

## **Detectores de esquinas**

Araguás, Gastón   Redolfi, Javier

22 de mayo de 2019

# Detectores

## Bordes

- 1er derivada (Roberts, Prewitt, Sobel, Canny)
- 2da derivada (LoG)
- etc.

# Detectores

## Bordes

- 1er derivada (Roberts, Prewitt, Sobel, Canny)
- 2da derivada (LoG)
- etc.

## Esquinas

- Moravec [Moravec 80]
- Harris & Stephens [Harris, Stephens 88]
- Laplaciano, DoG [Lindeberg 98][Lowe 99]
- Harris-affine [Mikolajczyk, Schmid]
- etc.

# Detector de puntos característicos

## Motivación

Determinar conjuntos de puntos correspondientes en forma automática para:

- Rectificación
- Estéreo
- Imágenes panorámicas
- Reconstrucción 3D
- Reconocimiento

# Detector de puntos característicos

## Características locales

Las esquinas son características de tipo local, es decir que se definen con la información dentro de una vecindad pequeña.

Se prefieren porque: (en contraposición con la información global)

- son robustas ante oclusiones
- existen muchas en una imagen
- se encuentran en tiempo real

# Detector de puntos característicos

## Características locales

Las esquinas son características de tipo local, es decir que se definen con la información dentro de una vecindad pequeña.

Se prefieren porque: (en contraposición con la información global)

- son robustas ante oclusiones
- existen muchas en una imagen
- se encuentran en tiempo real

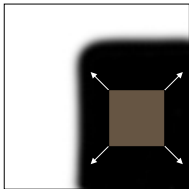
Se busca que:

- sean invariantes a transformaciones isométricas (traslación, rotación, escalado)
- sean invariantes a modificaciones fotométricas (brillo, exposición)
- sean robustas ante transformaciones afin.

# Diseño del detector

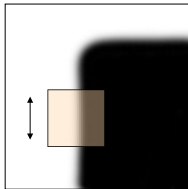
## Criterios de diseño

- El punto de interés debe ser reconocible observando una pequeña porción de imagen (localidad)
- La observación de porciones vecinas de la imagen deben ser muy diferentes (localizable)



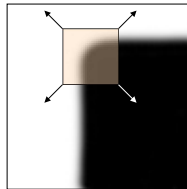
Región plana

No hay cambios en  
ninguna dirección



Borde

No hay cambios en la  
dirección del borde



Esquina

Hay cambios en todas  
las direcciones

# Detector de Harris y su matemática

## Fundamentación

- Considerando una porción de imagen  $W$ , cuánto cambian los pixeles si se desplaza  $W$  una cantidad  $(a, b)$ ?
- Se mide haciendo la sumatoria de las diferencias al cuadrado (error cuadrático medio)

$$E(a, b) = \sum_{x, y \in W} (I(x + a, y + b) - I(x, y))^2 \quad (1)$$

Si consideramos pequeños desplazamientos, podemos aproximar por Taylor



# Detector de Harris y su matemática

## Fundamentación

- Considerando una porción de imagen  $W$ , cuánto cambian los pixeles si se desplaza  $W$  una cantidad  $(a, b)$ ?
- Se mide haciendo la sumatoria de las diferencias al cuadrado (error cuadrático medio)

$$E(a, b) = \sum_{x, y \in W} (I(x + a, y + b) - I(x, y))^2 \quad (1)$$

Si consideramos pequeños desplazamientos, podemos aproximar por Taylor

$$E(a, b) \approx \sum_{x, y \in W} (I_x(x, y)a + I_y(x, y)b)^2 \quad (2)$$

$$E(a, b) \approx Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 \quad (3)$$

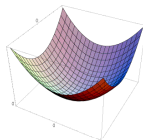
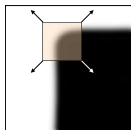
donde

$$A = \sum_{x, y \in W} I_x^2(x, y) \quad B = \sum_{x, y \in W} I_x(x, y)I_y(x, y), \quad C = \sum_{x, y \in W} I_y^2(x, y) \quad (4)$$

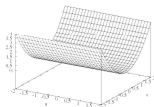
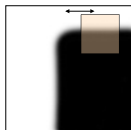
## Matriz de segundo momento

En forma matricial ...

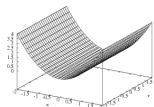
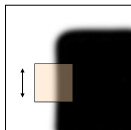
$$E(a,b) \approx Aa^2 + 2Bab + Cb^2 = \begin{bmatrix} a & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A & B \\ B & C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} \quad (5)$$



$$H = \begin{bmatrix} A & B \\ B & C \end{bmatrix}$$



$$H = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & C \end{bmatrix}$$



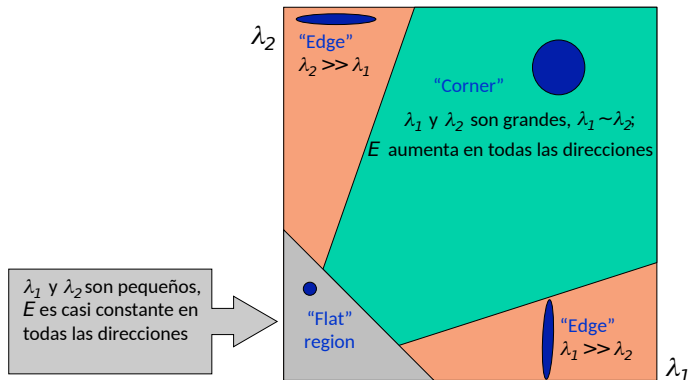
$$H = \begin{bmatrix} A & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

# Interpretación de los autovalores

Recordar que...

$$\det(H - \lambda I) = 0 \quad (6)$$

$$\det \begin{pmatrix} A - \lambda_1 & B \\ B & C - \lambda_2 \end{pmatrix} = (A - \lambda_1)(C - \lambda_2) - B^2 = 0 \quad (7)$$



## Criterios de selección de esquinas

- Harris:

$$f = \frac{\det(H)}{\text{traza}(H)} \approx \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (8)$$

esquina si  $f > U$ .

O también:

$$f = \det(H) - \alpha (\text{traza}(H))^2 \quad (9)$$

con  $0,04 < \alpha < 0,06$ .

esquina si  $f > 0$ .

- Shi-Tomasi:

esquina si  $\lambda_{\min} > U$