

GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA
INGENIERÍA NEUROMÓRFICA

MÓDULO MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Módulo 4: Sistemas integrados	1º	1º	3	Optativa
PROFESOR(ES)	DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)			
<ul style="list-style-type: none"> Eduardo Ros Vidal Eva Martínez Ortigosa 	Departamento de Arquitectura y Tecnología de Computadores. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Informática y de Telecomunicación. 2ª planta. C/ Periodista Daniel Saucedo Aranda s/n. 18071- Granada. Despachos nº 28 y 33. Correo electrónico: eros@ugr.es y ortigosa@ugr.es			
	HORARIO DE TUTORÍAS Se puede consultar en la web de grados: http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado*/17 http://grados.ugr.es/telecomunicacion/pages/infoacademica/profesorado*/CB y en la plataforma docente SWAD: https://swad.ugr.es/?CrsCod=1789 en Usuarios->Horario de tutorías (requiere iniciar sesión)			
MÁSTER EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS MÁSTERES A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR			
Máster Universitario Oficial en Ingeniería de Computadores y Redes	Máster Oficial en Desarrollo de Software Máster en Soft Computing y Sistemas Inteligentes			
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)				



No se requieren conocimientos previos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL MÁSTER)

Esta materia enmarca en una ingeniería, con una importante faceta experimental y con interés en estudios multidisciplinares. Por ello incluyen distintas componentes: formación teórica (sobre metodología y materia de base), diseño (capacidad de estudio de sistemas utilizando ingeniería inversa de sistemas biológicos para diseño) y experimentación (validación de modelos y resultados). Aunque este es un campo muy amplio, con múltiples casos de estudio y aplicaciones diversos, existen ciertas metodologías, herramientas y técnicas que son aplicables para diversos campos.

Se hará especial énfasis en fomentar la capacidad del alumno para abordar nuevos estudios y problemas. En la materia nos centraremos en tres campos de estudio: neurociencia computacional, sistemas de visión bio-inspirados y control de robots biomórficos. En la materia se incidirá especialmente en las técnicas de estudio de los sistemas biológicos, identificación de primitivas computacionales y adaptación para su implementación en tecnologías actuales.

Se explicarán formas de computación masivamente paralelas basadas en sistemas biológicos y cómo implementar estos esquemas con diversas tecnologías (diseño de circuitos con hardware reconfigurable, simuladores de neuronas dirigidos por eventos, etc).

Se desarrollan clases de tipo seminario para la formación teórica, prácticas con uso de simuladores de sistemas neuronales biológicos como el EDLUT (<http://code.google.com/p/edlut/>) y monitorización en el desarrollo de trabajos y estudios por parte de los estudiantes. Además se fomentará la formación científica mediante la revisión y discusión de trabajos científicos de este campo para desarrollar la capacidad de actualización de conocimientos por parte del estudiante más allá del curso que se imparte.

La distribución en horas de las clases es la siguiente:

Clases de teoría (orientadas a los resultados de aprendizaje APO-AP5): 12 horas

Trabajo práctico reglado (orientado a los resultados de aprendizaje APO, AP2, AP3 y AP5): 18 horas

Se utilizará el sistema web de ayuda a la docencia SWAD (<https://swad.ugr.es>).

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias básicas (CB) y generales (CG) se refieren a proporcionar, en los ámbitos propios de la Ingeniería de Computadores y Redes, la capacidad de aplicar los conocimientos adquiridos para la resolución de problemas, de integrar conocimientos y formular juicios teniendo en cuenta las responsabilidades sociales y éticas derivadas de su actividad, de comunicar de forma clara y precisa sus conclusiones, y de aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma.

Competencias específicas:

CE1: Capacidad de estudio de sistemas de computación bio-inspirados. Partiendo del estudio de sistemas biológicos, diseño de sistemas biológicamente plausibles y su potencial aplicación en problemas reales. El estudiante debe aprender la capacidad de abstracción de primitivas de computación y propiedades de sistemas biológicos que puedan adaptarse a tecnologías de computación actuales.

CE2: Capacidad de aplicar una perspectiva de ingeniero durante el estudio de sistemas biológicos (metodología de ingeniería inversa aplicada al estudio de sistemas biológicos). Capacidad de investigación multidisciplinar.

CE4: Los estudiantes deben ser capaces de analizar 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.

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

Resultados de Aprendizaje:

- (APO) Resultados relacionados con las competencias generales (CG): habilidades de resolución de problemas, de discusión, de comunicación oral y escrita, etc.
- (AP1) Análisis de sistemas biológicos para identificación de primitivas de computación. Identificación de propiedades de interés computacional frente propiedades propias del sustrato biológico (tejido biológico).
- (AP2) Implementación de sistemas de computación bio-inspirados. Implementación de sistemas neuronales basados en impulsos. Implementación de sistemas de visión bio-inspirados en tiempo real.
- (AP3) Evaluación de prestaciones en el marco de aplicaciones reales como visión en tiempo real y control de robots.
- (AP4) Estudio de propiedades emergentes de sistemas diseñados para su validación en el marco del estudio de sistemas biológicos.
- (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.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

- 1 Ingeniería inversa de sistemas nerviosos biológicos: Retinas artificiales y corteza visual, cócleas artificiales, el cerebelo humano y la corteza motora, ganglio basal y esquemas de toma de decisiones, etc.
- 2 Ingeniería neuromórfica. Corteza de silicio. Aplicaciones en biomedicina, control, robots, etc. Esquemas de aprendizaje basados en formas de asimilación de conocimientos en humanos.
- 3 Sistemas de simulación de neuronas de impulsos. Estrategia de simulación dirigida por eventos.
- 4 Sistemas de percepción activa. Ciclos cerrados de percepción-acción. Modelos bio-inspirados de visión en tiempo real.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- F.J. Pelayo, S. Romero, C. Morillas, A. Martínez, E. Ros, E. Fernández. Translating Image Sequences into Spike Patterns for Cortical Neurostimulation. Neurocomputing: Special Issue on Computational Neuroscience: Trends in research (Vol. 58-60), pp. 885-892, 2004.
- E. Ros, E.M. Ortigosa, R. Agís, M. Arnold, R. Carrillo, Real time computing platform for spiking neurons (RT-Spike), IEEE Transactions on Neural Networks. Vol. 17(4), pp. 1050-1063, July 2006.
- E. Ros, R. Carrillo, E. M. Ortigosa, B. Barbour, R. Agís, Event-driven simulation scheme for spiking neural networks using look-up tables to characterize neuronal dynamics, Neural Computation, 18(12), pp. 2959-2993, 2006.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

- C. A. Morillas, S. F. Romero, A. Martínez, F. J. Pelayo, E. Ros and E. Fernández, A design framework to



model retinas, Biosystems, Volume 87, Issues 2-3, pp. 156-163, 2007.

- J. Díaz, E. Ros, A. Prieto, F.J. Pelayo, Fine grain pipeline systems for real-time motion and stereo-vision computation, Int. J. High Performance Systems Architecture, Vol. 1, No. 1, pp. 60-68 , 2007
- R. Agis, E. Ros, J. Díaz, R. Carrillo, E. M. Ortigosa, Hardware event-driven simulation engine for spiking neural networks, International Journal of Electronics, 94(5), 469-480, 2007.
- R. R. Carrillo, E. Ros, C. Boucheny, O. J.-M. D. Coenen, A real-time spiking cerebellum model for learning robot control, Biosystems, 94, pp. 18-27, 2008.
- R. R. Carrillo, E. Ros, S. Tolu, T. Nieu, E. D'Angelo, Event-driven simulation of cerebellar granule cells, Biosystems, 94, pp. 10-17, 2008.
- Neuromorphic Systems: Engineering Silicon from Neurobiology, de Alister Hamilton (Editor), Leslie S. Smith (Editor), World Scientific Publishing Company, 1998. (ISBN: 9810233779),
- The Making of a Neuromorphic Visual System, de Christoph Rasche, Springer Ed., 2004. (ISBN: 0387234683).
- Simulador EDLUT. Software libre. <http://code.google.com/p/edlut/>
- Simulador NEURON. Software libre. www.neuron.yale.edu/

ENLACES RECOMENDADOS

- Simulador EDLUT. Software libre. <http://code.google.com/p/edlut/>
- Simulador NEURON. Software libre. <http://www.neuron.yale.edu/neuron/>
- Simulador NEST. http://www.nest-initiative.org/index.php/Software:About_NEST

METODOLOGÍA DOCENTE

- Lección magistral
 - Descripción: Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología expositiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales.
- Actividades prácticas
 - Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos
- Actividades no presenciales individuales
 - Descripción: Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.
- Tutorías académicas
 - Descripción: interacción directa entre el estudiante y el profesor para la organización del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Además de esto, se realizan visitas a laboratorios de investigación (del CITIC) en los que se desarrollan sistemas y plataformas relacionadas con los contenidos de esta asignatura. De esta forma los alumnos también interaccionan de forma directa con investigadores en este campo.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)



La calificación final que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y 10 con una precisión de un dígito decimal. En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación escogida, la calificación se obtendrá como se detalla a continuación:

Convocatoria ordinaria:

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la **evaluación continua**, que en el caso de esta asignatura se compone de las siguientes actividades:

- Asistencia y participación activa del estudiante en las actividades presenciales (20%).
- Aplicaciones prácticas realizadas por el estudiante (40%).
- Investigación, obtención de información y desarrollo de ideas partiendo de las fuentes documentales accesibles para el estudiante (40%).

Alternativamente a la evaluación continua, para la convocatoria ordinaria el estudiante puede optar por la evaluación única final. Para acogerse a la **evaluación única final**, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, lo solicitará al Coordinador 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. La evaluación única final consistirá en la evaluación de las siguientes actividades formativas:

- Aplicaciones prácticas realizadas por el estudiante (50%).
- Investigación, obtención de información y desarrollo de ideas partiendo de las fuentes documentales accesibles para el estudiante (50%).

Convocatoria extraordinaria:

En las convocatorias extraordinarias se utilizará el sistema de evaluación única final, tal y como se ha descrito más arriba.

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre evaluación y calificación de los estudiantes de la Universidad de Granada (Boletín Oficial de la Universidad de Granada nº 71. 27 de mayo de 2013). El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Página web oficial del Máster: <http://masteres.ugr.es/master-icr/>
Página web de la asignatura: <https://swad.ugr.es/?CrsCod=1789>

