Guía docente
295626 - 295MB122 - Aprendizaje Automático (Machine Learning)

Última modificación: 12/06/2025

Unidad responsable: Escuela de Ingeniería de Barcelona Este
Unidad que imparte: 749 - MAT - Departamento de Matemáticas.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN TECNOLOGÍAS BIOMÉDICAS AVANZADAS (Plan 2025). (Asignatura optativa).

Curso: 2025 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán

PROFESORADO

Profesorado responsable: Pozo Montero, Francesc

Otros: Pozo Montero, Francesc

CAPACIDADES PREVIAS

Para seguir este curso, el estudiantado debe tener conocimientos previos en matemáticas y estadística (álgebra lineal, probabilidad, regresión), alguna experiencia en programación con Python (librerías como NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn) y familiaridad con el análisis de datos biomédicos (imágenes médicas, señales fisiológicas, datos clínicos). Se recomienda tener nociones básicas de aprendizaje automático (clasificación, regresión, PCA) y una buena capacidad analítica para interpretar resultados.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conocimientos:
K2. Reconocer estructuras avanzadas de análisis de datos y modelización.

Habilidades:
S6. Interpretar datos biomédicos mediante técnicas de análisis de datos, aprendizaje automático ("machine learning") y aprendizaje profundo ("deep learning").

Competencias:
C6. Integrar los valores de la sostenibilidad, entendiendo la complejidad de los sistemas, con el fin de emprender o promover acciones que establezcan y mantengan la salud de los ecosistemas y mejoren la justicia, generando así visiones para futuros sostenibles.
C4. Usar de forma solvente los recursos de información, gestionando la adquisición, estructuración, análisis y visualización de datos e información en el ámbito de su especialidad y valorando de forma crítica los resultados de esta gestión.
C5. Utilizar la información científico-técnica para responder a cualquier demanda de modificación, innovación o mejora de dispositivos, productos y procesos ligados a la ingeniería biomédica para nuevas aplicaciones científicas o tecnológicas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura utiliza la exposición de contenidos teóricos (AF.1) y la resolución de ejercicios, problemas y casos (AF.2) en un 20%, las sesiones en laboratorios informáticos o de simulación (AF.7) en un 20%, y la realización de trabajo individual y cooperativo en un 60%.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Al finalizar el curso Análisis de Datos y Aprendizaje Automático, el alumnado habrá adquirido los conocimientos y habilidades necesarias para:

1. Comprender los fundamentos del aprendizaje automático aplicado a la biomedicina, incluyendo los tipos de datos biomédicos, las técnicas de análisis y los principales algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado.
2. Aplicar técnicas de preprocesamiento y análisis exploratorio de datos biomédicos, como la normalización, la selección de características y la reducción de dimensionalidad, utilizando herramientas como Scikit-learn y PyTorch.
3. Desarrollar y evaluar modelos de aprendizaje automático para clasificación y regresión en problemas biomédicos, implementando regresión logística, árboles de decisión, SVM y redes neuronales.
4. Implementar modelos de aprendizaje profundo (deep learning) para aplicaciones biomédicas, incluyendo redes neuronales convolucionales (CNN) para el procesamiento de imágenes médicas y redes recurrentes (RNN) para secuencias de datos.
5. Interpretar los resultados obtenidos de los modelos de inteligencia artificial y evaluar su fiabilidad mediante métricas adecuadas (precisión, sensibilidad, AUC-ROC, etc.), validación cruzada y técnicas de detección de overfitting.
6. Aplicar metodologías de interpretabilidad y explicabilidad para garantizar el uso ético y seguro de la inteligencia artificial en el ámbito biomédico, mediante herramientas como SHAP y LIME.
7. Desarrollar y desplegar modelos en entornos biomédicos reales, entendiendo los retos y las consideraciones prácticas para llevar un modelo desde la fase de experimentación hasta su implementación en aplicaciones clínicas.
8. Integrar los conocimientos adquiridos en un proyecto final, en el que los estudiantes diseñarán e implementarán una solución de aprendizaje automático aplicada a un problema biomédico concreto.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	21,0	14.00
Horas grupo grande	21,0	14.00
Horas aprendizaje autónomo	108,0	72.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Fundamentos de Programación y Aprendizaje Automático

Descripción:
- Introducción a Python y librerías esenciales (NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, PyTorch).
- Conceptos básicos de aprendizaje automático: aprendizaje supervisado vs. no supervisado, overfitting, validación cruzada, métricas de evaluación.

Actividades vinculadas:
Práctica: Análisis exploratorio y preprocesamiento de datos biomédicos. Se proporcionará un conjunto de datos biomédicos (por ejemplo, registros clínicos o medidas fisiológicas). Los estudiantes deberán llevar a cabo un análisis exploratorio, limpieza y normalización de datos utilizando Pandas, NumPy y Scikit-learn.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Modelos de Regresión y Clasificación

Descripción:
- Regresión lineal y polinómica.
- Regresión logística y métricas de evaluación en clasificación.
- Aplicaciones biomédicas: predicción de valores clínicos, diagnóstico de enfermedades.

Actividades vinculadas:
Práctica: Predicción de valores clínicos con regresión. Los estudiantes trabajarán con un conjunto de datos de pacientes para predecir una variable clínica (por ejemplo, niveles de glucosa en sangre). Implementarán regresión lineal y Ridge/Lasso y compararán el rendimiento con métricas como RMSE y R^2.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Reducción de Dimensionalidad y Agrupamiento

Descripción:
- PCA y técnicas avanzadas de reducción de dimensiones.
- Clustering: K-means, DBSCAN y clustering jerárquico.
- Interpretabilidad y aplicaciones en datos biomédicos.

Actividades vinculadas:
Práctica: Visualización de datos biomédicos en 2D con PCA y t-SNE. Se utilizará un conjunto de datos con muchas variables (por ejemplo, imágenes transformadas en vectores o datos genómicos) para reducir la dimensionalidad con PCA y t-SNE y visualizar los grupos latentes.

Dedicación: 6h
Grupo mediano/Prácticas: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Modelos Avanzados: Árboles de Decisión y Métodos Ensemble

Descripción:
- Árboles de decisión, Random Forest y Gradient Boosting.
- Selección y extracción de características.
- Aplicaciones en biomarcadores y diagnóstico asistido.

Actividades vinculadas:
Resolución de problemas: Comparación de modelos para la detección de anomalías clínicas. Se proporcionarán varios modelos (Árbol de decisión, Random Forest, Gradient Boosting) y los estudiantes deberán analizar cuál es mejor en términos de precisión, recall e importancia de características en un caso de detección de anomalías en ECGs.

Dedicación: 6h
Grupo grande/Teoría: 3h
Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo

Descripción:
- Introducción a las redes neuronales profundas.
- Redes totalmente conectadas (Fully Connected Neural Networks).
- Regularización y optimización en redes neuronales.

Actividades vinculadas:
Práctica: Construcción de una red neuronal para diagnóstico médico. Se utilizará PyTorch o TensorFlow para construir una MLP (Multi-Layer Perceptron) para clasificar datos médicos (por ejemplo, detección de diabetes con la base de datos Pima Indians Diabetes). Se experimentará con optimización, dropout y regularización L2.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 30m

Redes Convolucionales y Aplicaciones en Imágenes Biomédicas

Descripción:
- Fundamentos de CNNs: convoluciones, pooling y arquitecturas clásicas.
- Aplicaciones biomédicas: clasificación de imágenes médicas, segmentación, diagnóstico automático.
- Evaluación de modelos y consideraciones éticas.

Actividades vinculadas:
Práctica: Clasificación de imágenes médicas con CNNs. Se trabajará con un conjunto de datos de imágenes médicas (por ejemplo, radiografías pulmonares para detectar neumonía). Los estudiantes implementarán una CNN básica con Keras/PyTorch, analizarán matrices de confusión, interpretabilidad (Grad-CAM) y sesgos éticos.

Dedicación: 9h
Grupo grande/Teoría: 4h 30m
Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 30m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Primer examen parcial = 35 %
Segundo examen parcial = 45 %
Trabajos, proyectos, actividades dirigidas = 20 %

La evaluación se llevará a cabo mediante la valoración por parte del profesorado. El estudiantado puede superar la asignatura mediante la evaluación continua, basada en dos exámenes parciales (el primer parcial a mitad de curso y el segundo parcial en el período habilitado para la realización de estas pruebas), así como en la realización de trabajos, proyectos y actividades dirigidas.

La estructura de cada examen incluye un bloque teórico (preguntas) y un bloque práctico (problemas), con una duración total de dos horas.

No habrá examen de reevaluación en esta asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:
- Deprez, Maria; Robinson, Emma C.. Machine Learning for Biomedical Applications. Academic Press, 2024. ISBN 9780128229040.

Complementaria:
- Kose, Utku; Deperlioglu, Omer; Hemanth, Jude. Deep Learning for Biomedical Applications. 1st Edition . CRC Press, 2024. ISBN 9781032033235.

- Shaikh, T.A.; Hakak, S.; Rasool, T.; Wasid, M.. Machine Learning and Artificial Intelligence in Healthcare Systems: Tools and Techniques. CRC Press, ISBN 9781032549217.
- Balas, V.E. et al.. Handbook of Deep Learning in Biomedical Engineering. Academic Press, 2020. ISBN 9780128230145.
- Mohanty, S. N.; Nalinipriya, G.; Jena, O. P.; Sarkar, A. . Machine Learning for Healthcare Applications. Wiley, 2021. ISBN 9781119791812.
- Kumar Rana, A.; Sharma, S.; Rana, S.; Chaudhary, R.. Evolution of Machine Learning and Internet of Things Applications in Biomedical Engineering. Routledge, 2023. ISBN 9781032759234.
- Karthik, C.; Rajalakshmi, M.; Mohanty, S.N.; Chowdhury, S.. Machine Learning for Healthcare Systems. River Publishers, 2023. ISBN 978-8770228114.
- Singh, B.K.; Sinha, G.R.. Machine Learning in Healthcare. Fundamentals and Recent Applications. CRC Press, 2024. ISBN 9780367564438.

RECURSOS

Enlace web:
- Machine Learning (MIT OCW). Machine Learning (MIT OCW)

Otros recursos:
https://ocw.mit.edu/courses/6-867-machine-learning-fall-2006/