



FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Visión por ordenador I
Código	DEAC-IMAT-317
Título	Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial
Impartido en	Grado en Ingeniería Matemática e Inteligencia Artificial [Tercer Curso]
Nivel	Reglada Grado Europeo
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	3,0 ECTS
Carácter	Obligatoria (Grado)
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Responsable	Erik Velasco Salido
Horario de tutorías	Concertar cita por correo electrónico.

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Erik Velasco Salido
Correo electrónico	evelasco@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	José María Bengochea Guevara
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	jmbengochea@icai.comillas.edu
Profesores de laboratorio	
Profesor	
Nombre	Daniel Pinilla Melo
Correo electrónico	dpinilla@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Ignacio de Rodrigo Tobías
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Correo electrónico	iderodrigo@comillas.edu
Profesor	
Nombre	Lionel Güitta López
Correo electrónico	lglopez@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Luis Eduardo Arias Gonzales



Correo electrónico	learias@icai.comillas.edu
Profesor	
Nombre	Rodrigo Sánchez Molina
Departamento / Área	Departamento de Electrónica, Automática y Comunicaciones
Correo electrónico	rsmolina@icai.comillas.edu

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

En las últimas dos décadas, el campo de la visión por ordenador ha crecido exponencialmente. Actualmente, las cámaras se consideran uno de los sensores que más información brindan y su uso se ha extendido a sectores tan variados como la salud, la automoción y la industria manufacturera. Sin embargo, extraer esta información no es sencillo y a menudo requiere un considerable esfuerzo computacional.

Esta asignatura abarca algunas de las principales técnicas clásicas de procesamiento de imagen y video. Comienza con el aprendizaje sobre cómo se capturan las imágenes con una cámara y los algoritmos más comunes para resaltar las áreas de interés y eliminar el ruido u otros efectos no deseados. A continuación, se aborda cómo extraer características robustas que permitan entrenar modelos de aprendizaje automático (*machine learning*), culminando con nociones sobre la detección y seguimiento de objetos en movimiento en videos. Al finalizar el cuatrimestre, los estudiantes deberían comprender los fundamentos que sustentan los modelos basados en aprendizaje profundo que se utilizan actualmente, y que se cubren en profundidad en asignaturas más avanzadas.

Prerrequisitos

Álgebra lineal y fundamentos de programación en Python.

Competencias - Objetivos

Competencias

GENERALES

CG04	Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
CG06	Capacidad para utilizar el aprendizaje de manera estratégica y flexible en función del objetivo perseguido, a partir del reconocimiento del propio sistema de aprendizaje y de la conciencia del aprendizaje mismo, dentro de un contexto tecnológico que evoluciona rápidamente

ESPECÍFICAS

CE09	Capacidad para analizar, diseñar y resolver problemas reales a través de técnicas algorítmicas mediante un lenguaje de programación
------	---



CE26	Capacidad para aplicar técnicas de inteligencia artificial adecuadas para la realización de trabajos y proyectos de ingeniería.
CE29	Capacidad para realizar el tratamiento y análisis de información de visión por ordenador, así como la extracción de características a partir de dicha información.
CE31	Capacidad para especificar, diseñar e implementar las técnicas de aprendizaje automático y profundo para la resolución de problemas complejos.

Resultados de Aprendizaje

RA1	Estar familiarizado con los campos donde la visión por ordenador se usa en la actualidad o podría ser relevante en el futuro
RA2	Conocer los principios físicos involucrados en la formación y captura de imágenes, incluyendo las fuentes de ruido y error y cómo mitigarlas
RA3	Saber elegir e implementar las técnicas de procesamiento de imagen más adecuadas en cada caso para reducir el ruido o realzar detalles relevantes
RA4	Conocer las propiedades, ventajas e inconvenientes de los tipos de características más comunes, y comprender los algoritmos de extracción, codificación y correspondencia
RA5	Saber aplicar técnicas de análisis de video para seguir objetos en movimiento, incluso aunque sean ocluidos parcial o totalmente de forma temporal
RA6	Ser capaz de desarrollar aplicaciones de visión por ordenador usando OpenCV
RA7	Manejar literatura técnica, especialmente artículos publicados en revistas y conferencias científicas

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Teoría

Tema 1. Introducción

- ¿Qué es la visión por ordenador?
- Aplicaciones

Tema 2. Adquisición de imagen

- Modelos de cámara
- Calibración y distorsión
- Espacios de color y codificación

Tema 3. Procesamiento de imagen



- Filtrado
- Operadores morfológicos
- Detección de bordes

Tema 4. Extracción y correspondencia de características

- Detección de esquinas
- Detección de líneas
- Detección de puntos característicos: SIFT
- Detección de regiones
- Correspondencia de características
- *Stitching* de imágenes
- Bolsa de palabras visuales
- Detección de caras: Algoritmo de Viola-Jones

Tema 4. Detección de movimiento y seguimiento

- Extracción de fondo
- Flujo óptico
- Filtro de Kalman

Laboratorio

Práctica 1. Calibración de una cámara

- Se implementará un método de corrección de la distorsión sobre un conjunto de imágenes tomado con un modelo concreto de cámara.
- Se implementará y ejecutará un método de calibración extrínseca a partir de unos datos iniciales y un patrón de calibración conocido.

Práctica 2. Procesamiento de imagen

- Se calculará el histograma de intensidades de un conjunto de datos y se analizará el impacto de diversos métodos de preprocesado sobre los mismos.
- Se estudiará el efecto de distintos tipos de filtros (gaussianos, morfológicos, detección de bordes...).
- Para un conjunto de imágenes con algunas particularidades, habrá que determinar la técnica de preprocesado más adecuada para normalizarlo.

Práctica 3. Extracción de características y bolsa de palabras visuales

- Se realizará la extracción de puntos característicos sobre un conjunto de imágenes.
- Posteriormente, se aplicará el algoritmo de bolsa de palabras para clasificarlas en categorías.

Práctica 4. Seguimiento de objetos

- Se desarrollará un algoritmo de seguimiento de objetos en vídeos utilizando diversas técnicas como métodos de sustracción de fondo o filtros de Kalman.

Proyecto final



Usando una Raspberry Pi a la que se conectará una cámara se implementará un sistema de visión artificial en el que se hará uso de las técnicas cubiertas durante las prácticas. Se deberá incluir un método automático de calibración inicial.

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Metodología Presencial: Actividades

Clases magistrales expositivas y participativas. El profesor introducirá y explicará los principales conceptos de cada tema utilizando presentaciones dinámicas y pequeños ejemplos prácticos. Se fomentará la participación activa planteando preguntas abiertas para promover el debate.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

Sesiones prácticas de laboratorio. Se formarán grupos de trabajo para realizar prácticas regladas con las que afianzar los conceptos teóricos y aprender a manejar el equipamiento del laboratorio.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

Proyectos. Durante las últimas semanas los alumnos, organizados en grupos, elaborarán un proyecto libre que integre todos los módulos de la asignatura.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

Tutorías. Se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se planteen después de haber trabajado los distintos temas, y para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

Metodología No presencial: Actividades

Estudio personal. El alumno debe realizar un trabajo personal posterior a las clases teóricas para comprender e interiorizar los conocimientos aportados en la materia.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

Sesiones prácticas de laboratorio. Las prácticas de laboratorio requerirán la realización de un trabajo previo de preparación y finalizarán con la redacción de un informe.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

Proyectos. Se presentará una propuesta previa que incluya una planificación temporal para garantizar que el proyecto se puede realizar en el tiempo disponible. Asimismo, los alumnos deberán adelantar fuera del aula aquellas tareas que no necesiten de equipamiento especial para aprovechar al máximo el tiempo presencial de resolución de dudas con el profesor.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

Búsqueda y selección de materiales bibliográficos, datos o estadísticos. Se fomentará la lectura de artículos técnicos, puesto que son uno de los vehículos principales para transmitir la información en el campo de la visión por ordenador.

CG04, CE09, CG06, CE26, CE31, CE29

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

HORAS PRESENCIALES

Clases magistrales expositivas y participativas	Tutorías para resolución de dudas	Actividades de evaluación continua del rendimiento	Sesiones prácticas de laboratorio	Proyectos



14.00	5.00	2.00	8.00	6.00
HORAS NO PRESENCIALES				
Estudio personal	Búsqueda y selección de materiales bibliográficos, datos o estadísticos	Sesiones prácticas de laboratorio	Proyectos	
15.00	6.00	16.00	18.00	
CRÉDITOS ECTS: 3,0 (90,00 horas)				

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	Peso
<ul style="list-style-type: none">• Prueba intersemestral• Examen final	<ul style="list-style-type: none">• Comprensión de los conceptos teóricos.• Aplicación de estos conceptos a la resolución de problemas prácticos.• Análisis crítico de los resultados numéricos.• Comunicación escrita.	40
<ul style="list-style-type: none">• Prácticas	<ul style="list-style-type: none">• Comprensión de los conceptos teóricos.• Aplicación de estos conceptos a la resolución de problemas prácticos.• Análisis crítico de los resultados experimentales.• Comunicación oral y escrita.	40 %
<ul style="list-style-type: none">• Proyecto	<ul style="list-style-type: none">• Calidad de la propuesta.• Ejecución y calidad del diseño final.• Dificultad.• Robustez de funcionamiento.• Autonomía y habilidad para resolver problemas.• Comunicación oral y escrita.	20 %

Calificaciones

Convocatoria ordinaria

El peso de cada una de las actividades de evaluación será el siguiente:

- Teoría (40%)
 - Prueba intersemestral: 10%
 - Examen final: 30%
- Laboratorio (60%)
 - Prácticas: 40%
 - Proyecto: 20%

La calificación final se calculará atendiendo a estas **restricciones**:



- Si las notas del examen final y del proyecto son mayores o iguales que 5, la nota de la asignatura se obtendrá como la media ponderada de todas las actividades de evaluación. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será la menor de ambas notas.

Convocatoria extraordinaria

En la convocatoria extraordinaria se deberá realizar un nuevo examen final de teoría. Además, si la nota del proyecto es inferior a 5, el alumno deberá realizar también un proyecto individual, que se defenderá públicamente como tarde el día del examen extraordinario. Se conservan las notas de la convocatoria ordinaria de todas aquellas actividades de evaluación que no deban repetirse: prueba intersemestral, prácticas y, en su caso, del proyecto. La calificación final se obtendrá de la misma forma que en la convocatoria ordinaria y atendiendo a las mismas restricciones.

Normativa

La asistencia a clase es obligatoria según el Artículo 93 del Reglamento General de la Universidad Pontificia Comillas y el Artículo 6 de las Normas Académicas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). El incumplimiento de esta norma, que se aplicará de forma independiente para las sesiones de teoría y laboratorio, puede acarrear las siguientes consecuencias:

- Los alumnos que no asistan a más del 15% de las *sesiones de teoría* podrán perder el derecho a presentarse al examen final de la convocatoria ordinaria.
- La ausencia a más del 15% de las *sesiones de laboratorio* puede impedir presentarse a los exámenes de las convocatorias ordinaria y extraordinaria. En cualquier caso, las faltas no justificadas a sesiones de laboratorio serán penalizadas en la evaluación.

Los alumnos que cometan una irregularidad en cualquier actividad calificada recibirán una nota de cero en la actividad y se abrirá un procedimiento disciplinario (cf. Artículo 168 del Reglamento General de la Universidad Pontificia Comillas).

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Prueba intersemestral	Semana 7	
Examen final	Periodo de exámenes ordinarios	
Prácticas de laboratorio	Semanas 3, 6, 9 y 11	
Estudio de los contenidos teóricos	Después de cada clase	
Resolución de problemas propuestos	Cada dos semanas	
Elaboración de informes de laboratorio	Después de cada práctica	La semana siguiente a la finalización de la práctica
Desarrollo del proyecto	Desde la primera práctica de laboratorio	La última semana



Preparación de la prueba intersemestral	Una semana antes del examen	
Preparación del examen final	Diciembre	

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Apuntes y presentaciones de la asignatura (disponibles en Moodle).
- R. Szeliski, *Computer Vision: Algorithms and Applications*, 2ª Ed., Springer, 2021. ISBN-13: 978-3-030-34371-2
- OpenCV, [En línea]. Disponible: <https://opencv.org/>
- P Sturm, S. Ramalingam, J.-P. Tardif, S. Gasparini y J. Barreto, *Camera models and fundamental concepts used in geometric computer vision. Foundations and trends in computer graphics and vision*, vol. 6, no. 1-2, pp. 1-183, 2011 DOI: [10.1561/06000000023](https://doi.org/10.1561/06000000023)
- A. Ammar, H. B. Fredj y C. Souani, *Accurate realtime motion estimation using optical flow on an embedded system*, Electronics, vol. 10, no. 17, 2164, 2021. DOI: [10.3390/electronics10172164](https://doi.org/10.3390/electronics10172164)
- E. F. I. Raj y M. Balaji, *Shape feature extraction techniques for computer vision applications*, en B. V. Kumar, P. Sivakumar, B. Surendiran, J. Ding (eds.) *Smart Computer Vision*, EAI/Springer Innovations in Communication and Computing, Springer, Cham, 2023. DOI: [10.1007/978-3-031-20541-5_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20541-5_4)

Bibliografía Complementaria

- S. Dey, *Hands-on Image Processing in Python: Expert techniques for advanced image analysis and effective interpretation of image data*, 1ª Ed., Packt Publishing, 2018. ISBN-13: 978-1-789-34373-1
- E. Adil, M. Mikou y A. Mouhsen, *Investigation of stereo camera calibration based on Python*, en Proc. 12th Int. Conf. Soft Computing and Pattern Recognition (SoCPaR 2020). *Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol. 1383. Springer, Cham., 2021. DOI: [10.1007/978-3-030-73689-7_74](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73689-7_74)
- P. Corke, *Robotics, Vision and Control: Fundamental Algorithms in MATLAB*, 2ª Ed., Springer International Publishing, 2017. ISBN-13: 978-3-319-54412-0

En cumplimiento de la normativa vigente en materia de **protección de datos de carácter personal**, le informamos y recordamos que puede consultar los aspectos relativos a privacidad y protección de datos [que ha aceptado en su matrícula](#) entrando en esta web y pulsando "descargar"

<https://servicios.upcomillas.es/sedelectronica/inicio.aspx?csv=02E4557CAA66F4A81663AD10CED66792>