

## GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA

<b>Denominación de la asignatura</b>	PROCESADO DE IMÁGENES MÉDICAS		
<b>Materia</b>	INGENIERÍA BIOMÉDICA		
<b>Módulo</b>	ESPECIALIZACIÓN: TRATAMIENTO DE SEÑALES Y BIOINGENIERÍA (ME-TSB)		
<b>Titulación</b>	MÁSTER UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES		
<b>Plan</b>		<b>Código</b>	
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA
<b>Nivel/Ciclo</b>	MÁSTER	<b>Curso</b>	1º
<b>Créditos ECTS</b>	5 ECTS /		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	SANTIAGO AJA FERNÁNDEZ RODRIGO DE LUIS GARCÍA		
<b>Datos de contacto (e-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 1234 / ext. 5678 E-MAIL: <a href="mailto:sanaja@tel.uva.es">sanaja@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:rodlui@tel.uva.es">rodlui@tel.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL, COMUNICACIONES E ING. TELEMÁTICA		
<b>Área de conocimiento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES		

## SITUACIÓN / SENTIDO DE LA ASIGNATURA

<b>Contextualización</b>	<p>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 <i>aplicación médica</i>, que permite trabajar sobre dicha imagen y extraer características, mejorar la calidad visual, integrar distintas</p>
--------------------------	---

	<p>modalidades de imagen e incluso lograr extraer características no visuales de gran importancia.</p> <p>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 y TAC. A su vez, se estudiarán las principales técnicas de procesado de imagen, adaptadas a las características particulares de la imagen médica.</p>
<b>Relación con otras asignaturas y materias</b>	<p>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 2 y 3 dimensiones. Dentro del grado se relaciona con Procesado Multidimensional y otras asignaturas de la materia de ingeniería Biomédica.</p>
<b>Prerrequisitos</b>	<p>No existen prerrequisitos para cursar la asignatura. Es muy recomendable tener conocimientos de Señales y Sistemas 1D, 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: Procesado Multidimensional, y Procesado de señales biomédicas.</p>

### CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO DE COMPETENCIAS

<b>Generales</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad para escribir informes correctos tanto en el fondo como en la forma. [CG 8]</li> <li>2. Capacidad para trabajar en equipo [CG 11]</li> <li>3. Capacidad de trabajo autónomo y creativo, empleando técnicas de indagación y desarrollando competencias de aprendizaje a lo largo de la vida [CG 13]</li> </ol>
<b>Específicas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad para iniciarse en actividades de investigación en el campo del procesado de señal. [CE-TSB 1]</li> <li>2. Capacidad de comprensión de las bases teóricas en las que se apoyan los conceptos propios de esta materia. [CE-TSB 2]</li> <li>3. 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-TSB 3]</li> <li>4. Capacidad de análisis y síntesis de las técnicas propias de procesado de señal, así como su aplicación a la resolución de problemas prácticos. [CE-TSB 4]</li> <li>5. 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-TSB 5]</li> <li>6. 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. [CETSB 6]</li> <li>7. Capacidad para exponer un trabajo desarrollado por el alumno en un tema relacionado con esta materia. [CE-TSB 7]</li> <li>8. Capacidad para defender y argumentar las decisiones tomadas en los métodos y algoritmos usados en procesado de señal. [CE-TSB 8]</li> <li>9. Capacidad para aplicar técnicas de procesado de señales biomédicas e imágenes médicas. [CE-TSB 21]</li> </ol>

## OBJETIVOS GENERALES DE LA ASIGNATURA

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

## TABLA DE DEDICACIÓN DEL ALUMNO A LA ASIGNATURA

HORAS PRESENCIALES			
Clases teóricas	Clases prácticas	Laboratorios	Prácticas externas, clínicas o de campo
32	12	0	0
HORAS PRESENCIALES		HORAS NO PRESENCIALES	
Seminarios, tutorías y evaluación	Otras actividades	Estudio y trabajo autónomo individual	Estudio y trabajo autónomo grupal
6	0	50	25

## BLOQUES TEMÁTICOS

Bloque 1: Luz y Sistema visual humano	
<b>Contextualización y justificación</b>	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 procesado 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</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender los conceptos de luz luminancia y brillo.</li> <li>Ser capaz de aplicar la teoría del color y las leyes de Grassman para representar colores utilizando componentes.</li> <li>Conocer distintos tipos de representación de imágenes en color.</li> <li>Conocer el funcionamiento del sistema visual humano.</li> </ul>
<b>Contenidos</b>	<b>Tema 1: Sistema Visual Humano. Teoría del color</b>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Luz y Luminancia y Brillo.</li> <li>2. Teoría del Color. Leyes de Grassman. El colorímetro.</li> <li>3. Sistemas de Representación del Color.</li> <li>4. Color y sistema visual humano.</li> </ol>
Métodos docentes	<p>Se basará en</p> <p><b>Lección magistral:</b> 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.</p> <p>Por cada hora de clase el alumno dedicará otra hora en casa a complementar y comprender lo expuesto.</p> <p><b>Prácticas en clase:</b> 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).</p>
Plan de trabajo	Véase el Anexo I.
Evaluación	Se dedicará 1 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.
Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, <i>Prentice Hall</i>, 1989.</li> <li>• J. S. Lim, Two-dimensional Signal Processing, <i>Prentice Hall</i>, 1990.</li> <li>• R. C. Gonzales, Digital Image Processing, <i>Addison Wesley</i>, 1987.</li> </ul>
Bibliografía complementaria	<p>Bibliografía electrónica:</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_system">http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_system</a> Sistema visual humano</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_perception">http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_perception</a> Percepción visual</p> <p><a href="http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_illusion">http://en.wikipedia.org/wiki/Visual_illusion</a> Ilusiones ópticas</p> <p><a href="http://vision.berkeley.edu/roordalab/Pubs/EISTChapterRoorda.pdf">http://vision.berkeley.edu/roordalab/Pubs/EISTChapterRoorda.pdf</a> Sistema visual humano (PDF)</p>
Recursos necesarios	<p>Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apuntes y transparencias del tema 1. (Pueden complementarse con la bibliografía)</li> <li>• Enunciados de las prácticas y ejemplos de clase.</li> <li>• Página web de la asignatura.</li> <li>• La realización de las prácticas se llevará a cabo en MATLAB y algunos ejemplos se desarrollarán en GIMP.</li> </ul>
Carga de trabajo en créditos ECTS	0.5 ECTS

Bloque 2: Técnicas de procesado de imagen	
Contextualización y justificación	<p>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.</p>
Objetivos de aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender el significado físico de la Transformada de Fourier 2D.</li> <li>• Comprender las limitaciones de las imágenes digitales frente a señales ilimitadas 2D continuas.</li> <li>• Conocer el proceso de formación de una imagen digital.</li> <li>• Conocer y ser capaz de aplicar las técnicas más oportunas para mejorar la calidad visual de una imagen.</li> <li>• Ser capaz de aplicar distintas técnicas de eliminación de ruido en función de la naturaleza de éste y las necesidades del sistema.</li> <li>• Saber diseñar filtros basados en máscara.</li> <li>• Ser capaz de modelar el proceso de degradación de una imagen y conocer las técnicas para invertirlo.</li> <li>• Conocer las distintas técnicas de segmentación de imagen.</li> <li>• Ser capaz de diseñar un sistema de procesado de imagen de acuerdo con requerimientos dados.</li> </ul>
Contenidos	<p><b>Tema 2: Introducción al Procesado Lineal Bidimensional</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Señales y sistemas 2D. Sistemas LSI.</li> <li>2. Transformadas de Fourier Bidimensionales.</li> <li>3. Muestreo Bidimensional.</li> </ol> <p><b>Tema 3: Introducción a la imagen digital</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Formación de la imagen digital. Representación.</li> <li>2. Resolución, muestreo y cuantificación.</li> <li>3. Formatos de imagen.</li> </ol> <p><b>Tema 4: Fundamentos de Realce de Imagen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operaciones punto a punto.</li> <li>2. Operaciones espaciales.</li> <li>3. Filtrado en el dominio frecuencial.</li> <li>4. Filtros basados en PDEs.</li> </ol> <p><b>Tema 5: Restauración de Imágenes</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelo de degradación. Ruido.</li> <li>2. Filtro Inverso y Semiinverso</li> <li>3. El filtro de Wiener</li> </ol> <p><b>Tema 6: Segmentación</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Técnicas clásicas de segmentación</li> <li>2. Contornos activos</li> </ol>
Métodos docentes	<p>Se basará en</p> <p><b>Lección magistral:</b> 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</p>

	<p>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. Todos los conceptos teóricos irán apoyados por ejemplos de uso y prácticas a realizar en la propia clase.</p> <p>Por cada hora de clase el alumno dedicará otra hora en casa a complementar y comprender lo expuesto.</p> <p><b>Prácticas en clase:</b> 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).</p>
Plan de trabajo	Véase el Anexo I.
Evaluación	<p>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 1 hora para entre toda la clase exponer el trabajo realizado y tratar de llegar a una solución común.</p>
Bibliografía básica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, <i>Prentice Hall</i>, 1989.</li> <li>• J. S. Lim, Two-dimensional Signal Processing, <i>Prentice Hall</i>, 1990.</li> <li>• R. C. Gonzales, Digital Image Processing, <i>Addison Wesley</i>, 1987.</li> <li>• William K. Pratt, Digital Image Processing, (4th ed) Wiley-Interscience, 2007</li> </ul>
Bibliografía complementaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A.V. Oppenheim, A.S.Willsky, I.T. Young, "Signal and Systems" (2nd Ed), Prentice-Hall International, 1997. (Existe una edición traducida: "Señales y Sistemas".)</li> </ul> <p>Artículos de interés:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J.R. Deller Jr. Tom, Dick and Mary discover the DFT, <i>IEEE Signal Proc. Mag.</i> April 1994, pp. 36-50</li> <li>• Banham, M.R. Katsaggelos, A.K., Digital Image Restoration, <i>IEEE Signal Processing Magazine</i> (1997).</li> <li>• Gerig. et al: Nonlinear anisotropic filtering of MRI data, <i>IEEE Trans. on Medical Imaging.</i> (1992).</li> <li>• Eskicioglu. et al: Image quality measures and their performance, <i>IEEE Trans. on Comm.</i> (1995).</li> <li>• Perona-Malik: Nonlinear anisotropic filtering of MRI data, <i>IEEE Trans. on Medical Imaging.</i> (1992).</li> <li>• Gerig. et al: Scale-Space and Edge Detection Using Anisotropic Diffusion , <i>IEEE Trans. on PAMI.</i> (1990).</li> <li>• Weickert: Efficient and Reliable Schemes for Nonlinear Diffusion Filtering (PDF), <i>IEEE Tr. Image Processing</i> 1998.</li> <li>• Weickert: Anisotropic Diffusion in Image Processing (PDF), Libro 1998.</li> <li>• Cohen: On active contours models and ballons, <i>Image understanding</i> 1991.</li> <li>• Chan: Active Contours Without Edges, <i>IEEE Tr. Image</i></li> </ul>

	<p>Processing 2001.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chan: Snakes: Active Contour Models, IEEE Tr. Int. Journal of Comp. Vision 1988.</li> </ul>
<b>Recursos necesarios</b>	<p>Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apuntes y transparencias del tema 1. (Pueden complementarse con la bibliografía)</li> <li>Enunciados de las prácticas y ejemplos de clase.</li> <li>Página web de la asignatura.</li> <li>La realización de las prácticas se llevará a cabo en MATLAB y algunos ejemplos se desarrollarán en GIMP.</li> </ul>
<b>Carga de trabajo en créditos ECTS</b>	2.5 ECTS

<b>Bloque 3: Modalidades de imagen médica</b>	
<b>Contextualización y justificación</b>	<p>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 procesamiento basados en las técnicas del bloque anterior.</p>
<b>Objetivos de aprendizaje</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender los principios físicos de la formación de la imagen en ultrasonidos, resonancia magnética y TAC.</li> <li>Ser capaz de modelar las señales y el ruido de las distintas modalidades de imagen.</li> <li>Integrar lo visto en los temas anteriores en las modalidades concretas estudiadas en este bloque.</li> </ul>
<b>Contenidos</b>	<p><b>Tema 7: Ecografía</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Principio físico</li> <li>Formación de la imagen y speckle</li> <li>Ultrasonido 3D</li> </ol> <p><b>Tema 8: TAC</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Principio de funcionamiento</li> <li>Reconstrucción de un volumen a partir de proyecciones. La transformada de Radon</li> </ol> <p><b>Tema 9: Resonancia magnética</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El fenómeno de resonancia magnética</li> <li>Formación de imagen. El espacio k</li> <li>Tipos de imagen de resonancia magnética</li> </ol> <p><b>Tema 10: Caso real</b></p>
<b>Métodos docentes</b>	<p>Se basará en</p> <p><b>Lección magistral:</b> 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</p>

	<p>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.</p> <p>Por cada hora de clase el alumno dedicará otra hora en casa a complementar y comprender lo expuesto.</p>
<b>Plan de trabajo</b>	Véase el Anexo I.
<b>Evaluación</b>	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 <i>práctica final</i> . Se buscará la necesidad de usar conocimientos adquiridos en otros bloques.
<b>Bibliografía básica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Paul Suetens, Fundamentals of Medical Imaging, Second Edition, Cambridge University Press, New York, 2009</li> </ul>
<b>Bibliografía complementaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CL Epstein, Introduction to the Mathematics of Medical Imaging, Society for Industrial &amp; Applied Mathematics; 2nd edition (2007)</li> <li>Zhi-Pei Liang and Paul C. Lauterbur, Principles of Magnetic Resonance Imaging: A Signal Processing Perspective, Wiley-IEEE Press; 1 edition (1999)</li> <li>Geoff Dougherty, Digital Image Processing for Medical Applications, Cambridge University Press; 1 edition (2009)</li> </ul>
<b>Recursos necesarios</b>	<p>Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Apuntes y transparencias del tema 1. (Pueden complementarse con la bibliografía)</li> <li>Enunciados de las prácticas y ejemplos de clase.</li> <li>Página web de la asignatura.</li> <li>La realización de las prácticas se llevará a cabo en MATLAB y algunos ejemplos se desarrollarán en GIMP.</li> </ul>
<b>Carga de trabajo en créditos ECTS</b>	1.8 ECTS

### CRONOGRAMA (POR BLOQUES TEMÁTICOS)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Luz y sistema visual humano	0.5 ECTS	Semanas 1 a 2
Bloque 2: Técnicas de procesado de imagen	2.5 ECTS	Semanas 2 a 9
Bloque 3: Modalidades de imagen médica	2 ECTS	Semanas 10 a 15



**EVALUACIÓN - TABLA RESUMEN**

<b>INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO</b>	<b>PESO EN LA NOTA FINAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	10%	
Trabajos presentados de los distintos bloques	90%	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.

**CONSIDERACIONES FINALES**

--