



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal
Grupo de Automática, Robótica y Visión Artificial



Procesamiento de imágenes y vídeo

Pablo Gil Vázquez

Pablo.gil@ua.es

Grupo de Automática, Robótica y Visión Artificial

Universidad de Alicante

<http://www.aurova.ua.es>

Imagen y Vídeo por Computador

Ingeniería Multimedia. Escuela Politécnica Superior.

Segmentación por contornos



- Mediante esquinas:
 - Propiedades para garantizar la bondad de una buena esquina en la imagen.
 - Regiones de píxeles dónde se produce un alto nivel de contraste comparando con su entorno de vecindad. Es decir hay un cambio brusco de valores y el gradiente es elevado (hay textura representativa)
 - Regiones de píxeles dónde convergen dos o más orientaciones diferentes. Es decir que no formen parte de una línea recta
 - Se basan matemáticamente en el concepto de gradiente para su computación. Consiste en la obtención de coordenadas píxel de puntos que hacen máximo el gradiente en varias direcciones.
 - Se diferencia de un borde en que la diferencia de intensidad entre píxeles adyacentes en un borde es pequeña si se compara con la de una esquina, donde es alta en todas las direcciones.



Segmentación por contornos



- Intuitivamente, esquinas:
 - La intersección de dos o más contornos.
 - Los puntos de una imagen pertenecientes a un contorno, donde dicho contorno presenta gradiente máximo en dos o más direcciones.
 - Un punto de interés puede ser una esquina pero también puede ser un punto aislado con intensidad local máxima o mínima, extremos de una línea o puntos de una curva que dan valores de curvatura local máxima.



Segmentación por contornos



- Métodos clásicos de esquinas:
 - Se basa en el cambio de dirección del gradiente a lo largo de un contorno.
 - El parámetro k busca encontrar los puntos dónde la curvatura de los contornos y la magnitud del gradiente son máximos a la vez.
 - Emplea como entrada una imagen en escala de grises
 - Aproximaciones:
 - ♦ Kitchen-Rosenfeld
 - ♦ Harris
 - ♦ Shi-Tomasi



Segmentación por contornos



- Métodos clásicos de esquinas:

- Aproximación: Kitchen-Rosenfeld

PASOS

- 1.- Calcular las primeras derivadas de la imagen $I(u,v)$ por convolución de la imagen original con una Gaussiana
- 2.- Computar tres de las cuatro derivadas segundas.
- 3.- Convolucionar cada una con una Gaussiana.
- 3.- Definir un valor escalar que determine las posibles esquinas en la imagen
- 4.- Definir un umbral U y encontrar puntos con $|k| > U$

1º derivada $I_u = \frac{\partial I}{\partial u}, I_v = \frac{\partial I}{\partial v}$

2º derivada $I_{uu} = \frac{\partial^2 I(u,v)}{\partial u^2}, I_{vv} = \frac{\partial^2 I(u,v)}{\partial v^2}, I_{uv} = \frac{\partial^2 I(u,v)}{\partial u \partial v}$

Valor escalar $k = \frac{I_{uu}I_v^2 + I_{vv}I_u^2 - 2I_{uv}I_uI_v}{I_u^2 + I_v^2}$



Segmentación por contornos



- Métodos clásicos de esquinas:
 - Aproximación:Harris

PASOS

- 1.- Calcular la matriz Hessiana, A
- 2.- Computar los valores propios de A: λ_1, λ_2
- 3.- Definir un valor escalar que determine las posibles esquinas en la imagen
El valor de α es determinado empíricamente y vale entre 0.04 y 0.15
- 4.- Definir un umbral U y encontrar puntos con $|k| > U$

Matriz A

$$A = \begin{bmatrix} I_u^2 & I_u I_v \\ I_u I_v & I_v^2 \end{bmatrix}$$

Valores
propios

$$\lambda_1, \lambda_2$$

si $\lambda_1 \approx \lambda_2 \approx 0 \rightarrow$ no borde - esquina

si $\lambda_1 \approx 0, \lambda_2 \gg 0 \rightarrow$ borde

si $\lambda_1 \gg 0, \lambda_2 \gg 0 \rightarrow$ esquina

Valor escalar k

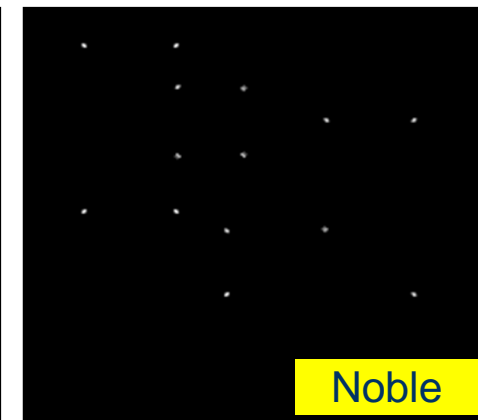
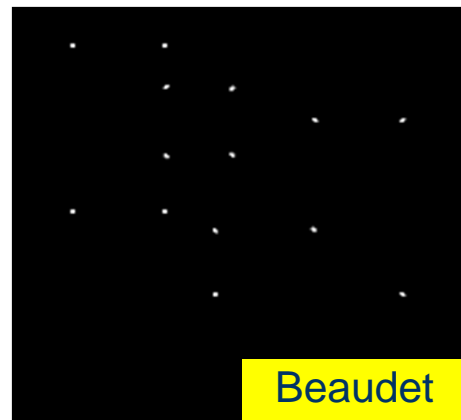
$$k = \lambda_1 \lambda_2 - \alpha (\lambda_1 + \lambda_2) = \det(A) - \alpha \cdot \text{traza}^2(A)$$



Segmentación por contornos



- Métodos de detección de esquinas:



Segmentación por contornos



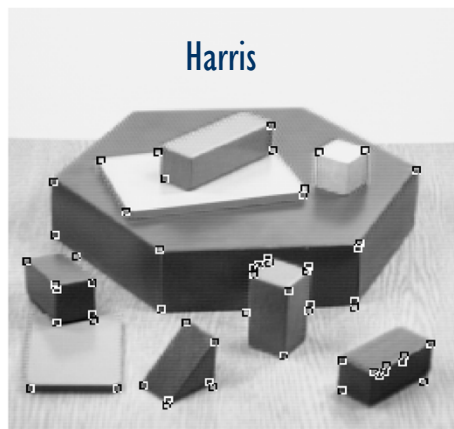
- Propiedades deseables en la detección de esquinas:
 - Invarianza, propiedad que cumplen algunos métodos de extracción de características que los hacen independientes de su:
 - ♦ Geometría:
 - A cambios de rotación y escala
 - ♦ Fotometría:
 - A cambios en la intensidad



Segmentación por contornos



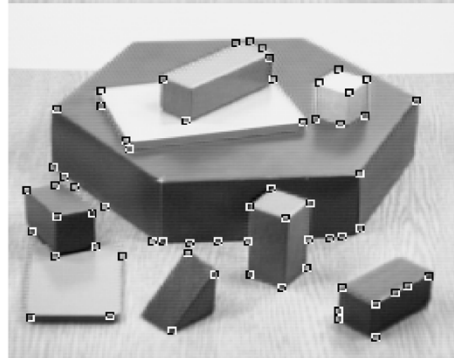
- Ejemplos de detección de esquinas :



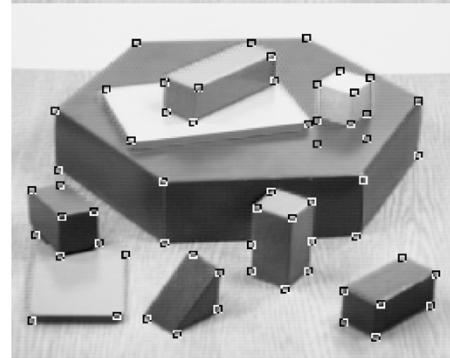
Harris



Kitchen/Rosenfeld



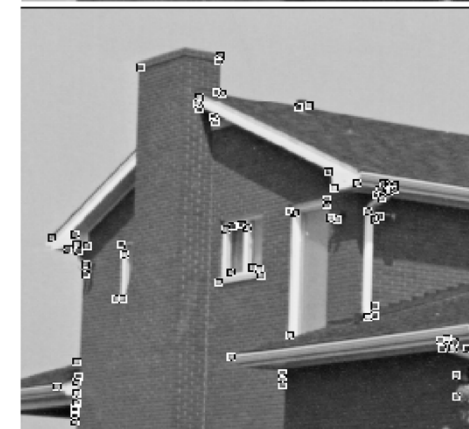
SUSAN



CSS



Harris



Kitchen/Rosenfeld



Segmentación por contornos



Aproximación de esos píxeles por estructuras geométricas como rectas: T. Hough

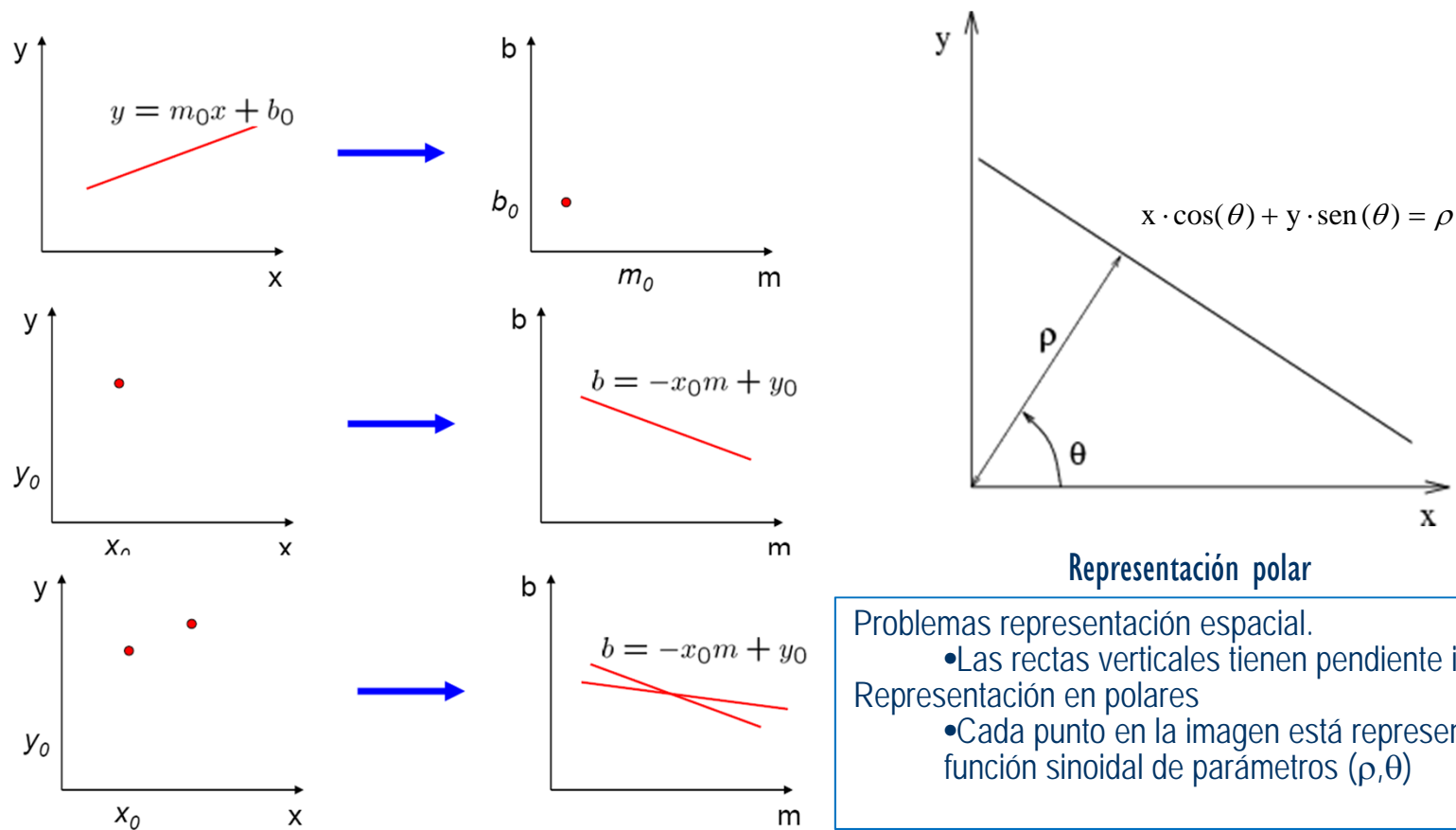
- Es una técnica para aislar los puntos de contorno (de la forma de un objeto) que permiten ser representados como una recta o curva
- Permite ser empleada para localizar rectas, círculos y elipses, principalmente (Hough clásico). Otras formas (Hough generalizado)
- Ventajas:
 - Es bastante robusta al ruido
 - No suelen afectarle las oclusiones (ausencia de puntos intermedios)
- Inconvenientes:
 - Coste elevado
 - Formas no geométricas pueden provocar malas detecciones



Segmentación por contornos



Representación en Transformada de Hough:

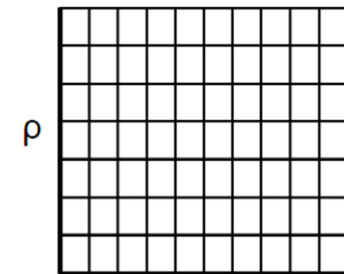


Segmentación por contornos

PASOS ALGORITMO

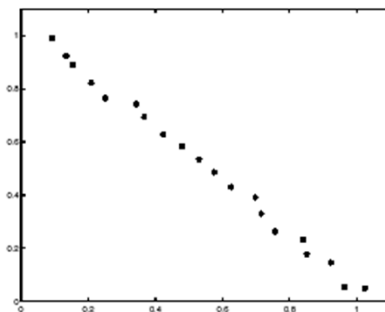
- 1.- Se emplea una matriz de votación , H, denominada acumulador, la cual almacena un contador por celda que se inicializa a 0.
- 2.- Para cada punto de contorno (u,v) en la imagen, se hace:
 - Calcular todas las posibles curvas polares entre $[0,180^\circ]$ y cada vez que una curva se repita (este más cercana de un valor K), incrementar en la matriz de votación el contador, cada vez que un punto proporciona la misma curva (ρ,θ) en polares. Es decir:
- 3.- Encontrar los valores (ρ,θ) donde $H(\rho,\theta)$ es un máximo local.
 - Se emplea un umbral para detectar máximos locales

H: accumulator array (votes)

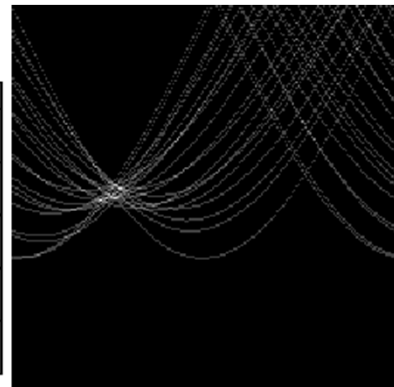


$$\rho = u \cdot \cos(\theta) + v \cdot \sin(\theta)$$
$$H(\theta, \rho) = H(\theta, \rho) + 1$$

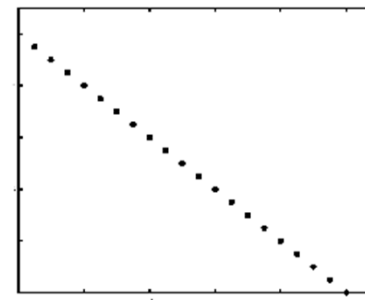
H: representación de votos



Con ruido

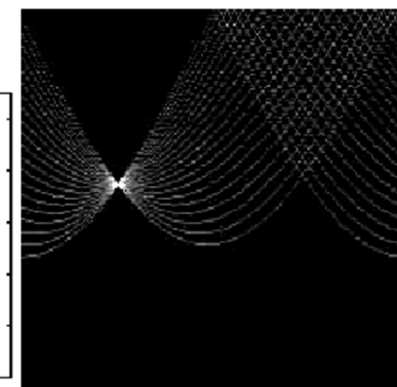


Características



Sin ruido

H: representación de votos



Segmentación por contornos



Imágenes cortesía de <http://nachorodriguezpfc.wordpress.com/2009/12/20/continuacion-deteccion-lineas-opencv/>

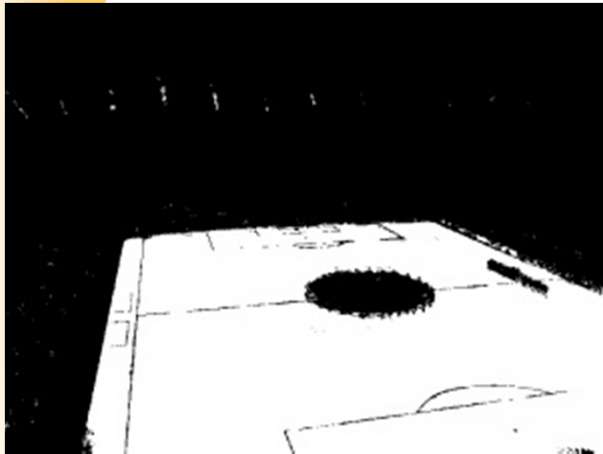
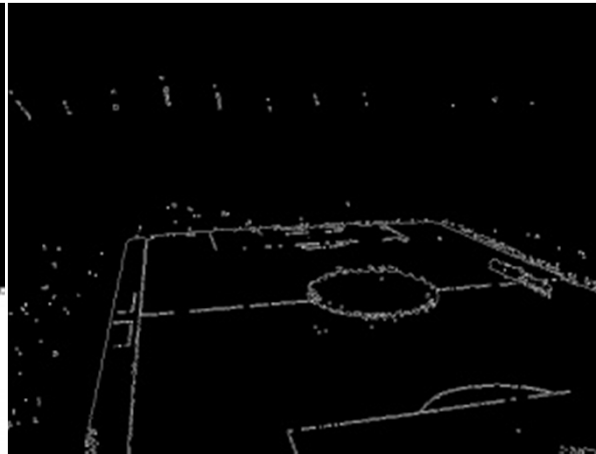
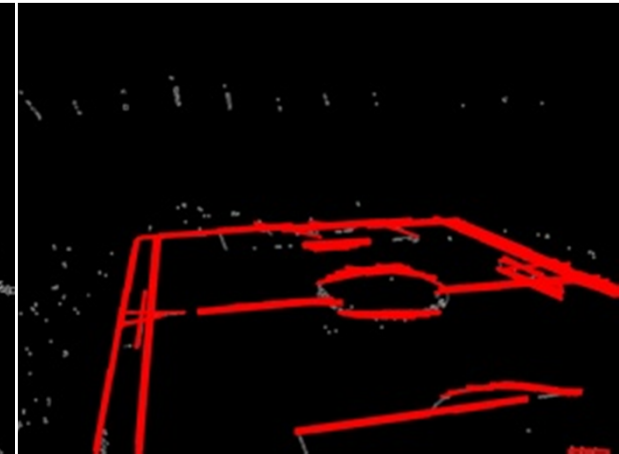


Imagen original umbralizada



Canny y suavizado



Hough



Segmentación por contornos

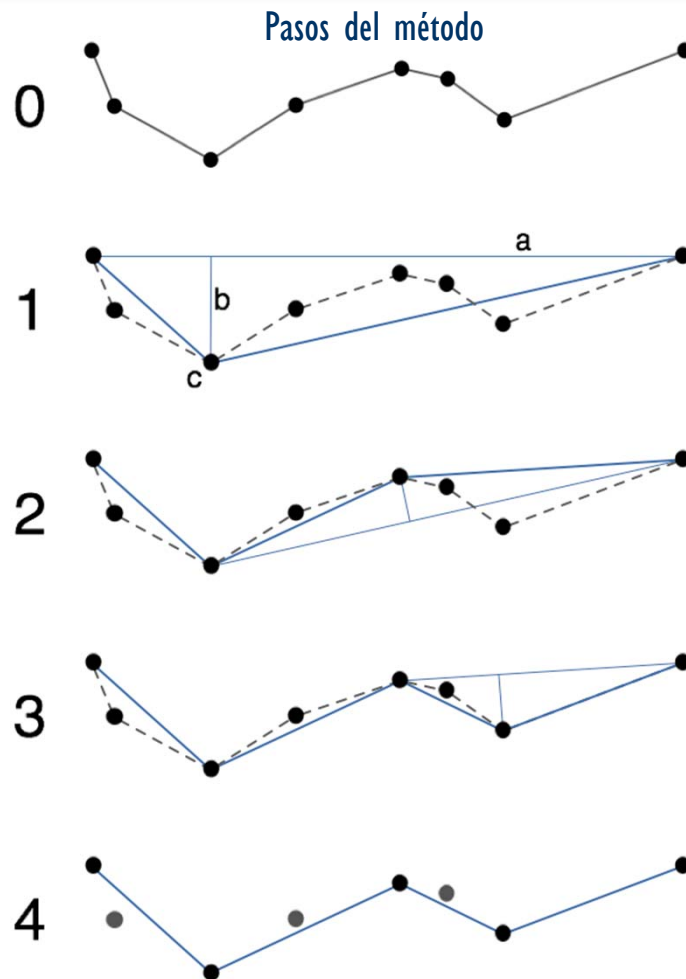


Aproximación de esos píxeles por estructuras geométricas como polígonos: **Aprox. Poligonal de DouglasPeucker**

- Dado un contorno busca encontrar una curva similar aproximada con menos puntos.
- El método define una diferencia basada en la máxima distancia entre la forma original y la forma simplificada.



Segmentación por contornos



Aproximación poligonal
de un contorno

