

2.3

Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques

2.3.1

Presentació i Característiques Generals

Presentació

Aquesta titulació de segon cicle us donarà una sòlida base de coneixements sobre els mètodes estadístics i de investigació operativa, per millorar els processos de recollida i anàlisi d'informació d'empreses i institucions, i iniciar-vos en tasques de recerca.

La majoria d'assignatures que curseu inclouen l'aprenentatge de paquets de programari, necessaris per gestionar bases de dades i aplicacions d'alt nivell, orientades a les necessitats i demandes de l'actual mercat laboral. Aquesta formació pràctica afavoreix la relació de l'estudiant amb el professorat i facilita, per tant, un seguiment força personalitzat en una Facultat amb un nombre reduït d'estudiants, i en un ambient gens massificat

Característiques Generals

Tipus de títol

Títol universitari oficial de segon cicle establert pel RD 2084/1994, de 20 d'octubre (BOE del 6 de desembre de 1994).

Durada i càrrega lectiva

Dos anys, 138 crèdits. Un crèdit equival a deu hores.

Horari

Tarda

Organització del estudis

Dos cursos amb 60 crèdits de mitjana, més un projecte final de carrera de 15 crèdits.

2.3.2

Pla d'estudis

1r any - 1r quadrimestre

Probabilitat i Processos Estocàstics (7,5 crèd.)	Mètodes Estadístics 1 (6 crèd.)	Optimització Contínua (6 crèd.)	Economia (6 crèd.)	Complements de Programació (6 crèd.)
---	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------	---

1r any - 2n quadrimestre

Models Estocàstics de la Investigació Operativa 1 (6 crèd.)	Mètodes Matemàtics 1 (6 crèd.)	Optativa o ALE (*)	Mètodes Estadístics 2 (6 crèd.)	Bases de Dades (6 crèd.)
--	-----------------------------------	--------------------	------------------------------------	-----------------------------

2n any - 1r quadrimestre

Models Lineals Generalitzats (7,5 crèd.)	Mètodes Matemàtics 2 (6 crèd.)	Optativa o ALE (*)	Inferència i Decisió (7,5 crèd.)	Models Estocàstics de la Investigació Operativa 2 (6 crèd.)
---	-----------------------------------	--------------------	-------------------------------------	--

2n any - 2n quadrimestre

Optativa o ALE (*)	Mètodes Estadístics 3 (6 crèd.)	Optativa o ALE (*)	Programació Matemàtica (7,5 crèd.)	Projecte de Fi de Carrera (15 crèd.)
--------------------	------------------------------------	--------------------	---------------------------------------	---

(*) S'hauran de superar 12 crèdits optatius i 15 crèdits de lliure elecció. L'FME reconeix l'excés de crèdits optatius superats com a crèdits de lliure elecció superats.

La Facultat, en la mida de les seves possibilitats i d'acord amb les normatives de la Universitat, fa una oferta anual d'assignatures optatives. Sense perjudici d'una adaptació anual de la llista d'assignatures optatives, aquesta inicialment està formada per:

Assignatures optatives

- Anàlisi de Dades Discretes
- Anàlisi de la Supervivència
- Consultoria i Redacció d'Informes
- Fonaments d'Estadística Mèdica
- Inferència Bayesiana
- Mètodes Heurístics en Programació Matemàtica
- Models no Paramètrics
- Modelització en Programació Matemàtica
- Optimització a Gran Escala
- Tècniques de Mostreig

Assignatures de lliure elecció

Consulteu el capítol 3 d'aquesta guia docent.

2.3.3

Programes de les assignatures

ANÀLISI DE DADES DISCRETES

1.- Identificació

Codi: 26337

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: PÉREZ CASANY, MARTA

Altres professors:

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques		
Problemes i/o pràctiques		
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		
	Total	

Prerequisits: Inferència, Model Lineal Generalitzat

3.- Objectius

Les dades discretes engloben els recomptes, un dels procediments preferits per resumir i presentar resultats.

L'objectiu del curs és tant desenvolupar el marc teòric com posar en pràctica els coneixements, que s'impartiran a través de quatre temes o unitats. Els dos primers fan referència als models discrets en absència de covariants. El tercer se centra en les taules de contingència. Finalment, el quart i darrer pretén ampliar els coneixements que els estudiants tenen de la regressió logística i els models log-lineals endinsant-se en la utilització de tècniques relativament recents.

4.- Continguts

1. Distribucions discretes clàssiques: gènesi i principals propietats principals.

Distribucions binomial, de Bernouilli i de Poisson. Teorema de Moivre. La de Poisson com a límit de binomials. Distribució multinomial. Relació entre la multinomial i la de Poisson. Distribució hipergeomètrica.

2. Tres problemes reals: impossibilitat d'observar el zero, zero-inflació i sobredi

Com la manera d'obtenir les observacions ens porta a vegades a la impossibilitat d'observar el zero. Què s'entén per dades zero-inflades. Què s'entén per dades sobredispersades. La falta d'independència com a possible causa de sobredispersió. Distribucions truncades. Distribucions binomial i de Poisson zero-inflades (ZIB i ZIP). Les ponderacions i les mixtures com a solució a la sobredispersió. Distribucions binomial i de Poisson ponderades, estudi dels casos particulars de les distribucions size-biased i de les distribucions de Gelfand i Dalal (1990). Les distribucions truncades com a cas particular de distribucions ponderades. Distribucions mixtura on la distribució de barreja és discreta. Distribucions mixtura on la distribució de barreja és contínua: beta-binomial, binomial negativa i distribució de Sichel. Tests per detectar sobredispersió.

3. Models amb covariants: regressió logística i models log-lineals.

Breu repàs als models lògit, pròbit i complementari log-log per a respostes binàries i als models log-lineals per a variables recompte. Anàlisi d'una taula de contingència mitjançant un model log-lineal. Regressió binària utilitzant la binomial negativa estesa (Prentice, 1986). Regressió logística utilitzant la binomial negativa i la tècnica de quasiversemblança. Tests per sobredispersió (Dean i Lawless 1989, Dean 1992). Tests score per a zero-inflació en els models binomial i Poisson (Deng i Paul 2000, Ridout, Demétrio i Hinde, 2001).

4. Taules de contingència.

Com sorgeixen les taules de contingència? Objectius en l'anàlisi d'una taula de contingència. La multinomial, la hipergeomètrica, la binomial i la de Poisson vistes com a distribucions dels valors d'una taula de contingència. Anàlisi d'una taula de contingència mitjançant regressió logística. Anàlisi d'una taula de contingència mitjançant un model log-lineal. Combinació de la informació de diverses taules de contingència 2×2 . Independència en taules de contingència de tres factors.

5.- Capacitats

6.- Metodologia

Enfocament de la metodologia docent:

- **Sessions de teoria:** El curs constarà de sessions expositives de teoria (una a la setmana).
- **Sessions de problemes:** sessions de problemes resoltos pel professor.
- **Pràctiques:** Sessions pràctiques a l'aula d'informàtica, on es treballarà amb software estadístic. Els resultats dels treball de grup els presentaran els participants en la classe.

7.- Avaluació

La nota de l'assignatura dependrà de l'examen final però tindrà en compte els exercicis

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cox, D. R.; Snell, E.J.. *Analysis of binary data*, 2nd ed.. Chapman and Hall, 1989.
- Everitt, Brian. *The analysis of contingency tables*, 2nd ed.. Chapman and Hall, 1992.
- Johnson, N. L.; Kemp, A.W.; Kotz, S.. *Univariate discrete distributions*, 3rd ed.. Wiley-Interscience, 2005.
- Zelterman, Daniel. *Models for discrete data*, . Clarendon Press, 1999.
- Anderson, D. A.. *Some models for overdispersed binomial data - Australian Journal of Statistics*, 1988, 30, 125-148., . . .

Referències complementàries:

- Dean, C. B.. *Tests for overdispersion in Poisson and binomial regresion models - American Statistical Association*, 1992, 87, 451-457., . . .
- Dean, C.; Lawless, J. F.. *Tests for detecting overdispersion in Poisson regression models - Journal of the American Statistical Asociation*, 1989, 84, 467-472., . . .
- Gelfand, A. E.; Dalal, S. R.. *A note on overdispersed exponential families - Biometrika*, 1990, vol. 77, n° 1, 55-64., . . .
- Kupper, L.L.; Haseman, J. K.. *The use of correlated binomial model for the analysis of certain toxicological experiments - Biometrics*, 1978, 34, 69-76., . . .
- Prentice, R. L.. *Binary regression using extended beta-binomial distribution - Journal of the American Statistical Association*, 1986, 81, 321-327., . . .

ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA

1.- Identificació

Codi: 26331

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: GÓMEZ MELIS, GUADALUPE

Altres professors: LANGOHR, KLAUS GERHARD

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques		
Problemes i/o pràctiques		
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		
	Total	

Prerequisits: Probabilitat, Inferència

3.- Objectius

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

- El curs d'Anàlisi de la Supervivència 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, tot i que s'enfoca sobretot des del punt de vista de les aplicacions en la medicina, en la salut pública i en l'epidemiologia, té aplicació directa en altres disciplines com ara en els estudis econòmics, en les ciències actuàries, en l'enginyeria i en 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'altra, posar en pràctica els coneixements adquirits mitjançant l'ús d'un paquet estadístic (R).

4.- Continguts

1. Conceptes bàsics i models paramètrics

2. Tipus de censura i truncament.

Censura no informativa versus censura informativa. Models de riscos competitius

3. Inferència no paramètrica per a una mostra:

Estimador de Nelson-Aalen per la funció de risc acumulada i estimador de Kaplan-Meier per la funció de supervivència.

4. Comparació de dues o més poblacions:

La prova (ponderada) del log-rank, la prova de Mante-Haenszel, proves estratificades.

5. Regressió paramètrica:

El model de vida accelerada

6. Regressió semiparamètrica:

El model de Cox

5.- Capacitats

6.- Metodologia

Per aquesta assignatura es disposa d'un llibre en castellà que es pot adquirir a fotocòpies o baixar de la intranet. Se segueix fidelment el llibre, se'n discuteix la major part, tot i que es deixen alguns temes per a lectura individual. El llibre incorpora al final de cada capítol un conjunt d'exercicis, en que es combinen els teòrics amb els pràctics.

- **Sessions de teoria:** Són sessions de dues hores a on es presenta el material de l'assignatura. El professor 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.
- **Sessions de problemes:** Estan incorporades a les sessions de pràctiques.
- **Pràctiques:** Són sessions de dues hores 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.

7.- Avaluació

L'avaluació es realitzarà a partir dels següents elements:

- Lliurament de problemes al llarg del quadrimestre (5 col·leccions)(25%)
- Pràctica amb S-PLUS (25%)
- Examen final (50%)

El curs constarà de sessions expositives de teoria (una a la setmana), sessions de problemes resolts pel professor i sessions pràctiques a l'aula informàtica (aquestes sessions seran una vegada cada dues setmanes).

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Collett, D.. *Modelling survival data in medical research*, 2nd. ed.. Chapman & Hall, 2003.
- Klein, John P.; Moeschberger, M.L.. *Survival analysis techniques for censored and truncated data*, . Springer, 1997.
- Parmar, Mahesh K. B.; Machin, D.. *Survival analysis a practical approach*, . John Wiley & Sons, 1995.
- Therneau, Terry M.; Grambsch, P.M.. *Modeling survival data extending the Cox model*, . Springer, 2000.

Referències complementàries:

- 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.
- Kleinbaum, David G.. *Survival analysis a self-learning text*, . Springer, 1996.
- Lee, Elisa T.. *Statistical methods for survival data analysis*, 2nd ed.. Wiley, 1992.

BASES DE DADES // DISSENY I GESTIÓ DE BD

1.- Identificació

Codi: 26308

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 2

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: ABELLO GAMAZO, ALBERTO

Altres professors: MARTIN ESCOFET, CARME

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		4
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		14+6
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		14
	Total	116

3.- Objectius

En general, assolir les capacitats descrites a l'apartat corresponent:

- Obtenir una visió global dels sistemes d'informació de les organitzacions.
- Conèixer diferents tipus de bases de dades i els models teòrics que segueixen.
- Distingir els sistemes operacionals i decisionals.
- Entendre el procés de prospecció de dades i el seu encaix en el procés de presa de decisions, incloent-hi les fases de selecció, preparació i neteja de dades.
- Ser capaç d'utilitzar diferents eines de consulta de bases de dades.

4.- Continguts

1. Introducció

Conceptes bàsics de bases de dades i sistemes de gestió de bases de dades.

2. Bases de dades relacionals

Model de dades relacional i com fer-hi consultes.

3. Consultes estadístiques i seguretat

Model de dades estadístic, conceptes generals de control d'accés i problemàtica d'inferència.

4. Magatzems de dades

Conceptes bàsics de la gestió de dades (*data warehousing*), tipus de dades (metadades) i arquitectures.

5. Anàlisi multidimensional

Model de dades multidimensional i eines OLAP.

6. Prospecció de dades

Conceptes i tècniques de mineria de dades (*data mining*) dins del procés de descobriment de coneixement en bases de dades (*knowledge discovery in databases*).

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

Tema 0:

- Conèixer algunes definicions de bases de dades.
- Especificar alguns objectius d'un sistema de gestió de bases de dades (SGBD).
- Reconèixer els diferents tipus d'usuaris d'un SGBD operacional.
- Enumerar els diferents tipus de SGBD al llarg de la història.
- Distingir el món real, el de les concepcions i el de les representacions.
- Diferenciar un sistema de fitxers d'un SGBD.

Tema 1:

- Identificar els tres components de tot model de dades (estructures, operacions i restriccions d'integritat) i exemplificar-los amb el model relacional.
- Identificar l'extensió i la intensió d'una relació.
- Calcular el grau i la cardinalitat d'una relació.
- Distingir els conceptes de superclau, clau candidata, clau primària, clau alternativa i clau forana, i reconèixer-les atesa l'extensió d'una relació.
- Explicar cadascun dels tres components del model relacional.
- Resoldre consultes amb àlgebra relacional.
- Resoldre consultes amb SQL.

Tema 2:

- Interpretar una taula estadística.
- Conèixer els aspectes més importants de la Llei orgànica de protecció de dades personals.
- Distingir els conceptes d'identificació, autenticació i autorització.
- Distingir una taula estadística d'una de relacional.
- Descriure els tres components del model de dades estadístic (estructures, operacions i restriccions d'integritat).
- Reconèixer la problemàtica del control d'inferència.
- Descriure algunes tècniques de protecció d'inferència.
- Explicar les tres condicions necessàries de sumaritzabilitat.

Tema 3:

- Reconèixer els diferents tipus d'usuaris i eines d'una base de dades decisional.
- Distingir el magatzem de dades corporatiu (*data warehouse*), el magatzem de dades departamental (*data mart*) i el magatzem de dades operacional (*operational data store*).
- Reconèixer els diferents tipus de dades que trobem en un magatzem de dades i enumerar-ne les característiques.
- Distingir el temps de càrrega del de consulta en un magatzem de dades.
- Descriure una arquitectura de referència per a l'emmagatzematge de dades.
- Descriure els requeriments d'un sistema decisional.
- Distingir les característiques d'un entorn operacional i decisional.
- Analitzar si és necessari o no implantar un magatzem de dades.
- Analitzar els usos dels diferents tipus de metadades.

Tema 4:

- Justificar la utilitat de l'anàlisi multidimensional.
- Descriure un cub de dades.
- Definir l'eina OLAP.
- Distingir alguns tipus d'eines OLAP (ROLAP, MOLAP, HOLAP, etc.).
- Descriure els tres components del model de dades multidimensional (estructures, operacions i restriccions d'integritat).
- Interpretar els diferents tipus d'esquema multidimensional (estrella, floc de neu i galàxia).
- Utilitzar les extensions de l'SQL99 per a l'anàlisi multidimensional.
- Resoldre consultes mitjançant l'àlgebra multidimensional.
- Aplicar conceptes multidimensionals per fer consultes a una base de dades utilitzant una eina OLAP.

Tema 5:

- Justificar la utilització de la mineria de dades (*data mining*).
- Caracteritzar cadascuna de les diferents etapes del descobriment de coneixement en bases de dades (*knowledge discovery in databases*).
- Relacionar l'emmagatzematge de dades i el descobriment de coneixement.
- Caracteritzar cadascuna de les etapes del preprocés.

- Definir els objectius per a un estudi de dades relativament simple.
- Decidir el preprocés que necessitaran unes certes dades.
- Descriure diferents aplicacions i objectius de la mineria de dades.
- Distingir entre predicció i explicació.
- Explicar el funcionament bàsic d'algorismes per: arbres de decisió, xarxes neuronals, regles d'associació i clusterització.
- Avaluar els models utilitzats en un estudi de dades relativament simple.
- Utilitzar una eina senzilla de mineria de dades.

Capacitats prèvies necessàries

- Coneixements bàsics del model relacional i el llenguatge de consulta SQL.
- Coneixements bàsics de programació, per poder entendre un algorisme en pseudocodi.
- Nocions bàsiques d'estadística, probabilitat i inferència.

6.- Metodologia

S'utilitzen classes expositives clàssiques i activitats d'aprenentatge cooperatiu.

- **Sessions de teoria:** Es barregen les classes expositives i les activitats d'aprenentatge cooperatiu.
- **Sessions de problemes:** Es realitzen durant les set primeres setmanes i es basen en activitats d'aprenentatge cooperatiu.
- **Pràctiques:** Es realitzen a les aules de PC, durant les set darreres setmanes del curs.

7.- Avaluació

La nota es calcula de la manera següent:

Si:

EP = nota de l'examen parcial

P = nota de les pràctiques de laboratori

(se'n fan com a mínim tres de puntuables)

EF = nota de l'examen final, de tota la matèria

aleshores:

$$\text{Nota} = 25\% * \max(EP, EF) + 15\% * P + 60\% * EF$$

La participació a classe i en les activitats d'aprenentatge cooperatiu poden incrementar aquesta nota fins a 1 punt sobre 10, a criteri del professor i sempre que la nota sigui superior a 4.

La convocatòria extraordinària consisteix en un examen de tota la matèria, la nota del qual substitueix la nota EF en la fórmula anterior.

El lliurament de la feina feta a classe de laboratori és obligatori i el percentatge de la nota final que li correspon (nota P) no és recuperable mitjançant l'examen, ni tan sols a la convocatòria extraordinària.

Per a cada sessió, el professor fixa un termini màxim per lliurar la feina que es demana; sovint és el mateix final de la sessió, és a dir que són sessions de laboratori tancades.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Han, J.; Kamber, M.. *Data mining concepts and techniques*, . Morgan Kaufmann, 2001.
- Kimball, Ralph. *The data warehouse toolkit practical techniques for building dimensional data*, . John Wiley & Sons, 1996.
- Rafanelli, Maurizio. *Multidimensional databases problems and solutions*, . Idea Group Publishing, 2003.
- Silberschatz, A.; Korth, H.F.; Sudarshan, S.. *Fundamentos de bases de datos*, 4^a ed.. McGraw-Hill, 2002.
- Witten, I. H.; Frank, E.. *Data mining practical machine learning tools and techniques with java*, . Morgan Kaufman, 1999.

Referències complementàries:

- Date, C. J.. *An introduction to database systems*, 7th ed.. Addison-Wesley, 2000.
- Elmasri, R.; Navathe, S.B.. *Sistemas de bases de datos conceptos fundamentales*, 2^a ed.. Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.
- Fayyad, U.M. ... [et al.]. *Advances in knowledge discovery & data mining*, . AAA/MIT Press, 1996.
- Inmon, William H.; Imhoff, C.; Sousa, R.. *Corporate information factory*, . John Wiley, 1998.
- Ramakrishnan, Raghu. *Database management systems*, . WCB/McGraw-Hill, 1998.

Enllaços:

- www.olapreport.com
- www.KDnuggets.com
- www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/book.html

COMPLEMENTS DE PROGRAMACIÓ // PROGRAMACIÓ

1.- Identificació

Codi: 26304

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: GABARRÓ VALLÉS, JOAQUIN

Altres professors: MARCO GOMEZ, JORDI

Idioma: Català (llibres i part del material en anglès)

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		3+3=6
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2	26
Realització de treballs		30
Preparació d'exàmens		15+15=30 *
	Total	170

(*) Hi ha dos exàmens: el parcial i el final.

3.- Objectius

Familiaritzar els estudiants amb un entorn informàtic i amb un llenguatge de programació actual, en aquest cas, el Java. D'una banda, es vol aprofundir en el disseny de bons programes en Java i, d'una altra, ensenyar a utilitzar biblioteques com la JCF (Java Collection Framework) o la JMF (Java Media Framework). A més a més, els estudiants aprenen els rudiments de l'arquitectura client/servidor, que està a la base de moltes aplicacions d'avui en dia. En resum, es vol que siguin científics que sàpiguen utilitzar un entorn informàtic actual.

- Aconseguir que els estudiants se sentin còmodes i siguin fiables en el disseny i la implementació de programes orientats a objectes.
- Que puguin dissenyar programes que realitzin les operacions d'I/O mitjançant una interfície gràfica, ja que això és fonamental en les aplicacions web.
- Que puguin realitzar animacions senzilles utilitzant la classe Thread de Java.
- Que sàpiguen estructures de dades a nivell d'usuari, és a dir, que puguin utilitzar amb fluïdesa la JCF.
- Que aprenguin els elements bàsics de la programació web, és a dir, miniaplicacions (applets) i miniaplicacions de servidor (servlets).
- Introducció a programació multimèdia utilitzant la JMF.
- Introduir-los en la programació multimèdia mitjançant la JMF.

4.- Continguts

1. Programació orientada a objectes.

Classes i objectes, atributs i mètodes. Introducció a l'herència. Exemples senzills d'utilització.

2. Elements de disseny d'interfícies gràfiques

Descripció i utilització de l'AWT (Abstract Window Toolkit).

3. Primers passos en threads.

Introducció de la classe Thread de Java i exemples d'aplicació.
Problemes d'interferència destructiva. Locks de Java i disseny de monitors.

4. Introducció a les estructures de dades.

Necessitat de la memòria dinàmica. Llistes encadenades i introducció als arbres, iteradors.
Altres estructures de dades. Descripció i utilització de la JCF, Java Collection Framework.

5. Elements de programació web

HTML, HTTP i arquitectura client-servidor. El costat del client, la classe Applet.
El costat del servidor, la classe Servlet.

6. Elements multimèdia.

Descripció i utilització de JMF, Java Media Framework.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Que puguin dissenyar programes senzills en Java mitjançant classes i objectes. De manera més general, que es familiaritzin amb la programació orientada a objectes.
- Que els programes que dissenyin puguin tenir l'I/O gràfic i en particular que manipulin amb facilitat l'AWT de Java.
- Que els programes que dissenyin puguin tenir animacions. Han de saber utilitzar la classe Thread de Java.
- Que puguin utilitzar una biblioteca d'estructures de dades i de manera particular la JCF.
- Que totes les capacitats precedents s'integrin a fi de dissenyar aplicacions web senzilles (han de saber utilitzar les classes Applet i Servlet de Java).
- Saber fer alguns programes senzills multimèdia mitjançant la JMF de Java.

Capacitats prèvies necessàries

- Disseny i implementació de programes senzills mitjançant procediments i funcions en C, C++ o Java.

6.- Metodologia

- **Sessions de teoria:** S'introdueixen els conceptes bàsics de programació, com per exemple les classes, els objectes o threads. A més a més, se'n mostra la necessitat mitjançant exemples. Finalment es mostra com s'implementen en l'entorn Java.

També es proposen i es resolen exercicis i/o problemes convencionals de llapis i paper.

- **Sessions de problemes:**
- **Pràctiques:** Els estudiants implementen exercicis pràctics de programació que mostren la utilitat dels conceptes ensenyats a les classes de teoria.

7.- Avaluació

Hi ha un examen parcial no eliminadori de matèria i l'examen final a més de la pràctica. La nota final es calcula segons la fórmula següent:

$$\max((\text{examen parcial} + \text{examen final})/2, \text{examen final}) * 0,7 + \text{pràctica} * 0,3$$

Per al cas de l'examen extraordinari, la nota es calcula segons la fórmula següent:

$$\text{Examen} * 0,7 + \text{pràctica} * 0,3$$

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bishop, J.. *Java gently*, 3a ed.. Addison -Wesley, 2001.
- Weiss, M.A.. *Data structures and problem solving using Java*, 3a ed.. Addison-Wesley, 2006.
- Palma, J.T., et al.. *Programación concurrente*, . Thomson, 2003.
- Campione, M.; Walrath, K.; Huml. *The Java tutorial a short course on the basics*, 3a ed.. Addison-Wesley, 2001.

Referències complementàries:

- Deitel, H. M.; Deitel, P.J.. *Java how to program*, 6a ed.. Prentice Hall, 2005.
- Gamma, E.; Beck, K.. *Contributing to Eclipse*, . Addison-Wesley, 2004.

Enllaços:

- <http://java.sun.com>
- <http://www.eclipse.org>

CONSULTORIA I REDACCIÓ D'INFORMES

1.- Identificació

Codi: 26340

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (crèdits teòrics + crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: GÓMEZ MELIS, GUADALUPE

Altres professors: TORT-MARTORELL LLABRES, JAVIER / ALBEROLA PEREZ, MARIA LUZ

Idioma: català i/o castellà i anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques		
Problemes i/o pràctiques		
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		
	Total	

3.- Objectius

En aquesta assignatura es presenten i discuteixen eines i tècniques que preparin l'alumne per al seu desenvolupament professional:

- Iniciar l'estudiant en les principals eines i estratègies de cerca d'informació així com en els diferents tipus de fonts documentals
- Preparar l'estudiant per escriure documents tècnics, de treball, articles científics i de divulgació o monografies del tipus tesina de màster o tesis doctoral, i per fer presentacions orals, en funció de l'audiència i dels mitjans
- Aprendre a interaccionar amb clients en un nou entorn tot identificant el problema des del vessant científic, econòmic i comercial
- Familiaritzar l'estudiant amb l'ús de l'anglès tècnic escrit i oral

4.- Continguts

1. Recursos d'informació.

- A) El valor de la informació en el procés d'investigació: el procés de cerca i les seves etapes: el cicle de la informació. Identificar les necessitats d'informació dels investigadors
- B) L'estratègia de cerca i recuperació de la informació: definir el tema de cerca. Identificar i seleccionar les paraules clau o descriptors. Relacionar els termes de cerca: operadors booleans, de proximitat i truncaments. Modificar l'estratègia de cerca en funció dels resultats
- C) Les eines de cerca d'informació: definició i ús. Bibliotècnica. Bases de dades pluridisciplinàries i especialitzades. Catàlegs, cercadors, internet invisible, portals temàtics, professors i experts (professionals, bibliotecaris temàtics...). Serveis per estar al dia
- D) La tipologia documental de les fonts d'informació: definició i ús. Revistes i sumaris de revistes (en paper i electròniques). Actes de congressos. Tesis doctorals i PFC. Altres: informes tècnics, normes, patents, legislació, directoris d'empreses...

2. Escriptura d'informes.

- A) Raons per escriure. Característiques de la bona escriptura. Tècniques per buscar, ordenar i nodrir idees. El procés de l'escriptura.
- B) Estructura de la comunicació escrita. Llenguatge professional i llenguatge científic. Apartats d'un informe tècnic.
- C) Estil. Presentació de resultats. Revisió. Audiència. Ús de normatives i llistes de comprovació.

3. Consultoria estadística.

- A) Objectius de la consultoria. Capacitats del bon consultor. Tècniques per escoltar i per millorar la relació. Identificació i especificació en termes quantitius dels objectius del client.
- B) Estimació de l'esforç, planificació i pressupost. Negociació. Resolució de conflictes.
- C) Informe i comunicació de resultats. Continuació de la relació.
- D) Codis de conducta. Perfils. Associacions professionals.
- E) Exemples.

4. Presentació de resultats.

- A) L'anglès com a llenguatge tècnic. Estil i normatives.
- B) Característiques d'una bona exposició oral. Tècniques.

5.- Capacitats

Capacitats prèvies necessàries

S1 i tenir matriculada alguna assignatura de S2.

6.- Metodologia

Enfocament de la metodologia docent:

Aquesta assignatura es planteja partint d'un aprenentatge centrat en l'alumne, amb vista a fomentar-ne l'autonomia i la capacitat d'organització, seguint les propostes pedagògiques del nou marc educatiu. S'aplicarà una metodologia d'aprenentatge cooperatiu per promoure la reflexió personal, la comunicació i la posada en pràctica de la teoria.

El curs està compost per quatre parts que cobreixen els quatre objectius.

La primera part es basarà en l'exposició teòrica i la discussió de casos pràctics.

La segona part, impartida per personal de la Biblioteca, representa 1 ECTS i consta de quatre mòduls de continguts accessibles des de la plataforma Atenea. En el transcurs de l'assignatura, l'alumnat podrà adreçar-se al professor mitjançant el correu electrònic i el fòrum. Els mòduls s'impartiran en sis sessions de dues hores de classe. Es combinarà la classe expositiva (exposició del professor, treballs en grups) amb l'aprenentatge dirigit (projecte tutoritzat, estudi de casos, participació en el fòrum, visites a la Biblioteca).

La tercera part dedicada a l'aprenentatge de l'escriptura tècnica i científica es desenvoluparà en cinc sessions de tres hores al llarg d'una setmana. S'impartirà íntegrament en anglès.

La quarta part consistirà en un petit seminari sobre tècniques d'exposició oral i acabarà amb la defensa per part de l'alumne d'un treball relacionat amb alguna de les altres assignatures del l'S2, on haurà de posar de manifest tant les habilitats informacionals adquirides com la destresa escrita i oral, i tot això desenvolupat en anglès.

7.- Avaluació

Cada una de les quatre parts comporta un 25% de la nota final

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Domingo Ajenjo, Alberto. *Dirección y gestión de proyectos un enfoque práctico*, 2ª ed.. Ra-ma, 2005.
- Ertel, D.. *Negociación 2000*, . McGraw-Hill, 1996.
- Greenfield, T.. *Research methods for postgraduates*, . Arnold, 2002.
- Hand, D.J.; Everitt, B.S. (editors). *The statistical consultant in action*, . Cambridge University Press, 1987.
- Joiner, B. L .. *Statistical consulting: encyclopaedia statistical sciences*, . Wiley, 1999.

Referències complementàries:

- Finch, H.. *Client perceived pitfalls in statistical consulting: an ethnographic study* - The, . . .

Enllaços:

- <http://www.amstat.org/sections/cnsl/>
- <http://www.statisticstutors.com/>

ECONOMIA // INVESTIGACIÓ COMERCIAL

1.- Identificació

Codi: 26303

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: BELLES ROS, FRANCESC XAVIER

Altres professors:

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs	4	48
Preparació d'exàmens		
	Total	100

3.- Objectius

Relacionar el món de l'empresa amb el seu entorn:

- Analitzar el funcionament de l'empresa, la seva organització i els seus subsistemes.
- Conèixer i aprendre a interpretar els principals documents en què es basa el sistema d'informació d'una empresa.
- Introduir l'alumne en els principis de la presa de decisions a l'empresa.
- Fomentar el treball en grup i millorar l'expressió oral i escrita.

4.- Continguts

1. Problemes i objectius econòmics

2. Els agents econòmics: famílies, empreses i sector públic

3. Fonaments d'economia de l'empresa

Teoria del pensament administratiu
L'empresa: tipologies i formes jurídiques

4. Subsistemes de l'empresa

Direcció general
Compres - Producció - Logística
Qualitat
Comercial - Màrqueting
Recursos humans
Administració - Finances

5. L'administració de l'empresa:

Els sistemes d'informació: comptabilitat i altres sistemes
Balanç
Compte de resultats
Control de gestió: la planificació i el *reporting*

6. La presa de decisions a l'empresa

Decisions d'explotació: baixa i alta utilització de la capacitat
Decisions d'inversió: VAN, TIR
Introducció al risc

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Entendre la naturalesa dels problemes habituals en la gestió d'organitzacions.
- Entendre la naturalesa dels problemes econòmics en general.
- Conèixer les pròpies preferències pel que fa a decisions personals en la vida professional i les limitacions que comporta cada tria.

- Entendre les contradiccions entre els interessos legítims de les persones dins de l'organització i entre organitzacions.

6.- Metodologia

- **Sessions de teoria:** Sessions de 2 hores en què es combina l'exposició teòrica amb la participació dels alumnes.
- **Sessions de problemes:** Si el nombre d'alumnes ho permet, resolució de problemes treballant en equips reduïts, durant les hores lectives.
- **Pràctiques:** Recerca d'informació rellevant per a l'assignatura i processament de les dades obtingudes, per fer-ne una presentació a classe, si cal.

7.- Avaluació

Realització d'un treball en equip, de caire generalista.

La participació a classe és obligatòria perquè forma part del mètode docent, però només influeix en la nota final si té una qualitat remarcable.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ochoa Laburu, C.. *Economía y organización de empresas*, . Editorial Donostiarra, 1996.

Referències complementàries:

- Ollé, M., et al.. *El plan de empresa*, . Marcombo Boixareu editores, 1997.

Enllaços:

- www.emprendedor.com

FONAMENTS D'ESTADÍSTICA MÈDICA

1.- Identificació

Codi: 26332

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: COBO VALERI, ERIK

Altres professors: GONZÁLEZ ALASTRUE, JOSÉ ANTONIO

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques		
Problemes i/o pràctiques		
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		
	Total	

3.- Objectius

Quan s'acabi el curs, l'estudiant serà capaç de dissenyar i analitzar, de manera vàlida i eficient, estudis adreçats als objectius mèdics de pronòstic, diagnòstic, intervenció i distribució de recursos.

- També podrà interpretar i avaluar críticament els seus resultats i els d'altres investigadors i en podrà informar.

4.- Continguts

1. Estudis pronòstic:

Dissenys longitudinals més habituals, aplicacions de la modelització estadística i mesures de l'encert pronòstic.

2. Estudis diagnòstics

Dissenys transversals més habituals i estratègia i decisió diagnòstica.

3. Recerca de causes

Dissenys longitudinals observacionals més habituals i anàlisi estadística.

4. Estimació d'efectes

Dissenys experimentals més habituals (paral·lel, canvi, supervivència, cross-over).

5. Optimització de la recerca

Implicacions del disseny i l'anàlisi en la validesa i precisió de les estimacions. Disseny i estimadors eficients. Desviacions del protocol: minimització i quantificació de la incertesa.

6. Conducció de la recerca

Protocol, hipòtesi, documentació, qualitat, aspectes ètics, planificació, execució, seguiment.

7. Interpretació i publicació

Implicacions clíniques dels resultats. Biaix en les publicacions. Guies internacionals d'harmonització. Llistes de comprovació de les revistes biomèdiques. De la inferència a la decisió.

5.- Capacitats

6.- Metodologia

El curs és de caràcter essencialment pràctic i amb orientació PBL (project/problems based learning). Concretament es pretén:

- 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 fer l'anàlisi.

Pràctiques: El desenvolupament de les pràctiques és amb SAS.

7.- Avaluació

- Una part de la nota prové dels projectes realitzats durant el curs (40%).
- La prova final consistirà en una part teòrica (30%) i una d'anàlisi de dades (30%).

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Samuels, M.L.; Witmer, J.A.. *Statistics for the life sciences*, 3rd ed.. Prentice Hall, 2003.
- Wayne W. Daniel. *Biostatistics a foundation for analysis in the health sciences*, 7th ed.. Wiley, 2004.
- Armitage, P.; Berry, G.. *Statistical methods in medical research*, 3rd ed.. Blackwell Scientific Publications, 2001.
- Clayton, D.; Hills, M.. *Statistical models in epidemiology*, . Oxford University Press, 1993.
- Zeiger, M.. *Essentials of writing biomedical research papers*, 2nd ed.. McGraw-Hill, 2000.

INFERÈNCIA BAYESIANA

1.- Identificació

Codi: 26338

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: GINEBRA MOLINS, JOSEP

Altres professors: PUIG ORIOL, XAVIER

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques		
Problemes i/o pràctiques		
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		
	Total	

Prerequisits: Probabilitat, Inferència

3.- Objectius

Es pretén que l'alumne acabi tenint els següents coneixements i habilitats:

Combinarà les estratègies freqüentista i bayesiana per encarar i resoldre problemes.

Conèixer els elements d'un problema d'inferència bayesiana, les diferents formes que pot adoptar i ser capaç de triar-ne una en cada problema concret.

Conèixer els avantatges i desavantatges de la modelització bayesiana respecte la freqüentista.

Plantejar i resoldre analíticament problemes de inferència bayesiana en models basats en famílies exponencials i distribucions a priori conjugades.

Plantejar i resoldre amb mètodes numèrics problemes d'inferència bayesiana en models complexos.

4.- Continguts

1. Models estadístics

1. Model estadístic. 2. Crítica de la inferència freqüentista. 3. Inferència basada en la versemblança. 4. Model Bayesià. 5. Distribució a posteriori. 6. Distribució predictiva a priori, i a posteriori. 7. Inferència bayesiana. 9. Pros i contres.

2. Elecció de la distribució a priori

1. Famílies de distribucions conjugades. 2. Famílies exponencials i suficiència. 3. Distribucions no informatives.

3. Inferència bayesiana

1. Distribució a posteriori com a estimador. 2. Estimació puntual. 3. Estimació per interval. 4. Prova de dues hipòtesis. 5. Prova de més de dues hipòtesis i selecció de models. 6. Predicció. 7. Model averaging. 8. Inferència a partir de la simulació. 9. Comportament asimptòtic i aproximació de la distribució a posteriori. 10. Avaluació freqüentista (Bayesiana) de la inferència bayesiana (freqüentista). 11. Pros i contres

4. Tècniques de càlcul bayesià

1. Necessitat d'integrar. 2. Mètodes numèrics. 3. Integració de Monte Carlo i importance sampling. 4. Mètodes de Monte Carlo basats en Cadenes de Markov (MCMC) 5. Metropolis-Hastings. 6. Mostratge de Gibbs. 7. Software per al càlcul bayesià.

5. Decisió estadística

1. Descripció del problema. 2. Aproximació freqüentista. 3. Aproximació bayesiana. 3. Estimació puntual. 4. Proves d'hipòtesi.

6. Models sense variables explicatives

1. Model normal de localització. 2. Model normal. 3. Model de Poisson. 4. Model binomial. 5. Model multinomial. 6. Família exponencial.

7. Models de regressió

1. Model lineal normal. 2. Models per a respostes binàries. 3. Models per a respostes enteres no negatives. 4. Models per a respostes politòmiques. 5. Model lineal generalitzat.

8. Models jeràrquics

1. Model jeràrquic normal. 2. Model jeràrquic de Poisson. 3. Model jeràrquic binomial. 4. Model jeràrquic multinomial. 5. Models jeràrquics de regressió. 6. Independència condicional i intercanviabilitat.

9. Validació de models

5.- Capacitats

6.- Metodologia

Enfocament de la metodologia docent:

El curs constarà de sessions expositives de teoria (una a la setmana), sessions de problemes resolts pel professor i sessions pràctiques a l'aula d'informàtica (aquestes sessions seran una vegada cada dues setmanes). A les sessions de teoria, es proposaran problemes per fer a casa, que s'hauran de lliurar fets a la propera classe de problemes. En cada una de les pràctiques es proposarà un exercici que s'haurà de lliurar a la sessió pràctica següent.

7.- Avaluació

Mètode d'avaluació:

La nota de l'assignatura serà:

$$\text{Nota} = 0,5 * \text{NP} + 0,5 * \text{NF}$$

on la NP dependrà dels exercicis i la NF dependrà de l'examen final.

8.- Bibliografia

INFERÈNCIA I DECISIÓ//INFERÈNCIA

1.- Identificació

Codi: 26305

Tipus: Obligatòria

Curs: 2 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 7,5 (4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: GÓMEZ MELIS, GUADALUPE

Altres professors: PORTA BLEDA, NÚRIA

Idioma: Català i castellà

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		2x3=6 (a)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	3	39
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		10+30 (b)
	Total	189

(a) 3 hores per a l'examen parcial i 3 hores per a l'examen final.

(b) 10 hores per a la preparació de l'examen parcial i 30 hores per a la preparació de l'examen final.

3.- Objectius

El curs d'Inferència Estadística i Teoria de la Decisió proporciona una base teòrica dels fonaments de l'estadística. El seu objectiu principal és capacitar els estudiants per raonar en termes estadístics amb la finalitat de realitzar un exercici professional rigorós.

També pretén ser una llavor formativa per a la consolidació de joves investigadors en aquesta àrea de la ciència i la tecnologia.

- L'alumne ha de conèixer 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. Ha de conèixer el principi de suficiència i el de versemblança i saber distingir-los. També ha d'entendre que la filosofia freqüentista i la bayesiana són dues formes d'encarar un problema, no necessàriament contraposades i de vegades complementàries.
- L'alumne ha de ser capaç de construir estimadors mitjançant diferents metodologies. Ha de saber plantejar la funció de versemblança en situacions diverses i conèixer diferents tècniques per maximitzar-la.
- L'alumne ha d'adquirir el coneixement formal de les propietats dels estimadors i de les proves d'hipòtesis i això li ha de permetre escollir la millor de les opcions inferencials en cada cas.
- L'alumne ha de conèixer els aspectes bàsics dels elements de la teoria de la decisió i ha de saber formular i usar les regles de decisió en contextos diversos.

4.- Continguts

1. Introducció i propietats de mostres aleatòries

Dades i models.

Variabels i vectors aleatoris, esperança i variància. Famílies de distribucions. Vectors aleatoris. Sumes de variables aleatòries. Mostreig d'una llei normal. Llei dels grans nombres. Teorema central del límit

2. Principis estadístics per reduir les dades mostrals

Principi de suficiència. Principi de versemblança. Estadístics suficients, minimalis i complets.

3. Estimació puntual 1: mètodes per trobar estimadors

La funció de distribució empírica. Teorema de Glivenko-Cantelli. Principi de substitució. El mètode dels moments. La funció de màxima versemblança. Estimadors de màxima versemblança (EMV) i propietat d'invariància. Càlcul de l'EMV mitjançant mètodes numèrics. Estimació bayesiana. Distribucions a priori i a posteriori. Famílies conjugades. Funció de pèrdua. Estimadors de Bayes.

4. Estimació puntual 2: avaluació d'estimadors

Error quadràtic mitjà, biaix, eficiència relativa.

Millor estimador sense biaix. Informació de Fisher. Teorema de Cramer-Rao. Teorema de Rao-Blackwell. Teorema de Lehmann-Scheffé. Consistència. Normalitat asimptòtica. Mètode delta. Eficiència relativa asimptòtica. Teoria asimptòtica per l'estimador màxim versemblant.

5. Proves d'hipòtesis

Definicions bàsiques. Lema de Neyman-Pearson per a hipòtesis simples.

Proves uniformement més potents. Lema de Neyman-Pearson per a alternatives compostes. Raó de versemblança monòtona. Teorema de Karlin-Rubin.
Proves no esbiaixades. Proves localment més potents. Prova de la raó de versemblança. Distribució asimptòtica.
Test dels scores. Prova de Wald. Proves en presència de paràmetres secundaris.
Proves bayesianes. Avantatge a priori i a posteriori. Factor de Bayes.

6. Introducció a la teoria de la decisió

Elements bàsics en un problema de decisió: espai d'estats, funcions de pèrdua i d'utilitat, regla de decisió, distribució a priori, funció de risc, risc i regles de Bayes. La teoria de la decisió en el context de la inferència estadística.
Regles de decisió de Bayes. Admissibilitat de les regles de decisió.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Conèixer i entendre els diferents principis que governen la reducció d'un conjunt de dades. En particular ha de saber trobar l'estadístic suficient per a un paràmetre en models estadístics paramètrics.
- Conèixer el principi de suficiència i el de versemblança i saber distingir-los.
- Conèixer les filosofies freqüentista i bayesiana de la inferència estadística en models paramètrics.
- Plantejar la funció de versemblança en situacions diverses (incloent-hi el cas de variables aleatòries no idènticament distribuïdes) i conèixer diferents tècniques per maximitzar-la.
- Construir estimadors mitjançant diferents metodologies: moments, màxima versemblança, estimadors bayesians.
- Adquirir el coneixement formal de les propietats dels estimadors i saber comparar estimadors d'un mateix paràmetre d'acord amb aquestes propietats teòriques.
- Conèixer i entendre el plantejament del problema de les proves d'hipòtesis i els seus elements bàsics.
- Construir proves d'hipòtesis mitjançant diferents metodologies: proves UMP, proves basades en la raó de versemblança, test dels scores, test de Wald, proves bayesianes.
- Adquirir el coneixement formal de les propietats de les proves d'hipòtesis i saber comparar proves d'una mateixa hipòtesi d'acord amb aquestes propietats teòriques.
- Conèixer i entendre els aspectes bàsics dels elements de la teoria de la decisió i saber formular i usar les regles de decisió en contextes diversos.

Capacitats prèvies necessàries

- Habilitats bàsiques d'anàlisi matemàtica: integració de funcions d'una i dues variables, derivació, optimització d'una funció d'una o dues variables.
- Habilitats bàsiques de probabilitat: distribucions paramètriques més usuals, propietats de la distribució normal, llei dels grans nombres i teorema central de límit.
- Habilitats bàsiques d'inferència estadística: plantejament de la funció de versemblança pel mostreig aleatori simple (dades independents i idènticament distribuïdes), inferència en el cas de normalitat, estimació del màxim versemblant per a models paramètrics amb un sol paràmetre i mostreig aleatori simple.

6.- Metodologia

Per al seguiment d'aquesta assignatura es disposa d'un llibre en castellà que es pot adquirir al servei de reprografia o baixar-lo de la intranet. Se segueix fidelment el llibre i se'n discuteix la major part, tot i que es deixen alguns temes per a una lectura individual.

- **Sessions de teoria:** Són sessions d'1 o de 2 hores en què es presenta el material de l'assignatura. El professor presenta els continguts amb l'ajut de l'ordinador. S'emfatitzen les idees i els conceptes. Es miren amb detall les demostracions que pel seu contingut i pel seu desenvolupament són pedagògicament creatives i formatives.
- **Sessions de problemes:** Sessions de 2 hores setmanals. Els alumnes disposen de tota la col·lecció de problemes des de l'inici del curs. En finalitzar cada tema es deixen les solucions al servei de reprografia o a la intranet. El professor especifica amb antelació quins són els problemes que s'han de treballar a la següent classe. Els alumnes es reuneixen en petits grups i treballen un o més problemes. El professor comenta amb cada grup les diferents formes d'abordar-los i en fa una síntesi final.

7.- Avaluació

La nota final de l'assignatura (N) s'obté a partir de la nota de l'examen parcial (NP) i la nota de l'examen final (NF) segons l'expressió:

$$N = 0,3 * NP + 0,7 * NF \text{ si } NP > NF$$

$$N = NF \text{ si } NP \leq NF$$

L'examen parcial i l'examen final consisteixen en la resolució de problemes. L'alumne pot dur les taules i un formulari.

Convocatòria extraordinària: es realitza un examen de les característiques de l'examen final i la nota final de l'assignatura és la d'aquest examen.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Azzalini, A.. *Statistical inference based on likelihood*, . Chapman and Hall, 1999.
- Casella, G.; Berger, R.L.. *Statistical inference*, 2a ed.. Duxbury Press, 2002.
- Garthwaite, P.H.; Jolliffe, I.T.; Jones, B.. *Statistical inference*, 2a ed.. Prentice-Hall, 2001.
- Shao, J.. *Mathematical statistics*, 2a ed.. Springer, 2003.
- Pawitan, Y.. *In all likelihood: statistical modelling and inference using likelihood*, . Oxford Univesrity Press, 2001.

Referències complementàries:

- Arnold, S.F.. *Mathematical statistics*, . Prentice-Hall, 1990.
- Schervish, M.J.. *Theory of statistics*, . Springer, 1995.
- Silvey, S.D.. *Statistical inference*, . Chapman and Hall, 1983.
- Welsh, A.H.. *Aspects of statistical inference*, . Wiley, 1996.
- Cox, D.R. ; Hinkley, D.H.. *Theoretical statistics*, . Chapman and Hall, 1974.

Enllaços:

- http://www.stat.sfu.ca/~lockhart/richard/801/01_1/index.html
- <http://www.maths.lancs.ac.uk/departments/>
- <http://www.kuleuven.ac.be/ucs/java/index.htm>

MÈTODES ESTADÍSTICS 1 // ANÀLISI MULTIVARIANT

1.- Identificació

Codi: 26301

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 6 (4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: ALUJA BANET, TOMAS

Altres professors:

Idioma: català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	1	13
Realització d'exàmens		6
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2.5	32.5
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	0.5	6.5
Realització de treballs	3	30
Preparació d'exàmens		20
	Total	147

El curs s'organitza al voltant de tres temes, cada un dels quals dóna lloc a una pràctica de programació en llenguatge matricial. Les pràctiques es converteixen així en una eina més de l'aprenentatge dels alumnes.

3.- Objectius

Conèixer en profunditat els fonaments de l'anàlisi multivariant i saber implementar els algorismes bàsics en llenguatge matricial. Es tracta, per tant, de saber identificar els problemes i saber implementar-ne la solució de forma autònoma.:

- Descriure un conjunt de variables, reduir-ne la dimensionalitat, fer la visualització multivariant i l'extracció dels factors comuns.
- Conèixer la distribució normal multivariant i les seves propietats. Saber definir les proves estadístiques multivariants bàsiques i aplicar-les en la resolució dels problemes multivariants més freqüents.
- Saber construir funcions discriminants entre diferents poblacions d'individus.

4.- Continguts

1. Descripció d'una taula de dades 1

Núvol en R^p . Concepte de mètrica. Mesures de variabilitat. Projecció M-ortogonal. Núvol dual en R^n . Anàlisi factorial descriptiva amb mètriques qualssevol: formulació del problema en R^p . Descomposició en valors singulars generalitzada. Algorisme de cerca dels valors i vectors propis d'una matriu simètrica i semidefinida positiva. Solució dual en R^n . Representacions gràfiques: el gràfic bidimensional (*biplot*).

2. Descripció d'una taula de dades 2

Introducció a l'escalament multidimensional. Representació euclidiana d'una matriu de distàncies. Introducció als models de mesura. Anàlisi factorial en factors comuns i específics. Anàlisi multivariant de dades categòriques. Anàlisi de correspondències. *Biplots*.

3. Inferència estadística multivariant.

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. T^2 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.

4. Anàlisi discriminant

Formulació del problema. Anàlisi discriminant paramètrica. Funcions discriminants. Anàlisi discriminant lineal i anàlisi discriminant quadràtica. Funció discriminant de Fisher. Discriminació logística.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Saber veure la naturalesa multivariant dels problemes i el guany d'un enfocament multivariant, respecte al tradicional univariable.
- Saber fer una descripció d'una taula de dades, saber escollir la mètrica adequada. Saber detectar els factors comuns a unes variables.
- Saber interpretar les representacions visuals de les dades multivariants.

- Saber fer les proves d'hipòtesis multivariables més freqüents, sobre el vector de mitjanes i sobre la matriu de covariàncies. Saber fer l'anàlisi de mesures repetides, de perfils i la MANOVA de dos factors.
- Saber trobar les funcions discriminants sota la hipòtesi de normalitat multivariable i realitzar l'assignació d'individus anònims.

Capacitats prèvies necessàries

- El curs pressuposa coneixements d'àlgebra lineal: diagonalització de matrius simètriques. Projecció de vectors. Derivació vectorial de funcions lineals i quadràtiques.
- També cal haver fet un curs d'inferència estadística pel que fa a les proves univariables més clàssiques (t d'Student, F de Fisher).

6.- Metodologia

La metodologia es basa en l'explicació teòrica dels conceptes i el seu aprofundiment mitjançant la implementació d'algorismes en llenguatge matricial. També s'utilitza la resolució de problemes a classe per al mateix objectiu.

- **Sessions de teoria:** Correspon a classes magistrals seguint el temari d'acord amb la temporalització entregada a començament del curs.
- **Sessions de problemes:** N'hi ha poques. S'utilitzen sobretot en el tema 3 per fixar els conceptes teòrics dins de la classe de teoria.
- **Pràctiques:** Són molt importants. N'hi ha tres, corresponen cada una a un tema de l'assignatura. Es tracta d'utilitzar les facilitats de la programació matricial per fer una anàlisi multivariable. Les pràctiques s'avaluen i es tornen als alumnes. El llenguatge utilitzat és el Matlab o R.

7.- Avaluació

L'avaluació consistirà a fer dos exàmens, un a mig curs i l'altre al final, a més de la realització de les tres pràctiques de laboratori. La nota s'obindrà a partir de la qualificació dels exàmens (75 %) i les pràctiques de laboratori (25 %). Els dos exàmens tenen un pes proporcional a la part de matèria que cobreix cada un. Els alumnes que hagin aprovat el primer examen no cal que es presentin de la matèria de la primera part a l'examen final.

A l'examen extraordinari entra tota la matèria sense distinció de parts.

En tot cas, cal haver presentat les tres pràctiques per aprovar.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- 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*, 5th ed.. Prentice Hall, 2002.
- Krzanowski, W. J.. *Principles of multivariate analysis: a user's perspective*, . 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*, . McGraw-Hill, 2002.

Referències complementàries:

- 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*, 3a ed.. McGraw-Hill, 1990.
- Volle, Michel. *Analyse des données*, 3a ed.. Economica, 1985.

MÈTODES ESTADÍSTICS 2 // DISSENY D'EXPERIMENTS

1.- Identificació

Codi: 26302

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 2

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: RIBA CIVIL, ALEXANDRE

Altres professors:

Idioma: Català (llibre de text i part del material en anglès)

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		2+3=5 (a)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	1	13
Realització de treballs		4+4+25=33 (b)
Preparació d'exàmens		6+15=21 (c)
	Total	182

a) 2 hores per a l'examen parcial, 3 per al final.

b) realització de 2 pràctiques i d'un projecte.

c) 6 hores per a la preparació de l'examen parcial, 15 hores per a l'examen final.

3.- Objectius

El curs Mètodes Estadístics 2 té un caràcter eminentment aplicat. El seu objectiu fonamental és que els alumnes adquireixin els coneixements i les habilitats necessàries per poder resoldre els problemes pràctics de disseny i anàlisi d'experiments i les tècniques del control estadístic de processos que puguin sorgir en la seva pràctica professional. L'estratègia per assolir aquest objectiu fonamental s'estructura a través de set objectius bàsics::

- Recollida i anàlisi de dades: el primer objectiu és que l'alumne compregui la necessitat d'una bona recollida de dades per poder extreure'n informació rellevant.
- Disseny d'experiments: un segon objectiu és que l'alumne, familiaritzat amb els principals tipus de problemes que requereixen un disseny planificat de la recollida de dades, dissenyi l'experiment més adequat en un ampli ventall de casos.
- Disseny d'experiments i tipus de factors: L'alumne reconeixerà els dissenys creuats dels aniuats i els factors fixes dels aleatoris i, per a cada problema, avaluarà la conveniència del seu ús.
- Anàlisi: un cop dissenyat l'experiment i recollides les dades, cal analitzar els resultats. L'alumne analitzarà els resultats experimentals amb l'ajut d'un paquet informàtic.
- Anàlisi de la solució: l'alumne ha de ser capaç d'interpretar correctament els resultats proporcionats per l'aplicació informàtica i de realitzar l'anàlisi de la informació proporcionada pel programa per poder extreure'n conclusions d'utilitat.
- Coneixement de les tècniques estadístiques: l'alumne coneixerà els aspectes bàsics de l'anàlisi de la variància i dels models lineals necessaris per poder entendre correctament el funcionament de l'aplicació informàtica emprada en la resolució dels problemes.
- Control estadístic de processos: l'alumne comprendrà les bases de l'aplicació industrial del control estadístic de processos i realitzarà i interpretarà els gràfics de control més habituals

4.- Continguts

1. INTRODUCCIÓ AL DISSENY D'EXPERIMENTS

Disseny d'experiments vs anàlisi de dades recollides. Conceptes d'aleatorització, replicació i bloqueig.

2. REPÀS DEL MODEL LINEAL.

Ajust, estimació i inferència pel model de regressió múltiple.

3. ANOVA. MODEL D'EFECTES FIXOS

Comparació de k tractaments. ANOVA i model lineal. Comparacions múltiples. Comparació de variàncies. Anàlisi de la covariància. Models no paramètrics per a la comparació de mitjanes.

4. EXPERIMENTACIÓ A LA PRÀCTICA

Passos que cal seguir en l'experimentació. Elaboració d'un informe.

5. DISSENYYS FACTORIALS. MODEL D'EFECTES FIXOS

Dissenys factorials complets, bloquejats i fraccionals. Disseny amb punts centrals. Disseny 3k i dissenys 3k-p

6. DISSENY ROBUSTOS

Mètode de Taguchi i alternatives. Toleràncies i transmissió d'errors. Dissenys Split-Plot

7. EXPERIMENTS AMB FACTORS ALEATORIS

Model d'efectes aleatoris. Anàlisi dels components de la variància. Model d'efectes mixtos. Dissenys jerarquitzats. Dissenys creuats

8. TEORIA DELS DISSENYIS ÒPTIMS

Críteris d'optimalitat alfabètica. Dissenys òptims per a models lineals, lineals generalitzats i no lineals.

9. CONTROL ESTADÍSTIC DE PROCESSOS

Fonaments del control estadístic de processos univariant. Tipus de gràfics de control univariant. Gràfics per controlar k variables correlacionades.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Valoració dels avantatges de l'anàlisi de dades recollides mitjançant un disseny experimental.
- Identificació dels models d'efectes fixos, d'efectes aleatoris i d'efectes mixtos.
- Identificació dels models de factors creuats vs. els models de factors jerarquitzats.
- Identificació del disseny experimental més adient en un ampli ventall de situacions.
- Anàlisi de les dades obtingudes mitjançant el disseny experimental.
- Valoració de la bondat dels models ajustats mitjançant l'anàlisi de residus.
- Conèixer les limitacions del model lineal per resoldre algunes situacions.
- Anàlisi de les dades experimentals reals amb MINITAB.
- Implementació d'un sistema de control estadístic de processos.
- Identificació del tipus de gràfic més adient per a cada variable.

Capacitats prèvies necessàries

- Habilitats bàsiques d'àlgebra de matrius: saber calcular el rang i determinant d'una matriu, saber invertir matrius, saber fer operacions amb matrius.
- Habilitats bàsiques d'estadística: conèixer les principals distribucions de probabilitat, conèixer la distribució d'estadístics mostrals, tenir els coneixements bàsics d'inferència.
- Conèixer el model lineal de regressió: conèixer la regressió lineal múltiple, saber ajustar models de regressió a dades, conèixer la inferència amb els coeficients de la regressió, conèixer la matriu de variàncies-covariàncies.
- Habilitats bàsiques en l'ús del paquet de software MINITAB: saber fer gràfics, saber ajustar models lineals, saber-ne interpretar un llistat de sortida, conèixer-ne els menús.

6.- Metodologia

Les sessions presencials de l'assignatura es fan en una aula i en un laboratori informàtic.

- **Sessions de teoria:** Sessions de 2 hores, en què es presenten i es discuteixen els continguts de l'assignatura amb l'ajut de transparències. El professor presenta les tècniques estadístiques

de disseny i anàlisi d'experiments a partir d'exemples pràctics i de dades reals (tots els fitxers usats pel professor són públics a la intranet de l'assignatura).

- **Sessions de problemes:** Sessions de 2 hores setmanals a l'aula de PC. Durant la primera hora s'introdueixen les instruccions del paquet de software necessàries per a la resolució dels problemes d'anàlisi que han estat proposats a través de la intranet de l'assignatura abans de la sessió. Aquests problemes els resolen els estudiants sota la supervisió del professor durant la segona hora. Abans de finalitzar la classe, el professor fa públics a la intranet de l'assignatura els fitxers amb la implementació correcta dels problemes plantejats.
- **Pràctiques:** Hi ha dues pràctiques, que s'han de realitzar individualment, consistents en la resolució d'un problema d'anàlisi de resultats experimentals. Cada pràctica es realitza fora de l'horari lectiu i puntua per la nota final de pràctiques. Els informes de les pràctiques s'han de presentar dins del termini de dues setmanes després d'haver-se'n fet públic el guió.

Hi ha un projecte de l'assignatura, sobre un tema escollit pels estudiants, els quals han de presentar una proposta al professor, que l'ha d'aprovar, en el termini especificat. Abans d'acabar l'assignatura, els estudiants han de presentar un informe. A la intranet de l'assignatura hi ha un fitxer amb nombrosos exemples d'experiments per realitzar, així com una normativa específica del treball.

7.- Avaluació

La nota final de l'assignatura (N) s'obté a partir de la nota d'examen (NEx) i de la nota de pràctiques (NPr) segons l'expressió:

$$N = 0,7 * NEx + 0,3 * NPr.$$

Per aprovar l'assignatura cal que ni la nota de pràctiques, NPr, ni la d'examen, NEx, no siguin inferiors a 4.

* Nota d'examen, NEx: s'obté a partir de la nota de l'examen parcial (Npp) i de la nota de l'examen final (Nf). L'examen parcial és alliberador a partir de 4. La nota d'examen, NEx, es calcula a partir de les notes Npp i Nf de la següent forma:

1) Si l'alumne es presenta a l'examen final de tot el temari, obtenint una nota Nf, llavors NEx = Nf.

2) Si l'alumne es presenta a l'examen final de la segona part del temari (només permès si Npp \geq 4, obtenint una nota Nf, llavors NEx = 0,4 * Npp + 0,6 * Nf.

Els exàmens consisteixen en una part teòrica, sense llibres, formularis ni apunts, en què l'alumne ha de respondre preguntes de concepte, i una part pràctica, amb llibres i apunts, en què es demana la resolució d'algun problema fent servir el software estadístic usat a classe.

* Nota de pràctiques Npr: la nota de laboratori, Npr, s'obté a partir de les notes de les dues pràctiques d'anàlisi de resultats experimentals, P1 i P2, i de la nota del projecte, PR, segons l'expressió:

$$Npr = 0,15 * P1 + 0,15 * P2 + 0,7 * PR.$$

* Convocatòria extraordinària: es realitza un examen de les mateixes característiques que l'examen final de la convocatòria ordinària i s'han de presentar les dues pràctiques de l'assignatura (P1, P2) i el projecte, PR. Amb la nota de l'examen en convocatòria extraordinària (NEce) i de les pràctiques (Npr), s'obté la nota de la convocatòria extraordinària (NCext) aplicant-hi l'expressió:

$$NCext = 0,7 * NEce + 0,3 * Np.$$

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Montgomery, D.C.. *Diseño y analisis de experimentos*, 2a ed.. Limusa Wiley, 2002.
- Peña, D.. *Regresión y diseño de experimentos*, . Alianza Editorial, 2002.
- Box, G.E.P.; Draper, N.S.. *Empirical model building and response surfaces*, . Wiley, 1986.
- Hamada, M.; Wu, C.F.J.. *Experiments: planning, analysis and parameter design optimization*, . Wiley, 2000.
- Draper, N.R.; Smith, H.. *Applied regression analysis*, 3a ed.. John Wiley and Sons, 1998.

Referències complementàries:

- Montgomery, D.C.. *Control estadístico de la calidad*, 3a ed.. Limusa Wiley, 2004.
- Atkinson, A.C.; Donev, A.N.. *Optimum experimental designs*, . Oxford Clarendon Press, 1996.
- Dobson, A.J.. *An introduction to generalized linear models*, . Chapman and Hall, 1990.
- Logothetis, N.; Wynn, H.P.. *Quality through design*, . Oxford Science Publications, 1994.

MÈTODES ESTADÍSTICS 3 // PREVISIÓ I SÈRIES TEMPORALS

1.- Identificació

Codi: 26313

Tipus: Obligatòria

Curs: 2 **Quadrimestre:** 2

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: MARTÍ RECOBER, MANUEL

Altres professors: MUÑOZ GRACIA, M. PILAR / SÁNCHEZ ESPIGARES, JOSEP ANTON

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		3 + 4 = 7 (a)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	3	39
Realització de treballs		6+6+9+25=46 (b)
Preparació d'exàmens		8 + 16 =24 (c)
	Total	194

(a) 3 hores per a l'examen parcial i 4 per a l'examen final

(b) Realització de 3 pràctiques i modelització d'una serie real

(c) 8h. preparació examen parcial i 16h. examen final

3.- Objectius

L'objectiu del curs és que l'estudiant aprofundeixi en la sistemàtica i l'anàlisi de series temporals reals univariants i multivariants. Ha d'adquirir els fonaments teòrics i la metodologia per a la realització de previsions, quan es disposa de variables aleatòries que no són independents entre si.:

- Conèixer les tècniques i els algorismes necessaris per a la identificació automàtica del model així com per a la detecció automàtica de dades atípiques
- L'estudiant ha de conèixer la formulació d'espai d'estat en models markovians i la seva utilització per al filtrat i l'allisat.
- Amés a més, ha de conèixer el filtre de Kalman de Kalman i el seu ús per a l'estimació de paràmetres.
- Adquirir els coneixements per analitzar i modelitzar series temporals multivariants mitjançant la regressió dinàmica (funció de transferència)
- Iniciar-se en els models amb heterocedasticitat condicional aplicats a series econòmiques, financeres, En particular aquells que estimen la volatilitat (ARCH, GARCH, ...)

4.- Continguts

1. Previsió de models ARIMA

2. Detecció automàtica de dades atípiques

Tipus de dades atípiques. Tractament d'observacions mancants. Estimació dels efectes dels dies laborables i pasqua.

3. Models d'espai d'estat

El filtre de Kalman. Representació en espai d'estat dels models ARMA i ARIMA. Algorismes d'estimació.

4. Identificació automàtica

Funció d'autocorrelació inversa. Tractament de la variabilitat no constant. Estimació d'arrels en el cercle unitat. Algorisme de Hannan i Rissanem.

5. Regressió dinàmica

Funció de transferència. Introducció als processos multivariants.

6. Models amb heterocedasticitat condicional

Característiques estadístiques: Asimetria i Curtosi. Models ARCH i GARCH. Propietats. Identificació i verificació d'aquests models

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén 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.

Capacitats prèvies necessàries

- Habilitats bàsiques en estadística matemàtica: distribucions condicionals, moments d'aquestes distribucions (esperança i variància condicional).
- Coneixements sobre les distribucions de probabilitat multivariants, moments d'aquestes distribucions.
- Utilitzar paquets estadístics generalistes: Minitab, R i SAS.

6.- Metodologia

Sessions de teoria i laboratori presencials

Treball no presencial de resolució d'exercicis i casos pràctics

- **Sessions de teoria:** Son sessions de 2h. 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). Per tal d'ajudar al seguiment de l'assignatura per part de l'estudiant, aproximadament cada 4 o 5 sessions de teoria es dediquen 30 minuts a la realització d'un test sobre la part del temari vista recentment, que es corregeix a classe. Els estudiants disposen a l'inici del curs dels apunts de l'assignatura.
- **Sessions de problemes:** Son sessions de 2h. setmanals de laboratori, en les quals els estudiants treballen per parelles, amb l'ajut del professor, seguint el guió previament distribuit, sobre problemes i/o casos pràctics.
- **Pràctiques:** Hi ha tres pràctiques, a realitzar en parelles, consistentes 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.

7.- Avaluació

Lliurament d'exercicis resolts per part dels estudiants i de respostes a qüestionaris durant les sessions al laboratori. Informes sobre sèries reals. Examen parcial i finals.

La nota final de l'assignatura (N) s'obté a partir de la nota de l'examen parcial (Np), de les pràctiques presentades a les sessions de laboratori (NI), de la modelització d'un cas real (Nmr) i de l'examen final (Nf), d'acord amb l'expressió :

$$N=0,2*Np+0,1*NI+0,2*Nmr+0,5*Nf$$

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Brockwell, P.J.; Davis, R.A.. *Time series: theory and methods*, 2a ed.. Springer-Verlag, 1991.
- Durbin, J.; Koopam, S.. *Time series analysis based on state space modelling for Gaussian and non-Gaussian*, . Oxford University Press, 1996.
- Pankratz, A.. *Forecasting with dynamic regression models*, . John Wiley, 1991.
- Shumway, R. H.; Stoffer, D. S.. *Time series analysis and its applications*, . Springer-Verlag, 2000.

- Tsay, R.. *Analysis of financial time series*, 2a ed.. John Wiley, 2005.

Referències complementàries:

- Franses, P.H.; Dijk, D. van. *Nonlinear time series models in empirical finance*, . Cambridge University Press, 2000.
- Harvey, A.; Proietti, T.. *Readings in unobserved components models*, . Oxford University Press, 2005.
- Peña, D.; Tiao, C.G.; Tsay, R.. *A course in time series analysis*, . John Wiley, 2001.
- Shephard, N.. *Stochastic volatility selected readings*, . Oxford University Press, 2005.
- Taylor, S. J.. *Asset price dynamics, volatility, and prediction*, . Princeton University Press, 2005.

MÈTODES HEURÍSTICS EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

1.- Identificació

Codi: 26342

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (crèdits teòrics + crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: FERNÁNDEZ AREIZAGA, ELENA

Altres professors:

Idioma: català, castellà ,anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques		
Problemes i/o pràctiques		
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria		
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques		
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		
	Total	

3.- Objectius

Actualment, els mètodes heurístics són una eina imprescindible per a l'obtenció de solucions factibles per a problemes complexos en processos de presa de decisions quantitatives. La complexitat de les aplicacions reals que es plantegen en l'àmbit del transport, la logística i la indústria, entre altres, i la necessitat d'obtenir solucions de qualitat en temps reduïts (en línia) reforcen la importància d'aquestes tècniques per abordar diversos tipus de problemes d'optimització.

En aquesta assignatura s'ofereix una panoràmica de les principals metodologies metaheurístiques actuals fent un èmfasi especial en els aspectes d'aplicacions i d'implementació als diferents problemes de programació matemàtica.

4.- Continguts

1. **Introducció: mètodes heurístics i metaheurístics.**
2. **Mètodes constructius: anàlisi de l'estructura del problema, procediments "greedy".**
3. **Mètodes de millora: k-intercanvis, cerca local.**
4. **Anàlisi de heurístiques: comportament en el pitjor cas, comportament mitjà**
5. **Mètodes aleatoreitzats: GRASP**
6. **Com es pot sortir dels òptims locals: recuita simulada (simulated annealing, tabu search.**
7. **Mètodes basats en poblacions: algorismes genètics, algorismes de formigues, "scatter search", path relinking, ...**
8. **Cerca de profunditat variable: variable neighborhood search**
9. **Mètodes reactius: autoadaptació dels valors dels paràmetres.**
10. **Aplicacions a problemes de programació matemàtica.**

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

Capacitats prèvies necessàries

- Investigació Operativa. (recomanables: Optimització, Modelització en Programació Matemàtica)

6.- Metodologia

El mètode docent combinarà sessions expositives clàssiques de continguts (teoria) i sessions de laboratori i de problemes com a reforç i complement de les sessions de teoria, com correspon a una assignatura de tipus presencial. El mètode docent requereix un material docent específic per al seguiment de l'assignatura i per a la realització de les sessions pràctiques amb aplicacions a

diversos tipus de problemes d'optimització amb aplicacions a l'àmbit del transport, la logística i la indústria. Al llarg del curs s'aniran presentant i seguint casos d'estudi per il·lustrar l'aplicació en la pràctica professional dels continguts de l'assignatura.

7.- Avaluació

Un examen parcial i un examen final.

Realització d'un treball pràctic.

La nota final estarà composta en un 50% per la part de teoria i en un 50% de la part pràctica.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Glover, F.; Kochenberger, G.A.. *Handbook of metaheuristics*, . Kluwer Academic Publishers, 2003.
- Michalewicz, Z.; Fogel, D.B.. *How to solve it modern heuristics*, . Springer, 1999.
- Glover, F-; Laguna, M.. *Tabu search*, . Kluwer Academic Publishers, 1997.

Enllaços:

- <http://heur.uv.es/>

MÈTODES MATEMÀTICS 1 // MÈTODES NUMÈRICS

1.- Identificació

Codi: 26306

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 2

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: GRAU GOTES, MARIA ANGELA

Altres professors:

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		2+3 (*)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	1	13
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2	26
Realització de treballs		14
Preparació d'exàmens		4+6 (*)
	Total	120

(*) Hi ha dos exàmens, el parcial i el final.

3.- Objectius

Aquest curs té dos objectius bàsics:

- Es comença fent un repàs dels conceptes d'àlgebra lineal ja coneguts per l'alumne i se'n presenten de nous que són útils per a l'estadística.
- La segona part, la més extensa del curs, consisteix a donar a conèixer i treballar els mètodes numèrics de resolució de sistemes d'equacions lineals, sistemes sobredeterminats i el càlcul de valors i vectors propis i les aplicacions que tenen.

4.- Continguts

1. Àlgebra lineal.

Espais vectorials i aplicacions lineals. Tècniques de càlcul matricial i matrius per blocs. Diagonalització i espais euclidians. Derivació matricial i aplicacions.

2. Preliminars.

Errors absolut i relatiu. Propagació de l'error. Punt flotant. Èpsilon de la màquina. Estabilitat de problemes i algoritmes.

3. Resolució numèrica de sistemes lineals.

Mètodes directes. Mètodes iteratius. Sistemes lineals sobredeterminats.

4. Càlcul de valors i vectors propis.

Fites dels valors propis. Mètode de la potència. Mètode de Jacobi. Transformació de matrius a la forma reduïda: forma de Hessenberg i mètode de Householder. Mètodes de deflació de Wielandt i de Householder. Mètodes de factorització: mètodes LR i QR. Descomposició en valors singulars.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Conèixer, dominar i emprar amb facilitat els conceptes bàsics de l'àlgebra lineal: matrius i vectors, inversió de matrius, espais vectorials, independència lineal, bases, canvis de base, aplicacions lineals, valors i vectors propis, diagonalització de matrius.
- Aplicar correctament la derivació matricial.
- Tenir clares les nocions bàsiques sobre la propagació dels errors en els càlculs numèrics i saber el funcionament d'un sistema numèric de punt flotant.
- Conèixer i aplicar correctament els mètodes numèrics de resolució de sistemes lineals, tant els directes com els iteratius.
- Saber trobar fites numèriques pels valors propis d'una matriu o pel seu radi espectral.
- Conèixer i utilitzar correctament els mètodes numèrics per al càlcul de valors i vectors propis. Tenir-ne clares les limitacions de funcionament, així com saber fer servir mètodes de millora i d'acceleració d'aquests càlculs.

Capacitats prèvies necessàries

- Tenir uns coneixements bàsics d'àlgebra lineal i de resolució de sistemes lineals.

6.- Metodologia

- **Sessions de teoria:** En aquestes sessions, a més de presentar i explicar els conceptes corresponents a l'assignatura, el professor fa exercicis i exemples de suport a les explicacions. Durant el curs es deixen exercicis per fer a casa de forma individual, que cal entregar i que es puntuen.
- **Sessions de problemes:** Aquestes sessions són eminentment pràctiques i es realitzen en una sala d'ordinadors. La dinàmica consisteix a presentar, estudiar i resoldre exercicis individualment i en grup. Per realitzar aquestes tasques s'utilitzen diversos programaris de matemàtiques. També es donen exercicis per fer a casa de forma individual i que cal entregar i que es puntuen.
- **Pràctiques:** Cal realitzar alguna petita pràctica, les quals s'avaluen i es puntuen.

7.- Avaluació

La nota final s'obté de les notes parcials dels exàmens (70%) i els exercicis entregats i les pràctiques (30%). L'examen parcial no és eliminatori de matèria.

Per a l'examen extraordinari, el càlcul de la nota final es fa de la mateixa manera que per a l'examen ordinari.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Grau Sánchez, M.; Noguera Batlle, M.. *Càlcul numèric*, . Edicions UPC, 1993.
- Harville, David A.. *Matrix algebra from a statistician's perspective*, . Springer, 1997.
- Soto Prieto, M. J.; Vicente Córdoba, J.L.. *Algebra lineal con Matlab y Maple*, . Prentice Hall International, 1995.
- Stoer, J.; Bulirsch, R.. *Introduction to numerical analysis*, 3rd ed.. Springer, 2002.
- Wilkinson, J.H.. *The algebraic eigenvalue problem*, . Clarendon, 1965.

Referències complementàries:

- Fröberg, Carl-Erik. *Numerical mathematics theory and computer applications*, . The Benjamin/Cummings, 1985.
- Gentle, James E.. *Numerical linear algebra for applications in statistics*, . Springer, 1998.
- Nakache, J.-P.; Chevalier, A.; Morice, V.. *Exercices commentés de mathématiques pour l'analyse statistique des données*, . Dunod, 1981.
- Kennedy, W.J.; Gentle, J.E.. *Statistical computing*, . Marcel Dekker, 1980.
- Thisted, R. A.. *Elements of statistical computing*, . Chapman and Hall, 1988.

MÈTODES MATEMÀTICS 2

1.- Identificació

Codi: 26310

Tipus: Obligatòria

Curs: 2 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: MITJANA RIERA, MARGARIDA

Altres professors:

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		2*2,5=5 (a)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	1	13
Realització de treballs		4*3=12 (b)
Preparació d'exàmens		6+6=12 (c)
	Total	120

(a) 2,5 hores per examen cada examen parcial. S'hi han d'afegir 4 hores si s'ha de fer examen final.

(b) treballs per entregar (opcional).

(c) preparació d'exàmens. S'hi han d'afegir 9 hores si s'ha de fer examen final.

3.- Objectius

L'anàlisi matemàtica té un paper fonamental en el desenvolupament de la teoria bàsica subjacent a la metodologia estadística. El coneixement dels fonaments de l'anàlisi matemàtica i els seus mètodes són imprescindibles per al desenvolupament de l'estadística com a disciplina:

- Que l'alumne obtingui una base consistent dels mètodes del càlcul infinitesimal com la integració i la derivació.
- Aplicar les eines clàssiques del càlcul infinitesimal al desenvolupament d'aspectes d'interès en estadística, com la funció característica associada a una variable aleatòria.
- Conèixer la teoria d'aproximació i interpolació de funcions i la seva aplicació en temes de regressió.

4.- Continguts

1. Integrals impròpies

Valor principal d'una integral impròpia. Criteris de convergència. Derivació d'integrals impròpies respecte d'un paràmetre.

2. Integral de Riemann-Stieltjes

Introducció. Aplicació al càlcul de l'esperança matemàtica en els casos continu i discret.

3. Introducció a la integració complexa

Funcions complexes. Derivació de funcions complexes: equacions de Cauchy-Riemann. Integració de funcions complexes. Fórmula de Cauchy. El teorema dels residus i la seva aplicació al càlcul d'integrals impròpies.

4. La transformada de Fourier

Transformades en sinus i cosinus. Igualtat de Parseval. Teorema d'inversió de Fourier. Producte de convolució i la seva transformada. Funcions característiques en probabilitat i estadística.

5. Aproximació de funcions

Tipus d'aproximació. Error de l'aproximació. Polinomis de Bernstein: el teorema d'aproximació polinomial de Weierstrass. Mètodes funcionals: aproximació per mínims quadrats, polinomis ortogonals. Interpolació de funcions: el mètode de Lagrange. Splines cúbics, interpolació per splines. Aplicacions.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Conèixer i dominar amb facilitat els mètodes de càlcul infinitesimal: integració, integració impròpia. Conèixer i distingir els conceptes de convergència d'integració impròpia. Aplicar correctament la derivació d'integrals impròpies respecte d'un paràmetre.
- Emprar els nombres complexos i operar-hi amb facilitat. Tenir clar el concepte de diferenciació complexa.

- Dominar i aplicar correctament la integració en els complexos i la seva aplicació al càlcul d'integrals impròpies.
- Tenir clar el concepte d'aproximació d'una funció. Conèixer el tipus d'aproximació i l'error de l'aproximació.
- Conèixer i saber calcular els mètodes numèrics d'aproximació de funcions

Capacitats prèvies necessàries

- Tenir coneixements bàsics de càlcul infinitesimal.

6.- Metodologia

En les sessions de teoria, a més de presentar i desenvolupar els conceptes teòrics corresponents a l'assignatura, la professora dóna exemples i fa exercicis que il·lustren les explicacions. Durant el curs es van deixant exercicis per fer individualment i que es podran entregar opcionalment.

- **Sessions de teoria:** Aquestes sessions eminentment pràctiques consisteixen a presentar, estudiar i resoldre exercicis de forma individual o col·lectiva.

7.- Avaluació

La nota final s'obté de les notes de dos parcials amb el mateix pes i un examen final, si escau, i de la nota dels exercicis entregats. En el cas que les notes dels dos parcials siguin superiors o iguals a 4 i la nota mitjana dels dos sigui superior a 5, no cal fer examen final.

Si en algun parcial la nota és inferior a 4, cal tornar-se'n a examinar a l'examen final.

L'entrega d'exercicis és voluntària i la qualificació pot arribar a incrementar la qualificació obtinguda fins a un 20 %.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Chung, K.L.. *A course in probability theory*, 2a ed.. New York Academic Press, 1974.
- Khuri, A.I.. *Advanced calculus with applications in statistics*, . Wiley Interscience, 1993.
- Apostol, T.M.. *Análisis matemático*, 2a ed.. Reverté, 1977.
- Baldi, P.. *Calcolo delle probabilità e statistica*, 2a ed.. MacGraw Hill, 1992.

Referències complementàries:

- Bonet, C.. *Càlcul numèric*, . Edicions UPC, 1994.
- Grau, M.; Noguera, M.. *Càlcul numèric*, . Aula teòrica (Edicions UPC), 1993.
- Davies, B.. *Integral transforms and their applications*, 2a ed.. Springer Verlag, 1985.
- Seeley, R.. *Introducción a las series e integrales de Fourier*, . Reverté, 1970.

MODELITZACIÓ EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

1.- Identificació

Codi: 26339

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 1

Crèdits: 7,5 (3 crèdits teòrics + 4,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: CASTRO PÉREZ, JORDI

Altres professors: HEREDIA CERVERA, FRANCISCO JAVIER

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	3	39
Realització d'exàmens	2	2 (a)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	3	39 (b)
Realització de treballs		24 (c)
Preparació d'exàmens		20 (d)
	Total	176

a) Presentació pública del projecte de l'assignatura (no hi ha examen).

b) Realització dels exercicis de laboratori de seguiment de l'assignatura.

c) Realització de les pràctiques de l'assignatura.

d) Realització del projecte de l'assignatura (no hi ha examen).

3.- Objectius

L'objectiu general del curs consisteix en l'adquisició, per part dels alumnes, dels coneixements i les habilitats necessaris per poder resoldre els problemes pràctics de presa de decisió, formulats com a problemes de programació matemàtica, que puguin sorgir en la seva pràctica tant professional com de recerca.

- El coneixement de la formulació matemàtica d'alguns dels principals models de programació matemàtica i la capacitat de formular-ne de nous.
- La capacitat de determinar l'algorisme i el software d'optimització més apropiat per resoldre numèricament aquests problemes.
- La capacitat d'interpretar correctament els resultats proporcionats pel software d'optimització.

4.- Continguts

1. Introducció

Introducció a la modelització en programació matemàtica.

Característiques dels models i algorismes de la programació matemàtica. Software d'optimització. La metodologia de la modelització en programació matemàtica.

2. Models bàsics i algorismes

Repàs dels models bàsics de programació matemàtica i dels seus algorismes.

Problemes de Programació Lineal (PL): propietats, models bàsics, algorismes i anàlisi postòptima. Problemes de Fluxos en Xarxes (FX): propietats, models bàsics i algorismes.

Problemes de Programació Lineal Entera (PLE): propietats, models bàsics i algorismes.

Problemes de Programació No Lineal (PNL): propietats, models bàsics, algorismes i anàlisi de sensibilitat. Models de sistema d'espera: repàs de les característiques dels models de cua poissonians.

3. Software d'optimització

Resolució computacional de models de programació matemàtica. Optimització amb fulls de càlcul: Excel/Solver. Optimització amb llenguatges de modelització algebraica: AMPL i els seus optimitzadors (CPLEX, MINOS, Knitro, ...). Optimització mitjançant biblioteques numèriques: MATLAB/NAG.

4. Estudis de cas

Models de PM en finances.

Models de PM en medicina.

Models de PM en estadística.

Models de PM en transport i logística.

Models de PM en processos industrials.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Conèixer i entendre alguns dels exemples més importants de problemes de programació lineal, entera, no lineal i de fluxos en xarxes.

- Davant de la descripció d'un problema nou de presa de decisions, ser capaç de formular correctament el problema d'optimització associat.
- Ser capaç d'implementar i obtenir la solució òptima de problemes de presa de decisió, seleccionant l'algorisme i el software d'optimització més adients a cada cas.

Capacitats prèvies necessàries

- Coneixements bàsics d'optimització (programació lineal, fluxos, entera i no lineal) equivalents als proporcionats per les assignatures IO(h) (MEIO) o IOD més AIOD (DE).
- Coneixements bàsics de programació.
- Nivell bàsic d'anglès llegit.

6.- Metodologia

Aquesta assignatura té un caire eminentment aplicat. L'avaluació es basa en els treballs (exercicis de laboratori, pràctiques i projecte d'assignatura) desenvolupats pels alumnes i avaluats de forma contínua al llarg de tot el quadrimestre. Es fa un ús intensiu de la intranet de l'assignatura a Atenea.

- **Sessions de teoria:** Es desenvolupen els temes 1 i 2 en sessions expositives, on es fomentarà la participació i el seguiment de l'alumne mitjançant el plantejament de petits treballs pràctics (exercicis de laboratori).
- **Sessions de problemes:** Sessions de laboratori on els alumnes, en grups base de 2 o 3 persones, aprendran a usar el software d'optimització mitjançant la realització de petits treballs en parella (exercicis de laboratori) i de tres pràctiques individuals.
- **Pràctiques:** Realització del projecte de l'assignatura. Els alumnes, en grups de dos, i amb la tutorització d'un dels professors de l'assignatura, hauran de proposar un problema de presa de decisions original, la seva formulació i la seva resolució computacional. Les últimes setmanes del quadrimestre es dedicaran a l'elaboració i el seguiment del projecte, que finalitzarà amb una sessió on tots els grups faran una presentació dels seus treballs.

7.- Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es basarà en la nota dels exercicis de laboratori (25 %, en parelles), la nota de les pràctiques (35 %, individual) i la valoració de la memòria i presentació del projecte de l'assignatura (40%, en parelles).

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Castillo, E. ...[et al.]. *Formulación y resolución de modelos de programación matemática en ingeniería*, . Universidad de Castilla la Mancha, 2002.
- Williams, H. P.. *Model building in mathematical programming*, 3rd. ed.. John Wiley & Sons, 1993.
- Fourer, R.; Gay, D.M.; Kernighan, B.W.. *AMPL a modeling language for mathematical programming*, 2nd ed.. Thomson/Brooks/Cole, 2003.
- Ragsdale, Cliff T.. *Spreadsheet modeling and decision analysis a practical*, 3rd ed.. South-Western Publishing, 2001.
- Bertsimas, D.; Freund, R.M.. *Data, Models, and Decisions*, . Dynamic Ideas, 2004.

Referències complementàries:

- Boyd, S. P.; Vandenberghe, L.. *Convex optimization*, . Cambridge University Press, 2004.
- Arthanari, T. S.; Dodge, Y.. *Mathematical programming in statistics*, . Wiley, 1993.

Enllaços:

- <http://www-neos.mcs.anl.gov/neos/>
- <http://www.ampl.com/>
- <http://support.sas.com/rnd/app/or.html>

MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1 // PROGRAMACIÓ ESTOCÀSTICA

1.- Identificació

Codi: 26311

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 2

Crèdits: 6 (4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: CASTRO PÉREZ, JORDI

Altres professors:

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	1	13
Realització d'exàmens		3
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2	26
Realització de treballs		20
Preparació d'exàmens		10
	Total	150

3.- Objectius

L'objectiu primordial del curs és introduir l'alumne als problemes de la modelització de sistemes en presència d'incertesa, i familiaritzar-lo en les tècniques analítiques i d'algorismes per tractar-los. Dintre de l'àmplia família de models de la investigació operativa en què intervenen els processos estocàstics, el curs tracta dos casos rellevants: la programació estocàstica i la teoria de cues. Es proporcionen els conceptes bàsics d'aquestes matèries i es pretén que l'estudiant en finalitzar el curs sigui capaç de modelitzar, formular i solucionar problemes de presa de decisions en què intervinguin tant variables deterministes com aleatòries.

- Modelitzar i formular problemes de programació estocàstica.
- Resoldre problemes de programació estocàstica.

4.- Continguts

1. INTRODUCCIÓ

Presentació. Programació estocàstica en IO. Relació amb altres mètodes estocàstics.

2. MODELITZACIÓ ESTOCÀSTICA.

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.

3. PROPIETATS BÀSIQUES.

Propietats bàsiques dels problemes de programació estocàstica i teoria. Conjunts factibles, funció de recurs, problemes enters estocàstics.

Anàlisi de les solucions. El valor de la solució estocàstica i el valor de la informació perfecta.

4. MÈTODES DE RESOLUCIÓ

Problemes de dues etapes amb recurs. Mètodes de descomposició: solució del problema primal (mètode *L-shape*, 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.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Davant un problema, identificar 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).

Capacitats prèvies necessàries

- Conceptes bàsics de probabilitat i variables aleatòries.
- Conceptes bàsics d'investigació operativa: modelització de problemes lineals, enters i no lineals; resolució de problemes de programació lineal.

6.- Metodologia

Es combinen les classes de teoria, de problemes i algunes de laboratori.

- **Sessions de teoria:** Es presenten i discuteixen els continguts de l'assignatura combinant explicacions a la pissarra i transparències.
- **Sessions de problemes:** S'intercalen amb la teoria i es presenten i resolen problemes i estudis de cas.
- **Pràctiques:** Sessions de laboratori en què es mostra l'ús de software per a la resolució de problemes de programació estocàstica.

7.- Avaluació

* Convocatòria ordinària:

Examen i realització d'un treball pràctic. La nota final estarà composta en un 60 % per la part de teoria (examen) i un 40 % per la part pràctica.

* Convocatòria extraordinària:

Examen sense apunts (60 %). Es guarda la nota de la pràctica (40 %) de la convocatòria ordinària.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Birge, J. R.; Louveaux, F.. *Introduction to stochastic programming*, . Springer, 1997.
- Kall, P.; Wallace, S.W.. *Stochastic programming*, . Wiley, 1994.

Referències complementàries:

- Prekopa, A.. *Stochastic programming*, . Kluwer, 1995.
- Fourer, R.; Gay, D.M.; Kernighan, B.W.. *AMPL: a modeling language for mathematical programming*, 2a ed.. Thomson/Brooks/Cole, 2003.

Enllaços:

- <http://stoprog.org/>
- <http://www.ampl.com/>

MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 // SIMULACIÓ

1.- Identificació

Codi: 26314

Tipus: Obligatòria

Curs: 2 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 6 (4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: BARCELÓ BUGEDA, JAIME

Altres professors:

Idioma: Castellà

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	1	13
Realització d'exàmens	0	0
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	1	13
Realització de treballs	2	26
Preparació d'exàmens		
	Total	117

Els problemes es fan integrats com a part de la teoria. Es fan dos exàmens parcials dintre de l'horari lectiu. Al llarg del curs l'alumne ha de fer dos treball pràctics que complementen l'aprenentatge de l'assignatura.

3.- Objectius

Introduir l'alumne en les tècniques d'anàlisi de sistemes mitjançant models de simulació, i en particular en l'anàlisi de sistemes discrets, en presència d'aleatorietat. Introducció als sistemes de cues com a cas paradigmàtic de sistema discret aleatori.:

- Familiaritzar l'alumne amb el concepte de model de simulació i les metodologies de la construcció de models de simulació.
- Familiaritzar l'alumne amb els enfocaments metodològics de la simulació de sistemes discrets: *event-scheduling*, *process-interaction*, *activity-scanning*...
- Introduir l'alumne en els aspectes computacionals de la implementació de models de simulació i els llenguatges de simulació.
- Formar l'alumne en la metodologia i les tècniques per analitzar els resultats proporcionats pels models de simulació.
- Proporcionar una panoràmica de les aplicacions tecnològiques de la simulació de sistemes discrets.
- Proporcionar un coneixement aprofundit sobre el tractament de l'aleatorietat a la simulació, la generació de nombres aleatoris i mostres de variables aleatòries.

4.- Continguts

1. Introducció als sistemes discrets: sistemes de cues

Sistemes i models. El concepte de model com a representació formal d'un sistema. Sistemes discrets amb processos aleatoris: introducció als sistemes de cues. Processos de naixement i mort. Cues poissonianes. Cues generalitzades. Xarxes de cues.

2. Introducció a la simulació de sistemes discrets

Els models de simulació. Simulació discreta i simulació contínua. La simulació de sistemes discrets. L'anàlisi del sistema: identificació de les entitats, els atributs i les relacions. La formulació d'hipòtesis de modelització. Formalització del model de simulació.

3. L'anàlisi de l'aleatorietat de l'input d'un model de simulació

L'anàlisi del sistema: processos de recollida de dades i adquisició de coneixement. L'anàlisi de l'aleatorietat dels processos del sistema: formulació d'hipòtesis probabilístiques, ajustament i verificació de models de probabilitat. Tècniques d'estadística descriptiva, anàlisi de dades, etc.

4. L'enfocament *event-scheduling* per a la simulació de sistemes discrets

Un enfocament metodològic per a la simulació de sistemes discrets: estat del sistema, canvi d'estat del sistema, els esdeveniments com a agents del canvi d'estat del sistema. L'enfocament *event-scheduling*. Exemples d'aplicacions a sistemes industrials: la simulació de sistemes de cues i els processos de manufactura, de xarxes de comunicacions, de gestió d'inventaris, etc.

5. Simulació i aleatorietat: la generació de nombres pseudoaleatoris

El concepte d'aleatorietat. La reproducció de l'*aleatorietat* en un ordinador digital: els nombres pseudoaleatoris. Generadors congruents lineals, congruents múltiples, híbrids, no lineals, etc. Les propietats teòriques desitjables d'un generador de nombres pseudoaleatoris: propietats estructurals. La verificació de la qualitat d'un generador: tests estadístics i tests estructurals. Els tests de Diehard.

6. Introducció a la simulació pels mètodes de Montecarlo.

Introducció als mètodes de Montecarlo. Càlcul de superfícies i volums pels mètodes de Montecarlo. Aplicacions del mètode de rebug.

7. Generació de mostres de variables aleatòries no uniformes.

El mètode de la transformada inversa. El mètode del rebot generalitzat. Generació de distribucions contínues: exponencial, d'Erlang, de Weibull, gamma, etc. Generació de distribucions discretes: geomètrica, de Poisson, etc. El mètode Alias.

8. Altres enfocaments de simulació de sistemes discrets.

Enfocaments *process-interaction* i *activity-scanning*. Els llenguatges de simulació. Introducció al GPSS. Tendències actuals de la simulació: l'ARENA.

9. Validació i anàlisi dels resultats de la simulació

Simulacions amb horitzó finit. Simulacions amb horitzó infinit: tècniques de batch-means, mètodes regeneratius, etc. Tècniques de reducció de variància. Disseny d'experiments de simulació. Simulació i anàlisi de resultats. Comparació de dissenys alternatius.

10. Aplicacions de la simulació

Exemples d'aplicacions de la simulació en processos industrials, transport, comunicacions, etc.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Construir models de simulació
- Identificar l'aleatorietat dels processos dels sistemes que s'han de simular
- Dissenyar i construir generadors de nombres pseudoaleatoris i verificar-ne la qualitat
- Generar mostres de variables aleatòries no uniformes, contínues i discretes
- Aplicar les metodologies de la simulació: *event-scheduling*, *process-interaction*.
- Analitzar els resultats de la simulació, extreure'n conclusions, fonamentar-les i presentar-les

Capacitats prèvies necessàries

- Àlgebra lineal
- Anàlisi
- Probabilitats
- Inferència estadística
- Introducció a la investigació operativa

6.- Metodologia

L'assignatura es desenvoluparà en sessions de teoria que integrin la resolució de problemes i exemples il·lustratius procedents d'una col·lecció que es posarà a la disposició dels alumnes a principi de curs.

- **Sessions de teoria:** Es desenvolupa en una exposició amb l'ajut de projeccions de diapositives de Power Point i execucions interactives de diferents programaris de simulació, anàlisi estadística, matemàtica, etc. per il·lustrar els diferents conceptes i l'aplicació dels diversos mètodes.
- **Sessions de problemes:** El caràcter de l'assignatura no aconsella classes de problemes en el sentit clàssic. Els problemes, especialment els de la col·lecció que es distribueix als alumnes al principi del curs, es van resolent a mesura que s'aborden els conceptes corresponents en el desenvolupament de la teoria. Eventualment hi ha sessions exclusivament dedicades a problemes, en les quals es demana als alumnes que hi intervinguin, ja que el material està a les seua disposició.
- **Pràctiques:** Els alumnes han de realitzar dos treballs pràctics obligatoris. En el primer se'ls proporciona una mostra de dades, han d'identificar els models de probabilitat que se'ls explica i justificar-lo. A continuació han de dissenyar, implementar i verificar el seu propi generador de nombres aleatoris i utilitzar-lo per generar una mostra de la distribució de probabilitat que han identificat en la primera part.

A la segona part se'ls proposa un cas d'un sistema el model de simulació del qual han de dissenyar, implementar i executar. Han d'analitzar els resultats i comparar els dissenys alternatius que corresponen a les preguntes que els formulen els resultats. L'alumne ha de redactar un informe metodològicament correcte segons el que s'ha exposat durant el curs.

7.- Avaluació

Un examen parcial sobre la teoria, que si s'ha aprovat allibera de l'examen final. En cas contrari, s'ha d'aprovar l'examen final de teoria. Dues pràctiques. La qualificació final és la mitjana de la teoria i les pràctiques. No hi ha compensacions per a casos extrems.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Law, A. M.; Kelton, W. D.. *Simulation modeling & analysis*, 2nd ed.. McGraw-Hill, 1991.
- Banks, J.; Carson, J.S.; Nelson, B. L. ; Nicol, D.M.. *Discrete-Event system simulation*, . Prentice-Hall, 2005.
- Fishman, G.S.. *Discrete-Event Simulation*, . Springer, 2001.
- Ross, S. M.. *simulation*, . Academic Press, 2002.
- Gross, D.; Harris, C.M.. *Fundamentals of queueing theory*, . Wiley Series in Probability and Statistics, 1998.

Referències complementàries:

- Banks, J.;. *Handbook of simulation*, . Wiley Interscience, 1998.
- Robert, C.P; Casella, G.. *Monte Carlo statistical methods*, 2nd ed.. Springer, 2004.
- Kelton, W. D.; Sadowski, R.P.; Sturrock, D.T.. *Simulation with ARENA*, 3rd ed.. Mc Graw-Hill, 2004.

Enllaços:

- <http://stat.fsu.edu/pub/diehard>

MODELS LINEALS GENERALITZATS

1.- Identificació

Codi: 26309

Tipus: Obligatòria

Curs: 2 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 7,5 (4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: MONTERO MERCADÉ, LIDIA

Altres professors:

Idioma: Català (apunts castellà, material laboratori català i referències en anglès)

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		2x3=6(a)
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	4	52
Realització de treballs	0	0
Preparació d'exàmens		16+32=48 (b)
	Total	210

(a) 3 hores per a l'examen parcial i 3 hores per a l'examen final.

(b) 16 hores per a la preparació de l'examen parcial, 32 hores per a l'examen final.

3.- Objectius

El curs de Models Lineals Generalitzats té un caràcter eminentment aplicat. El seu objectiu fonamental és que els alumnes adquireixin els coneixements i les habilitats necessaris per poder resoldre els problemes pràctics d'associació estadística entre una variable de resposta de la família exponencial i un conjunt de variables explicatives (contínues o categòriques) que puguin sorgir en la pràctica professional.

El model lineal general clàssic pressuposa una distribució normal de la variable de resposta. En l'apartat dedicat al model lineal general clàssic l'alumne adquireix un coneixement unificat de tres grans grups de models. El primer està format pels models en els quals les variables explicatives són quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la regressió; en un segon grup s'estudien els casos en els quals les variables explicatives són qualitatives, és a dir, l'anàlisi de la variància, i finalment es tracten els models en els quals les variables explicatives inclouen variables qualitatives i quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la covariància. L'alumne aprèn a usar l'anàlisi dels residus, en l'estudi de les violacions dels supòsits bàsics del model i en la selecció del millor model.

La llei normal constitueix un membre particular de la família exponencial, com ho són a la vegada les lleis binomial, de Poisson, etc. L'extensió del model general clàssic al tractament de variables de resposta pertanyents a la família exponencial constitueix l'objectiu bàsic del curs de Models Lineals Generalitzats. L'alumne aprèn el rol dels components dels models lineals generalitzats, que són essencials per comprendre els mètodes d'estimació dels paràmetres.

Els models lineals generalitzats particulars que l'alumne aprèn a analitzar detalladament són:

- Models de variable de resposta binària.
- Models de variable de resposta multinomial.
- Models log-lineals. Relació amb els models de resposta multinomial.

L'estratègia per assolir aquests objectius generals s'estructura a través de quatre subobjectius bàsics.

- L'alumne coneix i entén la unitat de les diverses tècniques de modelització estadística presentades.
- L'alumne té coneixement de les propietats estadístiques dels estimadors proposats.
- L'alumne té coneixement dels indicadors estadístics de bondat de l'ajust i de la seva validesa per a la diagnosi i la validació dels models lineals proposats.
- L'alumne té coneixement de programes estadístics per a l'estimació dels models proposats, tot tenint l'habilitat d'interpretar correctament els resultats proporcionats pel paquet estadístic i d'analitzar les diverses possibilitats i la informació que li subministra el programa per poder extreure'n conclusions d'utilitat en el procés de modelització
- L'alumne té coneixements de les extensions possibles als models analitzats detalladament al llarg del curs: models d'efectes aleatoris.

4.- Continguts

1. Introducció. La família exponencial.

Relació entre variables. Introducció a la modelització de fenòmens aleatoris. El model lineal general i els models lineals generalitzats. Estimació dels paràmetres dels models lineals generalitzats. Distribució dels estimadors, càlcul d'interval de confiança. Mesura de la bondat de l'ajust.

2. Model de regressió múltiple

Hipòtesis. Interpretació geomètrica del model de regressió. Propietats dels estimadors. Teorema de Gauss-Markov. Mesura de la bondat d'ajust. Diagnosi i validació del model de regressió múltiple. La multicolinealitat i els seus efectes. Anàlisi dels residus, influència d'una observació i distància de Cook. Tractament de l'heterocedasticitat. Transformacions. Selecció de la millor equació de regressió. Efectes de la desviació de les hipòtesis del model.

3. Anàlisi de la varianza i de la covariança: model lineal general

Construcció de matrius de dissenys de rang complet segons diverses reparametritzacions. Interpretació dels estimadors de les variables mudes.

4. Models de resposta binària

Funcions de *link*. Estimació dels paràmetres. Funció deviance. Regressió logística.

5. Models de resposta politòmica

Resposta multinomial. Funcions de *link* per a respostes nominals i ordinals. Models jeràrquics. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*. Models condicionals i teoria de la utilitat aleatòria.

6. Models log-lineals i introducció a l'anàlisi de taules de contingència

Distribució de Poisson i funció de *link*. Relació entre els models log-lineals i els models de resposta multinomial. Sobredispersió. Anàlisi de taules de contingència.

7. Introducció als models de supervivència

Particularitats dels models de supervivència.
Models lineals generalitzats i models de supervivència: models de vida accelerada, models de riscos proporcionals, model general de taxa de risc.
Model fitting: model de Poisson equivalent.
Exemples.

8. Introducció als models d'efectes aleatoris.

Extensió del model ANOVA d'efectes fixos. Exemples. Extensió del model lògic multinomial als efectes aleatoris: el model lògic mixt. Exemples en models discrets de selecció d'alternatives.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Conèixer i entendre alguns dels models més importants de relació lineal entre variables de la família exponencial.
- Davant de la descripció d'un joc de dades, ser capaç de formular correctament el model estadístic associat adient.
- Davant de la formulació d'un model lineal amb resposta de la família exponencial d'un paràmetre, estimar els paràmetres del model mitjançant l'ús del paquet estadístic adequat.

- Davant dels resultats de l'estimació d'un model lineal amb resposta de la família exponencial d'un paràmetre mitjançant un paquet estadístic adequat, valorar la bondat del model, tot interpretant la informació facilitada pel programa estadístic. Saber interpretar els seus estimadors calculats pel paquet en els termes de la funció de *link* emprada.
- Davant dels resultats de l'estimació d'un model lineal amb resposta de la família exponencial d'un paràmetre mitjançant un paquet estadístic adequat, valorar gràficament la bondat del model sempre que el nombre de paràmetres sigui reduït (fins a 3 covariables).
- Davant de diversos models lineals generalitzats per un conjunt de dades fixat, apuntar cap a la selecció del millor model: ús de variables com a factor o com a covariables, introducció de termes d'ordre superior al lineal en les covariables.
- Conèixer i entendre les limitacions de les propietats asimptòtiques dels estadístics implicats en l'estimació i la validació dels models lineals generalitzats.
- Conèixer i entendre el mètode dels *scores* per a l'estimació dels models lineals generalitzats.
- Conèixer els indicadors estadístics de bondat del model: *deviance*, estadístic de Pearson, AIC, BIC.

Capacitats prèvies necessàries

- Habilitats bàsiques d'àlgebra lineal: conceptes de rang d'una matriu, idempotència, projecció, saber invertir matrius, saber resoldre sistemes d'equacions lineals.
- Habilitats bàsiques d'anàlisi matemàtica: comprendre i saber identificar oberts, tancats, saber representar gràficament funcions d'una i dues variables; conèixer el vector gradient i la matriu hessiana d'una funció escalar de variable vectorial, saber calcular-lo i relacionar-lo amb les propietats de la funció.
- Es recomana nocions bàsiques d'anàlisi descriptiva de dades.

6.- Metodologia

- **Sessions de teoria:** Són sessions de 3 hores setmanals en què es presenten i discuteixen els continguts de l'assignatura amb l'ajut de transparències. El professor presenta tant els continguts en termes de nous conceptes com l'estudi de casos, en què es detalla la interpretació, la validació i la selecció del millor model (tots els jocs de dades usats pel professor es publiquen a la pàgina web de l'assignatura). Per ajudar l'alumne en el seguiment de l'assignatura, la distribució entre classes expositives clàssiques i d'estudi de casos és de 50-50.
- **Pràctiques:** Sessions de 2 hores setmanals. Durant els primers 20 minuts, el professor presenta els objectius de l'exercici que s'ha de desenvolupar dins del tema concret. Els alumnes han de capturar l'arxiu de dades sobre el qual tracta l'exercici de la pàgina web de l'assignatura i seguir el guió detallat que el professor ha penjat per a la sessió de laboratori.

Tot els apartats de la pràctica són resolts pel professor després de deixar un temps prudencial perquè els alumnes elaborin una resposta a l'apartat, mitjançant el càlcul dels estimadors del model lineal generalitzat treballat.

Els alumnes estan supervisats pel professor en tot moment, formen grups d'1 a 3 persones, i segons les dificultats detectades en el decurs de la pràctica el professor suggereix els exercicis no presencials, dins de la col·lecció d'exercicis del tema en curs, que han de treballar per assolir els objectius.

Abans de finalitzar la classe, el professor fa pública a la pàgina web de l'assignatura les solucions i respostes als diferents apartats, perquè els alumnes disposin unificadament d'una resolució que puguin emprar en la preparació dels exàmens de l'assignatura i els treballs d'autoaprenentatge que puguin realitzar de manera no presencial.

7.- Avaluació

Hi ha un examen parcial no eliminatori de matèria i l'examen final. Els exàmens són problemes i casos pràctics.

La nota final (*NF*) de la convocatòria ordinària és:

$$NF = \text{Max}(\text{nota examen final}, \text{nota examen final} * 0,65 + \text{nota examen parcial} * 0,35)$$

La nota final (*NF*) de la convocatòria extraordinària és:

$$NF = \text{màxim}(\text{nota examen final extraordinària} * 0,65 + \text{nota examen parcial} * 0,35, \text{nota examen final extraordinària})$$

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- McCullagh, P.; Nelder, J.A.. *Generalized linear models*, 2a ed.. Chapman and Hall, 1989.
- Dobson, A. J.. *An introduction to generalized linear models*, . Chapman and Hall, 1990.
- Fahrmeir, L.; Tutz, G.. *Multivariate statistical modeling based on generalized linear models*, 2a ed.. Springer-Verlag, 2001.
- Lee, Y.; Nelder, J.; Pawitan, Y.. *Generalized linear models with random effects*, . Chapman and Hall, 2006.
- Train, K.E.. *Discrete choice methods with simulation*, . Cambridge University Press, 2003.

Referències complementàries:

- Christensen, R.. *Log-linear models and logistic regression*, 2a ed.. Springer-Verlag, 1997.
- Fox, J.. *Applied regression analysis, linear models, and related methods*, . Sage, 1997.
- Seber, G.A.F.. *Linear regression analysis*, 2a ed.. Wiley and Sons, 2003.
- Bishop, I.; Fienberg, S.; Holland, P.. *Discrete multivariate analysis: theory and practice*, . MIT Press, 1991.
- Agresti, A.. *Categorical data analysis*, 2a ed.. Wiley Interscience, 2002.

Enllaços:

- http://www-eio.upc.es/seccio_fme/teaching/mlgz/

MODELS NO PARAMÈTRICS

1.- Identificació

Codi: 26333

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: DELICADO USEROS, PEDRO FRANCISCO

Altres professors:

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		5
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2	26
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		24
	Total	133

Prerequisits: Probabilitat, Inferència, Model Lineal Generalitzat

3.- Objectius

Quan acabi el curs, l'estudiant coneixerà les eines teòriques i pràctiques per dur a terme estimacions funcionals no paramètriques. Tindrà nocions bàsiques de models semiparamètrics i d'anàlisi de dades funcionals. També sabrà aplicar les proves no paramètriques clàssiques. Podrà fer servir software estàndar per realitzar totes aquestes tasques i també serà capaç de desenvolupar programes que les implementin en entorns de programació d'alt nivell (com R o Matlab):

- Conèixer les nocions teòriques en què es basen les proves no paramètriques clàssiques i saber aplicar-les.
- Conèixer les eines teòriques i pràctiques per dur a terme estimacions no paramètriques de la funció de densitat univariant i multivariant mitjançant estimadors de tipus nucli.
- Conèixer les eines teòriques i pràctiques per dur a terme estimacions no paramètriques de la funció de regressió univariant i multivariant mitjançant estimadors de tipus nucli i basats en splines.
- Aplicar tècniques no paramètriques d'estimació de funcions a problemes habituals com ara la descripció de dades, l'anàlisi discriminant o el contrast de models paramètrics.
- Conèixer i estimar models no paramètrics més complexos com el model additiu generalitzat i els models de versemblança local.
- Formular i estimar models semiparamètrics senzills.
- Conèixer nocions bàsiques d'anàlisi de dades funcionals.

4.- Continguts

1. Proves no paramètriques clàssiques.

Bondat de l'ajustament (proves de Kolmogorov-Smirnov).

Proves de localització en una mostra o en dues mostres aparellades (proves del signe i de Wilcoxon dels rangs signats).

Comparació de dues mostres independents (proves de Mann-Whitney-Wilcoxon i de Kolmogorov-Smirnov per a dues mostres).

Comparació de més de dues mostres (proves de Kruskal-Wallis i de Friedman).

Mesura de la dependència (coeficients R d'Spearman i tau de Kendall).

2. Introducció als mètodes de suavització de corbes.

Aplicacions dels mètodes no paramètrics d'estimació de funcions.

3. Estimadors nucli de la densitat

L'histograma i el polígon de freqüències. Estimador nucli de la densitat. Selecció del paràmetre de suavització. Inferència basada en l'estimació de la densitat. Estimadors de la densitat multivariant. Altres estimadors de la densitat.

4. Estimació de la funció de regressió

El model de regressió no paramètrica. Estimadors nucli i polinomis locals.

Selecció del paràmetre de suavització. Versemblança local i famílies exponencials. Inferència en el model de regressió no paramètrica.

5. Estimadors de la regressió basats en bases de funcions

Estimació basada en el desenvolupament en sèrie de la funció de regressió.
Estimació per mínims quadrats penalitzats. Bases d'*splines*, *splines* cúbics i *B-splines*.
Splines interpoladors. Allisament per *splines* i graus de llibertat equivalents. Selecció del paràmetre de suavització.
Altres fases de funcions (*wavelets*).

6. Regressió múltiple i model additiu generalitzat.

Regressió múltiple no paramètrica. Models additius. Models additius generalitzats.

7. Models semiparamètrics.

Model semiparamètric general. Inferència amb *splines*.

8. Introducció a l'anàlisi de dades funcionals.

Estadística descriptiva funcional. Model lineal funcional. Components principals funcionals.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Realitzar proves no paramètriques clàssiques per a problemes estàndard: bondat d'ajustament, proves d'una o dues mostres, comparació de poblacions, proves d'independència.
- Estimar no paramètricament una funció de densitat mitjançant un software estàndard.
- Estimar no paramètricament una funció de densitat mitjançant un software estàndard.
- Escriure programes (en un entorn de programació d'alt nivell com R o Matlab) que implementi estimadors de tipus nucli de la densitat o la regressió.
- Fer servir un software estàndard per realitzar inferència a partir dels estimadors no paramètrics de la densitat i la regressió.
- Fer servir un software estàndard per definir bases d'*splines* i estimar després funcions de regressió.
- Plantejar i estimar models de versemblança local, models additius generalitzats i models semiparamètrics senzills.
- Conèixer l'existència de l'anàlisi de dades funcionals.

Capacitats prèvies necessàries

- Habilitats d'anàlisi matemàtica: integració, derivació i desenvolupaments de Taylor de funcions d'una o diverses variables, optimització d'una funció d'una o dues variables, límits de successions i de funcions.
- Habilitats de probabilitat: lleis paramètriques més usals, llei dels grans nombres i teorema central del límit, propietats de les distribucions absolutament contínues.
- Habilitats d'inferència estadística: model de regressió lineal, model lineal generalitzat, propietats de la funció de distribució empírica, diferents tipus d'estimadors i les seves propietats.

6.- Metodologia

Enfocament de la metodologia docent:

- **Sessions de teoria:** El curs constarà de sessions expositives de teoria (una a la setmana). En algunes de les sessions de teoria es proposaran problemes per fer a casa, que s'hauran de lliurar fets a la propera classe de problemes.
- **Sessions de problemes:** Sessions de problemes resolts pel professor (aquestes sessions seran una vegada cada tres setmanes).
- **Pràctiques:** Sessions pràctiques a l'aula informàtica (aquestes sessions seran dues vegades cada tres setmanes). Es farà servir software estàndar i de vegades l'alumne desenvoluparà programes en un entorn de programació d'alt nivell (com R o Matlab). En cada una de les pràctiques es proposarà un exercici que s'haurà de lliurar a la sessió pràctica següent.

7.- Avaluació

Hi haurà un examen final global de l'assignatura dividit en dues parts: una d'usual de teoria i problemes, i una altra que es realitzarà a l'aula d'informàtica.

La nota de l'assignatura serà: $\text{Nota} = 0,4 \cdot \text{NP} + 0,6 \cdot \text{NF}$ on l'NP dependrà dels exercicis i les pràctiques, i l'NF dependrà de l'examen final.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bowman, A. W.; Azzalini, A.. *Applied smoothing techniques for data analysis the Kernel approach with S-Plus*, . Clarendon Press, 1997.
- Wasserman, L.. *All of nonparametric statistics*, . Springer, 2006.
- Simonoff, Jeffrey S.. *Smoothing methods in statistics*, . Springer, 1996.
- Gibbons, J. D.. *Nonparametric methods for quantitative analysis*, 3rd. American Science Press, 1997.
- Ramsay, J. O.; Silverman, W.B.. *Functional data analysis*, 2nd. Springer, 2005.

Referències complementàries:

- Ruppert, D.; Wand, M.P.; Carroll, R.J.. *Semiparametric regression*, . Cambridge University Press, 2003.
- Scott, David W.. *Multivariate density estimation theory, practice and visualization*, . Wiley, 1992.
- Loader, C.. *Local regression and likelihood*, . Springer, 1999.
- Silverman, B. W.. *Density estimation for statistics and data analysis*, . Chapman and Hall, 1986.
- Fan, J.; Gijbels, I.. *Local polynomial modelling and its applications*, . Chapman & Hall, 1996.

Enllaços:

- The R Project for Statistical Computing (<http://www.r-project.org/>)
- http://en.wikipedia.org/wiki/Non-parametric_statistics
- Functional Data Analysis Website (<http://ego.psych.mcgill.ca/misc/fda/>)

OPTIMITZACIÓ A GRAN ESCALA

1.- Identificació

Codi: 26341

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: CODINA SANCHO, ESTEVE

Altres professors: CASTRO PÉREZ, JORDI

Idioma: català, castellà, anglès

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	1	13
Realització d'exàmens		0
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	1	13
Realització de treballs		40
Preparació d'exàmens		0
	Total	144

Avaluació en base a treballs pràctics.

3.- Objectius

L'objectiu del curs és introduir l'alumne en 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.

4.- Continguts

1. DUALITAT

1. Dualitat en Programació Lineal. Teoremes de dualitat. Folga complementària. Algorisme del Simplex Dual. Anàlisi de sensibilitat, preus ombra.

2. Dualitat en Programació Matemàtica i dualitat lagrangiana: generalització de la dualitat en programació matemàtica. Dualització i relaxació. Equivalència entre convexificació i dualització. Condicions globals d'optimalitat. Revisió de les condicions de Karush-Kuhn-Tucker. Relaxació lagrangiana i dualitat. Introducció a l'optimització no diferenciable. L'optimització subgradient.

2. MÈTODES DE DESCOMPOSICIÓ

Mètode de Dantzig-Wolfe per a restriccions d'acoblament. Mètodes de generació de columnes. Descomposició de Benders per a variables d'acoblament. Relacions entre relaxació Lagrangiana, Dantzig-Wolfe i Benders. Aplicacions.

3. MÈTODES DE PUNT INTERIOR

Mètodes primal-dual de seguiment de camí. Problemes lineals. Problemes quadràtics. Sistema augmentat i equacions normals. Direccions de Newton i redictor-corrector. Extensions.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén 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 resoldre'ls.
- Conèixer les diferències entre el mètode simplex 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 conèixer les eines d'àlgebra lineal necessàries.

Capacitats prèvies necessàries

- Coneixements bàsics d'Investigació Operativa / Optimització / Modelització en Programació Matemàtica / àlgebra lineal bàsica.

6.- Metodologia

Es combinen les classes de teoria, de problemes i algunes de pràctiques.

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

7.- Avaluació

Realització de treballs pràctics.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bradley, S. P.; Hax, A.C.; Magnanti, T.L.. *Applied mathematical programming*, . Addison-Wesley, 1977.
- Shapiro. *Mathematical programming. Structures and algorithms*, . John-Wiley, 1979.
- Chvátal, Vasek. *Linear programming*, . Freeman, 1983.
- Conejo, A.J.; Castillo, E.; Minguez, R. ; Garcia-Bertrand, R.. *Decomposition techniques in mathematical programming: engineering and science*, . Springer, 2006.
- Sierksma, Gerard. *Linear and integer programming theory and practice*, . Marcel Dekker, 1996.

Referències complementàries:

- Wright, Stephen J.. *Primal-dual interior-point methods*, . Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997.
- Bertsekas, Dimitri P.. *Nonlinear programming*, 2nd ed.. Athena Scientific, 1999.
- Bazaraa, M.S. Sheraly, H.D. Shetty, C.M.. *Nonlinear programming. Theory and algorithms*, . John-Wiley, 1990.
- Minoux, M. Vajda, S.. *Mathematical programming. Theory and algorithms*, . John-Wiley, 1986.

Enllaços:

- Optimization online home page: <http://www.optimization-online.org/>.
- Optimization Technology Center: <http://www.ece.northwestern.edu/OTC/>

OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA

1.- Identificació

Codi: 26307

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: NABONA FRANCISCO, NARCÍS

Altres professors:

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	1	13
Realització d'exàmens		4 *
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	1	13
Realització de treballs		
Preparació d'exàmens		72
	Total	180

* Hi ha dos parcials alliberadors.

3.- Objectius

Formar en els principis i l'aplicació de l'optimització contínua per resoldre problemes reals:

- Presentar les bases teòriques dels principals algorismes de l'optimització contínua i les seves eines de resolució de problemes d'alta dimensionalitat.
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprendre una part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional amb programes preparats.
- Adquirir pràctica en l'ús de les eines professionals de l'optimització contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'optimització contínua.

4.- Continguts

1. Conceptes bàsics

Convergència local i global d'algorismes. Direcció de descens. Ordre i taxa de convergència. Fita superior a la taxa de convergència del mètode del gradient. Esparsitat de matrius i vectors. Producte espars de matriu per vector. Graf equivalent a una matriu esparsa simètrica. Factorització de matrius esparses i reordenacions simètriques.

2. Optimització sense restriccions que no utilitza derivades

Procediment de Nelder-Mead. Generació de símplexs. Reflexions, expansions, contraccions i reduccions. Criteris per usar-les. Criteris d'acabament.

3. Mètodes de direccions conjugades per a optimització sense restriccions

Direccions Q-conjugades. Minimització d'una funció quadràtica. Algorisme del gradient conjugat. Convergència i relació amb els valors propis. Solució de sistemes lineals simètrics a través del gradient conjugat. Aplicació a funcions qualssevol. El mètode del gradient conjugat parcial.

4. Mètode de Newton per a l'optimització sense restriccions

Convergència local i global. Modificacions definides positives. Factorització de Gill-Murray. Modificació de Dennis-Schnabel. Direccions de curvatura negativa.

5. Factoritzacions ortogonals i mínims quadrats

Matrius de Housholder. Factoritzacions QR i LQ amb rangs complet i incomplet. Subespai de rang i subespai nul. Matriu Z. Mínims quadrats lineals. Resolució amb i sense factorització QR. Factorització ortogonal completa de matrius amb rang deficient i mínims quadrats de norma mínima. Mínims quadrats qualssevol. Algorisme de Gauss-Newton.

6. Minimització amb constriccions lineals d'igualtat

Obtenció d'un punt inicial factible i de la matriu Z per factorització LQ i pel mètode de reducció de variables. Algorisme general usant el gradient i l'hessiana projectats. Problema lineal. Resolució directa del cas amb funció objectiu quadràtica. Estimacions de multiplicadors de Lagrange de 1er i 2on ordre.

7. Minimització amb constriccions lineals de desigualtat

Mètode del conjunt actiu. Heurística crash-start per obtenir un punt factible. Especialització de Murtagh-Saunders quan hi ha constriccions lineals d'igualtat i fites simples. Variables superbàsiques. El mètode del símplex de programació lineal com a cas particular de l'algorisme. Minimització subjecta a fites simples.

8. Procediments de punt interior mitjançant l'escalat afí per a programació lineal

Concepte de punt interior. Direccions factibles de descens. Escalat afí primal. Criteri d'acabament. Algorisme de l'escalat afí primal. Punt interior del problema dual. Algorisme de l'escalat afí dual.

9. Minimització amb constriccions qualssevol pel gradient reduït generalitzat

Aplicació a un problema amb constriccions lineals d'igualtat i variables fitades. Variables dependents i independents. Aplicació a problemes amb constriccions qualssevol. Retorn a la hipersuperfície de les constriccions.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Saber classificar els diversos tipus de problema d'optimització segons la funció objectiu i, si n'hi ha, els tipus de constriccions presents.
- Conèixer quins són els principals algorismes adequats per resoldre cada tipus de problema d'optimització.
- Conèixer les propietats principals dels algorismes considerats i la seva eficiència computacional atesa la implementació dels algorismes realitzada.
- Conèixer com implementar els algorismes considerats i quin programari de domini públic o de pagament hi ha per fer aplicacions.
- Experimentar amb programari existent per resoldre un problema real i poder comparar l'eficiència de distintes solucions.
- Usar modelitzadors i resolutors professionals de domini públic o de pagament.

Capacitats prèvies necessàries

- Coneixement d'operacions bàsiques amb matrius i vectors, i de diferenciació multivariant. Determinació d'òptims a partir de les condicions d'optimalitat.
- Coneixement de l'exploració lineal per aproximar l'òptim d'una funció multivariant des d'un punt al llarg d'una direcció. Coneixement de l'algorisme del símplex de programació lineal.
- Coneixement de l'exploració lineal per aproximar l'òptim d'una funció multivariant des d'un punt al llarg d'una direcció. Coneixement de l'algorisme del símplex de programació lineal.

6.- Metodologia

S'exposa la teoria a classe i s'usa programari existent i altre que, en part, s'ha de desenvolupar per aplicar els algorismes estudiats a diversos tipus de problemes d'optimització.

- **Sessions de teoria:** Exposicions dels problemes d'optimització i dels algorismes que els resolen eficientment i les seves propietats
- **Sessions de problemes:** Hi ha una col·lecció de problemes resolts, alguns dels quals s'exposaran a classe. Es recomana que l'alumne els resolgui pel seu compte amb l'ajut de MATLAB per realitzar les operacions.
- **Pràctiques:** Amb programari existent i amb programes i rutines preparats pels alumnes s'han de resoldre problemes d'optimització de diferents tipus.

7.- Avaluació

Ordinària:

Hi ha dos parcials alliberadors de la 1a i la 2a meitat del curs. Cadascun pesa un 35 % de la nota i cal una nota mínima de 2 per aprovar l'assignatura.

Hi ha pràctiques obligatòries i altres d'optatives. La nota pesa un 30 % i per aprovar l'assignatura cal tenir aprovades les pràctiques.

Extraordinària

Hi ha un examen que pesa un 70 % i cal tenir les pràctiques aprovades, les quals pesen un 30

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bertsekas, D.P.. *Nonlinear programming*, 2a ed.. Athena Scientific, 1999.
- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B.. *Numerical methods for unconstrained optimization and nonlinear equations*, . SIAM, 1996.
- Duff, I.; Erisman, A.M.; Reid, J.K.. *Direct methods for sparse matrices*, . Oxford Clarendon Press, 1989.
- Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M.H.. *Practical optimization*, . Academic Press, 1981.
- Luenberger, D.G.. *Linear and nonlinear programming*, 2a ed.. Addison-Wesley, 2004.

Referències complementàries:

- Wright, S.J.. *Primal-dual interior-point methods*, . SIAM, 1997.
- Gill, P.E.; Murray, W.; Wright, M.H.. *Numerical linear algebra and optimization*, . Addison-Wesley, 1991.
- Nabona, N.. *Notes de classe d'optimització contínua 1*, . Servei Publicacions FME, 2004.
- Nabona, N.; Heredia, F.J.. *Optimització contínua 1: problemes*, . Servei Publicacions FME, 2004.
- Nabona, N.. *Optimització contínua 1: pràctiques*, . Servei Publicacions FME, 2004.

PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS

1.- Identificació

Codi: 26300

Tipus: Obligatòria

Curs: 1 **Quadrimestre:** 1

Crèdits: 7,5 (4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: FABREGA CANUDAS, JOSE

Altres professors: SERRA ALBO, ORIOL

Idioma: Català (part de la bibliografia en anglès)

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		2+3=5 *
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2,5	32,5
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2,5	32,5
Realització de treballs		10
Preparació d'exàmens		10+25=25 *
	Total	170

* Examen parcial + examen final.

3.- Objectius

L'objectiu general del curs és introduir l'estudiant en la modelització de fenòmens aleatoris. El nucli del curs consisteix en problemes de convergència estocàstica (lleis dels grans nombres i teorema central del límit), que són essencials en estadística, i en una introducció als processos aleatoris (cues, evolució de poblacions, etc.). S'introdueixen també les eines necessàries relacionades amb mètodes transformats (funcions generadores, funció característica). En el curs es dona una importància especial a l'estudi d'aplicacions específiques de cadascuna de les unitats teòriques per exemplificar l'ús de les tècniques introduïdes i la seva aplicació a problemes del món real.:

- Aprendre l'ús de mètodes transformats: funcions generadores de probabilitat, de moments, i funció característica.
- Entendre els diferents modes de convergència de successions de variables aleatòries i el significat precís de les lleis dels grans nombres i del teorema central del límit.
- Aprendre a treballar amb cadenes de Markov i el significat de les distribucions estacionàries i dels teoremes ergòdics.
- Estudiar i identificar models estocàstics basats en processos de Bernoulli, de ramificació, de Poisson, de naixement i mort, etc.
- Comprendre la necessitat de les simulacions i el paper que hi fa la probabilitat.

4.- Continguts

1. DISTRIBUCIONS MULTIDIMENSIONALS DE PROBABILITAT

Variables aleatòries bidimensionals. Funcions de distribució i de densitat conjuntes. Canvi de variables. Independència i distribucions de probabilitat condicionades. Paràmetres estadístics i moments conjunts. Coeficient de correlació. Esperances condicionades. Extensió al cas multidimensional. Matrius de covariàncies.

2. FUNCIONS GENERADORES DE PROBABILITAT I DE MOMENTS

Funció generadora de probabilitats. Suma de variables aleatòries independents. Funció generadora de moments. Aplicació a la mitjana i a la variància mostrals.

3. APLICACIÓ: CREIXEMENT D'UNA POBLACIÓ I PROCESSOS DE RAMIFICACIÓ. ALTRES

Els processos de ramificació com a model estocàstic per estudiar el creixement d'una població. Ús de la funció generadora de probabilitats per al càlcul de la probabilitat d'extinció. Nombre mitjà de descendents. Funció generadora de probabilitats de l'enèsima generació.

Altres aplicacions: la llei de probabilitat binomial negativa. Temps mitjà de retorn a l'origen en una passejada aleatòria.

4. FUNCIONS CARACTERÍSTIQUES I LA LLEI GAUSSIANA MULTIDIMENSIONAL

Funció característica d'una variable aleatòria. Propietats i càlcul de moments. Teorema de convolució. Suma d'un nombre aleatori de variables aleatòries independents. Funció característica conjunta de diverses variables aleatòries.

Aplicació a les distribucions gaussianes multidimensionals: matrius de covariàncies. Funció característica conjunta de variables aleatòries gaussianes independents. Gaussianes n -dimensionals. Incorrelació i independència. Transformacions lineals. Dependència lineal i distribucions gaussianes singulars. Densitat gaussiana n -dimensional.

5. CONVERGÈNCIA DE SUCCESSIONS DE VARIABLES ALEATÒRIES

La llei feble dels grans nombres i el concepte de *convergència en probabilitat*. El teorema central del límit i el concepte de *convergència en distribució*. El teorema de Poisson i la relació Binomial-Poisson. El concepte de *convergència en mitjana quadràtica*. La llei forta dels grans nombres i el concepte de *convergència quasi segura*. Els lemes de Borel Cantelli. Exemples de la seva aplicació.

6. APLICACIÓ: ESTIMACIÓ. MÈTODES DE MONTECARLO

Convergència en mitjana quadràtica i problemes d'estimació. Mètodes de Montecarlo. Altres aplicacions: funcions de distribució empíriques.

7. CADENES DE MARKOV

Cadenes de Markov de temps discret finites. Les equacions de Chapman-Kolmogorov. Classificació dels estats. Cadenes amb estats absorbents. Cadenes regulars. Distribucions estacionàries i teoremes límit. Matriu fonamental. Cadenes amb un nombre infinit d'estats.

8. APLICACIÓ: PASSEJADES ALEATÒRIES I ALTRES

Passejades aleatòries en una o més dimensions. Problema de la ruïna del jugador. Evolució genètica de poblacions.

9. EL PROCÉS DE POISSON. PROCESSOS DE NAIXEMENT I MORT

El procés de Poisson. Temps entre transicions. Estadística de les transicions. Processos de naixement i mort. Cadenes de Markov de temps continu. Aplicació: cues i avaluació de sistemes.

10. SIMULACIONS: GENERACIÓ DE NOMBRES ALEATORIS

La necessitat de les simulacions. Generació de nombres amb distribució uniforme a $(0,1)$. Generació de nombres amb distribució normal. Generació d'altres distribucions de probabilitat. Tests estadístics per a nombres aleatoris.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Entendre el concepte de llei de probabilitat conjunta de dues variables aleatòries. Saber treballar amb funcions de distribució i de densitats bidimensionals. Saber calcular funcions de probabilitat i de densitat marginals. Entendre el concepte de variables aleatòries independents. Conèixer l'extensió al cas n -dimensional
- Conèixer el significat dels moments conjunts de diverses variables aleatòries. Entendre el concepte de correlació. Saber distingir entre incorrelació i independència. Entendre el concepte d'esperança condicionada. Saber aplicar aquest concepte a la resolució de problemes.
- Entendre la utilitat dels mètodes transformats. Conèixer les funcions generadores de probabilitat i de moments de les distribucions de probabilitat més usuals. Conèixer la funció característica de les lleis de probabilitat més usuals i la seva aplicació al càlcul de moments.
- Conèixer les propietats bàsiques de les variables aleatòries conjuntament gaussianes. Saber operar amb la densitat gaussiana multidimensional. Entendre el significat d'incorrelació en el cas gaussià. Saber operar amb combinacions lineals de gaussianes i amb gaussianes condicionades.

- Entendre els diferents tipus de convergència de variables aleatòries i les seves relacions.
- Saber aplicar la desigualtat de Tchebixev. Conèixer el teorema central del límit i entendre'n la importància en la teoria de la probabilitat. Conèixer les lleis dels grans nombres.
- Entendre el concepte de *procés estocàstic*. Saber operar amb les funcions de distribució i densitat d'ordre n . Saber calcular les funcions de valor mitjà i d'autocorrelació.
- Saber treballar amb el procés de Poisson i les seves aplicacions. Conèixer els resultats bàsics sobre cadenes de Markov. Saber aplicar la teoria de cadenes de Markov a models de probabilitat simples. Conèixer exemples bàsics de processos de naixement i mort.
- Saber identificar models de probabilitat basats en els resultats teòrics del curs
- Comprendre la necessitat de les simulacions i el paper que hi fa la probabilitat.

Capacitats prèvies necessàries

- Fonaments de la teoria de probabilitat: càlcul elemental de probabilitats.
- Familiaritat amb els models bàsics de probabilitat: distribucions binomial, geomètrica, de Poisson, uniforme, exponencial i normal.
- Nocions bàsiques del càlcul matricial.
- Càlcul infinitesimal: derivació i integració de funcions.

6.- Metodologia

Exposició teòrica dels temes del curs i del material d'estudi. Treball dels estudiants en problemes i projectes guiats.

- **Sessions de teoria:** Són sessions d'una o de dues hores en què es presenta el material de l'assignatura. S'emfasitzen les idees i els conceptes. Es presenten algunes demostracions que, pel seu contingut i desenvolupament resulten pedagògicament creatives i formatives.
- **Sessions de problemes:** Són sessions d'una o de dues hores. El professor indica amb antelació quins són els problemes que treballaran en la classe següent. S'encarregaran treballs guiats per fer en grup.
- **Pràctiques:** Algunes de les sessions del curs es faran treballant amb ordinador per fer simulacions sobre els conceptes teòrics del curs.

7.- Avaluació

Es farà una prova a mig curs (*EP*) i un examen final (*EF*) de tota l'assignatura. Es consideraran valoracions complementàries per mitjà d'activitats relacionades amb els treballs (*T*) fets durant el curs.

La nota final de l'assignatura (*NF*) serà:

$$\max(NF, 0,5 * EF + 0,4 * EP + 0,1 * T)$$

L'examen extraordinari serà també de tota l'assignatura

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ross, S.M.. *Introduction to probability models*, 8a ed.. Academic Press, 2003.
- Tuckwell, H.C. *Elementary applications of probability theory*, 2a ed. Chapman & Hall, 1995.
- Durrett, R.. *Essentials of stochastic processes*, . Springer Verlag, 1999.

Referències complementàries:

- Gut, A.. *An intermediate course on probability*, . Springer Verlag, 1995.
- Grimmett, G.R.; Stirzaker, D.R.. *Probability and random processes*, 3a ed.. Oxford Univ. Press, 2001.
- Sanz Solé, M.. *Probabilitats*, . Univ. de Barcelona, 1999.

Enllaços:

- <http://www.dartmouth.edu/~chance/>

PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA//PROGRAMACIÓ ENTERA I OPTIMITZACIÓ COMBINATÒRIA

1.- Identificació

Codi: 26312

Tipus: Obligatòria

Curs: 2 **Quadrimestre:** 2

Crèdits: 7,5 (4 crèdits teòrics + 3,5 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: FERNÁNDEZ AREIZAGA, ELENA

Altres professors: HEREDIA CERVERA, FRANCISCO JAVIER

Idioma: Català/Castellà

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	3	39
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		8
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2	26
Realització de treballs		10
Preparació d'exàmens		15
	Total	163

3.- Objectius

Donar un complement de formació bàsica en investigació operativa i familiaritzar l'estudiant amb mètodes que permeten resoldre algunes aplicacions pràctiques de problemes de grans dimensions. Conèixer la utilitat d'alguns dels principals models matemàtics de la investigació operativa, especialment en l'àrea de l'estadística.:

- Aprofundir en l'estudi de les propietats de les famílies de models matemàtics típics de la investigació operativa.
- Introduir els problemes d'optimització combinatòria i les seves aplicacions. Estudar la relació entre aquests problemes i els de programació lineal sencera.
- Generalitzar els resultats de la teoria de la dualitat i les seves implicacions. Explotar les propietats de la dualitat i les característiques inherents a l'estructura del model matemàtic per a la resolució dels problemes.
- Conèixer les aplicacions de les tècniques d'optimització en els diferents àmbits de l'estadística.
- Conèixer els mètodes heurístics bàsics.

4.- Continguts

1. Models enters i combinatoris

Problemes d'optimització combinatòria. Relació entre els problemes d'optimització combinatòria i els problemes de programació lineal sencera. La caracterització dels políedres dels problemes combinatoris: cares i facetes d'un políedre convex. El problema de Knapsack: heurístiques per al problema de Knapsack, la caracterització del polítop de Knapsack. Algorismes de pla secant per als problemes enters: talls de Gomory. Procediments d'identificació de constriccions. El cas del polítop de Knapsack: teoremes de desprojecció.

2. Dualitat

Dualitat en programació matemàtica i dualitat lagrangiana: generalització de la dualitat en programació matemàtica. Dualització i relaxació. Equivalència entre convexificació i dualització. Condicions globals d'optimalitat. Revisió de les condicions de Karush-Kuhn-Tucker. Relaxació lagrangiana i dualitat. Introducció a l'optimització no diferenciable. L'optimització subgradient.

3. Estudi de problemes tipus de programació matemàtica

El problema del viatjant de comerç: heurístiques, caracterització de facetes, identificació de constriccions, relaxacions lagrangianes. Problemes discrets de localització de plantes: problemes sense capacitats, heurístiques duals, problemes amb capacitats, mètodes lagrangians. Problemes de rutes de vehicles. Tractament per heurístiques aleatòries: simulated annealing.

4. Aplicacions de la Programació matemàtica a problemes estadístics.

Aplicacions de la programació matemàtica a l'estadística: problemes de regressió, estimació paramètrica i no paramètrica, test d'hipòtesi, disseny d'experiments, etc.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Ser capaç de formular i resoldre numèricament problemes reals de programació matemàtica. Conèixer les característiques de les famílies de problemes típics de la investigació operativa.
- Identificar els elements que intervenen en un problema d'optimització combinatòria. Ser capaç de modelar-lo com a problema de programació lineal sencera.
- Ser capaç d'identificar desigualtats vàlides per a problemes típics de programació sencera, 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 amb constriccions. Poder determinar l'existència o no de gap dual (o de punts de sella) per a un problema d'optimització concret. Saber aplicar la tècnica d'optimització subgradient per a la resolució del dual lagrangiana.
- Conèixer les tècniques d'optimització apropiades per a diferents problemes estadístics, com ara la regressió, el disseny d'experiments, etc.

Capacitats prèvies necessàries

- Conèixer els models i les tècniques bàsiques d'investigació operativa, i en concret les relacionades amb la programació lineal. Ser capaç de modelar problemes lineals i ser capaç de resoldre'ls fent servir l'algorisme del símplex.
- Conèixer les tècniques bàsiques de programació no lineal: exploració lineal, mètode del gradient, condicions de Karush-Kuhn-Tucker.
- Tenir coneixements bàsics de programació i ser capaç d'implementar un algorisme senzill en un llenguatge de programació.

6.- Metodologia

- **Sessions de teoria:** Sessions d'1.30 h on es presenten i es discuteixen els continguts de l'assignatura. En alguns dels temes es faran servir transparències. En altres temes es faran classes tradicionals a la pissarra. 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.
- **Sessions de problemes:** Sessions de 2 h on es plantegen i es resolen problemes numèrics relacionats amb els temes vistos a classe de teoria. Es dona un cert temps perquè l'estudiant intenti resoldre els problemes i posteriorment els problemes es resolen i es discuteixen.
- **Pràctiques:** Hi ha una pràctica que es realitza o bé individualment o bé en parella. Per introduir l'estudiant a la pràctica es faran un parell de sessions a l'aula de PC.

La pràctica consta de tres parts. En la primera l'estudiant fa un programa que implementa un mètode d'optimització subgradient per a la resolució del dual lagrangiana d'un problema del viatjant de comerç. En la segona part, l'estudiant obté una nova fita inferior per al mateix problema mitjançant un mètode iteratiu de resolució de la relaxació lineal + identificació de desigualtats violades. Aquesta segona part es resol fent servir un paquet estàndard de software, com ara el Lindo. La tercera part consisteix en la programació d'un mètode heurístic per obtenir una solució factible per al problema.

7.- Avaluació

Convocatòria ordinària:

Teoria: un examen parcial alliberatori a partir de 5 i un examen final.

Pràctica: realització d'una pràctica, bé individualment o bé en parelles.

Nota final: per aprovar l'assignatura cal obtenir una nota mínima de 4 tant a la part de teoria com a la de pràctica. La nota final s'obté de la ponderació:

$$2/3 * \text{nota de teoria} + 1/3 * \text{nota de pràctica}$$

Si s'obté una nota inferior a 4 en una de les parts (teoria o pràctica) la nota final serà:

$$\text{mín}\{4, 2/3 * \text{nota de teoria} + 1/3 * \text{nota de pràctica}\}$$

Convocatòria extraordinària:

Hi haurà un examen de tota la matèria i s'haurà de presentar una pràctica. Amb les notes de teoria i pràctiques es calcularà la nota final de la convocatòria extraordinària igual que a l'ordinària. Es guarda la nota de pràctiques a partir de nota de pràctica = 7.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Ahuja, R.K.; Magnanti, T.L.; Orlin J.B.. *Network flows: theory, algorithms and applications*, . Prentice Hall, 1993.
- Bazararaa, M.S.; Sherali, H.D.; Shetti, C.M.. *Nonlinear programming: theory and algorithms*, 2a ed.. John Wiley & Sons, 1993.
- Boyd, S.; Vandenberghe, L.. *Convex optimization*, . Cambridge University Press, 2004.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A.. *Integer and combinatorial optimization*, . John Wiley & Sons, 1988.
- Wolsey, L.A.. *Integer programming*, . John Wiley-Interscience, 1998.

Referències complementàries:

- Arthanari, T.S.; Dodge, Y.. *Mathematical programming in statistics*, . John Wiley, 1993.
- Padberg, M.. *Linear optimization and extensions*, 2a ed.. Springer-Verlag, 1999.
- Schrage, L.. *Optimization modeling with LINGO*, 5a ed.. Lindo Systems Inc, 2002.
- Fourer R.; Gay, D. M.; Kernighan, B.W.. *AMPL: a modeling language for mathematical programming*, 2a ed.. Thomson/Brooks/Cole, 2003.

TÈCNIQUES DE MINERIA DE DADES

1.- Identificació

Codi: 26334

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: BECUE BERTAUT, MONICA M.

Altres professors: DELICADO USEROS, PEDRO FRANCISCO

Idioma: Castellà

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		3
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	2	26
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	1	13
Realització de treballs	2	26
Preparació d'exàmens		24
	Total	144

3.- Objectius

La mineria de dades consisteix en la conversió de dades en coneixement per a la presa de decisions. La mineria de dades constitueix la fase central del procés d'extracció de coneixement de les bases de dades KDD (*knowledge discovery in databases*); en aquest sentit, la mineria de dades és un punt de trobada de diferents disciplines: l'estadística, el *machine learning*, les tècniques de bases de dades i els sistemes per a la presa de decisions. Aquestes disciplines juntes permeten afrontar problemes actuals de les organitzacions pel que fa al tractament de la informació.

- Saber realitzar la descripció estadística de bases de dades.
- Conèixer eines de reducció de la dimensionalitat i la visualització de dades.
- Conèixer la generació de regles d'associació.
- Conèixer tècniques per a la definició de conglomerats.
- Saber obtenir models d'aprenentatge supervisats i no supervisats.
- Aplicar tècniques de mineria de dades a bases de dades textuals i de dades web.
- Saber fer servir un entorn de programació matricial per a mineria de dades i algun entorn professional.

4.- Continguts

1. Introducció a la mineria de dades.

1. El procés d'aprendre de les dades.
2. Els problemes de la mineria de dades.
3. Les dades. Tipus de dades. Preprocés.
4. Descripció estadística sistemàtica d'una base de dades.
5. Les tècniques de mineria de dades: aprenentatge supervisat i no supervisat.
6. Avaluació de models.

2. Arbres de decisió i de regressió.

1. Mètode de segmentació CART.
2. Arbre binari de regressió.

3. Xarxes neuronals.

1. Formulació de les xarxes neuronals.
2. Funcions d'activació i perceptró monocapa.
3. Perceptró multicapa.
3. Exemple de xarxa neuronal.

4. Màquines de vectors suport.

1. Classificador de vectors suport.
2. Màquines de vectors suport.
3. Màquines de vectors suport per a regressió.

5. Prototips o veïns més propers.

1. Mètodes prototips.
2. K-veïns més propers.

6. Identificació de variables latents i reducció de dimensionalitat.

1. Mapes autoorganitzats.
2. Anàlisi de components independents.
3. Corbes principals.
4. Anàlisi de proximitats (*multidimensional scaling*)

7. Anàlisi de conglomerats.

1. Distàncies i dissimilaritats.
2. Algoritme de K-mitjanes.
3. Algoritmes jeràrquics.
4. Dades mixtes.
5. Caracterització de les particions.
6. Comparació de particions.

8. Minería de textos i de webs.

1. Minería de textos.
2. Minería de webs.

9. Temes avançats.

1. Visualització: problemàtiques actuals.
2. Anàlisi de *microarrays*.
3. GAM i MARS.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Identificar problemes de minería de dades en l'entorn professional.
- Identificar les tècniques estadístiques i/o d'intel·ligència artificial més apropiades per al problema que s'ha de resoldre.
- Implementar algorismes senzills d'aprenentatge.
- Utilitzar sistemes de minería de dades per a la resolució de problemes reals.
- Avaluació de la qualitat dels resultats obtinguts.

Capacitats prèvies necessàries

- Nocions d'inferència estadística.
- Tècniques d'anàlisi de dades multivariants i de regressió lineal múltiple.
- Llenguatge de programació i gestió de bases de dades.

6.- Metodologia

Es desenvolupen els coneixements necessaris a la classe de teoria. La seva aplicació es tracta a les classes de laboratori, de tal manera que la programació i/o integració de funcions de minería de dades reforça l'assimilació dels diferents conceptes explicats. Es fa servir un sistema obert de programació, de distribució lliure, per bé que també es pot utilitzar el software disponible a la UPC: WEKA, Minitab, Saad, Excel, Matlab, etc. Atesa la utilitat finalista de l'assignatura, també es presenten sistemes professionals de minería de dades, com ara SPAD, Clementine (SPSS) i Enterprise Miner (SAS).

- **Sessions de teoria:** Una sessió setmanal de dues hores. El professor desenvolupa el programa a la pissarra o amb l'ajuda de transparències. Per a certes parts del temari, el professor recomana la lectura d'articles divulgatius o de capítols de llibres. Aquest material es pot trobar amb antelació a reprografia o a la intranet de l'assignatura.

Es preveu que algunes sessions siguin presentades per professionals externs.

- **Sessions de problemes:** No hi ha sessions de problemes
- **Pràctiques:** Una sessió setmanal de dues hores a l'aula informàtica. Es presenten les eines per poder fer servir a la pràctica els elements teòrics vistos a les sessions de teoria. Els estudiants tenen des de l'inici de curs la col·lecció dels guions de les sessions de pràctiques. A vegades es demana als estudiants que siguin ells els qui programin algun d'aquests elements teòrics. Altres vegades s'aprèn a fer servir eines prèviament programades. Els conjunts de dades emprades en les sessions pràctiques es poden trobar al directori que l'assignatura té al servidor de l'FME o a la intranet.

Al final de cada pràctica, els estudiants lliuren els resultats obtinguts i un petit informe.

7.- Avaluació

Al final de curs, l'estudiant ha de presentar i defensar oralment un treball sobre un problema real escollit d'una llista.

L'avaluació de l'assignatura es realitza a partir de:

- La nota obtinguda en les pràctiques realitzades durant el curs (33 %).
- La nota del treball de final de curs (34 %).
- Un examen final (33 %).

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cristianini, N.; Shawe-Taylor, J.. *An introduction to support vector machines & other kernel-based learning methods*, . Cambridge Universit Press, 2000.
- Hastie, T.; Tibshirani, R.; Friedman, J.. *The elements of statistical learning: data mining*, . Springer, 2001.
- Hernández Orallo, J.; Ramírez Quintana, M.J.; Ferri Ramírez, C.. *Introducción a la minería de datos*, . Prentice Hall, 2004.
- Peña, D.. *Análisis de datos multivariantes*, . McGraw Hill, 2002.
- Witten, I.H.; Frank, E.. *Data mining*, 2nd ed.. Morgan Kaufman Publishers, 2005.

Referències complementàries:

- Hand, D.; Mannila, H.; Smyth, P.. *Principles of data mining*, . The MIT Press, 2001.
- Nakache, J.P.; Confais, J.. *Statistique explicative appliquée*, . Technip, 2003.
- Rao, C.R.; Wegman, E.; Solka, J. (Eds). *Data mining and data visualization*, . Elsevier North-Holland, 2005.
- Schölkopf, B.; Smola, A.J.. *Learning with kernels: support vector machines, regularization, optimization*, . MIT Press, 2002.
- Sirmakessis, S. (Ed.). *Text mining and its applications*, . Springer, 2004.

Enllaços:

- <http://www.kdnuggets.com/>
- <http://www.cran.es.r-project.org>
- <http://nemis.cti.gr/>

TÈCNIQUES DE MOSTREIG

1.- Identificació

Codi: 26335

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 6 (3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: BECUE BERTAUT, MONICA M.

Altres professors:

Idioma: Castellà

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2	26
Problemes i/o pràctiques	2	26
Realització d'exàmens		
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	1	13
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	2	26
Realització de treballs		30
Preparació d'exàmens		30
	Total	151

3.- Objectius

L'objectiu de l'assignatura Tècniques de Mostreig consisteix a presentar eines que permeten estudiar una població mitjançant l'examen d'una part d'aquesta població i l'extrapolació dels resultats a tota la població.

- Donar una visió actualitzada d'aquestes tècniques i insistir sobre els desenvolupaments més recents.
- Es donarà importància a la utilització de software de mostreig.
- Dedicar molta atenció als problemes que es presenten en la pràctica del mostreig com les no-respostes.
- Veure les tècniques de mostreig indirecte, cada vegada més emprades ja que sovint no es disposa d'un marc mostral "directe".
- Utilització de software de mostreig.

4.- Continguts

1. Introducció

Introducció i nocions bàsiques. Etapes d'una enquesta. Planificació i estimació. Trets específics de la teoria de mostreig en relació amb la teoria clàssica de l'estimació.

2. Fonaments de la teoria de mostreig

Fonaments de la teoria de mostreig. Població finita i estimació. Els $\hat{\theta}$ -estimadors.

3. Disseny aleatori simple

Extracció aleatòria simple. Amb reposició i sense. Estimació d'una proporció, estimació d'una ràtio. Algorismes per a l'extracció simple.

4. Disseny amb probabilitats desiguals

Extracció amb probabilitats desiguals. Informació auxiliar. Mostreig sistemàtic amb probabilitats desiguals. Mostreig per escissió i estimació de variància. Descomposició en extraccions simples. Algorismes.

5. Disseny estratificat

Extracció estratificada. Població i estrats. Repartiment proporcional i òptim. Optimalitat i cost. Estratificació mòbil.

6. Disseny equilibrat

Extracció equilibrada. Definició. Mètode de Deville, Grobras i Roth. Mètode del cub.

7. Disseny multietàpic

Extracció en conglomerats, en diverses etapes i en dues fases.

Estimació i aproximació de la variància en dissenys complexos: linealització i bootstrap.

8. Recomposició

Recomposició en el cas d'extracció simple. Recomposició en cas d'extracció amb mètodes complexos. Postestratificació. Estimació per rànquing-ràtio. Estimació per diferència. Estimació per quocient. Estimació per regressió. Aplicació al tractament de les no-respostes.

9. Disseny indirecte.

Mostreig indirecte. Descripció bàsica i utilitat. Propietats. Generalitzacions.

10. Anàlisi de dades d'enquesta. Exemple d'aplicació

Anàlisi de dades d'enquesta. Introducció del disseny en l'anàlisi. Mesurament dels efectes. Mostreig emprat en l'enquesta de Salut i Discapacitats (INE/ONCE)

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Identificar la informació disponible per poder dissenyar la mostra de forma pertinent.
- Escollir entre els diversos dissenys segons les particularitats del cas.
- Tenir en compte el disseny en l'anàlisi de les dades.
- Tenir en compte les limitacions reals de manera pragmàtica tot conservant el necessari rigor.
- Explicar a l'usuari per què s'ha d'escollir un disseny o un altre.
- Utilitzar software especialitzat tant per a l'extracció de la mostra com per a l'anàlisi de les dades.

Capacitats prèvies necessàries

- Coneixements elementals de mostreig.
- Capacitats relacionals.
- Redacció d'informes.
- Coneixements de SAS.

6.- Metodologia

L'ensenyament d'aquesta assignatura tindrà una part teòrica i una part aplicada. Es treballaran exemples extrets d'aplicacions reals.

Es presenten els conceptes de manera teòrica, però s'utilitza la resolució de problemes a classe per aprofundir-hi i consolidar-los. A més a més, les sessions de laboratori permeten veure amb detall els algorismes d'extracció, que són una part fonamental d'aquesta teoria.

- **Sessions de teoria:** Sessions de teoria. Corresponen a classes magistrals seguint el temari d'acord amb la temporalització entregada a començament del curs.
- **Sessions de problemes:** Sessions de problemes. S'utilitzen per fixar els conceptes teòrics presentats a la classe de teoria.
- **Pràctiques:** Sessions de laboratori. Són molt importants. Les pràctiques s'avaluen i es tornen als alumnes.

S'utilitzaran els procediments de SAS específics per a mostreig i anàlisi de dades d'enquesta tenint en compte el disseny.

7.- Avaluació

Mètode d'avaluació:

Examen parcial (20% de la nota)

Treball final (20% de la nota)

Examen final (60% de la nota)

Recursos per a l'aprenentatge:

Software SAS

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Lavallée, P.. *Le sondage indirect*, . Editions de l'université de Bruxelles, 2002.
- Lohr, S.L.. *Sampling: Design and Analysis*, . Duxbury Press, 1999.
- Särndal, C.E.; Swensson, B.; Wretman, J.. *Model assisted survey sampling*, . Springer, 1992.
- Tillé, Yves. *Théorie des sondages*, . Dunod, 2001.
- Thompson, S.K.. *Sampling*, . John Wiley and Sons, 1992.

Referències complementàries:

- Hájek, L.. *Sampling in finite population*, . Marcel Dekker, 1981.
- Tillé, Yves. *Sampling algorithms*, . Springer, 2006.

Enllaços:

- www.idescat.es
- www.ine.es

TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS

1.- Identificació

Codi: 26329

Tipus: Optativa

Quadrimestre: 2

Crèdits: 7,5 (3,75 crèdits teòrics + 3,75 crèdits pràctics)

Professor/a coordinador/a: MASDEMONT SOLER, JOSEP JOAQUIM

Altres professors: PLANAS VILANOVA, FRANCESC D'ASSIS

Idioma: Català

2.- Volum de Treball

	Hores setmanals	Hores totals
Presencials		
Teòriques	2.5	32.5
Problemes i/o pràctiques	2.5	32.5
Realització d'exàmens		4+4=8 *
No presencials		
Seguiment de classes de teoria	3	39
Seguiment de classes de problemes i/o pràctiques	3	39
Realització de treballs		20
Preparació d'exàmens		10+15=25 *
	Total	196

(*) Comptant examen parcial i final.

3.- Objectius

L'objectiu del curs és introduir els mètodes matemàtics per a la valoració de productes financers moderns. El curs consta de tres parts diferenciades. La primera part està dedicada a descriure els productes financers i la seva valoració usant arbitratge. En la segona part es dona la fonamentació matemàtica per als processos discrets. Finalment, en la tercera part, es tracten els processos continus, per acabar presentant l'entorn de Black-Scholes. Per això cal també introduir nocions bàsiques de càlcul diferencial estocàstic.

- Que l'alumne compregui la base matemàtica de la modelització dels mercats financers.
- Tenir coneixement de les limitacions dels models.
- Aprendre el concepte d'arbitratge i les seves aplicacions.
- Adquirir nocions de càlcul diferencial estocàstic.
- Entendre la fonamentació i la deducció de la fórmula de Black-Scholes.
- Que l'alumne sàpiga valorar productes financers senzills.

4.- Continguts

1. Productes financers i arbitratge

Introducció als futurs i les opcions. Concepte d'arbitratge i el seu ús. Cobertura amb futurs i opcions. Preus forward i futurs. Futurs sobre tipus d'interès. *Swaps*. Propietats dels preus de les opcions sobre accions.

2. Models discrets

El model d'arbre binomial. La probabilitat risc neutral. Formalisme per als mercats discrets. Informació, mesurabilitat i filtracions. Estratègia de carteres i autofinançament. Esperança condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingales.

3. Models continus

Passeig aleatori i obertura cap als mercats continus. Moviment brownià. Integral i càlcul d'Itô. Equacions diferencials estocàstiques. Teoremes de canvis de mesura. Estratègies contínues autofinançades. Model i fórmula de Black-Scholes.

5.- Capacitats

Capacitats que es pretén adquirir

- Saber obtenir els preus teòrics de productes financers senzills com per exemple opcions europees de compra.
- Saber l'ús d'opcions financeres per a cobertura i especulació.
- Saber resoldre equacions diferencials estocàstiques senzilles.
- Capacitat de fer servir diferents mesures de probabilitat i fer simulacions en arbres binomials.
- Estar en disposició de poder començar a treballar en entitats financeres.

Capacitats prèvies necessàries

- Coneixements de càlcul infinitesimal.
- Coneixements de probabilitat general.

6.- Metodologia

- **Sessions de teoria:** A les sessions de teoria es desenvoluparà el programa amb exemples.
- **Sessions de problemes:** A les sessions de problemes els alumnes treballaran la llista d'exercicis i els resoldran i presentaran de manera personal o per grups.
- **Pràctiques:** Durant el curs hi haurà la possibilitat de desenvolupar una pràctica de curta durada

7.- Avaluació

Hi haurà un examen parcial no eliminatori de matèria i un examen final amb continguts teòrics i pràctics. La nota final serà:

$A = \max((\text{examen parcial}) * 0,4 + (\text{examen final}) * 0,6, \text{examen final})$

en cas de no haver realitzat cap pràctica, o bé:

$\max(A, A * 0,8 + \text{practica} * 0,2)$ en cas d'haver realitzat una pràctica.

8.- Bibliografia

Referències bàsiques:

- Baxter, M.; Rennie, A.. *Financial calculus*, . Cambridge University Press, 1997.
- Dothan, M.. *Prices in financial markets*, . Oxford University Press, 1990.
- Hull, J.. *Options, futures and other derivative securities*, 3a ed.. Prentice Hall, 1997.
- Lamberton, D.; Lapeyre, B.. *Introduction to stochastic calculus applied to finance*, . Chapman & Hall, 1996.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S.. *Option pricing*, . Oxford Financial Press, 1997.

Referències complementàries:

- Ikeda, N.; Watanabe, S.. *Stochastic differential equations and diffusion*, 2a ed.. Noth Holland, 1989.
- Kloeden, P.E.; Platen, E.; Schurz, H.. *Numerical solution of SDE through computer*, . Springer Verlag, 1997.
- Rogers, L. C. G.; Williams, D.. *Diffusions Markov processes and martingales*, 2a ed.. Cambridge University Press, 2000.
- Williams, D.. *Probability with martingales*, . Cambridge University Press, 1997.
- Wilmott, P.; Howison, S.; Dewynne, J.. *The mathematics of financial derivatives*, . Cambridge University Press, 1998.

Enllaços:

- <http://www.defaultrisk.com/>

2.3.4

Horaris i calendari d'exàmens

1r Curs – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15-16					MÈTODES ESTADÍSTICS 1
16-17	COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ	MÈTODES ESTADÍSTICS 1	ECONOMIA	PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS	
17-18					PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS
18-19	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA (***)	PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS	COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ	OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA (***)	ECONOMIA
19-20					

(***) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

2n Curs – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15-16					
16-17	MODELS LINEALS GENERALITZATS (***)	MÈTODES MATEMÀTICS 2	MÈTODES MATEMÀTICS 2	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA (***)	
17-18					
18-19	INFERÈNCIA I DECISIÓ	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA (***)		INFERÈNCIA I DECISIÓ	MODELS LINEALS GENERALITZATS (***)
19-20					

(***) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

Optatives – 1r Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
14-15	MODELITZACIÓ EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA				
15-16	MODELITZACIÓ EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA MODELS NO PARAMÈTRICS	MODELS NO PARAMÈTRICS	FLUXOS EN XARXES(*) MODELS DE VOLATILITAT EN ELS MERCATS FINANCERS (*) (**)		PROTECCIÓ DE DADES ESTADÍSTIQUES (*) (**) FONAMENTS D'ESTADÍSTICA MÈDICA (**) APLICACIONS DE LA SIMULACIÓ A LA INDÚSTRIA I ELS SERVEIS (*) (**)
16-17	MERCATS ELÈCTRICS LIBERALITZATS (*) (**)			ANÀLISI DE DADES DISCRETES	
17-18			MODELITZACIÓ EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA MODELS NO PARAMÈTRICS		
18-19	FLUXOS EN XARXES(*)		ESTADÍSTICA PER A LA MILLORA DE LA QUALITAT. CASOS PRÀCTICS (*) (**)		
19-20	ANÀLISI DE DADES DISCRETES				

(*) Aquestes assignatures només es poden cursar com a assignatures optatives si es fa la doble titulació LCTE – MEIO.

(**) Aquestes assignatures tenen quatre hores de docència a la setmana, de les quals dues són no reglades

1r Curs – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15-16	MÈTODES MATEMÀTICS 1		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1
16-17					
17-18	MÈTODES ESTADÍSTICS 2	MÈTODES ESTADÍSTICS 2	BASES DE DADES	MÈTODES MATEMÀTICS 1	BASES DE DADES
18-19					
19-20					

2n Curs – 2n Quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
15-16	MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (***)				MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (***)
16-17					
17-18	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (***)		PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (***)		
18-19					
19-20					

Optatives – 2n quadrimestre

Horaris	Dilluns	Dimarts	Dimecres	Dijous	Divendres
10-11		TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (***)			
11-12					
12-13					TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (***)
13-14					
15-16	TÈCNIQUES QUANTITATIVES DE MÀRQUETING (*) (**)	INFERÈNCIA BAYESIANA OPTIMITZACIÓ A GRAN ESCALA	TÈCNIQUES DE MOSTREIG	INFERÈNCIA BAYESIANA	ANÀLISI DE DADES LONGITUDINALS (*)
16-17	ANÀLISI DE DADES LONGITUDINALS (*)	ESTADÍSTICA INDUSTRIAL. CASOS PRÀCTICS (*) (**)	EPIDEMIOLOGIA (*) (**)	OPTIMITZACIÓ A GRAN ESCALA	
17-18		MÈTODES HEURÍSTICS EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA		MÈTODES HERÍSTICS EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA	TÈCNIQUES DE MOSTREIG
18-19		ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA MÈTODES AVANÇATS DE PUNT INTERIOR (*) (**)		ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA MINERIA DE DADES (*) (**)	ASSAJOS CLÍNICS (*) (**)
19-20		CONSULTORIA I REDACCIÓ D'INFORMES		CONSULTORIA I REDACCIÓ D'INFORMES	
20-21					

(*) Aquestes assignatures només es poden cursar com a assignatures optatives si es fa la doble titulació LCTE – MEIO.

(**) Aquestes assignatures tenen quatre hores de docència a la setmana, de les quals dues són no reglades

Convocatòria ordinària del 1r quadrimestre

Obligatòries

	07-01-08	08-01-08	09-01-08	10-01-08	11-01-08
T A R D A	COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ	MODELS LINEALS GENERALITZATS	ECONOMIA	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2	OPTIMITZACIÓ CONTINUA

	14-01-08	15-01-08	16-01-08	17-01-08	18-01-08
T A R D A	PROBABILITATS I PROCESSOS ESTOCÀSTICS	MÈTODES MATEMÀTICS 2	MÈTODES ESTADÍSTICS 1	INFERÈNCIA I DECISIÓ	

Optatives

	14-01-08	15-01-08	16-01-08	17-01-08	18-01-08
T A R D A					FONAMENTS D'ESTADÍSTICA MÈDICA

	21-01-08	22-01-08	23-01-08	24-01-08	25-01-08
T A R D A	MODELS NO PARAMÈTRICS		MODELITZACIÓ EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA		ANÀLISI DE DADES DISCRETES

Convocatòria ordinària del 2n quadrimestre

Obligatòries

	19-05-08	20-05-08	21-05-08	22-05-08	23-05-08
T A R D A			MÈTODES ESTADÍSTICS 2	PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA	MÈTODES MATEMÀTICS 1

	26-05-08	27-05-08	28-05-08	29-05-08	30-05-08
T A R D A	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1		MÈTODES ESTADÍSTICS 3		BASES DE DADES

Optatives

	26-05-08	27-05-08	28-05-08	29-05-08	30-05-08
T A R D A				CONSULTORIA I REDACCIÓ D'INFORMES	

	02-06-08	03-06-08	04-06-08	05-06-08	06-06-08
M A T Í	TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS				
T A R D A		INFERÈNCIA BAYESIANA		ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA	OPTIMITZACIÓ A GRAN ESCALA

	09-06-08	10-06-08	11-06-08	12-06-08	13-06-08
T A R D A	TÈCNIQUES DE MOSTREIG		MÈTODES HEURÍSTICS EN PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA		

Convocatòria d'exàmens parcials de les assignatures del 1r quadrimestre

1r Curs

	29-10-07	30-10-07	31-10-07	01-11-07	02-11-07
T A R D A	MÈTODES ESTADÍSTICS 1		OPTIMITZACIÓ CONTINUA		
	05-11-07	06-11-07	07-11-07	08-11-07	09-11-07
T A R D A	PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS		COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ		ECONOMIA

Els dies **29 i 31 d'octubre i 5, 7 i 9 de novembre**, seran no lectius per les assignatures de **1r curs**: Complementes de Programació, Economia, Mètodes Estadístics 1, Optimització Contínua i Probabilitat i Processos Estocàstics.

Els dies **6 i 9 de novembre** tampoc seran lectius per l'assignatura Optimització Contínua.

2n Curs

	29-10-07	30-10-07	31-10-07	01-11-07	02-11-07
T A R D A		MODELS LINEALS GENERALITZATS			
	05-11-07	06-11-07	07-11-07	08-11-07	09-11-07
T A R D A		MÈTODES MATEMÀTICS 2		INFERÈNCIA I DECISIÓ	MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2

Els dies **30 d'octubre i 6, 8 i 9 de novembre**, seran no lectius per les assignatures de **2n curs**: Inferència i Decisió, Mètodes Matemàtics 2, Models Estocàstics de la Investigació Operativa 2 i Models Lineals Generalitzats.

I les assignatures Optatives

Convocatòria d'exàmens parcials de les assignatures del 2n quadrimestre

1r Curs

	24-03-08	25-03-08	26-03-08	27-03-08	28-03-08
T A R D A		BASES DE DADES		MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1	

	31-03-08	01-04-08	02-04-08	03-04-08	04-04-08
T A R D A	MÈTODES MATEMÀTICS 1			MÈTODES ESTADÍSTICS 2	

Els dies **25, 27 i 31 de març i 3 d'abril** seran no lectius per les assignatures de **1r curs**: Bases de Dades, Mètodes Estadístics 2, Mètodes Matemàtics 1 i Models Estocàstics de la Investigació Operativa 1.

2n Curs

	31-03-08	01-04-08	02-04-08	03-04-08	04-04-08
T A R D A		PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA			MÈTODES ESTADÍSTICS 3

Els dies **1 i 4 d'abril**, seran no lectius per les assignatures de **2n curs**: Mètodes Estadístics 3, Programació Matemàtica i les assignatures optatives.

Els dies **31 de març i 3 d'abril** seran no lectius per les assignatures Mètodes Estadístics 3 i Programació Matemàtica.