

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	ROBÓTICA Y SISTEMAS DE PERCEPCIÓN AVANZADOS		
<b>Materia</b>	AUTOMÁTICA INDUSTRIAL		
<b>Módulo</b>	MASTER ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
<b>Titulación</b>	MASTER ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
<b>Plan</b>	568	<b>Código</b>	54146
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	MASTER	<b>Curso</b>	1
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	Castellano		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	Eduardo Zalama Casanova Alberto Herreros López Jaime Gómez García Bermejo		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	Escuela Ingenierías Industriales Dpto. Ingeniería de Sistemas y Automática Pº del Cauce 59. Eduardo Zalama Casanova. <a href="mailto:ezalama@eii.uva.es">ezalama@eii.uva.es</a> . Tel 983 423358 Alberto Herreros López <a href="mailto:albher@eii.uva.es">albher@eii.uva.es</a> Tel. 983 423909 Jaime Gómez García Bermejo <a href="mailto:jaigom@eii.uva.es">jaigom@eii.uva.es</a> . Tel 983423998 Tutorías: Consultar página web de la Uva.		
<b>Departamento</b>	Ingeniería de Sistemas y Automática		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

En esta asignatura se pretende profundizar y ampliar conceptos de robótica y visión artificial estudiados en las asignaturas de Grado de Electrónica Industrial y Automática. Se introducen nuevos conceptos como robótica móvil, localización, visión 3D, etc. Además la asignatura se abordará desde una perspectiva integradora y práctica, experimentando con metodologías de programación abiertas como ROS y OpenCV.

### 1.2 Relación con otras materias

La asignatura tiene una relación muy directa con las asignaturas Modelado y Control Avanzado y especialmente con la asignatura de Programación y Sistemas que se imparten en el mismo cuatrimestre en el que se aborda programación avanzada de C++ que es de gran utilidad en la asignatura especialmente para la programación en ROS y OpenCV.

### 1.3 Prerrequisitos

Se requieren conocimientos de programación por lo que es necesario que la asignatura se curse simultáneamente con la asignatura de Programación de Sistemas.





## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- CG1.** Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2.** Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG3.** Capacidad de expresión escrita.
- CG4.** Capacidad de resolución de problemas.
- CG5.** Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG6.** Capacidad de integración de conocimiento de diferentes disciplinas tecnológicas.
- CG7.** Capacidad para trabajar mediante el método de aprendizaje basado en proyectos.
- CG11.** Capacidad para el manejo de especificaciones técnicas y elaboración de informes técnicos.
- CG13.** Capacidad para analizar y valorar distintas alternativas de solución de un problema y tomar la decisión más adecuada en el contexto planteado.
- CG16.** Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.

### 2.2 Específicas

- CE14-** Saber identificar y aplicar las principales arquitecturas en el ámbito de la robótica y desarrollar sistemas middleware.
- CE15-** Capacidad para aplicar técnicas de percepción, localización, navegación y control de fuerzas en robótica.
- CE16-** Capacidad para aplicar las técnicas de percepción por computador avanzadas al control de calidad y manipulación.



### 3. Objetivos

Al concluir la asignatura el estudiante debe ser capaz de:

- Conocer las diferentes arquitecturas presentes en el ámbito de la robótica y saber programar e integrar una arquitectura en el ámbito de un proyecto de robótica.
- Conocer las diferentes técnicas sobre de la localización y percepción en el ámbito de la robótica móvil. Saber aplicar estas técnicas sobre un modelo de robot móvil.
- Conocer y aplicar las herramientas de robótica middleware.
- Conocer las principales técnicas de inspección automática: filtrado, acondicionamiento de imágenes, detección de contornos, reconocimiento de formas.  
Aplicar e integrar las técnicas de inspección automática en un sistema robótico o mecatrónico real.





**4. Contenidos y/o bloques temáticos**

**Bloque 1: Robótica**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3,6

**a. Contextualización y justificación**

En este bloque se amplían conocimientos de robótica impartidos en el grado. La robótica móvil es una parte fundamental de la robótica industrial y de servicios. A diferencia de los robots industriales, en los que el espacio de operación está acotado y es conocido, en la robótica móvil el espacio de operación es extenso y no acotado. Esto lleva aparejado la necesidad de una mayor integración sensorial y sistemas de percepción avanzados. Uno de los problemas principales de la robótica móvil es el de la localización. Aunque se puede hacer una primera estimación de la posición del robot mediante sensores internos, la información de la posición se degrada rápidamente a estar estos sistemas sometidos a ruido y fuentes de error (descalibraciones, deslizamientos de rueda, etc) por lo que se hace necesario integrar diferentes tipos de sensores y utilizar técnicas probabilísticas de localización basadas en mapas.

**b. Objetivos de aprendizaje**

El objetivo del aprendizaje es ampliar conocimientos sobre la robótica industrial y de servicio, robótica móvil, arquitecturas, localización y navegación. Además, se pretende que el alumno sea capaz de programar dispositivos robóticos mediante técnicas de programación abiertas basadas en componentes.

**c. Contenidos**

- Introducción a la Robótica Móvil
- Arquitecturas en robótica
- Cinemática de robótica móvil
- Percepción y localización
- Navegación
- Robótica middleware (Ros)
- Cinemática y dinámica de robots industriales
- Lenguajes de programación de robots industriales
- Comunicaciones aplicadas a robots: TCP/IP, OPC y ROS

**d. Métodos docentes**

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo/Lección magistral	Clase Aula
Resolución de ejercicios y problemas	Clase Aula
Aprendizaje mediante experiencias	Prácticas de laboratorio en grupos reducidos.

**e. Plan de trabajo**

El bloque se organizará en los siguientes temas:

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminario (horas)	Laboratorio (horas)
1	Introducción a Robótica Móvil	1			



2	Arquitecturas en Robótica	1			
3	Cinemática y Percepción en Robótica Móvil	1			
4	Localización	3			1
6	Robótica Middleware	3			10
7	Cinemática y dinámica de robots industriales	2			3
8	Lenguajes de programación de robots industriales	2			4
9	Comunicaciones aplicadas a robots: TCP/IP, OPC y ROS	2			4
TOTAL		15			21

#### f. Evaluación

Prueba sobre conocimientos adquiridos 40%

Aprovechamiento prácticas de Laboratorio: 10%

Trabajos e Informes 50%

#### g. Bibliografía básica

- Stochastic models, estimation and control. Vol1. by Meter S. Maybeck, Academic Press 1979 (Capítulo 1).
- An Introduction to the Kalman Filter. Greg Welch and Gary Bishop. TR 95-041 .Department of Computer Science. University of North Carolina at Chapel Hill. Chapel Hill, NC 27599-3175.
- Robotics Vision and Control. Peter Cork. Fundamental Algorithms in Matlab. Springer (capítulo 4).
- Robot Operating System. ROS. <http://www.ros.org/>
- Robotics Vision and Control. Peter Cork. Fundamental Algorithms in Matlab. Springer. (parte II)
- Fundamentos de Robótica y Mecatrónica con Matlab y Simulink. M. Perez Cisnero, E. Cuevas Jiménez, D. Zaldivar Navarro.

#### h. Bibliografía complementaria

- Probabilistic Robotics., (Intelligent Robotics and Autonomous Agents) Sebastian Thrun Wolfram Burgard and Dieter Fox. The MIT Press ©2005 ISBN:0262201623
- A Robust Layered Control System for a Mobile Robot
- (<http://www.ai.mit.edu/people/brooks/papers/AIM-864.pdf>). IEEE Journal Robotics and Automation(2), 1, pp. 14-23, 1986.
- Mobile Robots. Inspiration to Implementation. J.L Jones, A.M. Flynn. Ed. A.K. Peters, 1993
- ABB robotic. Manual del operador: RobotStudio. ID de documento: 3HAC032104-005.
- ABB robotic. Manual del operador: Introducción a RAPID (RobotWare 5). ID de documento: 3HAC029364-005
- ARTE (A Robotic Toolbox for Education), Arturo Gil Aparicio (Universidad Miguel Hernández),



**i. Recursos necesarios**

Para el desarrollo de la asignatura se utilizarán computadores, Matlab, Simulink, Robot Operation System, robot móvil Automodel Car y robots . También se utilizará la plataforma Moodle como elemento para la entrega de trabajos y suministro de material docente.

**j. Temporalización**

La organización semanal de las actividades presenciales será la siguiente:

Semana	Contenidos	Teoría (h)	Aula (h)	Seminario (h)	Laboratorio (h)
1	Introducción a Robótica Móvil Arquitecturas en Robótica Cinemática y Percepción en Robótica Móvil Localización. Introducción	4			
2	Localización. Filtro Bayesiano Localización. Filtro de Kalman Filtro de Kalman Extendido aplicado a un Robot Móvil	3			1
3	Robótica Middleware	1			3
4	Robótica Middleware	1			3
5	Robótica Middleware	1			3
5	Cinemática y dinámica de robots industriales	2			2
6	Lenguajes de programación de robots industriales	4			3
7	Comunicaciones aplicadas a robot: TCP/IP, OPC y ROS	2			3
TOTAL		18			18

**Bloque 2: Sistemas de Percepción**

Carga de trabajo en créditos ECTS:

**a. Contextualización y justificación**

En este bloque se profundiza en los conocimientos adquiridos en niveles de grado previos respecto a sensores y sistemas de percepción aplicados al ámbito de la robótica. Entre las distintas alternativas para la percepción del entorno de un robot (ultrasonidos, láser, otros) los Sistemas de Visión juegan un papel fundamental por su flexibilidad y la gran cantidad de información que proporcionan. Por ello serán el objeto principal de este bloque



de la asignatura. En concreto se trabajará con la librería de visión OpenCV que se utiliza en la actualidad en multitud de aplicaciones de ingeniería y robótica.

### b. Objetivos de aprendizaje

El objetivo del aprendizaje es aprender a diseñar sistemas de visión aplicables al ámbito de la automatización y la robótica. En particular el estudiante será capaz de programar algoritmos de visión, desde básicos hasta avanzados, utilizando software de libre distribución, y de integrarlos en sistemas abiertos basados en componentes. Este aprendizaje se realizará desde un enfoque eminentemente práctico.

### c. Contenidos

- Sistemas de percepción
- Sensores de ultrasonidos, sensores láser, otros; sistemas de Visión. Calibración de sensores.
- Procesamiento de imágenes y extracción de características
- Visión 3D
- Seguimiento visual

### d. Métodos docentes

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo/Lección magistral	Clase Aula
Resolución de ejercicios y problemas	Clase Aula
Aprendizaje mediante experiencias	Prácticas de laboratorio.

### e. Plan de trabajo

El bloque se organizará en los siguientes temas:

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminario (horas)	Laboratorio (horas)
1	Sistemas de percepción	1			0
2	Sensores de ultrasonidos, sensores láser, otros; sistemas de Visión. Calibración de sensores.	1			0
4	Procesamiento de imágenes y extracción de características	7			12
5	Visión 3D	2			0
6	Seguimiento visual	1			0
TOTAL		12			12



### f. Evaluación

Prueba sobre conocimientos adquiridos 30%  
 Aprovechamiento prácticas de Laboratorio: 20%  
 Trabajos e Informes 50%

### g. Bibliografía básica

- Visión por Computador. Fundamentos y Métodos. Arturo de la Escalera. Pearson Education.
- Learning OpenCV 3 Computer Vision in C++ with the OpenCV Library By Adrian Kaehler, Gary Bradski. O'Reilly Media. September 2015.
- Opencv 2 Computer Vision Application Programming Cookbook (Inglés) may 2011 Robert Laganieri
- Practical OpenCV. Hand son projects for computer visión on the Windows, Linux and raspberry platforms. Smarth Brahmbhatt, Technology in Action.
- <http://opencv.org/>

### h. Bibliografía complementaria

The Computer Vision Homepage, <https://www.cs.cmu.edu/~cil/vision.html> .

### i. Recursos necesarios

Se utilizará computadores con Opencv y cámaras. La programación se realizará dentro del framework ROS. También se utilizará la plataforma Moodle como elemento para la entrega de trabajos y suministro de material docente.

### j. Temporalización

La organización semanal de las actividades presenciales será la siguiente:

Semana	Contenidos	Teoría (h)	Aula (h)	Seminario (h)	Laboratorio (h)
10	Sistemas de percepción Sensores de ultrasonidos, sensores láser, otros; sistemas de Visión. Calibración de sensores.	4			0
11	Procesamiento de imágenes y extracción de características: captura y carga de imágenes (en entorno ROS)	1			3
12	Procesamiento de imágenes y extracción de características: filtrado	1			3
13	Procesamiento de imágenes y extracción de características: segmentación y mejora	1			3
14	Procesamiento de imágenes y extracción de características: reconocimiento y aprendizaje	1			3



15	Vision 3D Seguimiento visual	4			0
TOTAL		12			12

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

Actividades presenciales:

- Clases de aula, exposición y análisis de casos (CTP)..
- Prácticas de laboratorio (PL)
- Tutorías docentes y evaluación (TD y E)

Actividades no presenciales:

- Trabajo individual: Estudio/trabajo personal.
- Desarrollo de trabajos. aprendizaje basado en problemas.





## 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Trabajo individual	45
Prácticas de laboratorio (L), Seminario (S),(E)	30	Desarrollo de trabajos	45
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>

## 7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Bloque 1	60%	Para superar la asignatura es necesario alcanzar el 50% de la calificación máxima del bloque.
Bloque 2	40%	Para superar la asignatura es necesario alcanzar el 50% de la calificación máxima del bloque.

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**  
Se ponderará la calificación por bloques y créditos por bloques. Para superar la asignatura es necesario alcanzar el 50% de la calificación máxima en cada bloque.
- **Convocatoria extraordinaria:**  
Mismos criterios que en la convocatoria ordinaria.

## 8. Consideraciones finales

En el Campus Virtual de la asignatura se dispondrá del material docente de la asignatura, bibliografía, etc. La entrega de trabajos se realizará a través del propio Campus Virtual