

# REDES NEURONALES EN CONTROL INDUSTRIAL

Curso 2009/2010

(Código: 28803218)

## 1. PRESENTACIÓN

Este curso está orientado al análisis de distintas técnicas basadas en redes neuronales artificiales aplicadas a procesos de control en la ingeniería. El control automático de sistemas es un elemento clave en la industria de diseño y producción, desarrollándose en sectores como la automoción, la robótica, la domótica, la aeronáutica y muchos otros. Muchos de los sistemas reales que se encuentran en este tipo de procesos presentan no linealidades complejas, que hacen que no se puedan aplicar técnicas convencionales en su tratamiento, ya que requieren unos modelos matemáticos muy complejos que resultan prácticamente inabordables. Partiendo de este hecho, se han desarrollado en los últimos años una serie de técnicas de control llamadas "inteligentes" que permiten tratar el problema sin necesidad del modelado matemático del sistema, dentro de este tipo de técnicas destacan las Redes Neuronales. El objetivo principal de este curso será la comprensión de este tipo de técnicas de control inteligente.

Los aspectos que se tratarán en el desarrollo del curso abarcan desde la asignación y definición de patrones que permitan llevar a cabo el modelado de las variables de un problema, hasta la selección del tipo de red neuronal más adecuado para cada caso. Por tanto, se estudiarán distintas arquitecturas de red monocapa y multicapa, y además se compararán diversos algoritmos de entrenamiento de la red, tanto supervisados como no supervisados, analizando la flexibilidad y adaptabilidad que exhiben las redes en función del tipo de aprendizaje impuesto.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN

Esta asignatura forma parte del Módulo II y se encuentra enmarcada dentro del itinerario en "Control Industrial". La asignatura, junto a las demás incluidas en el mismo itinerario, constituye la oferta de contenidos específicos que permiten al estudiante particularizar o diseñar según su interés su formación investigadora. Teniendo en cuenta la lógica relación que hay entre los contenidos de las asignaturas que forman cada especialidad, cada itinerario se ha definido como una materia que está compuesta por seis asignaturas, de 5 ECTS cada una, de las que el estudiante debe elegir y cursar cuatro.

Los estudiantes que elijan cursar esta asignatura podrán completar y ampliar los conocimientos adquiridos dentro del módulo I, en lo que se refiere al control de procesos. Además obtendrán una nueva visión que permite abordar la problemática del control industrial desde una perspectiva distinta a la estudiada hasta el momento.

## 3. REQUISITOS PREVIOS RECOMENDABLES

Los conocimientos previos para cursar esta asignatura corresponden a los fundamentos o principios básicos que definen el control de procesos. Por otro lado, al tratarse de una asignatura de master, se supone que el alumno parte de un conocimiento matemático suficiente en el que estarían incluidos una base de álgebra matricial, análisis matemático, teoría de conjuntos, análisis funcional y teoría de probabilidades.

Esta asignatura utiliza un nuevo enfoque no contemplado en el tratamiento convencional de procesos de control, por lo tanto, se entiende que el alumno no tiene por qué partir de un conocimiento básico sobre el funcionamiento de las redes neuronales artificiales. Para aquellos que se encuentren en esta situación, se trabajarán inicialmente los principios que rigen el funcionamiento de las redes neuronales artificiales, así



como las arquitecturas más comunes que se pueden encontrar.

Además, es recomendable que el estudiante esté familiarizado con algún tipo de lenguaje de programación, aunque sea a nivel muy básico, ya que de este modo se facilita la tarea de comprensión e implementación de los algoritmos.

#### 4.RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conforme a la orientación formativa que introduce el EEES y a partir de los contenidos de la asignatura, los resultados del aprendizaje previstos son:

- Comprender la estructura de las Redes Neuronales Artificiales e identificar el tipo de problemas que son más adecuados para ser tratados mediante las mismas.
- Analizar las arquitecturas más comunes que presentan las Redes Neuronales.
- Desarrollar procesos de modelización encaminados a la definición de patrones. Para ello será necesario reflexionar sobre la dificultad que presentan los sistemas reales frente a otros más sencillos trabajados en otras asignaturas básicas de control.
- Comparar distintos algoritmos de entrenamiento para Redes Neuronales. Valorando las ventajas que presentan cada uno de ellos.
- Profundizar en el conocimiento de los sistemas que utilizan el aprendizaje supervisado y no supervisado, y sus distintas aplicaciones al diseño de sistemas de control inteligente.
- Estructurar el conocimiento adquirido para ser capaces de aplicarlo a tareas de identificación de patrones y control de procesos industriales reales.
- Aplicar y experimentar con algún algoritmo sencillo de entrenamiento de una red neuronal

#### 5.CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

El contenido de la asignatura se ha dividido en cuatro temas, que se desarrollan a continuación:

##### TEMA 1. Redes neuronales artificiales

Introducción a las redes neuronales artificiales  
Arquitecturas más comunes  
El proceso de aprendizaje

##### TEMA 2. El perceptrón

Aparición del perceptrón  
El perceptrón multicapa  
Reglas de aprendizaje en el perceptrón

##### TEMA 3. Otras arquitecturas de red

Redes neuronales de base radial  
Máquinas de vector soporte  
Redes neuronales recurrentes

##### TEMA 4. Redes neuronales en control

El filtro de Kalman en el entrenamiento de redes  
Aplicación de las redes neuronales a



tareas de identificación y control de procesos

## 6.EQUIPO DOCENTE

DATOS NO DISPONIBLES POR OBSOLESCENCIA

## 7.METODOLOGÍA

La asignatura "*Redes Neuronales en Control Industrial*" se impartirá a distancia siguiendo el modelo educativo propio de la UNED. Desde el punto de vista metodológico tiene las siguientes características generales:

- Como se ha indicado es una asignatura "a distancia". De esta forma, además de la bibliografía básica impresa, el estudiante dispondrá del Curso virtual de la asignatura, al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED-e, y del espacio específico de la misma existente en el servidor en Internet del DIEEC. Tanto en uno como en otro, se incluirá todo tipo de información y documentos (artículos, informes, memorias estadísticas, etc.) que necesite para su consulta y/o descarga.
- Dado que el trabajo autónomo del estudiante es mayoritario, la carga de trabajo que le supondrá la asignatura dependerá fundamentalmente de sus circunstancias personales y laborales. A través de los foros generales del curso virtual y del contacto personal mediante del correo electrónico, se le guiará y aconsejará sobre el ritmo de trabajo que debe llevar para que el seguimiento de la asignatura sea lo más regular y constante posible.
- Además de esos recursos de comunicación individuales, se fomentará la comunicación a través de los demás recursos educativos técnicos y de comunicación de los que dispone el modelo de la UNED como, por ejemplo, videoconferencias, programas de radio y/o televisión, presentaciones y conferencias en reservorios digitales, etc.
- La asignatura tiene carácter teórico debido a los temas que aborda y a los objetivos propuestos. Sin embargo, en su desarrollo se prestará una especial atención a los aspectos prácticos, de modo que se pedirá que el alumno sea capaz de experimentar con algún tipo de algoritmo de entrenamiento para una red neuronal mediante programas informáticos, permitiendo afianzar los conocimientos teóricos tratados en el curso.

Cronológicamente el estudiante debe estudiar y preparar cada tema siguiendo el orden dado a los contenidos, ya que cada uno se apoya en los anteriores.

## 8.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9788483222959

Título: REDES NEURONALES: CONCEPTOS FUNDAMENTALES Y APLICACIONES A CONTROL AUTOMÁTICO (2006)

Autor/es: Alma Yolanda Alanís García ; Edgar Nelson Sánchez Camperos ;

Editorial: PRENTICE HALL



Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

#### Comentarios y anexos:

La bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura es la descrita a continuación:

- a) Libros (material impreso que el estudiante deberá adquirir o conseguir en biblioteca):
  - Redes neuronales: conceptos fundamentales y aplicaciones a control automático. Sánchez Camperos y otros. Ed. Prentice Hall, 2006.
- b) Documentos electrónicos (archivos que el estudiante deberá consultar y/o descargar y que estarán disponibles tanto en el Curso Virtual de la UNED como en la página de la asignatura en la web del DIEEC):
  - Guía de la asignatura "*Redes Neuronales en Control Industrial*". Realizada por el Equipo Docente de la asignatura, DIECC-UNED.
  - Documentos considerados de especial interés por parte del equipo docente para abordar algún punto en concreto del temario.
  - Artículos de revistas técnicas.

## 9. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

#### Comentarios y anexos:

Existe una gran cantidad de libros en el mercado y en las bibliotecas universitarias que pueden ser consultados por los estudiantes como bibliografía complementaria para preparar la asignatura y profundizar en aquellos temas concretos que deseen. En el documento electrónico "*Guía de la asignatura Redes Neuronales en Control Industrial*", elaborado y actualizado cada curso por el Equipo docente de la asignatura, se incluirán esas referencias bibliográficas, ordenadas y comentadas en relación a los temas en los que se ha dividido el contenido de la asignatura.

A modo de ejemplo se indican las siguientes referencias:

- *Neural Network Applications in Control*. G.W. Irwin, K. Warwick y K. J. Hunt. IEEE Press 2006.
- *Control neuronal*. Luciano Boquete y Rafael Barea. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá, 1999.
- *Redes neuronales artificiales: un enfoque práctico*. J. M. Corchado. Universidad de Vigo, 2000.
- *Redes neuronales artificiales: fundamentos, modelos y aplicaciones*. J. R. Hílera, V. J. Martínez. Ra-Ma, 1995
- *Redes neuronales: algoritmos, aplicaciones y técnicas de programación*. J. A. Freeman, D. M. Skapura. Díaz de Santos, 1993.
- *Neural networks for control*. T.W. Miller, R.S. Sutton, P.J. Werbos. MIT Press, Cambridge, Massachusetts 1995.
- *Neural networks for pattern recognition*. C. Bishop. New York, Oxford University Press, 2000.



- *Neural networks and pattern recognition*. O. Omidvar y J. Dayhoff. San Diego, Academic Press, 1998.
- *Stable Adaptive Neural Network Control*. S.S. GE, C.C. Hang, T.H. Lee, Z.T. Zhang. Kluwer Academic Publishers, 2001.
- *Application of Neural Networks to Adaptive Control of Nonlinear Systems*. G. W. Ng. Research Studies Press Ltd. England. 1997.
- *Neurofuzzy Adaptive Modelling and Control*. H. Brown y C. Harris. Prentice Hall, 1994.

## 10. RECURSOS DE APOYO AL ESTUDIO

### Curso virtual

La plataforma aLF de e-Learning de la UNED proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como los estudiantes, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

### Videoconferencia

La videoconferencia se contempla como una posibilidad de comunicación bidireccional síncrona con los estudiantes, tal y como se recoge en el modelo metodológico de educación distancia propio de la UNED. La realización de videoconferencias se anunciará a los estudiantes con antelación suficiente en el curso virtual de la asignatura.

### Software para prácticas.

Cualquier tipo de entorno de programación, en su versión educativa, de libre distribución que se pueda descargar de Internet puede ser adecuado para la realización de las prácticas.

Para el desarrollo e implementación de sistemas neuronales, se trabajará con el Neural Network Toolbox de MATLAB y SIMULINK en su versión libre.

## 11. TUTORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo a través de la plataforma de e-Learning aLF o directamente por correo electrónico con el equipo docente:

Dra. Clara Pérez Molina      [clarapm@ieec.uned.es](mailto:clarapm@ieec.uned.es)

## 12. EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Conforme al espíritu del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), el proceso de evaluación es continuo a lo largo del curso y está de acuerdo con la carga de trabajo, la organización del contenido y el calendario dados en la Guía de la Asignatura. El estudiante deberá realizar una serie de ejercicios y trabajos



propuestos en cada uno de los temas y, al final, un trabajo crítico de síntesis de la asignatura. También existe una Prueba Presencial con dos convocatorias (ordinaria en junio y extraordinaria en septiembre).

La nota de la asignatura se obtendrá fundamentalmente a partir de todos esos ejercicios y trabajos que se realizan a lo largo del curso y que corresponden a la evaluación continua de conocimientos a distancia. La participación del estudiante en la asignatura a lo largo del curso (foros, cursos virtuales, consultas, etc.) también será tomada en cuenta.

Los pesos de estos métodos de evaluación serán: un 50 % a partir de los ejercicios propuestos y el trabajo final, un 30% de la Prueba Presencial y un 20 % de la participación en el curso. En cualquier caso, para aplicar estos porcentajes es necesario aprobar la Prueba Presencial.

### 13.COLABORADORES DOCENTES

Véase equipo docente.

