



Máster en Ingeniería Biomédica 69320 - Tratamiento avanzado de señales biomédicas

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0

Información básica

Profesores

- **Pablo Laguna Lasaosa** laguna@unizar.es
- **Jesús Lázaro Plaza** jlazarop@unizar.es
- **Juan Pablo Martínez Cortés** jpmart@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Esta asignatura optativa del cuatrimestre de primavera debe cursarse después de haber cursado la asignaturas obligatorias "Tratamiento de Señales e Imágenes Médicas" y "Bioestadística y Métodos Numéricos en Ingeniería Biomédica"

Los profesores encargados de impartir la docencia pertenecen al área de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de problemas, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). 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 en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/>.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Ser capaz de diseñar un sistema de acondicionamiento de señales biomédicas, teniendo en cuenta las características de esas señales y los requisitos del procesado posterior, con las restricciones que impone no

deformar la información útil presente en las señales.

- 2:** Ser capaz de resolver problemas de detección o de estimación de parámetros clínicos de interés, planteándolos de forma óptima en el marco de la teoría de detección/estimación.
- 3:** Ser capaz de emplear analizar señales biomédicas mediante técnicas de estimación espectral, seleccionando la técnica en función de la información disponible sobre el problema, y los requisitos de la aplicación, interpretando correctamente los resultados.
- 4:** Ser capaz de aplicar adecuadamente los métodos de análisis tiempo-frecuencia para analizar señales bioeléctricas, e interpretar los resultados obtenidos.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura consta de 3 créditos ECTS o 75 horas de trabajo del alumno. Esta asignatura optativa forma parte de la materia *Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Ingeniería Biomédica*, dentro de la especialidad del mismo nombre.

Esta asignatura pretende dotar al estudiante de un conjunto de herramientas de tratamiento estadístico de señales, para que siendo consciente de sus posibilidades y limitaciones, pueda emplearlas correctamente para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

Para los alumnos que quieran cursar la especialidad en Tecnologías de la Información en Ingeniería Biomédica, y tengan interés en el Procesado de Señales Biomédicas, esta asignatura puede complementarse con "Técnicas de reconocimiento de patrones y clasificación", que se cursa simultáneamente. Mediante la asignatura "Bioelectricidad y electrofisiología" el alumno alcanzará un conocimiento más amplio de los fenómenos electrofisiológicos que subyacen a las señales bioeléctricas observadas.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en las líneas de procesado de señales biomédicas.

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 la asignatura obligatoria "Tratamiento de Señales e Imágenes Médicas" los alumnos habrán comprendido los orígenes eléctricos de las señales bioeléctricas, y la relación de los distintos tipos de señales en la superficie del cuerpo (ECG, EEG, EP, EMG). Siempre con los objetivos clínicos en mente, se presentan en esta asignatura técnicas de tratamiento estadístico de señal tanto para detección como para estimación en cada dominio de aplicación. Se introducen los estimadores óptimos, el filtrado adaptativo, representaciones ortogonales y métodos tiempo frecuencia.

La asignatura debe llevar al estudiante a conocer un abanico de técnicas de procesado estadístico de señales biomédicas, y ser capaz de utilizarlas para obtener información clínica de las señales, teniendo en cuenta las particularidades de cada caso y tipo de señal, así como las posibilidades y limitaciones de dichas técnicas.

En consecuencia, el objetivo global de la asignatura es que el estudiante comprenda y sepa utilizar un conjunto de herramientas de tratamiento estadístico de señales para extraer información clínicamente útil de los distintos tipos de señales biomédicas.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La titulación de Ingeniería Biomédica pretende posicionar las herramientas de la Ingeniería en el contexto biomédico tanto para diagnóstico, terapias, intervenciones, seguimientos, etc. Para ello, una parte importante de la Ingeniería trata de explotar al máximo las distintas fuentes de información que emanan de los sistemas vivos para, basándose en ella, tomar subsecuentes acciones y/o decisiones. Las señales biomédicas, y más en concreto bio-eléctricas, son una fuente rica en información sobre de los órganos o sistemas que las generan (cardíaco, neurológico, etc.). Esta asignatura pone al servicio de los profesionales las técnicas tanto deterministas como estadísticas de tratamiento y detección de eventos en señales discretas, para su uso sobre señales biomédicas en los contextos biomédicos donde estas señales puedan tener algún interés

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 avanzados de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

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

La capacidad para interpretar señales de origen bioeléctrico, diseñar sistemas de mejora de la calidad de las señales, para modelar las mismas y aplicar las técnicas de estimación y detección estudiadas son relevantes para un Ingeniero Biomédico, ya que se encontrara previsiblemente con problemas de adquisición, filtrado, interpretación, automatización en un amplio

número de contextos en entornos diagnósticos, terapéuticos, de seguimiento, etc.

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 final de asignatura compuesto de dos partes (50% de la nota final; tiempo disponible: 2 horas):

- Cuestiones tipo test (opción múltiple, cuatro respuestas con penalización por fallos). Puntuación de 0 a 10. (La calificación de esta prueba representará el 35% de la nota final). Es imprescindible obtener al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.
- Cuestiones cortas. Puntuación de 0 a 10. La calificación de esta prueba representará el 15% de la nota final.

Habrán un examen en cada convocatoria.

2:

E2. Trabajo práctico tutorizado (trabajo de asignatura). Se realizará un trabajo de programación, análisis y estudio de métodos de procesamiento de señales biomédicas sobre un conjunto de señales que se proporcionarán. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. Se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta. La calificación de esta prueba representará el 35% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 20 horas.

3:

E3. Memorias de prácticas y hojas de ejercicios entregables: Se propondrán a lo largo del curso hojas de ejercicios entregables que los estudiantes podrán entregar al profesor durante la semana siguiente. Los ejercicios podrán ser cuestiones cortas, demostraciones, problemas o ejercicios prácticos a realizar en Matlab. Adicionalmente, se pedirá a los estudiantes una memoria de las prácticas realizadas. La calificación de estos ejercicios representará el 15% de la nota final. Tiempo total de dedicación: 12 horas.

Los estudiantes que no realicen una asistencia presencial continuada, así como aquellos presenciales que así lo deseen, sustituirán la evaluación del apartado E3 por un examen de problemas, a realizar el mismo día del examen final.

La evaluación del aprendizaje se realizará de forma idéntica en la primera y en la segunda convocatoria.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

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. Durante las clases se realizarán ejemplos prácticos, demostraciones y problemas.

A03 Prácticas de laboratorio. (6 horas). Se realizarán en un aula informática 3 sesiones prácticas de 2 horas cada una. Se deberá presentar una memoria de las prácticas, que será evaluada (E3).

A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación o investigación (20 horas). Se realizará un trabajo de programación, análisis y estudio de métodos de procesamiento de señales biomédicas sobre un conjunto de señales que se proporcionarán. El estudiante mostrará el grado de adquisición de las competencias correspondientes a la asignatura y proporcionará interpretaciones de los resultados. En la evaluación (E2) se tendrá en cuenta tanto la memoria presentada, como la idoneidad y originalidad de la solución propuesta.

A06: Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

A08: Evaluación (2 horas). La prueba escrita final y presentación de índices y trabajos. Ver la sección de 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:**
Conceptos básicos del tratamiento estadístico de señales.
- 2:**
Estimación de parámetros y detección de eventos.
Aplicaciones: Promediado, Análisis de EMG, Retardos, Variabilidad del ritmo cardiaco, detección de eventos, detección de alternancias de onda T...
Métodos: Estimación de parámetros. Sesgo y Varianza. Estimación óptima (máxima verosimilitud, Mínimos Cuadrados, Métodos Bayesianos). Detección óptima. Criterio MAP. GLRT.
- 3:**
3. Filtrado óptimo y adaptativo.
Aplicaciones: filtrado y cancelación de ruido e interferencias, separación de componentes, estimación adaptativa.
Métodos: Filtrado de Wiener, Filtrado Adaptativo, Algoritmo LMS.
- 4:**
Métodos de transformación de señales (PCA, ICA).
Aplicaciones: Análisis single-trial de EP, Separación de ECG fetal.
Métodos: Análisis de componentes principales (PCA y transformada KL), Análisis de componentes independientes (ICA).
- 5:**
Representación tiempo-frecuencia.
Aplicaciones: Eliminación de ruido, segmentación de señales, acoplo cardiorespiratorio.
Métodos: Short-time Fourier Transform, Espectrograma, Transformada wavelet.

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

- Sörnmo, L., Laguna. P., Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications, Academic Press, 2005.
- Rangayyan, R.M. Biomedical signal analysis: A case-study approach, Wiley-Interscience, 2002
- Hayes, Monson H.. Statistical digital signal processing and modeling / Monson H. Hayes New York [etc.] : John Wiley and Sons, cop. 1996.
- Manolakis, Dimitris G.. Statistical and adaptive signal processing : spectral estimation, signal modeling, adaptive filtering and array processing / Dimitris G. Manolakis, Vinay K. Ingle, Stephen M. Kogon Boston [etc.] : McGraw Hill, 2000.

- Zelniker, Glenn. Advanced digital signal processing : Theory and applications / Glenn Zelniker, Fred J. Taylor New York [etc.] : Marcel Dekker, cop. 1994.
- Kay, Steven M.. Fundamentals of statistical signal processing : Estimation theory / Steven M. Kay Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall International, cop. 1993

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada