

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
División de Ingeniería Eléctrica	Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales	

## Filtros Detectores de Bordes

**N° de práctica: 7**

<b>Nombre completo del alumno</b>		<b>Firma</b>
<b>N° de cuenta:</b>	<b>Fecha de elaboración:</b>	<b>Grupo:</b>

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Autorizado por:</b>	<b>Vigente desde:</b>
Dr. Ernesto Moya Albor			Agosto 2015

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
División de Ingeniería Eléctrica	Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales	

## 1. Seguridad en la ejecución

	Peligro o Fuente de energía	Riesgo asociado
1		
2		
3		

## 2. Objetivo

Aplicar las técnicas de detección de bordes (enfoque diferencial) como paso intermedio a la segmentación de las imágenes médicas.

## 3. Introducción

### ❖ Marco teórico

#### Primera Derivada de Gaussiana

Son filtros basados en la discretización de la primera derivada de la función Gaussiana. Una discretización de la primera derivada de la función Gaussiana se puede aproximar por medio de los coeficientes binomiales.

El filtro detector de bordes de primera derivada de Gaussiana se obtiene de la siguiente forma:

*dirección x:*

$$b_0^N \ast b_1^N$$

$$([orden0]' \ast [orden1])$$

*dirección y:*

$$b_1^N \ast b_0^N$$

$$([orden1]' \ast [orden0])$$



# Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas

División de Ingeniería Eléctrica

Laboratorio de Cómputo para el  
Procesamiento de Señales

## Filtro Laplaciano (segunda derivada)

Los filtros Laplacianos se definen de acuerdo a la siguiente función:

$$f(x,y) \rightarrow \nabla^2 f(x,y) = \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2}$$

## Laplaciano de Gaussiana

Otra forma de definir al filtro de segunda derivada es usando el filtro Laplaciano de Gaussiana (**LoG**).

El filtro Laplaciano de Gaussiana se define en función de la segunda derivada de la función Gaussiana de la siguiente forma:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \\ \frac{\partial^2}{\partial y^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x,y) \\ f(x,y) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \\ \frac{\partial^2}{\partial y^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x,y) \\ f(x,y) \end{bmatrix}$$

En este caso el operador diferencial de segundo orden se define mediante:

$$\nabla^2(f(x)) = f(x) - 2f(x-1) + f(x-2)$$

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
División de Ingeniería Eléctrica	Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales	

## ❖ Conceptos clave

### Gradiente de una imagen

La magnitud del gradiente de una imagen se obtiene de la siguiente forma:

$$G = \sqrt{G_R^2 + G_C^2}$$

donde

$G_R$  .- es el gradiente a través de los renglones.

$G_C$  .- es el gradiente a través de las columnas.

La fase del gradiente de una imagen se obtiene de la siguiente forma:

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{G_R}{G_C} \right)$$

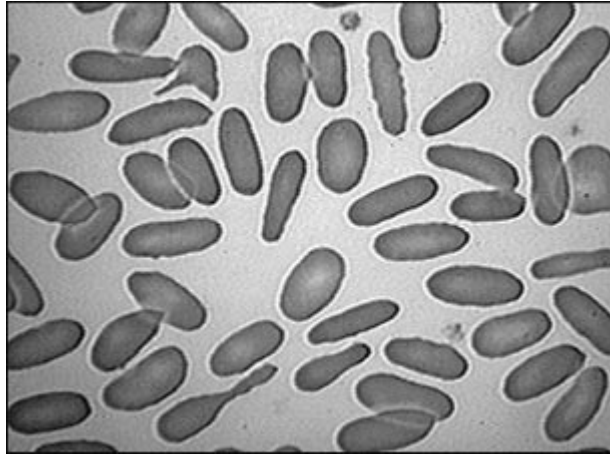
## 5. Ejemplos

### ❖ Ejemplo 1

*Filtro de Sobel*

a) Visualiza la imagen “globulos.jpg”.

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
<p style="text-align: center;">División de Ingeniería Eléctrica</p>	<p style="text-align: center;">Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales</p>	



b) Efectúa el filtrado (realizando la convolución en 2 dimensiones) de la imagen anterior con los filtros detectores de bordes siguientes:

**Sobel** en la dirección **x** (se obtendrá el gradiente renglón)

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

**Sobel** en la dirección **y** (se obtendrá el gradiente columna)

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

c) Visualiza los resultados.

d) Obtén la magnitud del gradiente.

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
División de Ingeniería Eléctrica	Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales	

## ❖ Ejemplo 2

### *Binarización del Gradiente*

- a) Binariza el gradiente  $G$  usando un umbral definido por ti y muestra el resultado.
- b) Agrega ruido del tipo Gaussiano a la imagen original con media 0 y varianza 0.025 y repite el procedimiento anterior convolucionando la imagen ruidosa con los filtros de Sobel.

## 7. Ejercicios a realizar

### ❖ Ejercicio 1

#### *Primera Derivada de Gaussiana*

- a) Escribe una función que tenga como argumentos el tamaño del filtro y que devuelva la matriz que contenga la máscara de convolución del filtro detector de bordes de primer orden.
- b) Realiza la convolución del filtro detector de bordes de  $7 \times 7$  de primer orden (obtenido con la función realizada) con la imagen en las direcciones  $x$  e  $y$ . Posteriormente obtén el gradiente.
- c) Visualiza las imágenes resultantes.
- d) Repite el procedimiento anterior convolucionando la imagen ruidosa con los filtros obtenidos por medio de la función. Explica cómo afecta el ruido al detectar los bordes con este tipo de filtros.

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
División de Ingeniería Eléctrica	Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales	

## ❖ Ejercicio 2

### *Filtro Laplaciano*

a) Convoluciona la imagen con el filtro y muestra la imagen resultante:

$$L = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

## ❖ Ejercicio 3

### *Segunda Derivada de Gaussiana*

a) Escribe una función que tenga como argumentos el tamaño del filtro y que devuelva la matriz que contenga la máscara de convolución del filtro detector de bordes de segundo orden.

b) Realiza la convolución con el filtro Laplaciano de Gaussiana de 7x7 (obtenido con la función realizada) con la imagen. Visualiza la imagen resultante.

c) Repite el procedimiento anterior convolucionando la imagen ruidosa con el filtro Laplaciano (L) y el filtro Laplaciano de Gaussiana. Explica cómo afecta el ruido al detectar los bordes con estos tipos de filtros.

## ❖ Ejercicio 4

### *Filtro de Canny*

a) Investiga los pasos del filtro detector de bordes de Canny.

b) Implementa el filtro de Canny y muestra los resultados obtenidos en la imagen “globulos.jpg”.

c) Repite el procedimiento con la imagen con ruido.

	<h1 style="text-align: center;">Manual de Prácticas Procesamiento Digital de Imágenes Médicas</h1>	
División de Ingeniería Eléctrica	Laboratorio de Cómputo para el Procesamiento de Señales	

## 8. Referencias

- ❖ Digital Image Processing, González, R.C , Woods, P., Addison Wesley, 1992
- ❖ MATLAB Documentation:  
<http://www.mathworks.com/help/matlab/>