

## 69161 - Assistive Robotics

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 69161 - Assistive Robotics

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 615 - Máster Universitario en Robótica, Gráficos y Visión por Computador/Robotics, Graphics and Computer Vision

**Créditos:** 3.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo es proporcionar a alumno conocimientos de los últimos avances en la aplicación de la Robótica de la denominada Robótica Asistencial (Assistive Robotics). En la signatura se incidirá en las técnicas y tecnologías aplicadas en exoesqueletos robotizados para ayuda al movimiento de extremidades que utilizan prótesis y órtesis robotizadas, en la generación y control del movimiento de las mismas, y en el procesado de bioseñales, principalmente señales electromiográficas (EMG) y electroencefalográficas (EEG), para adecuarlas a dicho control. Se describirán los últimos avances en Robótica médica.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
  - Meta 3.6 Para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo
  - Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
  - Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo.

### 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Es una asignatura optativa en el Máster. En los últimos años ha habido sustanciales avances en el campo de la Robótica aplicada en el ámbito de ayuda al movimiento mediante exoesqueletos. Es multidisciplinar, ya que abarca desde el modelado de robots, generación del movimiento, control del mecanismo, y el procesamiento y adaptación de distintas bioseñales para el autocontrol del dispositivo. Se utilizan una amplia variedad de conocimiento adquiridos en los Grados que dan acceso al Master y en el propio Master. Las aplicaciones tienen un claro y creciente interés social, dado que están fundamentalmente orientadas a personas con discapacidades motoras o dependientes en el caso de los exoesqueletos, y por otro lado un claro interés profesional en cuanto estas tecnologías ayudan a los médicos, en particular en cirugía.

Los objetivos de esta asignatura se construyen sobre los resultados del aprendizaje de los Grados, como Robótica, Robots Autónomos, Señales y Sistemas, Sistemas Automáticos, y otras relacionadas con el procesamiento y filtrado de señales, y los obtenidos en una asignatura obligatoria previa del Master Robots Autónomos. El conocimiento previo adquirido en las asignaturas de Master constituyen una buena base para la asignatura, pero no son imprescindibles para cursarla. En esta asignatura se proporcionan las bases necesarias para aquellos que no tengan dichas bases. Los manipuladores robóticos junto con la visión y reconstrucción visual de órganos internos son técnicas cada vez más utilizadas en cirugía y dispositivos asistenciales.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Asignatura del Master que proporciona conocimientos previos necesarios: Autonomous Robots.

La asignatura desarrolla conceptos, métodos y aplicaciones basados parcialmente en conocimientos de Robótica, Control y procesamiento de Bioseñales. Los alumnos procedentes de Grados del ámbito de la Ingeniería Industrial (Electrónica y Automática, Tecnologías Industriales, Mecánica fundamentalmente), de la Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación, y de la Ingeniería Informática, han podido adquirir conocimientos básicos técnicas de procesado de señales, modelado de sistemas, filtrado, y Robótica, que junto con los conocimientos adquiridos la mencionada asignatura del Máster, constituye una buena base para cursar la asignatura. Los procedentes otros Grados pueden necesitar alguna formación adicional en estas técnicas para poder seguir con aprovechamiento la asignatura.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

Básicas y Generales:

- CB6 - 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.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB9 - 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
- CB10 - 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.
- CG01 - Haber adquirido conocimientos avanzados y demostrado, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador, que les permitan ser innovadores en un contexto de investigación, desarrollo e innovación.
- CG02 - Capacidad para aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados
- CG03 - Capacidad para evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso
- CG04 - Capacidad para predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad
- CG05 - Capacidad para transmitir en inglés, de manera oral y escrita, de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.
- CG06 - Haber desarrollado la autonomía suficiente para participar en proyectos de investigación y

colaboraciones científicas o tecnológicas dentro su ámbito temático, en contextos interdisciplinares y, en su caso, con una alta componente de transferencia del conocimiento.

- CG07 - Capacidad para asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.
- CG08 - Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG09 - Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas de los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG10 - Capacidad para comprender, relacionar con el estado del arte y evaluar críticamente publicaciones científicas en los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG11 - Capacidad para gestionar y utilizar bibliografía, documentación, bases de datos, software y hardware específicos de los ámbitos de la Robótica, Gráficos y/o Visión por Computador.
- CG12 - Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe.

Específicas:

- CE02 - Capacidad para diseñar y desarrollar nuevos métodos y algoritmos aplicables a sistemas autónomos o de realidad virtual y aumentada.
- CE04 - Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar software, productos y sistemas en el ámbito de la robótica.
- CE09 - Capacidad para desarrollar de forma autónoma un trabajo de iniciación a la investigación y/o desarrollo en el ámbito de la robótica, gráficos, o visión por computador, en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en la titulación.

## 2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:

- Es capaz de comprender el origen y los mecanismos de generación y procesamiento de las bioseñales, en particular EMG y EEG.
- Es capaz de comprender y utilizar los modelos bioinspirados para generar las señales de control de exoesqueletos a partir de bioseñales.
- Es capaz de realizar el diseño sencillo del sistema de control de un robot manipulador, en particular de exoesqueletos.

## 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La importancia de los resultados de aprendizaje diseñados para esta asignatura radica en la capacidad que adquiere el alumno para comprender y conocer las múltiples utilidades de la robótica en el mundo profesional y en la investigación, en una línea que actualmente se está desarrollando y sin duda tendrá mucho desarrollo en los próximos años. El alumno será capaz asimismo de realizar el diseño de sistemas robotizados desde el punto de vista del modelado y el control, que le permitirá involucrarse en su vida profesional en proyectos relacionados con el desarrollo y aplicación de estos dispositivos.

# 3. Evaluación

## 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación:

- E1. Prueba escrita: Cuestiones teórico-prácticas (30%)
- E2. Trabajos dirigidos: Resolución de casos de estudio (60%) y evaluación de la realización de la práctica y del informe de resultados de la misma.(5%)
- E3. Presentaciones y debates de forma oral: Presentación de resultados de ejercicios, casos de estudio, trabajos y prácticas y contestación de preguntas sobre los mismos. (5%)

Para aprobar la asignatura se deberán realizar las 3 actividades de evaluación. Tanto la prueba escrita E1 como los trabajos E2 deberán ser aprobados (5 puntos sobre 10 en cada una de ellos). Se dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso, en las fechas y horarios determinados por la Escuela. Esta prueba global se evaluará con los mismos criterios que las pruebas durante el curso.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

Las actividades docentes se llevarán a cabo en base a:

- Clases teóricas. El profesor presentará los temas del programa, así como ejercicios prácticos correspondientes a cada uno. Los alumnos resolverán en clase ejercicios o casos propuestos por el profesor, que serán evaluados.
- Prácticas: El alumno realizará prácticas con el equipamiento y software proporcionado. Serán evaluadas en base a la actividad realizada por el alumno durante la sesión y a partir de un informe de resultados posterior.
- Trabajos prácticos. El alumno resolverá individualmente o en grupo casos prácticos propuestos por el profesor, que serán evaluados.
- Artículos de investigación: El profesor propondrá la lectura y análisis de artículos de temas avanzados y actuales en la materia, que serán presentados por el alumno, y serán evaluados.
- Seminarios desarrollados por profesores expertos invitados

### 4.2. Actividades de aprendizaje

Con objeto de que los alumnos alcancen los resultados de aprendizaje descritos anteriormente y adquieran las competencias diseñadas para esta asignatura, se proponen las siguientes actividades formativas:

- A01 Clase magistral participativa (22 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. La impartición de los contenidos incluirá la realización de ejercicios o casos prácticos sencillos por parte del profesor y de los alumnos. En cada curso se planteará la posibilidad de impartición de seminarios por parte de expertos externos.
- A03 Prácticas de laboratorio. (4 horas). Se realizarán prácticas con los equipos disponibles. El alumno deberá realizar un estudio previo anteriormente a la realización de la práctica, desarrollar la actividad práctica propuesta durante la sesión práctica y realizar un informe breve sobre los resultados obtenidos. Se evaluarán todas estas actividades de acuerdo con lo establecido en la sección de Evaluación.
- A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación. El alumno tendrá que resolver individualmente casos prácticos planteados por el profesor. Si el caso práctico planteado es complejo podrá realizarse en grupo según lo establezca el profesor. Se evaluará esta actividad de acuerdo con lo establecido en la sección de Evaluación.
- A06 Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.
- A08 Evaluación. Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas, presentaciones orales, informes, trabajos y prácticas. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación

Al resto de actividades (incluidos trabajos tutorados, evaluaciones, entregables, y estudio personal) le corresponden 49 horas.

### 4.3. Programa

1. Introducción a la Robótica: Robótica de manipulación, Robótica móvil, Robótica asistencial, Robótica médica, Exoesqueletos robotizados.
2. Modelado de un mecanismo poliarticulado. Grados de libertad de las extremidades humanas. Generación de trayectorias, control cinemático y dinámico del movimiento de un mecanismo poliarticulado.

3. Exoesqueletos robotizados. Aplicación de las técnicas de la robótica de manipulación al control de exoesqueletos.
4. Control de exoesqueletos a partir de bioseñales. Procesamiento de mioseñales de activación muscular (EMG). Modelos bioinspirados de control de exoesqueletos. Control a partir de señales electroencefalográficas (EEG).
5. Aplicaciones en robótica asistencial.

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

El calendario de la asignatura estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

La asignatura se imparte en cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de ejercicios, la realización de prácticas y de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster. Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle2.unizar.es/>.

#### **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

1. Introduction to robotics : mechanics and control / Craig, John J.. - 4th ed. Ed. Pearson, 2017
2. Wearable robots: biomechatronics exoskeletons / J.L. Pons. Chichester : Wiley, 2008
3. Medical robotics / edited by Vanja Bozovic. Viena : I-Tech EDucation and Publishing, 2008