

ANX-PR/CL/001-01
GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

Imágenes biomédicas avanzadas II

CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE

2016-17 - Segundo semestre

Datos Descriptivos

| | |
|--|--|
| Nombre de la Asignatura | Imágenes biomédicas avanzadas II |
| Titulación | 09IB - Grado en Ingeniería Biomédica |
| Centro responsable de la titulación | Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación |
| Semestre/s de impartición | Octavo semestre |
| Módulos | Optativo |
| Materias | Señales e imágenes biomédicas |
| Carácter | Optativa |
| Código UPM | 95000179 |
| Nombre en inglés | Advanced medical images II |

Datos Generales

| | | | |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|---------------|
| Créditos | 4 | Curso | 4 |
| Curso Académico | 2016-17 | Período de impartición | Febrero-Junio |
| Idioma de impartición | Castellano | Otros idiomas de impartición | |

Requisitos Previos Obligatorios

Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería Biomédica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería Biomédica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

Conocimientos Previos

Asignaturas Previas Recomendadas

Señales biomédicas

Imágenes biomédicas

Laboratorio de imágenes biomédicas

Laboratorio de señales biomédicas

Tratamiento digital de imágenes biomédicas

Imágenes biomédicas avanzadas I

Otros Conocimientos Previos Recomendados

Conocimientos básicos de MATLAB

Competencias

- CE12 - Saber buscar, obtener e interpretar la información de las principales bases de datos biomédicas y bibliográficos.
- CE14 - Comprender los principios de la metodología científica; capacidad para su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería.
- CE42 - Conocer técnicas de muestreo y procesado de señales e imágenes para diversas aplicaciones en relación con la Ingeniería Biomédica.
- CE43 - Capacidad de análisis e interpretación de señales e imágenes biomédicas.
- CG15 - Transmitir la información adquirida, las ideas, los problemas y las soluciones de forma oral y escrita en castellano e inglés.
- CG9 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

Resultados de Aprendizaje

- RA431 - Identificar las bases de la reconstrucción analítica y la reconstrucción iterativa en imagen tomográfica.
- RA429 - Distinguir entre la formación de sinogramas 2D y sinogramas 3D en PET.
- RA430 - Explicar los mecanismos de formación y reconstrucción de imagen en la tomografía por emisión de positrones.
- RA437 - Extraer formas tridimensionales a partir de imágenes en movimiento.
- RA433 - Conocer las distintas alternativas de adquisición de ecografía tridimensional, sus principales aplicaciones y tendencias de uso.
- RA434 - Aplicar distintos métodos de segmentación basados en reconstrucción morfológica en imágenes biomédicas.
- RA427 - Distinguir las tecnologías de imágenes biomédicas moleculares basadas en tecnologías híbridas, como la PET/CT, PET/SPECT y PET/MRI.
- RA432 - Conocer las distintas técnicas de adquisición de imágenes de ecografía de contraste.
- RA187 - Sensibilización del alumno en el manejo de dos herramientas fundamentales para el curso: 1) el uso de MATLAB (práctica 0) y 2) el FORO (Moodle)
- RA182 - El objetivo de esta materia es proporcionar una formación experimental al alumno en los métodos y técnicas de procesamiento de imágenes médicas?.
- RA428 - Describir las alternativas de diseño y la funcionalidad de los componentes principales en los sistemas de imagen PET tanto para humanos como para animales de laboratorio.
- RA446 - Aplicar las operaciones básicas para implementar funciones avanzadas de procesamiento morfológico en imágenes biomédicas.
- RA436 - Emplear algoritmos de seguimiento de estructuras en imágenes secuenciales.
- RA439 - Diferenciar las situaciones para las que se aplica el registro multimodal o el registro monomodal, así como enumerar las diferencias entre registro basado en intensidad y el registro basado en características.
- RA438 - Conocer las métricas de similitud aplicadas en registro basado en intensidad: información mutua, correlación cruzada, suma de diferencias al cuadrado.
- RA440 - Describir los diferentes métodos de transformación: registro rígido, registro afín, registro no lineal o deformable.

RA441 - Proponer un método de registro adecuado para un problema específico, eligiendo entre las distintas técnicas explicadas en el curso e implementarlo utilizando software especializado.

Profesorado

Profesorado

| Nombre | Despacho | e-mail | Tutorías |
|---|----------|----------------------------|--|
| Ledesma Carbayo, Maria Jesus (Coordinador/a) | C 201 | mariajesus.ledesma@upm.es | Concertar cita previa con la profesora |
| Gomez Aguilera, Enrique Javier | B 313 | enriquejavier.gomez@upm.es | Concertar cita previa con el profesor |
| Strange, Bryan | CTB | bryan.strange@upm.es | X - 12:00 - 13:00 |

Nota.- Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

Personal Investigador en Formación o Similar

| Nombre | e-mail | Profesor Responsable |
|----------------------------|------------------|------------------------------|
| Ortuño Fisac, Juan Enrique | je.ortuno@upm.es | Ledesma Carbayo, Maria Jesus |

Profesorado Externo

| Nombre | e-mail | Centro de procedencia |
|----------------------------|-------------------|-----------------------|
| Ortuño Fisac, Juan Enrique | juanen@die.upm.es | CIBER-BBN |

Descripción de la Asignatura

En esta asignatura, por tanto, nos centramos en las partes de tecnologías de imágenes biomédicas que no se trataron con suficiente detalle en las asignaturas anteriores: la tomografía por emisión de positrones (PET), junto con la modalidad de tomografía por emisión de fotón único (SPECT - *single photon emission computerized tomography*) y sus versiones híbridas combinadas con CT y MRI, así como en las técnicas más actuales de imágenes por ultrasonidos.

A continuación, el enfoque se centrará sobre el procesamiento avanzado de las imágenes biomédicas. En primer lugar, se abordará el procesamiento especializado en estudios basados en neuroimagen incluyendo las técnicas necesarias en estudios estructurales, como funcionales o de perfusión, utilizando los paquetes *software* de referencia en dicha rama.

Como conclusión de esta parte de la asignatura, se realizará una visita a un centro de imagen de diagnóstico e investigación para conocer sus instalaciones, infraestructura, modo de operación y estaciones de trabajo, compartiendo con el personal del centro sus experiencias, consejos y opiniones sobre el futuro laboral y profesional de su área.

Por último, se abordarán los fundamentos teóricos del registro de imágenes y los métodos de registro más utilizados en imagen biomédica, pudiendo distinguir los distintos métodos según el tipo de transformación (registro rígido, afín y deformable) o según cómo se mide de diferencia entre imágenes (registro basado en características, o basado en niveles de gris) y poniendo en práctica dichos conocimientos desarrollando un algoritmo de registro de imágenes.

La asignatura cerrará con una conferencia invitada de un profesional del sector, quien contará a los alumnos en primera mano su experiencia profesional y las oportunidades laborales en el área de imágenes biomédicas tanto en el área de investigación e innovación como en el área directamente clínica, y una sesión en la cual los alumnos presentarán sus trabajos realizados a lo largo del curso sobre un tema elegido por ellos al principio del curso. Las presentaciones se realizarán en forma de un simulacro de congreso y tendrán el formato de póster.

Temario

1. Introducción a la asignatura y charla inaugural
2. Tecnologías de imágenes biomédicas moleculares: Tomografía por emisión de positrones (PET) y sistemas híbridos
 - 2.1. Estado de arte de la tecnología PET, radiofarmacia y aplicaciones
 - 2.2. Sistemas preclínicos de alta resolución
 - 2.3. Sistemas híbridos PET/CT, PET/SPECT
 - 2.4. Nuevos sistemas PET/MRI: estado de arte de la tecnología
 - 2.5. Procesamiento y corrección de los datos adquiridos, y reconstrucción de imagen tomográfica en PET y los sistemas avanzados
 - 2.6. Práctica en laboratorio de los algoritmos de reconstrucción de imagen en PET
3. Técnicas avanzadas en ecografía:
 - 3.1. Nuevas tecnologías de adquisición.
 - 3.2. El uso de los ecopotenciadores.
 - 3.3. La imagen ecográfica tridimensional.
 - 3.4. La imagen ecográfica en procedimientos quirúrgicos y terapéuticos.
 - 3.5. Ejercicio práctico: manejo y prueba de un sistema de ecografía.

4. El análisis de imágenes cerebrales de resonancia magnética aplicado a la investigación clínica y cognitiva
 - 4.1. Estudios estructurales
 - 4.1.1. Voxel based Morphometry (SPM)
 - 4.1.2. Automated volumetric analysis (Freesurfer)
 - 4.1.3. Automated volumetric analysis (Freesurfer)
 - 4.2. Estudios funcionales
 - 4.2.1. Resting-state functional MRI (seed-based connectivity and automated network detection)
 - 4.2.2. Analysis of task-based fMRI
 - 4.3. Estudios de perfusion
 - 4.3.1. Arterial-spin labelling (acquisition and analysis)
 - 4.4. Ejercicio práctico: análisis de neuroimágenes
5. Registro de imágenes biomédicas.
 - 5.1. Introducción al registro de imagen.
 - 5.2. Espacio de búsqueda. Tipos de transformación: registro rígido, afín y deformable.
 - 5.3. Espacio de características. Registro basado en características vs registro basado en niveles de gris.
 - 5.4. Métricas de similitud y algoritmos de optimización.
 - 5.5. Técnicas de registro no rígido de imágenes biomédicas.
 - 5.6. Ejercicio práctico: diseño y uso de métodos de registro de imágenes biomédicas.
6. Conferencia invitada
7. Presentación de los trabajos finales - sesión "póster"
8. Visita a centro de diagnóstico por imagen e investigación

Cronograma

Horas totales: 35 horas

Horas presenciales: 35 horas (33.7%)

Peso total de actividades de evaluación continua:
100%

Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:
100%

| Semana | Actividad Presencial en Aula | Actividad Presencial en Laboratorio | Otra Actividad Presencial | Actividades Evaluación |
|----------|---|--|---------------------------|--|
| Semana 1 | Introducción a la asignatura y charla inaugural. Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 2 | Tecnologías de imágenes biomédicas moleculares - Tomografía por emisión de positrones (PET) y sistemas avanzados Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 3 | Tecnologías de imágenes biomédicas moleculares: Reconstrucción de imagen en la tomografía por emisión de positrones Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 4 | | Tecnologías de imágenes biomédicas moleculares: Reconstrucción de imagen en la tomografía por emisión de positrones Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación de los resultados de la práctica Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial |
| Semana 5 | Técnicas avanzadas en ecografía Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 6 | | Técnicas avanzadas en ecografía Duración: 02:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación de los resultados de la práctica en el laboratorio. Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial |
| Semana 7 | Registro de imágenes biomédicas Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 8 | Registro de imágenes biomédicas Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Ejercicio práctico: métodos de registro de imagen manuales, semiautomáticos y automáticos. Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación de los resultados de la práctica en el laboratorio. Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial |

| | | | | |
|-----------|--|--|--|---|
| Semana 9 | | | | Examen parcial Duración: 02:30 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial |
| Semana 10 | El análisis de imágenes cerebrales MRI. Estudios estructurales Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 11 | El análisis de imágenes cerebrales MRI. Estudios funcionales. Duración: 02:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| Semana 12 | El análisis de imágenes cerebrales MRI. Estudios de perfusión. Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | Procesamiento avanzado morfológico de imagen. Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación de los resultados de la práctica en el laboratorio. Duración: 00:00 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Actividad presencial |
| Semana 13 | Visita a Centro de Diagnóstico e Investigación Duración: 02:30 OT: Otras actividades formativas | | | |
| Semana 14 | Conferencia Invitada y debate Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas | | Presentación de los trabajos de la asignatura - sesión "póster". Duración: 01:30 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas | Evaluación de los trabajos finales y su presentación. Duración: 00:00 PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Actividad presencial |
| Semana 15 | | | | |
| Semana 16 | | | | |
| Semana 17 | | | | Examen Final Duración: 03:30 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Actividad presencial Asistencia a clase y participación en los Foros en Moodle a lo largo del curso. Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad no presencial |

Nota.- El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

Nota 2.- Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.

Actividades de Evaluación

| Semana | Descripción | Duración | Tipo evaluación | Técnica evaluativa | Presencial | Peso | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|--------|---|----------|------------------------------|--|------------|------|-------------|-----------------------------------|
| 4 | Evaluación de los resultados de la práctica | 00:00 | Evaluación continua | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Sí | 12% | 5 / 10 | CE14, CE42, CE43, CG9 |
| 6 | Evaluación de los resultados de la práctica en el laboratorio. | 00:00 | Evaluación continua | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Sí | 9% | 5 / 10 | CE12, CE14, CE43 |
| 8 | Evaluación de los resultados de la práctica en el laboratorio. | 00:00 | Evaluación continua | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Sí | 12% | 5 / 10 | CE14, CE42, CE43, CG9 |
| 9 | Examen parcial | 02:30 | Evaluación continua | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Sí | 30% | 5 / 10 | CE12, CE43, CG15 |
| 12 | Evaluación de los resultados de la práctica en el laboratorio. | 00:00 | Evaluación continua | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Sí | 12% | 5 / 10 | CE14, CE42, CE43, CG9 |
| 14 | Evaluación de los trabajos finales y su presentación. | 00:00 | Evaluación continua | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Sí | 15% | 5 / 10 | CE12, CE43, CG9, CG15 |
| 17 | Examen Final | 03:30 | Evaluación sólo prueba final | OT: Otras técnicas evaluativas | Sí | 100% | 5 / 10 | CE12, CE14, CE42, CE43, CG9, CG15 |
| 17 | Asistencia a clase y participación en los Foros en Moodle a lo largo del curso. | 00:00 | Evaluación continua | OT: Otras técnicas evaluativas | No | 10% | | CG15 |

Criterios de Evaluación

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

Los alumnos serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. La calificación de la asignatura para estos alumnos se realizará del siguiente modo:

- **10%** del control de asistencia a clase y la participación en los foros, Wikis, y demás elementos participativos del espacio Moodle de la asignatura
- **30%** del examen parcial
- **45%** del trabajo realizado en el laboratorio y las entregas de trabajos en Moodle
- **15%** de la evaluación del trabajo final y su presentación en la sesión de la última semana del curso.

En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final siempre y cuando lo comuniquen al coordinador de la asignatura antes del 30 de abril de 2016. Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua. En este caso, la calificación final se obtendrá únicamente de la calificación de una serie de pruebas de tipo "examen final", que consistirá en:

- **40%** de un examen escrito sobre la materia impartida
- **15%** de la evaluación del trabajo final y su presentación en la sesión de la última semana del curso (o, en su caso, en convocatoria extraordinaria, frente al tribunal de evaluación de la asignatura)
- **45%** de las entregas de los trabajos y las prácticas que realizarán los alumnos de la modalidad de evaluación continua, que en este caso deberán entregarse en su totalidad hasta el día anterior al examen escrito.

Recursos Didácticos

| Descripción | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|--|
| Paul Suetens, "Fundamentals of Medical Imaging". 2nd ed., Cambridge Univ. Press, 2009. | Bibliografía | ISBN:9780521519151 |
| Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing". Pearson Prentice Hall, 2008. | Bibliografía | ISBN 0-13-168728-x |
| Troy Farncombe, Kris Iniewski, "Medical Imaging: Technology and Applications". CRC Press, 2013. | Bibliografía | Disponible online desde una IP de la UPM: http://proquest.safaribooksonline.com/book/medicine/9781466582637 ISBN-13: 978-1-4665-8262-0 |
| Espacio Moodle de la asignatura | Recursos web | https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales/course/view.php?id=6243 |