



Guía docente 240318 - 240NR025 - Neuroimagen

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 NEUROINGENIERÍA Y REHABILITACIÓN (Plan 2020). (Asignatura obligatoria).
Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 4.5 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Benitez Iglesias, Raul
Otros: Bachiller Matarranz, Alejandro
Alonso López, Joan Francesc

CAPACIDADES PREVIAS

Habilidad con programación en python, procesado de señal y de imagen básico, conocimiento de matemáticas y estadística

REQUISITOS

Los estudiantes deben haber superado las asignaturas de "Imágenes médicas" y "Señales biomédicas". Los estudiantes deben estar cursando simultáneamente o haber superado la asignatura de "Análisis de datos para rehabilitación".

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura está dividida en tres partes:

- Clases de teoría
- Actividades de laboratorio guiadas
- Estudio por cuenta ajena para resolver ejercicios y actividades.

En las sesiones de teoría en la clase, los estudiantes aprenderán las bases teóricas de los conceptos, métodos y resultados que serán ilustrados con ejemplos apropiados para facilitar su entendimiento.

En las sesiones de laboratorio, los estudiantes revisarán los conceptos cubiertos en las sesiones de teoría.

Los profesores guiarán a los estudiantes en la aplicación de conceptos teóricos para resolver problemas, siempre utilizando un razonamiento crítico.

Finalmente, se propondrán diversas actividades de autoaprendizaje en grupo en donde los profesores introducirán problemas clínicos y los estudiantes revisarán el estado del arte, propondrán una metodología y aplicarán y extraerán resultados. Los estudiantes presentarán oralmente sus trabajos al resto de estudiantes, discutirán sus resultados y responderán diversas preguntas de los profesores y/o sus compañeros.



OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

La asignatura "Neuroimagen" cubre los principios físicos fundamentales de varias modalidades de imagen cerebral. Los estudiantes adquirirán experiencia teórica y práctica utilizando técnicas de análisis habituales y programas de ordenador para el análisis de diferentes tipos de neuroimágenes (incluyendo MRI, fMRI, DTI, EEG o MEG). También investigarán el rol de las técnicas de neuroimagen en el diagnóstico clínico de desórdenes neurodegenerativos, en la progresión de la enfermedad y en el desarrollo de fármacos.

Otros objetivos específicos incluyen:

- Comprender la utilidad de las técnicas de neuroimagen en neurorehabilitación
- Conocer las aplicaciones clínicas básicas de la neuroimagen en neurorehabilitación
- Aprender como aplicar algoritmos matemáticos orientados al análisis de neuroimagen.
- Presentar resultados de manera clara para extraer conclusiones
- Aprender las técnicas de neuroimagen más relevantes para evaluar la actividad cerebral en neurorehabilitación.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|----------------------------|-------|------------|
| Horas grupo grande | 31,5 | 28.00 |
| Horas grupo pequeño | 9,0 | 8.00 |
| Horas aprendizaje autónomo | 72,0 | 64.00 |

Dedicación total: 112.5 h

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN A LA NEUROIMAGEN

Descripción:

- Que es la neuroimagen?
- Neuroimagen estructural (MRI, CT, DTI/DWI, otros)
- Neuroimagen funcional (EEG, MEG, fMRI, PET, fNIRS)
- Neuroimagen en neurorehabilitación

Objetivos específicos:

- Explicar las diferentes modalidades de neuroimagen estructural y funcional
- Conocer el rol de la neuroimagen en estudios recientes orientados a la neurorehabilitación

Actividades vinculadas:

Clases de explicaciones teóricas

Dedicación: 9h

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h



NEUROIMAGEN ESTRUCTURAL I: MRI

Descripción:

- Introducción a la anatomía cerebral
- Preprocesado: Conversión, anonimización, etc.
- Segmentación y atlas cerebrales
- Registro de imágenes
- Medidas anatómicas
- Prácticas de laboratorio

Objetivos específicos:

- Comprender la anatomía cerebral y las maneras de obtener medidas anatómicas
- Representar las medidas obtenidas sobre visualizaciones del córtex cerebral

Actividades vinculadas:

- Clases de explicación teóricas y prácticas de laboratorio

Dedicación: 9h

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h

NEUROIMAGEN ESTRUCTURAL II: DWI

Descripción:

- Modelat del tensor de difusió (DTI)
- Tactrografía
- Mesures de connectivitat
- Anàlisi de grafs
- Laboratori de practiques

Objetivos específicos:

- Obtener un conocimiento básico de los campos magnéticos y sus aplicaciones para la neuroimagen.
- Calcular y evaluar medidas de conectividad y grafos asociados

Actividades vinculadas:

- Clases de explicación teóricas y prácticas de laboratorio

Dedicación: 9h

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 6h



NEUROIMAGEN FUNCIONAL I: fMRI

Descripción:

- Preprocesado: técnicas de reducción de artefactos para fMRI
- fMRI en reposo (rsfMRI)
- fMRI durante tareas
- Laboratorio de prácticas

Objetivos específicos:

- Identificar las diferencias entre el MRI estructural y funcional
- Explorar herramientas relevantes para la representación de MRI funcional.

Actividades vinculadas:

- Clases de explicación teóricas y prácticas de laboratorio

Dedicación: 13h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 15m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 15m

Aprendizaje autónomo: 9h

NEUROIMAGEN FUNCIONAL II: EEG, MEG

Descripción:

- Preprocesado: técnicas de reducción de artefactos avanzadas (ICA, SSP, etc)
- Modelado directo
- Modelado inverso
- Laboratorio de prácticas

Objetivos específicos:

- Explorar los artefactos más comunes de las señales electrofisiológicas y las estrategias para reducir su efecto.
- Comparar diferentes algoritmos y metodologías de modelado directo e inverso

Actividades vinculadas:

- Clases de explicación teóricas y prácticas de laboratorio

Dedicación: 13h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 15m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h 15m

Aprendizaje autónomo: 9h

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN NEUROIMAGEN

Descripción:

Aplicación de técnicas de reconocimiento de patrones, procesamiento de imágenes e inteligencia artificial en neuroimagen

Objetivos específicos:

Técnicas de segmentación
Extracción y selección de atributos
Clasificación supervisada de imágenes

Actividades vinculadas:

Ejercicios prácticos y proyecto de aplicación

Dedicación: 27h

Grupo grande/Teoría: 4h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h 30m

Aprendizaje autónomo: 18h



PROYECTO FINAL

Descripción:

En grupos los estudiantes elegirán una de las bases de datos propuestas por los profesores de la asignatura, que podrán incluir una o dos modalidades de imagen. Los estudiantes analizarán las bases de datos y extraerán algunas conclusiones. Los estudiantes presentarán sus conclusiones en un artículo de investigación y una presentación oral.

Objetivos específicos:

- Aplicar el conocimiento obtenido en el curso en una aplicación real.
- Explorar la combinación de diferentes algoritmos para obtener una mejor representación de imágenes neurológicas.
- Desarrollar habilidades de trabajo en grupo y habilidades de comunicación oral.

Actividades vinculadas:

- Trabajo grupal con soporte de los profesores

Dedicación: 30h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Aprendizaje autónomo: 18h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La nota final es la suma ponderada de las siguientes notas:

Nfe: Nota del examen final

Nec: Nota de la evaluación continuada. Incluye las sesiones de teoría (asistencia, participación, reportes, pequeños ejercicios propuestos, etc.)

NpNI: Nota obtenida en el proyecto grupal (presentación oral y trabajo escrito).

$N_{\text{final}} = 0.4 N_{\text{fe}} + 0.2 N_{\text{ec}} + 0.4 N_{\text{pNI}}$

La nota de los estudiantes que no se presenten al examen final o no realicen el proyecto final constará como "no presentada".

La nota de reevaluación substituirá la nota Nfe

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

El examen final evaluará los aspectos teóricos de la asignatura. Las sesiones de laboratorio serán evaluadas con breves informes o preguntas entregadas al final de la sesión. El proyecto grupal final será diferente para cada uno de los grupos. Los estudiantes presentarán la metodología y resultados al resto de la clase y a los profesores.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Filippi, Massimo (ed.). Oxford textbook of neuroimaging. Oxford: Oxford University Press, 2015. ISBN 9780199664092.

- Hari, Riitta ; Aina Puce. MEG-EEG Primer [en línea]. New York: Oxford University Press, 2017 [Consulta: 21/07/2022]. Disponible a: <https://oxfordmedicine-com.recursos.biblioteca.upc.edu/view/10.1093/med/9780190497774.001.0001/med-9780190497774>. ISBN 0190497793.

Complementaria:

- Jenkinson, Mark ; Michael Chappell. Introduction to neuroimaging analysis [en línea]. Oxford: Oxford University Press, 2018 [Consulta: 29/03/2023]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5891746>. ISBN 9780192548276.

- Abraham Alexandre, Pedregosa Fabian, Eickenberg Michael, Gervais Philippe, Mueller Andreas, Kossaifi Jean, Gramfort Alexandre, Thirion Bertrand, Varoquaux Gael. "Machine learning for neuroimaging with scikit-learn". Frontiers in neuroinformatics [en línea]. Vol. 8 núm 14 (2014) [Consulta: 21/04/2023]. Disponible a: <https://doi.org/10.3389/fninf.2014.00014>.



RECURSOS

Material informàtico:

- scikit-learn: Machine Learning in Python. <https://scikit-learn.org/stable/>- Sckit-image: Image processing in Python. <https://scikit-image.org/>- Nilearn: Statistics for NeuroImaging in Python. <https://nilearn.github.io/stable/index.html>- Open-source Python package for exploring, visualizing, and analyzing human neurophysiological data: MEG, EEG, sEEG, ECoG, NIRS, and more. <https://mne.tools/stable/index.html>