

# MODELADO Y SIMULACIÓN DE ROBOTS

Curso 2016/2017

(Código: 31105096)

## 1. PRESENTACIÓN

Esta asignatura está dedicada a estudio de los robots como elementos esenciales de la automatización de la producción, tanto desde el punto de vista de su modelado como de su simulación. Los robots son máquinas que integran componentes mecánicos, eléctricos, electrónicos, y dispositivos sensoriales y de comunicaciones, bajo la supervisión de un sistema informático de control en tiempo real. El empleo de robots en la industria persigue dotar de la máxima flexibilidad a los procesos productivos, manteniendo la productividad que se consigue empleando máquinas automáticas especializadas. Si la robótica puede considerarse hoy en día como una disciplina madura se debe en gran medida a la implantación de los robots en la industria durante el siglo pasado. En la actualidad, el ámbito de aplicación de la robótica trasciende del entorno industrial y crece en importancia en otros sectores como el de servicios.

La robótica industrial desde sus períodos de iniciación y madurez estuvo muy orientada a las funciones de manipulación. De hecho, suele considerarse un robot industrial esencialmente como un robot manipulador. El primer cuatrimestre de esta asignatura está diseñado siguiendo este enfoque y por ello tiene como objetivo el estudio de los elementos que componen un robot manipulador: estructura mecánica, transmisiones y reductores, actuadores, efectores finales y sensores. Se aborda también el estudio del control cinemático y dinámico de robots manipuladores. Otro tema importante considerado en el primer cuatrimestre de la asignatura es el de programación de robots industriales. Además de estos aspectos tecnológicos, también se analizan otros temas relacionados con la robótica desde el punto de vista de usuario, con contenidos relativos al modo y oportunidad de su aplicación, que proporcionan al alumno unos criterios sobre la conveniencia de usar un robot y el modo más adecuado de hacerlo.

En el segundo cuatrimestre de la asignatura se trata la simulación de robots desde un punto de vista práctico. En la actualidad existe una gran cantidad de entornos de simulación de robots. La mayor parte de estos entornos son gratuitos y directamente descargables a través de Internet. Se pretende que en esta segunda parte de la asignatura el alumno realice un trabajo de prospección, análisis y discusión de los entornos de simulación de robots principales que existen. A partir de este trabajo de prospección el alumno deberá realizar la simulación de un movimiento complejo con un entorno de simulación gratuito, cuya elección justificará.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura "Modelado y Simulación de Robots" se encuentra integrada en el Máster Universitario en Investigación en Ingeniería de Software y Sistemas Informáticos que, al igual que el resto, es de 9 ECTS, anual y optativa. Concretamente, esta asignatura es la primera de las dos asignaturas que forman la materia "Robótica y percepción visual" y ha de contribuir a la consecución de las siguientes competencias básicas y generales:

- Saber aplicar los conocimientos adquiridos y la capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares relacionados con la Ingeniería de Sistemas, la automatización y la Ingeniería de Software.
- Demostrar una comprensión sistemática del campo de estudio de la Ingeniería de Software o de la Ingeniería de Sistemas, y el dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.
- Demostrar la capacidad de concebir, diseñar, poner en práctica y adoptar un proceso sustancial de investigación con seriedad académica.



- Ser capaz de realizar un análisis crítico, evaluación y síntesis de ideas nuevas y complejas.
- Saber comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados, a sus colegas, a la comunidad académica en su conjunto y a la sociedad, de un modo claro y sin ambigüedades.
- Ser capaz de fomentar, en contextos académicos y profesionales, el avance tecnológico dentro de una sociedad basada en el conocimiento.
- Ser capaz de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Realizar una contribución a través de una investigación original que amplíe las fronteras del conocimiento desarrollando un corpus sustancial, del que parte merezca la publicación referenciada a nivel nacional o internacional.
- Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

También ha de contribuir a la consecución de las siguientes competencias específicas:

- Incorporar mejoras cualitativas sustanciales, bien sea en la elaboración de software o bien en el desarrollo e implantación de sistemas robóticos.
- Concebir, implementar implantar y supervisar nuevas soluciones a los problemas específicos que se le planteen en el ámbito de la investigación, innovación y desarrollo de software o de la robótica.

Esta asignatura resulta de gran interés en la formación del futuro investigador o profesional en el campo de la Ingeniería de Software y de los Sistemas Informáticos, por la enorme implantación que los sistemas robóticos tienen en la actualidad y su importancia en el futuro de la Ingeniería Informática. Por otra parte, el desarrollo e investigación en estos sistemas se verá favorecido por el estudio de las metodologías de desarrollo del software que se estudian en otras asignaturas del Máster como "Especificación de los Sistemas Software", "Arquitecturas para Sistemas Software" y "Arquitecturas Orientadas a Servicios", puesto que una parte fundamental de un sistema robótico es su software. Las asignaturas "Representación gráfica de superficies implícitas", "Sistemas de percepción visual" y "Sistemas difusos de apoyo a la toma de decisiones" suponen un complemento adecuado para la profundización en la "simulación de robots", que es uno de los contenidos fundamentales de esta asignatura, dado que permiten aplicar esas técnicas a la representación de objetos y entornos sintetizados a partir de la visión artificial, y mejorar la toma de decisiones en la selección de un robot para una aplicación concreta.

### 3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

La formación previa que deberían tener los alumnos para el adecuado seguimiento de esta asignatura son los propios de ingreso al posgrado, haciendo especial recomendación en conocimientos científico-matemáticos en temas de álgebra, física y mecánica, así como en principios de programación y de manejo de Internet a nivel de usuario.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE



Los resultados de aprendizaje que se espera alcanzar con esta asignatura por parte del estudiante son:

- Comprender qué es un robot industrial e identificar sus principales aplicaciones.
- Conocer el problema del modelado y control cinemático en robots manipuladores y comprender sus soluciones.
- Valorar las características diferenciadoras de las técnicas de programación de robots y de sistemas robotizados.
- Evaluar opciones en el diseño e implementación de sistemas robotizados.
- Conocer las características de los principales entornos de simulación de robots.
- Saber seleccionar el entorno de simulación más adecuado para un robot concreto y simular con él su movimiento.

## 5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

### **a) Modelado de robots ( primer cuatrimestre )**

#### *Unidad Didáctica I*

#### **TEMA 1. INTRODUCCIÓN**

Resumen: En este tema se muestra la Robótica como tecnología multidisciplinar, definiendo al robot industrial y comentando su desarrollo histórico y estado actual.

Objetivos:

- 1.1. Presentar los antecedentes históricos.
- 1.2. Mostrar el Origen y desarrollo de la robótica.
- 1.3. Definir y clasificar los robots.

#### **TEMA 2. MORFOLOGÍA DEL ROBOT**

Resumen: En este tema se presentan los elementos fundamentales que constituyen la estructura de un robot.

Objetivos:

- 2.1. Mostrar la estructura mecánica de un robot.
- 2.2. Presentar las transmisiones y reductores.
- 2.3. Mostrar qué actuadores existen.
- 2.4. Aprender cómo son los sensores internos.
- 2.5. Conocer cuáles son los elementos terminales.

#### *Unidad Didáctica II*

#### **TEMA 3. HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS PARA LA LOCALIZACIÓN ESPACIAL**

Resumen: En este tema se estudia una serie de herramientas matemáticas que permiten especificar la posición y orientación en el espacio de piezas, herramientas y, en general, de cualquier objeto.

Objetivos:

- 3.1. Establecer cómo se representa la posición.



- 3.2. Establecer cómo se representa la orientación.
- 3.3. Presentar las matrices de transformación homogénea.
- 3.4. Aprender a aplicar los cuaternios.
- 3.5. Relacionar y comparar los distintos métodos de localización espacial.

#### **TEMA 4. CINEMÁTICA DEL ROBOT**

Resumen: En este tema se presenta el estudio de la descripción analítica del movimiento espacial del robot como una función del tiempo, y en particular por las relaciones entre la posición y la orientación del extremo final del robot con los valores que toman sus coordenadas articulares.

Objetivos:

- 4.1. Aprender a resolver el problema cinemático directo.
- 4.2. Aprender a resolver el problema cinemático inverso.
- 4.3. Mostrar cómo se obtiene la Matriz Jacobiana.

#### **TEMA 5. DINÁMICA DEL ROBOT**

Resumen: En este tema se presenta el estudio de la relación entre el movimiento del robot y las fuerzas aplicadas sobre el mismo.

Objetivos:

- 5.1. Estudiar el modelo dinámico de la estructura mecánica de un robot rígido.
- 5.2. Obtener el modelo dinámico de un robot mediante la formulación de Lagrange.
- 5.3. Obtener el modelo dinámico de un robot mediante la formulación recursiva de Newton-Euler.
- 5.4. Estudiar el modelo dinámico en variables de estado.
- 5.5. Estudiar el modelo dinámico en el espacio de la tarea.
- 5.6. Estudiar el modelo dinámico de los actuadores.

#### **TEMA 6. CONTROL CINEMÁTICO**

Resumen: En este tema se estudia cómo establecer cuáles son las trayectorias que debe seguir cada articulación del robot a lo largo del tiempo para lograr los objetivos del usuario (punto de destino, trayectoria cartesiana del efector final, tiempo invertido en el movimiento fijado por el usuario, etc.).

Objetivos:

- 6.1. Presentar cuáles son las funciones del control cinemático.
- 6.2. Mostrar qué tipos de trayectorias existen.
- 6.3. Aprender a generar trayectorias cartesianas.
- 6.4. Aprender a muestrear de trayectorias cartesianas.
- 6.5. Aprender a interpolar trayectorias.

#### **TEMA 7. CONTROL DINÁMICO**

Resumen: En este tema se estudia cómo procurar que las trayectorias realmente seguidas por el robot sean lo más parecidas posibles a las propuestas



por el control cinemático.

Objetivos:

- 7.1. Estudiar el control monoarticular.
- 7.2. Estudiar el control multiarticular.
- 7.3. Estudiar el control adaptativo.
- 7.4. Aprender cómo se implanta desde el punto de vista práctico el Regulador.

*Unidad Didáctica III*

### **TEMA 8. PROGRAMACIÓN DE ROBOTS**

Resumen: En este tema se estudia cómo se le indica a un robot la secuencia de acciones que deberá llevar a cabo durante la realización de una tarea.

Objetivos:

- 8.1. Estudiar los métodos de programación de robots y su clasificación.
- 8.2. Estudiar los requerimientos de un sistema de programación de robots.
- 8.3. Mostrar un ejemplo de programación de un robot industrial.
- 8.4. Presentar las características básicas de los lenguajes RAPID y V+.

### **TEMA 9. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN DE UN ROBOT INDUSTRIAL**

Resumen: En este tema se abordan, tanto desde un aspecto técnico como económico, aquellas materias relacionadas con la implantación de un robot en un entorno industrial.

Objetivos:

- 9.1. Estudiar el diseño y control de una célula robotizada.
- 9.2. Mostrar las características a considerar en la selección de un robot.
- 9.3. Estudiar la seguridad en instalaciones robotizadas.
- 9.4. Aprender a dar una justificación económica.
- 9.5. Estudiar el mercado de robots.

### **TEMA 10. APLICACIONES DE LOS ROBOTS**

Resumen: En este tema se repasan las aplicaciones más frecuentes, destacando las posibilidades del robot y sus ventajas frente a otras alternativas.

Objetivos:

- 10.1. Estudiar cómo se clasifican las aplicaciones de los robots.
- 10.2. Aprender cuáles son las principales aplicaciones industriales de los robots.
- 10.3. Analizar cuáles son los nuevos sectores de aplicación de los robots y en qué consisten los robots de servicio.

**b) Simulación de robots (Segundo cuatrimestre)**



## PRÁCTICA 1. ENTORNOS DE SIMULACIÓN DE ROBOTS PRINCIPALES QUE EXISTEN

Objetivo. Realizar un trabajo de prospección, análisis y discusión de los entornos de simulación de robots principales que existen

## PRÁCTICA 2. REALIZACIÓN DE SIMULACIONES DE MOVIMIENTO

Objetivo. A partir de este trabajo de prospección el alumno deberá realizar la simulación de un movimiento complejo con un entorno de simulación gratuito, cuya elección justificará.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [JUAN JOSE ESCRIBANO RODENAS](#)
- [CARLOS CERRADA SOMOLINOS](#)

## 7.METODOLOGÍA

La docencia de esta asignatura se impartirá a distancia, siguiendo el modelo educativo propio de la UNED adaptado al EEES. El principal instrumento docente será un curso virtual dentro de las plataformas educativas para la enseñanza a distancia, complementado con la asistencia personalizada del equipo docente y la tutela presencial y telemática.

Dentro del curso virtual el alumnado dispondrá de:

- Página de bienvenida, donde se indica el concepto general de la asignatura y se presenta el equipo docente.
- Calendario, donde se establece el orden temporal de actividades y sugerencias sobre el reparto temporal de la materia, para que el estudiante los adapte a su disponibilidad y necesidades.
- Materiales:
  - i. Guía didáctica del curso, donde se establecen los objetivos concretos y los puntos de interés.
  - ii. Programa, donde se especifica la división del contenido por capítulos.
  - iii. Procedimiento, donde se sugieren al alumno las tareas que debe realizar.
  - iv. Ejemplos de exámenes, donde se orienta sobre las pruebas escritas y se muestran ejemplos de exámenes de cursos anteriores.
  - v. Pruebas de auto evaluación y de evaluación a distancia en línea.
- Comunicación:
  - i. Correo para comunicaciones individuales.
  - ii. Foros de Debate donde se intercambian conocimientos y se resuelven dudas de tipo académico general.
  - iii. Grupos de trabajo para intercambiar información dentro de los grupos.

Fuera del curso virtual el estudiante también tendrá acceso a realizar consultas al equipo docente a través del correo, teléfono y presencialmente en los horarios establecidos para estas actividades. También se podrán organizar videoconferencias si las necesidades docentes lo hicieran preciso.

Las actividades de aprendizaje a realizar por el alumno durante el curso serán las siguientes:



- Proponer y resolver Problemas de temas 1 a 5 (15%).
- Proponer y resolver Problemas de temas 6 a 10 (15%).
- Examen final (telemático) de la primera parte de la asignatura al acabar el primer cuatrimestre (20%).
- Participación constructiva en los foros (5%)
- Trabajo de prospección, análisis y discusión de los entornos de simulación de robots principales que existen (30%).
- Simulación de un movimiento complejo con un entorno de simulación gratuito (15%).

Con las cuatro primeras actividades de actividades de aprendizaje el alumno obtendrá los siguientes resultados de aprendizaje:

- Comprender qué es un robot industrial e identificar sus principales aplicaciones.
- Conocer el problema del modelado y control cinemático en robots manipuladores y comprender sus soluciones.
- Valorar las características diferenciadoras de las técnicas de programación de robots y de sistemas robotizados.
- Evaluar opciones en el diseño e implementación de sistemas robotizados.

Con las dos últimas actividades de aprendizaje el alumno obtendrá los siguientes resultados de aprendizaje:

- Conocer las características de los principales entornos de simulación de robots.
- Saber seleccionar el entorno de simulación más adecuado para un robot concreto y simular con él su movimiento.

## 8. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788448156367  
 Título: FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA (2ª)  
 Autor/es: Peñín Honrubia, Luis Felipe ; Barrientos Cruz, Antonio ; Aracil Santonja, Rafael ; Balaguer Bernaldo De Quirós, Carlos ;  
 Editorial: MC GRAW HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

Dado el carácter práctico del segundo cuatrimestre no es necesaria bibliografía alguna para dicho cuatrimestre. Toda la bibliografía es para el primer cuatrimestre.

## 9. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788420535746  
 Título: ROBOTS Y SISTEMAS SENSORIALES (1ª)  
 Autor/es: Torres Medina, Fernando ;  
 Editorial: PEARSON ALHAMBRA



Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788426713131

Título: ROBÓTICA: MANIPULADORES Y ROBOTS MÓVILES (2001)

Autor/es: Aníbal Ollero Baturone ;

Editorial: MARCOMBO BOIXAREU

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788476153024

Título: ROBÓTICA INDUSTRIAL :

Autor/es: Vaquero Sánchez, Antonio ; Groover, Mikell P. ; Segado Bernal, Angel ; Dormido Bencomo, Sebastián ;

Editorial: MACGRAW-HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

Comentarios y anexos:

Dado el carácter práctico del segundo cuatrimestre no es necesaria bibliografía alguna para dicho cuatrimestre. Toda la bibliografía es para el primer cuatrimestre.

## 10. RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

La plataforma de e-Learning Alf, proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online.

Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como el alumnado, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



## 11.TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo fundamentalmente a través de los instrumentos de comunicación del curso virtual. También se atenderán consultas por teléfono por parte del equipo docente.

Horario:

Jueves de 9:00 a 13:00

Profesorado:

Juan José Escribano Ródenas: Telf. 91-398.76.17

Carlos Cerrada Somolinos: Telf. 91-398.64.77

## 12.EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

La calificación final de la asignatura se obtendrá a partir de los siguientes elementos:

- Problemas propuestos de temas 1 a 5 (15%).
- Problemas propuestos de temas 6 a 10 (15%).
- Examen final (telemático) de la primera parte de la asignatura al acabar el primer cuatrimestre (20%).
- Trabajo de prospección, análisis y discusión de los entornos de simulación de robots principales que existen (30%).
- Simulación de un movimiento complejo con un entorno de simulación gratuito (15%).
- Evaluación de la habilidad para la participación constructiva en los foros (5%).

Para el cálculo de la calificación final de la asignatura a partir de la calificación obtenida en cada actividad de evaluación se tendrán en cuenta, además de sus respectivas ponderaciones, las siguientes consideraciones:

- No será necesario obtener una calificación mínima en ninguna de las actividades de evaluación para poder aprobar la asignatura.
- Ninguna de las actividades de evaluación se considera obligatoria, por lo que se podrá aprobar la asignatura aunque no se haya realizado alguna de ellas, o incluso aunque en alguna de ellas se haya obtenido una calificación inferior a 5 puntos.
- La nota final de la asignatura requerida para aprobarla deberá ser mayor o igual a 5 puntos.
- No será necesaria la presencia del alumno en el Centro Asociado para realizar ninguna de las actividades de evaluación.
- Las calificaciones obtenidas en las tareas evaluables realizadas para la convocatoria de junio se mantendrán para la de septiembre. Es decir, todo aquél que haya realizado alguna de las actividades y se le haya calificado a lo largo del cuatrimestre no es preciso que la vuelva a realizar para septiembre: se mantendrá la calificación obtenida en dichas actividades.

## 13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

