

TEMA 13

REGISTRO Y PROCESADO DE IMÁGENES CLÍNICAS

Grado en Óptica y Optometría
Curso 2010-2011

Pas García Martínez

Amparo Pons Martí

UNIDAD 4

TÉCNICAS DE MANIPULACIÓN DE IMÁGENES

- Transformaciones de intensidad. Histograma.
- Análisis y restauración de imágenes con ruido.
- Filtros locales: Texturas y bordes.
- Segmentación de imágenes

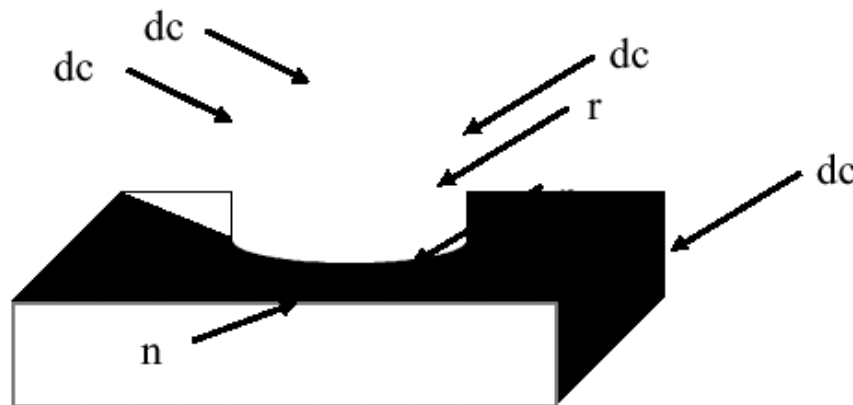
Transformar una imagen digital con el fin de mejorar su visualización, realzarla o medir ciertos parámetros

Tema 13.- Filtraje de extracción de bordes.

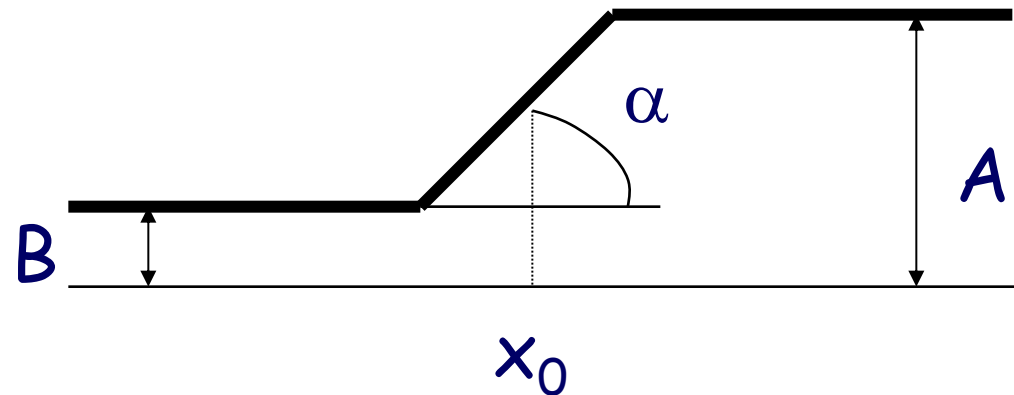
- Definición de un borde.
- Extracción de bordes.
- Operadores Gradiente y Derivada.
- Filtro LoG (Laplacian of Gaussian).
- Máscaras de realce.

DEFINICIÓN DE UN BORDE

- ⇒ Cualquier discontinuidad que sufre alguna función de intensidad sobre los puntos de la misma
- ⇒ Tipos de bordes:
 - ⇒ Cambio brusco en la distancia cámara-objeto (dc)
 - ⇒ Cambio en la normal del objeto (n)
 - ⇒ Cambio en la reflectancia del objeto (r)
 - ⇒ Cambio en la proyección de la luz incidente (s)



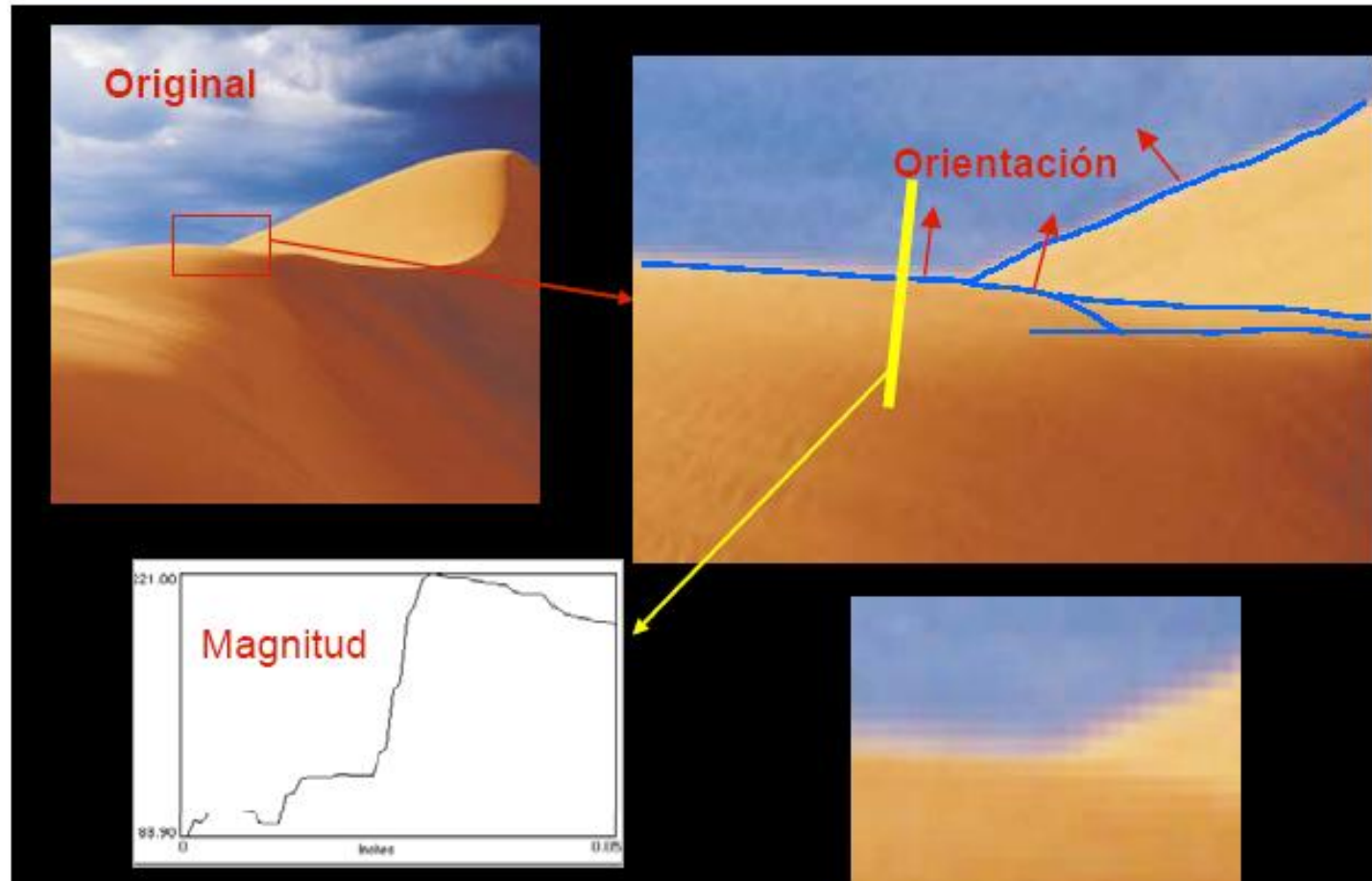
DEFINICIÓN DE UN BORDE



Parámetros

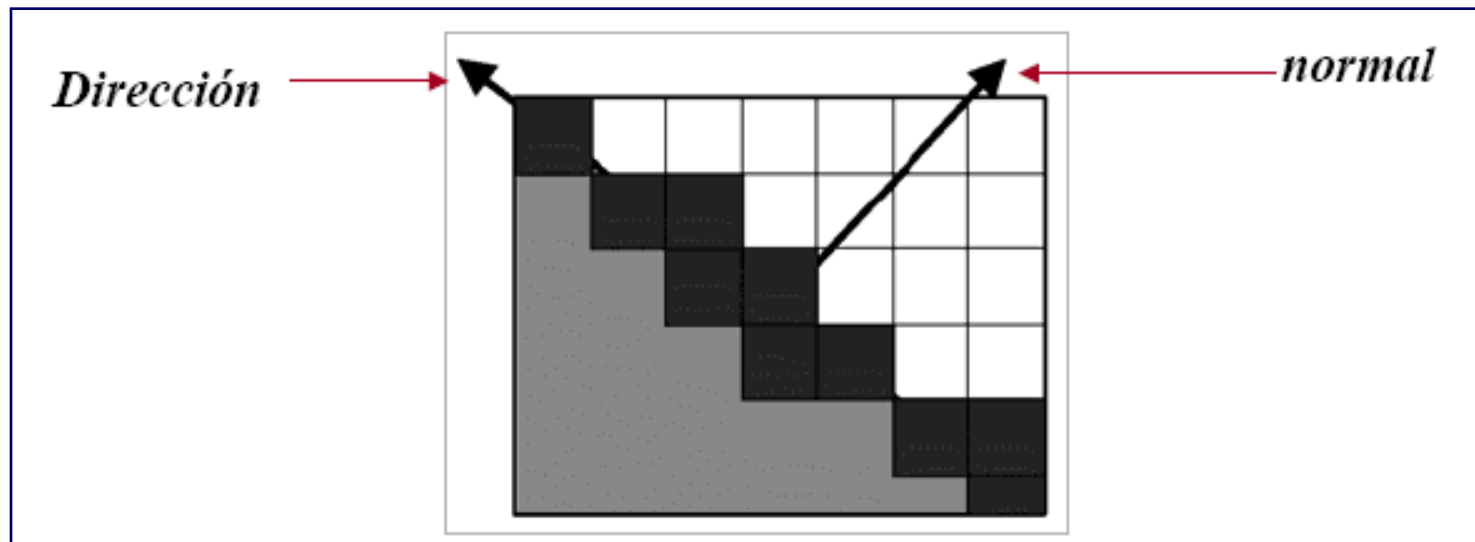
- variación de intensidad $H=A-B$
- ángulo de inclinación de la rampa α
- coordenada horizontal punto medio x_0

DEFINICIÓN DE UN BORDE



DEFINICIÓN DE UN BORDE

- Normal: Vector unitario en la dirección de máxima variación de intensidad
- Dirección: Vector unitario perpendicular al vector normal



EXTRACCIÓN DE BORDES

Son filtros espaciales que producen un realzado de los bordes que aparecen en la imagen (tienden a resaltar las altas frecuencias). Marcan más la diferencia entre el píxel procesado y los de su vecindad.

Se utilizan para resaltar pequeños detalles, mejoran el aspecto de imágenes borrosas.

Muy útiles para identificar objetos dentro de un entorno.

La imagen a procesar no debe presentar ruido.

EXTRACCIÓN DE BORDES

Operadores basados en máscaras direccionales

5	-3	-3
5	0	-3
5	-3	-3

E (180°)

-3	-3	-3
5	0	-3
5	5	-3

NE (225°)

-3	-3	-3
-3	0	-3
5	5	5

N (270°)

-3	-3	-3
-3	0	5
-3	5	5

NW (315°)

-3	-3	5
-3	0	5
-3	-3	5

W (0°)

-3	5	5
-3	0	5
-3	-3	-3

SE (45°)

5	5	5
-3	0	-3
-3	-3	-3

S (90°)

5	5	-3
5	0	-3
-3	-3	-3

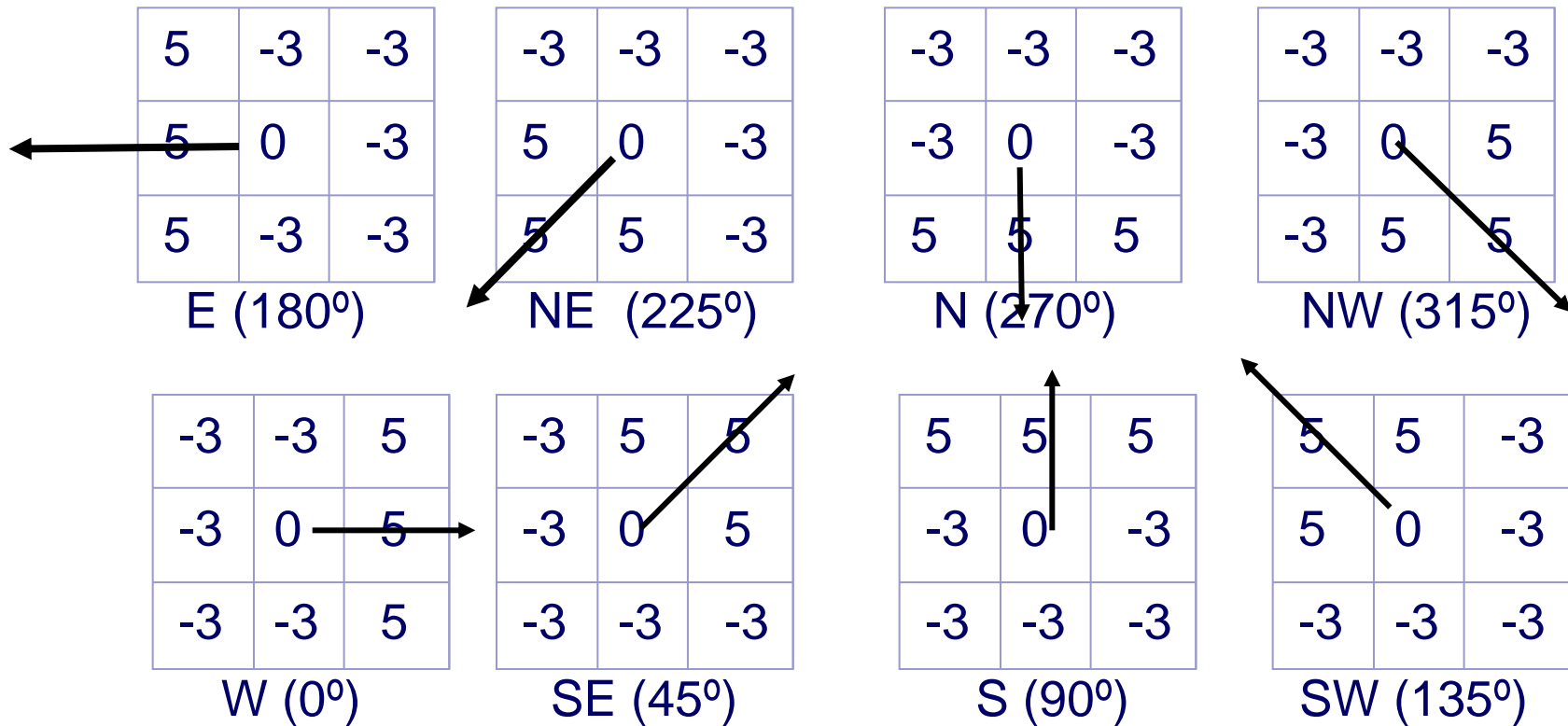
SW (135°)

Máscaras orientadas de Kirsch

EXTRACCIÓN DE BORDES

NOTACIÓN: E(dirección del borde)

Operadores basados en máscaras direccionales



Máscaras orientadas de Kirsch

EXTRACCIÓN DE BORDES

Operadores basados en máscaras direccionales

5	-3	-3
5	0	-3
5	-3	-3

E (180°)



Imagen original

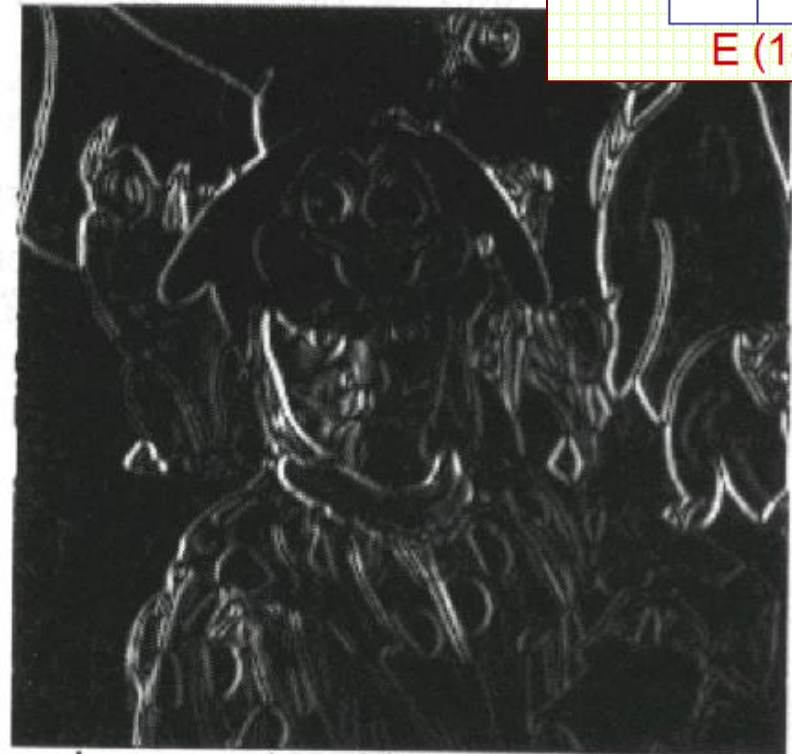


Imagen obtenida con Kirsch E

EXTRACCIÓN DE BORDES

Operadores basados en máscaras direccionales

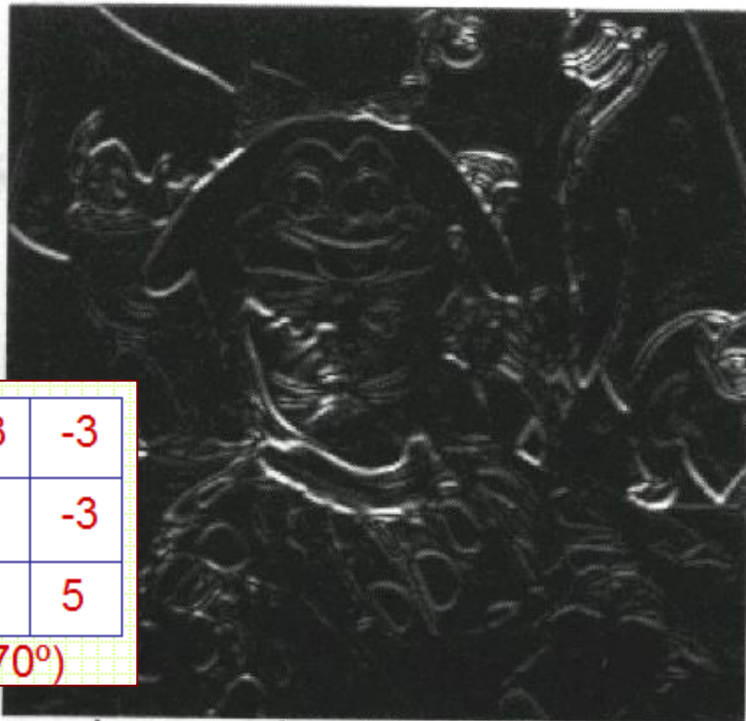


Imagen obtenida con Kirsch N

-3	-3	-3
-3	0	-3
5	5	5

N (270°)

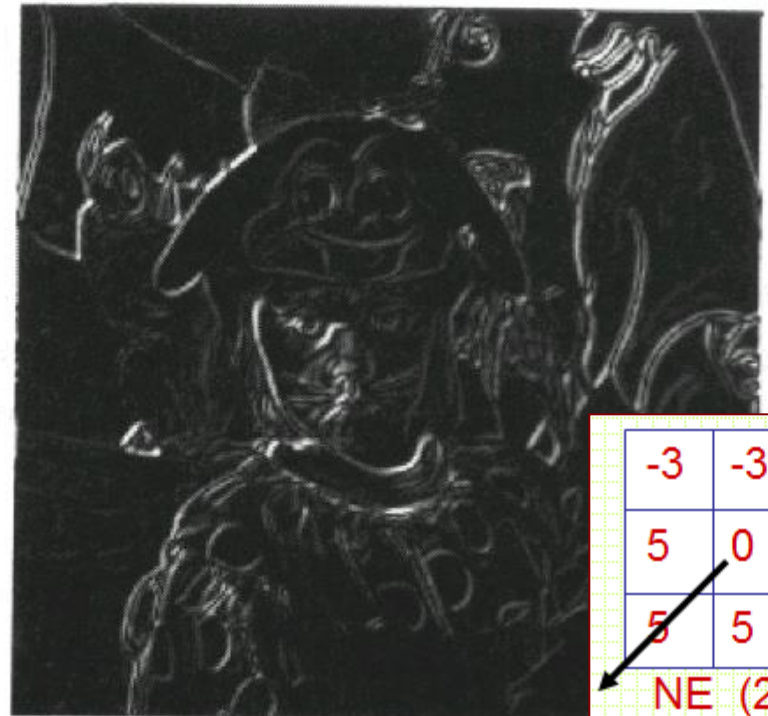


Imagen obtenida con Kirsch N-E

-3	-3	-3
5	0	-3
5	5	-3

NE (225°)

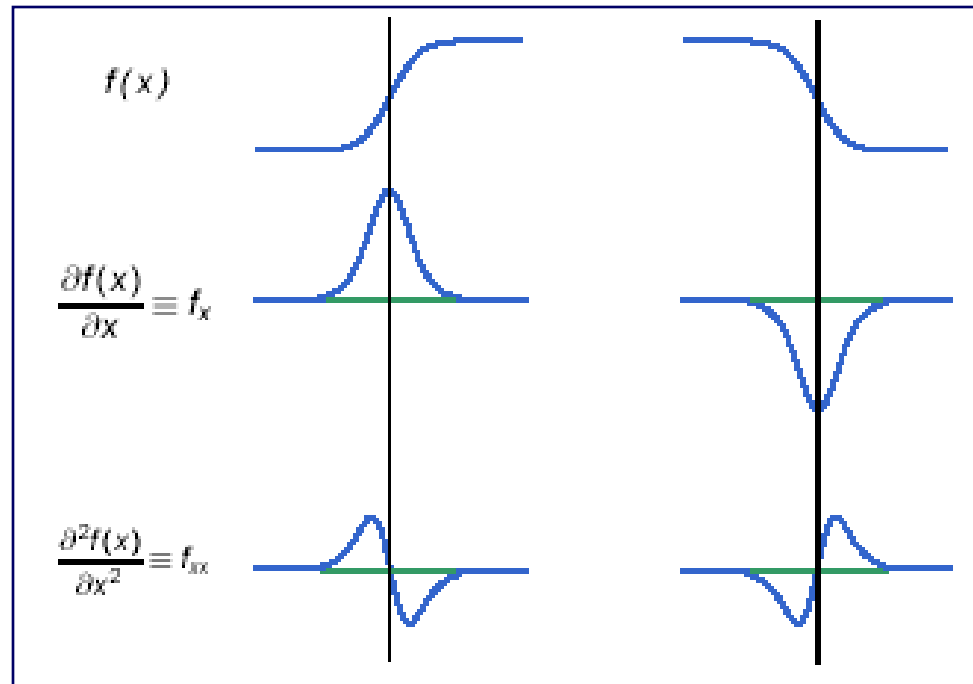
OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

La derivada mide la rapidez con que varía una magnitud.

La derivada es distinta de cero siempre que haya variación de nivel de gris entre píxeles adyacentes.

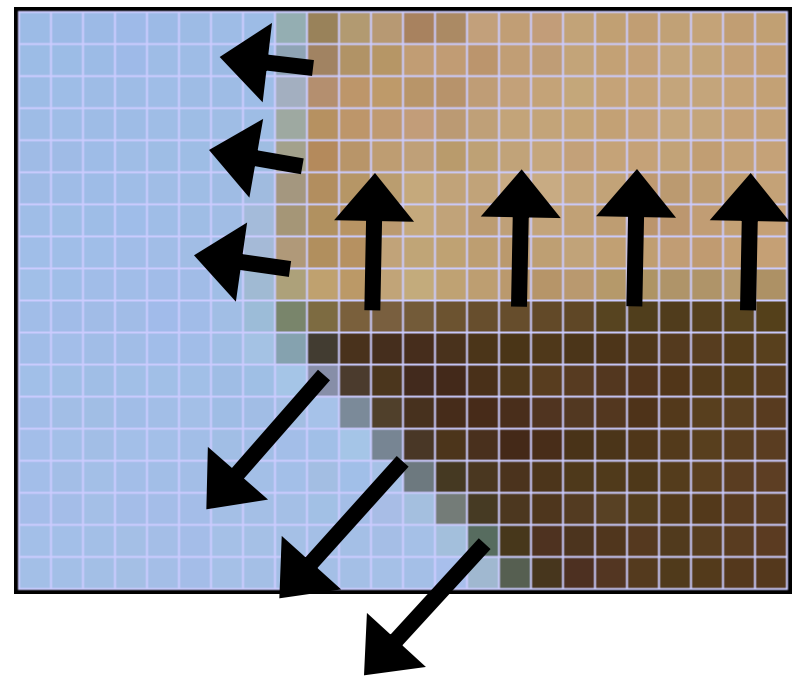
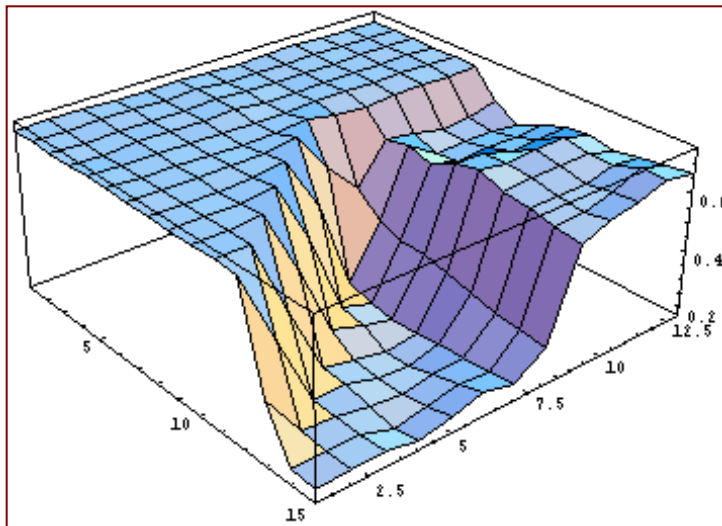
La derivada es nula en zonas cuyo nivel de gris sea constante.

$$\nabla f(x,y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f(x,y) \\ \frac{\partial}{\partial y} f(x,y) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x(x,y) \\ f_y(x,y) \end{bmatrix}$$



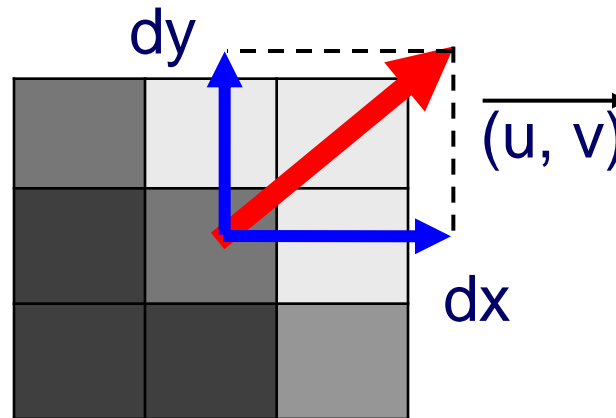
OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

- El Gradiente indica la dirección de máxima variación de una función (en 2D, la máxima pendiente)



OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

- El Gradiente en un punto es un vector $\overrightarrow{(u, v)}$:
 - Ángulo**: dirección de la máxima variación.
 - Magnitud**: intensidad de la variación.



- El **gradiente** está relacionado con las **derivadas**:
 - ☐ u = Derivada en X del punto
 - ☐ v = Derivada en Y del punto
 - ☐ Teniendo dy y dx , ¿cuánto vale el ángulo y la magnitud?

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

■ Cálculo del gradiente:

- Calcular **derivada en X**: f_x
- Calcular **derivada en Y**: f_y
- **Magnitud** del gradiente: $\sqrt{f_x^2 + f_y^2}$
- **Ángulo** del gradiente: $\arctan(f_y / f_x)$

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

- El gradiente da lugar al concepto de **borde**.
- Un **borde** en una imagen es una curva a lo largo de la cual el gradiente es máximo.



El borde es perpendicular a la dirección del gradiente.

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador Gradiente ROBERTS

$$\nabla f(x, y) \approx \sqrt{[f(x, y) - f(x+1, y+1)]^2 + [f(x+1, y) - f(x, y+1)]^2}$$

Aproximaciones a diferencias de luminancias entre píxeles adyacentes

⇒ Gradiente de Roberts



Roberts (1965) definió esas máscaras para obtener buena respuesta ante los bordes diagonales

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

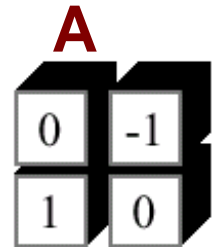
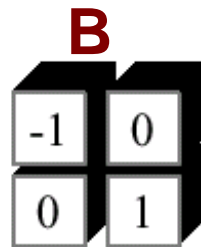
Operador Gradiente ROBERTS

$$g(x, y) = \sum_{m, n} f(x + m, y + n)h(m, n) = f(x, y)h(0, 0) + f(x + 1, y)h(1, 0) + f(x, y + 1)h(0, 1) + f(x + 1, y + 1)h(1, 1)$$

$$g_B(x, y) = -f(x, y) + f(x + 1, y + 1)$$

$$g_A(x, y) = -f(x, y + 1) + f(x + 1, y)$$

⇒ Gradiente de Roberts



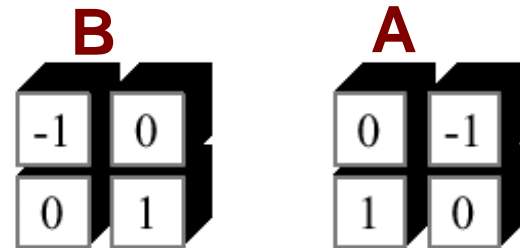
OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador Gradiente ROBERTS

$$g_B(x, y) = -f(x, y) + f(x+1, y+1)$$

$$g_A(x, y) = -f(x, y+1) + f(x+1, y)$$

⇒ Gradiente de Roberts



$$\nabla f(x, y) \approx \sqrt{[f(x, y) - f(x+1, y+1)]^2 + [f(x+1, y) - f(x, y+1)]^2}$$


$$-g_B(x, y)$$

$$g_A(x, y)$$


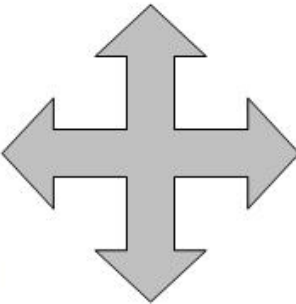

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

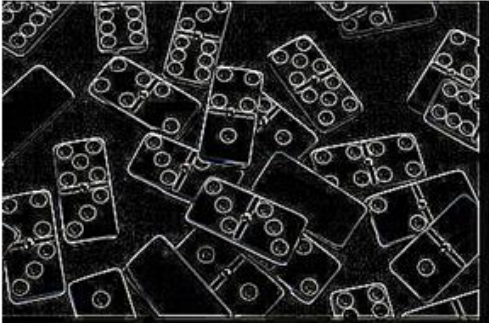
Operador Gradiente ROBERT (otra definición)

$$\frac{\partial f}{\partial x} \cong f \otimes \begin{bmatrix} 1 & -1 \end{bmatrix}$$



$$\frac{\partial f}{\partial y} \cong f \otimes \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$



$$\|\nabla f\| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador Gradiente ROBERTS



OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador Gradiente PREWITT:

⇒ Operador de Prewitt

-1	-1	-1	-1	0	1
0	0	0	-1	0	1
1	1	1	-1	0	1

Detector Horizontal

Detector Vertical

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador Gradiente ROBERTS y PREWITT



Roberts filter

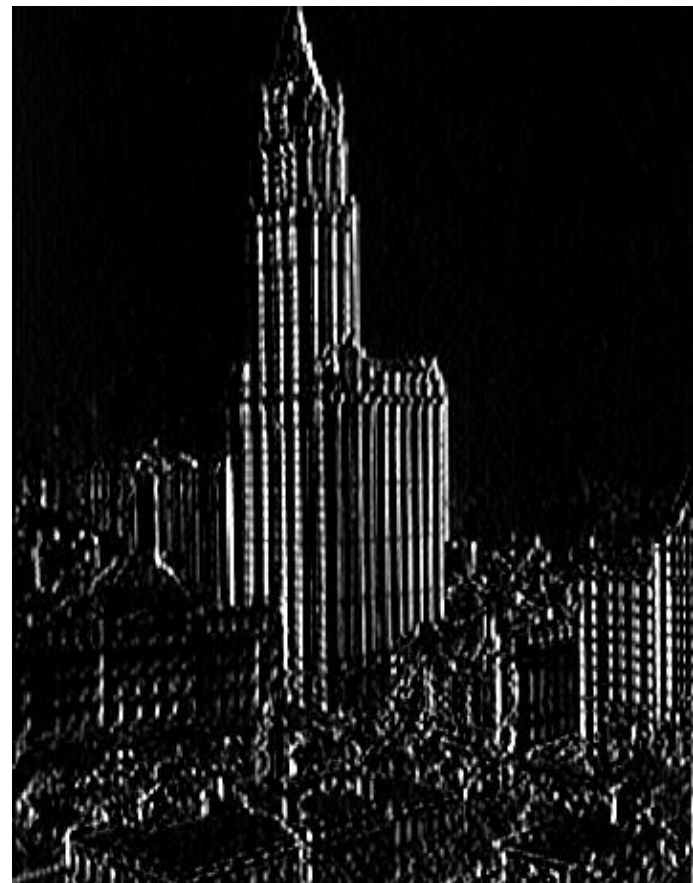


Prewitt filter

Prewitt: los bordes principales se marcan más

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Prewitt: gradiente vertical



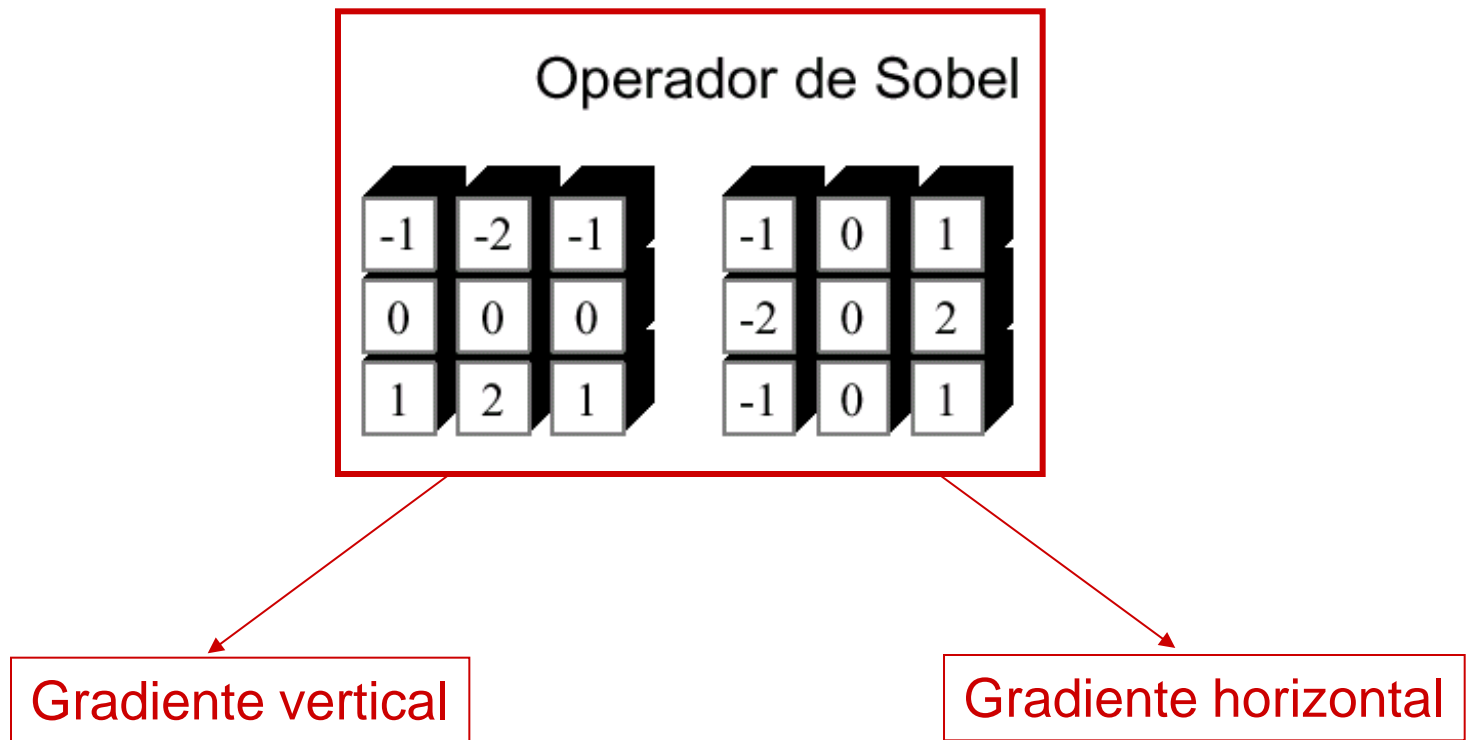
OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Prewitt: gradiente horizontal



OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador de SOBEL

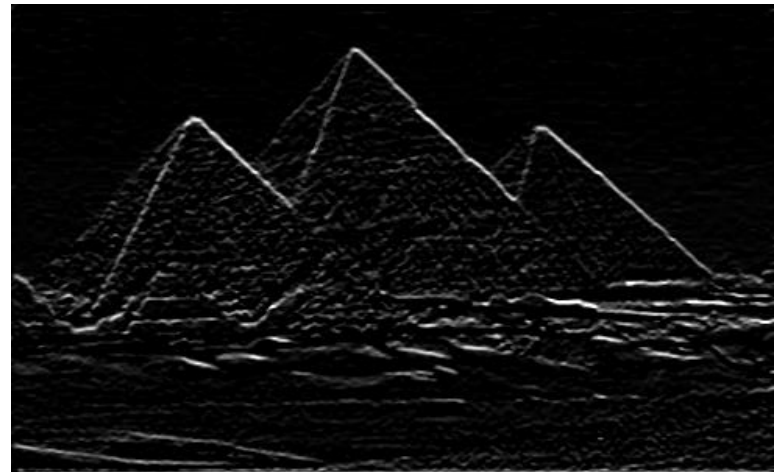


OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador de SOBEL

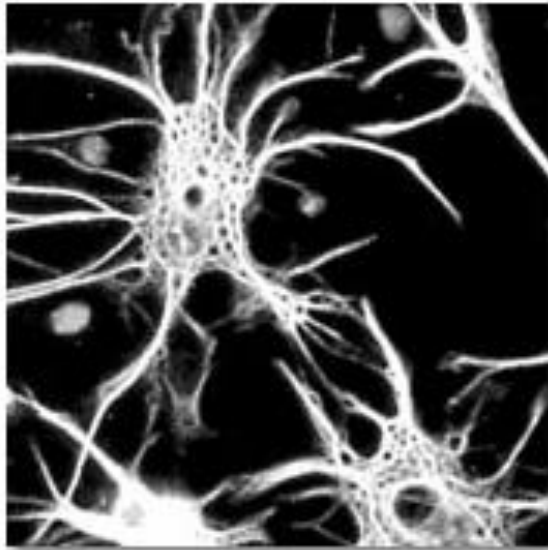


Sobel: gradiente horizontal



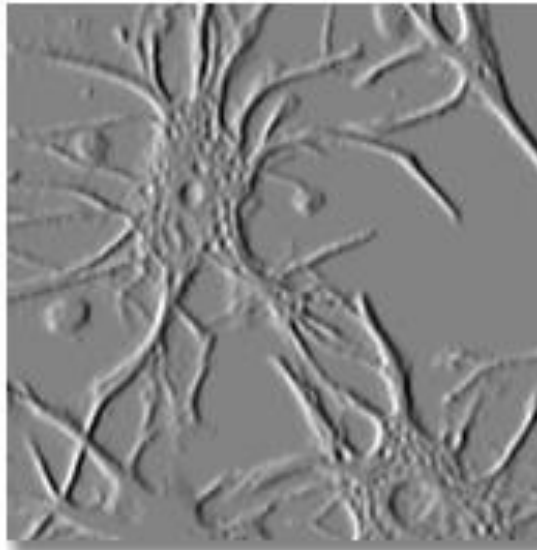
OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

Operador de SOBEL



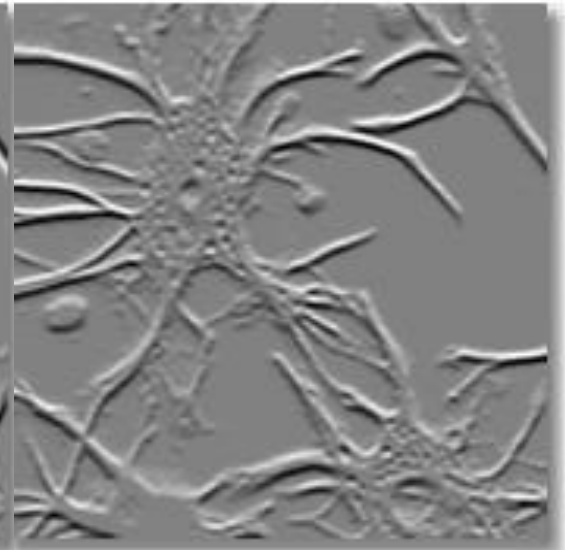
Choose A Specimen

Rat Neurons (FL)



Sobel Operation

Vertical Edges



Sobel Operation

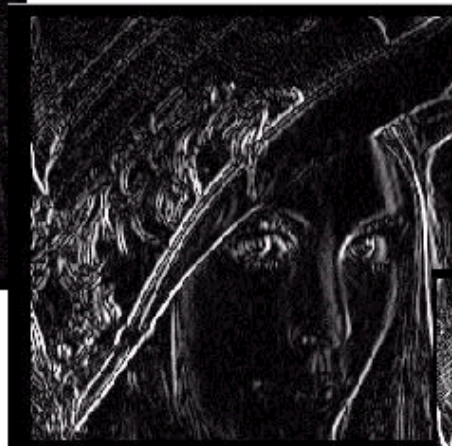
Horizontal Edges

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

⇒ Ejemplos de operadores derivada



Detector horizontal



Detector vertical



Detector de Sobel



OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

LAPLACIANA: Operadores Derivada de Segundo Orden

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

En el dominio discreto, las derivadas son aproximaciones:

$$f_x(x, y) \approx G_f(x, y) = f(x+1, y) - f(x, y)$$



$$f_{xx}(x, y) = \frac{\partial}{\partial x} f_x(x, y) \cong G_f(x+1, y) - G_f(x, y) = f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y)$$

$$f_{yy}(x, y) = \frac{\partial}{\partial y} f_y(x, y) \cong f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1)$$

OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

LAPLACIANA: Operadores Derivada de Segundo Orden

$$\nabla^2 f(x, y) \approx -[f(x+1, y) - 2f(x, y) + f(x-1, y)] + \\ -[f(x, y+1) - 2f(x, y) + f(x, y-1)]$$

Operador laplaciano

0	0	0
-1	2	-1
0	0	0

+

0	-1	0
0	2	0
0	-1	0

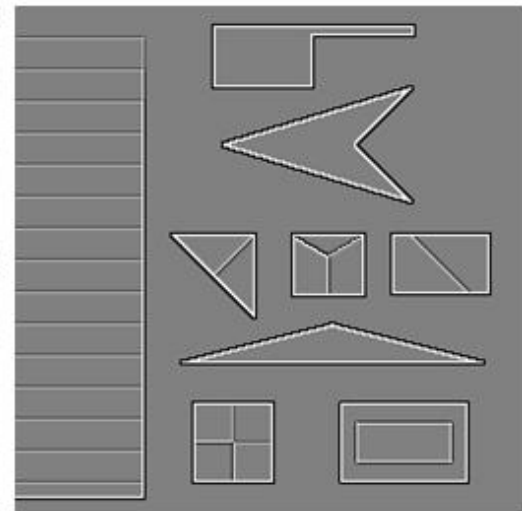
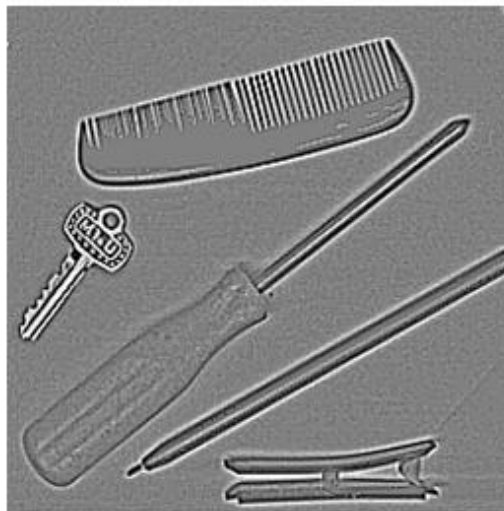
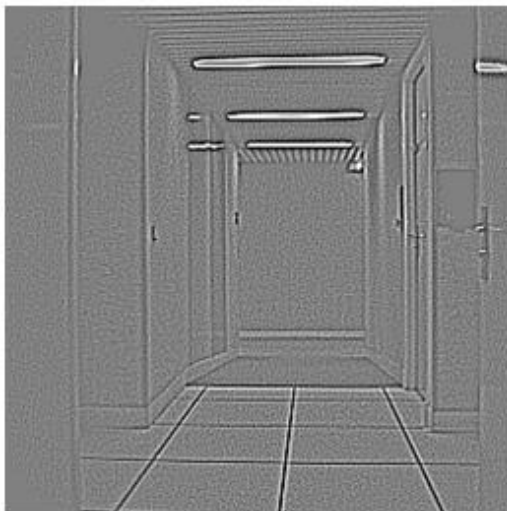
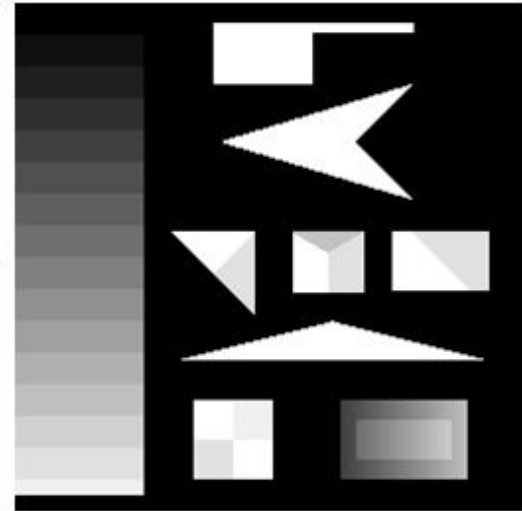
=

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

- Mejor que los operadores de primera derivada para imágenes con variaciones de intensidad poco abruptas.
- Más sensibilidad al ruido.

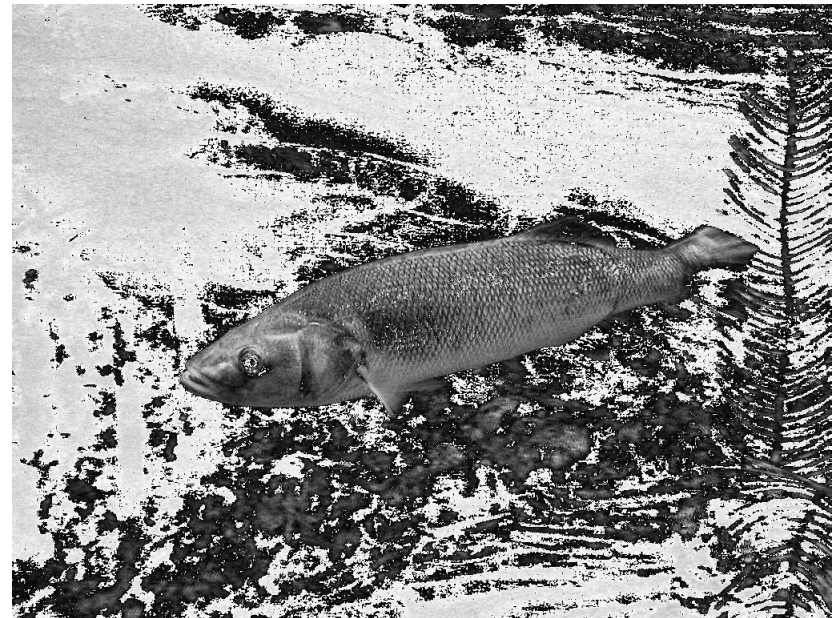
OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

LAPLACIANA



OPERADORES GRADIENTE Y DERIVADAS

LAPLACIANA: Operadores Derivada de Segundo Orden



- Nuevo Operador laplaciano

0	-1	0
-1	8	-1
0	-1	0

FILTRO LoG (Laplacian of Gaussian)

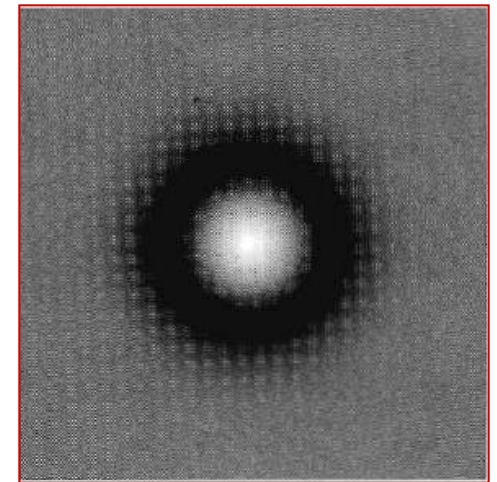
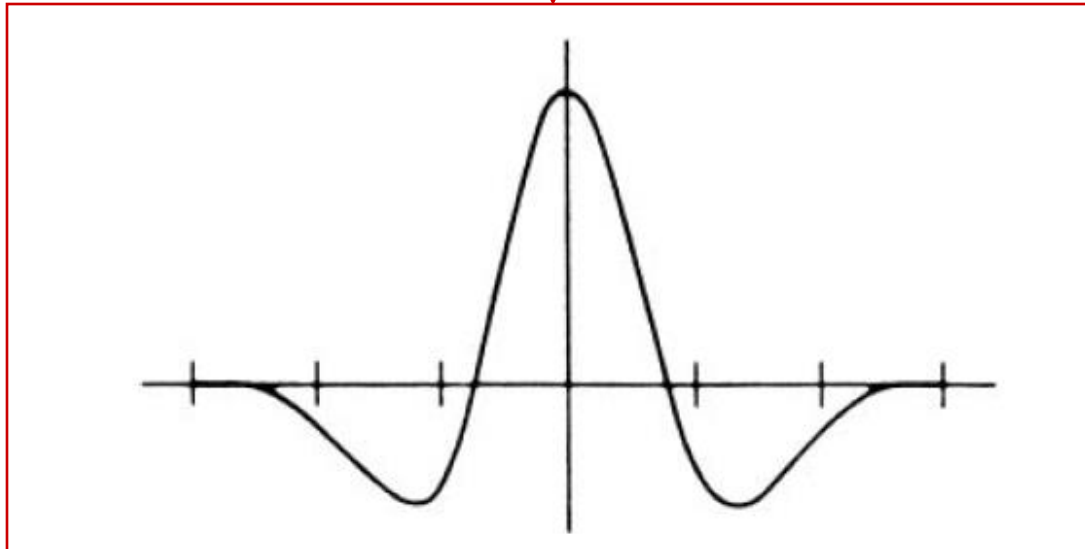
Combinación de un filtro Gaussiano previo a la aplicación de la Laplaciana

$$LoG(x, y) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \left[1 - \frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2} \right] e^{-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma^2}}$$

- Cuando la imagen es uniforme, LoG da cero.
- Si hay algún cambio de gris en las zonas oscuras, LoG > 0
- Si hay algún cambio de gris en las zonas claras, LoG < 0

FILTRO LoG (Laplacian of Gaussian)

Este filtro se puede aproximar a la convolución de la imagen con una respuesta impulsional



“Mexican Hat Filter”

Sección 1D de la respuesta impulsional en el dominio continuo

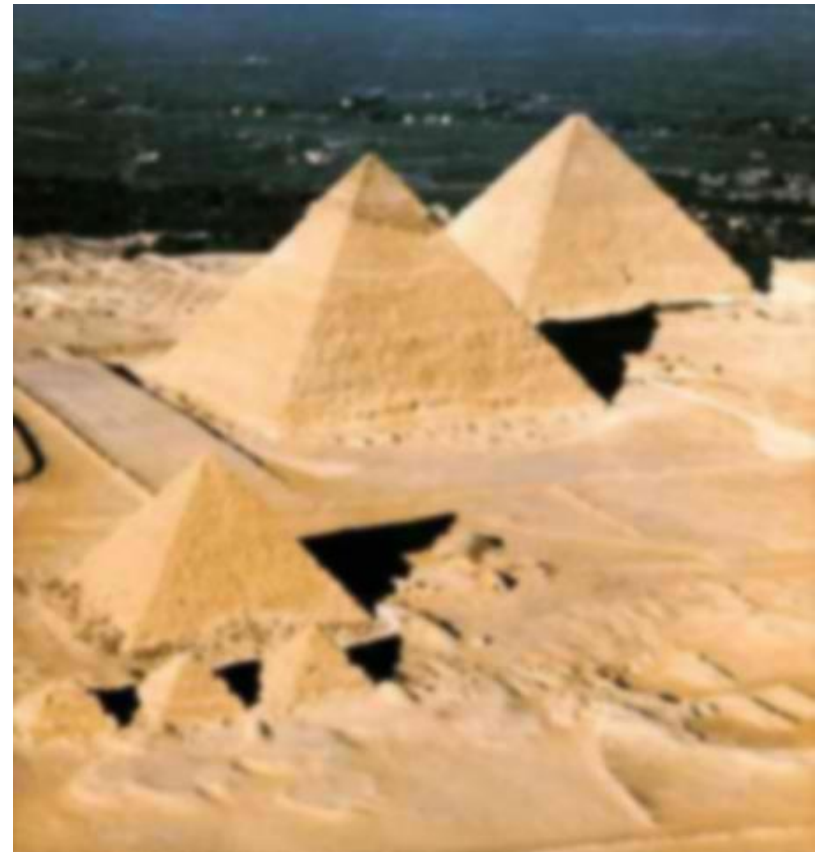
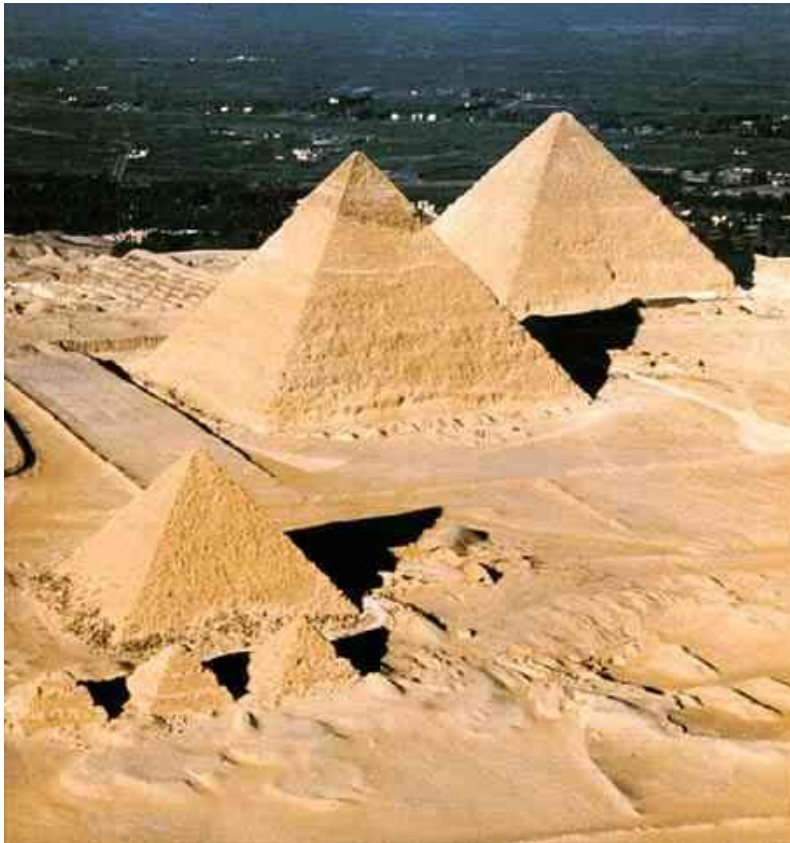
FILTRO LoG (Laplacian of Gaussian)

Imágenes en niveles de gris:



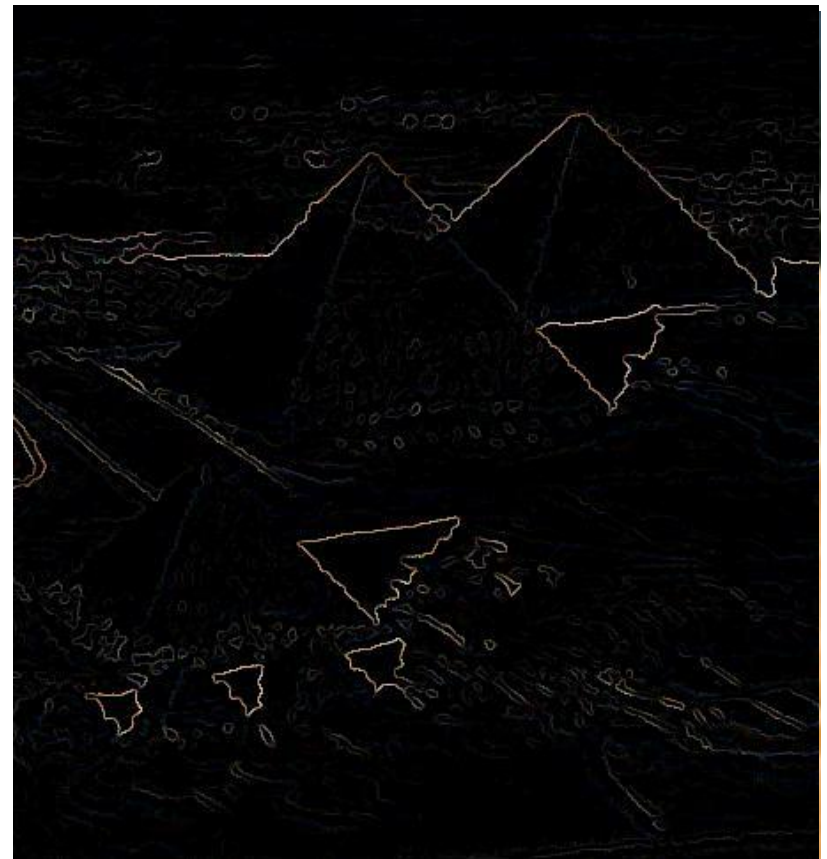
FILTRO LoG (Laplacian of Gaussian)

Imágenes en color: El filtro se aplica al canal R, G y B por separado. Posteriormente se recombinan (SUMA) de nuevo



FILTRO LoG (Laplacian of Gaussian)

Imágenes en color: El filtro se aplica al canal R, G y B por separado. Posteriormente se recombinan (SUMA) de nuevo



MASCARAS DE REALCE

Convolución con distintas máscaras da como resultado un **Filtraje Pasa-Alta**

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Máscara 1

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Máscara 2

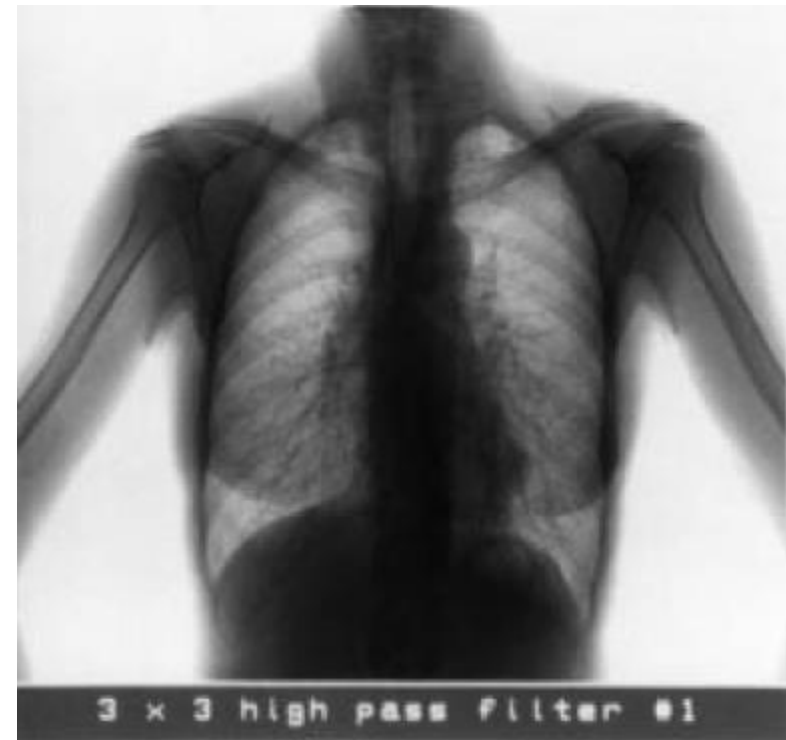
1	-2	1
-2	5	-2
1	-2	1

Máscara 3

Propiedad: La suma de sus elementos es igual a la unidad, así se evita cambios de iluminación

MASCARAS DE REALCE

Convolución con distintas máscaras da como resultado un **Filtraje Pasa-Alta**



0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

Máscara 1

MASCARAS DE REALCE

Convolución con distintas máscaras da como resultado un **Filtraje Pasa-Alta**

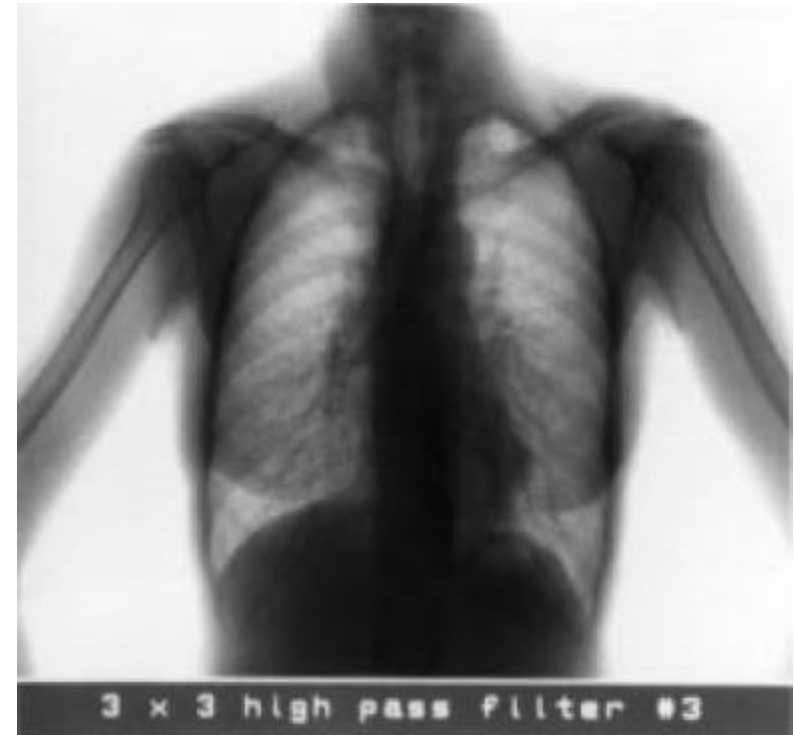


-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

Máscara 2

MASCARAS DE REALCE

Convolución con distintas máscaras da como resultado un **Filtraje Pasa-Alta**



1	-2	1
-2	5	-2
1	-2	1

Máscara 3