



Máster en Ingeniería de Telecomunicación 60942 - Redes neuronales electrónicas

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , 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

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al Máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional para cursar esta materia. Sí que se debe tener en cuenta que la herramienta básica para realizar las prácticas es MATLAB.

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 2 horas de clase en el aula.
 - **Sesiones prácticas:** el estudiante realizará 5 sesiones prácticas de 3 horas de laboratorio.
 - **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:**
 - R1.** Aplica redes neuronales artificiales para solucionar problemas en entornos nuevos o con información imprecisa o poco definida.
- 2:**
 - R2.** Conoce los fundamentos de las redes neuronales artificiales y de otras técnicas relacionadas.

3: R. 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:
R4. 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 optatividad del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación. 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*, de uso habitual en los denominados entornos inteligentes. 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 equipos, sistemas y ambientes inteligentes (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 ambientes inteligentes.

En primer lugar se exponen los diversos mecanismos de aprendizaje y modelado. Posteriormente, se aborda la implementación, tanto en forma de programa con su realización electrónica 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, calidad de servicio en redes de comunicaciones, predicción de demanda de consumo, 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 disciplina de marcado carácter multidisciplinar que puede ser aplicada a problemas muy variados. 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, calidad de servicio en redes de comunicaciones, reconocimiento de comandos hablados, *smart cooking* (en cocinas de inducción), 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: **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.
- 2: **CB7** Los estudiantes sabrán 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.
- 3: **CB9** Los estudiantes sabrán 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.
- 4: **CG1** Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
- 5: **CG4** Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
- 6: **CG11** Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- 7: **CE12** Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
- 8: **CE14** Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.
- 9: **CE15** Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

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 patrones en tiempo real (por ejemplo, de audio o video) o analizar grandes bases de datos, para realizar seguimiento de actividades, extraer información relevante como patrones de uso o calidad de servicio, 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, 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, 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, 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:

La asignatura se evaluará en la modalidad de **evaluación global** mediante las siguientes actividades:

E1. 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:

E2. 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:

E3. 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 trabajar un artículo científico-técnico proporcionado por el profesor.
- 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, 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.

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, programada y 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, especialmente relacionados con en el campo de los ambientes inteligentes (análisis de datos de sensores en instalaciones domóticas, visión por computador, reconocimiento de habla, calidad de servicio de telecomunicaciones, inteligencia embebida 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 (1.8 ECTS, 45 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 y sus aplicaciones

Tema 2. Modelos competitivos: Mapas autoorganizados

Tema 3. Redes neuronales supervisadas: perceptrones

Tema 4. Otros modelos: RBF, *Support Vector Machines*, *DeepLearning*

Tema 5. Implementación de redes neuronales

Tema 6. Realización en circuitos digitales

Tema 7. Desarrollo de aplicaciones con redes neuronales: sistemas inteligentes.

A02 Estudio de casos (ECTS, 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, visión por computador, reconocimiento de habla, calidad de servicio de telecomunicaciones, inteligencia embebida en electrodomésticos, etc.). Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial.

A03 Prácticas de laboratorio (ECTS, 15 horas)

Las prácticas están estructuradas en 5 sesiones de 3 horas cada una; en todas ellas se realiza la simulación de RNA empleando MATLAB. Servirán 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.

2:

Actividades no presenciales (3.2 ECTS, 80 horas)

A06 Trabajos docentes (25 horas)

Tiempo estimado para que el alumno realice los trabajos de asignatura. Se realizarán preferiblemente en grupos de dos estudiantes en alguna de las dos modalidades indicadas anteriormente. 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 (53 horas)

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

A08 Pruebas de evaluación (2 horas)

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

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.

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 / Ian H. Witten, Eibe Frank . - 2nd ed. Amsterdam [etc.] : Morgan Kaufman, cop. 2005