



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93000938 - Técnicas De Optimización Para Análisis De Datos Masivos

PLAN DE ESTUDIOS

09AT - Master Universitario En Teoria De La Señal Y Comunicaciones

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2024/25 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	93000938 - Técnicas de Optimización para Análisis de Datos Masivos
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Inglés/Castellano
Titulación	09AT - Master Universitario en Teoría de la Señal y Comunicaciones
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2024-25

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Juan Parras Moral	C-303	j.parras@upm.es	Sin horario. Arrange the meeting by email
Santiago Zazo Bello	C-326	santiago.zazo@upm.es	Sin horario. Arrange the meeting by email

Juan Ignacio Godino Llorente (Coordinador/a)		ignacio.godino@upm.es	- -
---	--	-----------------------	-----

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Arias Londoño, Julian David	julian.arias@upm.es	Godino Llorente, Juan Ignacio

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Fundamentos De Optimización

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Statistical Signal Processing

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB06 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB07 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB08 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB09 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo

CE01 - Analizar y aplicar técnicas para el diseño y desarrollo avanzado de equipos y sistemas, basándose en la teoría de la señal y las comunicaciones, en un entorno internacional

CE03 - Valorar y contrastar la utilización de las diferentes técnicas disponibles para la resolución de problemas reales dentro del área de teoría de la señal y comunicaciones.

CT01 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa

CT03 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas

CT04 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo

CT05 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente

4.2. Resultados del aprendizaje

RA19 - Knowledge of tools to design optimal filtering and signal processing structures

RA20 - Capability to choose the appropriate modeling and filtering tools in order to extract useful information from a time series

RA26 - Ability of oral and written communication

RA12 - Capability to construct probabilistic models from experimental data using inference tools.

RA6 - Saber resolver problemas de optimización con o sin restricciones mediante métodos analíticos y numéricos

RA5 - Saber resolver problemas de optimización básicos como los de programación lineal o cuadrática

RA4 - Formular problemas relacionados con la ingeniería como problemas de optimización en forma estándar

RA14 - Capability to model real phenomena using probability theory.

RA2 - Capacidad para planificar, diseñar y realizar aplicaciones que integren técnicas de tratamiento de señal, análisis estadístico y aprendizaje automático sobre datos masivos.

RA17 - Capacidad para aplicar conocimientos de modelado estadístico, técnicas de optimización y modelos de series temporales en el análisis de datos y como base para el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático

RA15 - Capability to relate the foundations of statistical inference with standard machine learning schemes.

RA18 - Knowledge of tools for description, analysis and modeling of discrete-time random processes

RA25 - Handle with ease the bases of linear algebra and calculus necessary to formulate problems optimization.

RA13 - Capability to construct parameter estimators, hypothesis tests and linear regression models.

RA7 - Capacidad para desarrollar y evaluar técnicas de aprendizaje automático y diseñar sistemas de aprendizaje para datos masivos

RA1 - Capacidad para desarrollar técnicas de tratamiento de señal específicas para datos masivos y diseñar aplicaciones sobre señales como: imágenes, señales de video, voz, audio y las procedentes de sensores de diversanaturaleza

RA32 - Capability for planning, design and implement applications, incorporating signal processing, statistical analysis and machine learning

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

This subject uses most of the topics already provided in Optimization Fundamentals now focused on the specific problem arising with massive data. Although we will provide the theoretical foundations on the evolved techniques we will also emphasize different case studies in big data applications. We will distinguish three main blocks

1. Fundamentals of Large Scale Optimization
2. Large Scale Optimization. Algorithms for local processing in distributed settings
3. Bayesian optimization

5.2. Temario de la asignatura

1. Introduction
2. Machine Learning Contextualization
3. Review of Fundamentals of Convex Optimization
4. First Order Methods applied to Neural Networks
5. Second Order Methods
6. Coordinate Descent Methods
7. Augmented Lagrangian Methods
8. Symbolic differentiation and computational graphs
9. Bayesian optimization

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad tipo 1	Actividad tipo 2	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8	1. Introduction 2. Machine Learning contextualization Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Personal work related to chapter 2 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9	3. Review of fundamentals of convex optimization Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Personal work related to chapter 3 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	4. First Order Methods applied to Neural Networks Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Personal work related to chapter 4 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	5. Second Order Methods 6. Coordinate Descent Methods Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Personal work related to chapters 5 and 6 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	Mid term exam corresponding to chapters 1-4. The student will have to solve problems equivalent to the laboratory activities covering chapters 1-4 Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación 6. Augmented Lagrangian Methods Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Mid term exam corresponding to chapters 1-4. The student will have to solve problems equivalent to the laboratory activities covering chapters 1-4. EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva Presencial Duración: 02:00
13	8. Symbolic differentiation and computational graphs Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Personal work related to chapter 8 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

14	<p>9. Bayesian optimization Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Second exam. The student will have to solve an optimization problem equivalent to the laboratory activities covering chapters 5-9. Duración: 02:00 OT: Otras actividades formativas / Evaluación</p>	<p>Personal work related to chapter 9 Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
15				
16				
17				<p>First exam. The student will have to solve problems equivalent to the laboratory activities covering chapters 1-4. EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Global Presencial Duración: 02:00</p> <p>Second exam. The student will have to solve an optimization problem equivalent to the laboratory activities covering chapters 5-9. EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación Progresiva y Global Presencial Duración: 02:00</p> <p>Deliver the final report with solved exercises TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación Progresiva y Global No presencial Duración: 00:00</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Mid term exam corresponding to chapters 1-4. The student will have to solve problems equivalent to the laboratory activities covering chapters 1-4.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	30%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
17	Second exam. The student will have to solve an optimization problem equivalent to the laboratory activities covering chapters 5-9.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	30%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
17	Deliver the final report with solved exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	40%	3 / 10	CB06 CB07 CB08 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	First exam. The student will have to solve problems equivalent to the laboratory activities covering chapters 1-4.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	30%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
17	Second exam. The student will have to solve an optimization problem equivalent to the laboratory activities covering chapters 5-9.	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	30%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
17	Deliver the final report with solved exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	40%	3 / 10	CB06 CB07 CB08 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
-------------	-----------	------	----------	-----------------	-------------	------------------------

Final exam. The student will have to solve an optimization problem equivalent to the laboratory activities It will cover all the chapters. The student has to provide all the reports corresponding to the exercises of the whole course	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	60%	3.5 / 10	CB06 CB07 CB08 CB09 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03
Deliver the final report with solved exercises	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	40%	3 / 10	CB06 CB07 CB08 CB10 CT01 CT03 CT04 CT05 CE01 CE03

7.2. Criterios de evaluación

Students will be qualified through progressive evaluation by default, and if they do not show up in the midterm exam, they will automatically be qualified using the final evaluation. Evaluation will assess if students have acquired all the competencies of the subject.

Evaluation through final assessment will be carried out considering all the evaluation techniques used in progressive evaluation (EX, ET, TG, etc.), and will take place during the exams period approved by Junta de Escuela for the current academic semester and year. Evaluation activities that assess learning outcomes that cannot be evaluated through a single exam can be carried out during the semester.

The extraordinary examination will be carried out exclusively by the final assessment method.

The evaluation procedure for the **progressive assessment** will be as follows:

- One mid-term exam including the first 5 chapters counting 30% of the final mark has to be completed. The student will have to solve a certain number of theoretical / practical issues similar to those contents of the practices and lectures. A minimum mark (3.5) is required.
- One second term exam including the last chapters from 6 to 10 counting 30% of the final mark has to be completed. The student will have to solve a certain number of theoretical / practical issues similar to those contents of the practices and lectures. A minimum mark (3.5) is required.
- Both exams will include solving a short practical problem with the computer. The mark will be between 0 and 1 and will be considered an indicator to check if the student is able to solve problems individually.
- Report including all requested exercises. The mark between 0-4 will be weighted multiplicatively by the indicator described in the previous paragraph and the product will count 40% of the final mark.

The evaluation procedure for the **global and re-sit examination** will be as follows:

- A final exam counting 60% of the final mark has to be completed. The student will have to solve a certain number of theoretical / practical issues similar to those contents of the practices and lectures.
- The final exam will include solving a short practical problem with the computer. The mark will be between 0 and 1 and will be considered an indicator to check if the student is able to solve problems individually.
- Report including all requested exercises. The mark between 0-4 will be weighted multiplicatively by the indicator described in the previous paragraph and the product will count 40% of the final mark

Extraordinary evaluation will be carried out exclusively by the final assessment method, just in the same way as the global evaluation in the ordinary call.

Academic fraud:

Any assessment or report may require a complementary oral assessment by the professor in order to validate that the task has been done by the student without help. According to the current assessment norms at UPM, if academic fraud is detected on any assessment, the student(s) will receive a grade of zero in the final grade of the examination to which the assessment belonged (ordinary or extraordinary).

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Optimization techniques for Big Data analysis	Bibliografía	Notes describing all the contents of the course
Algorithms for case studies	Otros	Source code is provided for solving all the case studies proposed in the course
Course slides	Bibliografía	Slides to be presented by the instructor to support the explanations
Distributed Optimization and Statistical Learning via the Alternating Direction Method of Multipliers S. Boyd, N. Parikh, E. Chu, B. Peleato, and J. Eckstein. Foundations and Trends in Machine Learning, 3(1):1-122, 2011.	Bibliografía	
Sayed, A. H. Adaptation, learning, and optimization over networks. Foundations and Trends in Machine Learning, vol.7, no.4-5, pp. 311-801, 2014.	Bibliografía	
Sayed, A. H. and Tu, Sheng-Yuan and Chen, J. and Zhao, X. and Towfic, Z. J, Diffusion strategies for adaptation and learning over networks. IEEE Signal Processing Magazine, vol. 30, no 3, pp.155-171, May 2013.	Bibliografía	
Sayed, A. H. , Adaptive Networks. Proceedings of the IEEE, vol. 102, no.4, pp.460-497, April 2014.	Bibliografía	

M. Hong, M. Razaviyayn, Z. Luo, and J. Pang, A Unified Algorithmic Framework for Block-Structured Optimization Involving Big Data: With applications in machine learning and signal processing. IEEE Signal Processing Magazine,	Bibliografía	
Neural Networks. A comprehensive Foundation. Simon haykin.IEEE Press 1994	Bibliografía	
Optimization for Machine Learning, MIT Press, Edited by Suvrit Sra, Sebastian Nowozin and Stephen J. Wright, 2011	Bibliografía	Main reading for the course
Numerical Optimization, J. Nocedal, S. Wright, Springer, 2006	Bibliografía	Basic booktext for optimization principles

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

This subject shows the fundamental ideas of distributed optimization that could be used to model different ODS objectives ,as biological models (ODS 3), climate changing (ODS 13) or ecosystems (ODSs 14 y 15). It could also be applied to the efficient use of resources as water (ODS 6) or energy (ODS 7)).

In more general terms, we teach applied mathematics used exhaustively in engineering, in particular will affect telecommunications infrastructures (ODS 9).

This course also contributes to subobjetives 4.4: to increase the number of persons with professional competences and techniques to access to employment and entrepreneurship and 4.7, to guarantee that all students acquire solid practical and theoretical knowledge required to promote sustainable development