

Guía docente de la asignatura

Control Inteligente (20511G2)



Fecha de aprobación: 14/06/2022

Grado	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	Rama	Ingeniería y Arquitectura
--------------	--	-------------	---------------------------

Módulo	Control Industrial y Robótica	Materia	Control Inteligente
---------------	-------------------------------	----------------	---------------------

Curso	4º	Semestre	1º	Créditos	6	Tipo	Optativa
--------------	----	-----------------	----	-----------------	---	-------------	----------

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Se recomienda haber cursado las materias obligatorias.

Se recomienda tener cursada la asignatura de Fundamentos de Control.

También es recomendable conocimientos adecuados de:

- Programación en C/C++
- Programación en Python

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Control Fuzzy. Redes Neuronales y Computación Evolutiva. Aprendizaje Automático de Controladores. Robótica Autónoma

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG00 - Hablar bien en público

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE101 - Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial
- CE102 - Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados
- CE104 - Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial
- CE80 - Capacidad para resolver problemas complejos de Automática
- CE81 - Conocimiento de las principales herramientas de Inteligencia Artificial para



- resolver procesos industriales
- CE85 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CE86 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CE90 - Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
- CE92 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional
- CT02 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.
- CT03 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial.
- Conocimientos de principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.
- Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.
- Capacidad para resolver problemas complejos de Automática.
- Conocimiento de las principales herramientas de Inteligencia Artificial para resolver procesos industriales.

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

Tema 1: Introducción al Control Inteligente

- Robótica autónoma
- Sistemas inteligentes para control
- Control difuso
- Ejemplos y aplicaciones

Tema 2: Introducción a la Lógica Difusa

- Teoría de conjuntos difusos: propiedades, operaciones y relaciones
- Razonamiento aproximado: variables lingüísticas, reglas difusas, regla composicional de inferencia

Tema 3: Control Difuso

- Estructura del controlador y representación del conocimiento
- Mecanismos de inferencia
- Análisis (estabilidad, precisión e interpretabilidad)



Tema 4: Aprendizaje Automático de Controladores Difusos

- Introducción al aprendizaje
- Algoritmos ad hoc
- Sistemas difusos genéticos
- Sistemas neuro-difusos

Tema 5: Localización y Mapeado en Robótica Autónoma

- Representación de creencia y del mapa
- Localización mediante mapa probabilístico y otros sistemas. Filtro de Kalman
- SLAM (simultaneous localization and mapping)

Tema 6: Planificación en Robótica Autónoma

- Planificación de trayectorias (Dijkstra, A*)
- Planificación de tareas (MDP, POMDP)

PRÁCTICO

Seminarios/Talleres:

- Herramientas para diseño de controladores difusos
- V-Rep para simulación de robots
- Ejemplos de problemas reales sobre robótica autónoma móvil

Prácticas de Laboratorio:

- P1: Aplicación teórica de control difuso
- P2: Control difuso de un robot móvil
- P3: Localización y mapeado en robótica móvil

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- P.J. Antsklis y K.M. Passino. An introduction to intelligent and autonomous control. Kluwer Academic Publishers, 1992.
- O. Cordon, F. Herrera, F. Hoffmann y L. Magdalena. Genetic Fuzzy Systems. Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases. World Scientific, 2001.
- D. Driankov, H. Hellendoorn y M. Reinfrank. An introduction to fuzzy control. Springer, 1995.
- S.S. Farinwata, D. Filev y R. Langari. Fuzzy Control. Synthesis and Analysis. Wiley, 2000.
- R. Fullér. Introduction to neuro-fuzzy systems. Springer-Verlag, 2000.
- P. Hájek. Metamathematics of Fuzzy Logic. Dordrecht: Kluwer, 1998.
- H. Ishibuchi, T. Nakashima y M. Nii. Classification and Modeling with Linguistic Information Granules: Advanced Approaches to Linguistic Data Mining. Springer, 2004.
- A. Kelly. Mobile Robotics: Mathematics, Models, and Methods. Cambridge University Press, 2013.
- G. Klir y B. Yuan. Fuzzy sets and fuzzy logic. Theory and applications. Prentice-Hall, 1995.
- D. Nauck, F. Klawonn y R. Kruse. Foundations of neuro-fuzzy systems. John Wiley & Sons,



1997.

- R. Siegwart, I.R. Nourbakhsh. Introduction to Autonomous Mobile Robots. The MIT Press, 2004.
- S. Thrun, W. Burgard, D. Fox. Probabilistic Robotics. The MIT Press, 2005.
- R.R. Yager y D.P. Filev. Essentials of fuzzy modeling and control. John Wiley, 1994.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- [Autonomous Robots Blog](#)
- [FAQ: Fuzzy Logic and Fuzzy Expert Systems](#)
- [An Introduction To Fuzzy Control Systems](#)
- G. Feng, A Survey on Analysis and Design of Model-Based Fuzzy Control Systems, IEEE Transactions on Fuzzy Systems 14:5 (2006) 676-697
- R.R. Yager y D.P. Filev. Essentials of fuzzy modeling and control. John Wiley, 1994.
- L.A. Zadeh, R.R. Yager, A meeting between two giants of Artificial Intelligence, Mathware & Soft Computing Magazine 18:1 (2011) 4-14
- J. Valente de Oliveira. Semantic constraints for membership function optimization. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans, 29 (1999) 128-138.
- J. Yan, M. Ryan y J. Power. Using Fuzzy Logic. Towards Intelligent Systems. Prentice Hall, 1994.
- J. Aracil y F. Gordillo (Eds.). Stability Issues in Fuzzy Control. Physica-Verlag, 2000.
- John Wiley, 1994. C.C. Lee. Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller, Part I y Part II. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. Vol. 20 (2), 1990, págs. 404-418, 419-435.
- [Fuzzy Logic. VideoLectures](#)
- L.-X. Wang y J.M. Mendel. Generating fuzzy rules by learning from examples. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 22:6 (1992) 1414-1427.
- J.-S.R. Jang, ANFIS: adaptive-network-based fuzzy inference system, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics 23:3 (1993) 665-685.
- [Robot Mapping. Autonomous Intelligent Systems](#)
- Greg Welch, Gary Bishop. [An Introduction to the Kalman Filter](#). University of North Carolina at Chapel Hill, Dept. Computer Science. TR 95-041, July 2006.
- [Differential Drive Steering + Kalman Filter Basics](#)
- Hugh Durrant-Whyte, Tim Bailey. Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM): Part I The Essential Algorithms. Robotics and Automation Magazine, June, 2006.
- Tim Bailey, Hugh Durrant-Whyte. Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM): Part II State of the Art. Robotics and Automation Magazine, Sept., 2006.
- [How do the state-of-the-art pathfinding algorithms for changing graphs \(D*, D*-Lite, LPA*, etc\) differ?](#)

ENLACES RECOMENDADOS

[Jorge Casillas \(https://ccia.ugr.es/~casillas/control_inteligente.html\)](https://ccia.ugr.es/~casillas/control_inteligente.html).

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - EXPOSICIONES EN CLASE POR PARTE DEL PROFESOR. Podrán ser de tres tipos: 1) Lección magistral: Se presentarán en el aula los conceptos teóricos fundamentales y se desarrollarán los contenidos propuestos. Se procurará transmitir estos contenidos



- motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y tratando de formarle una mentalidad crítica 2) Clases de problemas: Resolución de problemas o supuestos prácticos por parte del profesor, con el fin de ilustrar la aplicación de los contenidos teóricos y describir la metodología de trabajo práctico de la materia. 3) Seminarios: Se ampliará y profundizará en algunos aspectos concretos relacionados con la materia. Se tratará de que sean participativos, motivando al alumno a la reflexión y al debate.
- MD02 - PRÁCTICAS REALIZADAS BAJO SUPERVISIÓN DEL PROFESOR. Pueden ser individuales o en grupo: 1) En aula/aula de ordenadores: supuestos susceptibles de ser resueltos de modo analítico o numérico. Se pretende que el alumno adquiera la destreza y competencias necesarias para la aplicación de conocimientos teóricos o normas técnicas relacionadas con la materia. 2) De laboratorio/laboratorio virtual: supuestos reales relacionados con la materia, principalmente en el laboratorio aunque, en algunos casos, se podrá utilizar software de simulación a modo de laboratorio virtual. El objetivo es desarrollar las habilidades instrumentales y las competencias de tipo práctico, enfrentándose ahora a la complejidad de los sistemas reales. 3) De campo: se podrán realizar visitas en grupo a empresas relacionadas, con el fin de desarrollar la capacidad de contextualizar los conocimientos adquiridos y su implantación en una factoría, teniendo en cuenta los valores e intereses de la actividad empresarial.
 - MD03 - TRABAJOS REALIZADOS DE FORMA NO PRESENCIAL: Podrán ser realizados individualmente o en grupo. Los alumnos presentarán en público los resultados de algunos de estos trabajos, desarrollando las habilidades y destrezas propias de la materia, además de las competencias transversales relacionadas con la presentación pública de resultados y el debate posterior, así como la puesta en común de conclusiones en los trabajos no presenciales desarrollados en grupo. Las exposiciones podrán ser: 1) De problemas o casos prácticos resueltos en casa 2) De trabajos dirigidos
 - MD04 - TUTORÍAS ACADÉMICAS: podrán ser personalizadas o en grupo. En ellas el profesor podrá supervisar el desarrollo del trabajo no presencial, y reorientar a los alumnos en aquellos aspectos en los que detecte la necesidad o conveniencia, aconsejar sobre bibliografía, y realizar un seguimiento más individualizado, en su caso, del trabajo personal del alumno.
 - MD05 - EXÁMENES. Se incluye también esta actividad, que formará parte del procedimiento de evaluación, como parte de la metodología.

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

EVALUACIÓN ORDINARIA

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la asignatura, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado. De entre las técnicas evaluativas a aplicar se utilizarán algunas de las siguientes:

- Pruebas escritas: exámenes de desarrollo, resolución de problemas, casos o supuestos, pruebas de respuesta breve, informes y diarios de clase, trabajos periódicos escritos.
- Pruebas orales: exposición oral de trabajos en clase, individuales o en grupo, sobre contenidos de la asignatura (seminario) y sobre ejecución de tareas prácticas correspondientes a competencias concretas.
- Pruebas en los laboratorios de prácticas: elaboración y defensa de supuestos prácticos en el laboratorio de informática.



- Técnicas basadas en la participación activa del alumno en clase, seminarios, tutorías y en el desarrollo y defensa de los trabajos en grupo.

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. Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa vigente de la Universidad de Granada.

La calificación global responderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Se aplicará la siguiente ponderación:

- Examen escrito final; evaluación de los conocimientos y competencias adquiridas: 42%
- Evaluación de las prácticas; tanto del trabajo desarrollado durante las sesiones prácticas en presencia del profesor como de las memorias o informes de resultados entregados, individual o en grupo: 38%
- Actividades en clase, participación activa, trabajo realizado en clase, etc.: 10%
- Presentación de trabajos; problemas, casos prácticos o trabajos dirigidos, realizados de forma individualizada o en grupo, expuestos en clase o entregados por escrito al profesor: 10%

Porcentaje de evaluación

Actividades Formativas	Ponderación
Parte Teórica	42%
Parte Práctica	38%
Actividades en clase	10%
Presentación de trabajos	10%

Para aprobar la asignatura será necesario obtener al menos 4 puntos sobre 10 en la parte teórica y 5 sobre 10 en la práctica. La asistencia a las clases no será obligatoria, aunque la participación activa en clase y la entrega de ejercicios planteados por el profesor se tendrán en cuenta dentro del sistema de evaluación continua de la asignatura.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

En convocatorias extraordinarias, la totalidad de la asignatura se evaluará mediante un único examen que incluirá cuestiones de índole teóricas (6,5 puntos) y problemas de índole práctico (3,5 puntos). No obstante, el alumno o alumna podrá optar por conservar la calificación de prácticas obtenida en la convocatoria ordinaria del mismo curso en caso de haber superado esa parte, no necesitando, por tanto, ser evaluado de las prácticas en la convocatoria extraordinaria. Para aprobar la asignatura será necesario obtener al menos 2,6 puntos en la parte de teoría y 1,75 puntos en la parte práctica.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

De acuerdo a lo establecido en la Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada aprobada en Consejo de Gobierno de 20 de mayo de 2013 (NCG71/2), la evaluación será preferentemente continua. No obstante, el estudiante que no pueda acogerse a dicho sistema por motivos laborales, estado de salud, discapacidad o cualquier otra causa debidamente justificada podrá acogerse a la evaluación única final. Para ello deberá solicitarlo al director del departamento en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o, excepcionalmente, en las dos primeras semanas tras la matriculación en la asignatura (NCG78/9:





Instrucción relativa a la aplicación del artículo 8.2).

En esta modalidad de evaluación, la totalidad de la asignatura se evaluará mediante un único examen que incluirá cuestiones de índole teóricas (6,5 puntos) y problemas de índole práctico (3,5 puntos). Para aprobar la asignatura será necesario obtener al menos 2,6 puntos en la parte de teoría y 1,75 puntos en la parte práctica. Las dos partes garantizarán que el alumno ha adquirido la totalidad de las competencias descritas en la presente guía docente.

