

Programa del curso CE 5201

## **Procesamiento y Análisis de Imágenes Digitales**

Área de Ingeniería en Computadores  
Licenciatura en Ingeniería en Computadores

[Última revisión del programa: 4 de febrero de 2017]

## I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

### 1 Datos generales

<b>Nombre del curso:</b>	Procesamiento y Análisis de Imágenes Digitales
<b>Código:</b>	CE 5201
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico/Práctico
<b>Electivo:</b>	Sí
<b>N.º Créditos:</b>	4
<b>N.º horas clase/semana:</b>	4 h
<b>N.º horas extraclase/semana:</b>	8 h
<b>% de las áreas curriculares:</b>	30 % Matemática 70 % Ciencias de Ingeniería
<b>Ubicación en plan de estudios:</b>	VIII Semestre
<b>Requisitos:</b>	CE 4302 Arquitectura de Computadores II CE 4501 Electiva CE 1
<b>Correquisitos:</b>	No tiene
<b>Asistencia:</b>	Obligatoria
<b>Suficiencia:</b>	No
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	No
<b>Vigencia del programa:</b>	I Semestre 2017

## 2. Descripción General

Este curso introduce al estudiante en los métodos utilizados en el procesamiento y análisis de imágenes digitales, brindando las bases teóricas necesarias para su comprensión. Se cubre principalmente el procesamiento de imágenes monocromáticas bidimensionales, introduciendo principios del tratamiento de imágenes bidimensionales en color. Esto incluye el uso de filtros lineales y no lineales, así como transformaciones utilizadas en un amplio rango de aplicaciones. En el curso se formenta el desarrollo de destrezas que permitan aplicar las técnicas introducidas en la solución de problemas reales.

## 3. Objetivos

Al finalizar el curso el estudiante estará en capacidad de aplicar los conceptos y herramientas matemáticas necesarias para procesar y analizar imágenes digitales por medios computacionales. Para ello debe:

Objetivo	Atributos	Nivel*
1. Comprender los fundamentos del procesamiento digital de imágenes digitales, incluyendo la formación de imágenes, la percepción visual humana como modelo, y las representaciones de estructuras de datos básicas de imágenes digitales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos base de ingeniería</li> <li>• Habilidades de comunicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M</li> <li>• I</li> </ul>
2. Aplicar principios de procesamiento digital de imágenes en los dominios espacial y frecuencial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos base de ingeniería</li> <li>• Uso de herramientas de ingeniería</li> <li>• Trabajo individual y en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A</li> <li>• A</li> <li>• M</li> </ul>
3. Conocer diferentes métodos para representar y tratar la información de color en imágenes digitales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos base de ingeniería</li> <li>• Uso de herramientas de ingeniería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A</li> <li>• A</li> </ul>
4. Comprender los principios básicos y aplicaciones de la morfología de imágenes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos base de ingeniería</li> <li>• Uso de herramientas de ingeniería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A</li> <li>• A</li> </ul>
5. Aplicar diferentes algoritmos y técnicas para el análisis de imágenes, orientados a la extracción de información sobre estructuras contenidas en imágenes digitales (bordes, esquinas, regiones, líneas, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos base de ingeniería</li> <li>• Uso de herramientas de ingeniería</li> <li>• Análisis de Problemas</li> <li>• Trabajo individual y en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A</li> <li>• A</li> <li>• M</li> <li>• M</li> </ul>
6. Aplicar herramientas de software y lenguajes de programación en la solución de problemas de procesamiento digital de imágenes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de herramientas de ingeniería</li> <li>• Trabajo individual y en equipo</li> <li>• Habilidades de comunicación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A</li> <li>• A</li> <li>• M</li> </ul>

\* Nivel de desarrollo de cada atributo: Inicial, InterMedio o Avanzado.

<b>4. Contenido y Cronograma</b>	Las 16 semanas que abarcan el curso se distribuyen en los siguientes temas:	
	1. Introducción	1 Semana
	1.1. Definición de procesamiento y análisis digital de imágenes	
	1.2. Ejemplos de aplicaciones	
	2. Fundamentos	2 Semanas
	2.1. Elementos del proceso de formación de imágenes	
	2.2. Percepción visual	
	2.3. Técnicas de adquisición de imágenes digitales	
	3. Procesamiento en el dominio espacial	3 Semanas
	3.1. Transformaciones de niveles de gris	
	3.2. Procesamiento de histograma	
	3.3. Filtrado en el dominio espacial	
	4. Procesamiento en el dominio de la frecuencia	3 Semanas
	4.1. Transformada Discreta de Fourier bidimensional	
	4.2. Filtrado en el dominio frecuencial	
	4.3. Tomografía computarizada	
	5. Procesamiento de imágenes en color	1,5 Semanas
	5.1. Espacios de color	
	5.2. Algoritmos de procesamiento de color	
	6. Morfología	2 Semanas
	6.1. Fundamentos de morfología	
	6.2. Dilatación y Erosión	
	6.3. Apertura y Clausura	
	6.4. Algoritmos básicos de morfología	
	6.5. Morfología de imágenes en escala de grises	
	7. Análisis de imágenes	3,5 Semanas
	7.1. Detección de discontinuidades	
	7.2. Transformada de Hough	
	7.3. Segmentación por umbrales	
	7.4. Componentes conectados	

## II parte: Aspectos operativos

<b>5. Metodología</b>	<p>El procesamiento digital de imágenes es un área de la ingeniería con fuerte fundamentación matemática, pero con conceptos altamente intuitivos. A diferencia del procesamiento de señales “clásico”, el procesamiento de imágenes hace uso principalmente operadores no lineales.</p> <p>El curso utiliza una metodología que combina presentaciones magistrales por parte del profesor, con prácticas en clase, tareas y proyectos. Los estudiantes deben profundizar los conceptos tratados utilizando literatura adicional.</p> <p>La consulta del curso será utilizada por los estudiantes para evacuar dudas concretas sobre la materia.</p>
-----------------------	--

En paralelo a las lecciones teóricas y prácticas se asignarán proyectos para reafirmar los conceptos fundamentales. Los proyectos se centrarán en la aplicación de conceptos teóricos utilizando el lenguaje de programación de alto nivel C++ en conjunto con bibliotecas de aplicación para el área.

Las tareas y proyectos se desarrollan utilizando como plataforma GNU/Octave para el prototipado rápido y programación en el lenguaje C/C++ en la PC, bajo el sistema operativo GNU/Linux, empleando bibliotecas especializadas en el procesamiento de imágenes.

## 6. Evaluación

La evaluación del curso incluye:

Tareas	30 %
Proyectos	40 %
Examen Final	30 %

Las tareas y los proyectos se desarrollan en grupos de dos o tres personas. La evaluación de los proyectos incluye la exposición al grupo y al profesor de los trabajos realizados. Además, se deberá entregar siempre un artículo corto en formato científico formal.

La entrega tardía se penalizará con una reducción de 10 % de la nota máxima por día de atraso.

La entrega de proyectos deberá incluir un archivo comprimido en formato zip, tar.gz o tar.bz2, que contenga

- Un archivo en formato .pdf que contenga el informe en formato de artículo científico de no más de 3 páginas. Interesa evaluar la capacidad de síntesis y de análisis de la información.
- Todos los archivos de GNU/Octave, C/C++, bash, Makefile, CMake etc. que se hayan generado para realizar el proyecto.

Estos archivos siempre deberán ser colocados en el tecDigital.

Las tareas se asignarán cada una o dos semanas, y su entrega deberá incluir un archivo comprimido en formato zip, tar.gz o tar.bz2, que contenga

- Todos los archivos de GNU/Octave, C/C++, bash, Makefile, CMake etc. que se hayan realizado para ejecutar la tarea.
- Las soluciones o descripciones requeridas en un archivo .pdf.

Ese archivo no debe contener archivos objeto u otro tipo de datos que se generen en el proceso de compilación o en la ejecución del programa, de modo que el archivo sea lo más pequeño posible. El nombre del archivo debe dejar claro los autores y la tarea o proyecto. Por ejemplo `tarea3b_juan_y_jose.tar.gz`.

El examen final es individual y evalúa toda la materia del curso. Para este examen podrán ser necesarios los resultados (programas) de los proyectos y tareas del curso.

El software utilizado en el curso se encuentra disponible para las distribuciones usuales de GNU/Linux ((K)Ubuntu, Debian, SuSE, etc.).

## 7. Bibliografía Obligatoria:

- [1] R.C. González y R.E. Woods. *Digital image processing*. Prentice-Hall, 3rd edición, 2008.

### Complementaria:

- [2] B. Jähne. *Digital image processing*. Springer-Verlag, 6th edición, 2005.
- [3] M. Sonka, V. Hlavac y R. Boyle. *Image processing, analysis and machine vision*. PWS Publishing, 2nd edición, 1999.
- [4] J. W. Eaton. Octave. 1998. URL: <http://www.octave.org>.
- [5] P. Alvarado y P. Doerfler. LTI-Lib. 1998. URL: <http://ltilib.sourceforge.org>.
- [6] G. Bradski. The OpenCV Library. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 2000. URL: <http://opencv.org>.
- [7] Robert Laganière. *OpenCV 2. Computer Vision Application Programming Cookbook*. Packt Publishing, 2011.
- [8] Gary Bradski y Adrian Kaehler. *Learning OpenCV*. O'Reilly, 2008.

## 8. Profesor Dr.-Ing. Pablo Alvarado Moya

Maestría y Doctorado en Ingeniería Eléctrica con énfasis en Ingeniería en Computadores, Universidad RWTH-Aachen, Aquisgrán, Alemania.

Especialista en procesamiento de imágenes y visión por computador, con experiencia en proyectos de investigación y desarrollo en la academia e industria.

Correo-e [palvarado@tec.ac.cr](mailto:palvarado@tec.ac.cr)

Consulta Lunes o Jueves de 9:30am-11:30am

Oficina A2-12 (2do piso)

URL <http://www.ie.tec.ac.cr/palvarado/PAID>