Guía docente
270214 - OM - Optimización Matemática

Última modificación: 30/01/2024

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona
Unidad que imparte: 715 - EIO - Departamento de Estadística e Investigación Operativa.

Titulación: GRADO EN CIENCIA E INGENIERÍA DE DATOS (Plan 2017). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2023 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán

PROFESORADO

Profesorado responsable: JORDI CASTRO PÉREZ

Otros: Segon quadrimestre:
JORDI CASTRO PÉREZ - 11, 12
FRANCISCO JAVIER HEREDIA CERVERA - 11, 12

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos de cálculo y álgebra lineal. Saber programar en algún lenguaje de programación.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
CE3. Analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos de estos tipos en situaciones concretas. Formular y resolver problemas de optimización matemática.

Genéricas:
CG1. Concebir sistemas computacionales que integren datos de procedencias y formas muy diversas, creen con ellos modelos matemáticos, razonen sobre dichos modelos y actúen en consecuencia, aprendiendo de la experiencia.
CG2. Elegir y aplicar los métodos y técnicas más adecuados a un problema definido por datos que representen un reto por su volumen, velocidad, variedad o heterogeneidad, incluidos métodos informáticos, matemáticos, estadísticos y de procesado de la señal.

Transversales:
CT5. Uso solvente de los recursos de información. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.
CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Sesiones teóricas donde se introducirán los conceptos y se harán ejercicios que faciliten el aprendizaje de estos conceptos (75%)
Sesiones de problemas y laboratorios (25%).

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1.Solucionar problemas de ciencia de datos previamente formulados como problemas de optimización.
2.Saber qué es un problema de optimización, qué tipos de problemas hay, y tener un conocimiento básico de algoritmos de optimización.
4.Modelizar problemas de optimización y formular a través de lenguajes de modelización. Saber elegir el método o "solver" más adecuado según el tipo de problema.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo grande	30,0	20.00
Horas grupo pequeño	30,0	20.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Optimización sin restricciones.

Descripción:
Modelización de problemas. Condiciones de optimalidad. Convexidad. Direcciones de descenso. Exploraciones lineales. El método del gradiente o de máximo descenso y variantes (gradientes estocásticos, etc.); velocidad de convergencia del método del gradiente. El método de Newton y variantes globalmente convergentes (p.e., Newton modificado); velocidad de convergencia del método de Newton. Métodos cuasi-Newton. Aplicaciones: redes neuronales, regresión LASSO, etc.

Optimización con restricciones.

Descripción:
Modelización de problemas. Convexidad. Condiciones de optimalidad (condiciones Karush-Kuhn-Tucker). Casos particulares: optimización lineal y optimización cuadrática. Método del símplex para optimización lineal. Dualidad en optimización. Dual de problemas lineales y cuadráticos. Aplicaciones: support vector machines, etc.

Optimización entera.

Descripción:
Modelización de problemas con variables binarias y / o enteras. Problemas combinatorios. Propiedades de los problemas de optimización entera y combinatoria. Métodos de resolución: branch-and-bound, y planes de corte. Aplicaciones: clustering, k-median, clasificación, etc.

ACTIVIDADES

Desarrollo del tema "Optimización sin restricciones"

Objetivos específicos:
1, 2, 4

Competencias relacionadas:
CG1. Concebir sistemas computacionales que integren datos de procedencias y formas muy diversas, creen con ellos modelos matemáticos, razonen sobre dichos modelos y actúen en consecuencia, aprendiendo de la experiencia.
CG2. Elegir y aplicar los métodos y técnicas más adecuados a un problema definido por datos que representen un reto por su volumen, velocidad, variedad o heterogeneidad, incluidos métodos informáticos, matemáticos, estadísticos y de procesado de la señal.
CE3. Analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos de estos tipos en situaciones concretas. Formular y resolver problemas de optimización matemática.
CT5. Uso solvente de los recursos de información. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.
CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 70h
Grupo grande/Teoría: 14h
Grupo mediano/Prácticas: 7h
Grupo pequeño/Laboratorio: 7h
Aprendizaje autónomo: 42h

Desarrollo del tema "Optimización con restricciones"

Objetivos específicos:
1, 2, 4

Competencias relacionadas:
CG1. Concebir sistemas computacionales que integren datos de procedencias y formas muy diversas, creen con ellos modelos matemáticos, razonen sobre dichos modelos y actúen en consecuencia, aprendiendo de la experiencia.
CG2. Elegir y aplicar los métodos y técnicas más adecuados a un problema definido por datos que representen un reto por su volumen, velocidad, variedad o heterogeneidad, incluidos métodos informáticos, matemáticos, estadísticos y de procesado de la señal.
CE3. Analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos de estos tipos en situaciones concretas. Formular y resolver problemas de optimización matemática.
CT5. Uso solvente de los recursos de información. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.
CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 60h
Grupo grande/Teoría: 12h
Grupo mediano/Prácticas: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 6h
Aprendizaje autónomo: 36h

Desarrollo del tema "Optimización entera"

Objetivos específicos:
1, 2, 4

Competencias relacionadas:
CG1. Concebir sistemas computacionales que integren datos de procedencias y formas muy diversas, creen con ellos modelos matemáticos, razonen sobre dichos modelos y actúen en consecuencia, aprendiendo de la experiencia.
CG2. Elegir y aplicar los métodos y técnicas más adecuados a un problema definido por datos que representen un reto por su volumen, velocidad, variedad o heterogeneidad, incluidos métodos informáticos, matemáticos, estadísticos y de procesado de la señal.
CE3. Analizar fenómenos complejos mediante la probabilidad y estadística, y plantear modelos de estos tipos en situaciones concretas. Formular y resolver problemas de optimización matemática.
CT5. Uso solvente de los recursos de información. Gestionar la adquisición, la estructuración, el análisis y la visualización de datos e información en el ámbito de especialidad y valorar de forma crítica los resultados de dicha gestión.
CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 20h
Grupo grande/Teoría: 4h
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 12h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Habrá 3 notas (cada una en [0,10]):

Pr: nota de prácticas de laboratorio.
Exp: nota examen parcial (corresponde a la 1a parte del curso).
ExF: nota examen final (corresponde a la 2a pate del curso). La 1a part del curso no se evalúa en el examen final.

La nota final (NF) se calculará así:

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

Los estudiantes con NF

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- 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 kermel-based learning methods. New York: Cambridge University Press, 2000. ISBN 0521780195.

RECURSOS

Enlace web:
- http://ampl.com/- http://www-eio.upc.es/teaching/ple/pfc_ing.html- https://neos-server.org/neos/