

# Bordes

Araguás, Gastón   Redolfi, Javier

20 de mayo de 2020

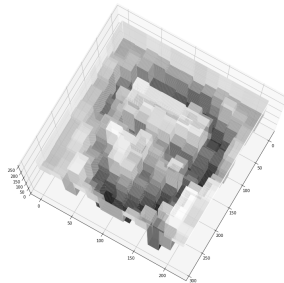
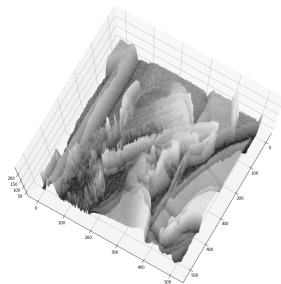
# Características

## Puntos de interés de una imagen



# Características

Imagen como matriz de intensidades



# Tipo de características

## Bordes

Puntos que están en la frontera entre dos regiones de diferente color (intensidad).

# Tipo de características

## Bordes

Puntos que están en la frontera entre dos regiones de diferente color (intensidad).

## Esquina o Puntos de interés

Puntos de la imagen donde el cambio de color se dá en las dos dimensiones.

# Tipo de características

## Bordes

Puntos que están en la frontera entre dos regiones de diferente color (intensidad).

## Esquina o Puntos de interés

Puntos de la imagen donde el cambio de color se da en las dos dimensiones.

## Blobs

Regiones estables (de color o textura uniforme) de la imagen.

# Bordes

## Bordes

Puntos que están en la frontera entre dos regiones de diferente color (intensidad).

Producidos principalmente por

# Bordes

## Bordes

Puntos que están en la frontera entre dos regiones de diferente color (intensidad).

Producidos principalmente por

- Discontinuidades en la profundidad de un objeto.
- Cambios de orientación de sus superficies.
- Cambios de material o textura.



# Bordes

## Bordes

Puntos que están en la frontera entre dos regiones de diferente color (intensidad).

Producidos principalmente por

- Discontinuidades en la profundidad de un objeto.
- Cambios de orientación de sus superficies.
- Cambios de material o textura.

## Detección

La existencia de un borde implica fluctuación en el brillo, por lo que se usa la **derivada discreta** (primera y segunda) para detectarlo.

# Detector de Bordes

## Qué se busca de un detector de bordes

- Baja respuesta a regiones uniformes.
- Isotropía, independencia a la orientación del borde.
- Baja detección de falsos bordes (falsos positivos).
- Baja pérdida de bordes.
- Respuesta única.

# Detector de Bordes

## Detectores de Primera Derivada

- Diferencias
- Roberts
- Prewitt
- Sobel

# Detector de Bordes

## Detectores de Primera Derivada

- Diferencias
- Roberts
- Prewitt
- Sobel

## Detectores de Segunda Derivada

- Laplaciano de Gaussiano (LoG)

# Detectores de Primera Derivada

El operador de la primera derivada se define como

$$G[f(x, y)] = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} f(x, y) \\ \frac{\partial}{\partial y} f(x, y) \end{bmatrix} \quad (1)$$

que en su versión discreta es

$$G_x = f(x + 1, y) - f(x, y) \quad (2)$$

$$G_y = f(x, y + 1) - f(x, y) \quad (3)$$

La derivada obtenida consta de dos imágenes

$$G(I) = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} I = \begin{bmatrix} I_x \\ I_y \end{bmatrix} = \nabla I \quad (4)$$

Si se necesita representar con una única imagen es usual combinar ambas usando la norma  $L_2$

$$\|\nabla I\|_{L_2} = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \quad (5)$$

# Detectores de Primera Derivada

El cálculo discreto de estas derivadas se realiza utilizando “máscaras” para convolucionar con la imagen. ( $G * I$ )

## Algunas máscaras para cálculo de 1era Derivada

a) Diferencias, b) Roberts, c) Prewitt.

$$\text{a) } M_{G_x} = \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \quad M_{G_y} = \begin{bmatrix} -1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{b) } M_{G_x} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad M_{G_y} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

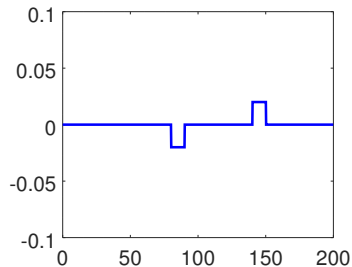
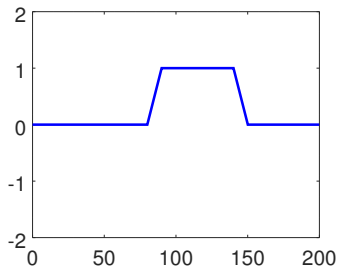
$$\text{c) } M_{G_x} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad M_{G_y} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

# Detección de Borde - 1D

Considerando una fila de la imagen

$$I(x, cte)$$

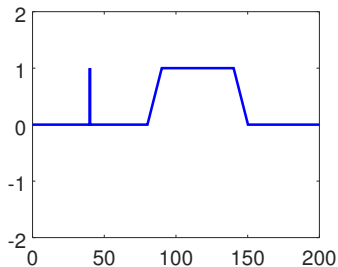
$$I' = D_x(I(x, cte)) = D_x * I(x, cte)$$



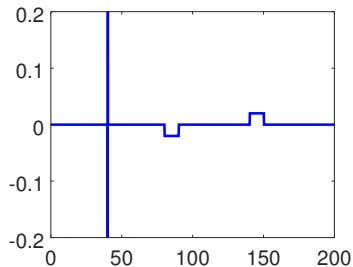
# Detección de Borde - 1D

Agregando ruido ...

$$I_r = I(x, cte) + \nu$$



$$I' = D_x(I_r) = D_x * I_r$$





# Filtro Gaussiano - 1D

Se puede suprimir el ruido mediante suavizado o filtrado Gaussiano

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

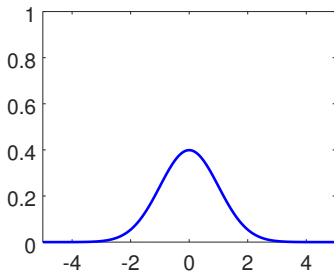
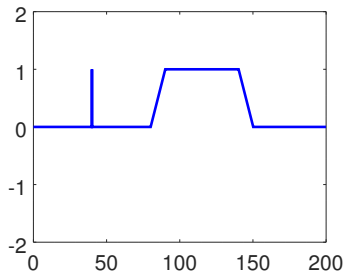


Figura: Función gaussiana de media 0 y  $\sigma = 1$

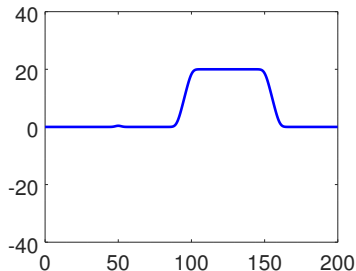
# Filtro Gaussiano

Convolución entre un kernel Gaussiano y la imagen

$$I_r = I(x,cte) + \nu$$



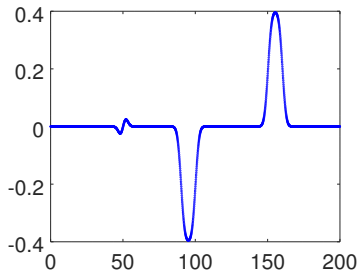
$$F(I_r) = F * I_r$$



# Filtro Gaussiano

Convolución entre un kernel Gaussiano y la imagen

$$I' = D_x(F(I_r)) = D_x * F * I_r$$



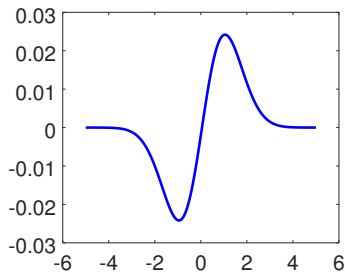
# Filtro Gaussiano

Por asociatividad de la convolución

$$I' = D_x * (F * I_r) = (D_x * F) * I_r$$

Derivando primero la gaussiana

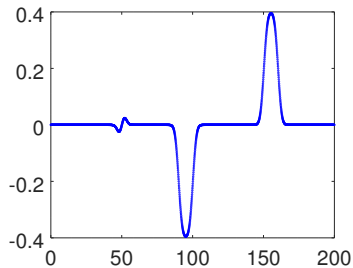
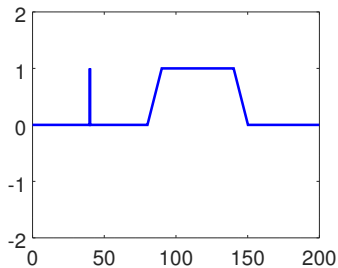
$$F' = D_x(F) = D_x * F$$



# Filtro Gaussiano

Se obtiene el mismo resultado

$$I' = (D_x * F) * I_r$$



# Filtro Gaussiano

## Filtros que aproximan derivadas de Gaussiana

a) Sobel, b) Scharr

$$\text{a) } M_{G_x} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline -2 & 0 & 2 \\ \hline -1 & 0 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$M_{G_y} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline -1 & -2 & -1 \\ \hline \end{array}$$

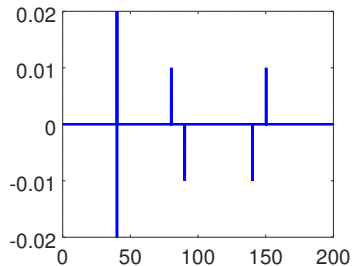
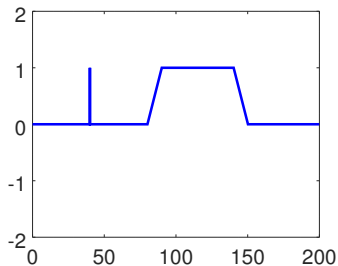
$$\text{b) } M_{G_x} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -3 & 0 & 3 \\ \hline -10 & 0 & 10 \\ \hline -3 & 0 & 3 \\ \hline \end{array}$$

$$M_{G_y} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 3 & 10 & 3 \\ \hline 0 & 0 & 0 \\ \hline -3 & -10 & -3 \\ \hline \end{array}$$

# Detector de segunda derivada

Considerando la segunda derivada

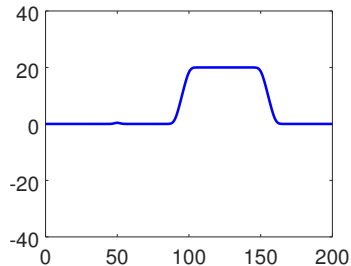
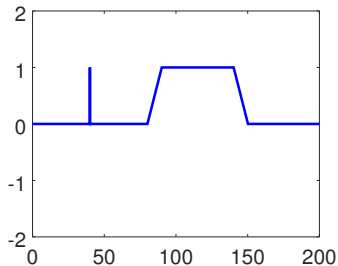
$$I'' = \nabla^2 I = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2}$$



# Filtro Gaussiano

Agregando el filtrado Gaussiano a la imagen se tiene

$$I'' = \nabla^2(F(I)) = \nabla^2 * F * I$$

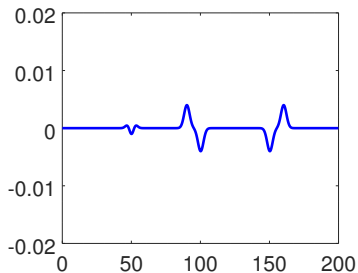




# Filtro Gaussiano

Agregando el filtrado Gaussiano a la imagen se tiene

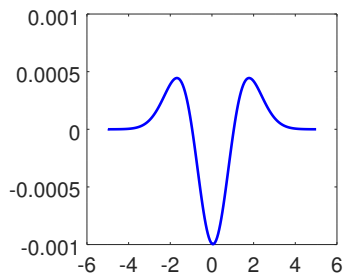
$$I'' = \nabla^2(F(I)) = \nabla^2 * F * I$$



# Filtro Gaussiano

Derivar dos veces primero la gaussiana se obtiene el operador Laplaciano de Gaussiana (LoG)

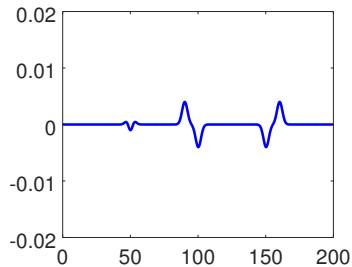
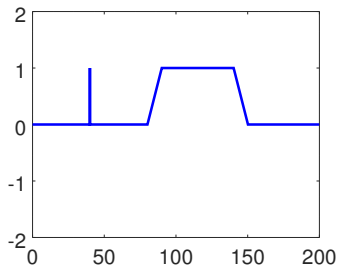
$$F'' = \nabla^2(F)$$



# Filtro Gaussiano

Si se aplica el Laplaciano del Gaussiano a la imagen se obtiene el mismo resultado

$$I'' = \nabla^2(F) * I$$



# Laplaciano de Gaussiana

Filtros que aproximan el Laplaciano de Gaussiana (LoG)

$$M_L = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline 1 & -4 & 1 \\ \hline 0 & 1 & 0 \\ \hline \end{array}$$

$$M_L = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline 1 & -8 & 1 \\ \hline 1 & 1 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$M_L = \begin{array}{|c|c|c|} \hline -1 & 2 & -1 \\ \hline 2 & -4 & 2 \\ \hline -1 & 2 & -1 \\ \hline \end{array}$$

## Detector Canny

Basado en un método simple de detección de borde de primera derivada incorpora mejoras para disminuir el tamaño de los bordes y evitar cortes.

## Detector Canny

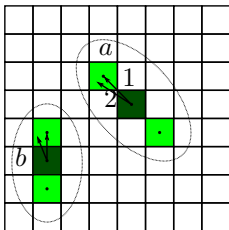
Basado en un método simple de detección de borde de primera derivada incorpora mejoras para disminuir el tamaño de los bordes y evitar cortes.

- Calcula las derivadas parciales por **Sobel**, **Prewitt** u otro método y luego computa el módulo y ángulo del gradiente.

# Detector Canny

Basado en un método simple de detección de borde de primera derivada incorpora mejoras para disminuir el tamaño de los bordes y evitar cortes.

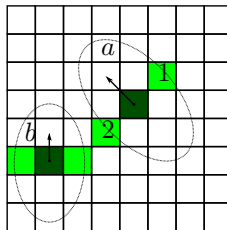
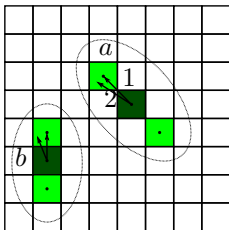
- Calcula las derivadas parciales por **Sobel**, **Prewitt** u otro método y luego computa el módulo y ángulo del gradiente.
- Implementa un método de adelgazamiento del borde por el método de supresión no máxima.



# Detector Canny

Basado en un método simple de detección de borde de primera derivada incorpora mejoras para disminuir el tamaño de los bordes y evitar cortes.

- Calcula las derivadas parciales por **Sobel**, **Prewitt** u otro método y luego computa el módulo y ángulo del gradiente.
- Implementa un método de adelgazamiento del borde por el método de supresión no máxima.
- Detecta puntos por medio de un umbral con histéresis.





# Detectores de Puntos de Interés / Esquinas

Próxima clase ...

- Detector de Moravec.
- Harris & Stephens / Plessey / Shi-Tomasi.
- Detector de Trajkovic.
- Detector FAST (Features from Accelerated Segment Test).