



Guia docent

270214 - OM - Optimització Matemàtica

Última modificació: 30/01/2024

Unitat responsable: Facultat d'Informàtica de Barcelona
Unitat que imparteix: 715 - EIO - Departament d'Estadística i Investigació Operativa.
Titulació: GRAU EN CIÈNCIA I ENGINYERIA DE DADES (Pla 2017). (Assignatura obligatòria).
Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: JORDI CASTRO PÉREZ
Altres: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - 11, 12
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - 11, 12

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements de càlcul i àlgebra lineal. Saber programar en algun llenguatge de programació.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE3. Analitzar fenòmens complexos mitjançant la probabilitat i l'estadística, i plantejar models d'aquests tipus en situacions concretes. Formular i resoldre problemes d'optimització matemàtica.

Genèriques:

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

Transversals:

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

METODOLOGIES DOCENTS

Sessions teòriques on s'introduran els conceptes i es faran exercicis que facilitin l'aprenentatge d'aquests conceptes (75%)
Sessions de problemes i laboratoris (25%).

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- 1.Solucionar problemes de ciència de dades prèviament formulats com a problemes d'optimització matemàtica.
- 2.Saber què es un problema d'optimització matemàtica, quins tipus de problemes hi ha, i tenir un coneixement bàsic d'algoritmes d'optimització.
- 4.Modelitzar problemes d'optimització matemàtica i formular-los a través de llenguatges de modelització. Saber escollir el mètode o "solver" més adequat segons el tipus de problema.



HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Optimització sense restriccions.

Descripció:

Modelització de problemes. Condicions d'optimalitat. Convexitat. Direccions de descens. Exploracions lineals. El mètode del gradient o de màxim descens i variants (gradients estocàstics, etc.); velocitat de convergència del mètode del gradient. El mètode de Newton i variants globalment convergents (p.e., Newton modificat); velocitat de convergència del mètode de Newton. Mètodes quasi-Newton. Aplicacions: xarxes neuronals, regressió LASSO, etc.

Optimització amb restriccions.

Descripció:

Modelització de problemes. Convexitat. Condicions d'optimalitat (condicions Karush-Kuhn-Tucker). Casos particulars: optimització lineal i optimització quadràtica. Mètode del símplex per a optimització lineal. Dualitat en optimització. Dual de problemes lineals i quadràtics. Aplicacions: suport vector machines, etc.

Optimització entera.

Descripció:

Modelització de problemes amb variables binàries i/o enteres. Problemes combinatoris. Propietats dels problemes d'optimització entera i combinatoria. Mètodes de resolució: branch-and-bound, i plans de tall. Aplicacions: clustering, k-median, classificació, etc.



ACTIVITATS

Desenvolupament del tema "Optimització sense restriccions"

Objectius específics:

1, 2, 4

Competències relacionades:

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CE3. Analitzar fenòmens complexos mitjançant la probabilitat i l'estadística, i plantejar models d'aquests tipus en situacions concretes. Formular i resoldre problemes d'optimització matemàtica.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Dedicació: 70h

Grup gran/Teoria: 14h

Grup mitjà/Pràctiques: 7h

Grup petit/Laboratori: 7h

Aprenentatge autònom: 42h

Desenvolupament del tema "Optimització amb restriccions"

Objectius específics:

1, 2, 4

Competències relacionades:

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CE3. Analitzar fenòmens complexos mitjançant la probabilitat i l'estadística, i plantejar models d'aquests tipus en situacions concretes. Formular i resoldre problemes d'optimització matemàtica.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Dedicació: 60h

Grup gran/Teoria: 12h

Grup mitjà/Pràctiques: 6h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 36h



Desenvolupament del tema "Optimització entera"

Objectius específics:

1, 2, 4

Competències relacionades:

CG1. Concebre sistemes computacionals que integren dades de procedències i formes molt diverses, construeixen amb ells models matemàtics, raonen sobre aquests models i actuen en conseqüència, aprenent de l'experiència.

CG2. Elegir i aplicar els mètodes i tècniques més adequats a un problema definit per dades que representin un repte pel seu volum, velocitat, varietat o heterogeneïtat, inclosos mètodes informàtics, matemàtics, estadístics i de processament del senyal.

CE3. Analitzar fenòmens complexos mitjançant la probabilitat i l'estadística, i plantejar models d'aquests tipus en situacions concretes. Formular i resoldre problemes d'optimització matemàtica.

CT5. Ús solvent dels recursos d'informació. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de l'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. Aprenentatge autònom. Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Hi haurà 3 notes (cada una en [0,10]):

Pr: nota de pràctiques de laboratori.

ExP: nota examen parcial (correspon a la 1a part del curs, i és alliberatori).

ExF: nota examen final (correspon a la 2a part del curs, i és de fet un 2n parcial). A l'examen final no s'avalua la 1a part del curs.

La nota final (NF) es calcularà així:

$$NF = 0.3 * Pr + 0.35 * ExP + 0.35 * ExF$$

Els estudiants amb NF

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Nocedal, J.; Wright, S.J. Numerical optimization. 2nd ed. Berlin: Springer, 2006. ISBN 9780387303031.

- Luenberger, D.G.; Ye, Y. Linear and nonlinear programming. 5th ed. Cham: Springer, 2021. ISBN 9783030854492.

- Wolsey, L.A. Integer programming. 2nd ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2021. ISBN 9781119606536.

- Fourer, R.; Gay, D.M.; Kernighan, B.W. AMPL: a modeling language for mathematical programming. 2nd ed. Pacific Grove, CA: Thomson/Brooks/Cole, 2003. ISBN 0534388094.

- Cristianini, N.; Shawe-Taylor, J. An introduction to support vector machines: and other kernel-based learning methods. New York: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521780195.

RECURSOS

Enllaç web:

- <http://ampl.com/>. El llenguatge de modelització AMPL.

- http://www-eio.upc.es/teaching/ple/pfc_ing.html. Eina per a autoaprenentatge d'algoritmes de Programació Lineal i Entera.

- <https://neos-server.org/neos/>. NEOS Server for numerical optimization