

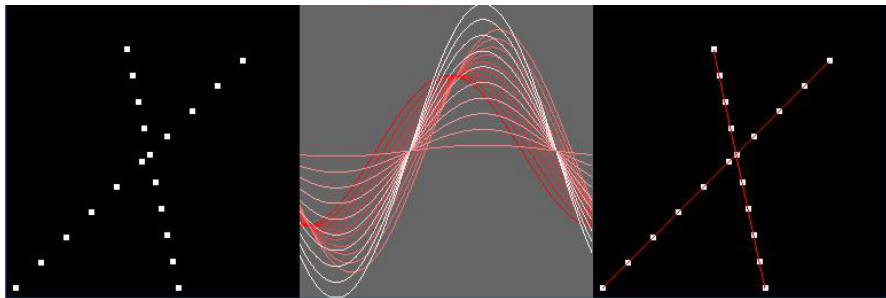
Introducción al Procesamiento Digital de Imágenes

1er cuatrimestre de 2021



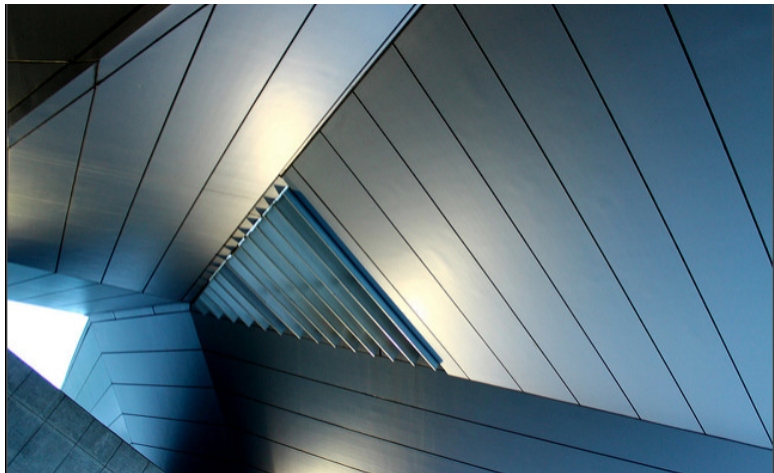
DEPARTAMENTO
DE COMPUTACION

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UBA



Transformada de Hough

Líneas en una imagen



Localizar líneas en una imagen

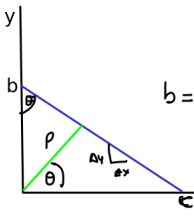


Representación de una recta

Recordemos
otra forma



$$h = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$$



$$y = mx + b$$

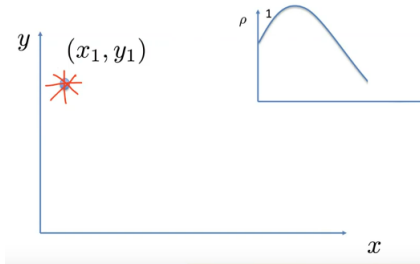
m pendiente, $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = -\frac{b}{c} = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}$

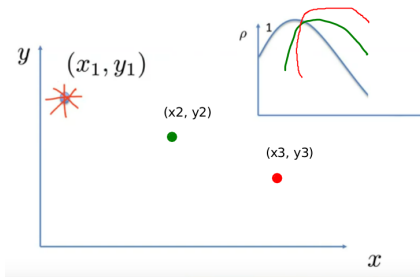
$$b = \frac{\rho}{\sin \theta}$$

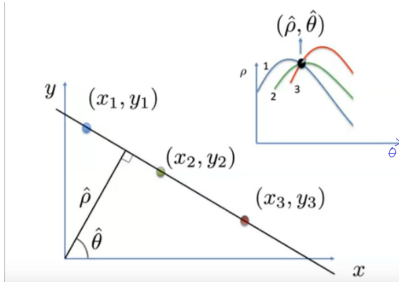
$$c = \frac{\rho}{\cos \theta}$$

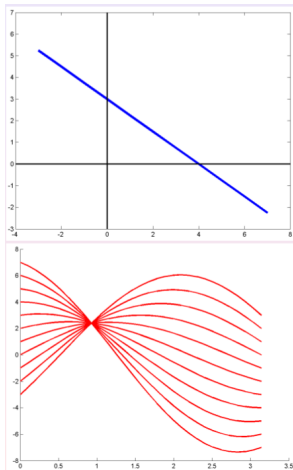
entonces $y = -\frac{\cos \theta}{\sin \theta}x + \frac{\rho}{\sin \theta}$

$$\Rightarrow \rho = x \cos \theta + y \sin \theta$$



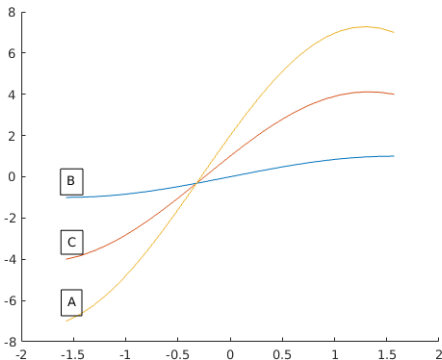
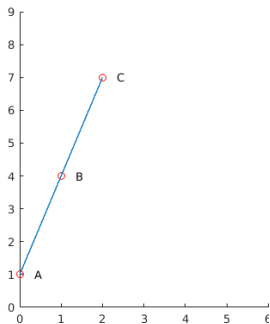






- Los puntos en la imagen son sinusoides en el espacio de parámetros
- Puntos en el espacio de parámetros son líneas en la imagen
- Las sinusoides corresponden a puntos colineales y se intersecan en un único punto

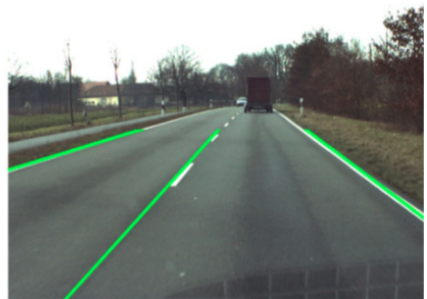
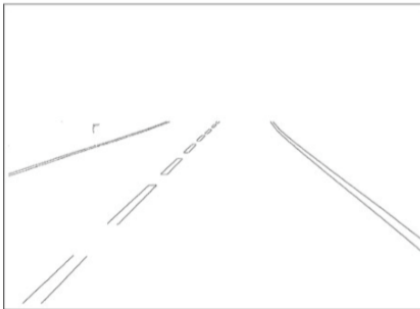
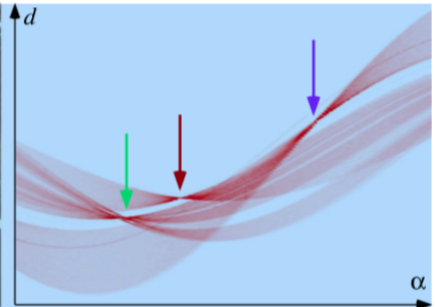
Transformada de Hough de 3 puntos de una recta

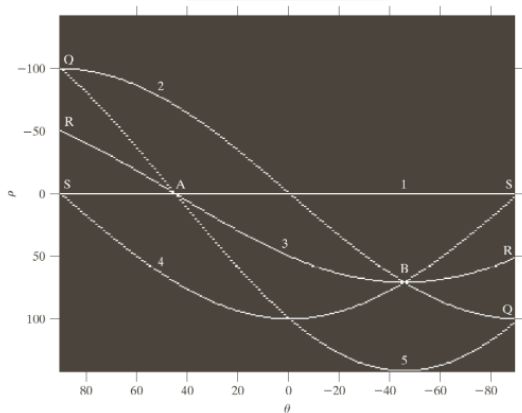


Ejemplo

recta : $3x - y = 1$

intersección de las sinusoides en: $\rho = -0,312$ y $\theta = -0,3268$



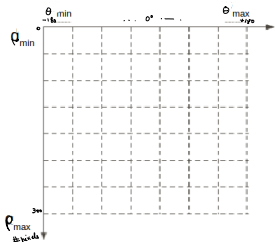


Ejercicio

Hacer un programa que verifique que las curvas en el gráfico b) son las provenientes de las rectas que pasan por los puntos en la figura a)

Votación en el espacio de los parámetros

Cuantización del espacio de los parámetros



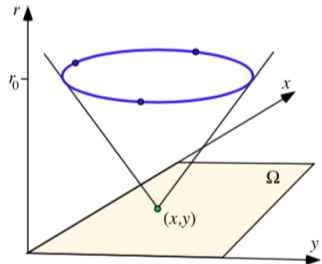
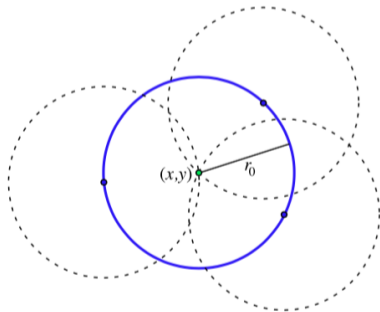
- $\rho \in [\rho_{min}, \rho_{max}]$ y $\theta \in [\theta_{min}, \theta_{max}] \subseteq [-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}]$
- para cada (x_i, y_i) pixel de la imagen de bordes calcular: $\forall \theta$

$$\rho = x_i \cos \theta + y_i \sin \theta$$

- Acumulador:
 - $A(\rho_i, \theta_j) = 0 \quad \forall(i, j)$
 - $A(\rho_i, \theta_j) = A(\rho_i, \theta_j) + 1$
- el valor $A(i, j)$ es la cantidad de puntos alineados en la imagen.
- Umbralizar los valores de A

- 0 . Leer imagen de entrada I
- 1 . Inicializar A en cero, la matriz histograma o acumuladora 2D
- 2 . Calcular $E(\text{entrada})$, la imagen binaria de los bordes de I
- 3 . Para cada pixel '1' o '255' en E , obtener las coordenadas (x, y)
- 4 . Calcular la curva $\rho = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$
- 5 . Discretizar la curva (ρ, θ) y actualizar histograma A sumando $+1$ en las celdas por donde pasa la curva
- 6 . Buscar los máximos de A : por cada máximo hay una recta detectada en I

Localización de círculos



Función y Acumulador

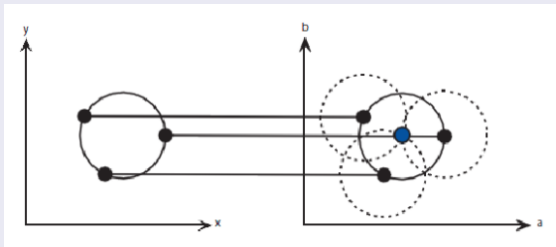
$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$$

círculo de centro (a, b) y radio r

- Acumulador de 3 dimensiones: $A(a, b, r)$

Localización de un círculo

círculo de radio r conocido

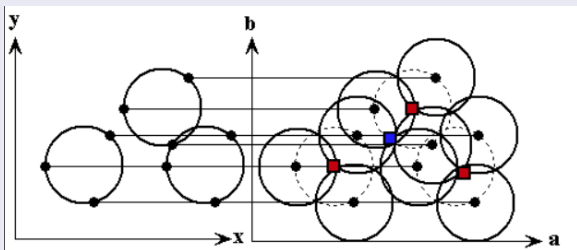


$$a = x - r \cos(t), \quad b = x - r \sin(t), \quad t \in [0, \dots, 360)$$

- Cada (x, y) que pertenece a la circunferencia con centro (a, b) y radio r (izq.), genera un círculo de radio r en el espacio de parámetros (a, b) (der.)
- Los círculos en el espacio de parámetros se intersectan en (a, b) , que es el centro del círculo buscado y se encuentra considerando los máximos locales del acumulador A .

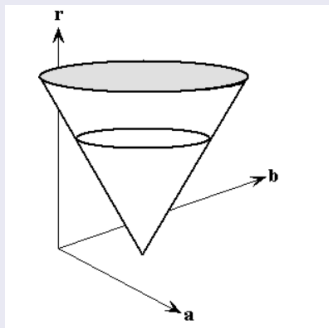
Localización de círculos

círculos de radio r conocido



Localización de círculos

círculos de radio desconocido



- Si el radio no es conocido, entonces la ubicación de los puntos en el espacio de parámetros caerán en la superficie del cono. Cada punto (x, y) perteneciente al perímetro del círculo producirá una superficie cónica en el espacio de parámetros.
- La terna (a, b, r) corresponderá a la celda en el acumulador A donde se intersecan el mayor número de superficies del cono.

Detección de iris

