



Máster en Ingeniería Biomédica 69321 - Técnicas de reconocimiento de patrones

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0

Información básica

Profesores

- Carlos Miguel Orrite Uruñuela corrite@unizar.es
- Bonifacio Martín Del Brío bmb@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al master, para cursar esta asignatura no es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado. Se requieren conocimientos básicos de MATLAB y de estadística.

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Tecnología Electrónica

Actividades y fechas clave de la asignatura

Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de casos, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

La asignatura se imparte en cuatrimestre de primavera; las fechas de inicio y fin de las clases, así como las fechas de las pruebas de evaluación global, serán fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura (<https://eina.unizar.es/>) y serán publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de las sesiones prácticas se acordarán en clase. Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura alojada en la plataforma docente que se indicará.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conocer y comprender los fundamentos del reconocimiento de patrones
- 2:**

Conocer y comprender las características de las principales técnicas del reconocimiento de patrones clásico y de técnicas más recientes, como las basadas en redes neuronales artificiales y otras.

- 3:** Saber aplicar las técnicas básicas de reconocimiento de patrones dentro del ámbito de la ingeniería biomédica, distinguiendo cuál es la técnica más idónea en cada aplicación.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Esta asignatura optativa de 3 ECTS forma parte de la materia *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Ingeniería Biomédica*, dentro de la especialidad del mismo nombre. En ella se introduce el reconocimiento de patrones desde una perspectiva moderna y práctica.

En la primera parte, tras una introducción general, se exponen las técnicas clásicas de reconocimiento de patrones más conocidas, incluyendo las paramétricas (bayesianas, discriminantes lineales...), no paramétricas (vecinos más próximos, árboles, reglas...) y las sintácticas. En un tema diferenciado se tratan las diversas técnicas de extracción de características (PCA, LDA, ICA,...). Por último, se presentarán distintas técnicas de combinación de clasificadores dando lugar a un sistema más robusto y al mismo tiempo, como solución al análisis de grandes volúmenes de información.

En una segunda parte se describen técnicas basadas en redes neuronales artificiales y otros modelos actuales. En primer lugar se muestra el paso de las neuronas biológicas a los modelos de redes neuronales artificiales, enfatizando su interés actual en la ingeniería. A continuación se describen las redes neuronales más útiles para reconocimiento de patrones, como las de aprendizaje supervisado (perceptrones) y las de aprendizaje no supervisado utilizadas en clustering. Posteriormente se tratan los modernos modelos kernel, donde destacan RBF y SVM (*Support Vector Machines*).

El reconocimiento de patrones es una herramienta importante en numerosos campos, como, por ejemplo, visión por computador, reconocimiento del habla, análisis de datos financieros, etc. En la ingeniería biomédica estas técnicas se aplican tanto al tratamiento de imágenes como al análisis y clasificación de datos médicos, cuyo fin último es apoyar al profesional en la toma de decisiones.

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:

En biomedicina el profesional trata con grandes bases de datos o imágenes, que contienen información útil, pero que hay que saber extraer. En esta asignatura se muestran las técnicas básicas del reconocimiento de patrones que permiten realizar estas tareas de extracción de información relevante de los datos disponibles, de manera que sirva como una importante herramienta de apoyo a la toma de decisiones.

En la primera parte de la asignatura se presenta la problemática del reconocimiento de patrones y sus fundamentos, y se presentan las técnicas clásicas. En una segunda parte se exponen las técnicas más recientes de este campo, como puedan ser las basadas en redes neuronales artificiales, máquinas de vectores soporte y otras.

El objetivo último de esta asignatura es proporcionar al estudiante un conjunto de herramientas que pueda emplear en su vida profesional para obtener información clínica relevante de datos médicos, sabiendo distinguir la técnica más idónea en cada problema.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Técnicas de Reconocimiento de Patrones es una asignatura optativa enmarcada en la especialidad en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Ingeniería Biomédica. Se trata de una asignatura autocontenida, ya que se asienta sobre los conocimientos matemáticos que todo estudiante de un grado en ingeniería posee. No obstante, se relaciona

especialmente con algunos de los contenidos expuestos en la asignatura obligatoria “Bioestadística y simulación numérica en ingeniería biomédica”.

Una rama importante de la Ingeniería Biomédica aborda la manera de aprovechar las distintas fuentes de información procedente de los sistemas vivos para tomar decisiones o emprender acciones (diagnósticos, terapias, etc.) acordes con la información disponible. Dentro de esta rama es fundamental el tratamiento de señales biológicas (asignatura obligatoria “Tratamiento de señales e imágenes biomédicas”), señales que se convierten en datos almacenados en un computador y que hay que analizar y procesar, por ejemplo, mediante las técnicas que se exponen en esta asignatura optativa de reconocimiento de patrones.

Dado que esta asignatura está orientada a las técnicas que permiten reconocer patrones dentro de los datos capturados, para extraer una información útil para apoyar al profesional en diagnóstico, seguimiento, etc., puede servir de apoyo a la realización de una amplia clase de Trabajos fin de máster.

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

- 1:** 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 (CB. 6)
- 2:** 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 (CB.7)
- 3:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento 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 (CB.8)
- 4:** 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 (CB.9)
- 5:** 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 (CB.10)
- 6:** Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)
- 7:** Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 9:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 10:** Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)
- 11:** Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzadas de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

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

Las técnicas del reconocimiento de patrones se aplican en numerosos campos de la ciencia y la técnica (reconocimiento del habla, visión por computador, análisis de datos, etc.). Centrándonos en el campo de la ingeniería biomédica, estas técnicas constituyen un conjunto de herramientas aplicables tanto al tratamiento de imágenes como al análisis y clasificación de datos médicos, cuyo fin último es aportar al profesional apoyo a la toma de decisiones, de ahí su interés y relevancia en el contexto de esta titulación.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

- **E1: Examen escrito (35%).**

Examen tipo test con penalización por fallos, con puntuación de 0 a 10 puntos. La calificación representará el **35%** de la nota final. Habrá un examen en cada convocatoria oficial.

2:

- **E2: Trabajos prácticos tutorizados (40%).**

Se realizará un trabajo de reconocimiento de patrones, con puntuación de 0 a 10, en el que el estudiante deberá mostrar el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura. La calificación representará el **40%** de la nota final. En la evaluación de los trabajos se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.

3:

- **E3: Prácticas de laboratorio (25%).**

Las prácticas de laboratorio desarrolladas en entorno MATLAB se valorarán tanto en la propia sesión de laboratorio como a partir del guión de la práctica que se deberá entregar. La calificación de las prácticas será de 0 a 10 puntos y representará el **25%** de la nota final.

El estudiante que no realice una práctica en la sesión programada deberá realizarla por su cuenta y entregar el guión en la fecha correspondiente a la convocatoria oficial; el profesor ese día le realizará una prueba oral para comprobar que realmente dicho estudiante ha realizado la práctica y valorar su desempeño.

4:

- **Prueba global (100%).**

En aplicación de la normativa de evaluación de la Universidad de Zaragoza, en las convocatorias oficiales de examen, a realizar en las fechas y horarios determinados por la Escuela, el estudiante podrá alcanzar el 100% de la calificación, resultado de la contribución del examen tipo test (35%), trabajo de asignatura (40%) y prácticas (25%). Cada una de estas contribuciones se guardará hasta la última convocatoria del curso.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

Esta asignatura tiene una orientación aplicada, las diversas técnicas que se expondrán se ilustrarán con casos reales. A pesar de que el contenido matemático y estadístico es importante, nos centraremos en asimilar y comprender los conceptos, llegando al detalle matemático solo hasta donde resulte imprescindible para la comprensión de los mismos.

Las técnicas expuestas en las clases de teoría se aplicarán a problemas reales mediante las simulaciones con MATLAB a realizar en las prácticas de laboratorio. Finalmente, el estudiante deberá tratar en mayor profundidad un caso práctico concreto en el trabajo de asignatura, en el que desarrollará un caso real completo de reconocimiento de patrones, y donde deberá no solo obtener unos resultados, sino interpretarlos de forma adecuada.

A01 Clase magistral participativa (22 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Se incluye el desarrollo de casos prácticos.

A03 Prácticas de laboratorio (4 horas). Se realizarán dos sesiones prácticas sobre reconocimiento de patrones y redes neuronales, respectivamente. Estas sesiones, a realizar sobre computador, han de servir al estudiante para asimilar la metodología de trabajo y el entorno de programación, y como preparación a la realización del trabajo de asignatura. Se tendrá que realizar un trabajo previo y entregar posteriormente un guion. Las prácticas suponen el 25% de la calificación.

A05 Realización de trabajos prácticos. Se realizará un trabajo de reconocimiento de patrones donde el estudiante deberá mostrar el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura. El resultado del trabajo se plasmará en un informe y se entregarán además los ficheros MATLAB correspondientes. La calificación de esta prueba representará el 40% de la nota final. Se recomienda realizar el trabajo en grupos de dos personas. El tutelaje de los trabajos se realizará en reuniones específicas con los grupos.

A06: Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno.

A08: Evaluación. Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

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: Introducción a la asignatura
- 2: Fundamentos del reconocimiento de patrones
- 3: Reconocimiento de patrones mediante métodos paramétricos
- 4: Reconocimiento de patrones mediante métodos no paramétricos
- 5: Combinación de clasificadores.
- 6: Fundamentos de redes neuronales artificiales
- 7: Modelos supervisados: clasificadores lineales y perceptrones
- 8: Redes neuronales no supervisadas y clustering
- 9: Modelos Kernel: RBF y SVM

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

Bibliografía

Bibliografía y Recursos

1. Transparencias (apuntes) de la asignatura, disponibles en la plataforma docente.
2. Guiones de prácticas, disponibles en la plataforma docente.
3. Materiales para los trabajos de asignatura, disponibles en la plataforma docente.
4. Libros de referencia:
 - E. Alpaydin. Introduction to Machine Learning, MIT Press, 2004.
 - B. Martín del Brío, A. Sanz, Redes Neuronales y Sistemas Borrosos, 3ª edición, RAMA, Madrid 2006
5. Textos complementarios:
 - R.O. Duda, P.E., Hart, D.G. Store, Pattern Classification, 2nd edition, Wiley, 2001
 - C.M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006
 - IH Witten, E Frank, MA Hall. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques, Elsevier, 2011
 - S. Haykin, Neural Networks and Learning Machines, Pearson, 2009
 - T Kohonen, Self-Organizing Maps, 3ed., Springer 2001
 - Kuncheva, Combining Pattern Classifiers, John Wiley & Sons, 2004

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Alpaydin, Ethem. Introduction to machine learning / Ethem Alpaydin . - 2nd ed. Cambridge, Massachusetts : MIT Press, cop. 2010
- 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
- Kuncheva, Ludmila I.. Combining Pattern Classifiers / Ludmila I. Kuncheva. - 1 Wiley-Interscience, 2004
- 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