Universidad de Navarra

Deep Learning aplicado a Visión Artificial (MIT-MADI)

Guía docente 2026-27

PRESENTACIÓN

Breve descripción: El objetivo del curso es introducir al alumno en los conocimientos teóricos básicos de formación de imagen, y en cómo identificar y definir los componentes de un sistema óptico para resolver problemas de visión industrial. Se introducirán y estudiarán redes neuronales, y se analizarán diferentes arquitecturas para clasificación, regresión, detección y localización de defectos en productos y segmentación, entre otros. Se hará un especial énfasis en el estudio de los fundamentos matemáticos de las redes neuronales convolucionales por su importancia en visión. Al finalizar la asignatura, el alumno será capaz de resolver problemas de visión por computador tanto con métodos clásicos de procesado de imagen como con técnicas de Deep Learning relacionadas con detección, localización y segmentación de objetos en imágenes. Finalmente, tendrá también conocimientos en el manejo de nubes de puntos y objetos 3D.

- **Titulación**: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
- **Módulo/Materia**: Tecnología de Telecomunicación / Teoría de la Señal y la Comunicación
- **Titulación**: Máster Universitario en Análisis de Datos en Ingeniería
- **Módulo/Materia**: Análisis de Datos / Aprendizaje Automático
- **ECTS**: 5
- **Curso, semestre**: 1º, 1
- **Carácter**: Obligatorio
- **Profesorado**:
- Borro Yagüez, Diego - Email: dborro@ceit.es
- Amundarain Irizar, Aiert - Email: aamundarain@ceit.es
- Ochoa Álvarez, Idoia - Email: iochoal@tecnun.es
- **Idioma**: Castellano
- **Aula, Horario**:

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (MIT)

- RA1 - 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.
- RA2 - 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.
- RA4 - 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.
- RA9 - Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
- RA13 - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y mulitidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
- RA16 - Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias MADI)

- 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, incluye reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
- 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
- CG01 - Gestionar la información en diferentes formatos para su posterior análisis, con el fin de obtener conocimiento a partir de datos
- CG02 - Explorar y explotar datos como una herramienta fundamental para la toma de decisiones en empresas y organizaciones
- CG03 - Extraer conocimiento de los datos, realizando predicciones y transformándolos en productos y servicios utilizando herramientas estadísticas de análisis de datos
- CG04 - Diseñar, planificar e implementar soluciones ingenieriles seleccionando las herramientas y tecnologías más adecuadas al problema planetado en cada caso
- CE05 - Comprender y aplicar los algoritmos de aprendizaje automático en la resolución de problemas, evaluando su rendimiento en base a las técnicas empleadas, los datos disponibles y el contexto en el que se aplica
- CE06 - Aplicar técnicas para extraer información de texto e imágenes
- CE07 - Comprender y aplicar las principales técnicas de visión artificial en la resolución de problemas en el ámbito industrial
- CE08 - Desarrollar proyectos de ciencia de datos y aprendizaje automático seleccionando las herramientas, tecnologías y entornos de desarrollo más adecuados
- CE09 - Aplicar las técnicas de análisis de datos en entornos tecnológicos e industriales para contribuir a la mejora de la cometitividad de las empresas y organizaciones

PROGRAMA

Introducción a la Visión Artificial Clásica

- Introducción
- Formación de imagen
- Componentes de un sistema óptico
- Algoritmos, filtros, descriptores y transformaciones clásicas de visión

Introducción al Deep Learning

- Introducción al Deep Learning y a los sistemas cognitivos
- Funciones de pérdida y tensores
- Backpropagation, learning rate y Fully Connected networks (FC)
- Frameworks de Deep Learning y Jupyter Notebooks
- Deep Learning (Clasificación de objetos)
- Optimizadores, datasets y métricas
- Convolución, deconvolución y pooling
- Arquitecturas de Deep Learning y transfer learning

Arquitecturas de Deep Learning para aplicaciones de Visión Artificial

- Arquitecturas CNN, ViT, FCN, RNN-LSTM, Autoencoders, GAN
- Explainable AI (XAI)
- Deep Learning (Detección de objetos)
- Deep Learning (Segmentación a nivel de pixel)
- Deep Learning (Nubes de puntos 3D)

Universidad de Navarra

CONTENTS OF THE COURSE

Introduction to classical Computer Vision

- Introduction
- Image formation
- Optical system components
- Algortithms, filters, descriptors and classical CV transformations

Introduction to Deep Learning

- Introduction to Deep Learning and cognitive systems
- Loss functions and tensors
- Backpropagation, learning rate and Fully Convolutional networks (FC)
- Deep Learning Frameworks and Jupyter Notebooks
- Deep Learning (object classification)
- Optimizers, datasets and metrics
    - Convolution, deconvolution and pooling
    - Deep Learning architectures and transfer learning

Deep Learning architectures for CV applications

- Architectures CNN, ViT, FCN, RNN-LSTM, Autoencoders, GAN
- Deep Learning (object detection)
- Deep Learning (object segmentation)
- Deep Learning (3D points cloud)

ACTIVIDADES FORMATIVAS

La dedicación de 125-150h (5 ECTS) a la asignatura se divide en las siguientes actividades formativas:

- Clases presenciales teóricas y clases de laboratorio: 50 horas.
    - En cada clase teórica, habrá presentaciones por parte del profesor de ejemplos prácticos
- Trabajos: 20horas
    - Los alumnos realizarán los trabajos/ejercicios en sus portátiles

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases expositivas
- Trabajo individual

EVALUACIÓN

ATENCIÓN: Se recuerda que cualquier intento de fraude, copia, plagio u otro comportamiento irregular supone una infracción grave tal y como está contemplado en el título IV "Normas de disciplina académica de los estudiantes" dentro del Sistema de normas sobre la convivencia en la Universidad de Navarra.

CONVOCATORIA ORDINARIA

- Se tendrá en cuenta la actitud en clase y asistencia
- 75% proyectos
  - En algunas de las sesiones, los profesores darán trabajo de laboratorio para realizar en el plazo de pocos días (10%)
  - Trabajo individual (65%)
  - Fecha límite: a revisar dependiendo del calendario
- 25% Examen
  - Preguntas sobre la teoría dada en las clases
  - OBLIGATORIO aprobar el examen

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Se tendrá en cuenta la actitud en clase y asistencia
- Los mismos % que en la convocatoria ordinaria: examen (obligatorio aprobar) + 1 trabajo (dependiendo de cómo se hayan hecho durante el curso, se valorará si usar los mismos trabajos o realizar uno nuevo)

HORARIOS DE ATENCIÓN

- El alumno deberá escribir un email al profesor correspondiente para resolver las dudas por email o quedar en algún momento.
- Se informará oportunamente de sesiones de atención de dudas o seminarios que puedan organizarse

BIBLIOGRAFÍA

- François Chollet, Deep Learning with Python, November 2017. Localízalo en la biblioteca
- Michael Nielsen (2015), *Neural Networks and Deep Learning.* Free access: http://neuralnetworksanddeeplearning.com/index.html
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville (2016), *Deep Learning*. Free access: https://www.deeplearningbook.org/