, D.A. International handbook of survey methodology. New York: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.
- D'Orazio, M.; Di Zio, M.; Scanu, M. Statistical matching: theory and practice. Wiley Series in Survey Methodology. John Wiley & Sons, 2006.
- Giner, S. (dir.). La societat catalana. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 1998. ISBN 8439344961.
- Jordà, D.; Muñoz, J. "Fonts estadístiques macroeconòmiques de l'economia catalana". Revista econòmica de Catalunya, núm. 25.
- Oliveres, J. (dir.). Planificació i coordinació de l'estadística catalana. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 2000. ISBN 8439352018.
- Eurostat. ESS handbook for quality reports. 2014 Edition. Eurostat Manuals and guidelines [on line]. Luxemburg: European Union, 2015 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/6651706/KS-GQ-15-003-EN-N.pdf/18dd4bf0-8de6-4f3f-9adb-fab92db1a568. ISBN 978-92-79-45487-5.
- Eurostat. Statistical matching: a model based approach for data integration [on line]. Luxemburg: European Union, 2013 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3888793/5855821/KS-RA-13-020-EN.PDF/477dd541-92ee-4259-95d4-1c42fcf2ef34?version=1.0. ISBN 978-92-79-30355-5.

RESOURCES

Hyperlink:
- Institut d'Estadística de Catalunya. http://www.idescat.cat
- Instituto Nacional de Estadística. http://www.ine.es
- "Índice. Revista de Estadística y Sociedad". http://www.revistaindice.com
- Eurostat (oficina estadística Unió Europea). http://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home
- OCDE. http://www.oecd.org/
- Divisió Estadística de Nacions Unides. http://unstats.un.org/unsd/default.htm
- UNESCO Institute for Statistics. http://www.uis.unesco.org/Pages/default.aspx

Other resources:
Legal regulations and recommendations

Ley 23/1998, de 30 de diciembre, de estadística de Cataluña. DOGC núm. 2801 de 8 de enero de 1999

Ley 13/2010, del 21 de mayo, del Plan estadístico de Cataluña 2011-2014. DOGC núm. 5638 de 28 de mayo de 2010

Decreto 165/2014, de 23 de diciembre, por el cual se aprueba el Programa anual de actuación estadística para el año 2015. DOGC núm. 6779 de 30 de diciembre de 2014

Ley 12/1989, de 9 de mayo, de la Función Estadística Pública. BOE núm. 112 de 11 de mayo de 1989

Real Decreto 1658/2012, de 7 de desembre, por el qual se aprueba el Plan Estadístico Nacional 2013-2016. BOE núm. 295 de 8 de diciembre de 2012

Recomendación de la Comisión Europea, de 25 de mayo de 2005, sobre la independencia y responsabilidad de las autoridades estadísticas nacionales y comunitarias.

Reglamento 223/2009 CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de marzo del 2009, relativo a la estadística europea

Reglamento (UE) 2015/759 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2015, por el que se modifica el Reglamento (CE) no 223/2009, relativo a la estadística europea

Reglamento 99/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2013, relativo al Programa Estadístico Europeo 2013-2017

Recomendación de la Comisión, de 23 de junio de 2009, sobre los metadatos de referencia para el Sistema Estadístico Europeo

Reglamento 557/2013 CE, de 17 de junio de 2013, por el que se aplica el Reglamento CE 223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la estadística europea, en lo que respecta al acceso a datos confidenciales con fines científicos

Commission Recommendation of 25 May 2005 on the Independence, Integrity and Accountability of National and Community Statistical Authorities (the good practice code of European statistics). Revised edition by the European Statistical System Committee (ESSC)
at 28 of September of 2011. Available at: http://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/KS-32-11-955

International Statistical Institute (ISI): ISI Declaration on Professional Ethics. Qüestiió, Vol. 17, Num. 3. Institut d'Estadística de Catalunya, 1993

Course guides
200633 - EE - Spatial Epidemiology

Last modified: 16/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: ROSA Mª ABELLANA SANGRÀ

Others: Primer quadrimestre:
ROSA Mª ABELLANA SANGRÀ - A
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
4. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
5. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
7. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
8. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
9. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
10. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

The main concepts of each topic will be treated in the classes and illustrated by real data examples. Furthermore, supplementary stuff will be available for students to complement the concepts treated in the classes.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

When the student finishes the course, he or she should be able to:
- Identify the spatial structure type of a data set.
- Use the tools for exploratory spatial data analysis.
- Interpolate geostatistical data.
- Adjust models for lattice data with spatial correlation.
- Identify the pattern of spatial structure in point data.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

1. GEOSTATISTICS

Description:
1.1. Introduction. Various Examples.
1.2. Exploratory Analysis for Geostatsitical Data.
1.3. Variograms: Modelization and Estimates.
1.4. Spatial Prediction and Kriging.

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Practical classes: 5h
Self study : 26h 40m

2. LATTICE DATA

Description:
2.1. Introduction. Examples.
2.2. Definitions of the proximity matrix
2.3. Exploratory Data Analysis: definitions of the proximity matrix, measurements of spatial association
2.4. Autoregressive models and heterogeneity spatial models. Definition, specifications and Properties
2.7. Bayesian Estimation, Gibbs Sampling Algorithm. Convergence diagnostic.

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Practical classes: 5h
Self study : 26h 40m

3. SPATIAL POINT PROCESSES

Description:
3.1. Introduction. Various Examples.
3.2. Basic Theory of Point Processes
3.3. Exploratory Data Analysis (EDA) for Point Processes
3.4. Models of Point Processes

Full-or-part-time: 41h 40m
Theory classes: 10h
Practical classes: 5h
Self study : 26h 40m

GRADING SYSTEM

Students must solve some exercises at the end of each of the three blocks that make up the subject. These exercises must be delivered within a certain period to be announced during the course. The three exercises will be scored between 0 and 10, and the average of these three qualifications will be the exercise mark (NEJ).

Additionally, a final exam will be programmed with multiple choice questions at the end of the course that will include the complete syllabus of the subject. The qualification of this test (NPE) will be between 0 and 10.

The final grade of the subject will be calculated as the average of NPE and NEJ.

The subject is considered approved if the final grade is higher than 5.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Gelfand, Alan; Diggle, Peter; Fuentes, Montserrat; Guttorp, Peter. Handbook of spatial statistics. CRC Press, 2010.
- Banerjee, S.; Carlin, BP.; Gelfrand A.E. Hierarchical modelling and analysis for spatial data. Chapman & Hall /CRC, 2004.
- Bivand, R. S.; Pebesma, E. J.; Gómez-Rubio, V. Applied spatial data analysis with R [on line]. Springer, 2008 [Consultation: 18/11/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=364296. ISBN 9780387781709.
- Cressie, N.A.C. Statistics for spatial data. Rev. ed. New York: John Wiley and Sons, 1993.
- Diggle, P.J. Statistical analysis of spatial point patterns. 2nd ed. Hodder Arnold, 2003. ISBN 0340740701.
- Elliott, P.[et al.]. Spatial epidemiology: methods and applications. Oxford University Press, 2000. ISBN 0192629417.

RESOURCES

Computer material:
- WinBUGS. WinBUGS is part of the BUGS project, which aims to make practical MCMC methods available to applied statisticians.
http://www.mrc-bsu.cam.ac.uk/bugs/winbugs/contents.shtml
- R. R is a free software environment for statistical computing and graphics.
http://www.r-project.org/

Course guides
200644 - APE - Statistical Learning

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish, English

LECTURER

Coordinating lecturer: PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS

Others: Segon quadrimestre:
PEDRO FRANCISCO DELICADO USEROS - A
FERRAN REVERTER COMES - A
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

PRIOR SKILLS

Familiarity with the foundations of calculus in one and more variables. Intermediate studies in probability and inference. Skills using the R environment for statistical computing and programming. Any good online R course may help, like http://www.ub.edu/stat/docencia/EADB/Curso%20basico%20de%20R.htm.

REQUIREMENTS

"Fundamentos de Inferencia Estadística" o "Inferencia Estadística Avanzada"
"Computación en Estadística y en Optimización"

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
MESIO-CE2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
MESIO-CE3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
MESIO-CE6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
MESIO-CE8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
MESIO-CE9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.
MESIO-CE4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.

Transversal:
CT1a. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

CT3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

Learning is organized into theoretical-practical sessions with the instructors. All the sessions combine a 50% of expository classes and other 50% of guided practice and workshops.
In the expository part of the sessions, the theoretical aspects are presented and discussed, accompanied by practical examples using slides that will be provided previously to the students.
The fundamental work environment of the practical sessions will be R, of which an intermediate knowledge is presumed (use of the environment and basic programming).

Autonomous learning will consist of the study and resolution of theoretical and practical problems that the student should turn in throughout the course.
Specifocally, the planned activities are:
- Study of the learning materials, before and/or after each session with the instructors.
- Detailed analysis of diverse data sets. It will be attempted that each data set serves as a basis for a case study in several methods.
- The completion of theoretical and practical exercises on the studied methods. The practical exercises will require completion of programming tasks in R.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

To know the structure of supervised and unsupervised learning problems.
To be able to fit a multiple linear regression model, and also a glm, using penalized version of the standard ordinary least squares (OLS) and maximum likelihood estimators.
To know the essential common characteristics of non-parametric regression estimators (bias-variance trade-off, smoothing parameter choice, effective number of parameters, etc.) and the details of three of them: local polynomial regression, spline smoothing, generalized additive models (GAM).
To know the principal Tree-based Methods and be able to apply these methods in real data sets.
To understand the fundamentals of the of Artificial Neural Networks (including deep-learning models and convolutional neural networks), and to acquire the necessary abilities to apply them.
To know the principal cross-validation procedures for assessing model accuracy.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction to statistical learning

Description:
1. Supervised and unsupervised learning.
2. Machine learning and statistical learning.

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h 30m

Penalized regression estimators: Ridge regression and Lasso

Description:
1. Ridge regression.
2. Cross-validation.
3. Lasso estimator in the multiple linear regression model. Cyclical coordinate optimization.
4. Lasso estimator in the GLM.
5. Comparing classification rules. ROC curve.

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

Generalized Additive Models

Description:
1. Introduction to nonparametric modeling.
2. Local polynomial regression. The bias-variance trade-off. Linear smoothers. Choosing the smoothing parameter.
3. Nonparametric regression with binary response. Generalized nonparametric regression model. Estimation by maximum local likelihood.
4. Spline smoothing. Penalized least squares nonparametric regression. Cubic splines, interpolation and smoothing. B-splines. Fitting generalized nonparametric regression models with splines.
5. Generalized Additive Models (GAM). Multiple nonparametric regression. The curse of dimensionality. Additive models. Generalized additive models.

Full-or-part-time: 13h 30m
Theory classes: 13h 30m

Tree-based Methods

Description:
1. The Basics of Decision Trees. Regression Trees. Classification Trees.
2. Ensemble Learning. Bagging. Random Forests. Boosting.

Full-or-part-time: 8h
Theory classes: 8h

Artificial Neural Networks

Description:
1. Feed-Forward Network Functions.
2. Network Training.
3. Error Backpropagation.
4. Deep Learning models.
5. Convolutional Neural Networks.
6. Autoencoders.

Full-or-part-time: 13h
Theory classes: 13h

GRADING SYSTEM

It is based on two parts:
1) Practical exercises done through the course: 50%
2) Final exam: 50%

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Wainwright, Martin. Statistical learning with sparsity: The Lasso and Generalizations [on line]. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, 2015 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=4087701. ISBN 978-1-4987-1216-3.
- Hastie, Trevor; Tibshirani, Robert; Friedman, Jerome. The Elements of statistical learning : data mining, inference, and prediction [on line]. 2nd ed. New York [etc.]: Springer, cop. 2009 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7. ISBN 978-0-387-84857-0.
- Lantz, Brett. Machine learning with R : discover how to build machine learning algorithms, prepare data, and dig deep into data prediction techniques with R [on line]. 2nd ed. Birmingham: Packt Pub, 2015 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11084783. ISBN 978-1-78439-390-8.
- James, Gareth. An Introduction to statistical learning : with applications in R [on line]. New York: Springer, 2013 [Consultation: 18/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-7138-7. ISBN 978-1-4614-7137-0.
- Bowman, A. W; Azzalini, Adelchi. Applied smoothing techniques for data analysis : the Kernel approach with S-Plus illustrations. Oxford: Clarendon Press, 1997. ISBN 9780198523963.
- Wood, Simon N. Generalized additive models : an introduction with R. Boca Raton, Fla. [etc.]: Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 9781584884743.

Complementary:

- Wasserman, Larry. All of nonparametric statistics [on line]. New York: Springer, 2006 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-30623-4. ISBN 9780387251455.
- Haykin, Simon S. Neural networks and learning machines. 3rd. Upper Saddle River: Prentice Hall, cop. 2009. ISBN 978-0131471399.
- Bishop, Christopher M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, cop. 2006. ISBN 9780387310732.

RESOURCES

Other resources:
ATENEA

Course guides
200649 - AEXNAP - Statistical Learning with Deep Artificial Neural Networks

Last modified: 29/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: ESTEBAN VEGAS LOZANO

Others: Segon quadrimestre:
FERRAN REVERTER COMES - A
ESTEBAN VEGAS LOZANO - A

PRIOR SKILLS

Familiarity with the foundations of calculus in one and more variables. Intermediate studies in probability and inference. Skills using the R environment for statistical computing and programming. Any good online R course may help, like https://www.ub.edu/cursosR/docente.html.

REQUIREMENTS

"Fundamentos de Inferencia Estadística" o "Inferencia Estadística Avanzada"
"Computación en Estadística y en Optimización"

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
MESIO-CE2. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
MESIO-CE3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
MESIO-CE4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
MESIO-CE6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
MESIO-CE8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
MESIO-CE9. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
CT1a. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

CT3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

Learning is organized into theoretical-practical sessions with the instructors. All the sessions combine a 50% of expository classes and other 50% of guided practice and workshops.
In the expository part of the sessions, the theoretical aspects are presented and discussed, accompanied by practical examples using slides that will be provided previously to the students.
The fundamental work environment of the practical sessions will be R, of which an intermediate knowledge is presumed (use of the environment and basic programming). Optionally, students can do their homework using Python.
Autonomous learning will consist of the study and resolution of theoretical and practical problems that the student should turn in throughout the course.
Specifically, the planned activities are:
- Study of the learning materials, before and/or after each session with the instructors.
- Detailed analysis of diverse data sets. It will be attempted that each data set serves as a basis for a case study in several methods.
- The completion of theoretical and practical exercises on the studied methods. The practical exercises will require completion of programming tasks in R or Python and preparation of short reports using RMarkdown (or a similar tool such as Python notebook).

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

To understand the fundamentals of the of Artificial Neural Networks
To know the workflow of machine learning.
To know the evaluation of machine learning models.
To know the packages Keras/TensorFlow for implementing deep learning models.
To understand the monitoring of deep-learning models.
To understand Deep learning for computer vision.
To understand Deep learning for text and sequences.
To understand Generative deep learning.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Fundamentals of artificial neural networks

Description:
• Artificial intelligence, machine learning and deep learning.
• A first example of a neural network.
• Data representation for neural networks. Tensors and tensor operations.
• How neural networks learn. Backpropagation and gradient descent.

Full-or-part-time: 4h
Theory classes: 4h

Getting started with neural networks

Description:
• The core components of neural networks.
• An introduction to Keras.
• Workflow for approaching machine-learning problems.
• Model validation using K-fold cross-validation.
• Introduction to main deep learning architectures.

Full-or-part-time: 8h
Theory classes: 8h

Deep learning best practices

Description:
• Using Keras callbacks.
• Working with tfruns() package.
• Best practices for developing deep learning models.

Full-or-part-time: 3h
Theory classes: 3h

Deep learning for computer vision

Description:
• Convolutional neural networks.
• Data augmentation.
• Feature extraction.
• Fine-tuning.
• Visualizing heatmaps of class activation. Grad-cam.

Full-or-part-time: 10h
Theory classes: 10h

Deep learning for text and sequences

Description:
• Preprocessing text data into useful representations. Word Embeddings.
• Recurrent neural networks.
• 1D convolutions for sequence processing
• LSTM and GRU layers.

Full-or-part-time: 10h
Theory classes: 10h

Generative deep learning

Description:
• Text generation with LSTM
• Variational autoencoders.
• Generative adversarial networks.

Full-or-part-time: 10h
Theory classes: 10h

GRADING SYSTEM

It is based on two parts:
1) Practical exercises done through the course: 50%
2) Final exam: 50%

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Chollet, François. Deep learning with Python. Shelter Island, New York: Manning Publications Co, 2018. ISBN 9781617294433.
- Chollet, F. ; Allaire, J. J. Deep Learning with R. Manning Publications, 2017.
- Goodfellow, Ian; Bengio, Yoshua; Courville, Aaron. Deep learning [on line]. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, [2016] [Consultation: 31/05/2021]. Available on: http://www.deeplearningbook.org/. ISBN 9780262035613.
- Foster, D. Generative deep learning: teaching machines to paint, write, compose, and play. O'Reilly Media, 2019.

Complementary:
- Pal, S. ; Gulli, A. Deep learning with Keras. Packt Publishing Ltd, 2017.
- Zaccone, G. Deep learning with TensorFlow. Packt Publishing Ltd., 2017.

Course guides
200646 - MERC - Statistical Methods in Clinical Research

Last modified: 02/06/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish

LECTURER

Coordinating lecturer: JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN

Others: Segon quadrimestre:
MIQUEL CALVO LLORCA - A
JOSEP LLUÍS CARRASCO JORDAN - A
ANTONIO MONLEON GETINO - A

REQUIREMENTS

- It is necessary that students have basic knowledge of R. In the following link the materials from a course to introduction to R are available
http://www.ub.edu/stat/docencia/EADB/Curso%20basico%20de%20R.htm
- It is recommended that students have taken a course in Design of Experiments or have basic knowledge on this subject. In particular it is recommended that students know the methodology outlined in chapters 12 and 13 included in
Montgomery, DC (2001). Design and analysis of experiments, 5th edition. John Wiley & sons.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
6. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
7. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
8. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
9. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
10. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
11. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
12. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.
13. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

The theoretical concepts are introduced in lessons accompanied with practical examples by means of slides that will be available for students.
Furthermore, the appropriate software to carry out the analyses and procedures will be also introduced by solving real data examples.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

To face concrete situation, the student have to know how identifying the appropriate designs, properly carry out the experimentation and analyzing the results.
To obtain theoretical and practical knowledge of some critical designs in Biostatistics.
To know the regulatory that rules the approval of generic drugs and formulations.
To know to differentiate between a situation that requires an analysis of differences from an analysis of equivalence.
To provide the concepts and approaches to carry out an analysis of bioequivalences and equivalence in general.
To provide the concepts and approaches to carry out an analysis of concordance among measurements.
To know differentiating an analysis of concordance from an association or parameter comparison analysis.
To identify the sources of disagreement.
To provide the skill of discriminating among approaches depending of the type of data and objectives.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

BLOCK 1. HIERARCHICAL FACTOR MODELS, REPEATED MEASURES AND CROSS-OVER DESIGNS

Description:
1.1.1. Factor designs with random effects. Mixed effects designs.
1.1.2. Hierarchical designs with two and three factors. Bennett-Franklin algorithm.
1.1.3. Repeated measures designs. Sphericity concept and ANOVA table corrections.
1.1.4. Crossover design concept. 2x2 crossover design (AB/BA). Crossover design of superior order and its analysis.

Full-or-part-time: 31h 15m
Practical classes: 12h
Guided activities: 8h
Self study : 11h 15m

BLOCK 2. BIOEQUIVALENCE

Description:
2.1. Introduction
2.1.1.Bioavailabilityt. The concept of bioequivalence between drugs. Regulatory norms.
2.1.2. TOST. The principle of confidence intervals inclusion. Confidence intervals for BE. Bayesian approach. Nonparametric approach.
2.1.3. The problem of residual effects (carryover)

2.2. Individual and multivariate Bioequivalence
2.2.1. Individual and populational bioequivalence
2.2.2. Multivariate bioequivalence.

2.3. Equivalence tests.
2.3.1. General concept of equivalence test
2.3.2. Main applications: goodness of fit, homogeneity of variances, additivity in linear models, equivalence of proportions
2.3.3. Accessories: No inferiority testing method based on statistics and distances; bioinformatics applications

Full-or-part-time: 31h 15m
Practical classes: 12h
Guided activities: 8h
Self study : 11h 15m

BLOCK 3. ASSESSMENT OF THE DATA QUALITY: RELIABILITY AND CONCORNDANCE OF MEASUREMENTS

Description:
3.1. INTRODUCTION
3.1.1. Model of measurement. Types of measurement errors.
3.1.2. Concepts: validity, accuracy, reliability and calibration.
3.1.3. Classification of the approaches to evaluate agreement.

3.2. ANALYSIS WITH QUALITATIVE DATA
3.2.1. Components of discordance: bias and association. Comparison of paired proportions. Evaluation of linear association in contingency tables.
3.2.2. Concordance index: kappa index and weighted kappa y kappa. Kappa index extended to k observers.

3.3. ANALYSIS WITH CONTINUOUS DATA
3.3.1. Components of discordance: bias, association and heteroscedasticity.
3.3.2. Coefficient of concordance: definition and generalization.
3.3.3. Intraclass correlation coefficient: reliability, consistency and concordance.
3.3.4. Procedures based on probability criteria: tolerance intervals and total deviation index. Bland-Altman approach. Other approaches to assess concordance.
3.3.5. Assessment of individual bioequivalence as a concordance among measurements issue.

Full-or-part-time: 62h 30m
Theory classes: 22h 30m
Practical classes: 24h
Guided activities: 16h

GRADING SYSTEM

Students must solve some exercises at the end of each of the three blocks that make up the subject. These exercises must be delivered within a certain period to be announced during the course. The three exercises will be scored between 0 and 10, and the average of these three qualifications will be the exercise mark (NEJ).

Additionally, a test will be programmed with multiple choice questions at the end of the course that will include the complete syllabus of the subject. The qualification of this test (NPE) will be between 0 and 10. The attendance to this test will be optional and will be aimed at those students who wish to change their qualification based on the NEJ. To attend to the exam it will be mandatory to have obtained a mark greater than 0 in all continuous assessment exercises.

The final grade of the subject will be calculated as:

1) For those students who do not attend the final test, the final grade of the subject will be the NEJ.
2) For those students who take the final test, the final grade of the subject will be the average of NPE and NEJ.

The subject is considered approved if the final grade is higher than 5.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Vonesh, E.F., Chinchilli, V.M. Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements. Marcel Dekker, 1997. ISBN 0824782488.
- Chow, S-C., Liu, J-P. Design and analysis of bioavalability and bioequivalence studies. 3th ed. CRC, 2009. ISBN 0-8274-7572-4.
- Shoukri, M.M. Measures of interobserver agreement. Chapman & Hall/CRC, 2004.
- Agresti, A. Categorical data analysis. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- Fleiss, J.L. Design and analysis of clinical experiments. John Wiley & Sons, Inc., 1986.

Complementary:

- Senn, S. Cross-over trials in clinical research. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- Patterson, S., Jones, B. Bioequivalence and Statistics in Clinical Pharmacology. Chapman & Hall/CRC, 2006. ISBN 978-1-58488-530-6.
- Wellek, S. Testing statistical hypotheses of equivalence. Chapman & Hall/CRC, 2003. ISBN 1-58488-160-7.
- Dunn, G. Design and analysis of reliability studies. Oxford University Press, 1989.
- Raghavarao, D.; Padgett, L.V. Block designs. analysis, combinatorics and applications. World Scientific. Series on Applied Mathematics, vol. 17., 2005. ISBN 981-256-360-1.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200645 - PBDE - Statistical Programming and Databases

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 723 - CS - Department of Computer Science.
707 - ESAII - Department of Automatic Control.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JOAQUIN GABARRÓ VALLÉS

Others: Segon quadrimestre:
JOAQUIN GABARRÓ VALLÉS - A
ALEXANDRE PERERA LLUNA - A

PRIOR SKILLS

Non compulsory subject.
The student has already developed several abilities in Statistics and/or Operations Research previously.
A B2 (Cambridge First Certificate, TOEFL PBT >550) level of English is required.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
4. CE-4. Ability to use different inference procedures to answer questions, identifying the properties of different estimation methods and their advantages and disadvantages, tailored to a specific situation and a specific context.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-7. Ability to understand statistical and operations research papers of an advanced level. Know the research procedures for both the production of new knowledge and its transmission.
8. CE-8. Ability to discuss the validity, scope and relevance of these solutions and be able to present and defend their conclusions.

Transversal:
2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

10. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

11. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

The course is divided into 2 modules that are taught in succession. Each module consists roughly of a half part of the sessions. All classes are theoretical-practical and in them teachers present and discuss the basic concepts of each module. The support material will be published previously in Athena (teaching guide, contents, course slides, examples, evaluation activities schedule, bibliography, ...).

The student should devote the autonomous learning hours to the study of the subjects of the course, bibliography extension and follow-up of the laboratory practices.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

This course presents and discusses tools and techniques to prepare students to data science. Main concepts introduced in class will cover tools and methods for data storage and analysis, including relational DB , noSQL and distributed databases, scientific computing, applied machine learning and deep learning with Python. Scala and Spark will also be considered. The course consists of two main modules.

MODULE 1:
First modulus will cover a crash course for scientific python for data analysis. This crash course will include include four main stages:
* Introduction to python language as a tool. ipython, ipython notebook (jupyter), basic types, mutability and immutability and object oriented programming.
* Short introduction to numerical python and matplotlib for graphical visualization.
* Introduction to scientific kits for data analysis with machine learning. Principal components analysis, clustering and supervised analysis with multivariate data.
* Introduction to Deep Learning with Python.

MODULE 2:
We introduce the Scala language and the Spark architecture.
* Scala as a functional language and the Scala collections.
* Spark and RDD (Resilient Distributed Data Sets).
* Spark and SQL.
* Introduction to MLlib.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction to Python

Description:
a. Why Python?
b. Python History
c. Installing Python
d. Python resources

Full-or-part-time: 1h
Theory classes: 1h

Working with Python

Description:
a. Workflow
b. ipython vs. CLI
c. Text Editors
d. IDEs
e. Notebook

Full-or-part-time: 1h
Theory classes: 1h

Getting started with Python

Description:
a. Introduction
b. Getting Help
c. Basic types
d. Mutable and in-mutable
e. Assignment operator
f. Controlling execution flow
g. Exception handling

Full-or-part-time: 1h
Theory classes: 1h

Functions and Object Oriented Programming

Description:
a. Defining Functions
b. Input and Output
c. Standard Library
d. Object-oriented programming

Full-or-part-time: 1h
Theory classes: 1h

Introduction to NumPy

Description:
a. Overview
b. Arrays
c. Operations on arrays
d. Advanced arrays (ndarrays)
e. Notes on Performance (\%timeit in ipython)

Full-or-part-time: 2h
Theory classes: 2h

Introduction to Panda

Description:
a. Introduction to Pandas
b. Series and Dataframes
c. Importing and Exporting data through Pandas. Accessing Syntax Query Language (SQL) databases through Pandas.
c. Aggregation, slicing, missingness
d. Plotting within Pandas

Full-or-part-time: 2h
Theory classes: 2h

Matplotlib

Description:
a. Introduction
b. Figures and Subplots
c. Axes and Further Control of Figures
d. Other Plot Types
e. Animations

Full-or-part-time: 2h
Theory classes: 2h

Python scikits

Description:
a. Introduction
b. scikit-timeseries

Full-or-part-time: 1h
Theory classes: 1h

scikit-learn

Description:
a. Datasets
b. Sample generators
c. Unsupervised Learning
d. Supervised Learning
i. Linear and Quadratic Discriminant Analysis
ii. Nearest Neighbors
iii. Support Vector Machines
e. Feature Selection

Full-or-part-time: 8h
Theory classes: 8h

Practical Introduction to Scikit-learn

Description:
a. Solving an eigenfaces problem
i. Goals
ii. Data description
iii. Initial Classes
iv. Importing data
b. Unsupervised analysis
i. Descriptive Statistics
ii. Principal Component Analysis
iii. Clustering
c. Supervised Analysis
i. k-Nearest Neighbors
ii. Support Vector Classification
iii. Cross validation

Full-or-part-time: 5h 30m
Theory classes: 5h 30m

Introduction to Zeppelin, Scala & Functional Programming

Description:
a. Immutable & Mutable
b. Lists and maps, filters, reductions
c. Map reduce
d. Other collections, Streams

Full-or-part-time: 5h
Theory classes: 5h

Spark architecture & Spark Core

Description:
a. Spark architecture: in particular Spark Core
b. Spark contex
c. Types of operations: transformations and actions
d. RDD: Resilient Distributed Data Sets
e. Closure of a function

Full-or-part-time: 5h
Theory classes: 5h

Spark SQL

Description:
a. Reading form a file.
b. Spark Data Frame.
c. Selection, filters, grouping, sorting.
d. Window operations
c. SQL
d. Accesing and storing methods to a DB, SQL queries.
e. SQL aggregates.

Full-or-part-time: 7h 30m
Theory classes: 7h 30m

Spark: MLlib

Description:
a. Description of the MLlib.
b. Labeled Points and features
c. Linear Regression Example

Full-or-part-time: 5h
Theory classes: 5h

GRADING SYSTEM

Final grade will be composed by:
- 1/4 Written exam first module
- 1/4 Written exam first module
- 1/2 Final practical assignment on large databases integrating concepts from both modules

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Zaharia, M.; Karau, H.; Konwinski, A.; Wendell, P. Learning Spark Lightning-Fast Big Data Analysis. 2015. O'Reilly Media, ISBN 978-1449-35862-4.
- Swartz, Jason. Learning Scala: Practical Functional Programming for the JVM [on line]. 2014. O'Reilly Media, [Consultation: 25/02/2021]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1888253. ISBN 978-1-449-36793-0.
- Langtangen, H.P. A Primer on scientific programming with Python [on line]. Springer, 2011 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-02475-7. ISBN 978-3-642-18365-2.
- Shapiro, B.E. Scientific computation: Python hacking for math junkies. Sherwood Forest Books, 2015. ISBN 9780692366936.
- Baumer, Benjamin; Kaplan, Daniel; Horton, Nicholas. Modern data science in R. Primera. Boca Raton: CRC, 2017.

Complementary:
- Spector, P. Concepts in computing with data (Stat 133, UC Berkeley) [on line]. Berkeley, 2011Available on: http://www.stat.berkeley.edu/~s133/.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Course guides
200648 - SERS - Statistical Software: R and SAS

Last modified: 29/05/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Compulsory subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: KLAUS GERHARD LANGOHR

Others: Primer quadrimestre:
KLAUS GERHARD LANGOHR - A, B
ANTONIO MONLEON GETINO - A, B
DAVID MORIÑA SOLER - A, B
ANA MARIA PÉREZ MARÍN - A, B

PRIOR SKILLS

Concerning the R lectures, there will be two courses: an introductory-level course and an intermediate-level course. The first is for students with no or little experience of R, the second for students who have worked with R previously such as students with a degree in statistics. By contrast, the SAS lectures will be the same for all students.

REQUIREMENTS

The intermediate-level R course requires that students have experience in working with R.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-1. Ability to design and manage the collection of information and coding, handling, storing and processing it.
4. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
5. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

TEACHING METHODOLOGY

The first part of the course will be dedicated to R and the second part to SAS. To illustrate the use of functions for statistics and graphics, real data sets will be used. During the course, students will have to do exams (in class) and a final exercise (at home) with each software package.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

In this course, two statistical software packages are presented --R and SAS-- that are widely used in the academic field as well as in business and industry.

The course aims to enable the student to use both software packages to
· read data from external files,
· carry out descriptive analysis,
· make high quality graphs to represent data,
· fit regression models to data sets,
· write own functions.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction to R [Introductory level]

Description:
a) The web page of R
b) Installation of R and its contributed packages
c) Sources of help

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h
Laboratory classes: 0h 30m

R objects

Description:
Creation and manipulation of
a) Numeric and alphanumeric vectors,
b) Matrices,
c) Lists,
d) Data frames.

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 4h
Laboratory classes: 2h

Descriptive and exploratory analysis with R

Description:
a) Reading external data files
b) Univariate descriptive analysis
c) Bivariate descriptive analysis
d) Graphical tools: histogram, box plot, scatter plot and others

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 4h
Laboratory classes: 2h

Basic programming with R

Description:
a) Basic programming: loops with for, while, if-else
b) Functions tapply, sapply, lapply
c) Writing your own function
d) Working with date variables

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 4h
Laboratory classes: 2h

Statistical inference with R: hypothesis tests and regression models

Description:
a) Hypothesis tests for one population
b) Hypothesis tests for two or more populations
c) Nonparametric tests
d) Fit of general linear models

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h
Laboratory classes: 0h 30m

Intermediate-level R

Description:
a) Review of working with data frames
b) Reshaping data sets
c) Intermediate level programming with R
d) An introduction to Tidyverse

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h
Laboratory classes: 0h 30m

Introduction to SAS

Description:
a) Structure of the SAS programes: DATA and PROC.
b) SAS data sets and libraries.
c) Importation and exportation of data.
d) Creation of variables. Commands of assignment.
e) Merging data bases.
f) Management of data sets

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h
Laboratory classes: 0h 30m

Basic procedures with SAS

Description:
a) Introduction to procedures.
b) Statistical and graphical procedures.

Full-or-part-time: 5h
Theory classes: 2h 30m
Laboratory classes: 2h 30m

Transformation and manipulation of data

Description:
a) Use of predefined functions.
b) Conditional transformation of variables.
c) Data generation with DO loops.
d) Date variables.
e) String functions.
f) Error diagnosis and depuration.

Full-or-part-time: 5h 30m
Theory classes: 3h 30m
Laboratory classes: 2h

Introduction to matrix calculus with SAS: SAS/IML

Description:
a) Introduction to the SAS/IML module.
b) Matrix definition.
c) Operators and functions of SAS/IML.
d) Importation and exportation of data bases from IML.

Full-or-part-time: 5h 30m
Theory classes: 3h 30m
Laboratory classes: 2h

Advanced procedures

Description:
a) Introduction to the SAS/STAT module
b) Parametric hypothesis tests: PROC TTEST, PROC ANOVA.
c) Analysis of regression models: PROC REG and PROC GLM.

Full-or-part-time: 1h 30m
Theory classes: 1h
Laboratory classes: 0h 30m

SAS macros

Description:
a) Introduction to the SAS macro language
b) Definition of macro variables
c) Creation of SAS macros

Full-or-part-time: 3h 30m
Theory classes: 3h 30m

GRADING SYSTEM

The final grade will be the average of the grades obtained in the different tests
a) with R (50%),
b) with SAS (50%).
Concerning R, there will be two exams in class (weight of each tests: 30%) and a final practical work at home (weight: 40%).
Concerning SAS, there will be two exams in class (weight of each test: 40%) and a final practical work at home (weight: 20%).

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Braun, W.J.; Murdoch, D.J. A First course in statistical programming with R. Cambridge University Press, 2007. ISBN 97805216944247.
- Kleinmann, K.; Horton, N.J. SAS and R: Data management, statistical analysis and graphics. Chapman & Hall, 2009. ISBN 978-1-4200-7057-6.
- Der, Geoff; Everitt, Brian. A Handbook of statistical analyses using SAS. 3rd ed. Boca Raton, FL: Chapman & Hall/CRC, cop. 2009. ISBN 978-1-58488-784-3.
- Crawley, Michael J. Statistics: An introduction using R. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0-470-02297-3.
- Cody, R. Learning SAS by Example: A Programmer's Guide [on line]. SAS Institue, 2007Available on: http://sites.stat.psu.edu/~hma/PSU/Learning%20SAS%20by%20Example%20A%20Programmers%20Guide.pdf. ISBN 978-1-59994-165-3.
- Cody, R. SAS Statistics by Example. SAS Institue, 2011. ISBN 978-1-60764-800-0.
- Delwiche, L.D.; Slaughter, S.J. The Little SAS Book: A primer. 5th Edition. SAS Institue, 2012. ISBN 978-1-61290-343-9.
- Dalgaard, P. Introductory Statistics with R [on line]. 2nd Edition. Springer, 2008Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-79054-1. ISBN 978-0-387-79054-1.
- Kleinman, Ken; Horton, Nicholas J. SAS and R : data management, statistical analysis, and graphics. Boca Raton, Fla.: CRC Press, 2010. ISBN 9781420070576.

Complementary:
- Murrell, P. R graphics. Chapman & Hall, 2006. ISBN 158488486X.
- Muenchen, R.A. R for SAS and SPSS Users. Springer, 2011. ISBN 978-1-4614-0685-3.
- Base SAS® 9.2 Procedures Guide [on line]. SAS Institute, 2009Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/proc/61895/PDF/default/proc.pdf. ISBN 978-1-59994-714-3.

- Base SAS® 9.2 Procedures Guide: Statistical Procedures [on line]. 3rd Edition. SAS Institute, 2010Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/procstat/63104/PDF/default/procstat.pdf. ISBN 978-1-60764-451-4.
- SAS/IML® 9.2 Users Guide [on line]. SAS Institute, 2008Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/imlug/59656/PDF/default/imlug.pdf. ISBN 978-1-59047-940-7.
- SAS/OR®9.2 User's Guide Mathematical Programming [on line]. SAS Institute, 2008Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/ormpug/59679/PDF/default/ormpug.pdf. ISBN 978-1-59047-946-9.
- SAS/STAT 9.2 User's Guide [on line]. 2nd Edition. SAS Institute, 2011Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/statug/63033/HTML/default/viewer.htm#titlepage.htm. ISBN 978-1-60764-882-6.
- SAS 9.2.Language Reference: concepts [on line]. 2nd Edition. SAS Institute, 2010Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/lrcon/62955/PDF/default/lrcon.pdf. ISBN 978-1-60764-448-4.
- SAS 9.2. Language Reference : dictionary [on line]. 4th Edition. SAS Institute, 2011Available on: http://support.sas.com/documentation/cdl/en/lrdict/64316/PDF/default/lrdict.pdf. ISBN 978-1-60764-882-6.
- Wickham, Hadley; Grolemund, Garrett. R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. First edition. 2016. ISBN 978-1-491-91039-9.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200622 - EGE - Statistics for Business Management

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** Spanish, English

LECTURER

Coordinating lecturer: CATALINA BOLANCÉ LOSILLA

Others: Primer quadrimestre:
CATALINA BOLANCÉ LOSILLA - A
MONTSERRAT GUILLEN ESTANY - A

PRIOR SKILLS

Knowledge of basic statistics: exploratori data analysis, inference. Interest in knowing how and where statistics can provide a valuable contribution in business environments. 60% of lectures, reading materials ans presentations and exams are in Englsih, 40% of lectures are in Spanish

REQUIREMENTS

Basic knowledge of data analysis, probability models and inference: Exploratory data analysis and graphical representations. Basic concepts of probability models (normal distribution, binomial and poisson). Basics inference. Knowledge can be acquired in any basic statistics text book.

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
5. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
6. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
7. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english

Transversal:
1. SUSTAINABILITY AND SOCIAL COMMITMENT: Being aware of and understanding the complexity of the economic and social phenomena typical of a welfare society, and being able to relate social welfare to globalisation and sustainability and to use technique, technology, economics and sustainability in a balanced and compatible manner.

2. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

3. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

4. FOREIGN LANGUAGE: Achieving a level of spoken and written proficiency in a foreign language, preferably English, that meets the needs of the profession and the labour market.

TEACHING METHODOLOGY

Learning will be through a very practical approach. After a brief introduction to the key concepts, the topics will be explained through the study of actual cases and concrete examples. Cases such as ¿The Silicone Tube Case¿ or ¿The Case of the Professional Cooperative Bank¿ where additional information in handed out sequentially will be combined with examples from the book: ¿The Role of Statistics in Business and Industry,¿ which will be used as a basic reference.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The prime objective is to put into a business context the usefulness of the statistical techniques already known by the student, and to identify the benefits that their use can provide. Therefore ant the end of the course the students must be able to:
¿ Identify the most suitable statistical tool in different business contexts and situations
¿ Asses the benefits that the use of this technique can bring to the organization
¿ Convince management (sale) of the advantages and benefits of the use of this particular technique

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours large group	30,0	24.00
Self study	80,0	64.00
Hours small group	15,0	12.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

- The role of statistics in product design: Relationship between variability and customer satisfaction. Reducing variability, robust products. Planning tests (experiments).

Description:
- Statistics and product design
- Statistics and customer satisfaction
- Design of experiments, inference

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

- Statistics in quality management. Planning, control and improvement. Improvement programs. Six Sigma methodology.

Description:
- Statistical analysis in quality management
- Planning, control and quality improvement through statistics
- Sis Sigma method

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

- Statistics: The why and the what. Data quality. Evolution of the use of statistics. Proactive statistics.

Description:
- Statistics in the company
- Internal and external data
- Current use of statistics

Full-or-part-time: 9h
Laboratory classes: 9h

- Statistics in other areas: marketing, customer management, financial services, process management

Description:
- Statistics applied to marketing
- Statistics applied to customer management
- Statistics applied to finance
- Statistics applied to process management

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

- Selling statistics: internally and eternally

Description:
- Sources of internal statistics
- Sources of external statistics
- Management of statistics

Full-or-part-time: 6h
Theory classes: 6h

- Data Science: Organizational and managerial aspects (roles and responsibilities). Valorization

Description:
- Importance and role of data science in business organizations
- Organization required
- Roles and responsibilities
- Relationship with statistics
- Relationship with business analytics (descriptive, predictive and prescriptive)
- Maturity models Main uses in different types of organizations
- Case studies

Specific objectives:
Understand the organizational aspects and the role of data science in companies.
Be able to assess the usefulness and role it can have in different organizations

Related activities:
Reading and discussion of articles in scientific and technical journals

Related competencies :
MESIO-CE3. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
CT4. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

CT3. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

Full-or-part-time: 9h
Theory classes: 9h

ACTIVITIES

RESOLUTION OF EXERCISES AND PROBLEMS

Description:
Students will be asked to do exercises and solve problems. This will be done individually or in groups, as indicated by the teacher in each case.

Specific objectives:
For the students to practice the knowledge acquired and for the teachers to get feedback about the level of assimilation and understanding of this knowledge.

Material:
The exercises and problem statements as well as their resolution, once commented in class, will be available on the intranet of the subject.

Delivery:
The exercises done by each student will be part of the continuous assessment

Full-or-part-time: 45h
Practical classes: 15h
Self study: 30h

READINGS AND PRESENTATIONS

Description:
For some topics students will be asked to read some chapters of the recommended book and papers related as a preparation of the corresponding lectures. In addition, they will be asked to discuss its contents or make presentations. This will be done individually or in groups, as indicated by the teacher in each case.

Specific objectives:
This will allow students to arrive to the lectures with some knowledge of the topic to be presented. Students will learn to get information directly from the sources and to practice transversal competencies

Material:
The chapters and papers listed will be available on the intranet.

Delivery:
The comments and presentations will be part of the continuous assessment

Full-or-part-time: 45h
Practical classes: 15h
Guided activities: 30h

RESOLUTION OF CASE STUDIES

Description:
Students should understand a case study that describes an industrial problem of real character. Using a database to be provided, should determine the appropriate statistical tools to answer the questions, using statistical software.

Specific objectives:
Acquiring skills in working with data and the use of statistical software packages. Identify appropriate statistical tools for each situation.

Material:
Students will have self-learning videos statistical software used to solve the cases, together with the statements of cases and databases on the intranet.

Delivery:
The evaluation is based on questionnaires solving cases in class discussion and, eventually, in the reporting.

Full-or-part-time: 35h
Practical classes: 15h
Self study: 20h

FINAL EXAM

GRADING SYSTEM

NF = 0,6*AC + 0,4*EF

AC= Continuos evaluation. It will have two components. A 50% will be based on the practical cases, presentations and activities developed and the other 50% will be based in assessments (tests or short exams) conducted during regular lectures.

EF = Final Exam

EXAMINATION RULES.

Those ofgeneral application in the MESIO

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Hahn, G. J.; Doganaksoy, N. The role of statistics in business and industry [on line]. Hoboken, N.J: Wiley, 2008 [Consultation: 18/11/2020]. Available on: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=819142. ISBN 9780471218746.
- Coleman, S [et al.]. Statistical practice in business and industry [on line]. Chichester: John Wiley & Sons, 2008 [Consultation: 09/12/2020]. Available on: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470997482. ISBN 978-0-470-01497-4.
- Pande, P. S.; Neuman, R.P.; Cavanagh, R.R. Las Claves de seis sigma : la implantación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial. Madrid: McGraw-Hill, 2002. ISBN 8448137531.
- Juran,J.M.; Godfrey,B. Juran's quality handbook. 5th ed. New York: McGrawHill, 1999. ISBN 0-07-034003-X.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Course guides
200617 - PE - Stochastic Programming

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JORDI CASTRO PÉREZ

Others: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - A
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - A

PRIOR SKILLS

Basic knowledge of Operations Research / Optimization / Mathematical Programming and Modelling .

REQUIREMENTS

Introductory course to Operations Research.
Or chapters 1-3 of "F.S. Hillier, G.J. Lieberman, Introduction to Operations Research, McGraw-Hill" (or first chapters of a similar book).

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.
7. CE-9. Ability to implement statistical and operations research algorithms.

Transversal:
1. TEAMWORK: Being able to work in an interdisciplinary team, whether as a member or as a leader, with the aim of contributing to projects pragmatically and responsibly and making commitments in view of the resources that are available.

2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

Theory:
The contents of the course will be presented and discussed by combining theory lectures, and problems and lab sessions.

Problems:
Problems will be interspersed with the theory along with case studies, which will be presented and solved.

Lab sessions:
Laboratory sessions in which the use of software will be demonstrated for solving stochastic programming problems.

Language:
The course can be imparted in either English, Catalan or Spanish.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The goal of this course is to introduce the student to the problems of system modeling in the presence of uncertainty, and familiarization with techniques and algorithms for dealing with them. The course deals with the case of stochastic programming, i.e. the optimization of problems with random variables . Stochastic modelling and programming bases are provided and it is hoped that upon completion of the course the student will be able to identify, model, formulate and solve decision-making problems with both deterministic and as random variables.

Abilities to Be Acquired:
* Identifying when a problem is suitable to be modeled and solved as a stochastic optimization problem.
* Formulation of stochastic optimization problems, determining decisions in the first, second and next stages.
* Knowledge of the basic properties of stochastic optimization problems.
* Knowledge of specialized solution methods for stochastic problems.
* Knowledge and use of software for the solution of stochastic problems.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	12.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	30,0	24.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Introduction.

Description:
Presentation. Stochastic Programming in OR. Relation to other stochastic methods.

Full-or-part-time: 60h
Theory classes: 38h
Practical classes: 10h
Laboratory classes: 12h

Stochastic modelling.

Description:
Introduction to Stochastic Programming. Examples of models: two-stage, multi-stage, chance constraints, non-linear models. Modeling with uncertainty. Formulation of stochastic problems, risk aversion, chance constraints..

Basic Properties.

Description:
Basic Properties of Stochastic Programming Problems and Theory. Feasible Sets, Recourse Function.

Solution methods.

Description:
(Two-stage Recourse Problems. Decomposition Methods: Primal Problem Solutions (L-shaped method, multicut version); Dual approaches (Dantzig-Wolfe method). Matrix Factorization Methods with exploitation of structure. Interior Point Methods for Stochastic Problems.

GRADING SYSTEM

Exam and completion of classwork. The final mark is 65% of exam and 35% classwork.

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Birge, J.R.; Louveaux, F. Introduction to stochastic programming [on line]. Springer, 1997 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/book/10.1007/b97617.
- Kall, P.; Wallace, S.W. Stochastic programming. Wiley, 1994.
- Prékopa, András. Stochastic programming. Kluwer Academic Publishers, 1995.

Course guides
200610 - ST - Time Series

Last modified: 17/04/2021

Unit in charge: School of Mathematics and Statistics
Teaching unit: 715 - EIO - Department of Statistics and Operations Research.
1004 - UB - (ENG)Universitat de Barcelona.

Degree: MASTER'S DEGREE IN STATISTICS AND OPERATIONS RESEARCH (Syllabus 2013). (Optional subject).

Academic year: 2021 **ECTS Credits:** 5.0 **Languages:** English

LECTURER

Coordinating lecturer: JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES

Others: Segon quadrimestre:
LESLY MARIA ACOSTA ARGUETA - A, B
JOSE ANTONIO SÁNCHEZ ESPIGARES - A, B

PRIOR SKILLS

The course assumes basic levels of statistics similar to those that can be achieved in the first semester of the Master. Students should be familiar with the concepts related with statistical models, like linear models, and hypothesis testing and statistical significance.
Some basic concepts related to the Box-Jenkins methodology for fitting ARIMA models would help to follow the course (see the three first chapters of 'Time Series Analysis and Its Applications. With R examples' 3rd Edition Shumway and Stoffer http://www.stat.pitt.edu/stoffer/tsa3/).
Although many examples come from the econometric field, methodology from the course might be applied in different areas (ecology, epidemiology, engineering,...)
Methods of prediction based on Machine Learning techniques, in particular artificial neural networks (ANNs) will be treated.
The course will introduce techniques related with state-space models and the Kalman filter. Prior basic knowledge of this framework will also help to follow the course, but it is not essential.
A good knowledge of the R programming language can help to get the most out of the course.

REQUIREMENTS

Knowledge about the linear model will be useful

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:
3. CE-2. Ability to master the proper terminology in a field that is necessary to apply statistical or operations research models and methods to solve real problems.
4. CE-3. Ability to formulate, analyze and validate models applicable to practical problems. Ability to select the method and / or statistical or operations research technique more appropriate to apply this model to the situation or problem.
5. CE-5. Ability to formulate and solve real problems of decision-making in different application areas being able to choose the statistical method and the optimization algorithm more suitable in every occasion.
Translate to english
6. CE-6. Ability to use appropriate software to perform the necessary calculations in solving a problem.

Transversal:
1. ENTREPRENEURSHIP AND INNOVATION: Being aware of and understanding how companies are organised and the principles that govern their activity, and being able to understand employment regulations and the relationships between planning, industrial and commercial strategies, quality and profit.

2. EFFECTIVE USE OF INFORMATION RESOURCES: Managing the acquisition, structuring, analysis and display of data and information in the chosen area of specialisation and critically assessing the results obtained.

TEACHING METHODOLOGY

* Theory:

Sessions (1,5h) with presentation and discussion of the theoretical aspects and case studies from the time series methodology. All matherial will be accessible on the website.

* Laboratory:

Sessions (1,5h) on computer labs with problem solving and case studies and discussion of the results with the teacher

* Practicals:

Off-site study work, completion of exercises and practical case studies.
Group work outside of lecture hours, the students must complete practical case studies, two of which are presented in laboratory sessions.

At the end of the course, each group of students must prepare a written report on actual data.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

To acquire experience in the methodology for constructing models and obtaining forecasts from true (o millor actual) cases of time series within different fields, especially in econometric and financial applications.

Identification, estimation and validation of a model for making forecasts from available data in a time series. ARIMA and VAR models.

Consolidation of theoretical knowledge and practice in modeling univariate and multivariate time series, as well as evaluation of the impacts of intervention and outliers and calendar effects

Apply and evaluate the predictions obtained through artificial neural networks

Understanding the formulation of state space models and the Kalman filter for explaining the evolution of non-observable variables from others, in relation to them, that indeed we can observe.

Use of structural models in state space formulation in order to identify components that are not directly observable in time series.

Introduction to volatility models for econometric series and of the financial markets.

Skills to be learned
Understanding of the particularities that are present in time series, in which one singular observation is made each instant of time and it is related to the past, that is to say they are not independent.

Use of R and other statistical packages for analysis and time series forecasts.

Learning to work in a group and the ability to publicly present the results of a study.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	22,5	18.00
Self study	80,0	64.00
Hours large group	22,5	18.00

Total learning time: 125 h

CONTENTS

Analysis and modeling of univariate time series. ARIMA models. ARIMA forecasting models

Description:
- Exploratory study of a time series: trend, seasonality and cycles. Data Transformation
- Dynamic Dependency: autocorrelation and partial autocorrelation
- Stationary stochastic processes. ARMA models. Invertivilitat and stationary model
- Non-stationary stochastic processes. ARIMA and Seasonal ARIMA models.
- Identification, estimation and model validation. Criteria for selecting the best model
- Forecasting with ARIMA models

Full-or-part-time: 36h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 6h
Self study : 24h

Outlier, Calendar Effects and Intervention Analysis

Description:
- Techniques and Algorithms for the Automatic outlier detection, Calendar effects analysis (Easter and Trading days) and Intervention analyisis

Full-or-part-time: 16h
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 3h
Self study : 10h

Machine Learning-based Forecasting methods

Description:
- Forecasting Methods based on Machine Learning: Artificial Neural Networks and Support Vector Regression
- Validation and sensitivity analysis. Measures to compare with statistical models

Full-or-part-time: 7h
Theory classes: 1h 30m
Laboratory classes: 1h 30m
Self study : 4h

Applications of the Kalman Filter

Description:
- Use of the Kalman Filter for filtering and smoothing data and for Estimating Parameters.
- ARMA and ARIMA models representation in State Space and Estimating the Maximum Likelihood of the Parameters in a Univariate and Multivariate Series.
- Missing data treatment by using the Kalman filter

Full-or-part-time: 36h
Theory classes: 6h
Laboratory classes: 6h
Self study : 24h

Structural Models in State Space

Description:
Structural Time Series models: estimation and validation.

Full-or-part-time: 7h 30m
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 3h
Self study : 1h 30m

Introduction to Volatility Models

Description:
- Volatility in an Economic Series and in Financial Markets: ARCH and GARCH Models and Stochastic Volatility.

Full-or-part-time: 7h 30m
Theory classes: 3h
Laboratory classes: 3h
Self study : 1h 30m

GRADING SYSTEM

Exercises and problems presented, cases developed for each group of students, plus partial and final exams.

Final grade will be the result of the following formula:

N=0.2*max(Np,Nf)+0.25*Nl+0.25*Nmr+0.3*Nf

Np=Midterm exam
Nl=Homeworks from the labs sessions
Nmr= Model from a real case
NF= Final Exam

BIBLIOGRAPHY

Basic:
- Brooks, Chris. Introductory econometrics for finance. 2nd ed. Cambridge: University Press, 2008. ISBN 9780521873062.
- Harris, Richard I. D.; Sollis R. Applied time series modelling and forecasting. Chichester: John Wiley, 2003. ISBN 0470844434.
- Enders, W. Applied econometric time series. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2004. ISBN 0471230650.
- Box, George E. P.; Jenkins, G.M.; Reinsel, G.C. Time series analysis : forecasting and control. 4th ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 2008.
- Shumway, R. H.; Stoffer, D. S. Time series analysis and its applications : with R examples [on line]. 4th ed. New York: Springer, 2017 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/0-387-36276-2. ISBN 9780387293172.
- Peña Sánchez de Rivera, Daniel. Anàlisis de series temporales. Madrid: Alianza Editorial, 2005. ISBN 8420691283.

Complementary:
- Lütkepohl, Helmut; Krätzig, M. (eds.). Applied time series econometrics. New YORK: Cambridge Univ. Press, 2004. ISBN 052183919X.
- Lütkepohl, Helmut. New introduction to multiple time series analysis [on line]. Berlin: Springer, 2006 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: https://link.springer.com/content/978-3-540-40172-8. ISBN 9783540262398.
- Cryer, Jonathan D. Time series analysis : with applications in R [on line]. 2nd ed. New York: Springer Text in Statistics, 2008 [Consultation: 12/05/2020]. Available on: http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-75959-3. ISBN 9780387759586.
- Commandeur, Jacques J. F.; Koopman S. J. An introduction to state space time series analysis. Oxford: Oxford University Press, 2007. ISBN 9780199228874.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A. Time series: theory and methods. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1991. ISBN 0387974296.
- Peña, D.; Tiao, C.G.; Tsay, R. (eds.). A course in time series analysis. New York: John Wiley, 2001. ISBN 047136164X.
- Durbin, J.; Koopman, S.J. Time series analysis by state space methods. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 0198523548.
- Tsay, Ruey S. Analysis of financial time series [on line]. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010 [Consultation: 15/03/2021]. Available on: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470644560. ISBN 0471690740.