

# ANEXO I

---



Curso Académico: 2018-2019

Estudio: Máster Universitario en Robótica y Automatización

Fecha de Generación: 23/05/2018 14:11:00

---

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL

#### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

- \* Conocer los fundamentos en los que se basa la automatización de sistemas industriales.
- \* Capacidad de abordar proyectos sencillos de automatización de sistemas industriales de eventos discretos
- \* Conocer el equipamiento habitualmente empleado en la industria para la automatización de sistemas.

#### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Presentación de la asignatura e Introducción
2. Sistemas lógicos: Representación de sistemas lógicos. Diagramas de estado. Diagrama funcional
3. Tecnologías. Programación de autómatas (Modos de ejecución, lenguajes de programación, elementos comunes)
4. Programación en Lenguaje de contactos
5. Grafcet (SFC)
6. Actuadores y Sensores

#### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales, clases prácticas, trabajos de los alumnos en el laboratorio, tutorías individuales y trabajo personal del alumno.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Asistencia

Examen de programación de autómatas en el laboratorio

Trabajo de automatización de un sistema industrial

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Flavio Bonfatti, Paola Daniela Monari, Umberto Sampieri IEC 61131-3 Programming Methodology: Software Engineering Methods for Industrial Automated Systems, ICS Triplex, 2003



Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Obligatoria

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : MORENO LORENTE, LUIS ENRIQUE

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de este curso es que el estudiante conozca los conceptos básicos necesarios para poder usar las técnicas de control inteligente tanto para el modelado e identificación de sistemas como para el control de sistemas. Se introducirá el concepto de conjunto borroso y operaciones borrosas para posteriormente definir los conceptos de relaciones borrosas y reglas borrosas. A partir de estos conceptos se introducirá un regulador borroso básico y se verá como identificar y controlar sistemas a partir de estos reguladores borrosos.

A continuación se abordarán las redes neuronales, comenzando por la noción de neurona artificial, capas de neuronas, redes neuronales y estrategias de aprendizaje en las redes neuronales. Se introducirán las redes neuronales más usuales y se verá como usarlas para identificación y control de sistemas.

Posteriormente se estudiarán diferentes técnicas de optimización de sistemas, tanto de tipo derivativo como no derivativo y monopunto o multipunto. Se introducirán los algoritmos genéticos, las técnicas de evolución diferencial y los PSO entre otros.

Para lograr estos objetivos, el alumno debe adquirir una serie de conocimientos y capacidades.

Por lo que se refiere a los conocimientos, al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

1. Diseñar reguladores borrosos básicos para sistemas dinámicos.
2. Aproximar un sistema no lineal mediante un sistema borroso.
3. Usar sistemas borrosos para esquemas de control adaptativos.
4. Aproximar un sistema no lineal mediante una red neuronal.
5. Aproximar un sistema dinámico no lineal mediante una red neuronal.
6. Diseñar un control basado en redes neuronales para sistemas dinámicos.
7. Usar métodos de optimización basados en algoritmos genéticos.
8. Usar métodos de optimización basados en algoritmos de evolución diferencial.
9. Usar métodos de optimización basados en algoritmos PSO.

En cuanto a las capacidades generales o destrezas, durante el curso se trabajarán:

¿ Visión de conjunto respecto al problema de identificación y control de un sistema dinámico no lineal con las técnicas comentadas.

¿ Habilidad para diseñar controladores para sistemas dinámicos no lineales, así como para analizar e interpretar los resultados. Esta capacidad se trabajará especialmente en las prácticas de laboratorio así como en la resolución y discusión de casos de estudio.

¿ Capacidad para trabajar en equipo de forma cooperativa, crítica y respetuosa con las soluciones propuestas por los demás, creativa y responsable como miembro de un equipo, para realizar los diseños considerados, repartiendo la carga de trabajo para afrontar problemas complejos. Esta capacidad se trabajará tanto en las prácticas de laboratorio, que se realizarán en equipo, como en la resolución de ejercicios, debates y tutorías que también podrán tener carácter grupal.

¿ Reconocimiento de la necesidad de un aprendizaje continuo y la habilidad de obtener y aplicar la información requerida accediendo a literatura técnica relacionada con el ámbito de la asignatura tanto en español como en inglés. Capacidad de acceder a la información requerida para conocer los detalles de una configuración concreta.

¿ Habilidad para comunicarse de forma efectiva tanto de manera oral, escrita o gráfica tanto en español como en inglés a lo largo del desarrollo de las actividades propuestas en la asignatura (ejercicios, debates, prácticas, etc.).

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

El programa se descompone del siguiente modo:

1. Fundamentos de la lógica fuzzy o borrosa.
  - 1.1. Conceptos básicos de lógica fuzzy. Imprecisión e incertidumbre.
  - 1.2. Conjuntos borrosos.
  - 1.3. Funciones de pertenencia.
  - 1.4. Operaciones sobre conjuntos borrosos.
  - 1.5. Relaciones borrosas.
  - 1.6. Operaciones con relaciones borrosas.
  - 1.7. Razonamiento aproximado. Variables lingüísticas.
  - 1.8. Proposiciones borrosas.
  - 1.9. Operaciones con proposiciones borrosas.
  - 1.10. Reglas if-then borrosas.
  - 1.11. Operadores de implicación. Inferencia borrosa.
  - 1.12. Diseño de controladores basado en reglas con lógica borrosa.
  - 1.13. Modelos Mandani y Tagaki-Sugeno-Kang.
2. Modelado e identificación de sistemas mediante técnicas borrosas.
  - 2.1. Aproximación fuzzy de funciones.
  - 2.2. Modelado fuzzy de sistemas.
  - 2.3. Tipos de modelo.
  - 2.4. Modelo de estado fuzzy de un sistema dinámico.
  - 2.5. Modelos Mandani y Tagaki-Sugeno-Kang.
  - 2.6. Modelos borrosos Mandani y TSK equivalentes de un controlador clásico.
  - 2.7. Identificación de modelos borrosos. Métodos.
  - 2.8. Identificación de la estructura.
  - 2.9. Estimación de los parámetros.
3. Diseño de controladores fuzzy.
  - 3.1. Diseño de controladores borrosos sin modelo.
  - 3.2. Controladores borrosos tipo PID.
  - 3.3. Diseño de controladores borrosos basados en modelo. Métodos adaptativos. Métodos de síntesis directa. Métodos de optimización on-line.
  - 3.4. Diseño de controladores fuzzy con matlab.
4. Fundamentos de las redes neuronales .
  - 4.1. Concepto de neurona artificial. Capas de neuronas. Concepto de red neuronal.
  - 4.2. Redes multicapa. Redes recurrentes.
  - 4.3. Redes neuronales básicas. Redes de flujo lineal: Perceptrón y Adaline. Redes recurrentes: Hamming y Hopfield. Métodos de aprendizaje.
  - 4.4. Redes feedforward. Aprendizaje: backpropagation.
  - 4.5. Funciones de base radial. Redes probabilísticas y redes de regresión generalizada.
  - 4.6. Redes neuronales con matlab.
5. Identificación de sistemas con redes neuronales
  - 5.1. Aproximación de funciones con redes neuronales.
  - 5.2. Tipos de modelos de sistema.
  - 5.3. Modelado de sistemas con redes neuronales. NN-FIR. NN-ARX. NN-ARMAX, NN-OE, NN-SSIF. Modelos híbridos.
  - 5.4. Tipos de redes usadas en el modelado. Redes con retardo en capas internas. Backpropagation en sistemas dinámicos. 5.1. 5.5. Identificación de sistemas dinámicos.
6. Control de sistemas con redes neuronales.
  - 6.1. Esquemas de control directo. Control directo inverso. Control con modelo interno. Linealización por realimentación. Control feedforward.
  - 6.2. Esquemas de control indirecto.
7. Fundamentos de optimización y algoritmos evolutivos.
  - 7.1. Métodos de optimización monopunto.
  - 7.2. Métodos basados en la derivada: máxima pendiente, Newton-Raphson, Quasi-Newton, Gradiente conjugado.
  - 7.3. Métodos no derivativos: fuerza bruta, paseo aleatorio, Hooke-Jeeves, Simulated-Annealing.
  - 7.4. Métodos de optimización multipunto.
  - 7.5. Métodos derivativos: multistart y clustering.
  - 7.6. Métodos no derivativos: Nelder-Mead, CRS, Algoritmos Genéticos, Differential Evolution, PSO

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Las actividades que se llevan a cabo en la impartición de la asignatura son:

¿ Clases magistrales. Presentación de los principales conceptos. Discusión y aclaración de dudas sobre los conceptos. Se trabajará sobre transparencias que se les darán a los alumnos para facilitar el

aprendizaje además de un texto o textos básicos de referencia requeridos en la asignatura.  
¿ Laboratorios. A los alumnos (en equipos de 2 o 3) se les propondrán unos casos prácticos de estudio, deberán estudiarlos y posteriormente sacar los datos de simulación y analizarlos. Se utilizará el conocimiento de los temas tratados en clases magistrales y clases prácticas en la asignatura. Se hará un estudio previo, se trabajará en el laboratorio y posteriormente se entregará un informe escrito con los resultados y soluciones propuestas.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se realizará un trabajo docente (miniproyecto) de aplicación de alguna de las técnicas estudiadas a un problema de identificación o control que se simulará en Matlab. Este trabajo debe presentarse para superar la convocatoria ordinaria o la extraordinaria.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- L. Moreno Transparencias de clase, -, 2016

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Eiben and J. Smith Introduction to evolutionary computing,, Springer,, 2003
- Gerard Dreyfus Neural Networks: methodology and applications, , Springer Verlag,, 2005
- H. Zhang and D. Liu Fuzzy modelling and Fuzzy Control, , Birkhauser,, 2006
- J. Espinosa, J. Vandewalle and V. Wertz Fuzzy Logic, Identification and Predictive Control,, Springer, , 2004
- Oliver Nelles Nonlinear System Identification: from classical approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, , Springer Verlag, , 2001
- R. Fletcher Practical methods of optimization, , John Wiley, , 1980

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Obligatoria

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : JARDON HUETE, ALBERTO

### MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Robótica Industrial.

Cualquiera de Programación de computadores.

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Analizar y comprender las problemáticas asociadas a la especificación del movimiento asociado a la programación de una tarea

o aplicación para cualquier clase de robot, ya sea industrial o de servicio.

Revisar y familiarizarse con las técnicas clásicas de planificación, centrándose en la planificación ante entornos estáticos, y los algoritmos clásicos.

Dotar al estudiante del suficiente conocimiento e interés para poder abordar este tipo de problemas.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

- 1 Revisión de la programación de tareas y movimientos.
- 2 Modelos de robots y entorno
- 3 Técnicas clásicas de path-planning:
  - 3.1. Espacio de configuraciones
  - 3.2. Campos de potenciales
  - 3.3. Hojas de ruta
  - 3.4. Descomposición en celdillas y métodos probabilísticos
  - 3.5. Modificación del control dinámico
4. Estudio de casos prácticos
5. Seminarios especializados

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Tras una exposición de las problemáticas y técnicas clásicas, se propone un trabajo de análisis e implementación de una técnica clásica. La evaluación es en base a la exposición y memoria presentadas.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Class presentation of workout and written reports (oral presentation, written report and programming exercise). Review of the classmates work.

% end-of-term-examination 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...) 60

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Hean-Laude Latombe Robot Motion Planning, Kluwer Academic Publishers, 1991
- Howie M. Choset ET AL. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementation., MIT Press., 2005
- Steven M. LaValle. Planning algorithms, <http://planning.cs.uiuc.edu/>, 2006



Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : CASTILLO MONTOYA, JOSE CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Conocimientos de programación (C, C++, Python, Matlab, etc...).

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de esta asignatura es que los alumnos conozcan las principales técnicas y aplicaciones del aprendizaje automático en robótica. Estudiaremos las principales áreas donde se aplica aprendizaje automático hoy en día, atendiendo también a las técnicas más novedosas, como las redes neuronales profundas (Deep Learning).

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción.
  - ¿Para qué es útil el aprendizaje automático en robótica?
  - Aprendizaje supervisado
  - Aprendizaje no supervisado
2. Modelos de clasificación de datos.
  - Máquinas de Soporte Vectorial
  - K-vecinos más cercanos
  - Naïve Bayes
3. Predicción de datos continuos mediante técnicas de regresión.
  - Árboles de decisión
  - Modelos lineales y no lineales
  - Redes neuronales
4. Agrupación de datos y detección de patrones mediante clustering.
  - K-means
  - Modelos ocultos de markov
  - Modelos basados en mezcla de Gaussianos
5. Nuevas tendencias: Deep Learning.
6. Aplicaciones del aprendizaje automático en robótica
  - Interacción Humano-Robot
  - Vehículos autónomos
  - Aplicaciones en medicina

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales, prácticas de laboratorio, tutorías individuales y trabajo personal de los alumnos

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación de esta asignatura seguirá el modelo de evaluación continua, donde se valorará la participación en clase, el desarrollo de las prácticas de laboratorio, así como una prueba de evaluación de conocimientos.

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alpaydin, Ethem Introduction to machine learning, MIT Press, 2010
- John Paul Mueller and Luca Massaron Machine Learning For Dummies, John Wiley & Sons, 2016
- Sonia Chernova, Andrea L. Thomaz Robot Learning from Human Teachers, Morgan & Claypool Publishers, 2014

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Vishnu Nath, Stephen E. Levinson Autonomous Robotics and Deep Learning, Springer Science & Business Media, 2014
- Yasser Mohammad and Toyooki Nishida Data Mining for Social Robotics: Toward Autonomously Social Robots, Springer, 2016

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : ABDERRAHIM FICHOUCHE, MOHAMED

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Los robots están diseñados para realizar tareas difíciles y repetitivas para reemplazar al operador humano, y al hacerlo tienen que entrar en contacto con su entorno y manipular objetos a través de pinzas especialmente desarrolladas o manos robóticas complejas. Se ha dedicado una cantidad sustancial de trabajo en robótica para calcular agarres óptimos en función de la geometría de los objetos, pero también se pueden tener en cuenta otros aspectos. Hoy en día, se espera que los robots formen más tareas como ayudar y colaborar directamente con las personas. Por lo tanto, los movimientos deben planificarse de manera adecuada y controlarse para compensar las fuerzas de reacción no previstas. Esta asignatura está dedicada a cubrir aspectos de la robótica relacionados con la manipulación de objetos y la interacción con el entorno desde el punto de vista de movimiento y control.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción
  - 1.1 Presentación de la asignatura
  - 1.2 Conocimientos generales sobre manipulación robótica
2. Cinemática y dinámica de manipuladores
  - 2.1 Conceptos de cinemática de manipuladores
  - 2.2 Conceptos de dinámica de manipuladores
3. Control de robots para la manipulación e interacción
  - 3.1 Control dinámico de manipuladores
  - 3.2 Control de posición y fuerza e interacción
5. Herramientas de Manipulación y estabilidad de agarre
  - 5.1 Pinzas Robóticas para la manipulación
  - 5.2 Manos robóticas para la manipulación
  - 5.3 Manipulación diestra
4. Planificación para la manipulación
  - 4.1 Teoría de planificación de agarre
  - 4.2 Herramientas de planificación
6. Aplicaciones de manipulación robóticas
  - 6.1 manipulación autónoma,
  - 6.2 manipulación colaborativa humano-robot
  - 6.3 manipulación multi-robot,
  - 6.4 manipulación colaboración asistiva,
7. Presentación de trabajos

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Clases magistrales sobre los contenidos detallados en el programa y 2 sesiones de prácticas de Simulación en laboratorio.
- Tutorías individuales y trabajo personal del alumno en temas de manipulación e interacción robótica

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Se realizará un trabajo, con aplicación relevante a la manipulación robótica que se presentará en clase y se entrega en forma de informe. La nota de esta parte representa 70% de la nota final.

También se hará un examen para evaluar el conocimiento teórico adquirido, con un peso de 30% de la nota final.

Peso porcentual del Examen Final: 30

Peso porcentual del resto de la evaluación: 70

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- A. Barrientos, L. F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil Fundamentos de robótica, McGraw Hill, 1977
- A. Koubaa, (et al.) Robot Path Planning and Cooperation: Foundations, Algorithms and Experimentations , Springer , 2018
- Giuseppe (Ed.) Grasping in Robotics (ISBN 978-1-4471-4664-3), Springer, 2013
- M. R. Cutkosky Robotic Grasping and Fine Manipulation, Springer , 1984
- R.M. Murray, Li.S. Zexiang, Shankar Sastry A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation, CRC Press, 1994

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : RODRIGUEZ URBANO, FRANCISCO JOSE

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Ninguna.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

- 1.- Conocer los conceptos de modelado físico, modelado orientado a objetos y modelado y simulación basado en componentes.
- 2.- Experimentar con ejemplos pertenecientes a sistemas multidominio.
- 3.- Conocer las técnicas de compilación que usan los lenguajes basados en ecuaciones, así como los aspectos matemáticos relacionados con la descripción de los sistemas dinámicos.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

- 1.- Introducción al modelado y la simulación.
  - 1.1.- Concepto de modelo
  - 1.2.- Concepto de simulación.
  - 1.3.- Construcción y análisis de modelos.
  - 1.4.- Tipos de modelos matemáticos.
  - 1.5.- Ejemplos.
- 2.- Entornos de desarrollo.
  - 2.1.- Herramientas OmEdit y DrModelica.
  - 2.2.- Modelo de componentes de software de Modelica.
- 3.- Descripción de la especificación del lenguaje de modelado Modelica.
  - 3.1.- Clases.
  - 3.2.- Conectores.
  - 3.3.- Ecuaciones.
  - 3.4.- Funciones y algoritmos.
- 4.- Sistemas híbridos.
  - 4.1 Sistemas de eventos discretos.
  - 4.2 Descripción de sistemas híbridos.
- 5.- Gestión de bibliotecas.
  - 5.1 Paquetes como ADT.
  - 5.2 Gestión de bibliotecas.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- 1.- Clases de teoría sobre el lenguaje Modelica.
- 2.- Sesiones prácticas de trabajo con Open Modelica.
- 3.- Realización de un trabajo personal por parte del alumno.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Realización de un trabajo personal de modelado y simulación con el programa Open Modelica.

## HISTÓRICO DE CAMBIOS

La asignatura ha pasado de tener seis créditos a tres.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Paul A. Fishwick Handbook of Dynamic System Modeling, CRC Press, 2007
- Peter Fritzson Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3, IEEE Press, 2015
- Peter Fritzson Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica, Wiley (IEEE Press), 2011

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Edward B. Magrab An Engineer's guide to Matlab, Prentice Hall, 2011
- François E. Cellier Continuous system simulation, Springer , 2006
- Katsuhiko Ogata Ingeniería de control moderna, Pearson Educacion S.A., 2010
- Katsuhiko Ogata Sistema de control en tiempo discreto, Pearson Educacion S.A., 1995

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : CASTILLO MONTOYA, JOSE CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Conocimientos de programación (C, C++, Python, Matlab, etc.)

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de esta asignatura es que los alumnos conozcan los principales sensores, técnicas y aplicaciones que tiene la percepción 3D hoy en día en relación con la robótica. Se pondrá especial énfasis en la componente práctica, donde los alumnos trabajarán con nubes de puntos 3D, aplicando técnicas que permitan a un robot percibir el entorno que lo rodea.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción.
  - ¿Qué es la percepción 3D?
  - ¿Para qué es útil la percepción 3D en robótica?
2. Sensores de percepción 3D para robótica.
  - Láseres 3D
  - Información estereoscópica
  - Sensores de tiempo de vuelo
  - Sensores basados en mallas de infrarrojos (Kinect)
  - Sensores acústicos (sónares 3D)
3. Técnicas de procesamiento de nubes de puntos
  - Filtrado
  - Segmentación
  - Reconocimiento
  - Reconstrucción 3D (mapeado del entorno)
4. Aplicaciones de percepción 3D
  - Vehículos inteligentes
  - Drones
  - Control de brazos robóticos
  - Interacción Humano-Robot

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales, prácticas de laboratorio, tutorías individuales y trabajo personal de los alumnos.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación de esta asignatura seguirá el modelo de evaluación continua, donde se valorará la participación en clase, el desarrollo de las prácticas de laboratorio, así como una prueba de evaluación de conocimientos.

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Geoffrey Taylor, Lindsay Kleeman Visual Perception and Robotic Manipulation: 3D Object Recognition, Tracking and Hand-Eye Coordination, Springer Tracts in Advanced Robotics, 2006
- Kanatani, Kenichi, Sugaya, Yasuyuki, Kanazawa, Yasush Guide to 3D Vision Computation. Geometric Analysis and Implementation, Springer , 2016
- Rudolph Triebel dimensional Perception for Mobile Robots: Concepts and Approaches for the Acquisition, Efficient Representation, and Semantic Interpretation of Three-dimensional Range Data for Mobile Robots , VDM Verlag, 2008

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Apolloni, Bruno, et al. Machine learning and robot perception, Springer Science & Business Media, 2005
- Malik, Aamir Saeed Depth Map and 3D Imaging Applications: Algorithms and Technologies, IGI Global, 2011



Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Obligatoria

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : ARMINGOL MORENO, JOSE MARIA

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de esta asignatura es que el alumno domine las técnicas avanzadas de análisis de imágenes tanto para sistemas monoculares como estéreo. Para ello se verán los dos enfoques principales, bottom-up y top-down, con sus respectivas ventajas e inconvenientes, así como las principales aplicaciones en las que se están utilizando.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción
  - Aplicaciones
  - Elementos de un sistema de visión
2. Modelo Bottom-up
  - Preprocesamiento de imágenes
  - Extracción de características
  - Segmentación
  - Transformaciones Morfológicas
  - Descripción de objetos
3. Modelo Top-down
  - Modelos rígidos
  - Modelos deformables
  - Clasificación y reconocimiento
4. Visión stereoscópica
  - Perspectiva proyectiva
  - Calibración de cámaras
  - Rectificación de imágenes

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales, presentaciones de los alumnos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de conocimientos teóricos.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Evaluación continua basada en trabajos, participación en clase y pruebas de evaluación de habilidades y conocimientos.

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Duda, R. O., Hart, P. E., and Stork, D. G. Pattern Classification, John Wiley & Sons, 2000
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. Digital Image Processing, Prentice Hall, 2007

- Jain, R., Rangachar, K., and Schunk, Computer Vision, McGraw-Hill.
- Pratt, W. K Digital Image Processing, Wiley Interscience.
- Russ, J. C. The Image Processing, Handbook CRC.
- Shapiro, L. G. and Stockman Computer Vision, Prentice-Hall.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Baggio, Daniel Lélis Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects, Packt Publishing, 2012
- Davies, E. R. Computer and machine vision: theory, algorithms, practicalities, Elsevier, 2012
- Gary Bradski, Adrian Kaehler Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library, O'Reilly Media, 2008
- Margarita N. Favorskaya, Lakhmi C. Jain Computer Vision in Control Systems-2, Springer, 2015
- Nixon, Mark S. Feature extraction & image processing for computer vision, Academic Press, 2012

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : JARDON HUETE, ALBERTO

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Algebra lineal

Ingeniería de Control.

Sistemas Informáticos en Tiempo Real.

Programación (C ,FORTRAN, BASIC)

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Conocer los distintos tipos de robots industriales, sus componentes, arquitectura y modelado cinemático y dinámico. Se estudian los distintos métodos de programación. Se adquiere experiencia en el manejo y programación de robots industriales reales. Se adquieren conocimientos sobre diseño, programación y simulación de aplicaciones industriales robotizadas.

Gracias al trabajo de la asignatura, el alumno aprende por sí mismo las distintas funcionalidades de IDE de programación de robots industriales.

El objetivo de la asignatura es la introducción a la Robótica Industrial tanto desde el aspecto teórico como práctico. Se destaca la importancia de las aplicaciones industriales actuales y futuras. Permitirá al alumno adquirir los conocimientos básicos de control y programación de robots industriales. Para ello se ha tratado de conseguir un equilibrio entre los aspectos teóricos, el estudio de los componentes que integran un robot (mecánicos, informáticos y de control), y las aplicaciones (programación y criterios de implantación de sistemas robotizados).

Esta asignatura tiene un fuerte componente teórico. No obstante, se ha preferido en este caso limitar el contenido teórico y se ha pretendido que el alumno reciba además un buen conocimiento de un sistema industrial real y de las herramientas adecuadas para su utilización.

Las clases de problemas deben apoyarse con herramientas tales como la biblioteca de robótica para Matlab de Corke, para poder presentar problemas realistas en el tiempo de que se dispone.

Con las prácticas propuestas, que se realizan sobre robots industriales y no educativos, se pretende reforzar el conocimiento adquirido en las clases teóricas.

Se completa la componente práctica con un trabajo de simulación en IDE comercial en el que se ha de diseñar, programar y analizar una estación de fabricación robotizada que implemente un proceso productivo a elegir por el alumno.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción.

1.1 Definiciones.

1.2. Evolución histórica.

1.3 Mercado de Robots Industriales

1.4 Estadísticas tendencias

2. Morfología.

2.1 Estructuras y configuraciones básicas

2.2 Sub-sistemas mecánico

2.3 Sub-sistemas de accionamiento y transmisiones

- 2.4 Sensores
- 2.5 Elementos terminales
  
- 3. Estructura del sistema de control.
  - 3.1 Arquitecturas de control
  - 3.2. Interfaces hombre-maquina y comunicaciones
  
- 4. Aplicaciones Robotizadas.
  - 4.1 Clasificación
  - 4.2 Casos prácticos
  
- 5. Análisis y control Cinemático
  - 5.1 Herramientas Matemáticas.
  - 5.2 Modelos cinemáticos
  - 5.3 Resolución de los problemas cinemático directo e inverso.
  - 5.3 Modelo diferencial.
  - 5.4 Cálculo y Generación de trayectorias.
  - 5.6 Control cinemático.
  
- 6 Análisis y control dinámico.
  - 6.1 Planteamiento del problema.
  - 6.2 Formulación Euler-Lagrange
  - 6.3 Problemas de dinámica directa e inversa.
  - 6.4 Control cinemático
  
- 7 Programación de robots
  - 7.1 Clasificación y Métodos de programación.
  - 7.2 Lenguajes comerciales para robots.
  - 7.3 Sistemas de coordenadas y referencias espaciales.
  - 7.4 Conceptos avanzados de programación en RAPID(ABB)
  
- 8. Criterios de implantación de instalaciones industriales.
  - 8.1 Aspectos de diseño de células de fabricación flexible robótizadas y tendencias.
  - 8.2 Seguridad en instalaciones industriales

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Clases magistrales, clases de resolución de dudas en grupos reducidos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de conocimientos teóricos.
- Prácticas de laboratorio y clases de problemas en grupos reducidos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno, especialmente mediante trabajo final de simulación/programación de célula robotizada; orientados a la adquisición de habilidades prácticas relacionadas con el programa de la asignatura.

Se realizarán practicas en lab y aula informática:

1. Manejo de un robot industrial.
2. Programación básica en RAPID (I).
3. Programación básica en RAPID (II).
4. Programación avanzada en RAPID.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Nota de prácticas (asistencia) y calificación del trabajo de simulación de la asignatura. Examen final.

Peso porcentual del Examen Final: 60

Peso porcentual del resto de la evaluación: 40

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- BARRIENTOS, A., PEÑIN, L.F., BALAGUER, C., ARACIL, R. Fundamentos de Robótica, McGraw-Hill, 1997
- MCKERROW, P.J. Introduction to Robotics,, Addison-Wesley, , 1991.

- Ollero Baturone, Aníbal Robótica: manipuladores y robots móviles , Marcombo, 2001

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : MARTINEZ DE LA CASA DIAZ, SANTIAGO

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Robótica Industrial  
Sistemas Operativos de Robots

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de la asignatura es la adquisición de nuevos conceptos avanzados de robótica industrial. La asignatura trata al robot industrial desde el punto de vista integrado, es decir, no como maquina aislada sino como parte relevante de un sistema de producción. De esta manera, se estudian los métodos de programación y control para el diseño de aplicaciones avanzadas.

El alumno adquirirá los conocimientos necesarios para diseñar y programar aplicaciones avanzadas con robots industriales, sistemas multi-robot y robots colaborativos. También aprenderá a utilizar los recursos necesarios para la integración de los sistemas robóticos dentro de una célula de producción.

Cada parte del contenido teórico de la asignatura se desarrolla también de forma práctica, aplicando los métodos y conceptos expuestos mediante el uso de simuladores de entornos robotizados y la programación de robots industriales reales

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción.
  - 1.1. El robot industrial y la célula de fabricación flexible
  - 1.2. Aplicaciones avanzadas
2. Programación avanzada de robots industriales
  - 2.1. Programación avanzada de movimientos
  - 2.2. Programación de funciones avanzadas
  - 2.3. Conceptos avanzados de seguridad
3. Diseño y simulación de aplicaciones avanzadas
4. Control de tareas para aplicaciones avanzadas
  - 4.1. Métodos avanzados de control de tareas
  - 4.2. Control por visión
  - 4.3. Control por fuerza
5. Aplicación práctica de los métodos de control avanzados
6. Sistemas multi-robot
  - 6.1. Diseño de sistemas multi-robot
  - 6.2. Tecnologías de comunicación
  - 6.3. Sincronización de procesos
7. Aplicaciones prácticas de los sistemas multi-robot

- 8. Robots cooperativos
- 8.1. El robot cooperativo
- 8.2. Dispositivos
- 8.3. Estudio y especificación de aplicaciones

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Sesiones magistrales orientadas a la adquisición de conocimientos teóricos de robótica industrial avanzada. Sesiones de tutorías en grupo o individuales están orientadas a la aclaración de conceptos avanzados específicos
- Trabajo personal del alumno para preparación de sesiones prácticas, realización de trabajos prácticos y resolución de problemas
- Sesiones prácticas de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos mediante el diseño y programación de aplicaciones robotizadas en entornos de simulación y entornos reales en laboratorio

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

- 1) Evaluación continua (60%) dividida en:
  - Asistencia a sesiones prácticas (10%)
  - Resolución de ejercicios propuestos (90%)
- 2) Examen final (40%)

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Antonio Barrientos FUNDAMENTOS DE ROBÓTICA INDUSTRIAL, McGraw-Hill, 2007
- Miguel D'Addario MANUAL DE ROBOTICA INDUSTRIAL: FUNDAMENTOS, USOS Y APLICACIONES, CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016
- Pedro Arevalo ROBOTICA INDUSTRIAL. PROTOTIPO Y SISTEMAS DE VISION ARTIFICIAL, EAE, 2012

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Tener conocimiento de robótica industrial básica.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de la asignatura es dotar a lo alumnos de conocimientos sobre la robotica médica y asistencial. En el apartado de robótica médica se estudiaran los robots quirúrgicos, los de exploración del cuerpo, los de medicina radiológica, los de entrenamiento médico y los ciclo completo de automatización de todo el los procesos médico, desde la identificación de la patología hasta la recuperación. Especial atención se hará a la rehabilitación robótica, tanto física como cognitiva: exoesqueletos, test de destreza, bancos de tareas, serious games, etc.

La parte de robots de asistencia, se centrara en la asistencia a personas con necesidades especiales (tercera edad, patologías congénitas o adquiridas, otro tipo de ayuda). La robotización se centrará en la aplicación a las tares de DLA (Daily Life Aactivities): aseo personal, alimentación, manipulación de objetos, etc. Las tecnologías que se enseñarán serán múltiples: robots móviles, manipuladores móviles, robots escaladores, sistemas de soporte de miembros, sistemas sensoriales, planificación de movimientos y toma de decisión, etc. Las enseñanzas se centraran al aprendizaje a nivel de usuario final.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción a la robótica médica y asistencial
2. Robótica médica:
  - 2.1 Robots quirúrgicos
  - 2.2 Robots de exploración del cuerpo humano
  - 2.3 Robots de radioterapia
  - 2.4 Robots de entrenamiento médico
3. Robótica de rehabilitación
  - 3.1 Exoesqueletos
  - 3.2 Tests de destreza
  - 3.3 Serious games
4. Robots asistenciales
  - 4.1 DLAs y su entorno
  - 4.2 Plataformas de robots asistenciales
  - 4.4 Control del sistema sensorial
  - 4.5 Sistemas de toma de decisión

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Las actividades se dividiran de la siguiente manera:

- Clases teóricas en aula
- Clases prácticas en aula
- Clases de laboratorio



Ademas, los alumnos tendrán que hacer y presentar un trabajo relacionado con los contenidos de la asignatura.

Los horarios de las tutorías serán publico.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación será:

- 20% por asistencia a clase (con un 80% mínimo)
- 40% trabajo de clase
- 40% examen

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Varios Proceedings IEEE/RSJ, IEEE, Varios

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Los mismos que en el master

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de esta asignatura es familiarizar al alumno con las tecnologías robóticas en el sector de la construcción. Este sector, que representa un 8% del PIB de nuestro país, cuenta con un nivel relativamente bajo de automatización comparado con otros de similar importancia, como puede ser el automóvil. La demanda en tecnologías de automatización en la construcción aumenta cada año y, por tanto, son de máxima actualidad.

La asignatura está orientada tanto al área de obra civil como de edificación. De la misma manera, se estudian tanto las tecnologías más ¿hardware¿ como los robots, las máquinas automáticas y los procedimientos de automatización, los sensores y actuadores, como los aspectos más ¿software¿ relacionados con el diseño de edificios automáticos, los sistemas de ayuda durante la pre-fabricación, la gestión de obras y la inclusión de las preferencias de los usuarios y otros actores del proceso.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción.
2. Tipología de aplicaciones: obra civil y edificación.
3. Clasificación de los robots en la construcción.
4. Aplicaciones en obra civil
  - 4.1 Robots para movimiento de tierras
  - 4.2 Robots para construcción de carretas
  - 4.3 Robots de mantenimiento de infraestructuras
  - 4.4 Robots para obra marítima y submarina
5. Aplicaciones en edificación
  - 5.1 Construcción de estructuras
  - 5.2 Acabado interior
  - 5.3 Limpieza y mantenimiento de fachadas
6. Las TICs en la construcción
7. Sistemas sensoriales y actuadores

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

- 1) Asistencia a clase mínima del 70% para poder aprobar
- 2) Asistencia a clase - 20% de la nota
- 3) Calidad de presentación del trabajo - 60% de la nota
- 4) Test final - 20% de la nota

Peso porcentual del Examen Final: 20

Peso porcentual del resto de la evaluación: 80

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Obligatoria

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL

#### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

- Conocer el estado del arte y perspectivas futuras en el campo de los robots autónomos inteligentes
- Conocer los fundamentos científico-técnicos de los robots autónomos inteligentes

#### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Introducción a la robótica  
Autonomía  
Inteligencia  
Arquitecturas de control de robots  
Introducción al problema del aprendizaje  
Introducción al problema de la percepción  
Introducción al problema de la toma de decisiones  
Introducción al problema de la interacción humano-robot  
Roboética

#### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales, clases prácticas, presentaciones de los alumnos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno. En todas las clases se fomentará la participación de los alumnos.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Examen final, trabajos individuales y participación en clase

Peso porcentual del Examen Final: 50

Peso porcentual del resto de la evaluación: 50

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- George A. Bekey Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control, MIT Press, 2005

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Conocimientos de robótica industrial básica.

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de la asignatura es transmitir a los alumnos conocimiento sobre robots de exteriores. Lo contrario a los robots manufactureros, que trabajan en espacio cerrados, los robots de campo operan en entornos abiertos y normalmente desestructurados. Este hecho lleva a replantearse los temas de control, de planificación y de toma de decisión. Los robots que se estudiarán serán aquellos que se centrarán en el mantenimiento e inspección de estructuras civiles: carreteras, puentes, puertos, túneles, sistemas de iluminación, etc. Especial atención se hará a la minería y sus sistemas de vigilancia e inspección.

La tipología de los robots a estudiar será muy amplia: robots móviles, robots escaladores, drones específicos, robots rastreadores, robots tipo culebra, robots submarinos, etc. Se estudiarán tanto su diseño como su control, así como sus sistemas sensoriales. En este aspecto, los sensores usados no se limitan a las cámaras de visión, incluyen sensores de localización tanto en exteriores como debajo de la tierra y del agua, a los sensores de ultrasonidos, cámaras de infrarrojos, etc.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción a los robots de campo
2. Robots de inspección y mantenimiento de infraestructuras
  - 2.1 Robots para carreteras
  - 2.2 Robots para puentes
  - 2.3 Robots para túneles
  - 2.4 Robots para sistemas de iluminación y otros
3. Robots de minería
  - 3.1 Robots de excavación
  - 3.2 Robots de exploración e inspección
  - 3.3 Robots de rescate
4. Control de robots de campo
  - 4.1 Sistemas actuadores
  - 4.2 Sistemas sensoriales
  - 4.3 Sistemas de geolocalización (aire libre, debajo de la tierra, debajo del agua)
  - 4.3 Planificación de tareas y trayectorias en entornos no estructurados

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Las actividades se dividirán de la siguiente manera:

- Clases teóricas en aula
- Clases prácticas en aula
- Clases de laboratorio

Además, los alumnos tendrán que hacer y preparar un trabajo relacionado con los contenidos de la asignatura.

Los horarios de las tutorías serán públicos.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

El sistema de evaluación será:

- 20% por asistencia a clase
- 40% trabajo de clase
- 50% exámen

Peso porcentual del Examen Final: 40

Peso porcentual del resto de la evaluación: 60

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Varios Proceedings IEEE/RSJ IROS, IEEE, Varios

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Materias básicas de mecánica, control y programación

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo es introducir a la robótica de humanoides. Se realiza un repaso histórico de esta área de la robótica, analizando la evolución humana y centrándose en el diseño de robots bio (humano) inspirados. Se analizan los modelos cinemáticos de los humanos y nuestro andar, tanto desde el punto de vista energético como de eficacia temporal y ergonomía en aplicaciones de servicios en entornos comunes. Todo ello, lleva a demostrar la necesidad de los robots humanoides de tamaño natural.

La asignatura se centra en el estudio de los modelos cinemáticos y dinámicos. En la cinemática se describen los métodos más clásicos de la robótica con el de Denavit-Hartenberg, pero también se introduce al alumno en los nuevos métodos de modelado como la lógica Lie y el producto de exponenciales (POE). Así mismo, se introduce el concepto de ZMP de estabilidad global. En la parte dinámica se estudian modelos de masas distribuidos y de masas concentradas. Entre estos últimos están los modelos de simple y doble péndulo invertido y el modelo denominado ¿car-table¿. Una parte de la asignatura se dedica a la generación de pasos del robot (gait), a las arquitecturas de control, tanto hardware como software, ya a las interfases hombre-máquina. Además, se estudian los SO y lenguajes de programación de humanoides, así como las arquitecturas software y hardware. Finalmente, se presentan números ejemplos de aplicaciones y se introduce en los temas de habilidades, aprendizaje y generación de tareas.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción
2. Estado del arte de humanoides
3. Definiciones y clasificación de criterios de estabilidad.
4. Cinemática
  - 4.1 Cinemática del bipedismo
  - 4.2 Modelos D-H
  - 4.3 Modelo basados en Logica Lie y POE
5. Dinámica
  - 5.1 Modelos clásicos
  - 5.2 Modelos de péndulos invertidos
  - 5.3 Modelos "car-table"
6. Generación de pasos de humanoides
7. Habilidades de manipulación
8. Arquitectura de control: hardware y software
9. Generación de tareas: habilidades, aprendizaje, etc.
10. HMI y colaboración

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Las tutorías serán después de las clases

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

- 1) Asistencia a clase mínima del 70% para poder aprobar
- 2) Asistencia a clase - 20% de la nota
- 3) Calidad de presentación del trabajo - 60% de la nota
- 4) Test final - 20% de la nota

Peso porcentual del Examen Final: 20

Peso porcentual del resto de la evaluación: 80

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- IEEE-RAS Humanoids 2014, 2015, 2016, IEEE Explore, 2016

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : BARBER CASTAÑO, RAMON IGNACIO

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

El objetivo de esta asignatura es que el alumno domine las diferentes técnicas de navegación de robots móviles. En la asignatura se estudiarán métodos de navegación tanto topológicos como geométricos.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción
  - 1.1 Robots Móviles
  - 1.2 Sistemas de navegación de robots móviles
  - 1.3 Modelado del entorno
2. Navegación geométrica
  - 2.1 Generación de mapas
  - 2.2 Planificación y navegación
  - 2.3 Relocalización en sistemas geométricos. SLAM.
3. Navegación topológica
  - 3.1 Generación de mapas
  - 3.2 Planificación y navegación
4. Navegación Semántica
  - 4.1 Representación semántica del entorno
  - 4.2 Planificación e inferencia semantica
5. Navegación en entorno de exteriores.
  - 5.1 Modelado del terreno.
  - 5.2 Zonas cruzables y no cruzables.
  - 5.3 Planificación en entorno de exteriores.
6. Hardware y Software de robots móviles
  - 6.1 Elemento constructivos de un robot móvil
  - 6.2 Software de control de robots móviles: ROS.

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Clases magistrales, orientadas a la adquisición de conocimientos teóricos.
- Clases de problemas en grupos reducidos, destinadas a resolución de problemas y casos prácticos.
- Sesiones en laboratorio.
- Tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de habilidades relacionadas con el programa de la asignatura.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará a partir de los diversos trabajos que se les propondrán sobre los temas tratados en el curso y así como por su participación activa en las actividades de clases.

- Peso porcentual del Examen Final 20
- Peso porcentual del resto de la evaluación 80



Peso porcentual del Examen Final: 20

Peso porcentual del resto de la evaluación: 80

#### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Federico Cuesta, Anibal Ollero. Intelligent Mobile Robot Navigation, Springer, 2005
- Jean-Claude Latombe Robot Motion Planning, Springer, 1991
- Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox Probabilistic Robotics, Technology & Industrial Arts, 2006

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL

#### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

- Conocer el estado del arte y perspectivas futuras en el campo de los robots sociales y domésticos
- Conocer los fundamentos científico-técnicos de los robots sociales y domésticos

#### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

- Introducción.
- Problemas técnicos.
- Aplicaciones de los robots sociales.
- Robots sociales para usuarios con necesidades especiales: niños, ancianos y enfermos.
- Robots para trabajos domésticos.
- Casas inteligentes. Integración de la robótica y la domótica.

#### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales, clases prácticas, presentaciones de los alumnos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno. En todas las clases se fomentará la participación de los alumnos.

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : GONZALEZ VICTORES, JUAN CARLOS

## MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Programación de computadores

Recomendable: Robótica industrial

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Conocer los distintos tipos de simuladores libres y propietarios, sus componentes, arquitectura y modelado. Se estudian los distintos métodos de programación. Gracias al trabajo de la asignatura, el alumno aprende por sí mismo las distintas funcionalidades de un determinado simulador.

El objetivo de la asignatura es la introducción a los Simuladores de robots tanto desde el aspecto teórico como práctico. Se destaca la importancia de investigación y el desarrollo. Permitirá al alumno adquirir los conocimientos básicos de control y programación de robots. Para ello se ha tratado de conseguir un equilibrio entre los aspectos teóricos, el estudio de los componentes que integran un robot (mecánicos, informáticos y de control), y las aplicaciones.

Con los ejercicios propuestos, que se realizan sobre simuladores de código libre, se pretende reforzar el conocimiento adquirido en las partes más teóricas de las clases.  
Se completa la componente práctica con un trabajo de simulación en el que se ha de diseñar, programar y analizar un proceso o componente.

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción a simuladores de robots
  - 1.1. Introducción
  - 1.2. ¿Por qué utilizar un simulador?
  - 1.3. Componentes de un simulador
  - 1.4. Simuladores libres y propietarios
  - 1.5. Herramientas software adicionales
2. Simulador de robots: Gazebo
  - 2.1. Introducción
  - 2.2. Interactuando con Gazebo
  - 2.3. Ficheros de Gazebo
    - 2.3.1. Formatos de ficheros
    - 2.3.2. SDF
    - 2.3.3. URDF
    - 2.3.4. ROS launch file
  - 2.4. Plugins de Gazebo
    - 2.4.1. Creando plugins para Gazebo
    - 2.4.1. Creando entornos de Gazebo que cargan plugins
3. Simulador de robots: OpenRAVE
  - 3.1. Introducción
  - 3.2. Interactuando con OpenRAVE
  - 3.3. Ficheros de OpenRAVE
  - 3.4. Plugins de OpenRAVE
    - 3.4.1. Creando plugins para OpenRAVE

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Tras la partes teóricas y prácticas de la asignatura, se propone un trabajo de análisis e implementación. La evaluación es en base a la evaluación continua, la exposición y memoria presentadas.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Ivaldi, Serena, et Al Tools for simulating humanoid robot dynamics: a survey based on user feedback, 14th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2014), 2014
- Joseph, Lentin Mastering ROS for robotics programming, Packt Publishing Ltd, 2015
- Newman, Wyatt A Systematic Approach to Learning Robot Programming with ROS, CRC Press, 2017
- Rosen Diankov and James Kuffner OpenRAVE: A Planning Architecture for Autonomous Robotics, Tech Report CMU-RI-TR-08-34. Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 2008

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Eckel, Bruce Thinking in C++ (2nd edition), Prentice Hall, 2000

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : ARMINGOL MORENO, JOSE MARIA

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Los Sistemas Inteligentes de Transporte tratan de mejorar la seguridad, eficiencia y confort del transporte, incrementando la funcionalidad de los coches y las carreteras usando las tecnologías de la información. Para lograr esto se está trabajando en varios niveles: aplicaciones en los vehículos, en la infraestructura viaria y comunicaciones entre los vehículos y entre cada uno de ellos con la infraestructura y los usuarios.

Los vehículos son un elemento central al constituir el medio de locomoción más utilizado. En la asignatura se presentarán las principales tecnologías que se están aplicando en los llamados Vehículos Inteligentes, así como los Sistemas de Ayuda a la Conducción más importantes que se están desarrollando en la actualidad.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción
  - 1.1 Los vehículos del futuro y los Sistemas Inteligentes de Transporte.
  - 1.2 Desarrollo histórico.
2. Sensores de los Vehículos Inteligentes.
  - 2.3 Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).
  - 2.4 Sensores de distancia: láseres y radares.
  - 2.5 Visión por Computador.
3. Sistemas de ayuda a la conducción.
  - 3.1 Sistema de Alerta ante el Alejamiento Involuntario del Carril.
  - 3.2 Sistema de Reconocimiento de Señales de Tráfico.
  - 3.3 Sistema de Detección de Peatones.
  - 3.4 Sistema de Control de Velocidad Variable.
  - 3.5 Sistema de Control del Conductor.
4. Vehículos Autónomos
  - 4.1 Contexto
  - 4.2 Historia
  - 4.3 Nacimiento del Coche Autónomo
  - 4.4 Vehículos Actuales

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

El curso incluye una visita al Laboratorio de Sistemas Inteligentes para ver las diferentes plataformas de investigación disponibles.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

La evaluación del alumno se realizará sobre los diversos trabajos que se les propondrán sobre los temas tratados en el curso, así como por su participación activa en las clases.

En la convocatoria Extraordinaria, la evaluación se basará en un examen escrito.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Joseph M. Sussman. Perspectives on intelligent transportation systems (ITS)., Springer.
- Ljubo Vlacic Intelligent vehicle technologies: theory and applications, Butterworth-Heinemann.
- Richard Bishop Intelligent vehicle technology and trends., Artech House.
- Yilin Zhao Vehicle location and navigation systems., Artech House.

#### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Alberto Broggi Automatic vehicle guidance: the experience of the ARGO autonomous vehicle, World Scientific.

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Obligatoria

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 1

Profesor Coordinador : ALONSO MARTIN, FERNANDO

### MATERIAS QUE SE RECOMIENDA HABER SUPERADO

Se recomienda antes de haber cursado la asignatura tener instalado Ubuntu en el ordenador personal usando una máquina virtual.

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Conocimientos básicos de ROS, programación y Linux.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción a ROS
2. Principales mecanismos de comunicación.
3. Programación básica de nodos.
4. Paso de mensajes.
5. Servicios.
6. Temporizadores.
7. Ejecución distribuida

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

A la propias horas lectivas se suministrarán tutoriales online para facilitar la realización de los ejercicios al alumno.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

La asignatura se evaluará mediante un examen final y una práctica de programación en ROS.

Peso porcentual del Examen Final: 50

Peso porcentual del resto de la evaluación: 50

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : MONJE MICHARET, CONCEPCION ALICIA

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Este curso pretende que el alumno adquiera los conocimientos básicos sobre teleoperación y telepresencia en robótica, con aplicaciones submarinas, nucleares y espaciales. Se estudiarán los diferentes tipos de control avanzado que se aplican en teleoperación, así como la aplicación de la realidad virtual en este campo.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Contenidos:

1. Historia de la teleoperación
  - 1.1. Revisión de la teleoperación
  - 1.2. Requisitos de la teleoperación
2. Conceptos y definiciones
  - 2.1. Conceptos principales en teleoperación
  - 2.2. Conceptos principales en telepresencia
3. Tecnologías: dispositivos
  - 3.1. Tecnologías implicadas en teleoperación y telepresencia
  - 3.2. Especificaciones de diseño para un sistema de teleoperación
4. Arquitecturas de teleoperación y control supervisado
  - 4.1. Diferentes arquitecturas en teleoperación
  - 4.2. Comparación entre arquitecturas
5. Guiado en teleoperación
  - 5.1. Características de las operaciones de guiado y manipulación
  - 5.2. Requerimientos de los sistemas de guiado mediante teleoperación
6. Factores humanos en teleoperación
  - 6.1. Fisiología del cuerpo humano
  - 6.2. El sentido del tacto
  - 6.3. Requisitos para la telemanipulación
7. Control fuerza-par / Control háptico
  - 7.1. Definición de control fuerza-par / control háptico
  - 7.2. Requisitos para el control fuerza-par / control háptico
8. Simuladores y realidad virtual
  - 8.1. Sesión práctica 1
  - 8.2. Sesión práctica 2
9. Aplicaciones: submarinas, nucleares, espaciales, entre otras



## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Clases magistrales sobre los contenidos detallados en el programa y 3 sesiones prácticas en laboratorios de teleoperación.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

Esta signatura tendrá el sistema de evaluación que se detalla a continuación:

1) Cada alumno hará un trabajo personal (parte práctica), donde expondrá una aplicación relevante de la teleoperación en campos como el submarino, el nuclear o el espacial, entre otros. El trabajo habrá de presentarse en clase, en las fechas destinadas a tal fin. Después de la presentación del trabajo se procede a una discusión general para sacar conclusiones sobre el tema. El peso del trabajo será del 30% de la nota final. Para superar la parte práctica, la nota mínima deberá ser de 5.

2) Para la evaluación teórica de los contenidos de la asignatura se realizará también un examen teórico, cuyo peso será del 70% de la nota final. El examen teórico se realizará según el calendario oficial de exámenes.

Para la superación de la asignatura, el alumno deberá obtener una nota mínima de 5 tanto en el examen teórico como en la parte práctica. En ese caso, la nota final será la suma ponderada de la parte teórica (70%) y de la parte práctica (30%). En caso de que el alumno suspenda alguna de las partes, la nota final será la de dicha parte suspendida.

En la convocatoria extraordinaria la evaluación se realizará siguiendo los mismos criterios que para la convocatoria ordinaria (se mantendrá la nota de práctica obtenida en la convocatoria ordinaria).

Peso porcentual del Examen Final: 70

Peso porcentual del resto de la evaluación: 30

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- A. Barrientos, L. F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil Fundamentos de robótica , McGraw Hill, 1977
- Concepción A. Monje Lecture Notes, NA, 2018
- Jean Vertut and Philippe Coiffet Teleoperation and robotics. Evolution and development , Hermes, 1985
- Steven B. Skaar, Carl F. Ruoff Teleoperation and robotics in space, Washington, DC : American Institute of Aeronautics and Astronautics , 1994
- Thomas Sheridan Telerobotics automation and human supervisory control , Cambridge (Massachusetts): MIT Press, 1992

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Concepción A. Monje Lecture Notes, NA, 2018

## Trabajo de Investigación Tutelado

---

### Máster Universitario en Robótica y Automatización

---

Curso Académico: ( 2018/2019 )

---

null

Obligatoria

Créditos ECTS : 6.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 0

Profesor Coordinador : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL

---

#### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

Normalmente en esta asignatura el alumno se familiariza con los temas que va a desarrollar posteriormente en el Trabajo de Fin de Máster.

#### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

Introducción a la investigación en el campo de la robótica y la automatización.

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Evaluación por parte del tutor del trabajo realizado

## Trabajo Fin de Máster

### Máster Universitario en Robótica y Automatización

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Trabajo Fin de Máster  
Créditos ECTS : 30.0  
Curso : 2  
Cuatrimestre : 0

Profesor Coordinador :

#### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

Normativa específica del TFM:

[https://www.uc3m.es/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadername2=Cache-Control&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D%22Normativa\\_TFM.pdf%22&blobheadervalue2=private&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1371556930006&ssbinary=true](https://www.uc3m.es/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadername2=Cache-Control&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D%22Normativa_TFM.pdf%22&blobheadervalue2=private&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1371556930006&ssbinary=true)

#### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Peso porcentual del Examen Final:	60
Peso porcentual del resto de la evaluación:	40

Curso Académico: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Optativa

Créditos ECTS : 3.0

Curso : 1

Cuatrimestre : 2

Profesor Coordinador : MARTINEZ BORJA, ALBERTO PEDRO

### COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE.

La asignatura pretende que el alumno adquiriera una visión detallada acerca de los sistemas aéreos no tripulados (UAVs) tanto en sus aplicaciones militares como civiles.

En la actualidad estos sistemas han adquirido una gran importancia ya que representan tanto el futuro de la industria aeronáutica como la punta de lanza para múltiples tecnologías emergentes como son: sistemas de comunicaciones de banda ancha en tiempo real, fusión multi-sensorial, entornos sintéticos, sistemas autónomos, técnicas de toma de decisiones,...

Los objetivos detallados son los siguientes:

- Adquirir una visión global de los sistemas aéreos no-tripulados en la actualidad.
- Conocer con detalle los sistemas operacionales más representativos.
- Entender las tendencias futuras tanto en el diseño del vehículo aéreo como en los sistemas de comunicaciones y cargas de pago.
- Saber como dimensionar un sistema UAV para adaptarlo a la misión de diseño incluyendo el compromiso entre prestaciones y coste.
- Aprender a realizar un análisis DAFO y su impacto en un estudio de competidores.

### DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Clasificación: misiones, altura de vuelo, autonomía, alcance...
2. Sistemas actuales y tendencias futuras
3. Diseño conceptual de plataforma y segmento de tierra
4. Enlaces de datos (LOS y SATCOM)
5. Cargas de pago (EO/IR, SAR, ELS,...)
6. Análisis de competidores / DAFO

### ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Clases teoricas basadas en sistemas reales y experiencia de diseño industrial.
- Proyecto por equipos: Diseño de un sistema UAS para satisfacer unos requisitos específicos.
- Tutoría: 1 hora semanal.

### SISTEMA DE EVALUACIÓN

Al tratarse de una asignatura eminentemente práctica se valorará la asistencia y participación activa a las clases.

La nota final se obtendrá combinando lo anterior con el trabajo práctico en pequeños grupos compitiendo entre si enfocado a defender mediante un análisis DAFO un sistema propuesto como respuesta a unos supuestos requerimientos del mercado.

Aquellos alumnos que por falta de asistencia u otras no alcanzaran el aprobado podrán realizar un trabajo individual específico asignado por el professor.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- US - DOD Unmanned Systems Integrated Roadmap 13-38, US DOD, 2013

# ANNEX

---



---

Academic Course: 2018-2019

Study: Master in Robotics and Automatization

Generation Date: 23/05/2018 14:11:07

---

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 6.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL**

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

- \* To get to know the Automation foundations in industrial systems.
- \* Capacity for dealing with simple automation projects
- \* To get to know the equipment usually used in industry in the automation process.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Presentation of the subject and Introduction
2. Logic Systems: Logic Systems Representation. State Diagrams. Functional Diagram
3. Technologies. Automata Programming (Execution modes, languages programming, common elements)
4. Ladder Programming.
5. Grafcet (SFC)
6. Actuators and Sensors

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Theoretical and experimental lectures, student work in the labs, individual tutorials and personal work of the student.

### ASSESSMENT SYSTEM

Assistance

Programming exam at the lab

Automation project

### BASIC BIBLIOGRAPHY

- Flavio Bonfatti, Paola Daniela Monari, Umberto Sampieri IEC 61131-3 Programming Methodology: Software Engineering Methods for Industrial Automated Systems, ICS Triplex, 2003
- null International Standard IEC 61131-3., IEC, 1993

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Compulsory

ECTS Credits : 6.0

Course : 1

Semester : 1

Course Director : MORENO LORENTE, LUIS ENRIQUE

## COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The aim of this course is to acquaint students with some control techniques that includes in learning abilities, adaptation or are able to transfer some learning or experience of using a control device. Besides advanced optimization methods will be studied as the most intelligent control systems involve a way or another the use of optimization methods. Among them they will be studied: fuzzy control techniques (fuzzy), control techniques based on neural networks, and advanced optimization methods.

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

The program is broken down as follows:

1. Fundamentals of fuzzy or blurred logic.
  - 1.1. Basics of fuzzy logic. Imprecision and uncertainty.
  - 1.2. fuzzy sets.
  - 1.3. Membership functions.
  - 1.4. Operations on fuzzy sets.
  - 1.5. fuzzy relations.
  - 1.6 Operations with fuzzy relations.
  - 1.7. Approximate reasoning. linguistic variables.
  - 1.8. fuzzy propositions.
  - 1.9. Operations with fuzzy propositions.
  - 1.10. Fuzzy if-then rules.
  - 1.11. Operators involvement. fuzzy inference.
  - 1.12. Controller design based on fuzzy logic rules.
  - 1.13. Models Takagi-Sugeno Mandani and-Kang.
2. Modeling and identification systems using fuzzy techniques.
  - 2.1. fuzzy function approximation.
  - 2.2. Fuzzy modeling systems.
  - 2.3. Model types.
  - 2.4. Fuzzy model state of a dynamic system.
  - 2.5. Models Takagi-Sugeno Mandani and-Kang.
  - 2.6. Mandani and TSK fuzzy models equivalent of a classic controller.
  - 2.7. Identification of fuzzy models. Methods.
  - 2.8. Identification of the structure.
  - 2.9. Parameter estimation.
3. Design of fuzzy controllers.
  - 3.1. Design of fuzzy controllers without model.
  - 3.2. PID fuzzy controllers.
  - 3.3. Design of fuzzy model based controllers. Adaptive Methods. methods direct synthesis. Optimization methods online.
  - 3.4. Fuzzy controller design with matlab.
4. Fundamentals of neural networks.
  - 4.1. Concept artificial neuron. Layers of neurons. Concept of neural network.
  - 4.2. multilayer networks. recurrent networks.
  - 4.3. basic neural networks. Network linear flow: Perceptron and Adaline. Recurrent networks: Hopfield and Hamming. Learning methods.
  - 4.4. feedforward networks. Learning backpropagation.



- 4.5. Radial basis functions. Probabilistic networks and networks generalized regression.
- 4.6. matlab neural networks.
- 5. Identification of neural network systems
  - 5.1. Function approximation with neural networks.
  - 5.2. Types of system models.
  - 5.3. Modeling systems with neural networks. NN-FIR. NN-ARX. NN-ARMAX, OE-NN, NN-SSIF. hybrid models.
  - 5.4. Types of networks used in modeling. Networks with delay in inner layers. backpropagation in dynamic systems. 5.1. 5.5. Identification of dynamic systems.
- 6. Control systems with neural networks.
  - 6.1. Direct control schemes. reverse direct control. Internal model control. Feedback linearization. feedforward control.
  - 6.2. Indirect control schemes.
- 7. Fundamentals of optimization and evolutionary algorithms.
  - 7.1 Methods single point optimization.
  - 7.2 Methods based on the derivative: maximum slope, Newton-Raphson, Quasi-Newton, Conjugate gradient.
  - 7.3 non-derivative methods: brute force, random walk, Hooke-Jeeves, Simulated Annealing-.
  - 7.4 multipoint optimization methods.
  - 7.5 Derivative Methods: MultiStart and clustering.
  - 7.6 non-derivative methods: Nelder-Mead, CRS, Genetic Algorithms, Differential Evolution, PSO

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

The activities carried out in the teaching of the subject are:

- ¿Lectures. Presentation of the main concepts. Discussion and clarification of doubts on concepts. It will work on transparencies that will be given to students to facilitate also learning a basic text or reference texts on the subject required.
- ¿Laboratories. The students (in teams of 2 or 3) are proposed some practical cases study, they must study and then make the simulation data and analysis. It will be used the knowledge of the topics covered in lectures and practical classes in the subject. It will make a previous study, will work in the laboratory and then a written report shall be submitted with the results and proposed solutions.

## ASSESSMENT SYSTEM

A teaching job (small project) of some of the techniques studied over a problem of identification or control that will be simulated in Matlab is required to pass the subject (for the normal or extraordinary periods).

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- L. Moreno Transparencias de clase, -, 2016

## ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Eiben and J. Smith Introduction to evolutionary computing,, Springer,, 2003
- Gerard Dreyfus Neural Networks: methodology and applications, , Springer Verlag,, 2005
- H. Zhang and D. Liu Fuzzy modelling and Fuzzy Control, , Birkhauser,, 2006
- J. Espinosa, J. Vandewalle and V. Wertz Fuzzy Logic, Identification and Predictive Control,, Springer, , 2004
- Oliver Nelles Nonlinear System Identification: from classical approaches to Neural Networks and Fuzzy Models, , Springer Verlag, , 2001
- R. Fletcher Practical methods of optimization, , John Wiley, , 1980

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Compulsory**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 1**

**Course Director : JARDON HUETE, ALBERTO**

**STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED**

Industrial Robotics.

Any signature related with computer programming.

**COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.**

To analyse and to understand the problematic ones associated with the specification of the movement associated with the programming of a task or application for any class of robot, already be industrial or of service.

To check and to familiarize itself with the classic technologies of planning, centring on the planning before static environments, and the classic algorithms.

Provide the student of the sufficient knowledge and interest to be able to approach this type of problems.

**DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME**

1. Review of the programming task and movements.
2. Models of robots and environment
3. Classic approaches of path-planning:
  - 3.1. Configuration space
  - 3.2. Potentials Fields
  - 3.3. Roadmaps
  - 3.4. Cell Decomposition and probabilistical methods
  - 3.5. Modification of the dynamic control
4. Case studies
5. Specialized seminars

**LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY**

After an lecture of problematic and classic technologies, a work of analysis and implementation of a classic technology is proposed to the student.

The evaluation is based on of the exhibition and memory presented.

**ASSESSMENT SYSTEM**

Class presentation of workout and written reports (oral presentation, written report and programming exercise). Review of the classmates work.

% end-of-term-examination 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...) 60

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

**BASIC BIBLIOGRAPHY**

- Hean-Laude Latombe Robot Motion Planning, Kluwer Academic Publishers, 1991
- Howie M. Choset ET AL. Principles of Robot Motion: Theory, Algorithms, and Implementation., MIT Press., 2005
- Steven M. LaValle. Planning algorithms, <http://planning.cs.uiuc.edu/>, 2006

## Introduction to Robot Planning

### Master in Robotics and Automation

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 1**

**Course Director : CASTILLO MONTOYA, JOSE CARLOS**

#### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Programming (C, C++, Python, Matlab, etc...).

#### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The main goal of this course is to introduce the main techniques and applications of machine learning in robotics. We will study the main areas in which machine learning is employed nowadays, paying also attention to recent approaches such as Deep Learning.

#### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
  - Why is Machine Learning useful in robotics?
  - Supervised learning
  - Unsupervised learning
2. Techniques for data classification
  - Support Vector Machines
  - K-nearest neighbours
  - Naïve Bayes
3. Regression techniques for data prediction
  - Decision trees
  - Linear and non-linear models
  - Neural networks
4. Clustering techniques for grouping data and detecting patterns
  - K-means
  - Markov hidden models
  - Gaussian mixture models
5. New trends: Deep Learning
6. Machine learning applications in robotics
  - Human-Robot Interaction
  - Autonomous vehicles
  - Medicine

#### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Magistral classes, laboratory practical sessions, individual tutorials, and personal work from the students

#### ASSESSMENT SYSTEM

The assessment system in this course will follow the continuous evaluation model, where participation in the classroom, laboratory performance and a final test for assessing the knowledge obtained will be comb

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

#### BASIC BIBLIOGRAPHY

- Alpaydin, Ethem Introduction to machine learning, MIT Press, 2010
- John Paul Mueller and Luca Massaron Machine Learning For Dummies, John Wiley & Sons, 2016
- Sonia Chernova, Andrea L. Thomaz Robot Learning from Human Teachers, Morgan & Claypool Publishers, 2014

#### ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Vishnu Nath, Stephen E. Levinson Autonomous Robotics and Deep Learning, Springer Science & Business Media, 2014
- Yasser Mohammad and Toyooki Nishida Data Mining for Social Robotics: Toward Autonomously Social Robots, Springer, 2016

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Electives

ECTS Credits : 3.0

Course : 1

Semester : 2

Course Director : ABDERRAHIM FICHOUCHE, MOHAMED

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

Robots are designed to perform difficult and repetitive tasks to replace the human operator, and in doing that they have to come into contact with their environment and manipulate objects through specially developed grippers or complex robotics hands. A substantial amount of work in robotics have been devoted to compute optimal grasps based on the geometry of the objects, but other aspects can also be taken into account. Nowadays, robots are expected to form more tasks like assisting and collaborating directly with people. Therefore, the movements have to be planned adequately and controlled to account for or compensate the unforeseen reaction forces. This subject is to cover aspects of robotics related to the manipulation of objects and interaction with the environment from the motion and control point of views.

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

- Lectures covering the contents detailed in the program and 2 practice sessions of simulation in the laboratory.
- Individual tutorials and personal work of the student in subjects of robotic manipulation and interaction

### ASSESSMENT SYSTEM

An assignment will be carried out, treating a relevant application of robotic manipulation. It will be presented in class and delivered in the form of a report. The mark of this part represents 70% of the final grade.

There will also be an exam to evaluate the acquired theoretical knowledge, with a weight of 30% of the final grade.

% end-of-term-examination: 30

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 70

### BASIC BIBLIOGRAPHY

- A. Barrientos, L. F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil Fundamentos de robótica, McGraw Hill, 1977
- A. Koubaa, (et al.) Robot Path Planning and Cooperation: Foundations, Algorithms and Experimentations , Springer , 2018
- Giuseppe (Ed.) Grasping in Robotics (ISBN 978-1-4471-4664-3), Springer, 2013
- M. R. Cutkosky Robotic Grasping and Fine Manipulation, Springer , 1984
- R.M. Murray, Li.S. Zexiang, Shankar Sastry A Mathematical Introduction to Robotic Manipulation, CRC Press, 1994

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 1**

**Course Director : RODRIGUEZ URBANO, FRANCISCO JOSE**

## STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

None.

## COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

- 1.- Know the concepts of physical modelling, object-oriented modeling and component-based modeling and simulation.
- 2.- Demonstrating modeling examples from a wide range of application areas.
- 3.- Providing an understanding of the compilation techniques used for equation-based languages as well as an understanding of the mathematical aspects of dynamic systems.

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

- 1.-Introduction to modeling and simulation.
  - 1.1 Model concept.
  - 1.2 Simulation concept.
  - 1.3 Model construction and analysis.
  - 1.4 Kinds of mathematical models.
  - 1.5 Examples.
- 2.- Modelica environments.
  - 2.1 OmEdit and DrModelica.
  - 2.2 Modelica Software component model.
- 3.- Modelica specification description.
  - 3.1 Classes and Instances.
  - 3.2 Connectors.
  - 3.3 Equations.
  - 3.4 Algorithms and Functions.
- 4.- Hybrid systems.
  - 4.1 Discrete time systems modeling and simulation.
  - 4.2 Hybrid systems modeling and simulation.
5. Package management.
  - 5.1 Package as ADT.
  - 5.2 Library management.

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

- 1.- Modelica language description on master class.
- 2.- Practical sessions with Open Modelica development system.
- 3.- Personal modeling and simulation work by the student.

## ASSESSMENT SYSTEM

Personal modeling and simulation work with Open Modelica software

## CHANGES

The subject has been reduced to 3 credit instead of 6.

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- Paul A. Fishwick Handbook of Dynamic System Modeling, CRC Press, 2007
- Peter Fritzson Object-Oriented Modeling and Simulation with Modelica 3.3, IEEE Press, 2015
- Peter Fritzson Introduction to Modeling and Simulation of Technical and Physical Systems with Modelica, Wiley (IEEE Press), 2011

## ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Edward B. Magrab An Engineer's guide to Matlab, Prentice Hall, 2011
- François E. Cellier Continuous system simulation, Springer , 2006
- Katsuhiko Ogata Ingeniería de control moderna, Pearson Educacion S.A., 2010
- Katsuhiko Ogata Sistema de control en tiempo discreto, Pearson Educacion S.A., 1995



## 3D Perception

Master in Robotics and Automation

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Electives

ECTS Credits : 3.0

Course : 1

Semester : 2

Course Director : CASTILLO MONTOYA, JOSE CARLOS

### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Programming (C, C++, Python, Matlab, etc.)

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The main goal of this course is to give the students an overview of the state-of-the-art sensors, techniques and applications for 3D perception related to robotics. The practical component will play a key role, where students will work with 3D point clouds, applying techniques that allow a robot to perceive its surrounding environment.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
  - What is 3D perception?
  - Why is 3D perception useful in robotics?
2. Sensors in 3D perception in robotics
  - 3D laser scans
  - Stereo information
  - Time-of-flight sensors
  - Sensors based on infrared meshes (Kinect)
  - Acoustic 3D sensors (3D sonars)
3. Techniques for 3D point clouds processing
  - Filtering
  - Segmentation
  - Recognition
  - 3D reconstruction (environment mapping)
4. Robotic applications of 3D perception
  - Smart vehicles
  - Drones
  - Robotic arms
  - Human-Robot Interaction

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Magistral classes, laboratory practical sessions, individual tutorials, and personal work from the students

### ASSESSMENT SYSTEM

The assessment system in this course will follow the continuous evaluation model, where participation in the classroom, laboratory performance and a final test for assessing the knowledge obtained will be combined.

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

#### BASIC BIBLIOGRAPHY

- Geoffrey Taylor, Lindsay Kleeman Visual Perception and Robotic Manipulation: 3D Object Recognition, Tracking and Hand-Eye Coordination, Springer Tracts in Advanced Robotics, 2006
- Kanatani, Kenichi, Sugaya, Yasuyuki, Kanazawa, Yasush Guide to 3D Vision Computation. Geometric Analysis and Implementation, Springer , 2016
- Rudolph Triebel dimensional Perception for Mobile Robots: Concepts and Approaches for the Acquisition, Efficient Representation, and Semantic Interpretation of Three-dimensional Range Data for Mobile Robots , VDM Verlag, 2008

#### ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Apolloni, Bruno, et al. Machine learning and robot perception, Springer Science & Business Media, 2005
- Malik, Aamir Saeed Depth Map and 3D Imaging Applications: Algorithms and Technologies, IGI Global, 2011

## Computer image processing

Master in Robotics and Automation

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Compulsory

ECTS Credits : 6.0

Course : 1

Semester : 1

Course Director : ARMINGOL MORENO, JOSE MARIA

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

With this subject it is tried that the student acquires basic knowledge that allow him to analyze and to design computer vision systems.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
  - Applications
  - Elements
2. Bottom-up design
  - Image preprocessing
  - Edge detection
  - Region segmentation
  - Object description
3. To-down design
  - Rigid models
  - Deformable models
  - Optimization
4. Stereo Vision
  - Perspective projection
  - Camera calibration
  - Image rectification

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Skillful classes, individual presentations of the students, individual tutorials and personal work of the student; oriented to the theoretical knowledge acquisition.

### ASSESSMENT SYSTEM

Continuous evaluation based on works, participation in class and tests of evaluation of abilities and knowledge.

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

### BASIC BIBLIOGRAPHY

- Duda, R. O., Hart, P. E., and Stork, D. G. Pattern Classification, John Wiley & Sons, 2000
- Gonzalez, R. C. and Woods, R. E. Digital Image Processing, Prentice Hall, 2007
- Jain, R., Rangachar, K., and Sunk, Computer Vision, McGraw-Hill.
- Pratt, W. K Digital Image Processing, Wiley Interscience.

- Russ, J. C. The Image Processing, Handbook CRC.
- Shapiro, L. G. and Stockman Computer Vision, Prentice-Hall.

#### ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Baggio, Daniel Lélis Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects, Packt Publishing, 2012
- Davies, E. R. Computer and machine vision: theory, algorithms, practicalities, Elsevier, 2012
- Gary Bradski, Adrian Kaehler Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library, O'Reilly Media, 2008
- Margarita N. Favorskaya, Lakhmi C. Jain Computer Vision in Control Systems-2, Springer, 2015
- Nixon, Mark S. Feature extraction & image processing for computer vision, Academic Press, 2012

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Electives

ECTS Credits : 6.0

Course : 1

Semester : 1

Course Director : JARDON HUETE, ALBERTO

## STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Linear algebra  
Control Engineering.  
Real Time Computer Systems.  
Programming (C ,FORTRAN, BASIC)

## COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

Understand the different types of industrial robots, components, architecture and kinematic and dynamic modelling. Different methods of programming robots are discussed. Students will gain experience in handling and programming real industrial robots. They acquire skills about design, simulate and program robotic industrial applications. Thanks to simulation proposed work the student will get by himself different functionalities about a common and commercial IDE for industrial robot programming.

The aim of the course is the introduction to Industrial Robotics from both theoretical and practical aspect. The importance of industrial applications and future.  
Enable students to acquire basic knowledge of control and programming of industrial robots. For this we have tried to achieve a balance between the theoretical aspects, the study of the components that make up a robot (mechanical, computer and control), and applications (programming and implementation criteria of robotic systems).

This course has a strong theoretical component. However, it has been preferred in this case the theoretical limit and it is intended that the student receives in addition a good knowledge of a real industrial system and the right tools to use.  
The kinds of problems should be supported by tools such as Matlab robotics library of Corke, in order to present realistic problems in time that is available. With the proposed practices, which are performed on industrial and educational robots, is intended to reinforce the knowledge acquired in the lectures. Practical component is completed with simulation work in the commercial IDE has been to design, program and test a robot manufacturing station that implements a production process chosen by the student.

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
  - 1.1 Definitions and terms
  - 1.2 Historical evolution
  - 1.3 Industrial Robot market and regulations
  - 1.4 Statistics and trends in Industrial Robots Market
  
2. Morphology and robotic technologies.
  - 2.1 Structures and basic configurations.
  - 2.2 Review of main sub-systems: mechanical
  - 2.3 Review of main sub-systems: actuators and drives

2.4 Review of main sub-systems: sensors

2.5 End effector and tools.

3. Control architecture of Industrial controllers

3.1 Control architecture issues.

3.2 Man-machine interface and communications.

3.3 Controller functionalities.

4. Industrial Robotic Applications.

4.1 Classification.

4.2 Case Studies

5. Kinematic Control

5.1 mathematical tools

5.2 Kinematic modelling

5.3 Direct and inverse kinematic problem formulation and resolution

5.4 Differential modelling

5.6 Trajectories calculus and generation

5.7 Kinematic Control of trajectories.

6. Dynamic modelling

6.1 Dynamic Control problem formulation

6.2 Euler-Lagrange formulation

6.3 Direct and inverse dynamics main issues.

6.2 Dynamic control issues

7. Programming of robots.

7.1 Classification and Programming methods

7.2 Programming languages for commercial robots

7.3 Coordinate systems and spatial references

7.4 Advanced programming concepts and methods with RAPID (ABB).

8. Industrial implantation criteria and relevant issues.

8.1 Design aspects for Flexible Manufacturing Cells based on industrial robots and trends.

8.2 Safety assurance in Industrial robots

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

- Lectures, doubts solving classes in small groups, student presentations, tutorials and personal work, oriented towards acquisition of theoretical knowledge

- Lab and exercises in small groups, individual tutorials and personal work, especially by final practice proposal related to simulation and programming of a robotised cell; aimed at the acquisition of practical skills related to the program of the course.

Lab exercises and simulation problems will be done:

1. Getting started with ABB manipulators and IRC5 controller.

2. Introduction to Robot Programming by demonstration.

3. Offline Robot Programming by means of Robostudio (first steps).

3. Simulation of a simple robotic manufacturing system (non presencal workout).

## ASSESSMENT SYSTEM

Calification of lab sessions and final workout about simulation of a simple robotic manufacturing system (non presencal workout).

Pass an exam.

% end-of-term-examination: 60

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 40

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- CRAIG, J.J. Introduction to Robotics. Mechanics and Control, 2nd edition,, Addison-Wesley, , 1986

- Engelberger, Joseph F. Robotics in service , Kogan Page, 1989

- PAUL, R.P. Robot Manipulators. Mathematics, Programming and Control, MIT Press, 1981

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Electives

ECTS Credits : 3.0

Course : 1

Semester : 2

Course Director : MARTINEZ DE LA CASA DIAZ, SANTIAGO

## STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Industrial Robotics  
Robot Operating Systems

## COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The goal of the course is the acquisition of new advanced concepts about industrial robotics. The course is related to the industrial robot from an integrated point of view, that is, the robot is not an isolated machine but it is a main part of the productive process. In this way, advanced programming and control methods are studied to design advanced industrial applications.

The student will acquire the necessary knowledge for designing and programming advanced applications with industrial robots, multi-robot systems, and collaborative robots. As well, the student will learn to use the necessary resources for robotic systems integration within a flexible production cell.

Each part of the theoretical content of the course is complemented with practical sessions to apply the methods and concepts exposed. It will be performed by the use of robotic simulators and real robots in laboratory.

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction.
  - 1.1. The industrial robot and the flexible production cell
  - 1.2. Advanced applications
2. Advanced programming of industrial robots
  - 2.1. Advanced programming of movements
  - 2.2. Programming of advanced functions
  - 2.3. Advanced concepts of security
3. Design and simulation of advanced applications
4. Task control for advanced applications
  - 4.1. Advanced methods for task control
  - 4.2. Visual control
  - 4.3. Force control
5. Practical applications of advanced control methods
6. Multi-robot systems
  - 6.1. Design of multi-robot systems
  - 6.2. Communication technologies
  - 6.3. Task synchronization
7. Practical application of multi-robot systems



- 8. Cooperative robots
- 8.1. The cooperative robot
- 8.2. Devices for cooperative robots
- 8.3. Study and specification of applications

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

- Lecture sessions oriented to the acquisition of theoretical knowledge of advanced industrial robotics. Groupal or individual tutorial sessions oriented to specific concepts clarification
- Personal student homework to set up practical sessions, to carry out practical exercises and problem solution
- Practical sessions to apply theoretical acquired knowledge through the design and programming of robotic applications in simulated and real environments

## ASSESSMENT SYSTEM

- 1) Continuous evaluation (60%) divided in:
  - Practical sessions attendances (10%)
  - Solution of proposed problems (90%)
- 2) Final Exam (40%)

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- Ganesh S. Hegde A TEXTBOOK ON INDUSTRIAL ROBOTICS , Laxmi Publications, 2007
- Mike Wilson IMPLEMENTATION OF ROBOT SYSTEMS: AN INTRODUCTION TO ROBOTICS, AUTOMATION, AND SUCCESSFUL SYSTEMS INTEGRATION IN MANUFACTURING, Butterworth-Heinemann, 2014
- Tadej Bajd INTRODUCTION TO ROBOTICS, Springer Science & Business Media, 2013

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Electives

ECTS Credits : 3.0

Course : 1

Semester : 2

Course Director : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS

## STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Have knowledge of basic industrial robotics.

## COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The aim of the subject is to provide the students with knowledge about medical and assistive robotics. In the section of medical robotics, surgical robots, body exploration, radiological medicine, medical training and the full cycle of automation of all medical processes will be studied, from the identification of pathology phase to recovery one. Special attention will be given to robotic rehabilitation, both physical and cognitive: exoskeletons, dexterity test, task banks, serious games, etc.

The assistance robot part will focus on assisting people with special needs (the elderly, congenital or acquired pathologies, other types of help). The robotization will focus on the application to the tasks of DLA (Daily Life Activities): personal hygiene, food, manipulation of objects, etc. The technologies that will be taught will be multiple: mobile robots, mobile manipulators, climbing robots, member support systems, sensorial system, planning and decision taken, etc. The lessons will focus on learning at the end user level.

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction to medical and healthcare robotics
2. Medical robotics:
  - 2.1 Surgical robots
  - 2.2 Scanning robots of the human body
  - 2.3 Radiation therapy robots
  - 2.4 Medical training robots
3. Rehabilitation robotics
  - 3.1 Exoskeletons
  - 3.2 Dexterity tests
  - 3.3 Serious games
4. Assistive robots
  - 4.1 DLAs and their environment
  - 4.2 Platforms of assistance robots
  - 4.4 Control of the sensory system
  - 4.5 Decision-making systems

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

The activities will be divided as follows:

- Theoretical classes in the classroom
- Practical classes in the classroom
- Laboratory classes

In addition, students will have to do and present a work related to the contents of the subject.

The tutoring schedules will be public.

## ASSESSMENT SYSTEM

The evaluation system will be:

- 20% for class attendance (with 80% minimum)
- 40% class work
- 40% exam

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- Varios Proceedings IEEE(RSJ IROS, IEEE, Varios

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS**

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction.
2. Typology of applications: civil work and building.
3. Classification of robots in construction.
4. Applications in civil works
  - 4.1 Robots for earthworks
  - 4.2 Robots for construction of carts
  - 4.3 Infrastructure maintenance robots
  - 4.4 Robots for marine and underwater works
5. Building applications
  - 5.1 Construction of structures
  - 5.2 Interior finish
  - 5.3 Cleaning and maintenance of facades
6. ICTs in construction
7. Sensory systems and actuators

## Intelligent autonomous robots

### Master in Robotics and Automation

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Compulsory

ECTS Credits : 6.0

Course : 1

Semester : 1

Course Director : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL

#### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

- Knowledge of the state of the art of intelligent autonomous robotics
- Knowledge of the bases of intelligent autonomous robotics

#### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

Introduction to robotics  
Autonomy  
Intelligence  
Control architectures of robots  
Introduction to robot learning  
Introduction to robot perception  
Introduction to decision making  
Introduction to human-robot interaction  
Roboethics

#### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Theoretical and experimental lectures, presentations of the students, individual tutorials and personal work of the student. The participation of the students will be promoted in all lectures.

#### ASSESSMENT SYSTEM

Final exam, individual work and participation in lectures

% end-of-term-examination: 50

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 50

#### BASIC BIBLIOGRAPHY

- George A. Bekey Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control, MIT Press, 2005

## Field Robots

### Master in Robotics and Automation

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS**

#### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Knowledge of basic industrial robotics.

#### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The aim of the subject is to transmit to the students knowledge about outdoor robots. Contrary to manufacturing robots, which work in closed spaces, field robots operate in open and normally unstructured environments. This fact leads to rethink the issues of control, planning and decision making. The robots that will be studied will be those that will focus on the maintenance and inspection of civil structures: roads, bridges, ports, tunnels, lighting systems, etc. Special attention will be given to mining and its surveillance and inspection systems.

The typology of the robots to study will be very wide: mobile robots, climbing robots, specific drones, crawler robots, snake-type robots, underwater robots, etc. Both its design and its control will be studied, as well as its sensory systems. In this regard, the sensors used are not limited to cameras, it include location sensors both outdoors and under the ground and under water, ultrasound sensors, infrared cameras, etc.

#### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction to field robots
2. Inspection and infrastructure maintenance robots
  - 2.1 Robots for roads
  - 2.2 Robots for bridges
  - 2.3 Robots for tunnels
  - 2.4 Robots for lighting and gold systems
3. Mining robots
  - 3.1 Digging robots
  - 3.2 Robots for exploration and inspection
  - 3.3 Rescue robots
4. Control of field robots
  - 4.1 Aquator systems
  - 4.2 Sensory systems
  - 4.3 Geolocation systems (open air, under the ground, under water)
  - 4.3 Planning of tasks and trajectories in unstructured environments

#### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

The activities will be divided as follows:

- Theoretical classes in the classroom
- Practical classes in the classroom
- Laboratory classes

In addition, students will have to do and prepare a work related to the contents of the subject.

The schedules of the tutorials will be public.

## ASSESSMENT SYSTEM

The evaluation system will be:

- 20% for class attendance
- 40% class work
- 50% exam

% end-of-term-examination: 40

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 60

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- Varios Proceedings IEEE/RSJ IROS, IEEE, Varios

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : BALAGUER BERNALDO DE QUIROS, CARLOS**

### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Basic subjects on mechanics, control and programming

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The aim is to introduce humanoid robotics. A historical review of this area of robotics will be done by analyzing human evolution and focusing on bio (human) robot inspired design. The kinematics human models and our walk are analyzed, both from the energy point of view as well temporary efficiency and ergonomics services applications in open environments. All this leads to demonstrate the need for full-size humanoid robots.

The subject focuses on the study of kinematics and dynamics models. Kinematics in the classical methods of robotics with Denavit-Hartenberg are described, but the student is also introduced in the new modeling methods such as Lie Logic and the Product of Exponentials (POE). Also, the concept of global ZMP stability is introduced. In the dynamics of the subject distributed masses and concentrated concentrated models have been studied. Among these models Single and Double inverted pendulum and also the so called "car-table" models will be analyzed.

Another part of the course is dedicated to the generation of walking steps of the robot (gait), control architectures, both hardware and software, and the man-machine interfaces. In addition, OS and programming languages for humanoids as well as software and hardware architectures will be studied. Finally, numerous examples of applications are presented and introduced to the topics of skills, learning and task generation.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
2. State of the art of humanoids
3. Definitions and classification of stability criteria.
4. Kinematics
  - 4.1 Kinematics of bipedism
  - 4.2 Models D-H
  - 4.3 Model based on Lie Logic and POE
5. Dynamics
  - 5.1 Classical models
  - 5.2 Models of inverted pendulums
  - 5.3 Model of "car-table"
6. Generation of gaits of humanoids
7. Grasping abilities
8. Control Architecture: hardware and software
9. Tasks generation: skills, learning, etc.
9. HMI and collaboration



## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Tutorials will be after the classes

## ASSESSMENT SYSTEM

- 1) Minimum class attendance 70% in order to pass
- 2) Class attendance - 20% of the mark
- 3) Quality of work presentation in class - 60% of the mark
- 4) Final exam (test) - 20% of the mark

% end-of-term-examination: 20

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 80

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 6.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : BARBER CASTAÑO, RAMON IGNACIO**

### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

The objective of this course is for students to master the different techniques of mobile robot navigation. In the subject methods will be studied both topological and geometrical navigation.

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The objective of this course is for students to master the different techniques of mobile robot navigation. In the subject methods will be studied both topological and geometrical navigation.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
  - 1.1 Mobile Robots
  - 1.2 Navigation systems of mobile robots
  - 1.3 Representation of the environment
2. Geometric navigation
  - 2.1 Map generation
  - 2.2 Planning and Navigation
  - 2.3 Relocation of mobile robots. SLAM.
3. Topological navigation
  - 3.1 Map generation
  - 3.2 Planning and Navigation
4. Semantic Navigation
  - 4.1 Semantic representation of the environment
  - 4.2 Planning and semantic inference
5. Navigation in outdoor environment.
  - 5.1 Terrain modeling.
  - 5.2 Crossable and non-crossable areas.
  - 5.3 Planning in outdoor environment.
6. Hardware and software of mobile robots
  - 6.1 Constructive element of a mobile robot
  - 6.2 Software control of mobile robots: ROS.

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

- Theroretical lectures oriented for the acquisition of theoretical knowledge.
- Classes of problems in small groups for problem solving and case studies.
- Lab sessions.
- Individual tutorials and students' personal work, aimed at the acquisition of skills related to the subject program.

### ASSESSMENT SYSTEM

The student evaluation will be made from several jobs that will be suggested on the topics covered in the course, and for their active participation in class activities.

- % end-of-term-examination 20

- % of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...) 80

% end-of-term-examination: 20

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 80

#### BASIC BIBLIOGRAPHY

- Federico Cuesta, Anibal Ollero. Intelligent Mobile Robot Navigation, Springer, 2005

- Jean-Claude Latombe Robot Motion Planning, Springer, 1991

- Thrun, Wolfram Burgard, Dieter Fox Probabilistic Robotics, Technology & Industrial Arts, 2006

## Social and Domestic Robots

### Master in Robotics and Automation

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL**

#### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

- Knowledge of the state of the art of social and domestic robotics
- Knowledge of the bases of social and domestic robotics

#### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

- Introduction.
- Technical problems.
- Applications of social robots.
- Social robots for users with special needs: children, seniors and the sick
- Robots for domestic work
- Intelligent houses. Integration of robotics and domotics.

#### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Theoretical and experimental lectures, presentations of the students, individual tutorials and personal work of the student. The participation of the students will be promoted in all lectures.

## Robot Simulators

### Master in Robotics and Automation

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : GONZALEZ VICTORES, JUAN CARLOS**

### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

Computer programming

Recommended: Industrial Robotics

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

Learn about the different types of free and proprietary simulators, their components, architecture and modeling. Different programming methods are studied. Thanks to the subject project, the student learn different functionalities of a given simulator.

The objective of the subject is the introduction to Robot Simulators from both the theoretical and practical aspects. The importance of research and development is highlighted. It will allow students to acquire the basic knowledge of robot control and programming. To achieve this, we have tried to achieve a balance between the theoretical aspects, the study of the components that compose a robot (mechanical, computer and control), and applications.

With the proposed exercises, which are to be performed on free simulators, it is intended to reinforce the knowledge acquired in the most theoretical parts of the classes.

The practical component is completed with a simulation work in which a process or component has to be designed, programmed and analyzed.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction to robot simulators
  - 1.1. Introduction
  - 1.2. Why use a simulator?
  - 1.3. Components of a simulator
  - 1.4. Free and proprietary simulators
  - 1.5. Additional software tools
2. Robot Simulator: Gazebo
  - 2.1. Introduction
  - 2.2. Interacting with Gazebo
  - 2.3. Gazebo Files
    - 2.3.1. File formats
    - 2.3.2. SDF
    - 2.3.3. URDF
    - 2.3.4. ROS launch file
  - 2.4. Gazebo Plugins
    - 2.4.1. Creating plugins for Gazebo
    - 2.4.1. Creating Gazebo environments that load plugins
3. Robot simulator: OpenRAVE
  - 3.1. Introduction
  - 3.2. Interacting with OpenRAVE
  - 3.3. OpenRAVE files
  - 3.4. OpenRAVE plugins
    - 3.4.1. Creating plugins for OpenRAVE

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

After the theoretical and practical parts of the subject, an analysis and implementation project is proposed. The evaluation is based on the continuous evaluation, the exhibition and the presented document.

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- Ivaldi, Serena, et Al Tools for simulating humanoid robot dynamics: a survey based on user feedback, 14th IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2014), 2014
- Joseph, Lentin Mastering ROS for robotics programming, Packt Publishing Ltd, 2015
- Newman, Wyatt A Systematic Approach to Learning Robot Programming with ROS, CRC Press, 2017
- Rosen Diankov and James Kuffner OpenRAVE: A Planning Architecture for Autonomous Robotics, Tech Report CMU-RI-TR-08-34. Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 2008

## ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Eckel, Bruce Thinking in C++ (2nd edition), Prentice Hall, 2000

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : ARMINGOL MORENO, JOSE MARIA**

## COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

Intelligent Transport Systems are related with the development of modern technologies that enhance the safety, efficiency and comfort, increasing the functionality of cars and roads using modern information technologies. Current works involve several levels: in-vehicle applications, infrastructure and communication applications such as vehicle to vehicle (V2V) and Vehicle to Infrastructure (V2I). Road transport is the transport system with higher number of users. This topic deals with the main technologies applied in the so called Smart Vehicles, as well as the Advanced Driver Assistance Systems.

## DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction
  - 1.1 vehicles of the Future and Intelligent Transport Systems.
  - 1.2 History.
2. Sensing Systems in Autonomous Systems.
  - 2.1 Global Positioning Systems (GPS).
  - 2.2 Long distance Sensors: Laser y radar.
  - 2.3 Computer Vision.
3. Advanced Driver Assistance Systems.
  - 3.1 Lane Departure Warning.
  - 3.2 Traffic Signal Recognition System.
  - 3.3 Pedestrian Detection Systems.
  - 3.4 Adaptive Control Cruise.
  - 3.5 Control Monitoring Systems.
4. Autonomous Vehicles
  - 4.1 Context
  - 4.2 History
  - 4.3 Dawn of the Autonomous Vehicles
  - 4.4 Modern Autonomous Vehicles

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

There will be a visit to the Intelligent System Lab to see the different researching platforms of the LSI lab.

## ASSESSMENT SYSTEM

According to the oral presentation and a report of a given topic, as well as the active participation in class.

In extraordinary call, the evaluation will be based on an written exam.

## Robot Operating Systems

Master in Robotics and Automation

Academic Course: ( 2018/2019 )

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática

Compulsory

ECTS Credits : 3.0

Course : 1

Semester : 1

Course Director : ALONSO MARTIN, FERNANDO

### STUDENTS ARE EXPECTED TO HAVE COMPLETED

It is recommended to have installed Ubuntu in your personal laptop using a Virtual Machine.

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

Basic knowledge of ROS, programming and Linux.

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Introduction to ROS
2. Communications methods.
3. Programming nodes.
4. Topics.
5. Services.
6. Timers.
7. Distributed execution.

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

It will be provided additional online tutorials in order to help to perform the exercises.

### ASSESSMENT SYSTEM

It will be evaluated using a test and a practice.

% end-of-term-examination:	50
% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...):	50



**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : MONJE MICHARET, CONCEPCION ALICIA**

**COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.**

The course intends to provide with the basics for an understanding of the robotics and teleoperation field theory, its main applications in submarine, nuclear and spatial field. The different types of advanced control used in teleoperation are studied, and finally the application of virtual reality to this research field.

**DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME**

Contents:

1. Teleoperation history
  - 1.1. Teleoperation overview
  - 1.2. Teleoperation requirements
2. Concepts and definitions
  - 2.1. Main teleoperation concepts
  - 2.2. Main telepresence concepts
3. Technologies: Devices
  - 3.1. Technologies involved in teleoperation and telepresence
  - 3.2. Design specifications for a teleoperated system
4. Teleoperation architectures and supervised control
  - 4.1. Different architectures for teleoperation
  - 4.2. Comparison between architectures
5. Guiding in teleoperation
  - 5.1. Characteristics of guiding and manipulation operations
  - 5.2. Requiriments of guiding systems through teleoperation
6. Human factors in teleoperation
  - 6.1. Physiology of the human body
  - 6.2. The sense of touch
  - 6.3. Requirements for telemanipulation
7. Force-Torque Control / Haptic control
  - 7.1. Definition of force-torque control / haptic control
  - 7.2. Constraints for force-torque control / haptic control
8. Simulators and virtual reality
  - 8.1. Practical session 1
  - 8.2. Practical session 2
9. Applications: submarine, nuclear, and spatial ones, among others

## LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Classroom lectures about the contents described in the programme and 3 practical sessions in teleoperation laboratories.

## ASSESSMENT SYSTEM

This subject will be evaluated following the next scheme:

1) Each student will prepare a work on teleoperation with application to submarine, nuclear or space fields. The work will be presented in class, with a later discussion on the topic. This practical part will count a 30% of the final mark. In order to pass this part, the minimum mark must be 5.

2) A theory exam that will count a 70% of the final mark. The exam will be done according to the official exam calendar.

In order to pass the subject, the minimum mark needs to be 5 both for the theory exam and for the practical part. In that case, the final mark will be calculated adding the marks from the theory (70%) and practical (30%) parts. If the student fails one of the parts, the final mark will be that corresponding to the failed part.

The extraordinary evaluation will follow the same rules as the ordinary evaluation (the mark of the practical part will be kept).

% end-of-term-examination: 70

% of continuous assessment (assignments, laboratory, practicals...): 30

## BASIC BIBLIOGRAPHY

- A. Barrientos, L. F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil Fundamentos de robótica , McGraw Hill, 1977
- Concepción A. Monje Lecture Notes, NA, 2018
- Jean Vertut and Philippe Coiffet Teleoperation and robotics. Evolution and development , Hermes, 1985
- Steven B. Skaar, Carl F. Ruoff Teleoperation and robotics in space, Washington, DC : American Institute of Aeronautics and Astronautics , 1994
- Thomas Sheridan Telerobotics automation and human supervisory control , Cambridge (Massachusetts): MIT Press, 1992

## ADDITIONAL BIBLIOGRAPHY

- Concepción A. Monje Lecture Notes, NA, 2018

## Supervised research work

---

### Master in Robotics and Automation

---

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

---

null

**Compulsory**  
**ECTS Credits : 6.0**  
**Course : 1**  
**Semester : 0**

**Course Director : SALICHS SANCHEZ-CABALLERO, MIGUEL**

---

#### [COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.](#)

Usually, in this course the student gets familiar with the topics that he will develop later in the TFM.

#### [DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME](#)

Introduction to research in robotics and automation.

#### [ASSESSMENT SYSTEM](#)

Evaluation by the tutor of the developed work

## Master's Thesis

### Master in Robotics and Automation

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Master Final Project**

**ECTS Credits : 30.0**

**Course : 2**

**Semester : 0**

**Course Director :**

#### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

Specific rules Master´s Thesis:

[https://www.uc3m.es/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadername2=Cache-Control&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D%22Normativa\\_TFM.pdf%22&blobheadervalue2=private&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1371556930006&ssbinary=true](https://www.uc3m.es/ss/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobheadername1=Content-Disposition&blobheadername2=Cache-Control&blobheadervalue1=attachment%3B+filename%3D%22Normativa_TFM.pdf%22&blobheadervalue2=private&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1371556930006&ssbinary=true)

#### ASSESSMENT SYSTEM

% end-of-term-examination:	60
% of continuous assessment (assigments, laboratory, practicals...):	40

## Unmanned aerial vehicles (UAVs)/drones

### Master in Robotics and Automation

**Academic Course: ( 2018/2019 )**

**Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática**

**Electives**

**ECTS Credits : 3.0**

**Course : 1**

**Semester : 2**

**Course Director : MARTINEZ BORJA, ALBERTO PEDRO**

### COMPETENCES AND SKILLS THAT WILL BE ACQUIRED AND LEARNING RESULTS.

The main objectives are:

- Obtain a first knowledge on unmanned air systems (UAS) including platforms, data links, ground segment and payloads,
- Design and size a UAS for a specific set of requirements
- Implement a SWOT analysis

### DESCRIPTION OF CONTENTS: PROGRAMME

1. Types & Missions
2. Main systems and future trends
3. Conceptual design / Architecture (air and ground segments)
4. Data Links (LOS & SATCOM)
5. Payloads (EO/IR, SAR, ELS,...)
6. SWOT Analysis

### LEARNING ACTIVITIES AND METHODOLOGY

- Basic concepts based on instructor experience on real systems design.
- Team Challenge: UAS design for specific set of requirements
- Students Support: 1 hour per week.

### ASSESSMENT SYSTEM

Learning is based on the execution and class presentation of a real design project.

Class attendance and active contribution will be appreciated.

### BASIC BIBLIOGRAPHY

- US - DOD Unmanned Systems Integrated Roadmap 13-38, US DOD, 2013