

# Planificación de Procesamiento Digital de Imágenes



Código/s: Electiva

## Identificación y características del Espacio Curricular

Carrera/s:	Licenciatura en Ciencias de la Computación		
Plan de Estudios:	2010, TO2024	Carácter:	Electiva
Bloque/Campo:		Área:	Algoritmos y Lenguajes
Régimen de cursado:	Cuatrimestral		
Cuatrimestre:	- [LCC], 1º [LCC]		
Carga horaria:	75 hs. / 5 hs. semanales	Formato curricular:	Asignatura
Escuela:	Ciencias Exactas y Naturales	Departamento:	Ciencias de la Computación
Docente responsable:	GALIZZI, Gustavo		

## Programa Sintético

Introducción. Adquisición y representación de Imágenes. Transformaciones Básicas. Mejoramiento de imágenes. Filtrado especial y en el dominio de frecuencias. Restauración de imágenes. Segmentación de imágenes. Morfología binaria. Representación y descripción. Descriptores topológicos.

## Espacios Curriculares Relacionados

Previos Aprobados:

Simultaneos Recomendados:

Posteriores:

## Vigencia desde 2024

\_\_\_\_\_  
Firma Profesor

\_\_\_\_\_  
Fecha

\_\_\_\_\_  
Firma Aprob. Escuela

\_\_\_\_\_  
Fecha

Con el aval del Consejo Asesor:

## Fundamentación

Esta asignatura es electiva y se sitúa en el segundo cuatrimestre del último año de cursado de la carrera. Tiene asignadas 5 horas semanales en las que se desarrollan clases teóricas y prácticas. Al finalizar el curso, el alumno debe ser capaz no solamente de comprender los métodos y herramientas incluidas en un software específico de procesamiento de imágenes, sino también implementar de manera autónoma los algoritmos necesarios para una aplicación particular.

En esta materia se desarrollan conceptos teóricos y se analizan diferentes herramientas y metodologías referidas al procesamiento digital de imágenes y al procesamiento de señales en general. La materia integra contenidos curriculares del área de Ciencias Básicas tales como álgebra matricial, probabilidad y estadística, cálculo diferencial e integral, y del área de Algoritmos y Lenguajes tales como métodos numéricos en matemática discreta, resolución de problemas y algoritmos, manejo de estructuras de datos, estrategias de diseño de algoritmos y programación. Adicionalmente, contribuye a la formación del Licenciado en Ciencias de la Computación en el área de análisis de imágenes, que actualmente es un campo de investigación muy amplio e interdisciplinario, que permite al graduado insertarse en el desarrollo de temas tan diversos como bioinformática, robótica, astronomía, electromedicina e imágenes médicas, computación gráfica, realidad virtual y realidad aumentada, industria del entretenimiento, sensado remoto de información, meteorología, control de procesos industriales y de calidad.

## Resultados del aprendizaje

Al finalizar el cursado los/las estudiantes serán capaces de:

RA1 Reconocer y conceptualizar fundamentos del procesamiento digital de imágenes

RA2 Implementar prácticamente los algoritmos estudiados

RA3 Seleccionar el conjunto de herramientas de procesamiento más adecuadas para la resolución del problema

## Competencias / Ejes transversales y Resultados del Aprendizaje

Competencia/Eje transversal al que tributa	Nivel	Resultados del Aprendizaje
CGT1-Identificación, formulación y resolución de problemas de informática	Alto	RA1 - RA3
CGT4-Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la informática	Medio	RA2 - RA3

## Programa Analítico

Unidad 1: Fundamentos del procesamiento digital de imágenes.

1.1 Introducción. Espectro electromagnético. Clasificación de imágenes de acuerdo a la radiación de origen. Otros orígenes: imágenes de ultrasonidos, imágenes de microscopía electrónica. Etapas fundamentales del procesamiento de imágenes. Sistemas de procesamiento digital: descripción de componentes.

1.2 Características del sistema visual. Ilusiones ópticas.

1.3 Adquisición de imágenes. Sensores y métodos de adquisición.

1.4 Formación de la imagen. Iluminación de la escena, dispositivo de captura y representación interna.

1.5 Muestreo y cuantización. Representación digital de una imagen: matriz de intensidades. El píxel y nivel de gris. Sistema de coordenadas. Resolución espacial y en niveles de grises. Magnificación y reducción en imágenes digitales.

1.6 Relaciones entre píxeles. Definición de vecindad, conectividad, distancias, operaciones aritméticas y

lógicas entre píxeles.

1.7 Transformaciones básicas: traslación, rotación, magnificación.

Unidad 2: Mejoramiento de imágenes

2.1 Introducción. Manipulación de los píxeles de una imagen.

2.2 Mejoramiento por procesamiento de puntos. Diferentes transformaciones: estiramiento de contraste, inversión, compresión de rango dinámico, umbralamiento.

2.3 Procesamiento del histograma. Identificación de tipos de histograma. Ecuación y especificación de histograma, mejoramiento global y local.

2.4 Mejoramiento por sustracción de imágenes

2.5 Mejoramiento por promediado de imágenes

Unidad 3: Filtrado en el dominio espacial

3.1 Diferentes tipos de ruido. Definición y clasificación en base a las características estadísticas del ruido.

3.2 Filtros espaciales. Operación de convolución.

3.3 Filtros para suavizar imágenes. Filtros lineales: pasa bajos promedio y gaussiano. Filtro de mediana. Comportamiento frente al ruido.

3.4 Filtros para resaltar detalles. Filtros lineales: pasa altos, de énfasis de altas frecuencias, derivativos y laplaciano,

3.5 Filtros no lineales. Filtros pasa bajos: promedio alfa recortado, promedio geométrico, contraarmónico, máximo y mínimo. Filtros adaptativos. Comportamiento frente al ruido.

Unidad 4: La transformada de Fourier

4.1 Introducción. Funciones armónicas. Transformada continua de Fourier. Extensión al caso bidimensional. Diversos ejemplos y espectros.

4.2 La transformada discreta de Fourier. Definición y extensión a dos dimensiones.

4.3 Propiedades de la transformada de Fourier. Visualización de espectros. Separabilidad, traslación, periodicidad, rotación, propiedad distributiva, valor medio.

4.4 Convolución. Definición de convolución continua y discreta. Algunos casos particulares. Teorema de convolución.

4.5 Discretización. Proceso de discretización o muestreo unidimensional y bidimensional. Teorema de muestreo. Reducción de la distorsión en el dominio de frecuencias mediante ventanas.

4.6 Transformada rápida de Fourier (FFT). Introducción a la implementación de la transformada.

Unidad 5: Procesamiento en el dominio de frecuencias

5.1 Introducción. Descripción y fundamentación del proceso de filtrado en frecuencias. Función de respuesta al impulso y función transferencia.

5.2 Filtro pasa bajos. Filtro ideal, de Butterworth y gaussiano.

5.3 Filtro pasa altos. Filtro ideal, de énfasis de altas frecuencias, de Butterworth y gaussiano.

5.4 Filtrado homomórfico. Definición y usos.

Unidad 6: Restauración de imágenes

6.1 Modelo de degradación. Definición del proceso de degradación y restauración. Caracterización de la degradación mediante la respuesta al impulso y la función transferencia. Influencia del ruido. Ejemplos más comunes de degradación.

6.2 Filtro inverso. Definición y usos.

6.3 Filtro de Wiener. Definición y usos.

6.4 Degradación por un movimiento uniforme lineal. Desarrollo del modelo de degradación correspondiente.

Unidad 7: Segmentación de imágenes

7.1 Introducción. Definición del proceso de segmentación. Objetivos.

7.2 Detección de discontinuidades. Detección de puntos aislados, de líneas, de bordes y límites. Filtros

básicos: pasa altos, gradiente, laplaciano, laplaciano de gaussiano.

7.3 Determinación de umbrales. Influencia de la iluminación. Umbral global.

7.4 Determinación del umbral óptimo. Selección automática del umbral basado en las características estadísticas de la imagen y en la minimización del error de clasificación.

7.5 Segmentación local. Definición y usos.

#### Unidad 8: Morfología binaria

8.1 Introducción. Definición y operaciones básicas: traslación, reflexión, diferencia, complemento, intersección, unión.

8.2 Dilatación y erosión. Elemento estructurante. Definiciones y usos.

8.3 Apertura y cierre. Definiciones y usos.

8.4 Extracción de contornos. Definiciones de borde y usos.

8.5 Determinación de esqueletos. Definiciones y usos.

#### Unidad 9: Representación y descripción

9.1 Introducción.

9.2 Esquemas de representación. Representación de contornos y regiones mediante códigos de cadena, firmas y esqueletos.

9.3 Descriptores de objetos. Definición de área, longitud de perímetro, ancho y alto máximo, aspecto, rectangularidad, circularidad.

9.4 Descriptores de Fourier. Definición y propiedades.

9.5 Momentos. Definición. Momentos centrales.

9.6 Texturas. Descripción estadística y espectral. Suavidad.

### **Modalidades de enseñanza**

La enseñanza se desarrolla con clases teóricas y prácticas. En las clases teóricas, el alumno aprende los conceptos básicos relativos al procesamiento de imágenes. En las clases prácticas se aplican los conceptos estudiados a la resolución de problemas. Se analizan las propiedades y desempeño de cada algoritmo sobre un conjunto de imágenes provenientes de diversas aplicaciones (microscopía óptica y electrónica, astronomía, radar, etc.) y se comparan las diferentes implementaciones halladas por los alumnos, analizando y corrigiendo los errores cometidos. La enseñanza se complementa con problemas que el alumno debe resolver fuera del horario de clase. El ámbito de enseñanza está circunscripto a la Unidad Académica porque el contenido áulico no requiere el desplazamiento fuera de la misma.

### **Recursos**

En esta asignatura se trabaja con apuntes desarrollados por el plantel docente de la cátedra, libros especificados en la bibliografía y material de lectura adicional. Los docentes mantienen permanente comunicación con los estudiantes a través de correo electrónico, y se comparten las guías de teoría, práctica y demás material necesario mediante un repositorio basado en Gdrive provisto por la Universidad al que los alumnos tienen acceso dentro y fuera del ambiente áulico. En el aula se utilizan recursos como el proyector multimedia de diapositivas, pizarrón, fibrones, apuntes de clase de los propios alumnos, y las guías anteriormente mencionadas. Adicionalmente, el aula dispone de una computadora personal para cada alumno con el software de procesamiento requerido instalado necesario para desarrollar, durante las clases prácticas, los diferentes algoritmos que implementan los temas desarrollados en la clases de teoría.

### **Actividades de Formación Práctica**

La formación práctica está orientada al desarrollo de algoritmos que implementen los temas desarrollados en

las clases teóricas. Se proveen al alumno imágenes de diferentes fuentes sobre las que se aplican los algoritmos desarrollados y se analizan los resultados obtenidos en cada caso.

Nº	Título	Descripción
1	Introducción a Matlab	Introducción al software Matlab que servirá para implementar los diferentes algoritmos que se van a desarrollar durante todo el curso. Manejo de vectores y matrices. Implementación de operaciones simples. Representación interna de las imágenes, muestreo y cuantización de la intensidad luminosa. Visualización de resultados.
2	Mejoramiento de imágenes	Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes basados en la intensidad de un pixel. Tablas de transformación de niveles. Procesamiento basado en las propiedades estadísticas de la distribución de intensidades: histograma, ecualización global y local. Promediado y sustracción de imágenes. Análisis de los resultados obtenidos en cada caso.
3	Filtrado espacial	Estudio de diferentes tipos de ruido presentes en una imagen y su caracterización estadística. Convolución espacial como operación básica de filtrado lineal de imágenes. Desarrollo de filtros pasa bajos: promedio rectangular y circular, gaussiano. Desarrollo de filtros pasa altos: para agudizar detalles, enfatizador de bordes, simples de derivada, operador laplaciano y operadores alternativos. Desarrollo de filtros no lineales: mediana, promedio alfa recortado, máximo/mínimo, promedio geométrico, promedio potencial, armónico y contraarmónico. Desarrollo de filtro pasa bajos adaptativo: minimización del error cuadrático medio. Análisis de los resultados obtenidos en cada ejemplo y comportamiento frente a los diferentes tipos de ruidos estudiados.
4	Transformada de Fourier	Implementación de la transformada discreta unidimensional de Fourier. Estudio de las analogías y diferencias con la transformada continua de Fourier. Extensión del algoritmo desarrollado al caso bidimensional y aplicación a imágenes. Estudio de las propiedades de la transformada discreta de Fourier y teorema de convolución. Aplicación práctica del teorema de convolución: filtrado en el dominio espacial y en el dominio de Fourier. Estudio del muestreo de señales: teorema de muestreo y aliasing. Empleo de ventanas para minimizar efectos de borde: leakage.
5	Procesamiento en el dominio de frecuencias	Desarrollo de filtros ideales pasa bajos, pasa altos y eliminación selectiva. Análisis de los resultados y comparación con el desempeño de los filtros espaciales ya estudiados. Empleo de ventanas en el dominio espacial y de frecuencias: reducción de efectos de borde y ringing. Desarrollo de filtros especiales: Butterworth y gaussiano. Filtrado homomórfico. Análisis y comparación de los resultados obtenidos en cada caso.

6	Restauración de imágenes	Diseño de filtro inverso de restauración en función de la respuesta en frecuencia del modelo de degradación especificado. Diseño de filtro de restauración de Wiener en función del modelo de degradación especificado: función de transferencia óptica y respuesta óptica al impulso. Modelo de degradación de movimiento y filtro de restauración. Análisis del desempeño de los filtros de restauración estudiados en presencia de ruido y de errores en el modelo de degradación empleado.
7	Segmentación de imágenes	Desarrollo de filtros detectores: puntos aislados, bordes, líneas. Implementación de filtros: simples de derivada, operadores alternativos, operador laplaciano y laplaciano de gaussiano. Segmentación mediante umbrales. Umbral global y local. Algoritmos de detección automática del umbral de segmentación. Análisis de los resultados y comportamiento frente al ruido.
8	Morfología binaria	Estudio de las operaciones de erosión y dilatación con diferentes elementos estructurantes. Estudio de las operaciones de apertura y cierre con diferentes elementos estructurantes. Determinación de contornos y esqueletos. Análisis de resultados obtenidos.
9	Descripción de imágenes	Determinación de descriptores de objetos: área, longitud de perímetro, circularidad, rectangularidad, esqueletos, momentos. Descriptores de textura. Análisis de resultados obtenidos.

## Evaluación

Se realiza evaluaciones formativas en cada clase práctica, comparando y discutiendo las diferentes implementaciones desarrolladas. Adicionalmente, el alumno debe resolver fuera del aula algunos problemas de práctica. De esta manera, el docente puede evaluar el grado de avance del alumno para alcanzar los resultados de aprendizaje previamente definidos.

Al final del dictado se realiza una evaluación sumativa globalizadora para dar por aprobada la materia. Esta evaluación es individual para cada alumno e incluye la resolución de problemas de práctica para los alumnos en condición regular, y preguntas sobre los contenidos conceptuales de teoría abordados en la materia para los alumnos en condición regular o promovido. De esta manera, el docente puede determinar si los resultados de aprendizaje fueron alcanzados en su totalidad. Los alumnos en condición libre no pueden rendir esta evaluación, debiendo recurrir a la materia.

Como la actividad curricular es principalmente de naturaleza práctica, la condición final del alumno depende de la asistencia a las clases prácticas y de la resolución de problemas fuera del aula. La condición de promovido se alcanza con la asistencia al 80% de clases prácticas y la condición regular con la asistencia al 30% de dichas clases. En ambos casos, es requisito adicional la resolución fuera del aula de los problemas indicados por la cátedra. El alumno queda en condición libre si la asistencia no alcanza al mínimo exigido para la condición de regular y no ha resuelto fuera del aula los problemas citados anteriormente.

Resultado de Aprendizaje	Actividades/Modalidad de Enseñanza	Modalidad de Evaluación
RA1	Clases teóricas con estudio de casos.	Evaluación final sumativa globalizadora
RA2	Clases prácticas con estudio de casos.	Evaluaciones formativas en cada clase práctica y resolución de problemas fuera del aula
RA3	Clases prácticas con estudio de casos.	Evaluaciones formativas en cada clase práctica y resolución de problemas fuera del aula

**Bibliografía básica**

<b>Autores (Apellido, Inicial nombre)</b>	<b>Año de edición</b>	<b>Título de la obra</b>	<b>Editorial o Revista</b>	<b>Ejemplares disponibles o sitio web</b>
Gonzalez R. and Woods R.	2008	Digital Image Processing, 3rd edition	Prentice Hall	1
J. C. Russ	2007	The Image Processing Handbook	CRC Press	1

**Bibliografía complementaria**

<b>Autores (Apellido, Inicial nombre)</b>	<b>Año de edición</b>	<b>Título de la obra</b>	<b>Editorial o Revista</b>	<b>Ejemplares disponibles o sitio web</b>
R. Gonzalez, R. Woods and S. Eddins	2008	Digital Image Processing Using MATLAB	Prentice Hall	1
R. M. Gray and J. W. Goodman	1995	Fourier Transforms: An Introduction for Engineers	Kluwer Academic Publishers	1
H. Myler and A. Weeks	1993	Computer Imaging Recipes in C	Prentice Hall	1

**Distribución de la carga horaria****Presenciales**

Teóricas		28 Hs.
Prácticas	Formación Experimental	15 Hs.
	Resolución de Problemas vinculados a la Profesión	
	Resolución de Problemas y Ejercicios	30 Hs.
	Actividades de Proyecto y Diseño	
	Formación en la Práctica Profesional	
Evaluaciones		2 Hs.
	<b>Total</b>	<b>75 Hs.</b>

**Dedicadas por el alumno fuera de clase**

	Preparación Teórica	8 Hs.
	Preparación Práctica	10 Hs.
	Elaboración y redacción de informes, trabajos, presentaciones, etc.	2 Hs.
	<b>Total</b>	<b>20 Hs.</b>

**Cronograma de actividades**

<b>Semana</b>	<b>Unidad</b>	<b>Tema</b>	<b>Actividad</b>
---------------	---------------	-------------	------------------

1	1	<p>Presentación de la materia.</p> <p>Introducción a Matlab. Descripción de tipos de datos y variables. Manipulación de vectores y matrices. Implementación de operaciones simples. Herramientas de programación en Matlab. Visualización de resultados.</p>	<p>Introducción a Matlab. Descripción de tipos de datos y variables. Manipulación de vectores y matrices. Implementación de operaciones simples. Herramientas de programación en Matlab. Visualización de resultados.</p> <p>Clase práctica expositiva y dialogada donde se explican las herramientas básicas que el alumno empleará a lo largo del curso. El docente desarrolla los temas con el apoyo del proyector multimedia disponible. Los alumnos elaboran algoritmos simples en las computadoras provistas por la Unidad Académica bajo la supervisión del profesor a cargo.</p>
2	1	<p>Manejo de matrices y vectores en Matlab. Desarrollo de algoritmos y visualización de resultados.</p> <p>Fundamentos del procesamiento digital de imágenes. Introducción. Sistema visual. Adquisición y formación de imágenes. Muestreo y cuantización. Relaciones entre píxeles. Transformaciones básicas.</p>	<p>Clase práctica expositiva y dialogada en la que el alumno resuelve de manera individual los problemas planteados en la guía correspondiente. Se comparten y se discuten las diferentes soluciones encontradas.</p> <p>Clase teórica expositiva desarrollando los conceptos fundamentales del procesamiento digital de imágenes con el apoyo del proyector multimedia disponible.</p>
3	1-2	<p>Representación interna de imágenes en Matlab. Operaciones con imágenes. Visualización y almacenamiento de resultados.</p> <p>Mejoramiento de imágenes. Procesamiento por puntos. Procesamiento del histograma. Mejoramiento por sustracción y promediado de imágenes.</p>	<p>Clase práctica expositiva y dialogada. El alumno completa el entrenamiento previo necesario acerca de la manipulación de imágenes.</p> <p>Clase teórica expositiva desarrollando conceptos relativos al mejoramiento de imágenes.</p>
4	2	<p>Desarrollo de algoritmos de procesamiento de imágenes basados en la intensidad de un píxel. Tablas de transformación de niveles. Procesamiento basado en las propiedades estadísticas de la distribución de intensidad. Promediado y sustracción de imágenes.</p>	<p>Clase práctica expositiva y dialogada. El docente guía a los alumnos en el desarrollo de los problemas planteados. Se discuten las diferentes soluciones y se analizan los resultados alcanzados en los diferentes casos de prueba.</p>
5	3	<p>Definición y clasificación de diferentes tipos de ruido. Operación de convolución. Filtros espaciales lineales y no lineales. Filtros adaptativos.</p> <p>Estudio de diferentes tipos de ruido en una imagen y caracterización estadística. Desarrollo de un algoritmo de convolución espacial y de filtros pasa bajos.</p>	<p>Clase teórica expositiva desarrollando los conceptos relativos al ruido en imágenes y filtrado espacial.</p> <p>Clase práctica expositiva y dialogada. El docente guía a los alumnos en el desarrollo de los algoritmos planteados. Se comparten y se discuten las diferentes soluciones encontradas en los casos de prueba.</p>

6	3	Desarrollo de diferentes tipos de filtros espaciales lineales y no lineales. Desarrollo de filtros adaptativos.	Clase práctica expositiva y dialogada. El docente guía a los alumnos en el desarrollo de los algoritmos planteados. Se comparten y se discuten las diferentes soluciones encontradas para los casos de prueba planteados
7	4	Introducción a la transformada de Fourier. Transformadas continua y discreta. Extensión al caso bidimensional. Propiedades de la transformada de Fourier. Espectros.  Implementación de la transformada discreta de Fourier. Estudio de analogías y diferencia entre las transformadas continua y discreta.	Clase teórica expositiva desarrollando los conceptos relativos a la transformada de Fourier y su aplicación al procesamiento de señales.  Clase práctica expositiva y dialogada. El docente guía a los alumnos en el desarrollo de algoritmos específicos. Se analizan y discuten los resultados obtenidos para los casos de prueba planteados con el objeto de profundizar los conceptos teóricos.
8	4	Definición de convolución continua y discreta. Teorema de convolución. Discretización de señales y teorema de muestreo. Distorsión en el dominio de Fourier. Transformada rápida de Fourier.  Extensión del algoritmo de la transformada de Fourier al caso bidimensional y aplicación al campo de las imágenes. Análisis de las propiedades de la transformada discreta de Fourier.	Clase teórica expositiva desarrollando los conceptos fundamentales para la discretización y el procesamiento de señales en el dominio de Fourier. Introducción al algoritmo de transformada rápida de Fourier.  Clase práctica expositiva y dialogada. Con el apoyo del docente, los alumnos desarrollan los algoritmos necesarios para la visualización de los espectros de diferentes imágenes. Se discute la interpretación de los resultados obtenidos.
9	4	Desarrollo del algoritmo de convolución discreta. Equivalencia entre filtrado espacial y en el dominio de Fourier. Estudio del proceso de muestreo y reconstrucción de señales. Teorema de muestreo. Distorsión en el dominio de Fourier.	Clase práctica expositiva y dialogada. Los alumnos implementan los algoritmos necesarios para analizar prácticamente el proceso de filtrado, y el muestreo y reconstrucción de señales. Se discuten los diferentes resultados obtenidos para los casos planteados.
10	5	Procesamiento en el dominio frecuencias o Fourier. Descripción y fundamentos. Función respuesta al impulso y función transferencia. Diferentes tipos de filtros pasa bajos y pasa altos. Filtrado homomórfico.	Clase teórica expositiva. Se desarrollan los conceptos fundamentales del procesamiento de señales en el dominio de frecuencias y se introducen diferentes tipos de filtros.
11	5	Desarrollo de diferentes tipos de filtros en el dominio de frecuencias. Análisis de resultados y comparación con los filtros espaciales ya estudiados. Reducción de distorsión en el dominio de frecuencias y de efectos de borde en el dominio espacial.	Clase práctica expositiva y participativa. Los alumnos implementan diferentes filtros en el dominio de frecuencias y se discute la equivalencia con los filtros espaciales. Se diseñan filtros adecuados para reducir las distorsiones observadas, con la guía del docente.

12	6	<p>Definición del proceso de degradación y restauración, y su caracterización mediante la respuesta al impulso y función transferencia. Influencia del ruido. Modelos de degradación conocidos.</p> <p>Desarrollo de modelos de degradación. Filtros de restauración: filtro inverso y de Wiener. Diseños basados en la función de transferencia óptica y respuesta óptica al impulso. Estudio de la influencia del ruido y de errores en el modelo de degradación empleado en el proceso de restauración.</p>	<p>Clase teórica expositiva. Se desarrollan los conceptos fundamentales del proceso de degradación y los objetivos de la restauración de imágenes. Se describe el modelo de degradación como base de las estrategias de restauración y se presentan ejemplos de modelos de degradación conocidos.</p> <p>Clase práctica expositiva y participativa. Los alumnos diseñan los diferentes modelos de degradación y filtros correspondientes con la guía del docente. Se analiza la influencia del ruido y los errores en el modelo empleado en cada caso.</p>
13	7	<p>Definición del proceso de segmentación. Detección de discontinuidades. Determinación de umbrales. Influencia de la iluminación. Umbral global y umbral óptimo. Selección automática del umbral. Segmentación local.</p> <p>Desarrollo de filtros detectores de puntos aislados, de líneas, de bordes y límites. Implementación de filtros de derivada, gradiente, laplaciano. Selección de umbrales globales y locales. Influencia del ruido.</p>	<p>Clase teórica expositiva. Se desarrollan los conceptos fundamentales del proceso de segmentación de imágenes y sus objetivos. Se analizan las herramientas generales y su aplicación en algunos casos de ejemplo.</p> <p>Clase práctica expositiva y participativa. Los alumnos implementan los algoritmos necesarios para realizar la segmentación en diferentes casos de prueba. Se analizan los resultados obtenidos y se discuten las diferentes soluciones halladas.</p>
14	8	<p>Definición de la morfología binaria y operaciones básicas. Dilatación y erosión. Elemento estructurante. Apertura y cierre. Extracción de contornos. Definiciones de borde. Esqueletos.</p> <p>Estudio de las operaciones de erosión, dilatación, apertura y cierre con diferentes elementos estructurantes. Determinación de contornos y esqueletos.</p>	<p>Clase teórica expositiva, desarrollando los conceptos fundamentales de la morfología binaria. Se analizan las operaciones principales y su aplicación en algunos casos de ejemplo.</p> <p>Clase práctica expositiva y participativa. Los alumnos implementan los algoritmos necesarios para aplicar las operaciones estudiadas de morfología binaria en diferentes casos de prueba. Se analizan los resultados obtenidos.</p>

15	9	<p>Representación y descripción.  Esquemas de representación.  Representación de contornos y regiones mediante códigos de cadena, firmas y esqueletos. Descriptores de objetos más conocidos. Descriptores de Fourier. Momentos. Texturas. Descripción estadística y espectral. Suavidad.</p> <p>Determinación de descriptores de objetos: área, longitud de perímetro, circularidad, rectangularidad, esqueletos, momentos. Descriptores de textura.</p>	<p>Clase teórica expositiva, desarrollando los conceptos fundamentales de la representación y descripción de imágenes. Se presentan los diferentes esquemas de representación y descriptores más generales. Se estudian métodos de descripción de texturas.</p> <p>Clase práctica expositiva y participativa. Los alumnos implementan los algoritmos necesarios para evaluar los diferentes descriptores estudiados con el apoyo del docente. Se analizan los resultados obtenidos para diferentes casos de prueba.</p>
----	---	---	---