



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



GUÍA DE APRENDIZAJE

PROCESADO AVANZADO DE SEÑALES Y DATOS

GRADO EN INGENIERIA Y SISTEMAS DE DATOS

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	95000531	3	6 ECTS	OBLIGATORIA	SEGUNDO SEMESTRE
IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE				
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION				
DEPARTAMENTO RESPONSABLE					
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES					

COORDINADOR/A
JUAN PARRAS MORAL - j.parras@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

—

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

- PROBABILIDAD Y SEÑALES ALEATORIAS (95000513)
- ANÁLISIS DE SEÑALES (95000522)
- INFERENCIA ESTADÍSTICA Y SERIES TEMPORALES (95000517)
- APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (95000523)

OTRAS RECOMENDACIONES

—

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

- CB01** Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
- CB02** Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- CG05** Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.
- CB03** Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
- CE14** Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de tratamiento de señales analógicas y digitales para preservar y extraer la información relevante de las señales en la fase de adquisición y generación de datos.
- CG04** Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas
- CE12** Que los estudiantes conozcan y sepan diseñar los procedimientos para seleccionar, limpiar y transmitir datos relevantes de una forma fiable y eficiente.
- CB05** Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía
- CG01** Tener capacidad de trabajar en entornos internacionales y multidisciplinares, haciendo uso de la lengua inglesa en forma oral y escrita.
- CB04** Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- CG03** Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.

Resultados de aprendizaje

- RA102** Diseñar, implementar y aplicar las técnicas y herramientas más representativas y actuales de aprendizaje no supervisado, semisupervisado y supervisado, con y sin refuerzo, incluyendo redes neuronales profundas.
- RA101** Comprender la relación entre la complejidad de los modelos de aprendizaje, las características de los datos de entrenamiento y el sobreajuste, y conocer los mecanismos para evitarlo.
- RA103** Conocer las técnicas de generación de distribuciones arbitrarias utilizando arquitecturas profundas.

DESCRIPCIÓN

Esta asignatura complementa otras anteriores en el ámbito del aprendizaje automático desarrollando tres bloques de temas con contenidos más avanzados que posibilitaran al estudiante abordar objetivos más ambiciosos en posteriores asignaturas como Proyectos de Ingeniería de Datos y el propio Trabajo Fin de Grado. Estos bloques son:

1. Modelos generativos cuya finalidad es diseñar algoritmos capaces de generar muestras de la misma distribución a otras dadas. Para ello se empezará describiendo un planteamiento clásico para después abordar técnicas avanzadas basadas en redes neuronales profundas.
2. Técnicas avanzadas de aprendizaje donde se incluyen conceptos innovadores de aprendizaje con una enorme proyección e interés como Representation Learning que proponen técnicas de aprendizaje de características, el aprendizaje por transferencia (Transfer Learning) para compartir conocimiento abstracto entre tareas distintas, el aprendizaje multitarea (MultiTask Learning) para dotar a las máquinas de la capacidad de aprender simultáneamente varias tareas o el Meta-Learning para aprender a aprender.
3. Aprendizaje en sistemas dinámicos que se aborda como modelos basados en procesos de decisión de Markov. Enpezando por un planteamiento clásico, se hará especialmente énfasis igualmente en algoritmos que usen redes neuronales profundas.

En estos objetivos se intercalan desarrollos teóricos, ejercicios y programas en Python / Keras / Tensorflow / Torch. En las sesiones de prácticas se describe el código, el alumno tiene un periodo para reflexionar sobre el mismo, realizar ciertas variaciones y posteriormente puede completar su entendimiento mediante trabajo personal fuera del aula. Las temáticas se centrarán en aplicaciones de ingeniería como imágenes, vídeo, audio, texto o señales biológicas.

TEMARIO

1. Modelos generativos. Introducción y modelado matemático

1.1. Fundamentos matemáticos

1.2. Distribuciones matemáticas más importantes

1.3. Modelos Probabilísticos estructurados

1.4. Muestreo

2. Inferencia aproximada en Machine Learning

2.1. Estimación de Máxima Verosimilitud (sin y con variables ocultas)

2.2. Inferencia bayesiana (propiedad de conjugación y aproximación variacional).

3. Modelos generativos profundos

3.1. Modelos de Flujo (Normalizing Flows)

3.2. Autocodificadores Variacionales (Variational Autoencoders)

3.3. Redes Generativas Adversarias (Generative Adversarial Networks)

4. Aprendizaje de representaciones (Representation Learning)

5. Aprendizaje por Transferencia y Multitarea (Transfer / Multitask Learning)

6. MetaAprendizaje (MetaLearning)

7. Sistemas dinámicos y procesos de Markov

8. Control óptimo y Programación Dinámica

9. Aprendizaje por Refuerzo

9.1. Problemas de baja dimensionalidad en espacios discretos

9.2. Aproximaciones lineales

9.3. Aprendizaje por refuerzo profundo

ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



	Presentación	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	01h 00m	Aula (en horario)	Normal													
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Parte 1: Modelos generativos	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	17h 00m	Aula (en horario)	Normal													
TEMAS																
T1 T2 T3																
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																

	Prácticas de modelos generativos	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	06h 00m	Laboratorio	Reducido													
TEMAS																
T1 T2 T3																
METODOLOGÍA																
Prácticas de Laboratorio																

	Parte 2: Aprendizaje avanzado	SEMANAS 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E														
PRESENCIALIDAD	DURACIÓN TOTAL	LUGAR	GRUPO													
Presencial	08h 00m	Aula (en horario)	Normal													
TEMAS																
T4 T5 T6																
METODOLOGÍA																
Lección Magistral																



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Prácticas de aprendizaje avanzado

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
08h 00m

LUGAR
Laboratorio

GRUPO
Reducido

TEMAS

T4 T5 T6

METODOLOGÍA

Prácticas de Laboratorio



Primer parcial

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
02h 00m

LUGAR
Aula de examen

EVALUACIÓN
Progresiva

PONDERACIÓN
40%

NOTA MÍNIMA
3.5

TEMAS

T1 T2 T3

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CE12 CE14 CB01 CB02 CB03 CB04 CB05 CG03 CG04 CG05



Parte 3: Aprendizaje por refuerzo

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
10h 00m

LUGAR
Aula (en horario)

GRUPO
Normal

TEMAS

T7 T8 T9

METODOLOGÍA

Lección Magistral



Prácticas de aprendizaje por refuerzo

SEMANAS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 E

PRESENCIALIDAD
Presencial

DURACIÓN TOTAL
06h 00m

LUGAR
Laboratorio

GRUPO
Reducido

TEMAS

T7 T8 T9

METODOLOGÍA

Prácticas de Laboratorio



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Entrega de un blog con desarrollos similares a los expuestos en clase

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

No presencial, sin docente

00h 01m

Progresiva, Global, Extraordinaria

20%

3.5

TEMAS

T1T2T3T4T5T6T7T8T9

METODOLOGÍA

Trabajo en Grupo

RESULTADOS EVALUADOS

CE12CE14CB01CB02CB03CB04CB05CG01CG03CG04CG05

Segundo parcial

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

02h 00m

Aula de examen

Progresiva

40%

3.5

TEMAS

T4T5T6T7T8T9

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CE12CE14CB01CB02CB03CB04CB05CG03CG04CG05

Examen final

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

04h 00m

Aula de examen

Global, Extraordinaria

80%

5

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CE12CE14CB03CB04CB05CG03CG04CG05CB02CB01

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluable

Actividad formativa

Semana con actividad

E

Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
 Presentación	.															
 Parte 1: Modelos generativos	.	.	.	.	.											
 Prácticas de modelos generativos	.	.	.	.	.											
 Parte 2: Aprendizaje avanzado						.		.	.	.						
 Prácticas de aprendizaje avanzado						.		.	.	.						
 Primer parcial							.									
 Parte 3: Aprendizaje por refuerzo										.	.	.	.			
 Prácticas de aprendizaje por refuerzo										.	.	.	.			
 Entrega de un blog con desarrollos similares a los expuestos en clase																.
 Segundo parcial																.
 Examen final																.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc).

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

La evaluación consta de los siguientes elementos:

- Un examen parcial de la primera parte (Temas 1-3). Se evaluarán ejercicios teórico-prácticos similares a los planteados en clase. Es necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media. Este examen podrá

repetirse en la convocatoria ordinaria en caso de que no se hubiera alcanzado la nota mínima de 3.5 sobre 10 puntos.

- Un segundo examen parcial, formado por problemas de la segunda parte (Temas 4-6) y de la tercera parte (Temas 7-9). Se evaluarán ejercicios teórico-prácticos similares a los planteados en clase. En necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media en cada una de las dos partes.
- Para la evaluación de la parte práctica, cada alumno programará un blog desarrollando en detalle alguno de los aspectos esenciales de la asignatura. Este blog debe estar finalizado el día de la fecha del examen ordinario. Será necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media. Se publicará una rúbrica al inicio del curso de modo que los alumnos sepan qué criterios de evaluación se siguen en el blog.

Siempre que se alcance la nota mínima en todas las partes, la nota final se obtendrá como sigue:

- 40% de la nota: Examen de la primera parte (Temas 1-3).
- 40% de la nota: Examen de la segunda y tercera parte (Temas 4-9).
- 20% de la nota: Blog.

En caso contrario, la nota que figurará en el acta será la mínima de las tres partes

Cualquier prueba de evaluación podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de IA.

Actividades

- Primer parcial (40%)
- Entrega de un blog con desarrollos similares a los expuestos en clase (20%)
- Segundo parcial (40%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

La evaluación consta de los siguientes elementos:

- Un examen final de la primera parte (Temas 1-3). Se evaluarán ejercicios teórico-prácticos similares a los planteados en clase. Es necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media.
- Un segundo examen final, formado por problemas de la segunda parte (Temas 4-6) y de la tercera parte (Temas 7-9). Se evaluarán ejercicios teórico-prácticos similares a los planteados en clase. En necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media en cada una de las dos partes.
- Para la evaluación de la parte práctica, cada alumno programará un blog desarrollando en detalle alguno de los aspectos esenciales de la asignatura. Este blog debe estar finalizado el día de la fecha del examen ordinario. Será necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media. Se publicará una rúbrica al inicio del curso de modo que los alumnos sepan qué criterios de evaluación se siguen en el blog.

Siempre que se alcance la nota mínima en todas las partes, la nota final se obtendrá como sigue:

- 40% de la nota: Examen de la primera parte (Temas 1-3).
- 40% de la nota: Examen de la segunda y tercera parte (Temas 4-9).
- 20% de la nota: Blog.

En caso contrario, la nota que figurará en el acta será la mínima de las tres partes

Cualquier prueba de evaluación podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de IA.

Actividades

- Entrega de un blog con desarrollos similares a los expuestos en clase (20%)
- Examen final (80%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

La evaluación consta de los siguientes elementos:

- Un examen final de la primera parte (Temas 1-3). Se evaluarán ejercicios teórico-prácticos similares a los planteados en clase. Es necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media.
- Un segundo examen final, formado por problemas de la segunda parte (Temas 4-6) y de la tercera parte (Temas 7-9). Se evaluarán ejercicios teórico-prácticos similares a los planteados en clase. En necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media en cada una de las dos partes.
- Para la evaluación de la parte práctica, cada alumno programará un blog desarrollando en detalle alguno de los aspectos esenciales de la asignatura. Este blog debe estar finalizado el día de la fecha del examen ordinario. Será necesario sacar al menos 3.5 sobre 10 puntos para hacer media. Se publicará una rúbrica al inicio del curso de modo que los alumnos sepan qué criterios de evaluación se siguen en el blog.

Siempre que se alcance la nota mínima en todas las partes, la nota final se obtendrá como sigue:

- 40% de la nota: Examen de la primera parte (Temas 1-3).
- 40% de la nota: Examen de la segunda y tercera parte (Temas 4-9).
- 20% de la nota: Blog.

En caso contrario, la nota que figurará en el acta será la mínima de las tres partes

Cualquier prueba de evaluación podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de IA.

Actividades

- Entrega de un blog con desarrollos similares a los expuestos en clase (20%)

- Examen final (80%)

RECURSOS

Bibliografía

Apuntes de la asignatura.

Material básico incluyendo ejercicios resueltos y transparencias.

Machine Learning: A Probabilistic: an Introduction, 2022. The MIT Press. Kevin P. Murphy.

Libro de consulta.

Machine Learning: A Probabilistic: Advanced Topics, 2023. The MIT Press. Kevin P. Murphy.

Libro de consulta.

Pattern Recognition and Machine Learning. Springer, 2006. Christopher M. Bishop.

Libro de consulta.

Deep Learning 2016. The MIT Press. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville.

Libro de consulta.

Artificial Intelligence. A modern approach. S. Russell, P. Norvig. Pearson 2016.

Libro de consulta.

Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply Modern RL Methods, With Deep Q-Networks, Value Iteration, Policy Gradients, TRPO, AlphaGo Zero And More, 2018. Packt. Maxim Lapan.

Libro de consulta.

Vincent François-Lavet, Peter Henderson, Riashat Islam, Marc G. Bellemare and Joelle Pineau (2018), An Introduction to Deep Reinforcement Learning, Foundations and Trends in Machine Learning: Vol. 11, No. 3-4. DOI: 10.1561/22000000071.

Libro de consulta.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

4 EDUCACIÓN
DE CALIDAD**Educación de calidad****9** INDUSTRIA,
INNOVACIÓN E
INFRAESTRUCTURA**Industria, innovación e
infraestructura**

OTRA INFORMACIÓN

En términos más generales, la matemática aplicada se emplea de forma exhaustiva en ingeniería y, en particular, incidirá en todo lo relativo a las infraestructuras de telecomunicaciones (ODS 9). La asignatura ayudará también a los subobjetivos 4.4: Aumentar considerablemente el número de personas con las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento; y 4.7: Asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.