

Guía docente

240IBI11 - 240IBI11 - Señales Biomédicas

Última modificación: 16/04/2024

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona
Unidad que imparte: 707 - ESAII - Departamento de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL (Plan 2014). (Asignatura optativa).
MÁSTER UNIVERSITARIO EN NEUROINGENIERÍA Y REHABILITACIÓN (Plan 2020). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 4.5 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Mañanas Villanueva, Miguel Angel

Otros: Miquel Angel Mañanas Villanueva
Rojas Martínez, Mónica Marlene

CAPACIDADES PREVIAS

Para facilitar la comprensión del contenido y alcanzar los objetivos de la asignatura, es necesario tener conocimientos básicos sobre procesamiento de señales, y señales y sistemas en tiempo discreto.

REQUISITOS

Cálculo I, Cálculo II, Dinámica de Sistemas, Control Automático e Introducción de Señales Biomédicas del GETI

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:
CEEBIO3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

El aprendizaje de la teoría y problemas de la asignatura se realizará utilizando diferentes materiales como conferencias, presentaciones, libros de referencia y vídeos de cada apartado y contenidos del temario disponibles en el Atenea (Campus Virtual). Se prefieren sesiones interactivas con los estudiantes para seguir su progreso y resolver dudas además de posibles sesiones de tutoría a petición del alumno.

La mitad de las sesiones son de Laboratorio realizadas por parejas en el Aula de Informática. Se basarán en el uso y codificación de algoritmos en Matlab para el procesamiento de señales biomédicas: electrocardiográficas, electromiográficas, electroencefalográficas, potenciales evocados, etc. Se entregará un informe con el código, resultados y comentarios después de cada sesión de Laboratorio a través de Atenea antes de iniciar la siguiente.



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo principal es que el alumno conozca nuevas herramientas de procesamiento de señales y sus aplicaciones al campo de la Neuroingeniería y la Rehabilitación.

Los objetivos específicos son que el estudiante:

- Identifique y extraiga información de interés en señales biológicas.
- Diseñe, ejecute y valide algoritmos avanzados de procesamiento de señales biomédicas.
- Tenga la capacidad de cambiar las señales mediante filtros en tiempo discreto variantes en el tiempo.
- Diseñe filtros y aplique técnicas de reducción de ruido y detección de eventos biológicos de interés

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	20,3	18.03
Horas grupo grande	20,3	18.03
Horas aprendizaje autónomo	72,0	63.94

Dedicación total: 112.6 h

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOMÉDICAS

Descripción:

- Procesamiento de señales en tiempo discreto
- Muestreo de señales
- Sistema de tiempo discreto: convolución y correlación
- Transformada de Fourier Discreta
- Ventana de tiempo
- Variables de frecuencia
- Filtros LTI

Objetivos específicos:

- Repasar los contenidos básicos sobre procesamiento de señales.
- Saber más sobre el interés de estos contenidos en Aplicaciones biomédicas
- Filtrar ECG y detectar contracciones ventriculares prematuras (PVC)

Actividades vinculadas:

Clases de explicaciones teóricas y laboratorio

Competencias relacionadas:

CEE BIO3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

Dedicación: 21h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 15h

ESTIMACIÓN ESPECTRAL EN SEÑALES ESTACIONARIAS

Descripción:

- Señales estacionarias
- Señales de prueba
- Métodos no paramétricos
 - * Periodograma
 - * Periodograma de Welch
 - * Correlograma
- Métodos paramétricos
 - * Modelos de Función de Transferencia
 - * Modelo AR
 - * Modelos MA y ARMA
 - * Selección del orden
- Influencia del estimador en las variables de frecuencia

Objetivos específicos:

- * Enumerar las etapas de un sistema de adquisición de señales biomédicas.
- * Entender y saber aplicar el Teorema del muestreo.
- * Calcular e interpretar la convolución, correlación y autocorrelación de señales.

Actividades vinculadas:

Clases de explicaciones teóricas con problemas y laboratorio

Competencias relacionadas:

CEEIO3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

Dedicación: 21h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 13h 30m

REPRESENTACIÓN TIEMPO-FRECUENCIA DE SEÑALES NO ESTACIONARIAS

Descripción:

- Introducción
- Prueba reverse arrangement
- Transformada de Fourier de tiempo corto
- Wavelet continua
- Wavelet discreta

Objetivos específicos:

- * Comprender la necesidad de diferentes estimadores espectrales en condiciones no estacionarias
- * Conocer una prueba para una evaluación cuantitativa del nivel de estacionariedad de las señales
- * Conocer diferentes métodos para estimar el contenido espectral de una señal biomédica en un plano tiempo-frecuencia/escala.
- * Identificar la wavelet discreta como un banco de filtros

Actividades vinculadas:

Clases de explicaciones teóricas i laboratorio

Competencias relacionadas:

CEEIO3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

Dedicación: 18h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h

Aprendizaje autónomo: 12h

FILTRADO AVANZADO

Descripción:

- Filtro adaptado
- * Introducción
- * Deducción de la Función de Transferencia del filtro adaptado
- * Ejemplos con señales sintéticas y EEG
- Dominio del tiempo: promedio sincronizado
- * Definición
- * Ejemplos: ERP, ECG y PCG
- Filtrado adaptativo
- * Definición
- * Algoritmo LMS
- * Ejemplos
- * Ejemplo: reducción de la actividad cardíaca en señales electromiográficas

Objetivos específicos:

- * Identificar el mejor filtrado dependiendo de las características del ruido y el tipo de señal
- * Comprender la relación entre la correlación y el filtro adaptado
- * Identificar las condiciones necesarias para aplicar el promedio sincronizado
- * Observar la mejora de la extracción de una señal de interés en un estudio de potencial relacionado con eventos en electroencefalografía
- * Aplicar reducción de dos tipos de artefactos en señales electromiográficas.
- * Detectar complejos de picos y ondas en señales de EEG
- * Aplicar promedios sincronizados para reducción de ruido: SEP, ERP y QRS
- * Reducir la red eléctrica en las señales EMG mediante filtrado adaptativo
- * Filtrar la interferencia de ECG en las señales de EMG con un filtro adaptativo

Actividades vinculadas:

Clases de explicaciones teóricas y laboratorio.

Competencias relacionadas:

CEE BIO3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

Dedicación: 39h 30m

Grupo grande/Teoría: 9h

Grupo pequeño/Laboratorio: 10h 30m

Aprendizaje autónomo: 20h

EXTRACCIÓN DE LA ENVOLVENTE

Descripción:

- Filtro FIR o media móvil
- Señal analítica (Transformada de Hilbert)
- Descomposición de modo empírico

Objetivos específicos:

- * Conocer el interés de la estimación de amplitudes en aplicaciones de neuroingeniería y rehabilitación.
- * Conocer diferentes métodos para calcular la envolvente de una señal biomédica
- * Calcular la envolvente en señales EMG

Actividades vinculadas:

Clases de explicaciones teóricas con ejemplos

Competencias relacionadas:

CEE BIO3. Identificar y extraer información de interés en las señales biomédicas.

Dedicación: 13h

Grupo grande/Teoría: 3h

Aprendizaje autónomo: 10h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Hay dos evaluaciones durante el semestre:

- Evaluación continua de las Sesiones de Laboratorio en base a asistencia e informes entregados. Puntuación: Nep.
- Un examen final basado en preguntas teóricas que necesitan un razonamiento cualitativo básico. Se puede disponer de una calculadora científica y una página DINA4 con fórmula. Puntuación: Nef.

La nota final de la asignatura, N_{final} , será la siguiente nota media ponderada:

$$N_{\text{final}} = 0,5 N_{\text{ef}} + 0,5 N_{\text{ep}}$$

Para optar a la reevaluación será necesario haber realizado las prácticas de Laboratorio.

La nota de reevaluación substituirá la nota Nef

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Para el examen final el alumno puede disponer de una calculadora científica y una página DINA4 con cualquier anotación.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Rangayyan, Rangaraj M. Biomedical signal analysis: a case-study approach. 2nd ed. Piscataway, NJ: IEEE Press, cop. 2002. ISBN 9780471208112.
- Bruce, Eugene N. Biomedical signal processing and signal modeling. New York: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471345407.

Complementaria:

- S. Lawrence Marple Jr. Digital Spectral Analysis with Applications [en línea]. 2nd. Dover Publications, 2019 [Consulta: 15/06/2023]. Disponible a: https://books.google.es/books/about/Digital_Spectral_Analysis.html?id=uEOjngEACAAJ&redir_esc=y. ISBN 978-0486780528.
- Sörnmo, Leif ; Laguna, Pablo. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications [en línea]. Burlington: Elsevier Academic Press, cop. 2005 [Consulta: 25/10/2024]. Disponible a: <https://www.sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780124375529/bioelectrical-signal-processing-in-cardiac-and-neurological-applications>. ISBN 9780124375529.
- Bronzino, Joseph D. The Biomedical Engineering Handbook. Section VI. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. ISBN 0849321220.
- Philip A. Parker, Roberto Merletti, Philip A. Parker. Electromyography: Physiology, Engineering, and Noninvasive Applications [en línea]. 2nd ed. Wiley-IEEE Press, 2004 [Consulta: 15/06/2023]. Disponible a: <https://www.google.es/books/edition/Electromyography/SQthgVMil3YC?hl=ca&gbpv=0>. ISBN 9780471675808.

RECURSOS

Enlace web:

- www.sciencedirect.com. Base de datos de artículos de revistas y congresos científicos de la Editorial Elsevier
- www.pubmed.com. Base de datos de artículos y revistas científicas en el campo de la Ingeniería Biomédica y la Medicina
- <http://ieeexplore.ieee.org/>. Base de datos de artículos de revistas y congresos científicos de la Sociedad IEEE