



Máster en Ingeniería Electrónica 67230 - Redes neuronales electrónicas

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- Julio David Buldain Pérez buldain@unizar.es
- Bonifacio Martín Del Brío bmb@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda haber cursado o estar cursando la asignatura obligatoria "Sistemas Electrónicos Avanzados".

Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la página web del centro).

A título orientativo:

- **Período de clases:** primer cuatrimestre (Otoño).
 - **Clases teoría y problemas-casos:** cada semana hay programadas clases de teoría y/o problemas-casos en el aula. Las primeras semanas del curso podrá impartirse alguna hora adicional hasta completar los 5 créditos si ello fuera necesario para poder impartir la materia necesaria para realizar la primera práctica de laboratorio en la fecha establecida.
 - **Sesiones prácticas:** el estudiante realizará sesiones prácticas de laboratorio y entregará trabajos asociados a las mismas.
 - **Entrega de trabajos:** se informará en clase y en Moodle de las fechas y condiciones de entrega.
 - **Examen:** habrá un examen de 1ª convocatoria y otro de 2ª convocatoria en las fechas que indique el centro.
-

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

1:

Aplica redes neuronales artificiales para solucionar problemas en entornos nuevos o con información imprecisa o poco definida.

2:

Conoce los fundamentos de las redes neuronales artificiales y de otras técnicas relacionadas.

- 3:** Es capaz de desarrollar un proyecto basado en redes neuronales y otros sistemas inteligentes, dividiendo el problema en partes, seleccionando la técnica más idónea en cada caso y realizar su simulación en un computador.
- 4:** Es capaz de seleccionar la tecnología electrónica de implementación adecuada en cada caso: ASIC, FPGA, microcontrolador, DSP o computador.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

“Redes Neuronales Electrónicas” es una asignatura que forma parte de la materia optativa “Electrónica para ambientes inteligentes” del Máster Universitario en Ingeniería Electrónica. Consta de 5 créditos ECTS que equivalen a 125 horas totales de trabajo del estudiante.

Esta asignatura aborda todos los aspectos relacionados con las redes neuronales artificiales (RNA) y otras técnicas inteligentes relacionadas con el Machine Learning. Partiendo de una descripción básica del comportamiento de las neuronas biológicas, se plantean modelos de neuronas artificiales cuya composición en arquitecturas jerárquicas dan lugar a redes complejas con capacidades computacionales paralelas a las de los sistemas naturales a los que imitan (aprendizaje y generalización a partir de datos de sensores), propias de sistemas con cierto grado de inteligencia y adaptabilidad.

Mediante métodos de aprendizaje a partir de ejemplos, las RNA permiten modelar funciones no lineales y realizar reconocimiento de patrones con el objetivo de dotar de inteligencia a sistemas y equipos (por ejemplo, a partir de los datos captados por sensores en una vivienda, determinar patrones de uso y detectar situaciones anómalas como caídas, presencia de intrusos, etc.). En la asignatura se presentan los fundamentos de este campo, haciéndose un énfasis especial en su aplicación en ingeniería y su realización electrónica.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo fundamental de la asignatura “Redes neuronales electrónicas” es formar al alumno en el campo de las redes neuronales y otras técnicas inteligentes (*machine learning*) con especial énfasis en su aplicación en los ambientes inteligentes y su realización de carácter electrónico.

En primer lugar se exponen los diversos mecanismos de aprendizaje y modelado. Posteriormente, se aborda la implementación electrónica tanto analógica como digital y se estudian ejemplos de aplicación práctica (reconocimiento de actividades en una vivienda a partir de datos de sensores, aplicaciones de redes neuronales artificiales en electrodomésticos, predicción de demanda de consumo eléctrico, análisis de propiedades de materiales, etc.). El objetivo último es dotar al estudiante de unos fundamentos que le permitan aplicar estas herramientas en entornos inteligentes y dotar de inteligencia a sistemas y productos electrónicos.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Las redes neuronales artificiales son un conjunto de técnicas de procesamiento de datos que permiten dotar de inteligencia a sistemas y equipos. Se trata de una asignatura instrumental que da servicio al resto de asignaturas de la materia “Electrónica para ambientes inteligentes”, siendo aplicables también en disciplinas relacionadas con la materia de “Electrónica para sistemas de potencia”. A modo de ejemplo, los profesores de la asignatura han aplicado redes neuronales artificiales y otras técnicas relacionadas al procesamiento de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, seguimiento y evaluación de actividades de personas, control del motor de lavadoras, *smart cooking* (en cocinas de

inducción), reconocimiento de comandos hablados, etc. Son ejemplos de sistemas inteligentes programados en unos casos en un computador y en otros implementados en microcontroladores, DSP o FPGA.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

1: 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.

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

2: COMPETENCIAS GENERALES:

CG1. Capacidad para el modelado físico-matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la Ingeniería Electrónica y campos multidisciplinares afines.

CG2. Capacidad para proyectar y diseñar productos, procesos e instalaciones en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

CG4. Capacidad para abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

3: COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

CE1. Capacidad de analizar y diseñar sistemas analógicos avanzados para el procesado de señal, instrumentación electrónica inteligente y sistemas de sensado.

CE2. Capacidad de concebir y desarrollar sistemas digitales avanzados basados en dispositivos programables, dispositivos lógicos configurables y circuitos integrados.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Ante la demanda creciente de entornos inteligentes propia de la actual sociedad de la información, técnicas de procesamiento como las redes neuronales artificiales son cada vez más relevantes. Por un lado, permiten mediante su programación en un computador procesar imágenes o explorar bases de datos, para realizar seguimiento de actividades, extraer información relevante, etc., gracias a su capacidad de aprendizaje y reconocimiento de patrones a partir de ejemplos. Por lo tanto, en este sentido pueden enmarcarse en la capa superior del entorno inteligente.

Por otro lado, y a diferencia de otras herramientas comúnmente encuadradas en la "inteligencia artificial", las redes neuronales artificiales pueden implementarse en circuitos integrados específicos y FPGAs o programarse en microcontroladores y DSP. Estas implementaciones hardware permiten introducir inteligencia "empotrada" o embebida en equipos electrónicos, electrodomésticos, etc., dotándoles de nuevas funcionalidades de gran valor añadido, como por ejemplo, la adaptación de un equipo electrónico o electrodoméstico a las particularidades de cada usuario, aprendiendo automáticamente sus costumbres, usos, etc.

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster en Ingeniería Electrónica, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como abordar con garantías la realización de una tesis doctoral o desempeñar una labor profesional en los ámbitos mencionados.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1: Prueba escrita presencial (30%)

Se realizará a final del curso una prueba tipo test (con penalización por fallos).

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **30%** de la calificación del estudiante en la asignatura.

2: Evaluación de las prácticas de laboratorio (30%)

Se evaluarán sesión a sesión a partir de la observación de la labor del estudiante en el laboratorio y mediante la entrega de un cuestionario sobre la práctica.

Las prácticas son fundamentales, por lo que quien no realice una práctica en la fecha establecida, tendrá que realizarla por su cuenta, entregando un guión en el que se detalle el trabajo realizado; el cuestionario correspondiente a dicha práctica se el pasará en la convocatoria oficial de examen.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **30%** de calificación del estudiante en la asignatura.

3: Valoración de los trabajos de asignatura (40%)

- Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiantes en alguna de las modalidades siguientes:
 - **Simulación.** Consiste en la aplicación de RNA a algún problema concreto, utilizando el entorno de desarrollo de MATLAB. En general, la temática la propondrá el propio alumno.
 - **Documentación.** Consiste en una búsqueda de referencias sobre la aplicación de RNA en áreas relacionadas con la temática del Máster con elaboración de un informe completo, o bien en estudiar y explicar un artículo científico-técnico proporcionado por el profesor. Se recomienda la realización de trabajos sobre implementaciones electrónicas.
- Para aprobar en 1ª convocatoria se deben presentar las propuestas de trabajos en diciembre y entregar la memoria definitiva en enero (las fechas concretas las indicarán los profesores cada año en función del calendario de la EINA). También en enero se realizarán las exposiciones orales de los trabajos.
- Para la 2ª convocatoria, cada año se indicará la fecha de entrega de trabajos en función del calendario de la EINA (se deberá entregar tanto la memoria del trabajo como el fichero Power Point correspondiente a la presentación).

La calificación global de esta actividad será de 0 a 10 puntos (40% de la calificación), valorándose los siguientes conceptos: dificultad y desarrollo del trabajo, resultados obtenidos, calidad de la memoria, exposición oral y defensa. Todo ello supondrá un 40% de la calificación del estudiante en la asignatura.

4: Calificación global:

La asignatura se evaluará en la modalidad de **evaluación global** mediante las actividades anteriores.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, estudios de casos (aplicaciones) y laboratorio, con creciente participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de las redes neuronales y otros sistemas inteligentes, así como las distintas formas tecnológicas de realización en circuito electrónico.
- La asignatura tiene una orientación aplicada, por lo que las clases de teoría se complementarán con el tratamiento detallado de casos de aplicación de redes neuronales y otras tecnologías inteligentes a problemas reales en ingeniería y, especialmente, en el campo de los ambientes inteligentes (análisis de datos de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, inteligencia en electrodomésticos, etc.).
- Se realizarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, en las cuales se utilizará el entorno MATLAB para simular redes neuronales y otros sistemas inteligentes, desarrollándose diversas aplicaciones reales dentro del campo del reconocimiento de patrones y del modelado.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

Actividades presenciales (1.96 ECTS, 49 horas):

A01 Clase magistral (20 horas)

En esta actividad se expondrán los contenidos fundamentales de la materia. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial, incentivando la participación de los estudiantes. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos a través de Moodle.

Programa de la asignatura:

- Tema 1. Fundamentos de Redes Neuronales Artificiales
- Tema 2. Modelos competitivos: Mapas autoorganizados
- Tema 3. Redes neuronales supervisadas: perceptrones
- Tema 4. Redes neuronales híbridas y temporales
- Tema 5. Implementación analógica redes neuronales
- Tema 6. Implementación digital de redes neuronales
- Tema 7. Desarrollo de aplicaciones con redes neuronales: sistemas inteligentes

A02 Estudio de casos (10 horas)

En esta actividad se desarrollarán casos representativos ilustrando la aplicación de redes neuronales y otras técnicas inteligentes a problemas reales del campo de la ingeniería (reconocimiento de actividades en una vivienda a partir de datos de sensores, aplicaciones de redes neuronales artificiales en electrodomésticos, predicción de demanda de consumo eléctrico, análisis de propiedades de materiales, etc.). Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

A03 Prácticas de laboratorio (ECTS, 15 horas)

Las prácticas son un medio para que el estudiante aprenda las herramientas y metodología de desarrollo de sistemas inteligentes basados en redes neuronales y otras técnicas relacionadas. Los enunciados de las prácticas estarán a disposición de los alumnos en Moodle.

Programa de las sesiones de prácticas:

- Práctica 1: Preprocesado y redes competitivas: análisis de datos.
- Práctica 2: Perceptrones: aplicaciones a datos binarios y reales.
- Práctica 3: Redes neuronales híbridas y sus aplicaciones.
- Práctica 4: Desarrollo de aplicaciones para clasificación de patrones.
- Práctica 5: Desarrollo de aplicaciones en el ámbito del modelado.

A05 Tutela de trabajos (ECTS, 2 horas)

Tutela personalizada profesor-estudiante para los trabajos docentes.

A08 Pruebas de evaluación (2 horas)

La actividad de evaluación comprende la realización del examen y la revisión de las calificaciones del examen y de los trabajos.

2: Actividades no presenciales (3.04 ECTS, 76 horas):

A06 Trabajos docentes (51 horas)

Tiempo estimado para que el alumno realice los trabajos de asignatura. Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiante en alguna de las dos modalidades expuestas. Se pretende que el estudiante afiance las competencias anteriormente expuestas (capacidad de resolución de problemas, adaptación a nuevas tecnologías, comunicación, etc.). Se valorará la dificultad del trabajo, desarrollo, resultados, calidad de la memoria y exposición y defensa oral.

A07 Estudio (25 horas)

Esta actividad comprende el estudio personal, la preparación de las prácticas, la preparación del examen y las tutorías.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web). El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

Materiales bibliográficos recomendados:

1: Materiales docentes básicos:

- Disponibles en <http://moodle.unizar.es>
- Transparencias **de la asignatura**: son considerados los apuntes de la asignatura.
- **Guiones de prácticas.**
- **Materiales docentes complementarios.**

2: Textos de referencia:

- B. Martín del Brío, A. Sanz, Redes Neuronales y Sistemas Borrosos, 3ª edición, RAMA, Madrid 2006
- S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 2009

3: Textos complementarios:

- IH Witten, E Frank, MA Hall. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Elsevier, 2011
- CM Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer 2006
- T Kohonen, Self-Organizing Maps, 3ed., Springer 2001
- RO Duda, PE, Hart, DG Store, Pattern Classification, 2nd ed., Wiley, 2001

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Bishop, Christopher M.. Pattern recognition and machine learning / Christopher M. Bishop New York : Springer, cop. 2006
- Duda, Richard O.. Pattern classification / Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork . - 2nd ed. New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop. 2001
- Haykin, S.. Neural Networks and Learning Machines / S. Haykin Pearson, 2009
- Kohonen, Teuvo. Self-organizing maps / Teuvo Kohonen Berlin [etc] : Springer, cop. 1995

- Martín del Brío, Bonifacio. Redes neuronales y sistemas borrosos / Bonifacio Martín del Brío, Alfredo Sanz Molina ; prólogo de Lofti A. Zadeh . - 3ª ed. rev. y amp. Paracuellos de Jarama (Madrid) : RA-MA, D. L. 2006
- Witten, Ian H. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques / IH Witten, E Frank, MA Hall Elsevier, 2011