

Guía docente de la asignatura

Sistemas de Visión Bioinspirados

Fecha última actualización: 08/07/2021
Fecha de aprobación por la Comisión Académica: 26/07/2021

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

Semestre	Segundo	Créditos	4	Tipo	Optativa	Tipo de enseñanza	Presencial
-----------------	---------	-----------------	---	-------------	----------	--------------------------	------------

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.

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 bio-inspirados. 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 de las primeras etapas del sistema visual

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- D.H. Hubel, Eye, Brain, and vision, Scientific American Library, 1988.
- Eric R. Kandel et al., Principles of neural science, 5th Edition, McGraw-Hill Medical, 2013.
- S. Ullman: High-level Vision. Object Recognition and Visual Cognition, A Bradford Book, The MIT Press, 1996.
- G. Cristobal, L. Perrinet y M.S. Keil, Eds. Biologically inspired computer vision : fundamentals and applications, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA , 2016.
- Miikkulainen, R., Bednar, J. A., Choe, Y., and Sirosh, J. Computational Maps in the Visual Cortex. New York: Springer, 2005.
- P. Martínez-Cañada, C. Morillas, B. Pino, E. Ros, F.J. Pelayo, "A Computational Framework for Realistic Retina Modeling", International Journal of Neural Systems (IJNS), Volume 26, Issue 07, November 2016.
- F. Barranco, J. Diaz, B. Pino, and E. Ros, "Real-Time Visual Saliency Architecture for FPGA With Top-Down Attention Modulation", IEEE Trans. On Industrial Informatics, Volume 10, Issue 3, August 2014

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- (Barranco, 2009) Barranco, F. ; Díaz, A.J.; Ros, E.; Pino, B , Visual system based on artificial retina for motion detection, IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS MAN AND CYBERNETICS PART B-CYBERNETICS, 2009, vol. 39, nº 3, pp. 752-762, <http://dx.doi.org/10.1109/TSMCB.2008.2009067>
- (Bednar 2012) Bednar, J. A. (2012). Building a mechanistic model of the development and function of the primary visual cortex. Journal of Physiology (Paris), 106, 194- 211.
- (Bednar, 2009) J.A. Bednar, Topographica: building and analyzing map-level simulations from Python, C/C++, MATLAB, NEST, or NEURON components, Frontiers in Neuroinformatics, doi: 10.3389/neuro.11.008.2009
- (Benoit 2010) A. Benoit, A. Caplier, B. Durette, J. Herault, Using Human Visual System modeling for bio-inspired low level image processing, Computer Vision and Image Understanding 114 (2010) 758-773.
- (Boahen, 2002) K. Boahen, A Retinomorph Chip with Parallel Pathways: Encoding INCREASING, ON, DECREASING, and OFF Visual Signals, Analog Integrated Circuits and Signal Processing, February 2002, Volume 30, Issue 2, pp 121-135.
- (Boahen, 2005) K. Boahen, Neuromorphic Microchips, Scientific American, May 2005.
- (Borji, 2013) A. Borji and L. Itti, State-of-the-Art in Visual Attention Modeling, IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE, VOL. 35, NO. 1, JANUARY 2013.
- (Carandini, 2005) M. Carandini et al., "Do We Know What the Early Visual System Does?", The Journal of Neuroscience, November 16, 2005 · 25(46):10577-10597.
- (Chichilnisky, 2001) E J Chichilnisky ,A simple white noise analysis of neuronal light responses, Network: Comput. Neural Syst. 12 (2001) 199-213.
- (Delbrück, 2004) T. Delbrück and S.-C. Liu, A silicon early visual system as a model



- animal, *Vision Research* 44 (2004) 2083–2089.
- (Enroth, 1966) Enroth-Cugell C, Robson JG (1966) The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *J Physiol (Lond)* 187:517–522.
 - (Enroth, 1983) Enroth-Cugell C., Robson J.G., Schweitzer-Tong, D.E., Watson A.B. , Spatio-temporal interactions in cat retinal ganglion cells showing linear spatial summation, *J. Physiol* 341, pp. 279–307.
 - (Fukushima , 1980) Fukushima, K (1980) Neocognitron: a self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. *Biol Cybern* 36: pp. 193–202
 - (Gollisch, 2010) Gollisch T., Meister M., *Eye Smarter than Scientists Believed: Neural Computations in Circuits of the Retina*, *Neuron* 65, January 28, 2010, pp. 150–164.
 - (Grossbert 2013) S. Grossberg, *Adaptive Resonance Theory: How a brain learns to consciously attend, learn, and recognize a changing world*, *Neural Networks* 37 (2013) 1–47.
 - (Herault 2010) J. Herault, *Vision: Images Signals and Neural Networks – Models of Neural Processing in Visual Perception*, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2010. <http://www.worldscibooks.com/compsci/7311.html>
 - (Herz, 2006) Andreas V. M. Herz, Tim Gollisch, Christian K. Machens, Dieter Jaeger, *Modeling Single-Neuron Dynamics and Computations: A Balance of Detail and Abstraction*, *Science* 314, 80 (2006); DOI: 10.1126/science.1127240
 - (Hubel, 1962) D.H. Hubel and T.N.: Wiesel, *Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex*, *The Journal of Physiology* (1962), 160, pp. 106–154.
 - (Itti, 1989) L. Itti, C. Koch, and E. Niebur, “A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 20, no. 11, pp. 1254–1259, Nov. 1998.
 - (Itti, 2001) L. Itti & C. Koch, *Computational modelling of visual attention* *Nature Reviews Neuroscience* 2, 194–203 (March 2001).
 - (Koch, 1985) C. Koch and S. Ullman, *Shifts in selective visual attention: towards the underlying neural circuitry*, *Human Neurobiology*, 1985;4:219–227.
 - (Kohonen, 1982) Kohonen, T. (1982). *Self-organized formation of topologically correct feature maps*. *Biological Cybernetics*, 43:59–69.
 - (Mart, 2016) P. Martínez-Cañada, C. Morillas, B. Pino, E. Ros, F.J. Pelayo, A *Computational Framework for Realistic Retina Modeling*, *International Journal of Neural Systems*, Vol. 26, No. 7 (2016). DOI: 10.1142/S0129065716500301
 - (Martínez-Cañada, 2016) P. Martínez-Cañada, C. Morillas, B. Pino, E. Ros, F.J. Pelayo. A *Computational Framework for Realistic Retina Modeling*, *International Journal of Neural Systems (IJNS)*. DOI: 10.1142/S0129065716500301.
 - (Mead, 1988) C. A. Mead and M. A. Mahowald, *A Silicon Model of Early Visual Processing*, *Neural Network*, Vol. 1, pp. 91–97. 1988
 - (Mead, 1989) C. Mead, *Analog VLSI and Neural Systems*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1989.
 - (Morillas, 2007) C.A. Morillas, S.F. Romero, A. Martínez, F.J. Pelayo, E. Ros y E. Fernández, “A design framework to model retinas”, *BioSystems* 87 (2007) 156–163
 - (Rodieck, 1965) R.W. Rodieck, *Quantitative analysis of cat retinal ganglion cell response to visual stimuli*, *Vision Research*. Vol. 5, pp. 583–601. Pergamon Press 1965. (Shapley, 1966) Shapley, R. M., & Victor, J. D. (1978). *The effect of contrast on the transfer properties of cat retinal ganglion cells*. *Journal of Physiology*, 285(1), 275–298.
 - (Serre, 2007) Thomas Serre, Aude Oliva and Tomaso Poggio, *A feedforward architecture accounts for rapid categorization* , *PNAS* April 10, 2007 vol. 104 no. 15 , pp 6424– 6429.
 - (Serre, 2010) T. Serre and R. Poggio, *A Neuromorphic Approach to Computer Vision*, *COMMUNICATIONS OF THE ACM* .,OCTOBER 2010, VOL. 53, NO. 10, pp 54–61.
 - (Shapley, 1979) R. Shapley and J.D. Victor, *The contrast gain control of the cat retina*, *Vision Research*, vol. 19, pp. 431–434, 1979.



- (Whorer, 2009) A. Wohrer, P. Kornprobst, Virtual Retina: A biological retina model and simulator, with contrast gain control, J Comput Neurosci (2009) 26:219–249 DOI 10.1007/s10827-008-0108-4
- (Zaghloul I, 2004) K. A. Zaghloul and K. Boahen, Optic Nerve Signals in a Neuromorphic Chip I: Outer and Inner Retina Models, IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 51, NO. 4, APRIL 2004, pp. 657–666.
- (Zaghloul II, 2004) K. A. Zaghloul and K. Boahen, Optic Nerve Signals in a Neuromorphic Chip II: Testing and Results, IEEE TRANSACTIONS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 51, NO. 4, APRIL 2004, pp. 667–675

ENLACES RECOMENDADOS

Libros de texto:

- (Web del libro CMVC) <http://nn.cs.utexas.edu/computationalmaps/>
- (Web del libro Webvision): <http://webvision.med.utah.edu/> Herramientas software de simulación
- (NeuronC web) <http://retina.anatomy.upenn.edu/~rob/neuronc.html>
- (CNS: Cortical Network Simulator web) <http://cbcl.mit.edu/jmutch/cns/>
- (COREM web) <https://sites.google.com/site/coremhome/>
- (GENESIS web) <http://genesis-sim.org/> (HMAX web) <http://maxlab.neuro.georgetown.edu/hmax>
- (iLab: iLab Neuromorphic Vision C++ Toolkit web) <http://ilab.usc.edu/toolkit/>
- (Nest web) http://www.nest-initiative.org/index.php/Software>About_NEST
- (Neuron web) <http://www.neuron.yale.edu/neuron/>
- (RetinaOpenCV web) http://docs.opencv.org/doc/tutorials/contrib/retina_model/retina_model.html#goal
- (Retsim web) <http://retina.anatomy.upenn.edu/~rob/ncman6.html#4>
- (Topographica web) <http://ioam.github.io/topographica/>
- (VirtualRetina web) <https://team.inria.fr/biovision/virtualretina/>
- Sitio web del Máster Universitario Oficial en Ciencia de Datos e Ingeniería de Computadores: <http://masteres.ugr.es/datcom/>

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



CONVOCATORIA 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%

