



Facultat de Matemàtiques
i Estadística

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Guia Docent 2003-04

de la

Llicenciatura en Ciències i

Tècniques Estadístiques

ÍNDIX

| | |
|---|------------|
| 1. La Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya..... | 5 |
| La Universitat Politècnica de Catalunya..... | 7 |
| La Facultat de Matemàtiques i Estadística..... | 9 |
| Calendari acadèmic | 15 |
| 2. La Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques..... | 17 |
| Presentació | 19 |
| Accés | 21 |
| Pla d'estudis..... | 23 |
| Departaments amb docència a la FME..... | 29 |
| Directori del professorat | 33 |
| 3. Horaris i dates d'exàmens..... | 35 |
| Horaris de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques | 37 |
| Horaris d'assignatures específiques de Lliure Elecció de la FME..... | 43 |
| Dates d'exàmens | 45 |
| 4. Programes de les assignatures troncal o obligatòries | 49 |
| 1r curs - 1r quadrimestre | 51 |
| 1r curs - 2n quadrimestre | 63 |
| 2n curs - 1r quadrimestre | 73 |
| 2n curs - 2n quadrimestre | 83 |
| 5. Programes de les assignatures optatives | 89 |
| 1r quadrimestre..... | 91 |
| 2n quadrimestre | 99 |
| 6. Programes d'assignatures específiques de lliure elecció de la FME | 111 |
| 1r quadrimestre..... | 113 |
| 2n quadrimestre | 123 |
| 7. Reglament del Projecte de Fi de Carrera..... | 129 |
| 8. Els programes d'intercanvi Erasmus-Sócrates i Séneca a la FME | 137 |

SUMMARI PER ASSIGNATURES

Assignatures del Pla d'Estudis

| Codi | ASSIGNATURA | Pàgina |
|-------|---|--------|
| 26337 | ANÀLISI DE DADES DISCRETES | 100 |
| 26324 | ANÀLISI DE SUPERVIVÈNCIA | 92 |
| 26308 | BASES DE DADES | 64 |
| 26304 | COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ | 52 |
| 26303 | ECONOMIA | 54 |
| 26327 | ESTADÍSTICA OFICIAL | 94 |
| 26305 | INFERÈNCIA I DECISIÓ | 66 |
| 26301 | MÈTODES ESTADÍSTICS 1 | 56 |
| 26302 | MÈTODES ESTADÍSTICS 2 | 58 |
| 26313 | MÈTODES ESTADÍSTICS 3 | 84 |
| 26306 | MÈTODES MATEMÀTICS 1 | 68 |
| 26310 | MÈTODES MATEMÀTICS 2 | 74 |
| 26335 | METODOLOGIA DE LES ENQUESTES | 102 |
| 26317 | MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA | 104 |
| 26311 | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1 | 76 |
| 26314 | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 | 86 |
| 26309 | MODELS LINEALS GENERALITZATS | 78 |
| 26307 | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA | 70 |
| 26336 | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 | 96 |
| 26300 | PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS | 60 |
| 26312 | PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA | 80 |
| 26334 | TÈCNiques DE MINERIA DE DADES | 106 |
| 26329 | TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS | 108 |

Assignatures de lliure elecció

| Codi | Nom | Pàgina |
|-------|-------------------------------------|--------|
| 50905 | GO PRIMAVERA | 114 |
| 5095 | GO TARDOR | 124 |
| 50003 | HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA | 116 |
| 50966 | TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC | 118 |
| 50004 | TALLER DE GEOMETRIA | 120 |
| 51274 | VIDA I OBRA DE JULES HENRI POINCARÉ | 126 |

1. LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA DE LA UPC



LA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

La Universitat Politècnica de Catalunya és una universitat tecnològica tradicionalment molt arrelada en els diversos àmbits de l'activitat productiva tecnològica i industrial de la nostra societat, i gaudeix d'un gran prestigi dins i fora de les nostres fronteres. La Universitat Politècnica de Catalunya ofereix diversos estudis d'Enginyeria (Camins, Canals i Ports; Industrial; Informàtica; Telecomunicació), Aeronàutica, Arquitectura i Nàutica, diverses enginyeries tècniques i diplomatures i un nombre important d'estudis de postgrau, de tercer cicle i de màsters.

A més de l'activitat docent, a la Universitat Politècnica de Catalunya es realitza també una tasca molt important en el camp de la recerca i del desenvolupament tecnològic, per mitjà dels seus departaments i instituts universitaris.

El nucli principal de les instal·lacions de la Universitat Politècnica de Catalunya a Barcelona està situat a la zona universitària de l'Avinguda Diagonal, actualment dividit entre l'anomenat "campus nord" (al sector nord de la Diagonal) i el "campus sud" (al sud de la Diagonal, entre els carrers de Gregorio Marañón i de Pascual i Vila). És al campus sud on està ubicada la Facultat de Matemàtiques i Estadística, en la qual es cursen els estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, els de la Diplomatura d'Estadística, i els de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques. Aquesta és una zona fàcilment accessible amb transport públic (metro i autobús) i en la qual els estudiants tenen a la seva disposició un gran nombre de serveis (biblioteques, laboratoris de càlcul, llibreries, cafeteries i menjadors, instal·lacions esportives, activitats culturals i de lleure, etc.).

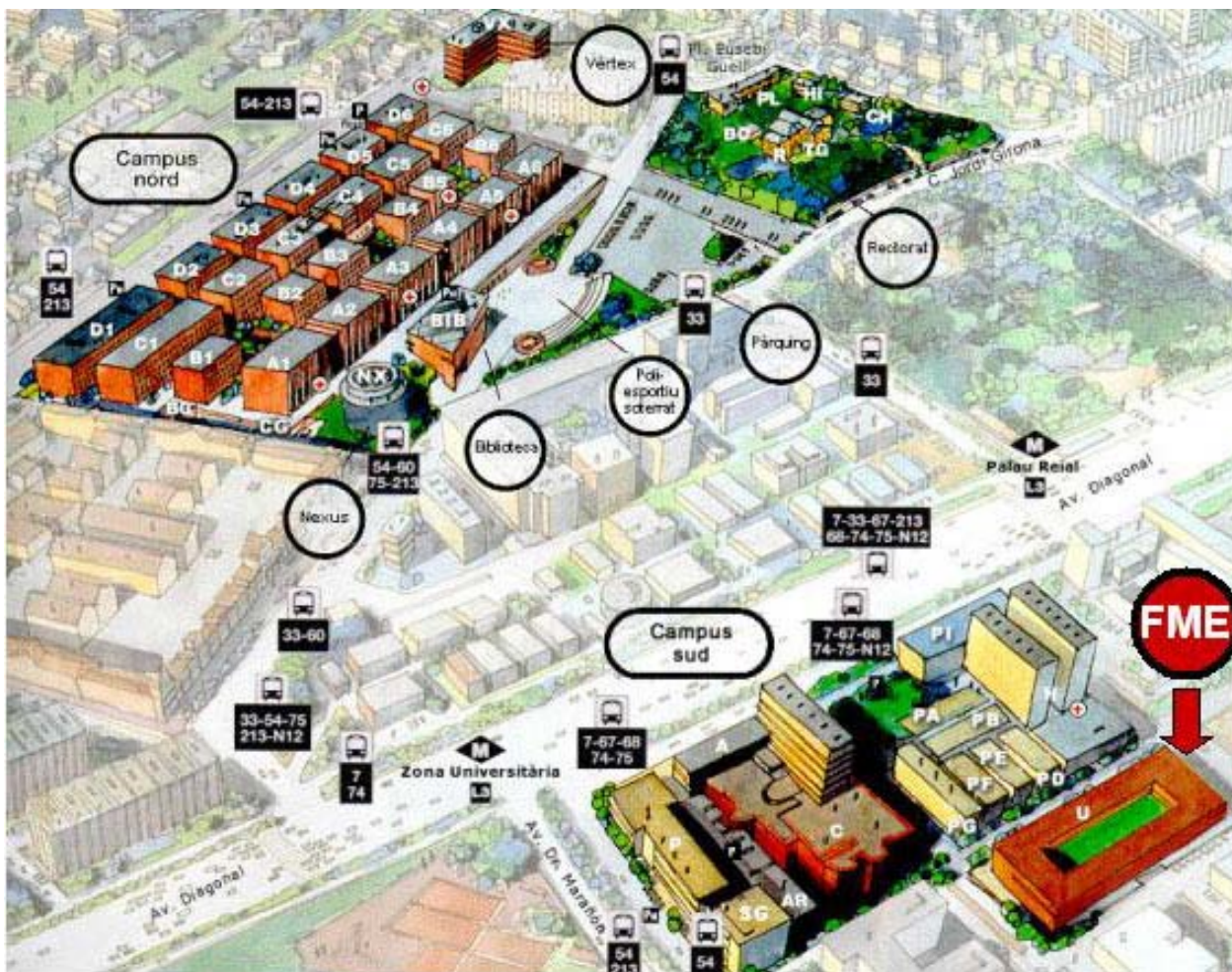
LA FACULTAT DE MATEMÀTIQUES I ESTADÍSTICA

La Facultat de Matemàtiques i Estadística va iniciar les seves activitats el curs 1992-93 impartint per primer cop el primer curs dels estudis de la Llicenciatura de Matemàtiques, i incorporant també els estudis de la Diplomatura d'Estadística, que s'havien començat a impartir en aquesta Universitat el curs 1990-91 a la Facultat d'Informàtica de Barcelona. A més a més, des del curs 1999-00, la Facultat de Matemàtiques i Estadística imparteix la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques (estudi de 2n cicle) i coordinadament amb el Centre de Formació Superior Interdisciplinària s'ofereix la possibilitat de cursar dobles titulacions.

D'altra banda, la FME també gestiona, per delegació dels departaments implicats, el programa de doctorat de Matemàtica Aplicada de la UPC, el qual té menció de qualitat i organitza un programa de postgrau de Matemàtica dels Mercats Financers.

La FME està ubicada a l'edifici U de la Universitat Politècnica de Catalunya, al carrer de Pau Gargallo núm. 5, 08028-Barcelona (tel.: 93 401 72 98, e-mail: deganat@fme.upc.es, fax: 93 401 58 81).

La FME disposa d'una pàgina web en la que a més dels seus serveis i estudis es pot consultar les diferents activitats que s'organitzen al llarg del curs. La seva adreça és: www-fme.upc.es.



L'Equip de Govern i els Serveis de la FME

L'Equip de Govern de la FME està constituït en aquest moment pels professors següents:

| | |
|---------------------------|--|
| Sebastià Xambó Descamps | Degà |
| Miquel Noguera Batlle | Vicedegà Cap d'Estudis de Matemàtiques |
| F. Javier Heredia Cervera | Vicedegà Cap d'Estudis d'Estadística Responsable de les relacions amb les empreses pels Estudis d'Estadística |
| Jaume Franch Bullich | Vicedegà de Planificació Responsable Acadèmic de la Biblioteca |
| Eduard Recasens Gallart | Secretari Acadèmic |
| Margarida Mitjana Riera | Vicedegana de Relacions Responsable del Programa d'Intercanvi d'Estudiants |

Altres professors que col·laboren en la organització de la Facultat són:

| | |
|-----------------------|---|
| Ferran Hurtado Díaz | Coordinador del programa de doctorat de "Matemàtica Aplicada" |
| Josep Masdemont Soler | Director del programa de postgrau "Tècniques quantitatives per als mercats financers" |
| Oriol Serra Albó | Director de l'Oficina de Suport a la Recerca Matemàtica |

L'administradora de la FME és Roser Piera Sabaté .

La facultat, entre d'altres, disposa dels següents serveis:

Deganat

Està ubicat a la planta baixa de l'edifici.

Horari: L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 9h a 14h, de dilluns a divendres, i a la tarda (dos dies a la setmana pendent de determinar). Horari d'estiu: De l'1 de juny al 15 de setembre l'horari d'atenció al públic serà: de 9h a 14h. L'agost romandrà tancat.

Tel.: 93 401 73 01.

e-mail: deganat@fme.upc.es (Joan Carles Flores)

Secretaria, Unitat d'Economia i Ordenació d'Estudis

Estan ubicades a la planta baixa de l'edifici i tenen cura de la gestió acadèmica i administrativa del centre.

Secretaria:

Horari: L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 10h a 13h, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 16h a 18h de dilluns a dijous. Horari d'estiu: De l'1 de juny al 15 de setembre l'horari d'atenció al públic serà: de 10h a 13h. L'agost romandrà tancat.

Tel. secretaria: 93 401 72 98

e-mail secretaria: secretaria@fme.upc.es (Júlia González, M. Dolors Canals)

Unitat d'Economia:

Horari: L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 10h a 14h, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 16h a 18h de dilluns a dijous. Horari d'estiu: De l'1 de juny al 15 de setembre l'horari d'atenció al públic serà: de 10h a 15h. L'agost romandrà tancat.

Tel. administració: 93 401 58 82.

e-mail administració: nea@fme.upc.es (Ignasi Andújar, Miquel Martín)

Ordenació d'Estudis:

Horari: L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 9h a 14h, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 15h a 17h de dilluns a dijous. Horari d'estiu: De l'1 de juny al 15 de setembre l'horari d'atenció al públic serà: de 9h a 14h. L'agost romandrà tancat.

Tel. administració: 93 401 72 89.

e-mail ordenació d'estudis: ordenacio@fme.upc.es (Mercè Arilla)

Oficina de Tercer Cicle

Està ubicada a la primera planta de l'edifici i té cura de la gestió acadèmica i administrativa dels programes de doctorat i de postgrau suportats per la Facultat.

Horari: L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 9h a 13h30, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 15h30 a 17h30 dilluns i dimecres. Horari d'estiu: De l'1 de juny al 15 de setembre l'horari d'atenció al públic serà: de 9h a 14h. L'agost romandrà tancat.

Tel.: 93 401 58 61

e-mail: tercercicle@fme.upc.es (Carme Capdevila)

Laboratori de Càlcul

Està a la planta baixa i té al seu càrrec tres sales d'ordinadors personals (de tipus compatible) que estan també connectats a la xarxa de la universitat. En les hores no lectives, aquestes aules són utilitzades en règim de lliure accés pels estudiants de la facultat.

Horari: L'horari d'atenció al públic és: al matí, de 9h a 14h, de dilluns a divendres, i a les tardes, de 15h a 17h de dilluns a dijous. Horari d'estiu: Del 15 de juny al 31 de juliol l'horari d'atenció al públic serà: de 8h30 a 14h. L'agost romandrà tancat.

Tel.: 93 401 70 46.
e-mail: lcfme@fme.upc.es (Annibal Mañas, Pep Ciuraneta)

Biblioteca

Està a la primera planta. Ofereix serveis de consulta, préstec de llibres, accés a bases de dades, serveis de recerca bibliogràfica en connexió amb la resta de biblioteques de la Universitat, etc. als membres de la comunitat universitària.

Horari: L'horari d'atenció al públic és de 9h a 21h de dilluns a divendres.
Horari d'estiu: disponible a la web.

Tel.: 93 401 70 20.
e-mail: biblioteca.FME@upc.es (Gemma Flaquer, Mercè Codina, Francesc Carnerero)

Sala de Professors

Està ubicada a la planta baixa. Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu departament, tenen una sala comuna per atendre consultes dels estudiants.

Tel.: 93 401 70 43.

Sala d'Estudis

Està a la planta baixa. En aquesta sala s'ofereix també la possibilitat d'utilitzar ordinadors personals connectats a la xarxa de la facultat i a la de la universitat, en règim de lliure accés.

Consergeria

Horari: L'horari d'atenció al públic és de 8h a 21h de dilluns a divendres.

Tel.: 93 401 58 80.
e-mail: consergeria@fme.upc.es (matí: Luís Fernando Bayona, Salvador Cañellas, Josep Olmo;
tarda: Joaquim Suriñach)

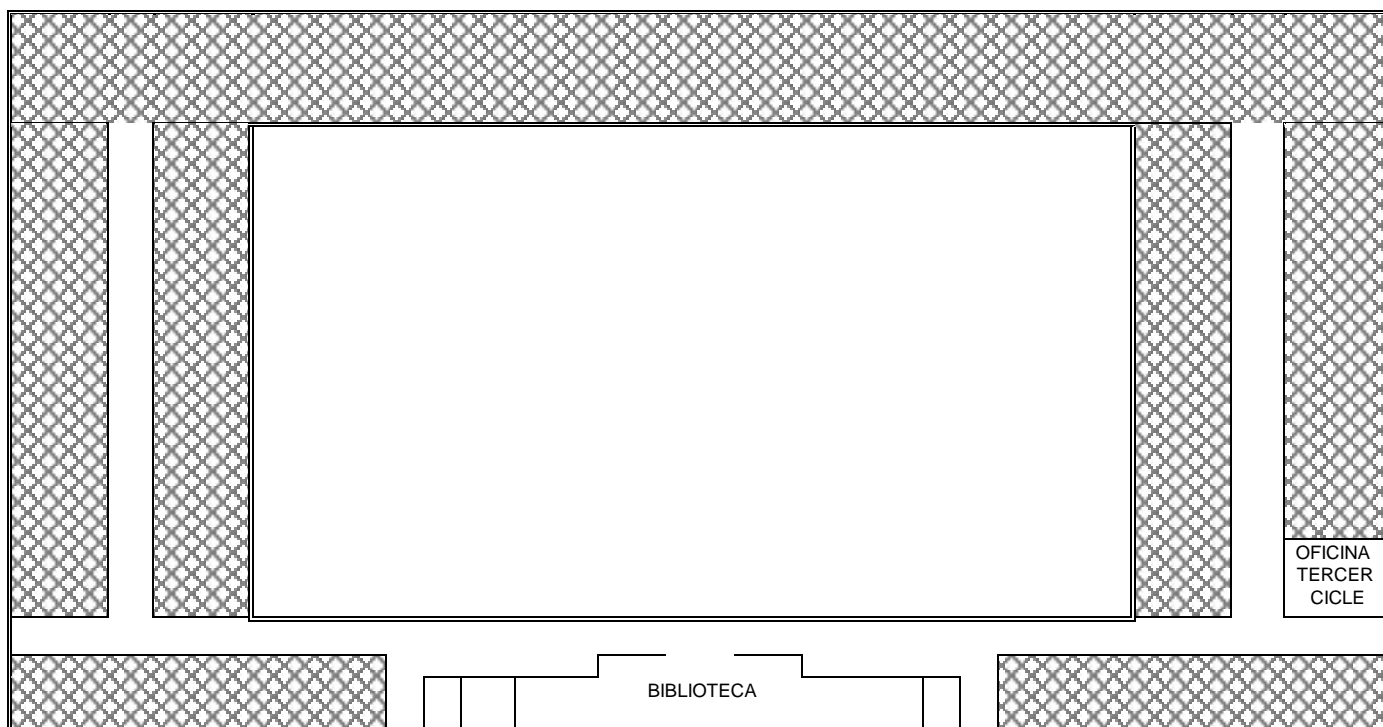
Delegació d'Estudiants, Club Esportiu i Club de Go

Estan ubicats a la planta soterrani. Els estudiants hi organitzen diverses activitats com són les reunions de delegats i de representants, els actes de la Festa de la Facultat, els assaigs i concerts de la coral, la confecció i edició de la revista, la participació en competicions esportives, torneigs de Go, etc.

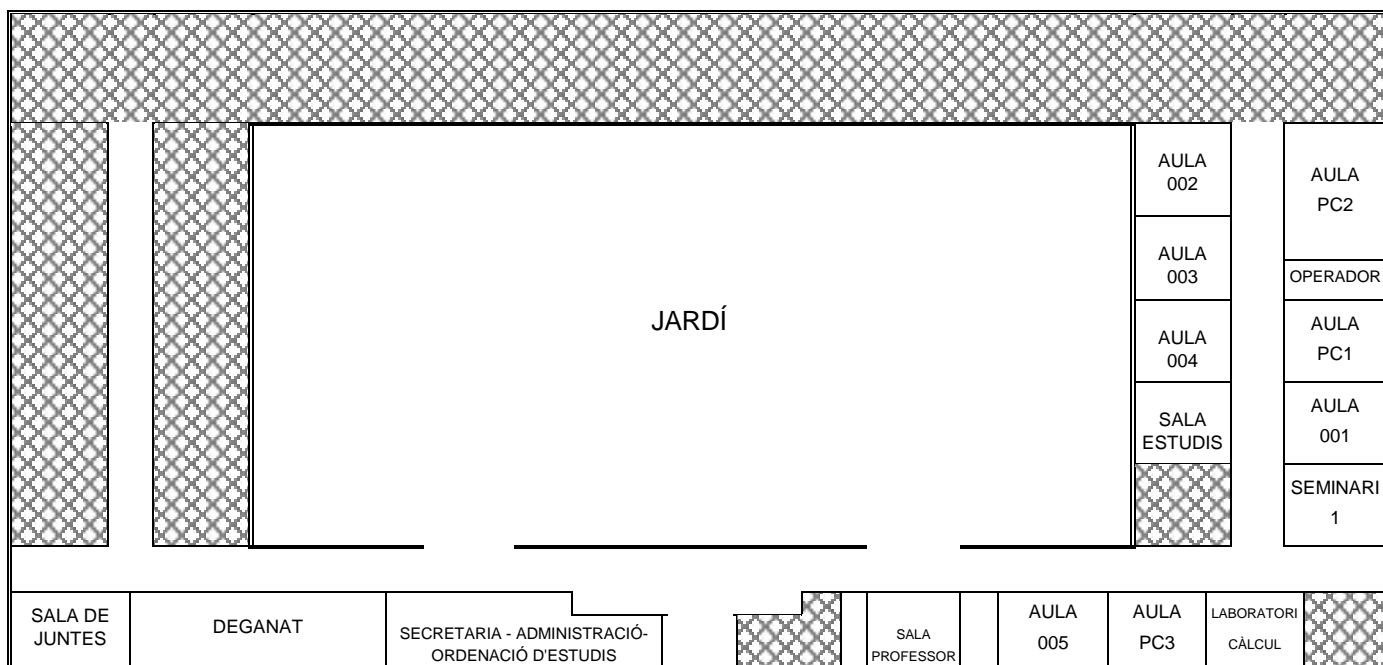
Tel.: 93 401 69 32.
e-mail: dafme@kolmogorov.upc.es

Plànol de la Facultat de Matemàtiques i Estadística

PRIMER PIS



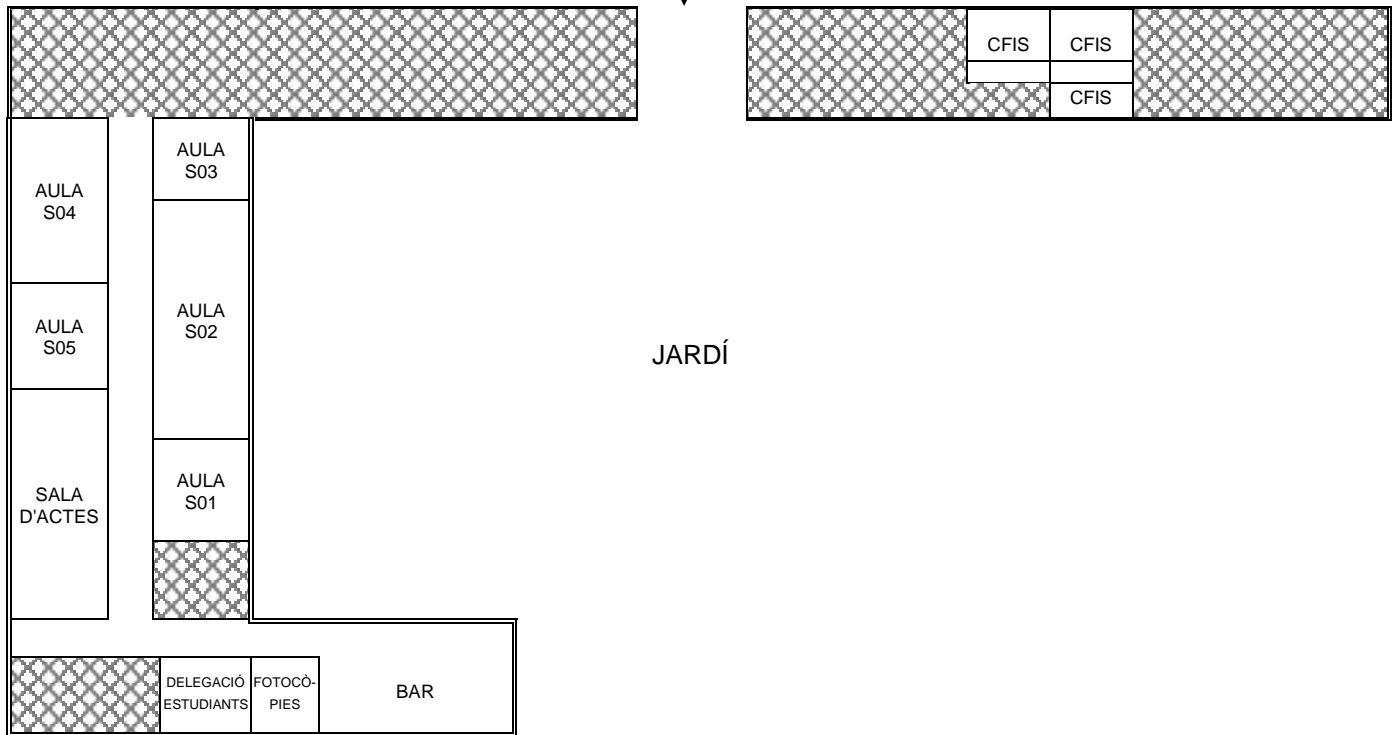
PLANTA BAIXA



Entrada principal: c/ Pau Gargallo

PLANTA SOTERRANI

Entrada c/ Llorens Artigas



CALENDARI ACADÈMIC DE LA FME 2003-2004

SETEMBRE

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | | | | | |

OCTUBRE

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | |

NOVEMBRE

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | 1 | 2 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

DESEMBRE

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | | | | |

GENER

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |

FEBRER

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | | 1 |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |

MARÇ

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | | | | |

ABRIL

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |

MAIG

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| | | | | | 1 | 2 |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | | | | | | |

JUNY

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | | |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | | |
| 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | | | |
| 28 | 29 | 30 | | | | | | | |

JULIOL

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|---|--|--|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | | |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | | | |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | | | |

Calendari acadèmic de la FME per al curs 2003-04

1. Períodes no lectius i dies festius entre l'1 de setembre de 2003 i el 31 de juliol de 2004

11 de setembre de 2003

24 de setembre de 2003

12 de novembre 2003 (festa de la FME)

8 de desembre de 2003

del 24 de desembre de 2003 al 6 de gener de 2004 (ambdós inclosos)

28 de gener de 2004

del 3 d'abril del 2004 al 12 d'abril de 2004 (ambdós inclosos)

31 de maig de 2004

24 de juny de 2004

2. Calendari lectiu general (excepte per a les assignatures específiques de lliure elecció)

Primer quadrimestre: del 15 de setembre al 23 de desembre de 2003

Període d'exàmens i avaluacions del primer quadrimestre: del 7 al 30 de gener de 2004

Segon quadrimestre: del 2 de febrer al 14 de maig de 2004

Període d'exàmens i avaluacions del segon quadrimestre: del 17 de maig a l'11 de juny de 2004

Període d'exàmens extraordinaris: de l'1 al 9 de juliol de 2004

3. Calendari d'impartició i avaluació de les assignatures específiques de lliure elecció

Primer quadrimestre: del 15 de setembre al 28 de novembre de 2003

Segon quadrimestre: del 23 de febrer al 14 de maig de 2004

2. LA LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES

PRESENTACIÓ

És evident que un dels reptes de la societat de la informació és el tractament eficient de les dades: en tots els sectors econòmics, l'anàlisi de la informació té un paper cada vegada més important en la competitivitat de les empreses. Això comporta una progressiva incorporació de professionals estadístics, com a personal especialitzat, en les empreses i institucions.

La Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques cobreix un buit en la demanda potencial del mercat de treball, en un entorn amb perspectives de desenvolupament en sectors de serveis i d'indústries d'alta tecnologia, formant professionals amb la capacitat de cobrir les necessitats d'aquest sector del mercat, alhora que complementa els estudis de la Diplomatura d'Estadística ja existents.

Tal com s'esdevé en altres professions, l'aplicació estadística en el món empresarial requereix dos nivells professionals: un d'intermedi, centrat en la pràctica de les eines estadístiques, i un altre de superior, centrat en el disseny de les aplicacions estadístiques i la innovació metodològica. És aquest segon nivell el que correspon a la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques.

Titulacions similars, diferenciades de les Matemàtiques o l'Enginyeria, existeixen en tots els països avançats del nostre entorn, i en general en tots els països econòmicament i tecnològicament avançats. Hi ha acord entre els experts internacionals a assenyalar l'ús de l'estadística com un indicador clau del grau de desenvolupament d'un país.

La Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques és un títol universitari oficial de segon cicle establert pel RD 2084/1994, de 20 d'octubre (BOE del 6 de desembre de 1994).

Els objectius d'aquests estudis són:

- a) Proporcionar una sòlida base de fonamentació dels mètodes propis de l'Estadística i la Investigació Operativa.
- b) Preparar els professionals requerits pel mercat de treball, amb capacitat per al desenvolupament d'aplicacions d'alt nivell.
- c) Formar investigadors en aquesta àrea de la ciència i la tecnologia.

ACCÉS

L'accés als ensenyaments que condueixen a l'obtenció del títol oficial de Llicenciat/ada en Ciències i Tècniques Estadístiques (LCTE) impartits a la Facultat de Matemàtiques i Estadística de la Universitat Politècnica de Catalunya està regulat per l'ordre 21.482 del dia 21 de setembre de 1995, publicada en el BOE número 232 del dia 28 de setembre de 1995, i per aquesta normativa.

El nombre de places ve fixat anualment per la Programació Universitària de Catalunya.

La Comissió Permanent de la FME nomenarà una Comissió d'Admissió a la LCTE, la qual serà competent en la implementació d'aquesta normativa i la resolució de tots aquells afers relatius a l'admissió d'estudiants.

L'accés es pot efectuar segons les dues modalitats següents:

Tenen accés directe les persones que estiguin en possessió d'algun dels títols següents:

- Diplomatura d'Estadística.
- Primer cicle de la Llicenciatura en Matemàtiques.
- Primer cicle de les enginyeries: Industrial, Informàtica.
- Enginyer Tècnic de les següents especialitats: Electricitat, Electrònica Industrial, Mecànica, Química Industrial, Tèxtil, Informàtica de Gestió i Informàtica de Sistemes.

Tenen accés a la LCTE, amb complements de formació, les persones que estiguin en possessió d'algun dels títols següents:

- Primer cicle de les llicenciatures de: Física; Química; Biologia; Geologia; Administració i Direcció d'Empreses; Economia; Psicologia; Sociologia.
- Primer cicle de les enginyeries de: Telecomunicacions; Química; Naval i Oceànica; Aeronàutica; Agrònoma; Monts, Camins, Canals i Ports; Mines.
- Diplomatura en: Ciències Empresarials i Gestió; Administració Pública; Enginyeria Tècnica de Telecomunicacions (especialitat de Sistemes de Telecomunicació o especialitat de Telemàtica).

Els complements de formació seran fixats per la Comissió d'Admissió segons el currículum vitae de l'estudiant, i tindran entre un mínim de 9 crèdits i un màxim de 24 crèdits. En tot cas, l'alumne que accedeix als estudis de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques ha d'haver superat, o bé en els estudis de procedència o bé en els complements de formació, 12 crèdits en Matemàtiques, 6 en Informàtica i 6 en Estadística. Els crèdits corresponents als complements de formació es cursaran entre les assignatures que conformen la Diplomatura d'Estadística de la UPC. Els complements de formació per a accedir a un segon cicle que hagin estat superats per l'estudiant en qualsevol Universitat, seran reconeguts acadèmicament per la Universitat de destí, fins i tot en el cas que aquesta hagués fet una determinació diferent dels mateixos.

Procés de preinscripció

En el decurs del mes de juny de cada curs s'obrirà un procés de preinscripció on s'haurà d'aportar la documentació següent:

1. Imprès de sol·licitud d'admissió.
2. Certificació de l'Expedient Acadèmic de l'aspirant lliurat pel Centre on va obtenir la titulació requerida per accedir a la LCTE. En aquesta certificació hauran de constar-hi les matèries cursades amb la seva durada o nombre de crèdits, la qualificació obtinguda i la menció d'estar en possessió de la titulació requerida per accedir a la LCTE.
3. Pla d'estudis de la titulació que s'acredita per accedir a la LCTE segellat pel Centre responsable.
4. Currículum vitae.

La documentació es presentarà a la Secretaria de la FME dins d'un termini que es farà públic amb la suficient antelació.

Prova d'accés

La Comissió d'Admissió podrà decidir efectuar una Prova d'Accés per a tots els candidats preinscrits a la LCTE. Aquesta prova servirà per avaluar els coneixements bàsics de matemàtiques i estadística dels candidats i s'efectuarà durant el mes de juliol.

Admissió

Les sol·licituds seran resoltes per la Comissió d'Admissió, la qual procedirà a ordenar els candidats a partir de l'anàlisi del seu expedient acadèmic, de la prova d'accés i de la informació complementària expressada en el currículum vitae.

L'objectiu de la selecció és assegurar que els candidats admesos puguin acabar els seus estudis en el temps i cost previst.

La resolució d'aquestes sol·licituds es farà pública en el taulell d'anuncis de la FME abans del 31 de juliol.

Matrícula

Els estudiants admesos hauran de formalitzar la seva matrícula en el període establert a tal efecte per la FME. Pels estudiants admesos amb complements de formació, la Comissió d'Admissió fixarà llurs condicions de matriculació. En qualsevol cas, l'estudiant haurà de matricular els complements de formació en el primer període d'impartició de les assignatures fixades com a tal. Aquestes assignatures podran ser considerades de lliure elecció en el currículum de l'estudiant.

PLA D'ESTUDIS

Característiques generals

Aquests estudis corresponen al títol universitari oficial de segon cicle de Llicenciat/ada en Ciències i Tècniques Estadístiques establert pel RD 2084/1994, de 20 d'octubre (BOE del 6 de desembre de 1994).

El Pla d'estudis s'estructura en dos cursos de dos quadrimestres cadascun. La càrrega total d'aquesta llicenciatura de 2n cicle és de 138 crèdits equivalents a unes 1.380 hores de docència. Els crèdits són del següent tipus: 96 obligatoris o troncal, 12 optatius, 15 de lliure elecció i 15 del Projecte Fi de Carrera obligatori.

Per tal d'obtenir el títol, la FME posarà les condicions per garantir la superació d'un mínim de 300 crèdits entre els crèdits de la titulació de procedència i els d'aquesta llicenciatura de segon cicle.

Els crèdits teòrics s'associen a aquelles activitats docents en les que la major part del treball recau sobre el professor. Els crèdits pràctics corresponen a activitats dutes a terme principalment per l'estudiant, com ara les que es realitzen a les classes de resolució de problemes o a les classes de pràctiques al laboratori de càlcul, la participació en seminaris o la realització de treballs.

La càrrega lectiva considerada permet no superar en cap moment les 23 hores d'activitat docent per setmana, i fa possible que en el segon quadrimestre del segon any aquesta càrrega pugui encara reduir-se per a facilitar el treball en el Projecte Fi de Carrera.

Per a un estudiant normal, les hores de treball individual al marge de l'horari acadèmic no haurien de superar les 20 hores per setmana.

Pla d'Estudis de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques

1r any - 1r quadrimestre

| | | | | |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|
| Probabilitat i Processos Estocàstics (7,5 crèd.) | Mètodes Estadístics 1 (6 crèd.) | Mètodes Estadístics 2 (6 crèd.) | Economia (6 crèd.) | Complements de Programació (6 crèd.) |
|---|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|---|

1r any - 2n quadrimestre

| | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| Inferència i Decisió (7,5 crèd.) | Mètodes Matemàtics 1 (6 crèd.) | Optativa o ALE (*) | Optimització Contínua (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 (*) | Models Estocàstics de la Investigació Operativa 1 (6 crèd.) | Programació Matemàtica (7,5 crèd.) |
|---|-----------------------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|

2n any - 2n quadrimestre

| | | | | |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|--|---|
| Optativa o ALE (*) | Mètodes Estadístics 3 (6 crèd.) | Optativa o ALE (*) | Models Estocàstics de la Investigació Operativa 2 (6 crèd.) | Projecte de Fi de Carrera (15 crèd.) |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|--|---|

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

Assignatures optatives

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. Aquestes assignatures es proposen segons els perfils d'especialització propis de la Facultat de Matemàtiques i Estadística: Bioestadística, Administració Pública, Aplicacions Empresarials i Investigació Operativa.

Sens perjudici d'una adaptació anual de la llista d'assignatures optatives, aquesta inicialment està formada per:

- Anàlisi de Dades Discretes
- Anàlisi de la Supervivència
- Aplicacions de l'Estadística a les Ciències de la Salut
- Estadística no Paramètrica
- Estadística Oficial
- Metodologia d'Enquestes
- Modelització Estadística Avançada
- Optimització Continua 2
- Tècniques de Minería de Dades
- Teoria Matemàtica dels Mercats Financers

Projecte Fi de Carrera

Té caràcter obligatori i consisteix en un treball dirigit realitzat preferentment durant el 2n quadrimestre del segon curs i valorat en un total de 15 crèdits.

Crèdits de lliure elecció

Els crèdits de lliure elecció es poden obtenir pels procediments següents:

- **Cursant “assignatures específiques de lliure elecció”** que són assignatures triades lliurament entre les que ofereix la UPC a aquest efecte, o bé ofertes per alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.

Per a aquest curs, la FME organitza les assignatures següents:

| ASSIGNATURA | DEPARTAMENT-INSTITUCIÓ COL·LABORADORA | CRÈDITS | QUAD |
|-------------------------------------|--|---------|------|
| GO Primavera | Departament d'Arquitectura de Computadors | 2 | Q2 |
| GO Tardor | Departament d'Arquitectura de Computadors | 2 | Q1 |
| Història de la Ciència | Departament de Matemàtica Aplicada 1 | 7,5 | Q1 |
| Taller de Càlcul Simbòlic | Departament de Matemàtica Aplicada 2 | 7,5 | Q1 |
| Taller de Geometria | Departament d'Estructures a l'Arquitectura | 7,5 | Q1 |
| Vida i Obra de Jules Henri Poincaré | Departament de Matemàtica Aplicada 3 | 3 | Q2 |

Totes aquestes assignatures tenen un horari establert per la Facultat i amb un calendari docent fixat per la Universitat Politècnica de Catalunya per a totes les assignatures específiques de lliure elecció.

- **Cursant assignatures optatives de la Diplomatura d'Estadística de la FME, cursant assignatures ofertes pels diferents centres de la UPC d'entre les assignatures dels seus plans d'estudis o bé ofertes per alguna altra universitat amb la qual s'estableixi un conveni.**

Per facilitar aquest procediment la FME reconeix com a crèdits de lliure elecció els crèdits optatius obtinguts en excés i facilitarà suggeriments d'assignatures d'altres centres fora dels currículums que siguin apropiades pels seus estudiants. També l'estudiant pot matricular com a crèdits de lliure elecció assignatures optatives del pla d'estudis de la Diplomatura d'Estadística. No obstant, si un estudiant vol cursar com a lliure elecció alguna assignatura que no ha estat suggerida per la FME o bé que en la que no es preveu places per lliure elecció ho haurà de sol·licitar al Degà mitjançant una instància. Si la resolució és favorable, la formalització de la matrícula quedarà únicament condicionada a la disponibilitat de places.

- Mitjançant l'elaboració d'un **treball dirigit acadèmicament**, o valorant, en general, a raó d'1 crèdit per cada 30 hores de treball, **la realització de pràctiques tutelades** en institucions públiques o privades, empreses, etc. relacionades amb l'àmbit de coneixement aplicat del pla d'estudis. En general, els treballs dirigits o pràctiques en empreses no podran superar els 7,5 crèdits.
- Mitjançant el reconeixement, per part del Centre, de crèdits per **altres estudis reglats o activitats d'interès acadèmic no reglades que tingui nivell universitari** com ara altres estudis universitaris, idiomes estrangers, estudis de música, etc.
- Per **activitat i experiència professional** que hagi desenvolupat l'estudiant en un camp relacionat amb els seus estudis. Es valorarà l'activitat a raó de 1 crèdit per any treballat amb dedicació complerta amb un màxim de 7,5 crèdits.

Avaluació i reconeixement de crèdits

D'acord amb la normativa general de la UPC, distingirem entre les avaluacions de les assignatures i les avaluacions de currículum.

Les avaluacions de les assignatures tenen per objecte fer el seguiment de fins a quin punt s'assoleixen els objectius preestablerts. Aquestes avaluacions seran realitzades pels professors encarregats de la docència de les assignatures i a partir d'aquestes avaluacions es produiran els Informes d'Avaluació de cada assignatura referits a cadascun dels estudiants. En canvi, les avaluacions del currículum tenen per objecte l'acreditació de l'obtenció dels crèdits i una qualificació definitiva estandarditzada de cada assignatura.

A la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques hi ha dues avaluacions curriculars de caràcter global i tantes avaluacions curriculars particularitzades per assignatures com assignatures optatives i assignatures de lliure elecció hagi triat l'estudiant. Les avaluacions del currículum globals són realitzades per Comissions d'Avaluació i les particularitzades les realitza el mateix professor de l'assignatura. En les avaluacions del currículum globals es té en compte el conjunt dels Informes d'Avaluació més que no pas cadascun d'aquests informes considerats individualment.

La primera avaluació curricular global comprendrà les assignatures següents: Bases de Dades, Complementes de Programació, Economia, Inferència i Decisió, Mètodes Estadístics 1, Mètodes Estadístics 2, Mètodes Matemàtics 1, Optimització Contínua i Probabilitats i Processos Estocàstics.

La segona avaluació curricular global comprendrà les assignatures següents: Mètodes Estadístics 3, Mètodes Matemàtics 2, Models Estocàstics de la Investigació Operativa 1, Models Estocàstics de la Investigació Operativa 2, Models Lineals Generalitzats i Programació Matemàtica.

DEPARTAMENTS AMB DOCÈNCIA A LA FME

En la configuració actual de la Universitat, els Centres Docents, com ara la FME, són unitats independents dels Departaments Universitaris. I els Centres Docents encarreguen la docència de les assignatures als Departaments més adequats en cada cas, els quals la duen a terme utilitzant el seu professorat. Els Departaments que tenen assignada docència a la FME per aquest curs són els següents:

Departament d'Arquitectura de Computadors

Edifici D6
C/ Jordi Girona, 1-3
08034 Barcelona
Tel. 93 401 70 01

Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció d'Informàtica, codi dpt.: EIO)

Edifici U
C/ Pau Gargallo, 5
08028 Barcelona
Tel. 93 401 69 48
www-eio.upc.es

Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció d'Informàtica, codi dpt.: EIO)

Edifici A0 – 2a planta
C/ Jordi Girona, 1-3
08034 Barcelona
Tel. 93 413 76 18
www-eio.upc.es

Departament d'Estadística i Investigació Operativa (secció de Tècniques Quantitatives de Gestió, codi dpt.: EIO)

Edifici H
Av. Diagonal, 647
08028 Barcelona
Tel. 93 401 65 69
www-eio.upc.es

Departament d'Estructures a l'Arquitectura (secció de Matemàtica i Informàtica, codi dpt.: 716)

E.T.S. d'Arquitectura de Barcelona (Edifici A)
Av. Diagonal, 649
08028 Barcelona
Tel. 93 401 63 72
www.upc.es/ea-smi

Departament de Física i Enginyeria Nuclear (codi dpt.: 721)

Edifici B4-B5, Campus Nord
C/ Jordi Girona, 1-3
08034 Barcelona
Tel. 93 401 69 73
www-fen.upc.es

Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics (codi dpt.: LSI)

Edifici C5-C6, Campus Nord
C/ Jordi Girona, 1-3
08034 Barcelona
Tel. 93 401 69 94
www-lsi.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 1 (secció ETSEIB, codi dpt.: MA1)

E.T.S. d'Enginyers Industrials (Edifici H)
Av. Diagonal, 647
08028 Barcelona
Tel. 93 401 65 49
www-ma1.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Informàtica, codi dpt.: 726)

Edifici U
C/ Pau Gargallo, 5
08028 Barcelona
Tel. 93 401 69 26
www-ma2.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Informàtica, codi dpt.: 726)

Edifici A0 – 2a planta
C/ Jordi Girona, 1-3
08028 Barcelona
Tel. 93 401 69 26
www-ma2.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 2 (secció d'Enginyeria, codi dpt.: 726)

E.T.S. d'Enginyers Industrials (Edifici TR5)
C/ Colom, 11
08222 Terrassa
Tel. 93 739 81 00
www-ma2.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció del Barcelonès, codi dpt.: 727)

Edifici C2, Campus Nord
C/ Jordi Girona, 1-3, s/n
08034 Barcelona
tel. 93 401 69 09
www-ma3.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció del Bages, codi dpt.: 727)

EUP de Manresa (Edifici MN1)
Av. Bases de Manresa, 61-73
08240 Manresa
Tel. 93 887 72 00
www-eupm.upc.es/~ma3/

Departament de Matemàtica Aplicada 3 (secció de Terrassa, codi dpt.: 727)

EUETIT (edifici TR1)
C. Colom, 1
08222 Terrassa
Tel. 93 739 82 54
www-ma3.upc.es

Departament de Matemàtica Aplicada 4 (secció del Barcelonès, codi dpt.: MA4)

Edifici C3, Campus Nord
C/ Jordi Girona, 1-3
08034 Barcelona
Tel. 93 401 59 83

Departament de Matemàtica Aplicada 4 (secció de Castelldefels, codi dpt.: MA4)

Av. del Canal Olímpic, s/n
08860 Castelldefels

Departament de Matemàtica Aplicada 4 (secció de Vilanova, codi dpt.: MA4)

C/ Victor Balaguer s/n
08800, Vilanova i la Geltrú

Departament d'Organització d'Empreses (secció ETSEIB, codi dpt.: OE)

Edifici H
Av. Diagonal, 647
08028 Barcelona
Tel. 93 401 65 83

DIRECTORI DEL PROFESSORAT

El professorat assignat per a la docència a la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques és el següent:

| Nom | | | Dpt | E_mail |
|------------------|------------|-----------|-----|----------------------------|
| Albert | ABELLÓ | GAMAZO | LSI | aabello@lsi.upc.es |
| René | ALQUEZAR | MANCHO | LSI | alquezar@lsi.upc.es |
| Tomàs | ALUJA | BANET | EIO | tomas.aluja@upc.es |
| Jaume | BARCELÓ | BUGEDA | EIO | jaume.barceló@upc.es |
| Xavier | BELLÉS | ROS | OE | belles@oe.upc.es |
| Jordi | CASTRO | PÉREZ | EIO | jcastro@eio.upc.es |
| Erik | COBO | VALERI | EIO | erik.cobo@upc.es |
| Pedro | DELICADO | USEROS | EIO | pedro.delicado@upc.es |
| Elena | FERNÁNDEZ | AREIZAGA | EIO | e.fernandez@upc.es |
| Ricard | GAVALDÀ | MESTRE | LSI | gavalda@lsi.upc.es |
| Josep | GINEBRA | MOLINS | EIO | josep.ginebra@upc.es |
| Guadalupe | GÓMEZ | MELIS | EIO | lupe.gomez@upc.es |
| José Antonio | GONZÁLEZ | ALASTRUE | EIO | jose.a.gonzalez@upc.es |
| Jan | GRAFFELMAN | | EIO | jan.graffelman@upc.es |
| Francisco Javier | HEREDIA | CERVERA | EIO | f.javier.heredia@upc.es |
| Daniel | JORDÀ | MARTÍNEZ | EIO | djorda@idescat.es |
| Klaus | LANGOHR | | EIO | klaus.Langhor@upc.es |
| Manuel | MARTÍ | RECOBER | EIO | mauel.marti-recober@upc.es |
| Josep | MASDEMONT | SOLER | MA1 | josep@barquins.upc.es |
| Lidia | MONTERO | MERCADÉ | EIO | lidia.montero@upc.es |
| M. Pilar | MUÑOZ | GRACIA | EIO | pilar.munyo@upc.es |
| Narcís | NABONA | FRANCISCO | EIO | narcis.nabona@upc.es |
| Miquel | NOGUERA | BATLLE | MA2 | noguera@ma2.upc.es |
| Gerard | OLIVAR | TOST | MA4 | gerard@mat.upc.es |
| Pere | PASCUAL | GAINZA | MA1 | pascual@ma1.upc.es |
| Francesc | PLANAS | VILANOVA | MA1 | planas@ma1.upc.es |
| Jordi | PETIT | SILVESTRE | LSI | jpetit@lsi.upc.es |
| Antoni | RAS | SABIDO | MA4 | ras@mat.upc.es |
| Alexandre | RIBA | CIVIL | EIO | alex.riba@upc.es |
| Jose Antonio | SANCHEZ | ESPIGARES | EIO | jose.a.sanchez@upc.es |
| Francesc | SOLÉ | PARELLADA | OE | sole@rectorat.upc.es |
| Marta | VALÈNCIA | GUITART | MA1 | valencia@ma1.upc.es |

Tots els professors, a més del seu despatx personal en les dependències del seu departament, tindran una sala a l'edifici de la FME per atendre consultes dels estudiants dins d'un horari establert.

3. HORARIS I DATES D'EXÀMENS

LLICENCIATURA DE CIÈNCIES I TÈCNiques

ESTADÍSTIQUES

HORARIS DE CLASSE 2003-04

1r Curs – 1r Quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|--------------|--|---|--|--------------------------|--|
| 15.00 –16.00 | | | | | PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS Aula S04 |
| 16.00 –17.00 | PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS | MÈTODES ESTADÍSTICS 1 | PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS | MÈTODES ESTADÍSTICS 2 | MÈTODES ESTADÍSTICS 2 |
| 17.00 –18.00 | Aula S04 | Aula S04 | Aula S04 | Aula PC2 | Aula S04 |
| 18.00 –19.00 | ECONOMIA | Complements de programació (a) Aula PC1 | MÈTODES ESTADÍSTICS 1 | ECONOMIA | COMPLEMENTS DE PROGRAMACIÓ |
| 19.00 –20.00 | Aula S04 | Complements de programació (b) Aula PC3 | Aula PC2 | Aula S04 | Aula S04 |

2n Curs – Obligatòries 1r Quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|--------------|--|---|--|---|--|
| 15.00 –16.00 | PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (1) Aula 004 | | MODELS LINEALS GENERALITZATS (1) Aula 004 | | Models Lineals Generalitzats (1) (a) Aula PC3 |
| 16.00 –17.00 | | MÈTODES MATEMÀTICS 2 Aula 004 | | MÈTODES MATEMÀTICS 2 Aula 004 | |
| 17.00 –18.00 | MODELS LINEALS GENERALITZATS (1) Aula 004 | | PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (1) Aula 004 | | Models Lineals Generalitzats (1) (b) Aula PC3 |
| 18.00 –19.00 | | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1 Aula PC2 | | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1 Aula 004 | PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA (1) Aula PC2 |
| 19.00 –20.00 | | | | | |

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

Optatives – 1r Quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|--------------|--|--|--|--|--|
| 14.00 –15.00 | | | | | |
| 15.00-16.00 | | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 (1) Aula 004 | | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 (1) Aula 004 | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 (1) Aula PC1/001 |
| 16.00 –17.00 | | | | | |
| 17.00 –18.00 | | | | | |
| 18.00 –19.00 | ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA Aula 004/PC2 | | ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA Aula 004 | | |
| 19.00 –20.00 | ESTADÍSTICA OFICIAL Aula 002 | | ESTADÍSTICA OFICIAL Aula 002 | | |

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

1r Curs – Obligatòries 2n Quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|--------------|---------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|
| 15.00 –16.00 | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA (1) | | | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA (1) | |
| 16.00 –17.00 | INFERÈNCIA I DECISIÓ | MÈTODES MATEMÀTICS 1 | Optimització Contínua (a) (1) | INFERÈNCIA I DECISIÓ | MÈTODES MATEMÀTICS 1 |
| 17.00 –18.00 | | | Optimització Contínua (b) (1) | | |
| 18.00 –19.00 | | BASES DE DADES | | BASES DE DADES | |
| 19.00 –20.00 | | | INFERÈNCIA I DECISIÓ | | |

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

2n Curs – Obligatòries 2n Quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|--------------|------------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| 15.00 –16.00 | | | | | |
| 16.00 –17.00 | | | MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (1) (b) | | |
| 17.00 –18.00 | MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (1) | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 (1) | | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 (1) | MÈTODES ESTADÍSTICS 3 (1) (a) |
| 18.00 –19.00 | | | | | |
| 19.00 –20.00 | | | | | |

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

Optatives – 2n Quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|--------------|-----------------------------------|---|----------|---|---|
| 12.00-13.00 | | TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (1) | | | TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS (1) |
| 13.00-14.00 | | | | | |
| 14.00-15.00 | | | | | |
| 15.00 –16.00 | | | | | |
| 16.00 –17.00 | | | | | |
| 17.00 –18.00 | | | | | |
| 18.00 –19.00 | TÈCNICA DE MINERIA DE DADES | MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA | | MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA | TÈCNICA DE MINERIA DE DADES |
| 19.00-20.00 | METODOLOGÍA DE LES ENQUESTES | ANÀLISI DE DADES DISCRETES | | ANÀLISI DE DADES DISCRETES | METODOLOGÍA DE LES ENQUESTES |

(1) docència compartida amb la Llicenciatura de Matemàtiques.

Assignatures Específiques de Lliure Elecció de la FME

1r quadrimestre

| Horaris | Dilluns | Dimarts | Dimecres | Dijous | Divendres |
|---------------|--|---------------------------------|---|---------------------------------|----------------------------|
| 8.00 - 9.00 | | | | | |
| 9.00 -10.00 | | | | | |
| 10.00 -11.00 | | | | | |
| 11.00 -12.00 | | | HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA (2) ETSEIB Aula 6.52 TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC Aula PC3 | | Taller de Geometria |
| 12.00 -13.00 | HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA (2) ETSEIB Aula 6.52 | | FRANJA CULTURAL | | HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA (2) |
| 13.00 -14.00 | TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC Aula PC3 | TALLER DE GEOMETRIA Aula 002 | | TALLER DE GEOMETRIA Aula 002 | TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC |
| 14.00 – 15.00 | | | | | |
| 15.00 – 16.00 | | | | | |
| 16.00 – 17.00 | | | | | |
| 17.00 – 18.00 | | | | | |

NOTA: Els horaris de l'assignatura de lliure elecció específica de la FME "GO TARDOR" seran publicats amb la suficient antelació

- (1) Assignatura obligatòria pels estudiants de la doble titulació i de lliure elecció pels demés
- (2) Docència a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona

2n quadrimestre

Els horaris de les assignatures de lliure elecció específiques de la FME “**Vida i Obra de Jules Henri Poincaré**” i “**GO Primavera**” seran publicats amb la suficient antelació.

LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES DATES DELS EXÀMENS 2003-04

Convocatòria ordinària del 1r quadrimestre

OBLIGATÒRIES

| | 05-01-04 | 06-01-04 | 07-01-04 | 08-01-04 | 09-01-04 |
|-----------------------|----------|----------|---|---|-----------------------------------|
| T A R D A | | | COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ Aula S04 16:00 | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1 Aula S04 16:00 | ECONOMIA Aula S02 16:00 |

| | 12-01-04 | 13-01-04 | 14-01-04 | 15-01-04 | 16-01-04 |
|-----------------------|--|---|----------|--|---|
| T A R D A | PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA Aula S04 16:00 | MÈTODES ESTADÍSTICS 2 Aula PC2 16:00 | | MODELS LINEALS GENERALITZATS Aula S02 16:00 | MÈTODES ESTADÍSTICS 1 Aula S04 16:00 |

| | 19-01-04 | 20-01-04 | 21-01-04 | 22-01-04 | 23-01-04 |
|-----------------------|--|--|----------|----------|----------|
| T A R D A | MÈTODES MATEMÀTICS 2 Aula S01 16:00 | PROBABILITATS I PROCESSOS ESTOCÀSTICS Aula S02 16:00 | | | |

OPTATIVES

| | 12-01-04 | 13-01-04 | 14-01-04 | 15-01-04 | 16-01-04 |
|-----------------------|----------|----------|---|----------|----------|
| T A R D A | | | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2 Aula S01 16:00 | | |

| | 19-01-04 | 20-01-04 | 21-01-04 | 22-01-04 | 23-01-04 |
|-----------------------|----------|----------|---|----------|---|
| T A R D A | | | ESTADÍSTICA OFICIAL Aula S04 16:00 | | ANÀLISI DE LA SUPERVIVÈNCIA Aula S04 16:00 |

ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

| | 8-12-03 | 9-12-03 | 10-12-03 | 11-12-03 | 12-12-03 |
|-----------------------|---------|------------------------|---------------------------|---------------------|----------|
| T A R D A | | HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA | TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC | TALLER DE GEOMETRIA | |

Convocatòria ordinària del 2n quadrimestre

OBLIGATÒRIES

| | 17-05-04 | 18-05-04 | 19-05-04 | 20-05-04 | 21-05-04 |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|--|
| T A R D A | | | | | OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA Aula S02 15:00 h |

| | 24-05-04 | 25-05-04 | 26-05-04 | 27-05-04 | 28-05-04 |
|-----------------------|--|---------------------------------------|----------|--|---|
| T A R D A | MÈTODES ESTADÍSTICS 3 Aula S04 15:00 h | BASES DE DADES Aula S02 16:00 h | | MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2 Aula S02 15:00 h | INFERÈNCIA I DECISIÓ Aula S02 15:00 h |

| | 31-05-04 | 01-06-04 | 02-06-04 | 03-06-04 | 04-06-04 |
|-----------------------|----------|---|----------|----------|----------|
| T A R D A | | MÈTODES MATEMÀTICS 1 Aula PC2 15:00 h | | | |

OPTATIVES

| | 31-05-04 | 01-06-04 | 02-06-04 | 03-06-04 | 04-06-04 |
|-----------------------|----------|--|----------|----------|--|
| T A R D A | | METODOLOGIA DE LES ENQUESTES Aula PC1/ 001 15:00 h | | | MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA Aula S04 15:00 h |

| | 07-06-04 | 08-06-04 | 09-06-04 | 10-06-04 | 11-06-04 |
|-----------------------|--|---|----------|---|----------|
| T A R D A | TÈCNIQUES DE MINERIA DE DADES Aula 002 15:00 h | TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS Aula 002 15:00 h | | ANÀLISI DE DADES DISCRETES Aula S04 15:00 h | |

ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

| | 24-05-04 | 25-05-04 | 26-05-04 | 27-05-04 | 28-05-04 |
|-----------------------|----------|----------|---|----------|----------|
| T A R D A | | | VIDA I OBRA DE JULES HENRI POINCARÉ | | |

Convocatòria extraordinària d'exàmens

La convocatòria extraordinària d'exàmens d'assignatures troncal o obligatòries de 1r i 2n quadrimestre es farà pública després de la matrícula de les assignatures de 2n quadrimestre per optimitzar el calendari d'aquests exàmens.

Les assignatures optatives assignatures de lliure elecció només tenen la convocatòria ordinària d'examen.

Convocatòria d'exàmens parcials

Està prevista una interrupció de les classes (com a màxim d'una setmana) a mitjans de cada quadrimestre amb la finalitat de realitzar exàmens parcials de les assignatures troncal o obligatòries que ho tinguin previst.

4. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES TRONCALS O OBLIGATÒRIES

1r CURS - 1r QUADRIMESTRE

COMPLEMENTES DE PROGRAMACIÓ

CODI: 26304

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Jordi Petit i Silvestre

Objectius del curs

L'objectiu fonamental del curs és repassar, aprofundir i ampliar els coneixements algorísmics dels estudiants, adquirits en les assignatures prèvies de Fonaments d'Informàtica, Programació i Complementes de Programació i Bases de Dades. Es fa un èmfasi especial en algunes tècniques fonamentals en el disseny d'algorismes i estructures de dades, com ara l'estratègia "dividir i vèncer", els mètodes voraços, la programació dinàmica i les heurístiques "fer i desfer" i "ramificació i poda". També s'estudien els principals mètodes d'ordenació i de construcció del tipus abstracte de dades diccionari, així com algorismes de selecció, i els tipus abstractes de dades cua de prioritats i graf. D'altra banda, es presenta una metodologia rigorosa per al càlcul de la complexitat dels algorismes. Finalment, s'introdueix el llenguatge de programació Java, força útil en la intercomunicació home-màquina i en la programació orientada a objectes.

Programa

- 1. Breu repàs de cursos previs:** Notació algorísmica, especificació d'algorismes, taules i tuples, hashing, recursivitat, estructures de dades lineals (piles, cues i llistes).
- 2. Introducció al llenguatge de programació Java.**
- 3. Anàlisi de l'eficiència dels algorismes:** Complexitat en cas pitjor i en cas mitjà, notacions asimptòtiques, resolució de recurrències, càlcul exacte de constants.
- 4. Estratègia "dividir i vèncer":** Esquema general i exemples, teoremes mestres per al càlcul de la complexitat, algorismes d'ordenació ("mergesort", "quicksort"), estructures de dades (arbres binaris de cerca balancejats i aleatoris), selecció per rang ("quickselect").
- 5. Cues de prioritats i heapsort..**
- 6. Algorismes i estructures de dades digitals:** radixsort, tries, patricia tries, cerca de patrons en textos.
- 7. Grafs:** Concepte, recorreguts, problemes tractables, breu introducció a la intractabilitat.
- 8. Heurístiques:** mètodes voraços, fer i desfer, programació dinàmica, ramificació i poda.

Avaluació

La nota es calcularà com una mitjana ponderada entre la nota d'un o més projectes en llenguatge Java i la nota obtinguda a partir de dues proves escrites (parcial i final).

L'examen parcial no eliminarà matèria. La nota obtinguda en aquest examen només es tindrà en compte si és superior a la nota de l'examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Aho, A.V.; Hopcroft, J.E. i Ullman, J.D.: *The Design and Analysis of Computer Algorithms*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1983.
- Cormen, T.H.; Leiserson, C.E. i Rivest, R.L.: *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, 1990.
- Ferri, F.J.; Albert, J.V.; Martín, G.: *Introducció a l'Anàlisi i Disseny d'Algorismes*. Publicacions de la Universitat de València, 1998.
- Sedgewick, R.: *Algorithms in C*. 3rd edition. Addison-Wesley, 1998.
- Weiss, M.A.: *Data structures & algorithm analysis in Java*.

Referències complementàries:

- Castro, J.; Cucker, F.; Messeguer, X.; Solano, L.; Vallès, B.: *Curs de Programació*. McGraw-Hill Interamericana de España S.A., 1992.
- Flanagan, D.: *Java in a nutshell*. O'Reilly.
- Franch, X.: *Estructura de Dades. Especificació, Disseny i Implementació*. 2a edició. Edicions UPC, 1994.
- Gonnet, G.H.; Baeza-Yates, R.: *Handbook of Algorithms and Data Structures - In Pascal and C* 2nd edition. Addison-Wesley, 1991.
- Knuth, D.E.: *The Art of Computer Programming: Sorting and Searching* 3rd edition. Addison-Wesley, 1998.

ECONOMIA

CODI: 26303

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Francesc Solé Parellada

Objectius del curs

- 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 que 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.

Programa

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

Avaluació

S'aplica un sistema d'avaluació continuada. Es valorarà la participació activa a classe, la lectura de la premsa econòmica i la resolució en grup de casos pràctics que seran exposats en públic. També es valoraran els casos no exposats a classe, que es recolliran per corregir-los. Els alumnes que demostrin el coneixement de l'assignatura per aquesta via, podran aprovar sense fer l'examen. L'altre element d'avaluació és l'examen final. L'avaluació dels alumnes que facin l'examen es farà tenint en compte la seva participació i el seu treball durant el curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Amat i Salas, O.: *Comptabilitat i finances per a no financers*. 5a edició. Barcelona: Gestió 2000 (Col. EADA Gestión), 1995.
- Cañabate Carmona, A.: *Toma de decisiones. Análisis y entorno organizativo*. Barcelona: Edicions UPC, 1997.
- Koontz, H.; O'Donnell, C.: *Administración: una perspectiva global*. 6a edició. México D.F.: McGraw-Hill, 1998.
- Rosanas, J.M.: *Informació comptable per a la presa de decisions empresarials*. Barcelona: Ariel, 1992.
- Tena, J.: *Organización de la Empresa: teoría y aplicaciones*. 4a edició. Barcelona: Gestió 2000 (Col. EADA Gestión), 1992.

Referències complementàries:

- Bueno Campos, E. et alt.: *Economía de la empresa. Análisis de las decisiones empresariales*. Madrid: Pirámide, 1991.
- Dixit, A.K.; Nalebuff, B.J.: *Pensar estratégicamente. Un arma decisiva en los negocios, la política y la vida diaria*. Barcelona: Antoni Bosch, 1992.
- Leon, O.G.: *Análisis de decisiones. Técnicas y situaciones aplicables a directivos y profesionales*. Madrid: McGraw-Hill, 1993.
- Ludevid, M.; Ollé, M.: *Cómo crear su propia empresa*. 2a edició. Barcelona: Marcombo, 1991.
- Pérez-Carballo Veiga, J.F.: *Control de gestión empresarial. Texto y casos*. 2a edició ampliada. Madrid: ESIC, 1994.

MÈTODES ESTADÍSTICS 1

CODI: 26301

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Tomàs Aluja Banet

Objectius del curs

La capacitat d'emmagatzemar i processar dades posa d'actualitat les tècniques estadístiques multivariants d'exploració i aprenentatge automàtic. El curs parteix de les bases presentades en el curs d'Anàlisi Multivariant de Dades de la Diplomatura d'Estadística. En primer lloc s'aprofundeix en l'estudi d'un sol conjunt de variables (capítol 1); a continuació, es presenta el problema de buscar la relació entre dos conjunts de variables, on un adopta el paper de variables de resposta mentre l'altre són les variables explicatives (capítol 2). Després es repassa la distribució normal multivariant i els seus estadístics muestrals més importants, els quals permeten resoldre el problema de comparació multivariant de mitjanes (capítol 3) i finalment s'utilitzen els coneixements previs per resoldre el problema de modelització d'una variable nominal des d'un enfocament paramètric, primer a partir de variables explicatives contínues i després de variables explicatives qualitatives (capítol 4). Aquests coneixements es reforçaran mitjançant la realització de pràctiques sobre problemes reals. Per a les pràctiques de laboratori s'utilitzarà el MATLAB i, eventualment, el software comercial més adient a la pràctica.

Programa

1. Anàlisi de factorials descriptives
 - Anàlisi general amb mètrica qualsevol
 - AFD més freqüents: ACP, ACS i ACM
 - Biplots
 - ACP sobre una matriu de distàncies
2. Modelització multivariant entre dos conjunts de variables
 - Introducció a la regressió multivariant
 - Anàlisi de regressió sobre components principals.
 - Anàlisi de correlacions canòniques.
3. Anàlisi multivariant de la variància (MANOVA)
 - Model normal multivariant
 - Distribucions mostrals. T^2 de Hotelling
 - Anàlisi de mesures repetides
 - Profile analysis
 - Comparació de q mitjanes: Λ de Wilks
4. Anàlisi discriminant
 - Anàlisi factorial discriminant
 - Discriminació bayessiana
 - Discriminació sobre variables qualitatives

Avaluació

L'avaluació consistirà a fer dos exàmens, un a meitat de curs i l'altre al final, més la realització de 4 pràctiques de laboratori. La nota s'obtéindrà a partir de la qualificació dels exàmens (75%) i les pràctiques de laboratori (25%).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Aluja, T.; Morineau A.: *Aprender de los datos: el análisis de componentes principales*. EUB, 1999.
- Hand, D.: *Construction and Assessment of Classification Rules*. J. Wiley, 1997.
- Johnson, R.A.; Wichern D.W.: *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 4th edition. Prentice Hall, 1998.
- Krzanowski, W.J.: *Principles of Multivariate Analysis. A user's perspective*. Oxford: Clarendon Press, 1990.
- Lebart L.; Morineau A.; Piron M.: *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris: Dunod, 1997.

Referències complementàries:

- Bishop C.M.: *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford : Clarendon Press, 1995
- Cuadras, C.: *Métodos de Análisis Multivariante*. 2a edició. Barcelona: PPU, 1991.
- Escofier, B.: *Análisis factoriales simples y múltiples: Objetivos, métodos e interpretación*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, 1992.
- Mardia, K.V.; Kent, J.T.; Bibby, J.M.: *Multivariate Analysis*. Academic Press, 1979.
- Morrison, D.F.: *Multivariate Statistical Methods*. 3rd edition. McGraw-Hill, 1990.

Altres referències:

- Celeux, G.; Nakache, J.P.: *Analyse discriminante sur variables qualitatives*. Polytechnica, 1994.
- Gifi, A.: *Nonlinear Multivariate Analysis*. J. Wiley, 1990.
- Volle, M.: *Analyse des données*. 3e éd. Economica, 1985.

MÈTODES ESTADÍSTICS 2

CODI: 26302

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Alexandre Riba Civil

Objectius del curs

En acabar el curs els alumnes han de ser capaços d'identificar situacions pràctiques en què experimentar resulti adequat, dissenyar l'experiment més adient i analitzar-lo.

Per aconseguir això es revisaran els conceptes bàsics de model lineal i anàlisi de la varianza i s'aprofundirà en els dissenys factorials a 2 i 3 variables i la seva aplicació per al disseny de productes i processos robustos.

Programa

1. Revisió del Model Lineal i d'ANOVA
 - Model d'efectes fixos
 - Model d'efectes aleatoris
 - Model d'efectes mixtos
 - Dissenys creuats
 - Dissenys jerarquitcats
 - Anàlisi dels components de la varianza
2. Dissenys factorials
 - Factorials Fraccionals
 - Dissenys bloquejats
 - Dissenys 3^k
 - Dissenys 3^{k-p}
 - Plackett Burmann
 - Box-Behnken
 - Altres dissenys de segon ordre
3. Experimentació a la pràctica
 - Passos que s'han de seguir
 - Elaboració d'un informe
 - Realització d'un experiment en grup
4. Dissenys Robustos
 - Dissenys Split-plot
 - Mètode de Taguchi i alternatives
 - Toleràncies
 - Transmissió d'error

5. Disseny d'experiments per a dades no normals
- Dissenys per a fiabilitat
 - Dissenys per models no lineals
 - Dissenys per models lineals generalitzats
 - Control del procés multivariant

Avaluació

Es tindrà en compte el treball fet a les classes de pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Box, G. E. P. i Draper, N. R.: *Empirical model-building and response surfaces*. 1986, Ed. Wiley.
- Draper, N. R.: *Applied regression analysis (2a ed.)*. 1981, Ed. Wiley.
- Montgomery, D. C.: *Design and analysis of experiments (3a ed.)*. 1991, Ed. Wiley.
- Venables, W. N. i Ripley, B. D.: *Modern Applied statistics with S-plus*. 1994, Ed. Springer-Verlag.
- Wu, C.J.F., i Hamada, M. (2000): *Experiments: Planning, Analysis and Parameter Design Optimization*. Wiley.

Referències complementàries:

- Atkinson, A.C. i Donev, A.N. (1992): *Optimal Design of Experiments*. Oxford University Press.
- Cornell, J. A.: *Experiments with mixtures designs, models, and the analysis of mixture data (2a ed.)*. 1990, Ed. Wiley.
- Dobson, A. J.: *An introduction to generalized linear models*. 1990, Ed. Chapman and Hall.
- Magnus, J. R. and Neudecker, H.: *Matrix differential calculus with applications in statistics and econometrics*. 1988, Ed. Wiley.
- Wynn, H. P. i Logothetis, N.: *Quality through design*. 1989, Ed. Oxford Science Publications.

PROBABILITAT I PROCESSOS ESTOCÀSTICS

CODI: 26300

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Antoni Ras Sabidó

Altres professors: Gerard Olivar Tost

Objectius del curs

El curs se centra, bàsicament, en tres aspectes. D'una banda, les distribucions multidimensionals, amb especial èmfasi en la normal. Tot seguit, la convergència de variables aleatòries i, particularment, les lleis dels grans nombres i el teorema del límit central. Finalment, la presentació de processos estocàstics bàsics i les seves aplicacions: passeigs aleatoris, processos de Markov i Poisson; de renovació i de naixement. Es pressuposa familiaritat amb les nocions bàsiques de teoria de la probabilitat i els models aleatoris elementals.

Programa

1. Distribucions multidimensionals

- Distribucions multidimensionals. Independència i distribucions condicionades.
- Paràmetres estadístics.
- Distribució normal multidimensional.

2. Convergència de variables aleatòries

- Funció característica.
- Convergència en distribució. Teorema del límit central. Teoremes de Poisson i de Moivre-Laplace.
- Convergència en probabilitat. Desigualtat de Txebyshev. Llei feble dels grans nombres.
- Convergència quasi segura i en mitjana d'ordre r . Teorema de Skorokhod.
- Llei forta dels grans nombres.
- El mètode delta.

3. Processos estocàstics

- Introducció. Estacionarietat. Processos Gaussians.
- Passeig aleatori. Processos de Markov. Cadenes de Markov homogènies.
- Processos de Poisson.
- Processos de renovació i de naixement. Processos de Markov amb paràmetre continu.

Coneixements previs necessaris

Curs bàsic de teoria de probabilitats (equivalent a l'Estadística Matemàtica 1 de la Diplomatura d'Estadística de l'FME).

Àlgebra i Càlcul a nivell de primer cicle d'ensenyaments científics i tècnics.

Avaluació

Es farà una prova a mig curs i un examen final. Es consideraran valoracions complementàries per mitjà d'activitats relacionades amb les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Durrett, R.: *Essentials of Stochastic Processes*. Springer Verlag, 2001.
- Fisz, M.: *Probability and Mathematical Statistics*. Robert Krieger Pub. Co., 1980.
- Pfeiffer, P. E.: *Probability for Applications*. Springer Verlag, 1990.
- Sanz Solé, M.: *Probabilitats*. Edicions de la Universitat de Barcelona, 1999.
- Tuckwell, H.C.: *Elementary Applications of Probability*. Chapman and Hall, 1995.

Referències complementàries:

- Feller, W.: *An Introduction to Probability Theory and its Applications*. John Wiley & Sons, 1968.
- Grimmet, G.R.; Stirzaker, D.R.: *Probability and Random Processes*. Oxford Science Publ., 1992.
- Gut, A.: *An Intermediate Course on Probability*. Springer Verlag, 1995.
- Johnson, R.A.; Wichern, D.W.: *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Prentice Hall, 1998.
- Shorack, G.R.: *Probability for Statisticians*. Springer Verlag, 2000.

1r CURS – 2n QUADRIMESTRE

BASES DE DADES

CODI: 26308

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Ricard Gavaldà Mestre

Altres professors: Alberto Abelló Gamazo

Objectius del curs

Aquesta assignatura pretén introduir l'estudiant en temes propis i actuals dels professionals de l'estadística, com són l'emmagatzematge i la gestió de dades estadístiques, els magatzems de dades i la mineria de dades.

Concretament, es pretén que, en acabar l'assignatura, l'estudiant pugui:

- Conèixer les bases de dades relacionals i estadístiques.
- Utilitzar el llenguatge estàndard de consulta SQL.
- Conèixer els elements de l'entorn d'anàlisi i distingir aquest de l'entorn operacional.
- Usar eines multidimensionals.
- Entendre el procés de selecció, preparació i neteja de dades, així com l'obtenció de patrons.
- Usar una eina senzilla de mineria de dades.

Programa

1. Repàs de bases de dades relacionals.
 - Bases de dades.
 - Model relacional: taules, àlgebra relacional, restriccions d'integritat.
 - Llenguatge SQL.
2. Bases de dades estadístiques.
 - Models: el model Mefisto.
 - Metadades.
 - Accés estadístic a dades confidencials.
3. Magatzems de dades (*data warehousing*).
 - Sistemes operacionals vs. sistemes d'anàlisi.
 - Conceptes bàsics, arquitectures i dades (metadades).
4. Anàlisi multidimensional (sistemes OLAP).
 - Esquemes.
 - Model multidimensional: cubs, fets, dimensions, operadors i restriccions d'integritat.
 - Tècniques i eines.
5. Minería de dades i descobriment de coneixement en bases de dades.
 - Conceptes.
 - Passos.
 - Tècniques i eines.
 - Exemples d'aplicació.

Coneixements previs necessaris

Bases de dades en general i model relacional en particular, tal com es troben als llibres de Silberschatz et al., o de Date a la bibliografia.

Avaluació

Hi haurà un examen parcial que valdrà el 15 % de l'assignatura i un examen final que valdrà el 70 %. L'examen parcial no allibera matèria, és a dir, l'examen final tracta de tota la matèria de l'assignatura. Això no obstant, el 15 % de la nota que correspon al parcial pot ser recuperat obtenint una nota superior en unes preguntes especificades de l'examen final.

El 15 % restant correspon a tres pràctiques amb un pes del 5 % cadascuna. La participació activa en la resolució de problemes a classe podrà apujar fins a un punt addicional la nota final.

A la convocatòria extraordinària, les notes de pràctiques només es tindran en compte si això resulta en una nota superior a la de l'examen.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Han, J.; Kamber, M.: *Data Mining: Concepts and Techniques*. Morgan Kauffman Publishers, 2000.
- Kimball, R.: *The Data Warehouse Toolkit practical techniques for building dimensional data warehouses*. John Wiley, 1996.
- Peterson, T.; Pinkelman, J.; et al: *Microsoft OLAP Unleashed*. Sams Publishing, 2000.
- Silberschatz, A.; Korth, H. & Sudarshan, S.: *Fundamentos de Bases de Datos*. 3a edició. McGraw-Hill, 1998.
- Witten, I.; Frank, E.: *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques with Java Implementations*. Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

Referències complementàries:

- Date, C.J.: *An introduction to database systems*. 7th edition. Addison Wesley, 2000. (Hi ha traducció al castellà de la 5a edició).
- Elmasri, R.; Navathe, S.: *Sistemas de Bases de Datos: Conceptos fundamentales*. 2a edició. Addison Wesley, 1997.
- Fayyad, U.; Piatetsky-Shapiro, G.; Smyth, P. & Uthurusamy, R. (eds.): *Advances in Knowledge Discovery and Data Mining*. AAA I Press / MIT Press, 1996.
- Inmon, W.H.; Imhoff, C. & Sousa, R.: *Corporate Information Factory*. John Wiley, 1998.
- Ramakrishnan, R.: *Database Management Systems*. WCB McGraw-Hill, 1998.

INFERÈNCIA I DECISIÓ

CODI: 26305

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professora coordinadora: Guadalupe Gómez i Melis

Altres professors: Pedro Delicado Useros

Objectius del curs

L'objectiu d'aquesta assignatura és proporcionar una sòlida base teòrica dels fonaments de la inferència estadística i de la teoria de la decisió. Es pretén que aquesta fonamentació capaciti els estudiants per a les innovacions i les aplicacions d'alt nivell. D'altra banda, pretén ser una llavor formativa per a la consolidació de joves investigadors en aquesta àrea de la ciència i la tecnologia.

Programa

1. Introducció
 - Concepte de variable aleatòria, esperança i variància. Famílies de distribucions. Vectors aleatoris.
 - Sumes de variables aleatòries. Mostreig d'una llei normal. Aproximacions.
2. Principis estadístics per reduir les dades mostrals
 - Principi de suficiència.
 - Principi de versemblança.
3. Estimació puntual 1: mètodes per trobar estimadors
 - La funció de distribució empírica. Teorema de Glivenko-Cantelli.
 - Principi de substitució. El mètode dels moments.
 - Màxima versemblança. Propietat d'invariància. Càlcul de l'estimador mitjançant mètodes numèrics.
 - Inferència baiesiana. 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.
 - *Score test*. Prova de Wald. Proves en presència de paràmetres *nuisance*.
 - Proves baiesianes. 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.

Avaluació

Realització d'un examen parcial i d'un examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Azzalini, A.: *Statistical Inference Based on Likelihood*. Chapman and Hall, 1996.
- Casella, G.; Berger, R.L.: *Statistical Inference*. Duxbury Press, 1990.
- Garthwaite, P.H.; Jolliffe, I.T.; Jones, B.: *Statistical Inference*. Prentice-Hall, 1995.
- Shao, J.: *Mathematical Statistics*. Springer, 1999.
- Welsh, A.H.: *Aspects of Statistical Inference*. Wiley, 1996.

Referències complementàries:

- Arnold, S.F.: *Mathematical Statistics*. Prentice-Hall, 1990
- Crístobal, J.A.: *Inferencia Estadística*. Universidad de Zaragoza, 1992.
- Schervish, M.J.: *Theory of Statistics*. Springer, 1995.
- Silvey, S.D.: *Statistical Inference*. Chapman and Hall, 1983.
- Vélez, R.; García, A.: *Principios de Inferencia Estadística*. UNED, 1993.

Altres referències:

- Gómez, G. i Delicado, P.: *Apunts d'Inferència i Decisió*. Servei de fotocòpies. Barcelona, 2003.

MÈTODES MATEMÀTICS 1

CODI: 26306

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Miquel Noguera Batlle

Objectius del curs

En aquest curs es comença fent un repàs als conceptes d'àlgebra lineal ja coneguts per l'alumne i se'n presenten de nous que són d'utilitat 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, el càlcul de valors i vectors propis, i les aplicacions.

Programa

1. Àlgebra Lineal

- Espais vectorials i aplicacions lineals
- Tècniques de càlcul matricial i matrius per blocs
- Diagonalització i espais euclidis
- Derivació matricial i aplicacions

2. Resolució Numèrica de Sistemes Lineals

- Mètodes directes
- Mètodes iteratius
- Sistemes lineals sobredeterminats

3. Càlcul de Valors i Vectors Propis

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

Avaluació

La nota final s'obtéindrà de les notes parcials dels exàmens, els treballs i les pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Forsythe, G.; Malcom, M.; Moler, C.: *Computer Methods for Mathematical Computations*. London: Prentice Hall, 1977.
- García Merayo, F.: *Fortran 90 Lenguaje de Programación*. Madrid: Paraninfo, 1999.
- Grau, M.; Noguera, M.: *Càlcul numèric*. Barcelona: Edicions UPC, 1993.
- Harville, D. A.: *Matrix Algebra from a Statistician's Perspective*. New York: Springer, 1997.
- Soto, M.J.; Vicente, J.L.: *Algebra Lineal con Matlab y Maple*. Madrid: Prentice Hall, 1995.

Referències complementàries:

- Fröberg, C.E.: *Numerical Mathematics. Theory and Computer Applications*. Menlo Park: Benjamin-Cummings, 1985.
- Gentle, J.E.: *Numerical Linear Algebra for Applications in Statistics*. New York: Springer, 1998.
- Nakache, J.-P. et al.: *Exercices commentés de mathématiques pour l'analyse statistique des données*. Paris: Dunod, 1981.
- Stoer, J.; Bulirsch, R.: *Introduction to Numerical Analysis*. 2nd edition. New York: Springer, 1993.
- Wilkinson, J.H.: *The Algebraic Eigenvalue Problem*. Oxford: Clarendon Press, 1965.

OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA

CODI: 26307

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Narcís Nabona Francisco

Altres professors: Lúdia Montero Mercadé

Objectius del curs

- Presentar les bases teòriques dels principals algorismes d'Optimització Contínua i les seves eines de resolució de problemes d'alta dimensionalitat.
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprensió d'una part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional amb programes preparats per resoldre problemes escollits.
- Adquisició de pràctica en l'ús de les eines professionals de l'Optimització Contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'Optimització Contínua.

Programa

1. Conceptes de convergència global i local. Direcció de descens i derivada direccional. Taxa i ordre de convergència. Fita superior a la taxa de convergència del mètode del gradient.
2. Introducció a l'esparsitat: Emmagatzematge espars d'un vector i una matriu. Ubicadors i accessibilitat. Producte matriu per vector. Matrius simètriques esparses i graf equivalent. Triangulació en matrius esparses i modificació d'ubicadors. Reordenacions.
3. Mètodes de direccions conjugades: Direccions Q-conjugades, propietats i generació. Minimització d'una funció quadràtica. Teorema del subespai expansiu. Algorisme i teorema del gradient conjugat. El gradient conjugat com a procés òptim: teoremes 1 i 2. Solució aproximada de sistemes d'equacions amb matriu de coeficients simètrica i definida positiva. Aplicació de l'esparsitat. Mètode del gradient conjugat parcial.
4. Mètode de Newton: Propietat de la família d'algorismes $X_{k+1}=X_k-\alpha MG_k$. El mètode de Newton. Convergència local i convergència global. Modificació de Luenberger. Triangulació de Gill-Murray. Modificació de Dennis-Schnabel. Aplicació de l'esparsitat.
5. Factoritzacions ortogonals i mínims quadrats: Propietats de les matrius de Householder. Factoritzacions QR i LQ. Cas de rang incomplet. Submatrius Y i Z de la matriu Q; subespai de rang i subespai nul. Mínims quadrats lineals i interpretació geomètrica. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Rang incomplet en columnes, factorització ortogonal completa i solució de norma mínima. Mínims quadrats qualssevol. Mètode de Gauss-Newton. Solució numèrica sense i amb factorització QR. Esparsitat en la factorització QR o LQ.
6. Minimització amb constriccions lineals d'igualtat: Reducció de la dimensionalitat per les constriccions lineals d'igualtat. Procediments d'obtenció d'un punt inicial factible. Obtenció de la matriu Z per factorització LQ i pel mètode de reducció de variable. Algorisme general. Gradient projectat i mètode del gradient. Hessiana projectada i mètode de Newton. Aplicació de l'algorisme del gradient conjugat. Programació quadràtica. Estimacions dels multiplicadors de Lagrange de $1r$ i $2n$ ordre.
7. Minimització amb constriccions lineals de desigualtat: Mètode del conjunt actiu. Actualitzacions de la matriu Z quan s'hi afegeixen i es descarten constriccions. Actualitzacions de l'hessiana projectada quan es descarta una constricció. Programació quadràtica definida positiva. Minimització subjecta a fites simples de les variables.

8. Algorisme de Murtagh-Saunders: Constriccions lineals d'igualtat i fites simples. Procediment de Murtagh-Saunders. Variables superbàsiques. Algorisme general. El mètode del símplex.
9. Introducció als Mètodes de Punt Interior: Requeriments matemàtics. Escalat afí primal. Determinació del pas. Punt factible interior. Criteri d'acabament. Relació amb el símplex. Algorisme de l'escalat afí primal. Escalat afí dual. Algorisme.
10. El mètode del 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.

Pràctiques

Es realitzaran pràctiques consistents en la utilització de programes i paquets ja desenvolupats.. S'explicarà i s'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions, i un problema real d'optimització amb constriccions lineals.

Avaluació

Hi haurà dos exàmens de teoria i problemes (70% de la nota) i pràctiques computacionals (30% de la nota).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bertsekas, D.P.: *Nonlinear Programming*. 2a edició. Belmont, MA, USA: Athena Scientific, 1999.
- Dennis, J.E.; Schnabel, R.B.: *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Prentice Hall, 1983.
- Duff, I.S. et alt.: *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*. Addison-Wesley, 1984.

Referències complementàries:

- Arbel, A.: *Exploring interior-point linear programming algorithms and software*. The MIT Press, 1993.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. 2nd edition. John Wiley & Sons, 1987.
- Gill, P.E. et alt.: *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Addison-Wesley, 1991.
- Golub, G.H.; Van Loan, C.F.: *Matrix Computations*. 3rd edition. Hopkins University Press, 1996.
- Vanderbei, R.J.: *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Ed. Kluwer Academic, 1996.

Altres referències:

- Nabona, N.: *Notes sobre Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000
- Nabona, N., Heredia, F.J. : *Problemes d'Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000.
- Nabona, N., Montero, L., Rossell, F : *Pràctiques d'Optimització Continua I*. Servei de Fotocòpies FME, 2000.

2n CURS – 1r QUADRIMESTRE

MÈTODES MATEMÀTICS 2

CODI: 26310

Càrrega docent: 3 crèdits teòrics + 3 crèdits pràctics

Professor coordinador: Pere Pascual Gainza

Altres professors: Marta València Guitart

Objectius del curs

L'anàlisi matemàtica ha tingut i té un paper fonamental en el desenvolupament de la teoria bàsica subjacent a la metodologia estadística. El gran desenvolupament de l'estadística com a disciplina fa que sigui imprescindible el coneixement dels fonaments de l'anàlisi matemàtica i els seus mètodes.

En aquest curs partirem del coneixement de les eines clàssiques del càlcul infinitesimal, com la derivació i la integració, per desenvolupar dos aspectes de gran interès en estadística: la transformada de Fourier d'una funció i la seva aplicació a la funció característica associada a una variable aleatòria, i la teoria d'aproximació i interpolació de funcions, ja sigui per polinomis, per mínims quadrats o per *splines*, especialment útils en temes de regressió.

Programa

- 1. Integrals impròpies.** Integrals impròpies. Valor principal d'una integral impròpia. Criteris de convergència. Derivació d'integrals impròpies respecte d'un paràmetre. Integral de Riemann-Stieltjes: esperança matemàtica en els casos continu i discret.
- 2. 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. Exemples.
- 3. La transformada de Fourier.** La transformada de Fourier. Transformades en sinus i cosinus. Igualtat de Parseval. Teorema d'inversió de Fourier. Exemples. Producte de convolució i la seva transformada. Transformades de Fourier-Stieltjes. Funcions característiques en probabilitat i estadística.
- 4. Aproximació de funcions.** Objectius i utilitat de l'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. B-splines. Aplicacions.

Avaluació

L'avaluació consistirà en dues proves que es faran al llarg del curs i un examen final. Es podran tenir en compte problemes i pràctiques recollits durant el curs, així com la participació en les classes de problemes.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Apostol, T.: *Análisis matemático*. Ed. Reverté, 1991.
- Baldi, P.: *Calcolo delle probabilità e statistica*. MacGraw Hill, 1992.
- Chung, K.L.: *A course in Probability Theory*. Academic Press, 1974.
- Khuri, A.I.: *Advanced Calculus with Applications in Statistics*. Wiley Inters. 1993.
- Weinberger,: *Curso de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales*. Ed. Reverté, 1992.

Referències complementàries:

- Bonet, C. I altres: *Càlcul Numèric*. Edicions UPC, 1994.
- Davis, B.: *Integral transforms and their applications*. Springer Verlag, 1985.
- Grau, M.; Noguera, M.: *Càlcul Numèric*. Edicions UPC, 1993.
- Schumaker, L.: *Spline functions. Basic theory*. Ed. Krieger, 1993.
- Seeley, R.: *Introducción a las series e integrales de Fourier*. Ed. Reverté, 1970.

MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 1

CODI: 26311

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugeda

Altres professors: Jordi Castro Pérez

Objectius del curs

L'objectiu primordial del curs és introduir l'alumne en els problemes de la modelització de sistemes en presència d'incertesa, i familiaritzar-lo en les tècniques analítiques i algorismes per tractar-los. Dintre de l'àmplia família de models d'Investigació Operativa en què intervenen els processos estocàstics el curs tractarà dos casos rellevants: la Programació Estocàstica i la Teoria de Cues. Es proporcionaran 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 on intervinguin tant variables deterministes com aleatòries.

Programa

Introducció: Consideracions addicionals sobre la modelització de sistemes en la Investigació Operativa. Models amb presència d'Aleatorietat: Programació Estocàstica i Teoria de Cues.

Bloc I. Programació Estocàstica

1. Introducció i exemples de models.
2. Incertesa i aspectes de modelització: decisions i etapes; problemes de dues etapes de recurs fix; representació de la segona etapa; programació probabilista.
3. Propietats bàsiques dels problemes de programació estocàstica: problemes lineals de dues etapes i recurs fix; restriccions probabilistes.
4. Interpretació de les solucions obtingudes: el valor de la solució estocàstica.

Bloc II. Teoria de cues.

1. Introducció: Descripció, característiques i notacions dels processos de cues. Especificacions i mesures del rendiment dels sistemes de cues. El Teorema de Little.
2. Alguns processos estocàstics d'interès: Cadenes de Markov Discretes, Cadenes de Markov Contínues, Processos de Naixement i Mort.
3. Sistemes de cues markovianes simples en equilibri: $M/M/1$, $M/M/s$, etc.
4. Models markovians avançats: $M^{[X]}/M/1$, $M/M^{[Y]}/1$, $M/E_k/1$, etc.
5. Models de cues generalitzades: $M/G/1$, $G/M/1$, $G/G/1$.
6. Xarxes de cues: xarxes obertes de Jackson, xarxes tancades de Jackson, extensions de les xarxes de Jackson.
7. Fitacions, aproximacions, tècniques numèriques i simulació.

Avaluació

Exàmens parcials. Realització de treballs pràctics.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Birge, J. R; Louveaux, F. *Introduction to Stochastic Programming*. Springer. 1997.
- Gross, D; Harris, C.M. *Fundamentals of Queueing Theory*. John Wiley. 1998.
- Kall, P; Wallace, S.W. *Stochastic Programming*. Wiley.1994.
- Kleinrock, L. *Queueing Systems*. Vol 1. John Wiley. 1975.
- Kobayashi, H. *Modeling and Analysis: An Introduction to System Performance Evaluation Methodology*. Addison-Wesley. 1978.

Referències complementàries:

- Ermoliev, Y; Wets, R.J.-B. (eds.), *Numerical Techniques for Stochastic Optimization*. Springer. 1987.
- Fourer, R; Gay, D.M.; Kernighan, B.W. *AMPL A modeling Language for Mathematical Programming*,.Boyd & Fraser. 1997.
- Lavenberg, S. *Computer Performance Modeling Handbook*. Academic Press. 1983.
- Prekopa, A. *Stochastic Programming*. Kluwer. 1995.
- Wets, R.J.-B. *Stochastic Programming in Optimization*, Nemhauser,G et al. (eds.). Elsevier. 1989

MODELS LINEALS GENERALITZATS

CODI: 26309

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professora coordinadora: Lúdia Montero Mercadé

Objectius del curs

El models lineals generalitzats estudien la relació estocàstica entre una variable dependent i un conjunt de variables explicatives a partir de dades conegudes (qualitatives i/o quantitatives). L'alumne es capaç de veure la unitat de diverses tècniques de modelització estadística.

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 adquirirà coneixement unificat de tres grans grups de models. El primer està format per aquells 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 variança, i finalment es tracten aquells models en els quals les variables explicatives inclouen variables qualitatives i quantitatives, és a dir, l'anàlisi de la covariança. L'alumne aprendrà 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, 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 aprendrà el rol de les components dels models lineals generalitzats, les quals resulten 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.

En les pràctiques d'aquesta assignatura, la utilització dels paquets estadístics constituirà una eina essencial.

Programa

1. Introducció. Relació entre variables. Introducció a la modelització de fenòmens aleatoris. El model lineal general i els models lineals generalitzats.
2. La família exponencial. Estudi de casos. Estimació dels paràmetres dels models lineals generalitzats. Distribució dels estimadors, càlcul d'interval de confiança. Mesura de l'ajust.
3. Model de regressió múltiple. Hipòtesis. Interpretació geomètrica del model de regressió. Propietats dels estimadors. Teorema de Gauss-Markov. Mesura de l'ajust.
4. 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.

5. Anàlisi de la variança i de la covariança
6. Models de resposta binària. Funcions de *link*. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*. Regressió logística.
7. Models de resposta multinomial. Funcions de *link* per respostes nominals i ordinals. Models jeràrquics. Estimació dels paràmetres. Funció *deviance*.
8. Models log-lineals. Distribució de Poisson i funció de link. Relació entre els models log-lineals i els models de resposta multinomial. Anàlisi de taules de contingència.

Coneixements previs necessaris

Inferència Estadística

Avaluació

La part pràctica contempla l'elaboració de qüestionaris sobre casos reals. La part teòrica contempla la realització d'exàmen final. Quantitativament, la part pràctica pot suposar entre el 35-45% de la nota final i la part teòrica entre el 55-65% de la nota final (segons el nombre de parcials de pràctiques realitzats).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Christensen, R.: *Log-linear Models and Logistic Regression*. Springer Texts in Statistics. Springer-Verlag (1997). Segona Edició.
- 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*. Springer-Verlag, New York, 2001.
- Lindsey, J. K.: *Applying Generalized Linear Models*. Springer, 1997.
- McCullagh, P., Nelder, J.A.: *Generalized Linear Models*. Chapman and Hall, 1989.

Referències complementàries:

- Agresti, A.: *Categorical Data Analysis*. Wiley Interscience, 1990.
- Bishop, I., Fienber, S., Holland, P.: *Discrete Multivariate Analysis. Theory and Practice*. MIT Press 1991.
- Draper, N.R., Smith, H.: *Applied regression analysis*. Wiley, 1998.
- Fox, J.: *Applied Regression Analysis, Linear Models, and Related Methods*. Sage, 1997.
- Seber, G.A.F.: *Linear Regression Analysis*. Wiley, 1977.

Altres Referències:

- Montero Mercadé, Lúdia: *Sessions de laboratori*. Pàgina Web de l'assignatura (http://www-eio.upc.es/seccio_fme/teaching/mlgz/). Setembre del 2003.
- Montero Mercadé, Lúdia: *Apunts de classe: resum de les sessions de teoria*. Publicacions de la FME i pàgina Web de l'assignatura (http://www-eio.upc.es/seccio_fme/teaching/mlgz/). Setembre del 2003.

PROGRAMACIÓ MATEMÀTICA

CODI: 26312

Càrrega docent: 6 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugada

Objectius del curs

Aprofundir en l'estudi de les propietats de les famílies de models matemàtics típics de la Investigació Operativa, generalitzar els resultats de la teoria de la dualitat i les seves implicacions, explotant les propietats de la dualitat i les característiques inherents a l'estructura de les dades del model matemàtic, i introduir els problemes enters i de caràcter combinatori.

L'assignatura vol donar un complement de fonamentació teòrica als continguts de la Investigació Operativa i familiaritzar l'alumne amb els mètodes que permeten resoldre algunes de les aplicacions pràctiques que duen a problemes de grans dimensions en la indústria, l'economia, etc. I també introduir-lo al paper d'aquests mètodes a l'estadística en models específics de regressió, disseny d'experiments, etc.

Programa

1. Models enters i combinatoris: 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 politop de Knapsack. Algorismes de pla secant per als problemes enters: talls de Gomory. Procediments d'identificació de constriccions. El cas del politop de Knapsack: teoremes de desprojecció.
2. Optimització no lineal: 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: regressió, disseny d'experiments, etc.

Avaluació

Hi haurà exàmens parcials, examen final i pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Arthanari and Dodge: *Mathematical Programming in Statistics*. John Wiley, 1993.
- Bazaraa, M.S.; Sherali; Shetti, C.M.: *Nonlinear Programming: Theory and Algorithms*. 2nd edition. John Wiley and Sons, 1993.
- Nemhauser, G.L.; Wolsey, L.A.: *Integer and Combinatorial Optimization*. John Wiley and Sons, 1988.
- Padberg, M.: *Linear Optimization and Extensions*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1999.
- Wolsey, L. A.: *Integer Programming*, John Wiley-Interscience, 1998.

Referències complementàries:

- Drezner, Zvi.: *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*. Springer, 1995.
- Lawler, E.L.; Lenstra, J.K.; Rinnooy Kan, A.H.G.; Shmoys, D.B.: *The Traveling Salesman Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. John Wiley, 1985.
- Mirchandani, P.B.; Francis, R.L.: *Discrete Location Theory*. John Wiley, 1990.
- Shapiro, J.F.: *Mathematical Programming: Structures and Algorithms*. John Wiley and Sons, 1979.
- Williams, H.P.: *Model Solving in Mathematical Programming*. John Wiley, 1993.

2n CURS – 2n QUADRIMESTRE

MÈTODES ESTADÍSTICS 3

CODI: 26313

Càrrega docent: 6 crèdits

Professora coordinadora: M. Pilar Muñoz Gràcia

Altres professors: Manuel Martí Recober, Josep Anton Sanchez Espigares

Objectius del curs

L'objectiu del curs és que l'estudiant conegui la sistemàtica per al tractament i l'anàlisi de sèries temporals, destacant la importància de les previsions, els fonaments teòrics i la metodologia per a la realització d'aquestes previsions, quan es disposa d'observacions de successions de variables aleatòries que no són independents entre si.

Al finalitzar el curs l'estudiant ha de comprendre les tècniques de predicció recursiva basades en les innovacions, la utilització de la funció de versemblança, i el criteri d'Akaike aplicat a la inferència, i també el comportament asimptòtic dels estimadors de màximversemblança dels coeficients dels models ARMA univariants, utilitzant la metodologia Box-Jenkins.

L'estudiant ha de saber identificar en quines situacions convé aplicar la identificació automàtica de sèries temporals, i també la detecció i el tractament de dades atípiques.

Al llarg de l'assignatura han d'adquirir els coneixements que permetin introduir el tractament de les sèries temporals multivariants.

Programa

1. Metodologia Box-Jenkins. Processos estacionaris: models ARMA, propietats. Estimació de models ARMA: estimació preliminar i estimació de màxima versemblança. Previsió de models ARMA: error quadràtic mitjà. Processos no estacionaris: models ARIMA. Processos estacionaris: models SARIMA, previsió de models SARIMA.
2. Models d'espai d'estat: el filtre de Kalman. Representació en espai d'estat dels models ARMA i ARIMA. Algorismes d'estimació.
3. Identificació automàtica. Funció d'autocorrelació inversa. Tractament de la variabilitat no constant. Estimació d'arrels en el cercle unitat. Algorisme de Hannan i Rissanen.
4. Detecció automàtica de dades atípiques. Tractament d'observacions mancants. Estimació dels efectes dels dies laborables i pàsqua.
5. Regressió dinàmica: Funció de transferència. Introducció als processos multivariants.

Paquets estadístics

- * SAS
- * TRAMO/SEATS
- * SPSS
- * S-Plus

Avaluació

La part pràctica inclou el lliurament d'exercicis resolts per l'estudiant i de respostes a qüestionaris durant les sessions al laboratori. La part teòrica inclou la realització d'exàmens parcials i examen final. Quantitativament, la part pràctica suposa el 35% de la nota final i la part teòrica el 65% de la nota final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Aoki, M.: *State space modelling of time series*. 2nd edition. Springer, 1990.
- Brockwell, P.J.; Davis, R.A.: *Time series: Theory and methods*. Springer-Verlag, 1991.
- Pankratz A.: *Forecasting With Dynamic Regression Models*. John Wiley, 1991.
- Peña, D.; Tiao, G.C.; Tsay, S.: *A Course in Time Series Analysis*. John Wiley, 2001.
- Tanizaki, H.: *Nonlinear filters: estimation and applications*. Springer, 1996

Referències complementàries:

- Box, G.E.P., Jenkins, G.M., Reinsel G.C.: *Time series analysis: Forecasting and control*. 3rd edition. Prentice-Hall, 1994.
- Durbin, J.: *Time Series Analysis Based on State Space Modelling for Gaussian and Non-Gaussian Observations*. Oxford University Press. RSS Lecture Notes Series, 1996.
- Eaton, M.: *Multivariate Statistics, a vector Space Approach*. Wiley, 1983.
- Espasa, A.; Cancelo, J.R.: *Métodos cuantitativos para el análisis de la coyuntura económica*. Alianza Editorial, 1993.
- Pankratz A.: *Forecasting With Univariate Box-Jenkins Models: Concepts and Cases*. John Wiley, 1983.
- Peña, D.: *Estadística. Modelos y métodos. Vol. 2. Modelos lineales y series temporales*. Alianza Universidad Textos, 1991.

MODELS ESTOCÀSTICS DE LA INVESTIGACIÓ OPERATIVA 2

CODI: 26314

Càrrega docent: 4,5 crèdits teòrics + 1,5 crèdits pràctics

Professor coordinador: Jaume Barceló Bugeda

Altres professors: Jaume L. Ferrer Cerdà

Objectius del curs

Aquesta assignatura vol introduir l'alumne en els conceptes de la simulació com a eina de la Investigació Operativa per al tractament de models matemàtics en els quals intervé la incertesa. S'introdueixen les metodologies pròpies de la simulació per al disseny i la manipulació dels models esmentats i es proporcionen a l'alumne les eines necessàries per a la construcció de models complexos de simulació, i la utilització de llenguatges estàndard per al seu tractament, en els camps de la simulació de sistemes discrets i continus. Es posarà un èmfasi especial en els temes de mostreig, disseny d'experiments i anàlisi de resultats de la simulació.

Programa

1. Introducció a la Simulació: Sistemes i Models, tipus de simulació: simulació discreta i simulació contínua. Metodologia de la construcció de models de simulació.
2. Conceptes bàsics de Simulació de Sistemes Continus. Aplicacions i exemples.
3. Simulació i aleatorietat: generació de nombres i variables aleatòries. Introducció a la Simulació per mètodes de Monte Carlo: càlcul de superfícies i volums per Monte Carlo.
4. Simulació de Sistemes Discrets. Simulació en FORTRAN, C i altres llenguatges de propòsit general. Llenguatges especialitzats de simulació: la "visió del món" d'un llenguatge de simulació. La simulació en GPSS. Aplicacions i casos pràctics.
5. Tendències actuals de la Simulació. La Simulació Visual Interactiva: introducció al simulador ARENA.
6. Verificació i validació de models de simulació.
7. Processos de mostreig en Simulació. La generació de mostres de variables aleatòries. Tècniques de reducció de la variància. Estratificació.
8. El disseny d'experiments de simulació: Dissenys factorials. Estratègies de disseny. Superfícies de resposta. Metamodels.
9. L'anàlisi de resultats: Comportament del transitori i de l'estat estacionari. Mètodes d'anàlisi: mitjanes per a lots, mètodes regeneratius, anàlisi espectral, mètodes autorregressius, jackknifing, Sèries Temporals.
10. Exemples d'aplicació de la simulació a sistemes industrials, logístics, de gestió, de transport, etc.

Avaluació

Es realitzarà l'avaluació sobre la base de dos treballs pràctics i una prova.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Banks, J.; Carson, J.S.; Nelson, B.: *Discrete–Event System Simulation*. Prentice Hall, 1999.
- Banks, J. (Editor): *Handbook of Simulation: Principles, Methodology, Advances, Applications and Practice*. John Wiley, 1998.
- Fishman, G.S.: *Monte Carlo: Concepts, Algorithms and Applications*. Springer, 1999.
- Law, A.M.; Kelton, W.D.: *Simulation Modelling and Analysis*. 2nd edition. McGraw-Hill, 1991.
- Schriber, T.J.: *An introduction to simulation using GPSS/H*. John Wiley & Sons, 1991.

Referències complementàries:

- Bratley, P.; Fox, B.L.; Schrage, L.E.: *A guide to simulation*. 2nd edition. Springer-Verlag, 1987.
- Karian, Z.A.; Dudewicz, E.J.: *Modern Statistical, Systems and GPSS Simulation*. CRC Press, 1999.
- Kelton, D.W.; Sadowski, R.P.; Sadowski, D.A.: *Simulation with ARENA*. McGraw Hill, 1997.
- Kleijnen, J.: *Simulation. A statistical perspective*. Wiley, 1992.
- Pidd, M.: *Computer Modeling in Management Science*. 3rd edition. John Wiley & Sons, 1992.

5. PROGRAMES DE LES ASSIGNATURES OPTATIVES

1r QUADRIMESTRE

ANÀLISI DE SUPERVIVÈNCIA

CODI: 26324

Càrrega docent: 6 crèdits

Professora coordinadora: Guadalupe Gómez Melis

Objectius del curs

L'anàlisi de la supervivència s'utilitza en molts camps per analitzar dades que representin la durada entre dos esdeveniments. També es coneix com 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 (S-PLUS).

Programa

1. Conceptes bàsics i models
2. Tipus de censura i truncament
3. Inferència no paramètrica per a una mostra
4. Comparació de dues o més poblacions
5. Models paramètrics i regressió
6. Model de Cox

Avaluació

L'avaluació es realitzarà a partir dels següents elements:

- Entrega de problemes al llarg del quadrimestre
- Pràctica amb S-PLUS
- Examen final

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Collett, D. (1994). *Modelling survival data in medical research*. Chapman and Hall, New York
- Klein, J.P., Moeschberger, M.L. (1997). *Survival Analysis. Techniques for censored and truncated data*. Springer, New York.
- Kleinbaum, D.G. (1996). *Survival Analysis. A self-learning text*. Springer-Verlag, New York.
- Parmar, M.K.B., Machin, D. (1995). *Survival Analysis. A practical approach*. Wiley
- Venables, W.N., Ripley, B.D. (1994) *Modern applied statistics with S-Plus*. Springer-Verlag, New York.

Referències complementàries:

- Cox, D.R., Oakes D. (1984). *Analysis of survival data*. Chapman and Hall, New York.
- Gómez, G., Canela, M.A. (1994). *Fiabilidad Industrial*. Col.lecció Politext. Edicions UPC, Barcelona.
- Kalbfleish, J.D., Prentice, R.L. (1980). *The statistical analysis of failure time data*. Wiley, New York.
- Lawless, J.F. (1982). *Statistical models and methods for lifetime data*. Wiley, New York.
- Lee, E.T. (1992). *Statistical methods for survival data analysis*. Wiley, NeYork.

ESTADÍSTICA OFICIAL

CODI: 26327

Càrrega docent: 6 crèdits

Professor coordinador: Daniel Jordà i Martínez

Objectius del curs

El curs pretén familiaritzar l'alumnat amb les fonts d'informació estadística que descriuen l'entorn demogràfic, econòmic i social a Catalunya. S'incideix de manera especial en els aspectes legals, els procediments i les metodologies que són característics de l'activitat al si dels instituts d'estadística oficial.

Programa

- 1. Estadística oficial:** Activitat estadística. Tipologia estadística: estadística instrumental i estadístiques temàtiques (demogràfiques, econòmiques i socials). Nomenclatures i classificacions. Secret estadístic.
- 2. Sistema estadístic de Catalunya:** El sistema estadístic català. L'Idescat. Coordinació de sistemes estadístics: l'INE i l'Eurostat.
- 3. Metodologia de les operacions estadístiques:** Producció estadística: censos, registres administratius, enquestes i síntesis comptables. Depuració, validació i imputació de les dades. Elevació i estimació de resultats. Difusió de la informació estadística.
- 4. Estadístiques demogràfiques:** Conceptes bàsics. Fluxos de població. Estadística de població. Censos i padrons. Estadística de llars i famílies. Projeccions demogràfiques.
- 5. Estadístiques del mercat de treball:** Conceptes bàsics. Enquesta de població activa (EPA). Altres fonts: INSS, atur registrat.
- 6. Estadístiques econòmiques:** Conceptes bàsics. Anàlisi estructural i anàlisi conjuntural. La mesura dels fenòmens econòmics: nivells, índexs i taxes. Valoració nominal i valoració real. Estadístiques per sectors d'activitat econòmica: sectors agrari, industrial, de la construcció i de serveis. Estadístiques de demanda: consum, inversió i sector exterior. Estadístiques de preus i salaris. Estadístiques comptables: sistema de comptabilitat nacional i taules *input-output*. La comparació d'estadístiques a nivell internacional.
- 7. Estadístiques socials:** La producció d'estadístiques socials en el sistema estadístic català. El CIS. Estadístiques del benestar i la pobresa. Estadístiques de la salut i la sanitat. Estadístiques de l'ensenyament, de l'ús del temps i del lleure. Estadístiques dels serveis socials. Estadística de la justícia, la seguretat ciutadana i la protecció civil. Estadístiques de medi ambient. Estadístiques electorals. Estadístiques de les TIC.

Avaluació

L'avaluació es durà a terme mitjançant un examen al final del curs. Complementàriament es contempla la possibilitat de realitzar treballs dirigits pel professor de l'assignatura que completin la qualificació de l'examen. En tot cas, els alumnes que es presentin a la convocatòria oficial s'examinaran de la totalitat del programa.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Giner, Salvador (dir.): *La societat catalana*. Barcelona: Institut d'Estadística de Catalunya, 1998.
- Institut d'Estadística de Catalunya: *Anuari Estadístic de Catalunya*. Barcelona, publicació anual.
- Llei 23/1998, de 30 de desembre, d'estadística de Catalunya.
- Llei del pla estadístic de Catalunya 2001-2004.
- Oliveres, Jordi (dir.): *Planificació i coordinació de l'estadística catalana*. Institut d'Estadística de Catalunya. Barcelona. 2000.

Referències complementàries:

- Instituto Nacional de Estadística: *Anuario Estadístico de España*. Madrid, publicació anual.
- Casco, J.A.: *Estadística oficial i coordinació del sistema estadístic català*. Qüestió, vol. 18, núm. 1. Institut d'Estadística de Catalunya, 1994.
- *Estadísticas básicas de la Unión Europea*. Eurostat, Luxemburg, publicació anual.
- Jordà, D.; Muñoz, J.: *Fonts estadístiques macroeconòmiques de l'economia catalana*. Revista Econòmica de Catalunya, núm. 25, Col·legi d'Economistes de Catalunya, 1994.

Altres referències:

- Web de l'Institut d'Estadística de Catalunya (<http://www.idescat.es>)

OPTIMITZACIÓ CONTÍNUA 2

CODI: 26336

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Narcís Nabona Francisco

Objectius del curs

- Completar els coneixements d'Optimització Contínua (adquirits a Optimització Contínua 1) per tal d'aplicar-los a la resolució de problemes reals (d'alta dimensionalitat).
- Justificar l'eficiència computacional dels algorismes que es presenten.
- Comprendre part de les propietats dels algorismes mitjançant l'experimentació computacional emprant programes ja desenvolupats per resoldre problemes escollits.
- Adquirir pràctica en l'ús de les eines professionals de l'Optimització Contínua.
- Entrar en contacte amb problemes reals d'Optimització Contínua.

Programa

1. Minimització sense constriccions

Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitzen la inversa de l'hessiana: Propietats de convergència local dels mètodes quasi-Newton. Correcció de rang u . Deducció de la fórmula DFP. Aplicació a una funció quadràtica. Aplicació a una funció qualsevol.

Actualització de factoritzacions quan s'afegeixen o s'ostreen matrius de rang u : Operacions necessàries per factoritzar una matriu simètrica. Actualització en afegir una matriu de rang u : fórmula de Powell-Fletcher. Actualització en sostreure una matriu de rang u : fórmula de Gill-Murray.

Mètodes quasi-Newton (o de la secant) que actualitza l'hessiana: Interpretació de l'equació quasi-Newton per a funcions qualsevol. Fórmula de Broyden. Fórmula PSB. Actualitzacions secants definides positives: fórmula BFGS. La família Broyden. Invariància i mètrica. Aplicació a problemes amb constriccions lineals.

Mètodes de regió de garantia: Concepte i equació de la regió de garantia. Corba de ganxo. Solucions aproximades: la pota de gos i la doble pota de gos. Convergència. Actualització del radi de la regió de garantia.

2. Minimització amb constriccions qualsevol

Mètodes de penalització i barrera: Convergència local d'aquests mètodes. Aplicació del mètode del gradient conjugat parcial. Barrera logarísmica per a fites simples. Penalitzacions exactes.

Mètodes duals: Dualitat local. Dualitats convexa i parcial. Convergència. Lagrangianes augmentades i actualització de multiplicadors i del paràmetre de penalització.

Mètodes de Lagrange: Definició. Mètodes directes i funció de mèrit senzilla. Mètodes de 1r ordre. Mètodes de Newton modificats. Mètodes estructurats. Actualització de multiplicadors. Lagrangianes projectades.

3. Minimització amb constriccions lineals

Mètode primal-dual de punt interior per a programació quadràtica (i lineal): Barrera logarítmica de les fites. Lagrangiana dels problemes barrera primal i dual i el seu gradient. Mètode de Newton. Camí central primal-dual. Gap de dualitat i convergència. Algorisme i implementació. El cas particular de la programació lineal. Cost computacional.

Actualització de factoritzacions de bases quan canvien les columnes: Matrius de permutació i matrius eta i factorització. Procediments BTRAN i FTRAN. Refactoritzacions. Actualització d'una factorització quan canvia una columna de la base. Mètodes de Bartels-Golub, de Forrest-Tomlin, de Reid i de Saunders.

Pràctiques

Es realitzaran pràctiques que consistiran en la utilització de programes i paquets ja desenvolupats i una pràctica de desenvolupament, a partir de la llibreria de rutines disponibles, d'un dels algorismes d'optimització estudiats. S'haurà de codificar un problema real d'optimització sense constriccions i un problema real d'optimització amb constriccions qualssevol.

Coneixements previs necessaris

Optimització Contínua.

Avaluació

Hi haurà dos exàmens de teoria i problemes (70% de la nota) i pràctiques computacionals (30% de la nota).

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Dennis, J.E. ; Schnabel, R.B. *Numerical Methods for Unconstrained Optimization and Nonlinear Equations*. Ed. Prentice Hall. 1983.
- Duff, I.S. et alt. *Direct Methods for Sparse Matrices*. Ed. Oxford Clarendon Press. 1989.
- Gill, P.E.; Murray, W. ; Wright, M.H. *Practical Optimization*. Ed. Academic Press. 1981.
- Luenberger, D.G. *Linear and Nonlinear Programming*. Ed. Addison-Wesley Publ. Co. 1984.
- Vanderbei, R.J. *Linear Programming. Foundations and Extensions*. Kluwer Academic Press. 1996

Referències complementàries:

- Bertsekas, D.P. *Nonlinear Programming*. Ed. Athena Scientific, Belmont, MA., USA, 1995.
- Chvátal, V. *Linear Programming*. W.H. Freeman and Co. New York., 1980.
- Fletcher, R.: *Practical Methods of Optimization*. Ed. John Wiley & Sons. 1987.
- Gill, P.E. et alt. *Numerical Linear Algebra and Optimization*. Ed. Addison-Wesley, 1991.
- Harwell Subroutine Library. *A Catalogue of Subroutines*. Harwell Laboratory, Oxfordshire, 1989.
- Murtagh, B.A. ; Saunders, M.A. *MINOS 5.0 User's Guide*. Dept. of Operations Research, Stanford University, CA 94305, USA. 1983.

2n QUADRIMESTRE

ANÀLISI DE DADES DISCRETES

CODI: 26337

Càrrega docent: 6 crèdits

Professora coordinadora: Marta Pérez Casany

Objectius del curs

Aquest curs es basa en la modelització de variables aleatòries discretes. Els temes primer i tercer estan dedicats a models en els que no intervenen variables explicatives o covariants. Els temes segon i quart es centren en models en els que intervenen covariants. L'objectiu del curs és que l'estudiant entri en contacte amb els principals problemes que sorgeixen a l'hora de modelitzar dades discretes, els sàpiga diagnosticar, i disposi d'uns coneixements que li permetin abordar-los. Les diferents situacions a estudiar vindran introduïdes per un o varis exemples analitzats en profunditat.

Programa

1. Distribució binomial i distribucions relacionades.

- Definició i curiositats històriques.
- Propietats.
- Transformacions.
- Distribució binomial truncada.
- Com la forma d'obtenir la mostra ens porta a les distribucions binomials ponderades. Versions size-biased. Excés de zeros: distribucions binomials inflades i desinflades.
- Com l'heterogeneïtat de la població ens porta a les distribucions mixtura. Mixtures on intervé la distribució binomial.
- El problema de la sobredispersió. Causes. Diagnòsis. Distribucions alternatives en presència de sobredispersió.

2. Models per a respostes binàries en presència de variables explicatives.

- Introducció.
- Regressió logística simple.
- Taules de contingència 2 x 2.
- Models per a dades aparellades.
- Regressió logística múltiple.
- Disseny factorial amb resposta binària.
- Disseny Cross-over.
- Residus. Diagnòsis d'observacions anòmales i d'observacions influents.

3. Distribució de Poisson i distribucions relacionades

- Definició i curiositats històriques.
- Propietats.
- Transformacions.
- Distribució Poisson truncada.
- Distribucions Poisson ponderades. Versions size-biased. Excés de zeros: distribucions de

Poisson inflades i desinflades.

- Com l'heterogeneïtat de la població ens porta a les distribucions mixtura. Mixtures on intervé la distribució de Poisson. La distribució binomial negativa com a cas particular de mixtura.
- El problema de la sobredispersió. Causes. Diagnosis. Distribucions alternatives en presència de sobredispersió.

4. Models per a resposta Poisson distribuïda en presència de variables explicatives.

- introducció.
- Models en dues dimensions.
- Models en tres dimensions.
- Test de bondat d'ajust.
- Estimació de la grandària mostral.
- Estimació màxim versemblant.

Avaluació

S'avaluarà als estudiants mitjançant un prova escrita i els exercicis que s'aniran proposant al llarg del curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Cox, D.R. i Snell, E.J.: *Analysis of Binary Data*. Chapman & Hall, London, 1989.
- Johnson, N.L., Kotz, S., Kemp, A.W.: *Univariate Discrete Distributions*. Second edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992.
- Zelterman, D.: *Models for Discrete Data*. Oxford Science Publications, Oxford, 1999.

METODOLOGIA DE LES ENQUESTES

CODI: 26335

Càrrega docent: 6 crèdits

Professor coordinador: Mónica María Bécue Bertaut

Altre professor: Lúdia Montero Mercadé

Objectius del curs

Les diverses etapes d'una enquesta per mostreig recorren a múltiples mètodes estadístics. En aquesta assignatura, es vol abordar els problemes que surdeixen en la cadena de tractament d'una enquesta, mostrar com diversos mètodes estadístics (uns estudiats en altres assignatures, altres de nous) s'utilitzen de forma complementària. Es vol remarcar els problemes derivats de l'aplicació de mètodes inferencials després de la selecció de la mostra segons plans de mostreig diferents del pla aleatori simple.

Programa

1 I Introducció

1. Les etapes d'una enquesta per mostreig

2 II Planificació: Selecció de la mostra, disseny del qüestionari, planificació del treball de camp

1. Revisió dels plans clàssics i dels mètodes de recomposició amb informació auxiliar
2. Plans equilibrats
3. Disseny del qüestionari, planificació del treball de camp
4. Tractament de les no-respostes

3 III Anàlisi de les dades: mètodes descriptius

1. Codificació de les variables y preparació de les dades
2. Anàlisi estructural de dades d'enquesta mitjançant la utilització conjunta de mètodes factorials i de classificació.
3. Validació dels resultats de les anàlisis factorials mitjançant bootstrap
4. Anàlisi de taules múltiples: AFM i STATIS
5. Anàlisis de preguntes obertes: interès i mètodes d'anàlisi

4 IV Anàlisi de les dades: ús de models

1. L'efecte del pla sobre l'anàlisi estadística
2. Anàlisi de dades categòriques en poblacions finites
3. Inferència a partir de mostres extrems de poblacions finites

5 V Un cas particular: les enquestes biogràfiques

1. Mètodes descriptius
2. Models per a dades biogràfiques

Avaluació

Hi haurà un examen i 2 treballs per grup.

Bibliografía

Referències bàsiques:

- Courgeau D. Lelièvre E., Análisis demográfico de las biografías. El Colegio de México.
- México, 2001.
- Escofier B., Pagès J. *Analisis factoriales simples y múltiples*. Servicio de publicaciones de la Universidad de País Vasco.
- Lebart L. Morineau A., Piron M. *Statistique exploratoire multidimensionnelle*, Dunod, 1998.
- Särndal C.E: Swensson, Wretman J. *Model Assisted Survey Sampling*, Springer, 1992
- Tillé Y. : *Théorie des sondages. Echantillonnage et estimation en populations finies*. Dunod, 2001.

Referències complementàries:

- Brossier G., Dussaix A.M: (editores) – *Enquêtes et sondages. Méthodes, modèles, applications, nouvelles approches*. Dunod, 1999
- Kish L. - *Survey Sampling*. Wiley, 1965.
- Lebart L., Salem A., Bécue M., *Análisis estadístico de textos*, Milenio, 2000.
- Lelièvre E., Bringé A. *Practica guide to event history analysis using SAS, TDA, STATA*. INED/PUF diffusion, 1998.
- Sudman, S.: *Applied Sampling*. New York: Ed. Academic Press, 1976.

MODELITZACIÓ ESTADÍSTICA AVANÇADA

CODI: 26317

Càrrega docent: 6 crèdits

Professor coordinador: Josep Ginebra Molins

Objectius del curs

Fer un recorregut pels models estadístics més utilitzats, insistint en com i quan convé fer-los servir. Es partirà de la base que l'estudiant coneix el model lineal i s'aniran presentant models alternatius, tot explicant les hipòtesis que fan, com s'ajusten, com es fa la inferència, com es validen i com s'interpreten i s'utilitzen per fer prediccions. Durant tot el curs s'intercalarà contínuament la teoria amb l'anàlisi de dades i l'ajust dels diferents models fent servir S-Plus. És un curs eminentment aplicat en el que al alumne acaba reconeixent les situacions en què s'aplica cada un dels models i aprèn a ajustar-los i a interpretar-ne els ajustos.

Programa

1. **Introducció:** Models deterministes i models estadístics. Models paramètrics, no-paramètrics i semi-paramètrics. Etapes per a la construcció d'un model. Exemples.
2. **Models lineals:** Hipòtesi del model i les seves limitacions. Estimació dels paràmetres per mínims quadrats ponderats. Inferència. Validació del model. Selecció del model. Predicció. Interpretació. Transformacions. Regressió robusta i regressió esbiaixada. Models lineals Bayesians i models d'efectes aleatoris. Disseny d'experiments i models lineals.
3. **Introducció a S-Plus**
4. **Models lineals generalitzats:** Hipòtesi del model. Estimació. Inferència i anàlisi de la deviança. Validació del model. Selecció del model. Predicció i interpretació. Models per a dades binàries. Models per a dades poltòmiques. Models per comptetjos i taules de contingència. Sobredispersió. Disseny d'experiments i models lineals generalitzats.
5. **Models no lineals:** Hipòtesi del model. Estimació. Inferència. Validació del model. Selecció del model i proves de falta d'ajust. Predicció. Models per a corbes de creixement. Models compartimentals. Disseny d'experiments i models no lineals. Models no lineals generalitzats.
6. **Models no paramètrics:** Hipòtesi del model. Regressió *kernel*. Regressió polinòmica local. Elecció d'amplada de banda i complexitat; Compromís entre biaix i variança. *Smoothing splines*. El problema per més d'una variable explicativa. Models additius i models additius generalitzats. Regressió *Projection pursuit*. Regressió basada en estructures d'arbre. *Wavelets*. Xarxes neuronals. Graus de llibertat equivalents. Models semiparamètrics.
7. **Models per durada de vida:** Models paramètrics. Model semiparamètric de Cox.
8. **Models de sèries temporals:** Anàlisi espectral. Models ARIMA univariant. Models per a sèries temporals multivariants. Regressió dinàmica. Models per a dades longitudinals.
9. **Models per a l'estadística espacial:** Interpolació espacial. *Smoothing splines* a l'espai. Models basats en processos puntuals.

Avaluació

Com a part del treball de l'assignatura, al final dels capítols 2, 4, 5 i 6 es plantejarà una pràctica en la qual s'haurà d'ajustar models a dades i presentar-ne els resultats per escrit. La nota de l'assignatura es determinarà d'acord amb la nota d'un examen final i la nota obtinguda a les quatre pràctiques.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Bates, D.M.; Watts, C.J.: *Nonlinear Regression Analysis and its applications*. Wiley, 1988.
- Chambers, J.M.; Hastie, T.J.: *Statistical Models in S*. Wadsworth and Brooks/Cole, 1992.
- Hastie, T.J.; Tibshirani, R.J.: *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall, 1990.
- McCullagh, P.; Nelder, J.A.: *Generalized Linear Models*. 2nd edition. Chapman and Hall, 1989.
- Venables, W.N.; Ripley, B.D.: *Modern Applied Statistics with S-Plus*. 3rd edition. Springer Verlag, 1999.

Referències complementàries:

- Brockwell, P.J.; Davis, R.A.: *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer Verlag, 1996.
- Cressie, N.: *Statistics for Spatial Data*. Wiley, 1993.
- Draper, N.R.; Smith, H.: *Applied Regression Analysis* 2nd edition. Wiley, 1981
- Fan, J.; Gijbels, I.: *Local Polynomial Modelling and its Applications*. Chapman Hall, 1996.
- Ripley, B.D.: *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press, 1996.

Altres referències:

- Carroll, R.J.; Ruppert, D.: *Transformation and Weighting in Regression*. Chapman Hall, 1988.
- Cox, D.R.; Oakes, D.: *Analysis of Survival Data*. Chapman Hall, 1984.
- Diggle, P.J.; Liang, K.Y.; Zeger, S.L.: *Analysis of Longitudinal Data*. Oxford University Press, 1994.
- Hertz, J.; Krogh, A.; Palmer, R.G.: *Introduction to the Theory of Neural Computation*. Addison Wesley, 1991.
- Huet, S.; Bouwer, A.; Gruet, M.A. i Jolivet, E.: *Statistical Tools for Nonlinear Regression*. Springer Verlag, 1996.
- Upton, G.J.G.; Fingleton, B.J.: *Spatial Data Analysis by Example* (vols I i II). Wiley, 1985.

TÈCNiques DE MINERIA DE DADES

CODI: 26334

Càrrega docent: 6 crèdits

Professor coordinador: Tomàs Aluja Banet

Objectius del curs

El *data mining* és una disciplina a cavall de l'estadística, les tècniques de bases de dades, el reconeixement de patrons, *machine learning* i altres àrees. La seva filosofia és aprofitar les bases de dades per descobrir relacions i per crear hipòtesis d'interès per als seus propietaris. L'objectiu del curs és explicar i posar en pràctica els elements centrals del procés del *Knowledge Discovery in Databases*, KDD. La conversió de dades en informació per a la presa de decisions serà, segurament, l'aportació estadística més rellevant en els propers anys.

L'aprenentatge es farà seguint la metodologia dels casos. La meitat de les classes es faran a l'aula d'informàtica i es dedicaran a l'anàlisi de conjunts de dades complexes provinents de problemes reals.

Aquest any, aquesta assignatura s'impartirà conjuntament amb l'assignatura de Tècniques de Classificació i Discriminació de l'Enginyeria d'Informàtica.

Programa

- 1. La naturalesa de la mineria de dades**
 - 1.1 El procés d'aprendre de les dades
 - 1.2 La mineria de dades i el *datawarehouse*
 - 1.3 Els problemes de la mineria de dades i les tècniques
- 2. Regles d'associació**
 - 2.1 Caracterització automàtica de subpoblacions. El *v-test*.
 - 2.2 *Market basket analysis*
- 3. Tècniques de classificació**
 - 3.1 Mètodes de partició directa
 - 3.2 Mètodes jeràrquics
 - 3.3 Mètodes mixtos
- 4. Tècniques de discriminació**
 - 4.1 Discriminació lineal
 - 4.2 Discriminació amb variables qualitatives
 - 4.3 Discriminació no paramètrica
- 5. Arbres de decisió per a classificació i regressió**
 - 5.1 Antecedents històrics, AID, CHAID
 - 5.2 CART i mètodes derivats
 - 5.3 Mètodes basats en teoria de la informació

6. Xarxes neuronals

- 6.1 Discriminació logística
- 6.2 El perceptró multicapa
- 6.3 La retropropagació de l'error

Avaluació

L'avaluació de l'assignatura es fa a partir de la nota obtinguda en les tres pràctiques realitzades durant el curs (30%), més la qualificació obtinguda en una pràctica final (70%). Aquesta pràctica ha de ser defensada públicament davant de la classe.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Berry, M.J.A. Linoff, G. (1997) *Data Mining Techniques, for marketing, sales and customer support*. John Wiley.
- Bishop, C. M. (1995) *Neural Networks for Pattern Recognition*. Clarendon Press. Oxford.
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A., Stone, C.J.(1984). *Classification and Regression Trees*. Wadsworth
- Lebart, L. Morineau, A., Piron M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Dunod
- Hand D.J. (1997) *Construction and Assessment of Classification Rules*. J. Wiley.

Referències complementàries:

- Chambers, J.H. i Hastie, T.J. (1992). *Statistical Models in S*. Wadsworth. Capítol 7, (Generalized Additive Models), Capítol 8, (Local Regression Models), i Capítol 9, (Tree based methods).
- Cyos, K., Pedyioz, W. I Swiniaski, R. (1998) *Data Mining. Methods for Knowledge Discovery*. Kluwer.
- Hastie, T.J. i Tibshirani, R.J. (1990) *Generalized Additive Models*. Chapman and Hall
- McLahan G.J. (1992) *Discriminant Analysis and Statistical Pattern Recognition*. J. Wiley.
- Ripley, B.D. (1995) *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press.

Altres referències:

- Fine, T.L. (1999) *Feedforward Neural Network Methodology*. Springer Verlag
- Gallant, S.I. (1993). *Neural Network Learning and Expert Systems*. MIT Press
- Hertz, J., Krogh, A. i Palmer, R.G. (1991). *Introduction to the Theory of Neural Computation*. Addison Wesley
- Lauritzen, S. (1992) *Graphical Models*. Oxford: Clarendon Press
- Pao, Y-H (1989) *Adaptative Pattern Recognition and Neural Networks*. Addison-Wesley.

TEORIA MATEMÀTICA DELS MERCATS FINANCERS

CODI: 26329

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep Masdemont Soler

Altres professors: Francesc Planas Vilanova

Objectius del curs

L'objectiu del curs és introduir els mètodes matemàtics per a la valoració dels 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 l'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 Black-Scholes. Per això cal introduir nocions bàsiques del càlcul diferencial estocàstic.

Programa

1. PRODUCTES FINANCERS I ARBITRATGE

- Introducció als futurs i les opcions. Arbitratge.
- 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. Probabilitat de risc neutral.
- Formalisme per als mercats discrets. Informació, mesurabilitat i filtracions.
- Estratègia de carteres i autofinançament.
- Esperança condicional. Teorema de Kolmogorov. Martingales.
- El Teorema de representació binomial. Rèplica autofinançada.

3. MODELS CONTINUS

- Passeig aleatori i obertura als mercats continus. Moviment Brownià.
- Integral i Càlcul de Itô. Equacions Diferencials Estocàstiques.
- Teoremes de canvis de mesura.
- Estratègies contínues autofinançades.
- Model i fórmula de Black-Scholes.

Avaluació

Prova parcial i examen final.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Baxter, M.; Rennie, A. *Financial Calculus*. Cambridge University Press. 1996.
- Dothan, M. *Prices in Financial Markets*. Oxford University Press. 1990.
- Hull, J. *Options, Futures and Other Derivative Securities*. Prentice Hall. 1993.
- Lamberton, D.; Lapeyre, B. *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance*. Chapman & Hall. 1997.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S. *Option Pricing*. Oxford Financial Press. 1997.

Referències complementàries:

- Ikeda, N; Watanabe, S. *Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes*. North Holland. 1989.
- Kloeden, P.; Platen, E.; Schurz, H. *Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments*. Ed. Springer Verlag. 1994.
- Rogers, L.; Williams, D. *Diffusions, Markov Processes, and Martingales: Itô Calculus*. Wiley & sons. 1987.
- Williams, D.: *Probability with Martingales*. Cambridge University Press. 1997.
- Wilmott, P.; Dewynne, J.; Howison, S. *The Mathematics of Financial Derivatives*. Cambridge University Press. 1997.

6. PROGRAMES D'ASSIGNATURES ESPECÍFIQUES DE LLIURE ELECCIÓ DE LA FME

1r QUADRIMESTRE

GO TARDOR

CODI: 50905

Càrrega docent: 2 crèdits

Professor coordinador: Pau Bofill Soliguer

Altres professors: Toni Juan Hormigo

Objectius del curs

Les assignatures “Go Tardor” i “Go Primavera” són equivalents i es poden cursar en qualsevol ordre. En cada una d'elles coexisteixen 2 nivells: nivell 1 per als que la cursen per primera vegada, i nivell 2 per als que ja l'han cursat un cop o tenen coneixements previs.

Objectius nivell 1: Regles de joc i final de partida (taulers 9x9 i 13x13).

Objectius nivell 2: Tàctica i estratègia als taulers (13x13 i 19x19).

Programa

El Go és un joc de tauler, molt popular a l'Orient, on no intervé l'atzar. En comparació amb els escacs les regles del Go són extraordinàriament simples, però reconèixer el final de la partida demana una certa experiència. Les regles del Go s'aprenen en pocs minuts però dominar el joc requereix tota una vida de pràctica. Avui dia, el millor programa d'ordinador per jugar a Go té el nivell de principiant, la qual cosa el fa un cas molt interessant d'estudiar tan en teoria de jocs com en intel·ligència artificial (de fet, s'ofereixen premis d'un milió d'euros al primer que faci un programa que jugui a nivell “dan”).

Avaluació

Assistència a classe i nombre de partides jugades. Es valoren especialment les partides jugades en altres clubs de Go de Barcelona.

Coneixements previs necessaris:

Per al nivell 1, cap. Per al nivell 2 es demana el nivell 1.

Bibliografia

Referències bàsiques:

Nivell 1:

- IWAMOTO, K. *Go Para Principiantes*. The Ishi Press, 1973.

Nivell 2:

- ISHIGURE, I. *In The Beginning*. The Ishi Press, 1973.

HISTÒRIA DE LA CIÈNCIA

CODI: 50003

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Francesc X. Barca Salom

Altres professors: Antoni Roca Rosell

Objectius del curs

La Història de la Ciència vol contribuir a la formació integral de l'estudiant proporcionant elements de cohesió intel·lectual i possibilitant un coneixement més complet de les disciplines pròpies de les carreres científiques i tècniques.

Aquesta assignatura està formada per dos cursos monogràfics, un sobre els tres problemes especials de la geometria grega i un altre sobre Albert Einstein i les seves contribucions.

Programa

1. Els tres problemes especials de la geometria grega

L'empirisme prehel·lènic i el "miracle grec". L'aritmogeometria pitagòrica. El descobriment dels incommensurables. Les paradoxes de Zenó. La teoria de les proporcions d'Eudox. La trisecció de l'angle. La quadratura del cercle. La duplicació del cub.

2. Albert Einstein i les seves contribucions

Introducció a la biografia d'Einstein. Principals contribucions a la física: física estadística, teoria de la relativitat, teoria quàntica. La recepció de les contribucions d'Einstein a Catalunya i Espanya (1908-1923). La ciència en la Catalunya del segle XX. Visita d'Einstein a Barcelona, Madrid i Saragossa (febrer-març 1923). L'impacte de les idees cíviques d'Einstein: els moviments per la pau.

Avaluació

Examen final. Recensió d'un llibre d'Einstein. Presentació optativa d'un treball monogràfic fet en equip

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Boyer, C.B. *Historia de la matemática*. Alianza editorial, Madrid, 1986.
- Einstein, A.: *La teoría de la relativitat i altres textos. Introducció, traducció i notes de Xavier Roqué*.
- Glick, T.F.: *Einstein y los españoles: ciencia y sociedad en la España de entreguerra*. Madrid: Alianza, 1986
- Heath, T. *A History of Greek Mathematics*. Dover, Nova York, 1981, 2 vols.
- Navarro Veguillas, L: *Einstein, profeta y hereje*. Barcelona. Tusquets 1990.

Referències complementàries:

- Barca, F.; Lusa, G. *Els tres problemes especials de la geometria grega*. Edicions FME, Barcelona, 1997.
- Centenari de la naixença d'Albert Einstein: jornades d'homenatge organitzades per la Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques. Institut d'Estudis Catalans. Barcelona, 1981.
- *Historia de la Geometría Griega*. Actas del Seminario Orotava de Historia de las Ciencia. Canarias: Consejería de Educación, Cúltura y Deportes. 1992.
- Lusa, G.; Roca Rosell, A. *Història de l'enginyeria*. CPDA-ETSEIB, Barcelona, 1996.
- Roca Rosell, A.; Sánchez Ron, J.M.. *Esteban Terrades (1883-1950) Ciencia i Técnica en la España contemporánea*. INTA/Ed. El Serbal. Barcelona, 1990

TALLER DE CÀLCUL SIMBÒLIC

CODI: 50966

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Josep M. Brunat Blay

Altres professors: Anton Montes Lozano

Objectius del curs

Incorporar el càlcul simbòlic (essencialment Maple) al bagatge de coneixements que l'estudiant ha de poder emprar en totes les situacions que ho requereixin. En particular, es vol que l'estudiant aprengui a utilitzar el càlcul simbòlic per a resoldre problemes concrets, automatitzar càlculs, fer conjectures, etc.

Programa

1. Naturalesa i evolució històrica del calcul simbòlic.
2. Elements del llenguatge Maple.
3. Llibreries.
4. Programació.
5. Problemes concrets d'àlgebra, càlcul, gràfics, grafs, codis, càlcul numèric, etc.
6. Projectes.

Avaluació

Elaboració d'un projecte.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- André Heck. *Introduction to Maple*. Springer (1996)
- Bruce W. Char, Keith O. Geddes et al. *Maple Reference Manual*, Watcom (1988).
- E. Roanes Macias, E. Roanes Lozano. *Cálculos matemáticos por ordenador con Maple*. Rubiños (1999).
- Martha L. Abell, James P. Braselton. *The Maple V Handbook*. Academic Press (1994).
- Richard E. Klima, Neil Sigmon, Ernest Stitzinger. *Applications of abstract algebra with Maple*. CRC Press (2000).

Referències complementàries:

- Mahmut Parlar. *Interactive operations research with Maple, methods and models*. Birkhäuser, (2000).
- Vladimir Rovenski. *Geometry of curves and surfaces with Maple*. Birkhäuser, (2000).

TALLER DE GEOMETRIA

CODI: 50004

Càrrega docent: 7,5 crèdits

Professor coordinador: Claudi Alsina Català

Altres professors: Joan Jacas Moral, Amadeu Monreal Pujades, Jaume-Lluís Garcia Roig

Objectius del curs

Les activitats d'aquest curs estan destinades a viure, conèixer i descobrir el món de la Geometria plana i espacial, el seu context cultural, les seves aplicacions i els aspectes més creatius.

Les activitats incorporaran mitjans audiovisuals (retroprojector, vídeo), cibernètics i materials manipulatius i models sobre els quals es pot construir un aprenentatge actiu de la Geometria.

Programa

A. Sessions experimentals

1. TALLER DE GEOMETRIA. Presentació.
2. POLIGOLÀNDIA. Polígons. Classificacions. Propietats mètriques en triangles i quadrilàters.
3. POLIMINOS. n-ominos. Problemes amb n-ominos. Hemaminos i diamants.
4. CONSTRUCCIONS AMB REGLE I COMPÀS. Quadratures. Duplicació. Inscripció de polígons. Trisecció. Construccions mètriques.
5. NOMBRES CONSTRUÏBLES. Nombres reals construïbles. \sqrt{n} Nombre d'or. Proporcions. Divisions congruents o homotètiques.
6. POLÍEDRES 1. Història dels políedres. Concepte de políedre. Classificacions.
7. POLÍEDRES 2. Políedres regulars: Tetràedre. Cub. Octàedre. Dodecàedre. Icosàedre. Deltàedres.
8. POLÍEDRES 3. Políedres d'Arquimedes. Políedres Estelats. Cúpules.
9. PROBLEMES OBERTS. Problemes de Geometria. Cap on va la Geometria?
10. PROJECTE (Treball individual de recerca).

B. Sessions audiovisuals

1. ESFERA, CILINDRE, CON. Esfera. Cilindre. Con. Característiques mètriques. Seccions. Generacions de formes.
2. GEOMETRIA I TECNOLOGIA. Aplicacions geomètriques actuals relacionades amb la tecnologia. Transformacions.
3. FORMA I CREIXEMENT. Homotècies i semblances. Raons. Formes naturals possibles. Generacions de formes.
4. MESURA I GEOMETRIA. Mesures directes i indirectes. Teorema de Pitàgores aplicat. Trigonometria. Altres geometries.
5. ART I GEOMETRIA. Bellesa-Natura-Art-Geometria. Fibonacci-Escher-Coxeter-Mandelbrot.
6. L'ALHAMBRA DE GRANADA. Els secrets geomètrics de l'Alhambra.
7. PUNTS DE FUGA-PUNTS DE VISTA. Fuga i representació. Teorema de l'observador.
8. PUNTS DE MIRA. Observació. Simetrització. Situació.
9. CÒNIQUES. Llocs geomètrics. El·lipse. Paràbola. Hipèrbola. Traçats i aplicacions.
10. EMPAQUETAMENTS EN 2D I 3D. Cercles i esferes en empaquetaments.

C. Sessions a l'aula informàtica

1. "MATHEMATICA© ". Introducció. Instruccions
2. Corbes
3. Famílies de corbes
4. Inversió en el pla
5. Porisma de Steiner (1)
6. Porisma de Steiner (2)
7. Transformacions afins
8. Iteració
9. Fractals
10. Treball en equip

Hi haurà 10 sessions de taller, 10 sessions de vídeo i 10 sessions de treball amb ordinador.

Avaluació

Avaluació continuada sobre la base del treball i la participació, del quadern de treball i del desenvolupament d'un projecte en equip i un projecte individual que es determinaran en cada cas amb els professors del curs.

Bibliografia

Referències bàsiques:

- Alsina, C.; García J.L.; Jacas, J.: *Temes clau de geometria*. Publ. Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona, 1992.
- Coxeter, H.S.M.: *Fundamentos de geometría*. Limusa. Wiley, 1971.
- *For all practical purposes. Introduction to contemporary mathematics*. Project director: Solomo Garfunkell. 3rd edition. New York: Freeman, 1994.
- Guillén, G.: *El mundo de los poliedros*. Síntesis, Madrid, 1990.
- Senechal, M.; Fleck, G. editors: *Shaping space. A polyhedral approach*. Birkhäuser, Boston, 1988.

Referències complementàries:

- Klee, V.; Wagon, S.: *Old and new unsolved problems in Plane Geometry and Number Theory*. MAA, Washington, 1991.
- Martin, G.E.: *Polyominoes. A guide to puzzle and problems in tiling*. MAA, Washington, 1991.
- Pedoe, D.: *La Geometría en el Arte*. Gustavo Gili, Barcelona, 1982.
- Pugh, A.: *Polyhedra. A visual approach*. University California Press, 1990.
- Wolfram, S.: *Mathematica, a system for doing Mathematics by computers*. 2nd edition. Addison-Wesley, 1991.

2n QUADRIMESTRE

GO PRIMAVERA

CODI: 50905

Càrrega docent: 2 crèdits

Professor coordinador: Pau Bofill Soliguer

Altres professors: Toni Juan Hormigo

Objectius del curs

Les assignatures “Go Tardor” i “Go Primavera” són equivalents i es poden cursar en qualsevol ordre. En cada una d'elles coexisteixen 2 nivells: nivell 1 per als que la cursen per primera vegada, i nivell 2 per als que ja l'han cursat un cop o tenen coneixements previs.

Objectius nivell 1: Regles de joc i final de partida (taulers 9x9 i 13x13).

Objectius nivell 2: Tàctica i estratègia als taulers (13x13 i 19x19).

Programa

El Go és un joc de tauler, molt popular a l'Orient, on no intervé l'atzar. En comparació amb els escacs les regles del Go són extraordinàriament simples, però reconèixer el final de la partida demana una certa experiència. Les regles del Go s'aprenen en pocs minuts però dominar el joc requereix tota una vida de pràctica. Avui dia, el millor programa d'ordinador per jugar a Go té el nivell de principiant, la qual cosa el fa un cas molt interessant d'estudiar tan en teoria de jocs com en intel·ligència artificial (de fet, s'ofereixen premis d'un milió d'euros al primer que faci un programa que jugui a nivell “dan”).

Avaluació

Assistència a classe i nombre de partides jugades. Es valoren especialment les partides jugades en altres clubs de Go de Barcelona.

Coneixements previs necessaris:

Per al nivell 1, cap. Per al nivell 2 es demana el nivell 1.

Bibliografia

Referències bàsiques:

Nivell 1:

- IWAMOTO, K. *Go Para Principiantes*. The Ishi Press, 1973.

Nivell 2:

- ISHIGURE, I. *In The Beginning*. The Ishi Press, 1973.

VIDA I OBRA DE JULES HENRI POINCARÉ

CODI: 51274

Càrrega docent: 3 crèdits

Professor coordinador: Eduard Recasens Gallart

Altres professors: Amadeu Delshams Valdés, Víctor Mañosa Fernández, Josep Masdemont Soler, Ramon Nonell Torrent, Pere Pascual Gainza

Objectius del curs

Amb ocasió del 150è aniversari del naixement de Poincaré, es vol difondre la seva vida i obra fent-hi una mirada de conjunt. A més de les seves contribucions a les matemàtiques, a la física i a l'astronomia, es consideraran també les contribucions a la filosofia científica, a la comprensió dels processos creatius del pensament, o a l'expressió literària.

Programa

Es tractaran els temes següents relacionats amb la vida i obra de Poincaré.

- Biografia
- Equacions diferencials
- Geometria
- Topologia
- Mecànica celest
- Probabilitat
- Física
- Epistemologia matemàtica
- Obres de divulgació científica

Avaluació

Participació en les discussions de classe i, opcionalment, elaboració de treballs.

Bibliografía

Referències bàsiques:

- Greffe, Heinzman y Lorenz (eds.) *Henri Poincaré. Science et Philosophie* :Congreso Internacional sobre la obra matemática, física y filosófica de H.P.. Nancy, mayo de 1994. Verlag – Blanchard, 1996.
- Marzge y Wallenborn (eds.) *The Solvay Council and the Birth of Modern Physics* Birkhäuser 1999
- Poincaré, J. H. *Oeuvres*. Editions Jacques Gabay. París, 1995
- Poincaré, J. H. *Ciencia e Hipótesis*. Colección Austral. Espasa 2002

7. REGLAMENT DEL PROJECTE DE FI DE CARRERA

PROJECTE DE FI DE CARRERA

1. Definició i característiques

El Projecte ha de ser un treball de les característiques d'un projecte professional propi de la titulació en què es necessiti algun component matemàtic significatiu. En conseqüència, ha de posar de manifest que l'estudiant ha assolit els objectius de la carrera i els sap aplicar adequadament. La presència de temes aliens a la titulació que exigeixen un esforç d'estudi i d'especialització per part de l'estudiant ha de ser un altre dels seus components.

El Projecte ha de concloure amb l'elaboració d'una memòria que ha de ser presentada com un producte d'una empresa de serveis a la qual calguin les tècniques pròpies de la titulació i amb una exposició pública davant d'un tribunal.

El contingut hauria d'implicar una dedicació aproximada de 300 hores (però en cap cas inferior a 150 hores) per part de l'estudiant.

En la memòria ha de constar una valoració del temps i del cost que ha representat l'elaboració del Projecte.

2. Direcció

Tot Projecte ha de tenir un Director, que ha de ser:

- Un professor de la UPC amb un mínim de 3 anys d'experiència professional o docent-investigadora, si el Projecte es fa a la UPC
- La persona responsable del treball, si aquest es realitza fora de la UPC. En aquest cas, el Cap d'Estudis de la titulació nomenarà un Ponent que haurà de ser un professor de la UPC que compleixi el que s'indica en el paràgraf anterior.

La dedicació d'un professor a la direcció d'un Projecte es considera com a càrrega docent d'acord amb la normativa vigent de la UPC.

3. Proposta dels projectes

Les propostes de Projectes poden provenir tant dels professors, com dels estudiants o d'altres persones interessades, els quals les han de presentar seguint el model de l'Annex 1.

Les propostes de Projectes han de ser acceptades pel Cap d'Estudis, el qual vetlla perquè n'hi hagi un nombre suficient, segons els estudiants que estiguin en condicions de realitzar-lo.

La relació de les propostes de Projectes han d'estar a disposició dels estudiants perquè puguin escollir el que més els interessi.

4. Projectes col·lectius

Per cada Projecte s'estableix un nombre màxim de dos d'estudiants. Excepcionalment es pot ampliar aquest nombre, amb l'aprovació explícita del Cap d'Estudis de la titulació i amb la proposta prèvia del director del Projecte.

5. Projectes que són fruit d'estades a l'exterior i de convenis

Els treballs fruit de beques, d'estades a l'exterior o de convenis amb empreses o institucions es poden acceptar com a Projectes sempre que s'ajustin a les condicions exposades a l'apartat 1 i que tinguin l'aprovació del Cap d'Estudis de la titulació.

La Facultat oferirà a les empreses o institucions interessades la possibilitat d'establir convenis de cooperació educativa, per tal que els estudiants de la FME puguin realitzar el Projecte amb pràctiques a l'exterior, d'acord amb la normativa vigent a la UPC sobre els convenis esmentats.

6. Registre i matriculació dels Projectes

Registre

En iniciar un Projecte, l'estudiant ha de registrar-lo.

Per registrar un Projecte, l'estudiant ha de tenir superats, com a mínim, el 40% dels crèdits de la carrera, exclosos els de l'etapa selectiva.

Per fer el registre del Projecte, l'estudiant ha de presentar un pla de treball avalat pel director (i el ponent, si s'escau) on es justifiqui l'interès del Projecte i on s'indiqui el tractament que es preveu donar a cada una de les parts. El pla de treball s'ha de presentar seguint el model de l'Annex 2, segons el qual la descripció ha de constar d'un màxim de tres fulls.

Cada mes, llevat del mes d'agost, la Facultat acordarà i farà públic un període de registre determinat d'acord amb el calendari acadèmic de la FME.

El registre d'un Projecte dóna dret a l'estudiant a matricular-lo en el termini d'un any. Si no es fa la matrícula en aquest termini, l'estudiant ha de tornar a registrar el Projecte. En aquest cas, es poden redefinir seves característiques del projecte.

El registre dóna dret a l'estudiant que no s'hagi matriculat de cap assignatura durant aquell curs acadèmic a abonar la quota de l'assegurança escolar.

Matrícula

Per matricular-se del Projecte, l'estudiant ha de tenir superats com a mínim el 60% dels crèdits de la carrera, exclosos els de l'etapa selectiva, i ha de presentar per escrit el vistiplau del director del projecte (i del ponent, si s'escau).

Cada mes, llevat del mes d'agost, la Facultat acordarà i farà públic un període de matrícula determinat d'acord amb el calendari acadèmic de la FME

Cada matrícula dóna dret a una convocatòria per a la presentació i la defensa del Projecte.

En el moment de la matrícula, l'estudiant ha de dipositar a la Secretaria, juntament amb el vistiplau del Director del Projecte (i el del Ponent, si s'escau), cinc còpies de la memòria del Projecte, de les quals tres seran per als membres del Tribunal, una per a l'arxiu de la FME i l'altra per a la Biblioteca de la FME en cas que la qualificació numèrica sigui superior o igual a 8.

La memòria del Projecte s'ha d'ajustar al format que estableixi la Facultat, que s'ha de fer públic prèviament a les convocatòries. L'adequació al format és una condició necessària perquè el Projecte s'admeti. Si s'escau, la memòria ha d'incloure una còpia del software desenvolupat.

7. Presentació, defensa i qualificació

La presentació i defensa del Projecte es farà dins del termini d'un mes des de la data de matriculació. En qualsevol cas, els membres del tribunal tenen dret a disposar de la memòria com a mínim una setmana abans de la defensa.

El Cap d'Estudis de la titulació, a la vista dels Projectes dipositats i efectuades les consultes que s'escaiguin, nomenarà els tribunals i els suplents per a l'avaluació. Cada tribunal estarà format pel director (o el Ponent, si s'escau) i dos professors assignats a la FME, sense que tots els membres del tribunal siguin del mateix departament.

Cada tribunal ha d'estar format per un president, un secretari i un vocal. Correspon al Cap d'Estudis la designació d'aquestes funcions.

És responsabilitat del President del Tribunal determinar i comunicar als interessats la data de presentació del Projecte, d'acord amb la resta de membres del Tribunal. Correspon al Secretari comunicar a la FME aquesta data així com recollir les actes de qualificació i les memòries que cal arxivar, i retornar-les a Ordenació d'Estudis un cop acabada la defensa.

La presentació i la defensa d'un Projecte davant del tribunal són públiques i consisteixen en l'exposició, per part de l'estudiant, d'un resum del contingut del Projecte, en un temps que fixa i publica el president del tribunal i que, en qualsevol cas, no pot superar una hora. Acabada l'exposició, el tribunal fa a l'estudiant les preguntes que consideri pertinents sobre el contingut i la realització del Projecte presentat. Aquest caràcter públic exclou la possibilitat de confidencialitat de les seves parts, llevat del cas dels treballs elaborats en empreses.

El Tribunal jutja la memòria i la presentació, i atorga al Projecte una qualificació global, numèrica i descriptiva, que s'inclou a l'expedient de l'estudiant. Les deliberacions del tribunal per qualificar cada Projecte són secretes i tenen lloc immediatament després de la presentació i la defensa.

La qualificació d'un Projecte es fa segons el model de l'Annex 3, d'acord amb la següent taula de qualificacions:

| Qualificació descriptiva | Qualificació numèrica |
|--------------------------|-----------------------|
| NO PRESENTAT | ---- |
| SUSPENS | sense nota numèrica |
| APROVAT | 5, 5.5, 6, 6.5 |
| NOTABLE | 7, 7.5, 8, 8.5 |
| EXCEL·LENT | 9, 9.5 |
| MATRÍCULA D'HONOR | 10 |

En cas que el projecte obtingui una qualificació de NO PRESENTAT o bé de SUSPENS, l'estudiant pot tornar a matricular-lo dins del termini de validesa del registre.

Per cada matrícula, totes les qualificacions dels Projectes han d'estar recollides en una acta única signada pel Cap d'Estudis de la titulació i el Secretari Acadèmic.

8. Estudiants que realitzen el seu Projecte en el marc d'un programa d'intercanvi

Els estudiants de la FME que hagin fet el Projecte en una altra universitat en el marc d'algun programa d'intercanvi, han de realitzar la matrícula segons el procediment descrit en l'apartat 6.

Si el projecte ja ha estat qualificat, s'acceptarà la qualificació d'origen d'acord amb la conversió donada per *l'European Credits Transfer System*.

El coordinador dels programes d'intercanvi de la FME serà el Ponent de tots els Projectes realitzats per estudiants de la FME en el marc d'aquests programes.

Si el Projecte no ha estat qualificat, se'n farà la presentació i defensa pública segons el procediment ordinari descrit en el punt 7.

Els estudiants d'una altra universitat que facin el Projecte a la FME, han de registrar i matricular el seu projecte segons el procediment descrit en l'apartat 6 i seran qualificats segons el procediment ordinari descrit en el punt 7.

CP. Barcelona, desembre de 2000

ANNEX 1

LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES

PROPOSTA DE "PROJECTE DE FI DE CARRERA"

Títol del Projecte proposat:

Proposat per:

Projecte col·lectiu: SI NO

Descripció^(*):

Signatura:

Vist i plau
del/la Cap d'Estudis

Barcelona,

(*) Indiqueu si la realització del projecte porta associada l'estada en un lloc de treball determinat

ANNEX 2

Registre per l'elaboració d'un Projecte de Fi de Carrera

En / Na amb DNI número, matriculat del
curs de la Llicenciatura en Ciències i Tècniques Estadístiques de la FME, domiciliat en el carrer
..... número de (CP) i
amb número de telèfon, sol·licita el registre del Projecte de Fi de Carrera:

PLA DE TREBALL

Director/a:

Tutor/a:

Títol:

Descripció de l'activitat:

Lloc on es realitzarà l'activitat (departament, empresa, etc.):

Vist i plau
del/la Cap d'Estudis

Signatura
del/la Director/a

Signatura
del/la Estudiant/a

Barcelona,

Aquest document no dóna dret a la persona interessada de gaudir dels drets inherents als estudiants de la UPC.
Així mateix aquest document té validesa d'un any a partir de la data de la signatura.

ANNEX 3

LLICENCIATURA EN CIÈNCIES I TÈCNIQUES ESTADÍSTIQUES

INFORME I QUALIFICACIÓ DEL PROJECTE DE FI DE CARRERA

ESTUDIANT/A:

DNI:

TÍTOL DEL PROJECTE:

DIRECTOR/A DEL PROJECTE:

TUTOR/A DEL PROJECTE:

Informe i valoració global:

Qualificació numèrica i descriptiva:

Signatura del/la
President/a del Tribunal

Signatura del/la
Secretari/a del Tribunal

Signatura del/la
Vocal del Tribunal

Barcelona ,

8. ELS PROGRAMES D'INTERCANVI ERASMUS-SÓCRATES I SÉNECA A LA FME

PRESENTACIÓ

Des que es va crear, la FME ha promogut l'intercanvi d'estudiants entre universitats europees dins del programa ERASMUS-SOCRATES i a partir del curs 2000-01 entre universitats espanyoles dins del programa SÉNECA. Aquests intercanvis van dirigits tant a fer estades subvencionades per aconseguir crèdits acadèmics d'assignatures de les diverses titulacions, com per realitzar el Projecte de Fi de Carrera. A més a més, s'estan preparant acords de doble titulació amb alguna d'aquestes universitats.

La selecció d'estudiants que participen en aquest programa es fa cada curs tenint en compte l'expedient acadèmic. D'altra banda, la realització de l'estada està subordinada a l'aprovació de la FME d'un programa d'estudis a realitzar, a la convalidació d'aquest per crèdits a la FME i a l'acceptació prèvia de la universitat de destí.

Encara que és possible fer estades en qualsevol de les universitats amb les quals la UPC té subscript un acord d'intercanvi, les que tenen un acord directe amb la FME són les següents:

PROGRAMA ERASMUS-SÓCRATES

| PAÍS | UNIVERSITAT |
|-----------------|---|
| Alemanya | Universität Dortmund Universität Karlsruhe Technische Hochschule |
| Bèlgica | Katholieke Universiteit Leuven |
| Finlàndia | Tampereen Yliopisto |
| França | Université des Sciences et Technologies de Lille Université de Perpignan Université des Sciences et Technologie du Languedoc (Montpellier II) Université Paris XIII Université Pierre et Marie Curie (Paris VI) |
| Gran Bretanya | University of Sheffield |
| Grècia | Ikonomiko Panepistimio Athinon |
| Itàlia | Università degli Studi di Perugia Università degli studi di Roma "La Sapienza" |
| Portugal | Universidade de Lisboa |
| República Txeca | Universita Karlova V Praze |
| Suïssa | École Polytechnique Fédérale de Lausanne |

PROGRAMA SÉNECA

| CIUTAT | UNIVERSITAT |
|--------|---|
| Madrid | Universidad Complutense de Madrid Universidad Autónoma de Madrid Universidad Carlos III |

fMe