

Guía docente de la asignatura

Procesamiento de Señales Biomédicas (20511F1)



Fecha de aprobación: 26/06/2023

Grado	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	Rama	Ingeniería y Arquitectura				
Módulo	Señales y Sistemas Biomédicos	Materia	Procesamiento de Señales Biomédicas				
Curso	4º	Semestre	2º	Créditos	6	Tipo	Optativa

PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES

Tener cursada la asignatura obligatoria de Tratamiento y Transmisión de Señales.

BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Grado)

Tipos de señales biomédicas. Adquisición y preprocesado de señales biomédicas. Acondicionamiento de señales biomédicas: eliminación de ruido y artefactos, filtrado lineal, no lineal y adaptable. Análisis de señales biomédicas: estimación espectral y extracción de información diagnóstica. Compresión de datos.

COMPETENCIAS ASOCIADAS A MATERIA/ASIGNATURA

COMPETENCIAS GENERALES

- CG00 - Hablar bien en público

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE66 - Capacidad para interpretar señales biomédicas y relacionarlas con los fenómenos fisiológicos subyacentes.
- CE67 - Conocimiento y capacidad para realizar el acondicionamiento de señales biomédicas en el marco del filtrado lineal, no lineal y adaptable, con las restricciones que impone no distorsionar la información útil presente en las señales.
- CE68 - Conocimiento de las técnicas de análisis y estimación espectral de señales biomédicas.
- CE69 - Conocimiento y capacidad para la detección o estimación de parámetros clínicos de interés.



- CE70 - Conocimiento de las técnicas de compresión de datos aplicadas a señales biomédicas.
- CE85 - Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CE86 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CE90 - Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.
- CE92 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional
- CT02 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.
- CT03 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- Capacidad para interpretar señales biomédicas y relacionarlas con los fenómenos fisiológicos subyacentes. Conocimiento y capacidad para realizar el acondicionamiento de señales biomédicas en el marco del filtrado lineal, no lineal y adaptable, con las restricciones que impone no distorsionar la información útil presente en las señales.
- Conocimiento de las técnicas de análisis y estimación espectral de señales biomédicas.
- Conocimiento y capacidad para la detección o estimación de parámetros clínicos de interés.
- Conocimiento de las técnicas de compresión de datos aplicadas

PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

TEÓRICO

1. Introducción a las señales biomédicas.
 - 1.1. Objetivos
 - 1.2. Caracterización de las señales biomédicas
 - 1.3. Clasificación de las señales biomédicas
 - 1.4. Señales bio-eléctricas
 - 1.5. Imagen médica funcional/anatómica
 - 1.6. Otros tipos de señales biomédicas.
2. El Electrocardiograma (ECG)
 - 2.1. Generación y registro de ECG
 - 2.2. Ruido y artefactos
 - 2.3. Tasas y morfologías cardiacas
 - 2.4. Aplicaciones clínicas.
3. El Electroencefalograma (EEG)
 - 3.1. Ritmos y formas de Onda
 - 3.2. Técnicas de Registro
 - 3.3. Artefactos
 - 3.4. Potenciales Evocados



- 3.5. Aplicaciones del EEG.
4. Procesado de Imagen Médica
- 4.1. Fundamentos de Procesado de Imagen en Matlab
 - 4.2. Preprocesado de Imagen Médica (Reconstrucción, Registro y Filtrado)
 - 4.3 Aprendizaje máquina para clasificación de Imagen Médica

PRÁCTICO

Seminarios/Talleres

- Seminarios de ampliación de conocimientos de temas seleccionados por relevancia.
- Seminarios sobre simulación software de diferentes sistemas de procesado de señal (MatLab)
 - S1. Procesos Aleatorios y filtrado Adaptativo de Señal
 - S2. Detección del complejo QRS
 - S3. Análisis Espectral del EEG
 - S4. Reconstrucción en MRI.

Prácticas de Laboratorio

- Práctica 1. Filtrado de señales de electrocardiograma (ECG).
- Práctica 2. Eliminación de artefactos y cálculo de potenciales evocados con Fieldtrip.
- Práctica 3. Preprocesado de Imagen Médica: Reconstrucción de imagen.
- Práctica 6. Segmentación de imagen de resonancia magnética (MRI) y clasificación mediante SVM.
- Práctica S1. Detección del complejo QRS usando el algoritmo de Pan-Tompkins.
- Práctica S2. Algoritmos de segmentación para señales de Polisomnografía

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- [Sornmo 2005] Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications, 1st Edition Bioelectrical Signal Processing in Cardiac and Neurological Applications, 1st Edition, Leif Sörnmo, Pablo Laguna, ISBN 9780124375529 2005 Imprint: Academic Press Print Book ISBN : 9780124375529
- [Bruce 2001] Biomedical signal processing and signal modeling Eugene N. Bruce Wiley, 2001 - 520 páginas
- [Rangayyan, 2001] Biomedical Signal Analysis: A Case-Study Approach Rangaraj M. Rangayyan ISBN: 978-0-471-20811-2 January 2002, Wiley-IEEE Press
- [Semmlow 2004] Biosignal and Biomedical Image Processing MATLAB-Based Applications John L. Semmlow. ISBN: 0-8247-4803-4
- [Proakis 1996] Proakis, John G., Manolakis, Dimitris G.: Digital Signal Processing: Principles, algorithms and applications, Prentice Hall, 1995.
- [Oppenheim 1989] Oppenheim, Alan V., Schafer, Ronald W., Buck John R.; Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall, 1999.
- [Hayes 1996] Hayes, M. H.: Statistical digital signal processing and modeling, John Wiley and Sons, 1996.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- [Enderle, 2005] Introduction to Biomedical Engineering John Denis Enderle, Joseph D. Bronzino, Susan M. Blanchard Academic Press, 2005



- [Kak 1988] Principles of Computerized Tomographic Imaging. Avinash C. Kak, Malcolm Slaney IEEE Press. (C) 1988.
- [Oppenheim 1998] Oppenheim, Alan.V., Willsky, Alan S.: Señales y sistemas, Pearson Education, 1998
- [Proakis 2002] Proakis, J.G., Rader, C. M., Ling, F., Nikias, C. L., Moonen, M., Proudler, I.K.: Algorithms for statistical signal processing, Prentice-Hall, 2002.
- [Lang 12] EW Lang, AM Tomé, IR Keck, JM Górriz-Sáez, CG Puntonet. Brain connectivity analysis: a short survey Brain connectivity analysis: a short survey Computational intelligence and neuroscience 2012, 8-8
- J Ramírez, JM Górriz, A Ortiz, JH Cole, M Dyrba Deep Learning in Aging Neuroscience Frontiers in Neuroinformatics 14, 573974
- W Weiner, Michael; M. Górriz, Juan; Ramírez, Javier; Castiglioni, Isabella Statistical Signal Processing in the Analysis, Characterization and Detection of Alzheimer's Disease. Current Alzheimer Research, Volume 13, Number 5, 2016, pp. 466-468(3)
- Yu-Dong Zhang, Juan Manuel Gorriz, Zhengchao Dong. Introduction to the Special Issue on Explainable Deep Learning for Medical Image Computing. ACM Transactions on Multimedia Computing, Communications, and Applications Volume 17 Issue 3s Article No.: 99 pp 1-2 <https://doi.org/10.1145/3485046>
- YD Zhang, Z Dong, JM Gorriz, C Cattani, M Yang Introduction to the Special Issue on Recent Advances on Deep Learning for Medical Signal Analysis Computer Modeling in Engineering & Sciences 128 (2), 399-401.
- YD Zhang, Z Dong, JM Gorriz, Y Jiang, M Yang, SH Wang IEEE Access Special Section Editorial: Emerging Deep Learning Theories and Methods for Biomedical Engineering IEEE Access 9, 74038-74043
- Y Zhang, JM Gorriz, Z Dong Deep learning in medical image analysis Journal of Imaging 7 (4), 74

ENLACES RECOMENDADOS

- [Información y manuales sobre el software de cálculo y simulación](#)
- [Artículos sobre tratamiento y transmisión de señales.](#)
- [Artículos sobre tratamiento y transmisión de señales.](#)
- [Acceso web a colecciones de bases de datos de señales fisiológicas \(PhysioBank\) y software open-source](#)

METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 - EXPOSICIONES EN CLASE POR PARTE DEL PROFESOR. Podrán ser de tres tipos: 1) Lección magistral: Se presentarán en el aula los conceptos teóricos fundamentales y se desarrollarán los contenidos propuestos. Se procurará transmitir estos contenidos motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y tratando de formarle una mentalidad crítica 2) Clases de problemas: Resolución de problemas o supuestos prácticos por parte del profesor, con el fin de ilustrar la aplicación de los contenidos teóricos y describir la metodología de trabajo práctico de la materia. 3) Seminarios: Se ampliará y profundizará en algunos aspectos concretos relacionados con la materia. Se tratará de que sean participativos, motivando al alumno a la reflexión y al debate.
- MD02 - PRÁCTICAS REALIZADAS BAJO SUPERVISIÓN DEL PROFESOR. Pueden ser individuales o en grupo: 1) En aula/aula de ordenadores: supuestos susceptibles de ser resueltos de modo analítico o numérico. Se pretende que el alumno adquiera la destreza y



competencias necesarias para la aplicación de conocimientos teóricos o normas técnicas relacionadas con la materia. 2) De laboratorio/laboratorio virtual: supuestos reales relacionados con la materia, principalmente en el laboratorio aunque, en algunos casos, se podrá utilizar software de simulación a modo de laboratorio virtual. El objetivo es desarrollar las habilidades instrumentales y las competencias de tipo práctico, enfrentándose ahora a la complejidad de los sistemas reales. 3) De campo: se podrán realizar visitas en grupo a empresas relacionadas, con el fin de desarrollar la capacidad de contextualizar los conocimientos adquiridos y su implantación en una factoría, teniendo en cuenta los valores e intereses de la actividad empresarial.

- MD03 - TRABAJOS REALIZADOS DE FORMA NO PRESENCIAL: Podrán ser realizados individualmente o en grupo. Los alumnos presentarán en público los resultados de algunos de estos trabajos, desarrollando las habilidades y destrezas propias de la materia, además de las competencias transversales relacionadas con la presentación pública de resultados y el debate posterior, así como la puesta en común de conclusiones en los trabajos no presenciales desarrollados en grupo. Las exposiciones podrán ser: 1) De problemas o casos prácticos resueltos en casa 2) De trabajos dirigidos
- MD04 - TUTORÍAS ACADÉMICAS: podrán ser personalizadas o en grupo. En ellas el profesor podrá supervisar el desarrollo del trabajo no presencial, y reorientar a los alumnos en aquellos aspectos en los que detecte la necesidad o conveniencia, aconsejar sobre bibliografía, y realizar un seguimiento más individualizado, en su caso, del trabajo personal del alumno.
- MD05 - EXÁMENES. Se incluye también esta actividad, que formará parte del procedimiento de evaluación, como parte de la metodología.

EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la calificación final)

EVALUACIÓN ORDINARIA

Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará un sistema de evaluación diversificado, seleccionando las técnicas de evaluación más adecuadas para las asignaturas en cada momento, que permita poner de manifiesto los diferentes conocimientos y capacidades adquiridos por el alumnado al cursar cada asignatura. De entre las siguientes técnicas evaluativas se utilizarán alguna o algunas de las siguientes:

- Exámenes orales o escritos, parciales o finales: Evaluación de los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas, de forma individualizada. El peso de este apartado es de un 30%.
- Actividades en clase: asistencia, participación activa, trabajo realizado en clase, etc. El peso de este apartado es de un 10% de la calificación final.
- Presentación de trabajos: problemas, casos prácticos o trabajos dirigidos, realizados de forma individualizada o en grupo, expuestos en clase o entregados por escrito al profesor. Tendrá un peso de hasta el 20% de la calificación.
- Evaluación de las prácticas, tanto del trabajo desarrollado durante las sesiones prácticas en presencia del profesor como de las memorias. Tendrá un peso de un 40%.
- La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Así, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica, una parte práctica y, en su caso, una parte relacionada con el trabajo autónomo de los alumnos, los seminarios impartidos y el aprendizaje basado en proyectos. Para aquellos alumnos que así lo soliciten el examen de teoría y problemas constituirá la única herramienta de evaluación para superar la



asignatura, si bien se requerirá igualmente la realización y entrega de las prácticas.

EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA

Para el caso de la convocatoria extraordinaria, el alumno se examinará de la parte teórica teniendo el mismo peso que en la convocatoria única, y hará entrega de las prácticas/trabajos/actividades de la asignatura con el mismo peso que en la citada convocatoria.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL

Para el caso de la convocatoria única final el alumno realizará un examen a nivel teórico y práctico de la asignatura con el mismo peso que en la convocatoria ordinaria, agrupando el examen de tipo teórico los pesos de las actividades de la evaluación continua que no realice, esto es, un 30% para el examen teórico y un 70% para el práctico.

