

Guía docente de la asignatura

Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 26/07/2023

## Sistemas de Visión Bioinspirados (M51/56/3/17)

**Máster**

Máster Universitario en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores

**MÓDULO**

Módulo de Sistemas de Aplicación Específica

**RAMA**

Ingeniería y Arquitectura

**CENTRO RESPONSABLE DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

<b>Semestre</b>	Segundo	<b>Créditos</b>	4	<b>Tipo</b>	Optativa	<b>Tipo de enseñanza</b>	Presencial
-----------------	---------	-----------------	---	-------------	----------	--------------------------	------------

### BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)

Esta materia se enmarca en una ingeniería, con una importante faceta experimental y con interés en estudios multidisciplinares. Por ello incluye distintas componentes: formación teórica (sobre metodología y materia de base), diseño (estudio del referente biológico para diseño mediante ingeniería inversa de sistemas de procesamiento visual) y experimentación (validación de modelos, simulación o implementación física y resultados).

La asignatura se centra en el estudio de sistemas artificiales de visión inspirados en la estructura (neuroanatomía) y función (neurofisiología) de los distintos centros neuronales implicados en el proceso de la visión. Comprende el estudio de las características básicas de codificación y procesamiento de la información visual en estos centros, así como el planteamiento y elaboración de modelos que aproximen dichas características con distintos niveles de abstracción (visión primaria, intermedia y de alto nivel).

Se revisan implementaciones específicas en tiempo real (ej. retinas artificiales), así como plataformas de simulación disponibles en distintos lenguajes.

### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIAS BÁSICAS



- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - 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.
- CB8 - 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, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - 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.
- 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.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Capacidad de acceso y gestión de la información
- CG02 - Capacidad de análisis y síntesis
- CG03 - Capacidad de organización y planificación
- CG04 - Capacidad emprendedora
- CG05 - Capacidad para tomar decisiones de forma autónoma
- CG06 - Capacidad de uso de una lengua extranjera
- CG07 - Motivación por la calidad
- CG08 - Capacidad para trabajar en equipo

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Capacidad para el diseño, configuración, implementación y evaluación de plataformas de cómputo y redes para que proporcionen los niveles de prestaciones y satisfagan los requisitos establecidos por las aplicaciones en cuanto a coste, velocidad, fiabilidad, disponibilidad y seguridad.
- CE02 - Capacidad de utilización de herramientas avanzadas en actividades propias de la ingeniería de computadores y redes: herramientas para la descripción, análisis, simulación, diseño e implementación de plataformas de cómputo, control y comunicación
- CE03 - Capacidad para la aplicación de técnicas y metodologías que permitan abordar desde nuevas perspectivas los problemas de interés, gracias a la disponibilidad de las plataformas de computación y comunicación con altos niveles de prestaciones.
- CE04 - Capacidad de análisis de aplicaciones en ámbitos de biomedicina y bioinformática, optimización y predicción, control avanzado, y robótica bioinspirada, tanto desde el punto de vista de los requisitos para una implementación eficaz de los algoritmos y las técnicas de computación que se usan para abordarlas, como de las características deseables en las arquitecturas donde se ejecutan

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Ser consciente de la importancia del desarrollo sostenible y demostrar sensibilidad medioambiental.
- CT02 - Ser consciente del derecho a la no discriminación y al acceso universal al



conocimiento de las personas con discapacidad.

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- (AP0) Resultados relacionados con las competencias generales (CG): habilidades de resolución de problemas, de discusión, de comunicación oral y escrita, etc.
- (AP1) Análisis de características de codificación y procesamiento de información visual en el sistema biológico.
- (AP2) Análisis y planteamiento de modelos a partir de la estructura y función de las diversas etapas del tracto visual (retina, LGN, corteza visual, ...).
- (AP3) Implementación de sistemas bioinspirados de visión: conocimiento y evaluación de simuladores e implementaciones hardware dedicadas.
- (AP4) Estudio de propiedades emergentes de los modelos de visión bioinspirados, tanto para la interpretación de características del sistema biológico, como para el diseño de sistemas de visión de aplicación específica.
- (AP5) Revisión y discusión de trabajos científicos de este campo. Para desarrollar su capacidad de actualización de conocimientos científico-técnicos más allá de los contenidos del curso.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- Tema 1. Estructura y función del sistema visual. Codificación y procesamiento de información.
- Tema 2. Modelos de visión para computación bio-inspirada y neurocientífica. Visión primaria, intermedia y de alto nivel.
- Tema 3. Simulación del sistema visual e implementaciones físicas.

### PRÁCTICO

#### PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

- Práctica 1. Procesamiento de imágenes
- Práctica 2. Procesamiento de secuencias de video
- Práctica 3. Modelado funcional y biofísico de las primeras etapas del sistema visual

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL



- Hubel, D. H. (1995). Eye, brain, and vision. Scientific American Library/Scientific American Books..
- Martínez-Cañada, P., Morillas, C., Pino, B., Ros, E., & Pelayo, F. (2016). A computational framework for realistic retina modeling. International Journal of Neural Systems, 26(07), 1650030.
- Barranco, F., Diaz, J., Pino, B., & Ros, E. (2014). Real-time visual saliency architecture for FPGA with top-down attention modulation. IEEE transactions on industrial informatics, 10(3), 1726-1735.
- Lee, B. B., Martin, P. R., & Grünert, U. (2010). Retinal connectivity and primate vision. Progress in retinal and eye research, 29(6), 622-639..
- Gollisch, T., & Meister, M. (2010). Eye smarter than scientists believed: neural computations in circuits of the retina. Neuron, 65(2), 150-164..
- Poggio, T., & Serre, T. (2013). Models of visual cortex. Scholarpedia, 8(4), 3516.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Barranco, F., Díaz, J., Ros, E., & Pino, B. (2009). Visual system based on artificial retina for motion detection. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics), 39(3), 752-762.
- Morillas, C. A., Romero, S. F., Martínez, A., Pelayo, F. J., Ros, E., & Fernández, E. (2007). A design framework to model retinas. Biosystems, 87(2-3), 156-163.
- Martínez-Cañada, P., Morillas, C., & Pelayo, F. (2019). A Neuronal Network Model of the Primate Visual System: Color Mechanisms in the Retina, LGN and V1. International Journal of Neural Systems, 29(02), 1850036.. International Journal of Neural Systems, 29(02), 1850036.
- Bednar, J. A. (2009). Topographica: building and analyzing map-level simulations from Python, C/C++, MATLAB, NEST, or NEURON components. Frontiers in neuroinformatics, 8.
- Benoit, A., Caplier, A., Durette, B., & Héroult, J. (2010). Using human visual system modeling for bio-inspired low level image processing. Computer vision and Image understanding, 114(7), 758-773.
- Born, G., Schneider-Soupiadis, F. A., Erisken, S., Vaiceliunaite, A., Lao, C. L., Mobarhan, M. H., ... & Busse, L. (2021). Corticothalamic feedback sculpts visual spatial integration in mouse thalamus. Nature neuroscience, 24(12), 1711-1720..
- Boahen, K. (2005). Neuromorphic microchips. Scientific American, 292(5), 56-63..
- Carandini, M., Demb, J. B., Mante, V., Tolhurst, D. J., Dan, Y., Olshausen, B. A., ... & Rust, N. C. (2005). Do we know what the early visual system does?. Journal of Neuroscience, 25(46), 10577-10597..
- Baccus, S. A., & Meister, M. (2002). Fast and slow contrast adaptation in retinal circuitry. Neuron, 36(5), 909-919..
- Mead, C. A., & Mahowald, M. A. (1988). A silicon model of early visual processing. Neural networks, 1(1), 91-97.

### ENLACES RECOMENDADOS

- Libros de texto:
  - [Web del libro Webvision](#)
  - [Web del libro CMVC](#)
  - [Web del libro Theoretical Neuroscience](#)
- Herramientas software de simulación:
  - [COREM](#) - simulador de modelos de retina
  - [Virtual Retina](#) - simulador de modelos de retina



- [Retsim](#) - simulador de modelos de retina
- [RetinaOpenCV](#) - modelo de procesamiento de retina
- [NEST](#) - simulador de neuronas de spikes
- [NEURON](#) - simulador de neuronas multicompartimentales
- [TVB](#) - simulador de modelos neural mass y neural field
- [Topographica](#) - simulador de mapas neuronales
- [NeuronC](#) - lenguaje de simulación de circuitos neuronales
- [HMAX](#) - modelo computacional de corteza
- [iLab: iLab Neuromorphic Vision C++ Toolkit web](#)
- [Sitio web del Máster Universitario Oficial en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores](#)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos
- MD03 Prácticas de laboratorio
- MD04 Seminarios
- MD05 Análisis de fuentes y documentos
- MD06 Realización de trabajos en grupo
- MD07 Realización de trabajos individuales

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

### EVALUACIÓN ORDINARIA

El artículo 17 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que la convocatoria ordinaria estará basada preferentemente en la evaluación continua del estudiante, excepto para quienes se les haya reconocido el derecho a la evaluación única final. La evaluación continua se compone de los siguientes elementos:

- Actividades realizadas durante el cuatrimestre.
  - Se plantean cuestiones sobre seminarios u otras actividades que se proponen durante el desarrollo de las sesiones
  - Criterios de evaluación: Exactitud en la respuesta, razonamiento, conclusiones
  - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- Trabajo teórico previamente asignado
  - Se entregan para evaluación un documento escrito (máx. 10 páginas) y una presentación. Se realizará la presentación oral del trabajo.
  - Criterios de evaluación: Completitud, rigor, organización, conclusiones, capacidad de síntesis.
  - Porcentaje sobre calificación final: 60%
- Evaluación de prácticas
  - Se entrega para evaluación una relación de ejercicios prácticos propuestos sobre el contenido de las prácticas.
  - Criterios de evaluación: Completitud, corrección.
  - Porcentaje sobre calificación final: 30%

### EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA



El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de una prueba y/o trabajo.

- Prueba de conocimientos teóricos
  - Se plantean cuestiones sobre la materia que impliquen el análisis global de la misma y la elaboración de conclusiones.
  - Criterios de evaluación: Capacidad de análisis, razonamiento, conclusiones
  - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- Trabajo teórico previamente asignado
  - Se entregan para evaluación un documento escrito (máx. 10 páginas) y una presentación. Se realizará la presentación oral del trabajo.
  - Criterios de evaluación: Completitud, claridad, rigor, organización, conclusiones, capacidad de síntesis.
  - Porcentaje sobre calificación final: 60%
- Evaluación de prácticas
  - Se entrega para evaluación una relación de ejercicios prácticos propuestos sobre el contenido de las prácticas.
  - Criterios de evaluación: Completitud, corrección.
  - Porcentaje sobre calificación final: 30%

## EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas. Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.

- Prueba de conocimientos teóricos
  - Se plantean cuestiones sobre la materia que impliquen el análisis global de la misma y la elaboración de conclusiones.
  - Criterios de evaluación: Capacidad de análisis, razonamiento, conclusiones
  - Porcentaje sobre calificación final: 10%
- Trabajo teórico previamente asignado
  - Se entregan para evaluación un documento escrito (máx. 10 páginas) y una presentación. Se realizará la presentación oral del trabajo.
  - Criterios de evaluación: Completitud, claridad, rigor, organización, conclusiones, capacidad de síntesis.
  - Porcentaje sobre calificación final: 60%
- Evaluación de prácticas
  - Se entrega para evaluación una relación de ejercicios prácticos propuestos sobre el contenido de las prácticas.
  - Criterios de evaluación: Completitud, corrección.
  - Porcentaje sobre calificación final: 30%





### INFORMACIÓN ADICIONAL

Información de interés para estudiantado con discapacidad y/o Necesidades Específicas de Apoyo Educativo (NEAE): [Gestión de servicios y apoyos](https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad) (<https://ve.ugr.es/servicios/atencion-social/estudiantes-con-discapacidad>).

