

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

Asignatura	PROCESADO DE IMÁGENES MÉDICAS			
Materia	INGENIERÍA BIOMÉDICA			
Modulo	ESPECIALIZACIÓN: TRATAMIENTO DE SEÑALES Y BIOINGENIERÍA (ME-TSB)			
Titulación	MÁSTER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES			
Plan	624	Código	54624	
Periodo de impartición	2º CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OPTATIVA	
Nivel/Ciclo	MÁSTER	Curso	1º	
Créditos ECTS	5 ECTS			
Lengua en que se imparte	CASTELLANO			
Profesor/es responsable/s	MARCOS MARTÍN FERNÁNDEZ SANTIAGO AJA FENRÁNDEZ			
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	PROFESOR	DESPACHO	TEL.	EMAIL
	M. Martín	2D021 (ETSIT)	983185551	marcma@tel.uva.es
	Santiago Aja	2D017 (ETSIT)	983185547	sanaja@tel.uva.es
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Docencia → Máster → Seleccionar Máster → Tutorías			
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA			
Área de conocimiento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES			



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La imagen médica se ha convertido en una de las más eficaces herramientas de diagnóstico dentro de la práctica clínica. La digitalización de estas imágenes y las continuas demandas del entorno sanitario han hecho que los últimos años las técnicas de procesado de señal cobren una gran relevancia. La imagen médica, cada vez más, va de la mano con la *aplicación médica*, que permite trabajar sobre dicha imagen y extraer características, mejorar la calidad visual, integrar distintas modalidades de imagen e incluso lograr extraer características no visuales de gran importancia.

En esta signatura se pretende dar una visión global de las principales modalidades de imagen médica. Se verán con especial atención aquellas relevantes desde un punto de vista de procesado de señal: resonancia magnética, ecografía, radiografía y TAC. A su vez, se estudiarán las principales técnicas de procesado de imagen, adaptadas a las características particulares de la imagen médica.

1.2 Relación con otras materias

La asignatura tiene relación con asignaturas fundamentales de Grado, concretamente con aquellas materias de Teoría de la Señal unidimensional, de las que constituye una extensión a dos y tres dimensiones. Dentro del máster se relaciona con Procesado de Señales Biomédicas y otras asignaturas de la materia de Ingeniería Biomédica.

1.3 Prerrequisitos

No existen prerrequisitos para cursar la asignatura. Es muy recomendable tener conocimientos de Señales y Sistemas unidimensionales, concretamente se recomienda haber cursado las siguientes asignaturas de grado (o similares): Señales Aleatorias y Ruido (SAR), Sistemas lineales (SL) y Tratamiento Digital de Señales (TDS). Dentro del máster se complementa con otras asignaturas de la materia de Procesado de Señales Biomédicas.

2. Competencias

2.2 Generales

- CG8.** Capacidad para escribir informes correctos tanto en el fondo como en la forma.
- CG11.** Capacidad para trabajar en equipo.
- CB13.** Capacidad de trabajo autónomo y creativo, empleando técnicas de indagación y desarrollando competencias de aprendizaje a lo largo de la vida.

2.2 Específicas

- CE-TSB1.** Capacidad para iniciarse en actividades de investigación en el campo del procesado de señal.
- CE-TSB2.** Capacidad de comprensión de las bases teóricas en las que se apoyan los conceptos propios de esta materia.
- CE-TSB3.** Capacidad de relacionar los diferentes conceptos, así como llevar a cabo un análisis crítico de los métodos desarrollados hasta llegar a comprender el estado del arte.
- CE-TSB4.** Capacidad de análisis y síntesis de las técnicas propias de procesado de señal, así como su aplicación a la resolución de problemas prácticos.
- CE-TSB5.** Capacidad de llevar a cabo simulaciones y experimentos mediante el uso de ordenadores y herramientas informáticas que permitan validar desde un punto de vista práctico los conceptos de esta materia y su aplicación en problemas.
- CE-TSB6.** Capacidad de utilizar procedimientos eficaces de búsqueda de información científica relacionada, tanto en fuentes de información primarias como secundarias, incluyendo el uso de recursos informáticos.



- CE-TSB7.** Capacidad para exponer un trabajo desarrollado por el alumno en un tema relacionado con esta materia.
- CE-TSB8.** Capacidad para defender y argumentar las decisiones tomadas en los métodos y algoritmos usados en procesamiento de señal.
- CE-TSB21.** Capacidad para aplicar técnicas de procesamiento de señales biomédicas e imágenes médicas.

3. Objetivos

- Conocer el estado y las necesidades del procesamiento de imagen médica.
- Conocer el proceso de investigación científica del procesamiento de imagen médica.
- Gestionar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos y software específicos de la imagen médica.
- Saber comprobar experimentalmente la validez de los modelos teóricos de los aparatos, dispositivos, máquinas y sistemas propios de la imagen médica.
- Conocer los sistemas de adquisición de datos y de actuación, tanto en sus aspectos de hardware como de software, en la imagen médica.
- Diseñar y realizar experimentos relacionados con la imagen médica para la resolución de proyectos de investigación.
- Aplicar técnicas de procesamiento de señales biomédicas e imágenes médicas.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: Fundamentos de Imagen Médica

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0,5

a. Contextualización y justificación

En este bloque se estudia la luz y el color, y en particular la respuesta del sistema visual humano ante ellos. Muchas de las técnicas de procesamiento de imagen que se verán en la asignatura van encaminadas a preparar una serie de datos para que un usuario humano final (el médico especialista) sea capaz de verlos e interpretarlos. Es necesario, por lo tanto, conocer y comprender el funcionamiento del sistema visual.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender los conceptos de luz luminancia y brillo.
- Ser capaz de aplicar la teoría del color y las leyes de Grassman para representar colores utilizando componentes.
- Conocer distintos tipos de representación de imágenes en color.
- Conocer el funcionamiento del sistema visual humano.

c. Contenidos

Tema 1: Sistema Visual Humano. Teoría del color

1. Luz y Luminancia y Brillo
2. Teoría del Color. Leyes de Grassman. El colorímetro
3. Sistemas de Representación del Color
4. Color y sistema visual humano



d. Métodos docentes

Ver punto 5 de esta guía.

e. Plan de trabajo

Ver Anexo I que se publicará al inicio de la asignatura.

f. Evaluación

Se dedicará una hora para exponer las prácticas hechas en casa. En este primer bloque, más que los conocimientos se pretende evaluar la implicación del alumno en la asignatura, y orientar y ayudar en la manera de trabajar.

g. Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Person Education, 4ª Ed., Mar. 2017.
- Anil K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, Ene. 1989.
- Jae S. Lim, *Two-dimensional Signal Processing*, Prentice Hall, Sep. 1989.

g.2 Bibliografía complementaria

Bibliografía electrónica:

- http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_system Sistema visual humano
- http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_perception Percepción visual
- http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_illusion Ilusiones ópticas

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Apuntes y transparencias del tema 1. (Pueden complementarse con la bibliografía)
- Enunciados de las prácticas y ejemplos de clase
- Página web de la asignatura
- La realización de las prácticas se llevará a cabo en MATLAB y algunos ejemplos se desarrollarán en GIMP

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0,5	Semanas 1 y 2

**Bloque 2: Técnicas de procesado de imagen**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2,5

a. Contextualización y justificación

Este bloque revisa y fundamenta las principales técnicas de procesado de imagen, desde aquellas cuya misión es mejorar la calidad visual hasta la segmentación de regiones. Aunque las técnicas expuestas son genéricas para la mayoría de las modalidades de imagen, en la asignatura los ejemplos y aplicaciones estarán centradas en modalidades de imagen médica.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender el significado físico de la Transformada de Fourier 2D.
- Comprender las limitaciones de las imágenes digitales frente a señales ilimitadas 2D continuas.
- Conocer el proceso de formación de una imagen digital.
- Conocer y ser capaz de aplicar las técnicas más oportunas para mejorar la calidad visual de una imagen.
- Ser capaz de aplicar distintas técnicas de eliminación de ruido en función de la naturaleza de éste y las necesidades del sistema.
- Saber diseñar filtros basados en máscara.
- Ser capaz de modelar el proceso de degradación de una imagen y conocer las técnicas para invertirlo.
- Conocer las distintas técnicas de segmentación de imagen.
- Ser capaz de diseñar un sistema de procesado de imagen de acuerdo con requerimientos dados.

c. Contenidos**Tema 2: Introducción al Procesado Lineal Bidimensional**

1. Señales y sistemas 2D. Sistemas LSI
2. Transformadas de Fourier Bidimensionales
3. Muestreo Bidimensional

Tema 3: Introducción a la imagen digital

1. Formación de la imagen digital. Representación
2. Resolución, muestreo y cuantificación
3. Formatos de imagen

Tema 4: Fundamentos de Realce de Imagen

1. Operaciones punto a punto
2. Operaciones espaciales
3. Filtrado en el dominio frecuencial
4. Filtros basados en PDEs

Tema 5: Restauración de Imágenes

1. Modelo de degradación. Ruido
2. Filtro Inverso y Pseudoinverso
3. El filtro de Wiener

Tema 6: Segmentación

1. Técnicas clásicas de segmentación
2. Contornos activos



d. Métodos docentes

Ver punto 5 de esta guía.

e. Plan de trabajo

Ver Anexo I que se publicará al inicio de la asignatura.

f. Evaluación

Se propondrán una serie de prácticas sencillas para realizar en clase y en casa, que ayuden al alumno a comprender los contenidos. Una vez finalizado el bloque se planteará una práctica más larga, que los alumnos han de entregar pasadas unas semanas. Esta práctica ha de realizarse de manera individual, aunque es recomendable que comparen resultados entre sí. Deben entregar un informe con los resultados. Se espera que la práctica se centre en algún tema de investigación actual y relevante. Se dedicará una hora para exponer el trabajo realizado y analizar las ventajas e inconvenientes de las estrategias adoptadas.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, *Digital Image Processing*, Person Education, 4ª Ed., Mar. 2017.
- Anil K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, Ene. 1989.
- Jae S. Lim, *Two-dimensional Signal Processing*, Prentice Hall, Sep. 1989.
- William K. Pratt, *Digital Image Processing*, Wiley, 4ª Ed., Feb. 2007.

g.2 Bibliografía complementaria

- Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab, *Signal and Systems*, Person Education, 2ª Ed., Ago. 1996.
- J. Weickert, *Anisotropic Diffusion in Image Processing*, B. G. Teubner (Stuttgart), 1998.

Artículos de interés:

- J. R. Deller Jr., Tom, Dick and Mary Discover the DFT, *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 11, 1994, pp. 36-50.
- M. R. Banham, A. K. Katsaggelos, Digital Image Restoration, *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol. 14, 1997, pp. 24-41.
- G. Gerig, O. Kubler, R. Kikinis, F.A. Jolesz, Nonlinear Anisotropic Filtering of MRI Data, *IEEE Transactions on Medical Imaging*, Vol.11, 1992, pp. 221-232.
- A.M. Eskicioglu, P.S. Fisher, Image Quality Measures and Their Performance, *IEEE Transactions on Communications*, Vol. 43, 1995, pp. 2959-2965.
- P. Perona, J. Malik, Scale-space and Edge Detection using Anisotropic Diffusion, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 12, 1990, pp. 629-639.
- J. Weickert, B.M.T.H. Romeny, M.A. Viergever, Efficient and Reliable Schemes for Nonlinear Diffusion Filtering, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 7, 1998, pp. 398-410.
- L. D. Cohen, On Active Contours Models and Balloons, *Computer Vision, Graphics and Image Processing: Image Understanding*, Vol. 53, 1991, pp. 211-218.
- T.F. Chan, L.A. Vese, Active Contours Without Edges, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 10, 2001, pp. 266-277.
- M. Kass, A. Witkin, D. Terzopoulos: Snakes: Active Contour Models, *International Journal of Computer Vision*, Vol. 1, 1988, 321-331.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Apuntes y transparencias. (Pueden complementarse con la bibliografía)
- Enunciados de las prácticas y ejemplos de clase
- Página web de la asignatura
- La realización de las prácticas se llevará a cabo en MATLAB

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2,5	Semanas 2 a 9

Bloque 3: Modalidades de imagen médica

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2

a. Contextualización y justificación

En este bloque se estudian en profundidad distintas modalidades de imagen médica. A pesar de estudiarse el principio físico de funcionamiento, en todas ellas se dará un punto de vista basado en Teoría de la señal. La comprensión del modelo de formación de imagen es fundamental para el desarrollo de algoritmos de procesado basados en las técnicas del bloque anterior.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar el bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Comprender los principios físicos de la formación de la imagen en ultrasonidos, resonancia magnética y TAC.
- Ser capaz de modelar las señales y el ruido de las distintas modalidades de imagen.
- Integrar lo visto en los temas anteriores en las modalidades concretas estudiadas en este bloque.

c. Contenidos

Tema 7: Ecografía

1. Principio físico. Generación y propagación de ultrasonidos
2. Formación de la imagen. Modos de funcionamiento
3. Procesado y resolución
4. Eco Doppler
5. Análisis estadístico de la envolvente: patrón de ruido speckle



6. Ultrasonido 3D
7. Aplicaciones generales y específicas

Tema 8: Radiografía y TAC

1. Principio de funcionamiento
2. Interacción de los rayos X con la materia
3. Aplicaciones generales y específicas de la radiografía
4. Reconstrucción de un volumen a partir de proyecciones. La transformada de Radon
5. La escala Hounsfield

Tema 9: Resonancia magnética

1. El fenómeno de resonancia magnética. Propiedades magnéticas del núcleo y magnetización global
2. Pulso de radiofrecuencia y relajación
3. Detección y formación de imagen. El espacio k
4. Tipos de imagen de resonancia magnética
5. Secuencias. Parámetros de calidad
6. Resonancia de difusión. DTI
7. Resonancia de perfusión
8. fMRI

d. Métodos docentes

Ver punto 5 de esta guía.

e. Plan de trabajo

Ver Anexo I que se publicará al inicio de la asignatura.

f. Evaluación

Se entregará un trabajo o práctica relativa a esta parte. Dado que uno de los objetivos del bloque es lograr la integración de los conceptos de la asignatura, la práctica tiene el carácter de práctica final. Se buscará la necesidad de usar conocimientos adquiridos en otros bloques.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- Paul Suetens, *Fundamentals of Medical Imaging*, Cambridge University Press, 3ª Ed., Mayo 2017.

g.2 Bibliografía complementaria

- Charles L. Epstein, *Introduction to the Mathematics of Medical Imaging*, Society for Industrial and Applied Mathematics; 2ª Ed, Nov. 2007.
- Zhi-Pei Liang, Paul C. Lauterbur, *Principles of Magnetic Resonance Imaging: A Signal Processing Perspective*, IEEE Press, Oct. 1999.
- Geoff Dougherty, *Digital Image Processing for Medical Applications*, Cambridge University Press, Abril 2009.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Apuntes y transparencias. (Pueden complementarse con la bibliografía)
- Enunciados de las prácticas y ejemplos de clase
- Página web de la asignatura
- La realización de las prácticas se llevará a cabo en MATLAB

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2	Semanas 10 a 15

5. Métodos docentes y principios metodológicos

Lección magistral: Los principales contenidos teóricos de la asignatura serán expuestos en clase. Con anterioridad el alumno contará con los apuntes de la asignatura y la bibliografía. Se pretende que el alumno lleve leído el tema, de tal manera que la clase sirva para aclarar conceptos. La clase teórica se realizará mediante preguntas al grupo y cuestiones sobre sus respuestas. Se pretende que el grupo llegue a la comprensión de la materia guiado por el profesor. Por cada hora de clase el alumno dedicará otra hora en casa a complementar y comprender lo expuesto.

Prácticas en clase: Se dedicará una hora en clase para realizar prácticas sobre lo expuesto por parte del profesor. Además, se propondrán prácticas básicas para realizar en casa (2 horas).

6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	32	Estudio y trabajo autónomo individual	50
Clases prácticas	12	Estudio y trabajo autónomo grupal	25
Seminarios, tutorías y evaluación	6		
Total presencial	50	Total no presencial	75
TOTAL presencial + no presencial			125

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma sincrónica a la clase impartida por el profesor.



7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	1 punto	
Trabajos presentados de los distintos bloques	9 puntos	Se valorará tanto la correcta resolución de los problemas propuestos como la claridad del informe, la buena elección de los métodos de investigación y una escritura acorde con un documento científico

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Un alumno ha de alcanzar al menos 5 puntos para poder superar la asignatura.

8. Consideraciones finales