Universitat Autònoma de Barcelona

2023/2024

Redes Neuronales y Aprendizaje Profundo

Código: 104407
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2503740 Matemática Computacional y Analítica de Datos	OB	3	2

Contacto

Nombre: Oriol Ramos Terrades

Correo electrónico: oriol.ramos@uab.cat

Idiomas de los grupos

Puede consutarlo a través de este enlace. Para consultar el idioma necesitará introducir el CÓDIGO de la asignatura. Tenga en cuenta que la información es provisional hasta el 30 de noviembre del 2023.

Equipo docente

Carlos Boned Riera

Prerrequisitos

Haber cursado las asignaturas de la materia 7: Inteligencia Artificial y Aprendizaje Computacional, y las asignaturas de Modelización e Inferencia (2º), Análisis Complejo de Datos (2º), y Teoría de la Información (3º).

Objetivos y contextualización

Esta asignatura tiene como objetivo dar una introducción práctica a los modelos de redes neuronales y el aprendizaje profundo.

Los estudiantes consolidarán y ampliarán sus antecedentes teóricos, construyendo sobre asignaturas anteriores sobre aprendizaje automático y complementando el conocimiento previo con nuevos conceptos sobre el diseño de redes neuronales, las herramientas y sistemas de aprendizaje profundo, y las técnicas de aprendizaje para dichos modelos.

Los estudiantes deben terminar esta asignatura, teniendo un amplio conocimiento de las diferentes arquitecturas de redes neuronales y sus escenarios de uso típicos, y una capacidad demostrada para elegir críticamente la arquitectura correcta y los mecanismos de aprendizaje adecuados para cada tarea.

Finalmente, los estudiantes recibirán capacitación práctica y adquirirán experiencia en el uso de los sistemas actuales de aprendizaje profundo para resolver tareas concretas.

Competencias

- Evaluar de manera crítica y con criterios de calidad el trabajo realizado.
- 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.
- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- 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.
- Resolver problemas relacionados con el análisis de grandes volúmenes de datos a través del diseño de sistemas inteligentes y de aprendizaje computacional.
- Trabajar cooperativamente en un contexto multidisciplinar asumiendo y respetando el rol de los diferentes miembros del equipo.
- Utilizar eficazmente bibliografía y recursos electrónicos para obtener información.

Resultados de aprendizaje

1. Comprender los mecanismos de aprendizaje profundo basado en redes neuronales para poder diseñar y aplicar la arquitectura más adecuada a un problema determinado.
2. Conocer y aplicar las técnicas de aprendizaje más adecuadas para resolver problemas computacionales en diferentes casos de estudio.
3. Entender y evaluar los resultados y limitaciones de las técnicas de aprendizaje más comunes.
4. Evaluar de manera crítica y con criterios de calidad el trabajo realizado.
5. Identificar y definir soluciones computacionales en múltiples dominios para la toma de decisiones basada en la exploración de alternativas, el razonamiento incierto y la planificación de tareas.
6. 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.
7. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
8. 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.
9. Trabajar cooperativamente en un contexto multidisciplinar asumiendo y respetando el rol de los diferentes miembros del equipo.
10. Utilizar eficazmente bibliografía y recursos electrónicos para obtener información.

Contenido

- Redes neuronales
    - Perceptron
    - Multi-layer perceptrón
    - Backpropagation
- Proceso de entrenamiento
    - Inicialización
    - Algoritmos de optimización
    - Técnicas de regularización
    - Tareas y funciones de coste
- Arquitecturas profundas de redes neuronales
    - Redes convolucionales
    - Redes recurrentes

- Aprendizaje no supervisado (autoencoders)
- Generative Adversarial Networks

Metodología

El diseño de redes neuronales se guía por los tipos de problemas que pretende resolver. A lo largo de esta asignatura será esa tipología de problemas la que proporcionará la motivación de cada apartado y orientará la organización de los contenidos.

Habrá tres tipos de sesiones:

Clases de teoría: El objetivo de estas sesiones es que el profesor explique los antecedentes teóricos de la asignatura. Para cada uno de los temas estudiados se explica la teoría y formulación matemática, así como las correspondientes soluciones algorítmicas.

Sesiones de laboratorio: Las sesiones de laboratorio tienen como objetivo facilitar la interacción, el trabajo colaborativo y reforzar la comprensión de los temas vistos en las clases de teoría mediante la elaboración de casos prácticos que requieren el diseño de soluciones utilizando los métodos estudiados en las clases de teoría. La resolución de problemas se iniciará en la clase y se complementará con una serie de problemas semanales para trabajar en casa.

Sesiones de proyecto: hacia finales de curso se dedicarán las últimas sesiones a realizar el seguimiento de un proyecto. Este proyecto consistirá en una tarea que deberá resolverse con las herramientas y conceptos trabajados a lo largo del curso.

Toda la información de la asignatura y los documentos relacionados que necesiten los alumnos estarán disponibles en el campus virtual (cv.uab.cat).

Nota: se reservarán 15 minutos de una clase dentro del calendario establecido por el centro o por la titulación para que el alumnado rellene las encuestas de evaluación de la actuación del profesorado y de evaluación de la asignatura o módulo.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clase de Practicas	14	0,56	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Clase de Teoría	20	0,8	1, 2, 3, 5, 6
Sesiones de proyecto	16	0,64	4, 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10
Tipo: Supervisadas			
Tutorias	5	0,2	4, 1, 2, 3, 5, 10
Tipo: Autónomas			
Dedicación a las practicas	29	1,16	4, 1, 2, 3, 6, 7, 8, 10
Desarrollo del proyecto	16	0,64	4, 2, 3, 5, 9, 10
Lectura y estudio de material	45	1,8	1, 2, 3, 5, 10

Evaluación

Para evaluar el nivel de aprendizaje del alumno, se establece una fórmula que combina la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos, y la capacidad de resolución de problemas.

Nota final

La nota final se calcula ponderada de la siguiente forma y según las diferentes actividades que se llevan a cabo:

Nota final = 0,45 * Nota de teoría + 0,1 * Nota de problemas + 0,45 * Evaluación práctica

Se aplicará esta fórmula siempre que la nota de teoría sea mayor que 4. No existe ninguna restricción sobre la nota de problemas ni sobre la nota de proyectos. Si haciendo el cálculo de la fórmula sale >= 5, pero las notas de teoría no alcanzan el mínimo exigido, entonces la nota que se pondrá en el expediente será la más pequeña entre el resultado de aplicar la fórmula anterior y 4,5.

Nota de teoría

La nota de teoría tiene como objetivo evaluar las habilidades individuales del alumno en cuanto al contenido teórico de la asignatura, esto se realiza de forma continua durante el curso a través de dos exámenes parciales. La calificación general de teoría es el promedio de las calificaciones de los dos exámenes parciales.

El examen parcial # 1 se realiza a mitad de semestre y sirve para eliminar parte de la materia si se aprueba. El examen parcial # 2 se realiza al final del semestre y sirve para eliminar parte de la materia si se aprueba.

Estos exámenes pretenden realizar una evaluación individualizada de las capacidades de cada estudiante para resolver problemas utilizando las técnicas explicadas en clase, así como evaluar el nivel de conceptualización que el estudiante ha hecho de las técnicas vistas. Si haciendo el cálculo de la fórmula sale una nota de teoría < 5 será necesario realizar el examen de recuperación.

Examen de recuperación. En caso de que la nota de teoría no llegue al aprobado, los estudiantes tendrán que presentarse a un examen de recuperación donde se evaluará de todos los contenidos de la asignatura realizados a lo largo del curso. En caso de aprobar, la nota máxima del examen de recuperación será 5.

Nota de Problemas

El objetivo de los problemas es que el alumno se entrene de forma continuada con los contenidos de la asignatura y se familiarice con la aplicación de los conceptos teóricos. Como prueba de este trabajo se solicita la entrega de un portafolio con las soluciones a los problemas semanales. Para obtener una nota de problemas se requiere que el alumno entregue un mínimo del 70% de los problemas. En caso contrario, la calificación de problemas será 0.

Nota de Proyecto

La parte de formación más práctica de esta asignatura se basa en el desarrollo de un proyecto que se realizará a finales de curso. Tiene un peso esencial en la nota global de la asignatura y pretende que el estudiante se enfrente al problema de diseñar una solución a un reto que se plantea de forma contextualizada y que, por tanto, requiere el diseño de una solución integral , desde la preparación de los datos hasta el diseño y entrenamiento de un modelo neuronal. Además, el estudiante debe demostrar sus habilidades para trabajar en equipo y presentar convincentemente los resultados.

Los proyectos se evalúa a través de su entregable, una presentación oral que realizarán los estudiantes en clase, y un proceso de autoevaluación por parte de los estudiantes. La nota se calcula de la siguiente forma:

Nota Proyecto = 0.5 * Nota Entregables + 0.3 * Nota Presentación + 0.2 * Nota Autoevaluación

En caso de no superar el proyecto se permitirá la recuperación a nivel de grupo o individual con la restricción de que la nota máxima del proyecto será un 5 (aprobado). En la recuperación del proyecto las notas obtenidas en la presentación y autoevaluación no se considerarán.

Notas importantes

Esta asignatura no contempla el sistema de evaluación única.

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, y de acuerdo con la normativa académica vigente, las actividades de evaluación serán suspendidas con cero (0) siempre que un alumno cometa alguna irregularidad académica que pueda alterar dicha evaluación (por ejemplo,plagio, copia, cesión de copia, ...). Las actividades de evaluación calificadas de esta forma y por este procedimiento no serán recuperables. Si se necesita aprobar alguna de estas actividades de evaluación para aprobar la asignatura, esta asignatura se suspenderá directamente, sin posibilidad de recuperarla en el mismo curso.

En caso de que el alumno no haga ninguna entrega de problemas, no participe en ninguna evaluación práctica y en ningún de los examenes, la nota correspondiente será "no evaluable". En cualquier otro caso, los "no presentados" computan como un 0 para el cálculo del promedio ponderado.

Para obtener matrícula de honor, la calificación final debe ser igual o superior a 9 puntos. Debido a que el número de estudiantes con esta distinción no puede exceder el 5% del número total de estudiantes inscritos en el curso, se le otorga a quien tenga la calificación final más alta. En caso de empate, se tendrán en cuenta los resultados de los exámenes parciales.

Actividades de evaluación continuada

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Entregables de problemas	10	0	0	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10
Evaluación del proyecto	45	1	0,04	4, 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10
Examenes	45	4	0,16	1, 2, 3, 5, 6, 8, 10

Bibliografía

Libros:

- Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 1st Ed. 2016
- Deep learning with Python, François Chollet, Manning Publications, 1st Ed., 2017
- Pattern Recognition and Machine Learning, Christopher Bishop, Springer, 2011
- Neural Networks for Pattern Recognition, Christopher Bishop, Oxford University Press, 1st ed., 1996

libros online:

- Michael Nielsen's *Neural Networks and Deep Learning*
  http://neuralnetworksanddeeplearning.com/
- *Zhang, Z.C. Lipton, M. Li, A.J. Smola, "Dive into Deep Learning", 2021*
  https://d2l.ai/

Software

Para las actividades prácticas del curso usaremos Python (NumPy, MatPlotLib, SciKit Learn) y PyTorch