

<p>Nombre de la asignatura/módulo/unidad y código Course title and code</p> <p>Nivel (Grado/Postgrado) Level of course (Undergraduate/Postgraduate)</p> <p>Plan de estudios en que se integra Programme in which is integrated</p> <p>Tipo (Troncal/Obligatoria/Optativa) Type of course (Compulsory/Elective)</p> <p>Año en que se programa year of study</p> <p>Calendario (Semestre) Calendar (Semester)</p> <p>Créditos teóricos y prácticos Credits (theory and practics)</p> <p>Créditos expresados como volumen total de trabajo del estudiante (ECTS) Number of credits expressed as student workload (ECTS)</p> <p>Descriptores Descriptors</p> <p>Objetivos (expresados como resultados de aprendizaje y competencias) Objectives of the course (expressed in terms of learning outcomes and competences)</p> <p>Prerrequisitos y recomendaciones Prerequisites and advises</p>	<p>Control Lógico</p> <p>2º Ciclo</p> <p>Ingeniería Electrónica</p> <p>Optativa</p> <p>2</p> <p>Consultar tablas en la página principal</p> <p>3 + 3</p> <p>6*</p> <p>*1 ECTS = 25 horas de trabajo</p> <p>Diseño y simulación de controladores basados en lógicas no convencionales</p> <p>El alumno sabrá/comprenderá:</p> <ul style="list-style-type: none"> • el concepto de conjunto difuso, sus propiedades básicas asociadas, el significado de las funciones de pertenencia, las operaciones teóricas sobre conjuntos difusos, el concepto de relación difusa, la aplicabilidad del Principio de Extensión, el concepto de variable lingüística y su uso para manejar conceptos expresados lingüísticamente, el concepto de regla difusa, distintas interpretaciones de la misma, junto con sus propiedades y fórmulas de cálculo. • mecanismos de inferencia básicas y comprender su generalización a proposiciones difusas, entender la regla composicional de inferencia y su aplicación, clasificar los sistemas basados en reglas difusas en base a su estructura y a la estructura de regla difusa utilizada, conocer ventajas e inconvenientes de cada uno de los tipos de sistemas basados en reglas difusas, comprender la función de las distintas componentes de un controlador difuso y las posibilidades de diseño disponibles para cada caso, comprender el proceso de inferencia por el cual el controlador difuso "decide" la salida en función de la entrada y del conocimiento disponible, comprender el funcionamiento global de un sistema difuso para control • entender la importancia de la etapa de análisis de un controlador difuso, conocer las propiedades estáticas y dinámicas en un controlador difuso y su influencia en el comportamiento del sistema, conocer algunos métodos de análisis de estabilidad para control difuso, conocer formas de valorar la interpretabilidad de un controlador difuso • comprender porqué es útil el diseño automático de controladores difusos, comprender en líneas generales cómo es posible llevar a cabo el diseño de un controlador difuso con poca o sin ninguna intervención humana, conocer qué posibilidades de diseño existen y para qué sirve cada una de ellas • conocer cómo se caracterizan los métodos de diseño automático ad hoc, comprender cómo funcionan algunos métodos de diseño automático basados en cobertura de ejemplos • conocer el funcionamiento básico de los algoritmos genéticos y las redes neuronales, comprender cómo se pueden aplicar estos algoritmos para diseñar automáticamente controladores difusos <p>El alumno será capaz de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar problemas de control y el interés de aplicar control difuso, su aplicabilidad, y las ventajas e inconvenientes • Reproducir matemáticamente el mecanismo de inferencia • Resolver problemas de control realizando las fases de identificación de variables, definición de las funciones de pertenencia, definición del conjunto de reglas difusas y definición del mecanismo de inferencia • Analizar el comportamiento del controlador según sus propiedades estáticas y dinámicas • Resolver problemas de robótica móvil mediante control difuso empleando simuladores específicos y su aplicación real <p>Aunque no es imprescindible, se recomienda al alumno tener algunos conceptos básicos de programación de ordenadores (preferentemente lenguaje C) y de control.</p>
---	--

Contenidos/descriptores/palabras clave
Course contents/descriptors/key words

Contenido:

Módulo I: Introducción

- Tema 1: Introducción al Control Difuso

Módulo II: Teoría de Conjuntos Difusos

- Tema 2: Introducción a la Lógica Difusa
- Tema 3: Razonamiento Aproximado

Módulo III: Control Difuso

- Tema 4: Controladores Difusos
- Tema 5: Análisis de Controladores Difusos

Módulo IV: Diseño Automático de Controladores Difusos

- Tema 6: Introducción al Diseño Automático de Controladores Difusos
- Tema 7: Diseño Automático Ad Hoc
- Tema 8: Diseño Automático con Algoritmos Genéticos
- Tema 9: Diseño Automático con Redes Neuronales

Palabras clave: Lógica Difusa. Control Inteligente. Controladores Difusos. Sistemas Basados en Reglas Difusas. Inteligencia Artificial. Algoritmos Genéticos. Redes Neuronales. Robótica Móvil. Diseño de Comportamientos para Control Reactivo

Bibliografía recomendada
Recommended reading

- **D. Driankov, H. Hellendoorn y M. Reinfrank. An Introduction to Fuzzy Control. Springer, 1995.**
Este texto es una exposición excelente sobre la síntesis y análisis de controladores difusos. Es el punto de partida para los alumnos de Ingeniería Electrónica, conocedores de ingeniería de control clásica, ya que los introduce de forma correcta en el campo del control difuso. Trata adecuadamente, aunque de forma algo general, los aspectos abordados en los temas del Módulo IV del temario, es decir, cuestiones introductorias sobre el diseño y análisis de sistemas de control difuso basados en el conocimiento. Es el libro básico a seguir para esta asignatura.
- **G.J. Klir y B. Yuan. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. Prentice Hall, 1995.**
Este libro describe en profundidad todos los aspectos teóricos relativos a conjuntos difusos y lógica difusa. Es el manual necesario para conocer la teoría matemática que describe y justifica el comportamiento de los sistemas difusos, aplicados en esta asignatura a control. Es muy completo e incluye muchos ejemplos.
- **L. Reznik. Fuzzy controllers. Newnes, 1998.**
Es un libro especialmente didáctico que describe casi todos los aspectos estudiados en la asignatura de forma amena, fácil de seguir y con muchos ejemplos. Es especialmente destacable la forma de motivar al lector en el estudio de los sistemas difusos y de introducir los distintos tópicos. Aunque le falta rigurosidad en la forma de abordar los procesos de aprendizaje y el funcionamiento de los sistemas difusos, es una buena herramienta para introducir al alumno en los sistemas difusos y motivarlos para su estudio en profundidad. Proporciona una importante colección de ejercicios y proyectos de diseño.
- **L.X. Wang. A course in Fuzzy Systems and Control. Prentice Hall International, 1997.**
Es un texto básico para un curso en sistemas difusos (basados en reglas o no), del que para la asignatura Control Lógico resulta especialmente adecuada la parte dedicada al estudio de los sistemas basados en reglas difusas para control y a los procesos de síntesis de este tipo de sistemas. Es completo, fácil de seguir e incluye muchos ejemplos y ejercicios.
- **J. Yan, M. Ryan y J. Power. Using Fuzzy Logic. Toward Intelligent Systems. Prentice Hall, 1994.**
Es un libro conciso que proporciona una introducción muy completa al uso de la lógica difusa en el desarrollo de sistemas para control. Abarca la teoría básica subyacente a este tipo de sistemas y proporciona ejemplos de diseño detallados relacionando tanto paquetes software desarrollados recientemente como procesadores difusos especializados.
- **O. Cordón, F. Herrera, F. Hoffmann y L. Magdalena. Genetic Fuzzy Systems: Evolutionary Tuning and Learning of Fuzzy Knowledge Bases. World Scientific, 2001.**
Es un libro mucho más específico que los anteriores y dedicado exclusivamente al estudio sobre métodos de diseño automático de controladores difusos mediante algoritmos genéticos y otras técnicas evolutivas. Ideal para un estudio profundo del Módulo IV de la asignatura.
- **R. Fullér. Introduction to Neuro-Fuzzy Systems. Springer-Verlag, 2000.**
Este libro, que también es muy específico, proporciona un estudio profundo sobre el diseño automático de controladores difusos mediante redes neuronales. Apto para profundizar en el Módulo IV de la asignatura.

<p>Métodos docentes Teaching methods</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas en la pizarra: Sesiones para todo el grupo de alumnos en las que el profesor explicará los contenidos teóricos fundamentales de cada tema y su importancia en el contexto de la materia
<p>Actividades y horas de trabajo estimadas Activities and estimated workload (hours)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Clases prácticas de problemas: <ul style="list-style-type: none"> • Clases de resolución de ejercicios por parte del profesor en la pizarra. • Clases de resolución de ejercicios por parte de los estudiantes en la pizarra. • Explicación de los guiones de las prácticas de laboratorio. • Realización de prácticas de laboratorio: Se realizarán prácticas de simulación y control utilizando lógica difusa. Para ello se aprenderá el uso de diferentes programas de diseño de controladores difusos (UnFuzzy, FLT de MatLab, XFuzzy, ...) y de simulación de robots móviles (Nomad 200, Player/Stage, ...) tanto en plataformas Windows como Linux. También se aplicarán los controladores difusos diseñados sobre robots móviles (tipo Khepera) reales. El alumno (trabajando tanto en pareja como de forma individual) desarrollará uno o varios proyectos en los que deberá estudiar la aplicación del control difuso a distintos problemas. La documentación e implementación del trabajo realizado deberá entregarse al final del cuatrimestre. Todos los créditos de prácticas se impartirán en el aula de ordenadores.
<p>Tipo de evaluación y criterios de calificación Assessment methods</p>	<p>23 horas de clases magistrales 7 horas de resolución de ejercicios en pizarra 30 horas de prácticas en laboratorio</p> <p>Convocatoria ordinaria de febrero:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parte Teórica (70%): Se realizará un examen teórico al final de la asignatura que supondrá el 70% de la calificación final. Para superar esta parte y hacer media con las prácticas deberán obtenerse al menos 4 puntos sobre 10. • Parte Práctica (30%): Se evaluará la parte práctica mediante la elaboración de prácticas en ordenador y su correspondiente documentación, supondrá el 30% de la calificación final. Para superar esta parte y hacer media con la teoría deberán obtenerse al menos 5 puntos sobre 10. • Trabajos voluntarios: Se podrán realizar diversos trabajos voluntarios (propuestos por el profesor o por el alumno) individuales o en grupo para mejorar la calificación. <p>Convocatorias extraordinarias de septiembre y diciembre:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parte Teórica y Práctica (100%): Se realizará un único examen dividido en dos apartados, uno teórico y otro práctico, que supondrá el 100% de la calificación. Para superar la asignatura es necesario obtener al menos 5 puntos, con un mínimo de 2,8 en el apartado teórico y de 1,5 en el práctico. Aquellos alumnos que entreguen y superen las prácticas en la última convocatoria de febrero podrán conservar su calificación sin tener que presentarse a la parte práctica en el examen de septiembre o diciembre. • Trabajos voluntarios: Se podrán realizar diversos trabajos voluntarios (propuestos por el profesor o por el alumno) individuales o en grupo para mejorar la calificación.
<p>Idioma usado en clase y exámenes Language of instruction</p> <p>Enlaces a más información Links to more information</p> <p>Nombre del profesor(es) y dirección de contacto para tutorías Name of lecturer(s) and address for tutoring</p>	<p>Español</p> <p>Transparencias de clase, guiones de prácticas y material adicional: http://decsai.ugr.es/~casillas/docencia-control_logico.html</p> <hr/> <p>Jorge Casillas Barranquero e-mail: casillas@decsai.ugr.es, URL: http://decsai.ugr.es/~casillas Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial. Despacho 26. ETS Ingenierías Informática y de Telecomunicación C/ Daniel Saucedo Aranda s/n, 18071 Granada</p>

PLANIFICACIÓN ACTIVIDADES

Planning

Semana	Horas clase	Actividades	Contenidos
1	1	Presentación de objetivos, programa y método de evaluación. Ejercicios de reflexión sobre representación lingüística. Motivación de la asignatura.	
	1	Tema 1: Introducción al control difuso	Introducción al control, sistemas inteligentes de control
2	1	Tema 1: Introducción al control difuso (cont.)	Control difuso, ejemplos comerciales de control difuso
	1	Tema 2: Introducción a la lógica difusa	Concepto de conjunto difuso, propiedades de los conjuntos difusos
	2 (lab)	<i>Prácticas: Introducción a la toolbox de Fuzzy Logic de Matlab</i>	
3	2	Tema 2: Introducción a la lógica difusa (cont.)	Operaciones con conjuntos difusos, relaciones difusas
	2 (lab)	<i>Prácticas: Ejercicios con la toolbox de Fuzzy Logic de Matlab</i>	
4	1	Tema 2: Introducción a la lógica difusa (cont.)	Principio de extensión
	1	Resolución de ejercicios Tema 2	
	2 (lab)	<i>Prácticas: Introducción a XFuzzy y ejercicios</i>	
5	2	Tema 3: Razonamiento aproximado	Variables lingüísticas, reglas difusas, modus ponens generalizado, regla composicional de inferencia.
	2 (lab)	<i>Prácticas: Explicación del guión de prácticas</i>	
6	1	Resolución de ejercicios Tema 3	
	1	Tema 4: Controladores difusos	Estructura de un controlador difuso, tipos de controladores difusos
	2 (lab)	<i>Prácticas: Uso del simulador Nomad 200</i>	
7	2	Tema 4: Controladores difusos (cont.)	Base de conocimiento, conversores crisp-difuso o difuso-crisp
	2 (lab)	<i>Prácticas: Conexión entre XFuzzy y Nomad 200</i>	
8	1	Tema 4: Controladores difusos (cont.)	Motor de inferencia
	1	Resolución de ejercicios Tema 4	
	2 (lab)	<i>Prácticas: Trabajo sobre la práctica 1</i>	
9	2	Tema 5: Análisis de controladores difusos	Análisis de fiabilidad, propiedades estáticas y dinámicas de un controlador difuso, interpretabilidad
	2 (lab)	<i>Prácticas: Trabajo sobre la práctica 1 (cont.)</i>	
10	2	Tema 6: Introducción al diseño automático de controladores difusos	Diseño a partir de conocimiento experto, a partir de datos o a partir de un modelo.
	2 (lab)	<i>Prácticas: Trabajo sobre la práctica 1 (cont.)</i>	
11	1	Tema 7: Diseño ad hoc	Métodos de cubrimiento de datos específicos, método de Wang y Mendel
	1	Resolución de ejercicios Tema 7	
	2 (lab)	<i>Prácticas: Aplicación de la práctica 1 sobre el robot real</i>	
12	2	Tema 8: Diseño con algoritmos genéticos	Introducción a los algoritmos genéticos
	2 (lab)	<i>Prácticas: Aplicación de la práctica 1 sobre el robot real (cont.)</i>	
13	1	Tema 8: Diseño con algoritmos genéticos (cont.)	Aprendizaje y ajuste de controladores difusos mediante algoritmos genéticos
	1	Tema 9: Diseño con redes neuronales	Introducción a las redes neuronales
	2 (lab)	<i>Prácticas: Aplicación de la práctica 1 sobre el robot real (cont.)</i>	
14	2	Tema 9: Diseño con redes neuronales (cont.)	Aprendizaje y ajuste de controladores difusos mediante redes neuronales
	2 (lab)	<i>Prácticas: Trabajo sobre la práctica 2</i>	
15	2	Resolución de exámenes anteriores, dudas, repaso	
	2 (lab)	<i>Prácticas: Trabajo sobre la práctica 2 (cont.)</i>	