



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Sistemas de Visión Artificial

Grado en
Ingeniería Informática (GII)
Ingeniería en Sistemas de Información (GISI)
Ingeniería de Computadores (GIC)

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

4º Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GII+GISI+GIC)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Sistemas de Visión Artificial
Código:	780029 (GII+GISI+GIC)
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería Informática (GII) Ingeniería en Sistemas de Información (GISI) Ingeniería de Computadores (GIC)
Departamento y Área de Conocimiento:	Electrónica Tecnología electrónica
Carácter:	Optativa (Genérica) (GII+GISI+GIC)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	4º Curso - 1º Cuatrimestre (GII+GISI+GIC)
Profesorado:	Juan Manuel Miguel Jiménez (English) Sira Elena Palazuelos Cagigas Miguel Ángel García Garrido
Horario de Tutoría:	Consultar página Web: Ver Aula Virtual de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

1a. PRESENTACIÓN

La asignatura de Sistemas de Visión Artificial introduce al estudiante los sistemas de visión artificial y las técnicas de procesamiento digital de imágenes. Los conceptos teóricos explicados se comprueban de forma práctica en el laboratorio.

Se detallan y analizan diferentes alternativas de implementación de sistemas inteligentes de visión artificial. Los principales temas que se abordan son: fundamentos del procesamiento digital de imágenes, técnicas de procesamiento de imágenes en el dominio del espacio y de la frecuencia, segmentación de imágenes, técnicas de reconocimiento y seguimiento de objetos, visión 3D y ejemplos de aplicación en sistemas inteligentes.

Para el buen aprovechamiento de la asignatura es recomendable (aunque no necesario) tener nociones de convolución, filtrado, muestreo de señales, transformada de Fourier discreta, conversión analógico-digital y digital-analógica.

1b. COURSE SUMMARY

Computer Vision Systems aims to introduce students to the study of computer vision and design of digital image processing algorithms. The theoretical concepts explained in the lectures are scheduled later in the laboratory either in C/C++ with OpenCV or MATLAB.

Different alternatives for implementation of intelligent machine vision systems are detailed and analyzed. The main topics to be addressed include: fundamentals of digital image processing, image processing techniques in the spatial and frequency domains, image segmentation, recognition techniques and object tracking, 3D vision and its application in intelligent systems.

In order to make the most of the course, it is recommended (but not required) to have some knowledge about convolution, filtering, signal sampling, discrete Fourier transform, analog-to-digital and digital-to-analog conversions.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales:

CB1 - 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.

CB2 - 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.

CB3 - 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.

CB4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un

público tanto especializado como no especializado.

CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG4 - Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5, anexo 2, de la resolución BOE-A-2009-12977.

CG9 - Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

TRU1 - Capacidad de análisis y síntesis.

TRU2 - Comunicación oral y escrita.

TRU3 - Capacidad de gestión de la información.

TRU4 - Capacidad de aprendizaje autónomo.

TRU5 - Capacidad para trabajar en equipo.

Competencias Específicas

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) específica(s):

CC3 - Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

CC4 - Capacidad para conocer los fundamentos, paradigmas y técnicas propias de los sistemas inteligentes y analizar, diseñar y construir sistemas, servicios y aplicaciones informáticas que utilicen dichas técnicas en cualquier ámbito de aplicación.

CIC1 - Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.

CIC7 - Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Conocer y comprender las técnicas matemáticas que subyacen en el procesamiento digital de imágenes.

RA2. Aplicar su conocimiento y comprensión de las técnicas de procesamiento digital a la solución de problemas específicos con imágenes.

RA3. Diseñar una aplicación práctica de visión artificial mediante un lenguaje de programación estándar y librerías de funciones de procesamiento.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
Presentación	1h
Fundamentos de la visión artificial. <ul style="list-style-type: none"> • Aspectos generales sobre visión por computador. • Sistemas de iluminación. • Óptica. • Cámaras. • Adquisición y geometría de formación de imágenes. • Radiometría. • Fotometría. • Digitalización. • Introducción al color. 	5h (2h T + 3h L)
Técnicas básicas de procesamiento de imágenes. <ul style="list-style-type: none"> • Transformadas espaciales y frecuenciales. • Tipos de filtros. • Transformaciones geométricas en imágenes. • Histograma. • Mejora de imágenes. • Detección de bordes, esquinas. • Operadores morfológicos 	10h (4h T + 6h L)
Técnicas de segmentación. <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de segmentación. • Fundamentos de técnicas de segmentación. • Segmentación basada en regiones. • Segmentación basada en bordes. • Segmentación basada en el histograma. • Segmentación basada en métodos probabilísticos. 	10h (4h T + 6h L)
Evaluación (TCB 1)	1h
Representación y descripción de imágenes. <ul style="list-style-type: none"> • Introducción. • Esquemas de representación: código de cadena, firmas o signatures. • Descripción de contornos y regiones: básicos, Fourier, topológicos, Momentos, Momentos invariantes, Hu. • Introducción a las texturas. 	6h (2h T + 4h L)

Técnicas de Machine Learning en Visión Computacional. <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos básicos de Machine Learning. • Clasificador por regiones (Redes Neuronales). • Clasificador por distancia Euclídea, Mahalanobis y K-NN. • Clasificador estadístico, Naïve/Normal Bayes. • Clustering mediante GMM-EM. • Árboles de decisión. • Clasificador SVM (Support Vector Machines). 	8h (4h T + 4h L)
Geometría de la cámara. <ul style="list-style-type: none"> • Modelo geométrico de la cámara (pin-hole). • Coordenadas homogéneas. • Transformación Euclídea 3D. • Transformación euclídea en coordenadas homogéneas. • Transformación proyectiva. • Proyección perspectiva, afín y similaridad. • Parámetros intrínsecos y extrínsecos de una cámara. 	6h (3h T + 3h L)
Práctica final	8h (L)
Evaluación (Presentación práctica final + TCB 2)	3h

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (56 horas de clase presencial +2 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes)
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

- Clases teóricas y resolución de ejemplos.
- Clases prácticas: laboratorio y resolución de ejercicios y problemas.
- Tutorías: individuales y/o grupales.

Además, se podrán utilizar, entre otros, los siguientes recursos complementarios:

- Trabajos individuales o en grupo: conllevando, además de su realización, la correspondiente exposición pública ante el resto de compañeros para propiciar el debate.
- Asistencia a conferencias, reuniones o discusiones científicas relacionadas con la materia.
- Visionado de vídeos sobre el contenido de la asignatura.

A lo largo del curso al estudiante se le irán proponiendo actividades y tareas tanto teóricas como prácticas. Se realizarán distintas prácticas coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos, de manera que el estudiante pueda experimentar tanto individualmente como en grupo, consolidando así los conceptos adquiridos. Con idea de verificar experimentalmente si la metodología de la *gamificación* resulta ventajosa en la impartición del laboratorio, se podrán incluir conceptos de *gamificación* en algunas prácticas, basados en esta metodología potencialmente positiva para motivar al alumnado.

Para la realización de las prácticas, el estudiante dispondrá en el laboratorio de un puesto con un ordenador con el hardware y software adecuado para el tratamiento digital de imágenes.

Durante todo el proceso de aprendizaje de la asignatura, el estudiante deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos o electrónicos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que utilizará profesionalmente.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la [Normativa de Evaluación de los Aprendizajes](#) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

Convocatoria ordinaria

Evaluación continua:

Consistente en la realización de dos tests de conocimientos teóricos básicos (TCBs), de las prácticas de laboratorio (PP.LL.) y de una práctica final (PF) a lo largo del cuatrimestre.

Evaluación mediante examen final:

Consistirá en la realización de un test de conocimientos teóricos básicos (TCB), de las prácticas de laboratorio (PP.LL.) y de la presentación de una práctica final (PF).

Convocatoria extraordinaria

Se plantean dos situaciones:

- a. El estudiante que, habiendo participado en el proceso de evaluación continua no supere la

asignatura se podrá presentar a la convocatoria extraordinaria de junio. Esta convocatoria constará de dos partes (teoría y práctica).

- b. El estudiante que, habiendo participado en el proceso de evaluación final no supere la asignatura se podrá presentar a la convocatoria extraordinaria de junio. El procedimiento de evaluación será idéntico a la convocatoria ordinaria.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes.

- CE1: El estudiante es capaz de resolver correctamente problemas matemáticos relacionados con la visión artificial.
- CE2: El estudiante integra los conocimientos explicados en los distintos temas de teoría para poder resolver de manera creativa y original los problemas que se le planteen.
- CE3: El estudiante implementa en la práctica algoritmos de tratamiento digital de imágenes que dan solución a los problemas planteados, integrando los conocimientos adquiridos sobre el funcionamiento de los sistemas de visión artificial, haciendo uso de los recursos bibliográficos y herramientas informáticas a su alcance.
- CE4: El estudiante es capaz de generar documentación correctamente redactada, clara y precisa sobre el trabajo realizado en el laboratorio.
- CE5: El estudiante expone y defiende de manera clara y razonada sus propuestas para la resolución de los problemas planteados.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Esta sección expone los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

1. Tests de conocimientos básicos (TCB1, TCB2). Se realizarán dos tests a lo largo del curso que consistirán en una serie de preguntas de respuesta múltiple que abordarán los aspectos teóricos básicos de los temas impartidos.
2. Prácticas de laboratorio (PP.LL.). Consiste en la resolución de problemas prácticos en cada uno de los temas empleando las herramientas informáticas disponibles.
3. Práctica final (PF). Consiste en el diseño de una aplicación práctica de visión artificial en la que el estudiante debe aplicar e interrelacionar los conocimientos teórico-prácticos adquiridos en la asignatura. Se realizará una presentación oral del trabajo.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

Convocatoria ordinaria:

1) Evaluación continua:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CC3, CC4, CIC7, CB1-CB4, TRU1-TRU3	RA1, RA2	CE1, CE2	TCB1	15%
			TCB2	15%
	RA1-RA3	CE1-CE4	PP.LL.	40%
CIC1, CG4, CG9, CB5, TRU4, TRU5	RA1-RA3	CE1-CE5	PF	30%

Para considerar superada la evaluación continua, (demostrando la adquisición de las competencias) los estudiantes deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Que el estudiante realice **todas** las prácticas de laboratorio y **los dos tests** de conocimientos básicos (TCB1 y TCB2).
- Que el estudiante haya demostrado que es capaz de dar solución a los problemas prácticos planteados integrando los conocimientos adquiridos sobre el funcionamiento de los sistemas de visión artificial, haciendo uso de los recursos bibliográficos y herramientas informáticas a su alcance, que sea capaz de generar documentación correcta sobre ello, y exponerlo de forma clara y razonada. Se entiende que el estudiante ha superado estas competencias si obtiene una calificación final ponderada resultante de las dos partes del laboratorio (40% de las PP.LL. + 30% de PF) igual o superior al 40% máximo obtenible de la nota del laboratorio.
- Obtener una calificación global ponderada igual o superior a 5 (sobre 10) entre todos los instrumentos de evaluación.

El estudiante que no solicite la evaluación final y no participe en el proceso de evaluación continua, se calificará como **“No Presentado”** en la convocatoria ordinaria. Se considerará que un estudiante participa en el proceso de evaluación continua en el momento que realiza alguno de los TCBs.

2) Evaluación final

Los estudiantes que opten y se les conceda la evaluación final deberán superar una prueba final con los siguientes contenidos:

- a. Una prueba de evaluación final (TCB) que abarcará todos los conocimientos teóricos cubiertos en la asignatura.
- b. Entrega de las prácticas de laboratorio (PP.LL.) y defensa de las mismas.
- c. Entrega de una práctica final, con las mismas características que la de la evaluación continua (PF).

La siguiente tabla describe la relación entre los diferentes instrumentos, los criterios de calificación y el porcentaje de la calificación asignado a cada parte:

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CC3, CC4, CIC7, CB1-CB4, TRU1-TRU3	RA1, RA2	CE1, CE2	TCB	30%
	RA1-RA3	CE1-CE4	PP.LL.	40%
CIC1, CG4, CG9, CB5, TRU4, TRU5	RA1-RA3	CE1-CE5	PF	30%

Para considerar superada la evaluación final el estudiante tendrá que obtener una calificación global ponderada igual o superior a 5 (sobre 10) entre los diferentes instrumentos de evaluación y una calificación final ponderada resultante de las dos partes del laboratorio (40% de las PP.LL. + 30% de PF) igual o superior al 40% máximo obtenible de la nota del laboratorio.

Convocatoria extraordinaria:

1) Evaluación continua: Los estudiantes que, habiendo participado en el proceso de evaluación continua no superen la asignatura en la convocatoria ordinaria se podrán presentar a la convocatoria extraordinaria de julio. Esta convocatoria constará de dos partes (teoría y práctica). Si tiene menos de un 4 en la parte práctica deberá recuperarla obligatoriamente (PP.LL. + PF). Opcionalmente, si el estudiante lo desea, podrá presentarse a un examen teórico (TCB), si su nota de los TCBs en la convocatoria ordinaria fue inferior a 5 puntos. Su nota media final ponderada deberá superar los 5 puntos.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CC3, CC4, CIC7, CB1-CB4, TRU1-TRU3	RA1, RA2	CE1, CE2	TCB	30%
	RA1-RA3	CE1-CE4	PP.LL.	40%
CIC1, CG4, CG9, CB5, TRU4, TRU5	RA1-RA3	CE1-CE5	PF	30%

2) **Evaluación final:** El criterio de calificación para este tipo de evaluación será idéntico que en la evaluación continua.

6. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía básica

- Documentación preparada explícitamente para esta asignatura por el profesorado de la misma, y que será proporcionada a los estudiantes de manera directa, o con su publicación en la web de la asignatura.
- Vídeo-clases que cubren los conocimientos teóricos de la asignatura.
- David A. Forsyth and Jean Ponce. **Computer vision: A Modern Approach**. Prentice Hall. Pearson Education International. 2011
- Richard Szeliski. Computer Vision: [Algorithms and Applications, 2nd ed.](#)

6.2. Bibliografía complementaria

Libros:

- Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. **Digital Image Processing**. Prentice Hall.
- William K. Pratt. **Digital Image Processing**. Wiley Interscience.
- Richard Hartley and Andrew Zisserman. **Multiple View Geometry in Computer Vision** Cambridge University Press
- Linda G. Shapiro, George C. Stockman. **Computer Vision**. Prentice Hall.
- Oliver Faugeras and Quang-Tuan Loung. **The geometry of multiple Images** The MIT press.
- Kenneth R. Castleman. **Digital Image Processing**. Prentice Hall.
- Dona H. Ballard and Christopher M. Brown. **Computer Vision**. Prentice Hall
- Oliver Faugeras. **Three- Dimensional Computer Vision. A geometric View point** The MIT press.
- Andrew Balke and Alan Yuille. **Active Vision**, The MIT Press.
- Robert M. Haralick and Shapiro. **Computer and Robot Vision (vol. I y II)**
- Robert Laganière. [OpenCV 2 Computer Vision Application Programming Cookbook](#) PACKT Publishing. 2011
- MATLAB Image Processing Toolbox. (<http://www.mathworks.es/products/image>)

Páginas web:

- The computer vision home page (<http://www.cs.cmu.edu/~cil/vision.html>)
- IEEE Xplore (<http://ieeexplore.ieee.org>)

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.