



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Sistemas de Control para Robots

Grado en Ingeniería Informática
Grado en Ingeniería de Computadores
**Grado en Ingeniería en Sistemas de
Información**
**Grado en Sistemas de Información
(G58)**

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2019/2020
Curso 4º – Cuatrimestre 1º

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Sistemas de Control para Robots
Código:	590015
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería Informática Grado en Ingeniería de Computadores Grado en Ingeniería en Sistemas de Información Grado en Sistemas de Información (G58)
Departamento y Área de Conocimiento:	Electrónica. Tecnología Electrónica
Carácter:	Optativa
Créditos ECTS:	6
Curso y cuatrimestre:	4º curso / 1º cuatrimestre
Profesorado:	Consultar página web del Departamento www.depeca.uah.es
Horario de Tutoría:	Consultar página web del Departamento www.depeca.uah.es
Idioma en el que se imparte:	Castellano

1.a PRESENTACIÓN

La asignatura “Sistemas de Control para Robots” introduce al alumno los algoritmos que permiten realizar el control y guiado autónomo de un robot móvil. Desde el punto de vista de la percepción, se abordan los problemas de estimación de la posición del robot (localización) y del mapa del entorno (mapeado) necesario para la localización y navegación. Desde el punto de vista de la actuación, se explican diferentes técnicas de planificación global para obtener las rutas que permiten alcanzar un destino dentro del entorno, y de planificación local para navegar de forma reactiva evitando obstáculos. Se incide especialmente en el enfoque bayesiano para la resolución de los problemas de localización, mapeado y planificación.

Para el buen aprovechamiento de la asignatura es aconsejable un cierto dominio del lenguaje de programación C. También serán de gran utilidad los conceptos abordados en la asignatura previa de “Percepción y Control” dentro del Grado en Ingeniería de Computadores.

1.b COURSE SUMMARY

The course "Robots Control Systems" introduces the student to the algorithms that allow the control and guidance of an autonomous mobile robot. From the point of view of perception, the problems of estimating the robot position (location) and the

environment map (mapping) required for positioning and navigation are addressed. From the point of view of navigation, different techniques are explained for global planning that allow to reach a destination within the environment, and local planning for reactive obstacle avoidance. It especially addressed the Bayesian approach for solving the problems of location, mapping and planning.

For the proper use of the subject it is recommended a good knowledge of C programming language. It will also be very useful the concepts discussed in the previous course of "Perception and Control" in the Degree in Computer Engineering.

2. COMPETENCIAS

Competencias generales:

CG1 Capacidad para concebir, redactar, organizar, planificar, desarrollar y firmar proyectos en el ámbito de la ingeniería en informática que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la resolución BOE-A-2009-12977, la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.

CG4 Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas, de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la resolución BOE-A-2009-12977.

CG6 Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes de acuerdo con los conocimientos adquiridos según lo establecido en el apartado 5 de la resolución BOE-A-2009-12977.

CG8 Conocimiento de las materias básicas y tecnologías, que capaciten para el aprendizaje y desarrollo de nuevos métodos y tecnologías, así como las que les doten de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG9 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, autonomía y creatividad. Capacidad para saber comunicar y transmitir los conocimientos, habilidades y destrezas de la profesión de Ingeniero Técnico en Informática.

Competencias específicas:

CIC1 Capacidad de diseñar y construir sistemas digitales, incluyendo computadores, sistemas basados en microprocesador y sistemas de comunicaciones.

CIC7 Capacidad para analizar, evaluar, seleccionar y configurar plataformas hardware para el desarrollo y ejecución de aplicaciones y servicios informáticos.

CC3 Capacidad para evaluar la complejidad computacional de un problema, conocer estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar,

desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

CTI6 Capacidad de concebir sistemas, aplicaciones y servicios basados en tecnologías de red, incluyendo Internet, web, comercio electrónico, multimedia, servicios interactivos y computación móvil.

Resultados de aprendizaje:

- RA1.** Comprender las características específicas de los sistemas de control para el guiado de robots móviles.
- RA2.** Conocer y analizar los procesos de percepción propios de una aplicación de navegación: estimación de la posición del robot (localización) y representación del entorno (mapeado).
- RA3.** Conocer y analizar los procesos de actuación propios de una aplicación de navegación: planificación global y planificación local (evitación de obstáculos).
- RA4.** Diseñar aplicaciones de guiado autónomo basadas en entornos de simulación para su posterior puesta en práctica sobre robots reales.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido (se pueden especificar los temas si se considera necesario)	Total de clases, créditos u horas
<p>Introducción a la robótica móvil Concepto de robot móvil, partes (actuadores, sensores, procesadores), clasificación, modelos de movimiento. El problema de la navegación. Introducción a los entornos de programación de robots.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 10 horas
<p>Localización y mapeado Mapeado: representaciones métricas y topológicas. Sistemas de localización: local y global. Localización y mapeado como problemas de estimación. Localización y mapeado mediante filtros bayesianos: filtros de Kalman, MHT, filtros de partículas, etc. Práctica 1. Mapeado y localización</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 24 horas

Planificación local y global Planificación local: evitación de obstáculos y comportamientos reactivos. Planificación global: búsqueda en grafos, grafos de visibilidad, campos de potencial, teoría de decisiones (procesos de decisión de Markov MDP y POMDP), etc. Práctica 2. Planificación local y global	<ul style="list-style-type: none"> • 24 horas
---	--

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos (especificar en horas)

Número de horas presenciales:	58 horas (54 horas de clase presencial + 4 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 horas
Total horas	150 horas

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

En el proceso de enseñanza-aprendizaje se realizarán las siguientes actividades formativas:

Clases teóricas	Clases expositivas de tipo seminario en las que se explicarán los contenidos teóricos utilizando presentaciones de PowerPoint
Clases prácticas	Realización de prácticas de laboratorio con robots y entornos de programación comerciales
Exposición de trabajos	Exposición de un trabajo final de la asignatura en los que se analizarán artículos científicos relacionados con la temática
Página web y plataforma virtual	Página web del departamento (información y apuntes de la asignatura, software, etc.). También se utiliza la plataforma Blackboard para virtualizar parcialmente la asignatura, con contenidos de videos, apuntes, foros, etc.

Se realizarán dos prácticas de laboratorio coordinadamente con la impartición de los conceptos teóricos, de manera que el alumno pueda experimentar tanto individualmente como en grupo, consolidando así los conceptos adquiridos. Así mismo, el alumno tendrá que hacer un estudio y presentación pública de un trabajo final de la asignatura empleando artículos científicos relacionados con los dos bloques temáticos principales de la asignatura.

Para la realización de las prácticas, el alumno dispondrá en el laboratorio de un puesto con instrumental básico, un ordenador con una plataforma de desarrollo robótico y un robot amigobot.

Durante todo el proceso de aprendizaje en la asignatura, el alumno deberá hacer uso de distintas fuentes y recursos bibliográficos, de manera que se familiarice con los entornos de documentación que en un futuro utilizará profesionalmente.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación¹

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa, de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno. Para ello se establecen los siguientes

Procedimientos de Evaluación

1. Convocatoria Ordinaria : La evaluación en la convocatoria ordinaria debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Regulación de los Procesos de Enseñanza Aprendizaje, NRPEA, art 3), atendiendo siempre a la adquisición de las competencias especificadas en la asignatura
 - a. *Evaluación Continua*: Consistente en la realización y superación de las prácticas de laboratorio (PL), la realización y superación de las pruebas de evaluación intermedia (PEI) y la realización y superación del trabajo final de la asignatura (TFA).
 - b. *Evaluación Final*: Consistirá en la realización y superación de una prueba de evaluación final (PEF) y la realización y superación de un trabajo final de la asignatura (TFA).
2. Convocatoria Extraordinaria: Se plantean dos situaciones
 - a. En caso de que el estudiante haya seguido la evaluación continua y haya aprobado el trabajo final de la asignatura (TFA), si así lo decide, se le mantendrá la calificación obtenida en la convocatoria ordinaria. El resto de la evaluación se basará en una prueba de evaluación final (PEF).

¹ Siguiendo la *Normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes, aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de Marzo de 2011, y el sistema de calificación basado en la Normativa del Consejo de Gobierno del 16 de Julio de 2009.*

- b. El estudiante no ha realizado el trabajo final (TFA) o decide no considerarlo. La evaluación consistirá en la realización y superación de una prueba de evaluación final (PEF) y la realización y superación de un trabajo final de la asignatura (TFA).

Para acogerse al proceso de evaluación final, el alumno debe solicitarlo por escrito al director del centro en las dos primeras semanas de su incorporación, indicando las razones que impiden seguir el sistema de evaluación continua. El director del centro comunicará la resolución en un máximo de 15 días. En caso de no haber recibido respuesta, se considera estimada esta solicitud.

Criterios de Evaluación

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes:

- CE1.** Que el alumno comprende las características específicas de los sistemas de guiado de robots móviles.
- CE2.** Que el alumno conoce los procesos de percepción propios de una aplicación de navegación: mapeado del entorno y localización.
- CE3.** Que el alumno conoce los procesos de actuación propios de una aplicación de navegación: planificación global y local.
- CE4.** Que el alumno es capaz de diseñar aplicaciones de guiado autónomo basadas en entornos de simulación y posteriormente llevarlas a la práctica sobre robots reales.

Instrumentos de Calificación.

Esta sección describe los instrumentos de evaluación que serán aplicados a cada uno de los criterios de Evaluación.

1. Prácticas de Laboratorio (PL): Consisten en la realización de problemas prácticos de laboratorio y la elaboración de la correspondiente memoria de resultados.
2. Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI) y Prueba de Evaluación Final (PEF): Consistentes en la resolución de problemas prácticos y teóricos.
3. Trabajo Final de la Asignatura (TFA): El trabajo final de la asignatura consiste en el estudio de un sistema de control de un robot móvil, incluyendo las cuatro etapas básicas necesarias para conseguir navegar de forma autónoma por un entorno. Se elaborará una memoria final y se defenderá el trabajo desarrollado.

Criterios de Calificación

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura.

El componente experimental que se desarrolla en las clases prácticas de laboratorio de la asignatura se considera esencial para el proceso de aprendizaje de las competencias asociadas a la misma. Por ello, y de acuerdo a la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011, Artículos 6 y 9, párrafo 4), su superación se considera elemento imprescindible de la evaluación, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria de la asignatura. Por esta razón, la superación de las clases prácticas de laboratorio es común e imprescindible en los dos Modelos de Evaluación: Continua y No Continua.

Los contenidos y temporización de las evaluaciones se detallarán al comienzo de la impartición de la asignatura en el Plan de Trabajo de la misma. Los criterios concretos de evaluación para cada uno de los modelos se describen a continuación.

CONVOCATORIA ORDINARIA

MODELO DE EVALUACIÓN CONTINUA

En la convocatoria ordinaria–evaluación continua la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente.

Competencias	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CG1, CG4, CG6, CG9, CIC1, CC3, CTI6	RA1, RA2	CE1, CE2	PL1	15%
	RA1, RA3	CE1, CE3	PL2	15%
CG8, CC3	RA1, RA2	CE1, CE2	PEI1	25%
	RA1, RA3, RA4	CE3, CE4	PEI2	25%
CG1, CG9	RA1-RA4	CE1-CE4	TFA	20%

Para considerar superada la Evaluación Continua, el alumno deberá superar el conjunto de prácticas de laboratorio y pruebas de evaluación intermedia y obtener una calificación final ponderada de todas las pruebas igual o superior a 5 sobre 10.

Si el estudiante no participa en el proceso de enseñanza-aprendizaje según lo establecido en la guía docente (asistencia regular -más de dos faltas injustificadas-,

realización y entrega de todas las actividades de aprendizaje y evaluación), se considerará no presentado en la convocatoria ordinaria.

Dicho lo anterior, se propiciarán también mecanismos de autoevaluación por parte del profesorado.

MODELO DE EVALUACIÓN FINAL

En la convocatoria ordinaria–evaluación final la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CG1,CG4,CG6,CG8,CG9,CIC1,CIC7,CC3,CTI6	RA1-RA4	CE1-CE4	PEF	80%
CG1, CG9	RA1-RA4	CE1-CE4	TFA	20%

Para considerar superada la Evaluación Final, el alumno deberá obtener una calificación final ponderada igual o superior a 5 sobre 10.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

En la convocatoria extraordinaria–final la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de Evaluación	Peso en la calificación
CG1,CG4,CG6,CG8,CG9,CIC1,CIC7,CC3,CTI6	RA1-RA4	CE1-CE4	PEF	80%
CG1, CG9	RA1-RA4	CE1-CE4	TFA	20%

Para considerar superada la Evaluación Extraordinaria, el alumno deberá obtener una calificación final ponderada igual o superior a 5 sobre 10.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica

1. Documentación explícitamente preparada por el profesorado para la asignatura, que será proporcionada a los alumnos de manera directa, o con su publicación en la Web de la asignatura.

2. Páginas Web sobre la temática de la asignatura que serán previamente seleccionadas por el profesorado.

Bibliografía Complementaria

1. INTRODUCTION TO AUTONOMOUS MOBILE ROBOTS. Roland SIEGWART. The MIT Press.
2. COMPUTATIONAL PRINCIPLES OF MOBILE ROBOTICS. Gregory DUDEK. Cambridge University Press.
3. PRINCIPLES OF ROBOT MOTION: THEORY, ALGORITHMS AND IMPLEMENTATIONS. Howie CHOSET. The MIT Press
4. INTRODUCTION TO ROBOTICS. P.J. MCKERROW. Addison Wesley.
5. PROBABILISTIC ROBOTICS. Sebastian THRUN. The MIT Press