

20-21

MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE
CONTROL

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



CONTROL INTELIGENTE

CÓDIGO 31104159

UNED

20-21

CONTROL INTELIGENTE

CÓDIGO 31104159

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	CONTROL INTELIGENTE
Código	31104159
Curso académico	2020/2021
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y DE CONTROL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	6
Horas	150.0
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

El control de procesos requiere, en muchos casos, la intervención de personal humano para conseguir unos determinados objetivos de alto nivel (seguridad, calidad, producción). La automatización exige que el sistema de control pueda auxiliar o reemplazar al operador en esas tareas, a veces complejas, para lo que se precisa gran potencia en el manejo del conocimiento que se tiene del proceso y unas habilidades específicas. En este tipo de situaciones, el *Control Inteligente* ofrece perspectivas interesantes ya que es capaz de suministrar metodologías que permiten realizar de forma automática algunas de las tareas desarrolladas típicamente por los expertos.

Por otro lado, el desarrollo de controladores inteligentes ha permitido abordar sistemas complejos o con un entorno de incertidumbre, en general no formulables en un riguroso marco matemático y, por lo tanto, no resolubles con otras técnicas analíticas.

En esta asignatura se abordan aspectos generales del control inteligente o sistemas inteligentes de control, donde se agrupan una serie de técnicas avanzadas de control basadas en la aplicación de la Inteligencia Artificial. En concreto se desarrollan estrategias de control, toma de decisiones y aprendizaje basadas sistemas expertos, redes neuronales, lógica borrosa o difusa, y algoritmos genéticos. El objetivo general de la asignatura es que el estudiante conozca estas técnicas de la inteligencia artificial y su aplicación en el ámbito de la automática de forma que desarrolle habilidades y destrezas que le capaciten para abordar problemas complejos de control mediante estas estrategias heurísticas.

Control Inteligente es una asignatura optativa de 6 créditos, como todas las asignaturas del Máster en Ingeniería de Sistemas y de Control. Constituye una materia por sí misma, pero junto con las asignaturas Control Multivariable, Control Híbrido y Control No Lineal conforma uno de los ocho módulos del Máster, el Módulo VI dedicado al Control.

Se ubica en el primer cuatrimestre del curso.

Los conocimientos y competencia adquiridos en esta asignatura inciden en el perfil profesional de estudiante abriéndole la posibilidad de aplicar una serie de técnicas de gran potencia computacional que pueden incorporar conocimiento y experiencia en ámbitos muy diversos. A lo largo de la asignatura se exponen ejemplos y aplicaciones reales que permiten a los estudiantes plantearse la posibilidad de utilizar lo aprendido en su campo profesional (finanzas, sanitario, transporte, industria, bio-ingeniería, y un largo etcétera).

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Además de reunir los requisitos generales exigidos para cursar este master, puede resultar conveniente que el estudiante tenga conocimientos básicos de modelado matemático, principios de programación y los fundamentos de la regulación automática.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

JOSE SANCHEZ MORENO
jsanchez@dia.uned.es
91398-7146
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIERÍA INFORMÁTICA
INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA

PROFESOR EXTERNO DE MASTER UNIVERSITARIO

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico

MATILDE SANTOS PEÑAS
spenas@invi.uned.es

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La asignatura está virtualizada por la UNED (y también por la UCM para los alumnos matriculados en el máster en esta Universidad), por lo que la tutorización y seguimiento de los estudiantes se hará principalmente a través del campus virtual. Se invita a todos los estudiantes a participar activamente en el curso virtual. De esta participación e interacción entre los alumnos y con el equipo docente saldremos todos beneficiados.

El estudiante también podrá ponerse en contacto con la profesora por teléfono, por correo electrónico y mediante una cita personal.

D.^a Matilde Santos Peñas

Tel.: 91 394 76 20

Despacho 338 (Facultad de Informática, Universidad Complutense de Madrid)

Martes y Jueves de 16:00 a 18:00

Correo electrónico: msantos@ucm.es

Dirección postal

Dpto. de Arquitectura de Computadores y Automática

Facultad de Informática

Universidad Complutense de Madrid

C/ Profesor García Santesmases, 9

28040-Madrid

Fax del Dpto.: 91 394 75 27

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:

CG01 - Adquirir capacidad de iniciativa y motivación; planificación y organización; y manejo adecuado del tiempo.

CG02 - Ser capaz de seleccionar y manejar adecuadamente los conocimientos, recursos y estrategias cognitivas de nivel superior apropiados para el afrontamiento y resolución de diverso tipo de tareas/problemas con distinto nivel de complejidad y novedad: análisis y síntesis.

CG03 - Ser capaz de aplicar los conocimientos a la práctica y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos.

CG04 - Ser capaz de desarrollar pensamiento creativo, razonamiento crítico y tomar decisiones

CG05 - Ser capaz de seguir, monitorizar y evaluar el trabajo propio o de otros, aplicando medidas de mejora e innovación.

CG06 - Ser capaz de comunicarse y expresarse, tanto oralmente como por escrito, en castellano y otras lenguas, con especial énfasis en inglés

CG07 - Desarrollar capacidades en comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica

CG08 - Ser capaz de utilizar las herramientas y recursos de la Sociedad del Conocimiento: manejo de las TIC, búsqueda de información relevante, gestión y organización de la información, recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación.

Competencias Específicas:

CE01 - Abordar el tratamiento de procesos industriales, aeronáuticos o navales de distinta tecnología (mecánicos, electrónicos, sociales, ...) recurriendo a diferentes soluciones.

CE02 - Montar sistemas de control sobre procesos reales, incluyendo sensores, actuadores,

fusión de datos, comunicaciones, microcontroladores, etc.

CE03 - Ser capaz de realizar búsquedas bibliográficas y de documentación técnica para la resolución de problemas

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Además de contribuir en los resultados de aprendizaje generales del máster, se espera que esta asignatura proporcione al estudiante:

- Comprensión sobre la dinámica de los sistemas y las estructuras elementales de realimentación que determinan su comportamiento y el control de su respuesta.
- Capacidad para representar y simular comportamientos básicos de sistemas de muy diversos ámbitos y cómo influyen en ellos los parámetros de un controlador.
- Diseño y desarrollo de controladores heurísticos, inspirados en funcionalidades inteligentes que se implementan mediante técnicas de la disciplina Inteligencia Artificial.
- Destreza en el manejo de un entorno de simulación y control.

CONTENIDOS

Control Inteligente

El contenido de la asignatura recoge una serie de técnicas de la Inteligencia Artificial que se vienen aplicando al control de procesos complejos. Se describen de forma general y se hace hincapié en su diseño e implementación en un amplio espectro de problemas de ámbitos de la vida real.

El temario consta de los siguientes temas:

1. Control inteligente.
2. Sistemas Expertos: Control experto.
3. Redes neuronales aplicadas al Control
4. Control basado en la lógica "Fuzzy" (Borrosa).
5. Algoritmos evolutivos para optimización en la ingeniería de sistemas

Tema 1. Control inteligente

CONTENIDOS

1. Historia y definiciones del control inteligente.
2. Caracterización del control inteligente. Inteligencia.
3. Control inteligente vs. control convencional.
4. Cuándo aplicar controladores inteligentes.
5. Metodologías de la inteligencia artificial aplicadas al control.

INTRODUCCIÓN

En este tema se introduce el control inteligente desde su nacimiento, y se glosa brevemente su historia. Se presentan y discuten diversas definiciones de inteligencia. A continuación se caracteriza el control inteligente, explicitando su aplicabilidad. Para ello se enumeran especificaciones del control o de los sistemas que hacen necesaria o conveniente la aplicación de este tipo de aproximación. Se compara el control convencional frente al control inteligente. Por último, se enumeran y describen algunas de las metodologías tomadas de la Inteligencia Artificial que se aplican en el ámbito del control, como las redes de Petri, lógica borrosa, redes neuronales, algoritmos genéticos, etc. Algunas de estas técnicas se enuncian muy brevemente ya que no serán estudiadas ni aplicadas en esta asignatura, pero conviene que el alumno tenga una visión panorámica de las diversas estrategias tomadas de la inteligencia artificial que se pueden utilizar en el ámbito de la automatización.

Palabras claves: control, inteligencia artificial, control inteligente, aprendizaje

Contenidos de mayor dificultad: no hay. Es un tema teórico.

Orientaciones para este tema: se aconsejan los siguiente medios audiovisuales disponibles en el Campus Virtual para la mejor comprensión de este tema.

- Entrevista TV: La Inteligencia Artificial
- Radio 3: La Inteligencia Artificial nos invade
- Vídeo "Control Inteligente"

Tema 2. Sistemas expertos: Control experto

CONTENIDOS

1. Principales conceptos de un sistema experto. Dominio.
2. Estructura interna. Módulos. Funciones de cada bloque.
3. El conocimiento. Representación. Adquisición.
4. Mecanismos de razonamiento.
5. Estrategias de control en la inferencia. Recorrido de árboles.
6. Control experto.
7. Lenguajes y programas informáticos.

INTRODUCCIÓN

Un sistema experto es un sistema basado en conocimiento que realiza una inferencia aplicando un tipo de razonamiento. En este tema se describe la estructura interna de un sistema experto y la función que realizan cada uno de sus módulos (base de datos, base de conocimientos, módulo de explicación, etc.) Se detalla el proceso de adquisición y representación del conocimiento, mostrando diversas formas de presentar esa información. Se revisan los mecanismos de razonamiento hacia adelante y hacia atrás con ejemplos. Se aplican diversas estrategias de control para el recorrido de árboles demostrativos. También se describen los modos de razonamiento GMP y GMT. En lo que podría ser la segunda parte

de este tema, se muestra la posibilidad de aplicación de los sistemas experto en el ámbito del control, especificando el tipo de conocimiento con el que se trabaja y algunas de las limitaciones que esta metodología presenta para el control de sistemas. Por último, se enumeran algunos lenguajes y programa informáticos con los que implementar estos sistemas.

Palabras claves: sistema experto, conocimiento, inferencia, control basado en reglas

Contenidos de mayor dificultad: mecanismos de inferencia.

Orientaciones para este tema: se aconseja el siguiente enlace para la mejor comprensión de este tema, en concreto, para ver las demos computacionales que muestran el proceso de inferencia de un sistema experto.

•Repositorio Sistemas Expertos: <https://github.com/topics/expert-systems>

Tema 3. Redes neuronales aplicadas al control

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN A LAS REDES NEURONALES

1. Introducción a las redes neuronales. Origen e historia.
2. Fundamentos, propiedades y funcionamiento de las redes neuronales.
3. Estructura de una red neuronal: elementos y conexiones.
4. Redes no recurrentes: perceptrón y perceptrón multicapa.
5. Redes recurrentes: Hopfield y Boltzman. Enfriamiento simulado.

APRENDIZAJE EN LAS REDES NEURONALES Y CONTROL NEURONAL

1. Concepto de aprendizaje. Convergencia. Tipos de aprendizaje en las redes neuronales
2. Aprendizaje supervisado: por refuerzo, corrección del error y estocástico.
3. Aprendizaje del perceptrón y retropropagación.
4. Aprendizaje no supervisado: competitivo y hebbiano.
5. Aplicación de las redes neuronales para identificación y control.

INTRODUCCIÓN

La primera parte de este tema se centra en el estudio de las redes neuronales analógicas, sus fundamentos, estructura y aplicaciones. Comienza con un repaso al origen de esta técnica de la inteligencia artificial y se recorre brevemente algunos de los hitos de su desarrollo. Se describen sus características, propiedades y funcionamiento en general. Al hablar de la estructura, se hace especial hincapié en el tipo y nivel de conexionismo entre sus elementos. A partir de esta descripción, se distingue entre redes no recurrentes, de las que se detallan el perceptrón y, como redes de la segunda generación de redes directas, el perceptrón multicapa; y por otro lado las redes recurrentes, que se ejemplifican describiendo las redes de Hopfield y las de Boltzman, como una ampliación de las primeras para las que se introduce la técnica de la relajación paralela y el enfriamiento simulado.

La segunda parte de este tema introduce el aprendizaje en las redes neuronales, para hacer comprender mejor su funcionamiento, y el concepto de convergencia. Se describen los diversos tipos de aprendizaje en una red neuronal, supervisado y no supervisado, y posibles formas de implementación, en línea o fuera de línea. Dentro del aprendizaje supervisado se explica el aprendizaje por refuerzo, el estocástico y el de corrección del error. Para este último se detalla su funcionamiento para una red simple, como el perceptrón, y para una red multicapa. Se describe también dentro del aprendizaje no supervisado propio de las redes recurrentes el hebbiano y el competitivo. La última parte del tema está dedicada a la aplicación de esta metodología de la inteligencia artificial conexionista a la identificación de sistemas y obtención de modelo, y al control, con estructura directa e indirecta.

Palabras claves: red neuronal, aprendizaje, neuro-control

Contenidos de mayor dificultad: aprendizaje y estructuras neuronales de control

Orientaciones para este tema: se aconseja el siguiente enlace para la mejor comprensión de este tema, en concreto, para ver las demos computacionales que muestran el aprendizaje de una red neuronal. También hay demostraciones en la herramienta software Matlab.

•Repositorio Redes Neuronales: <https://github.com/topics/artificial-neural-network>

Tema 4. Control basado en la lógica "Fuzzy" (borrosa)

CONTENIDOS

LÓGICA BORROSA

1. Tratamiento de la incertidumbre.
2. Fundamentos de la lógica borrosa. Conjuntos. Operaciones. Relaciones.
3. Concepto de variable lingüística.
4. Razonamiento aproximado. Métodos de inferencia.

CONTROL BASADO EN LÓGICA BORROSA

1. Estructura interna de un sistema borroso.
2. Descripción de cada módulo de un sistema borroso.
3. Tipos de sistemas basados en lógica borrosa.
4. Control borroso.
5. Diseño de un controlador borroso.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de información incompleta o con incertidumbre puede ser crucial en la toma de decisiones. Además de la teoría de la probabilidad, la lógica borrosa se presenta como un potente marco para abordar la imprecisión. En la primera parte de este tema se introducen los fundamentos de la lógica borrosa, recorriendo brevemente su historia y estado del arte. Se parte de la re-definición del concepto de conjunto y función de pertenencia, así como de las operaciones entre conjuntos de diversa naturaleza y las relaciones entre ellos. Se define el concepto de variable lingüística y se trata con detalle la representación del conocimiento

según este paradigma. Se describe el razonamiento aproximado y diversas metodologías para la inferencia.

La segunda parte del tema está dedicada al control basado en lógica borrosa. Un sistema borroso está estructurado al menos en cuatro bloques: tratamiento de la información de entrada y de salida, base de conocimiento y mecanismo de inferencia. Se detalla cada uno de estos módulos, así como los distintos tipos de sistemas basados en lógica borrosa atendiendo a su salida. Se muestra la aplicación de esta técnica de la inteligencia artificial al control, con sus ventajas y limitaciones. En el último apartado de este tema se detalla el diseño de un controlador borroso.

Palabras claves: control, razonamiento aproximado, lógica borrosa, sintonía

Contenidos de mayor dificultad: sintonía de controladores borrosos

Orientaciones para este tema: Se aconsejan los siguiente medios audiovisuales disponibles en el Campus Virtual de la UCM para la mejor comprensión de este tema. También hay demostraciones en la herramienta software Matlab.

- Radio 3: Enseñando a los Ordenadores a Pensar. Lógica Fuzzy

- Radio 3: Aplicaciones de la Lógica Borrosa

Tema 5. Algoritmos evolutivos para optimización en la ingeniería de sistemas

CONTENIDOS

1. Introducción. Historia. Características. Aplicaciones.
2. Algoritmo genético básico. Convergencia.
3. Operadores genéticos. Parámetros.
4. Otros algoritmos evolutivos.

INTRODUCCIÓN

Este tema introduce una metodología de la computación suave, los algoritmos genéticos, y su aplicación a problemas de búsqueda y optimización. Tras comentar en general su historia, características, ventajas y limitaciones, se especifican posibles ámbitos de aplicación de estas estrategias evolutivas. Se describe a continuación el algoritmo genético básico, y se detallan en los siguientes apartados cada uno de sus pasos: generación de una población inicial, evaluación, reproducción, sustitución de la población. Se comentan diversos operadores que pueden implementar cada una de esas partes, por ejemplo, diversos operadores de cruce o mutación. Se comenta también la influencia de algunos parámetros del algoritmo (por ejemplo, la probabilidad de mutación o de cruce) en la convergencia. Por último se citan otros tipos de algoritmos evolutivos.

Palabras claves: optimización, algoritmo genético, convergencia

Contenidos de mayor dificultad: convergencia del algoritmo genético

Orientaciones para este tema: se aconseja el siguiente enlace para la mejor comprensión de este tema, en concreto, para ver las demos computacionales que muestran cómo funcionan

los algoritmos genéticos. También hay demostraciones en la herramienta software Matlab.

•Repositorio Algoritmos Genéticos: <https://github.com/topics/genetic-algorithm>

METODOLOGÍA

En esta asignatura se seguirá la metodología de educación a distancia. Esta metodología se apoya en el uso de plataformas educativas de la UNED y prevé que la asignatura disponga de un curso virtual. El estudiante tendrá a su disposición un material didáctico para seguir la asignatura, recibirá orientaciones y apoyo del equipo docente a través de las herramientas proporcionadas por el curso virtual, y podrá entrar en contacto con sus compañeros.

El tipo de actividades previstas en esta asignatura (estudio teórico, resolución de problemas, utilización de herramientas informáticas) se incorporarán de forma gradual en el material preparado específicamente por el equipo docente, así como a través del curso virtual. Las actividades formativas atenderán el siguiente reparto orientativo de créditos: 30% de tipo teórico, 30% de tipo práctico y 40% de trabajo autónomo.

Los temas a tratar se presentarán de forma teórica, para establecer los fundamentos de cada uno de ellos. Simultáneamente, se ampliará su estudio mediante bibliografía complementaria (principalmente artículos científicos), y otros medios como vídeos ilustrativos, audiciones de radio, etc., y se realizarán prácticas y trabajos de investigación en áreas de interés por parte de los alumnos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen

No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad

No

Descripción

El estudiante deberá realizar de forma individual un trabajo final original consistente en la aplicación de alguna de las técnicas de control inteligente del temario, a un problema de su elección dentro del campo de la ingeniería de sistemas y la automatización. Para ello podrá emplear el software que desee: Matlab, C++, Java, Python, etc. Los resultados obtenidos se deberán redactar en formato de artículo de investigación (en castellano o inglés), empleando para ello la plantilla que disponible en el campus virtual. Se debe seguir la estructura vista en los artículos vistos y comentados a lo largo del curso.

Criterios de evaluación

En el trabajo final se deben referenciar los trabajos utilizados para su desarrollo e indicar el software utilizado para su implementación y la obtención de los resultados.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 60%

Fecha aproximada de entrega

Ver comentarios y observaciones

Comentarios y observaciones

Las fechas de entrega del trabajo final se publican con antelación en el Campus Virtual. Sin perjuicio de que se puedan cambiar según el calendario académico de curso, de forma orientativa éstas son:

Convocatoria ordinaria: última quincena de enero.

Convocatoria extraordinaria: primera quincena de septiembre.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

La asignatura contempla la realización obligatoria de cuatro tareas, una por cada tema excepto para el tema 2 que no tiene asociada ninguna, que consisten en elaborar, tras la lectura pausada y comprensiva de un artículo científico relacionado con el contenido del tema, un resumen del mismo y un breve comentario personal, de no más de dos páginas. El resumen correspondiente a cada tema debe ser enviado por correo electrónico a la profesora en el plazo que se indica en el campus virtual.

Criterios de evaluación

Los trabajos deben estar bien presentados, siguiendo las indicaciones dadas. En las tareas se debe citar el artículo que se ha resumido y analizado. Se da especial importancia al comentario personal del mismo.

Ponderación de la PEC en la nota final 40%

Fecha aproximada de entrega

Ver comentarios y observaciones

Comentarios y observaciones

Las fechas orientativas de entrega de cada tarea ayudarán al estudiante a marcarse un ritmo de estudio. Sin perjuicio de que se puedan cambiar según el calendario académico de curso, y de forma orientativa para la convocatoria ordinaria éstas son:

Convocatoria ordinaria:

Tarea Tema 1: 20 de octubre; Tarea Tema 3: 10 de noviembre; Tarea Tema 4: 30 de noviembre; Tarea Tema 5: 20 de diciembre.

No obstante, si encuentra algún inconveniente para completar los trabajos durante el semestre, dispondrá de la última quincena de enero para hacer una entrega única de todas las tareas y del trabajo final.

Convocatoria extraordinaria:

Una entrega única, englobando todas las tareas pendientes y el trabajo final, la primera quincena de septiembre.

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La evaluación de esta asignatura tendrá en cuenta la entrega, en tiempo y forma, de las cuatro tareas solicitadas (40% de la nota final) y la calidad del trabajo final entregado (60%).

Si el estudiante no completa todos los requerimientos para la evaluación de la asignatura en la convocatoria ordinaria, es decir, las cuatro tareas y el trabajo final, en la fecha tope de entrega esta convocatoria (última quincena de enero) tendrá la opción de completar las tareas que le falten junto con el trabajo final para la convocatoria extraordinaria de septiembre (primera quincena), enviando en una entrega única todo lo solicitado.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

La bibliografía básica de esta asignatura son los apuntes y transparencias elaborados por el equipo docente para cada uno de los temas, disponibles en el campus virtual.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

La bibliografía complementaria consiste en:

- Colección de artículos científicos clasificados por temas, disponible en el campus virtual.

Libros que se pueden descargar gratuitamente:

- White, D.A. and Sofge, D.A. eds., 1992. Handbook of intelligent control: neural, fuzzy, and adaptive approaches. Van Nostrand Reinhold Company.

https://pdfs.semanticscholar.org/7b3a/9296bd8fcaaaf6e3107dd55c9c917fef65aa.pdf?_ga=2.103343808.1165112582.1587471332-1146724347.1537781726

- Valavanis, K. P. Applications of intelligent control to engineering systems. (2009).

<http://www.kelm.ftn.uns.ac.rs/literatura/mrv/Applications%20of%20Intelligent%20Control%20to%20Engineering%20Systems.pdf>

Libros que se encuentran en formato digital:

- Liu, J., 2018. Intelligent control design and MATLAB simulation. Springer Singapore (ebook)
- Cai, Z.X., 1997. Intelligent control: principles, techniques and applications (Vol. 7). World Scientific (ebook)

Otros libros que pueden resultar de interés para los estudiantes:

- Zilouchian, A., Jamshidi, M. Intelligent Control Systems Using Soft Computing Methodologies; CRC Press, 2001.
- Pajares G., Santos M Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento; RAMA, 2005.
- Ruano A.E. Intelligent Control using Intelligent Computational Techniques; IEE Control Series, ISBN 0 86341 4893, July 2005.

- Shin, Y.C., Xu, C. Intelligent systems. Modeling, optimization and control. Ed. CRC Press, 2009.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

El estudiante accederá a través del curso virtual a todo el material didáctico (orientaciones, apuntes, presentaciones y artículos científicos) relacionado con la asignatura. También podrá trabajar con las herramientas proporcionadas por software de simulación y control del que existen licencias académicas, que le facilitarán la puesta en práctica de los conocimientos y destrezas adquiridos.

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.