

# Xử lý ảnh số và video số

Bài giảng 6 (tt) : Phép biến đổi Hough

PGS.TS. Lý Quốc Ngọc



KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

## 6. Phép biến đổi Hough

**6.1. Giới thiệu**

**6.2. Phát hiện đoạn thẳng**

**6.3. Phát hiện đường tròn**

**6.4. Phát hiện đường cong tham số**

**6.5. Phát hiện đường cong không có phương trình tham số hoặc tường minh.**

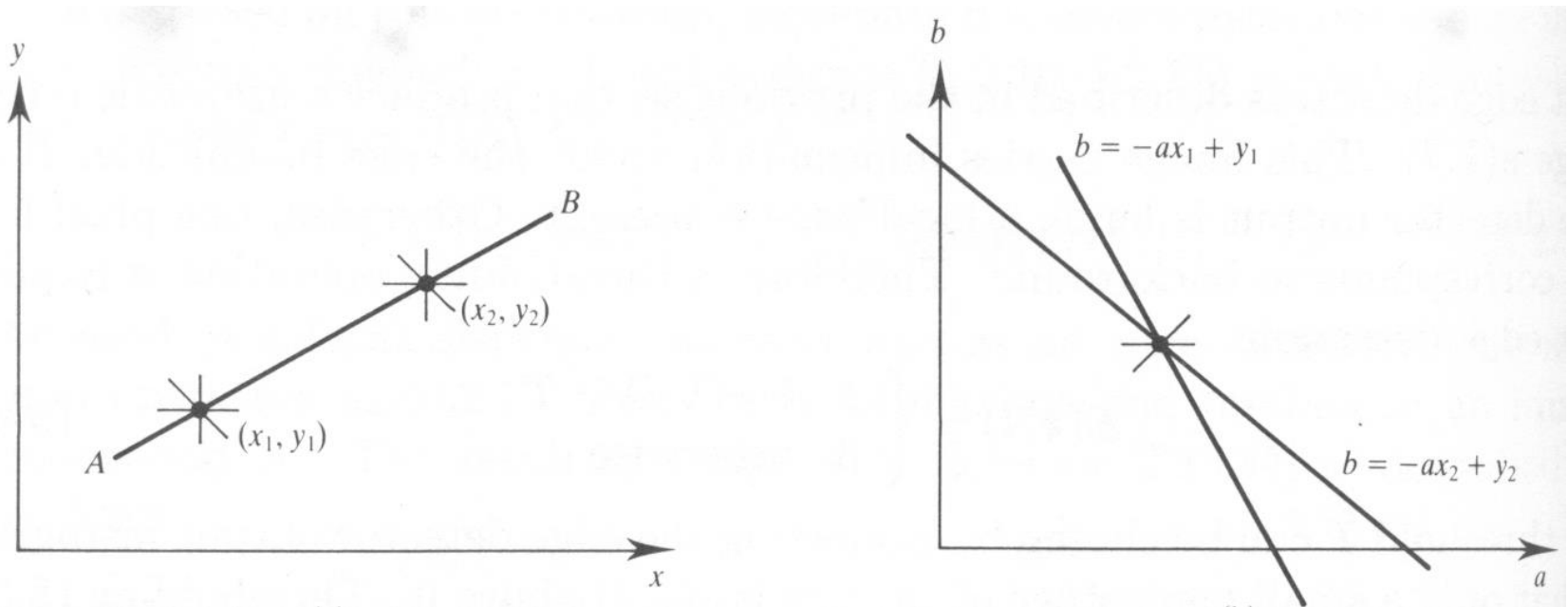
## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.1. Giới thiệu

- Ảnh chứa các đối tượng với hình dạng, kích thước đã biết.
- Để định vị các đối tượng  $\rightarrow$  tạo mask + di chuyển mask + tính độ tương quan giữa mask và vùng ảnh.
- Dùng phép biến đổi Hough (giảm độ phức tạp tính toán và tình trạng đối tượng bị che khuất).

# 6. Phép biến đổi Hough

## 6.2. Phát hiện đoạn thẳng



# 6. Phép biến đổi Hough

## 6.2. Phát hiện đoạn thẳng

- Phương trình đường thẳng

$$y = ax + b$$

- Đường thẳng qua  $(x_1, y_1)$  trong không gian  $(x, y)$  ứng với đường thẳng  $b = -a.x_1 + y_1$  trong không gian tham số  $(a, b)$ .
- Đường thẳng qua  $(x_2, y_2)$  trong không gian  $(x, y)$  ứng với đường thẳng  $b = -a.x_2 + y_2$  trong không gian tham số  $(a, b)$ .

## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.2. Phát hiện đoạn thẳng

- Giao điểm  $(a', b')$  của hai đường trong không gian tham số  $(a, b)$  xác định đường thẳng qua  $(x_i, y_i)$ ,  $i=1, 2$ .

## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.2. Phát hiện đoạn thẳng

#### Giải thuật

**B1.** Rời rạc hóa không gian tham số và khởi động mảng  $P(a,b)$ .

$$a_1 \leq a \leq a_K; b_1 \leq b \leq b_L$$

**B2.** Với mỗi pixel  $(x_i, y_i)$  có giá trị 1 trong ảnh nhị phân, tính

$$b = -a.x_i + y_i$$

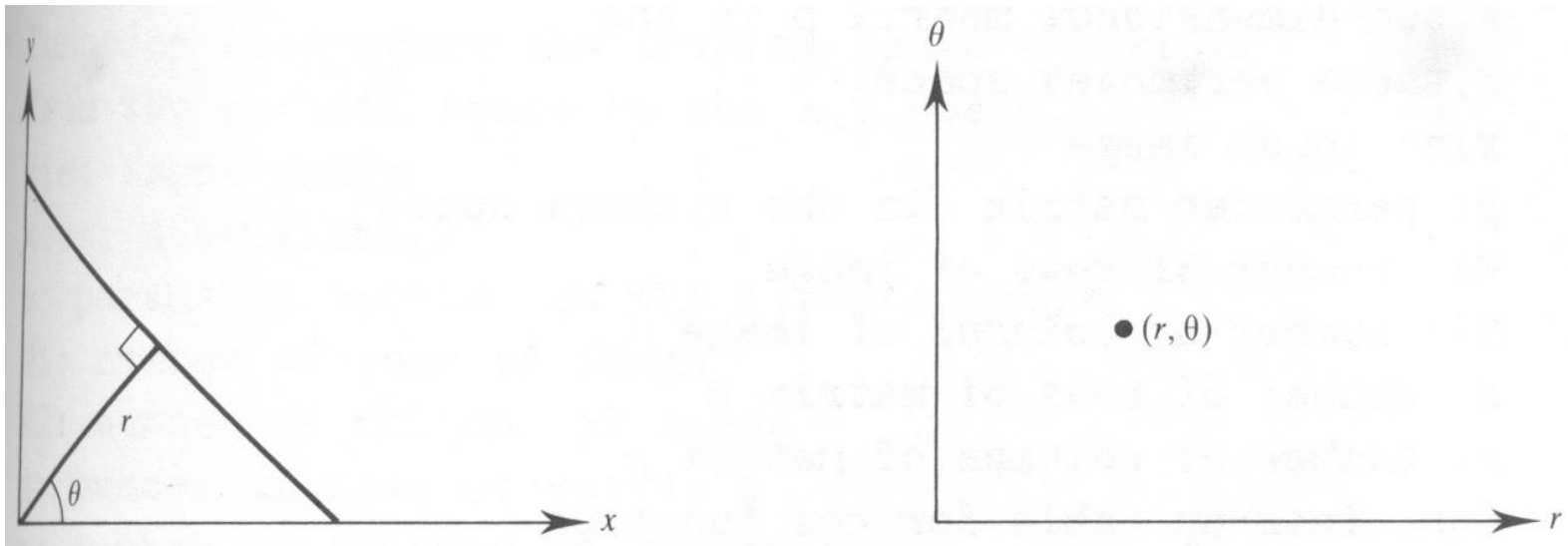
**B3.** Với mỗi  $a_1 \leq a \leq a_K$ ,  $b$  được xác định và cập nhật

$$P(a,b) += 1$$

**B4.** Nếu  $P(a,b) \geq T$  thì đường thẳng  $y = a.x + b$  được xác nhận tồn tại.

## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.2. Phát hiện đoạn thẳng





## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.2. Phát hiện đoạn thẳng

$$r = x \cos \theta + y \sin \theta$$

$$-\sqrt{N_1^2 + N_2^2} \leq r \leq \sqrt{N_1^2 + N_2^2}$$

$$-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$$

## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.3. Phát hiện đường tròn

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

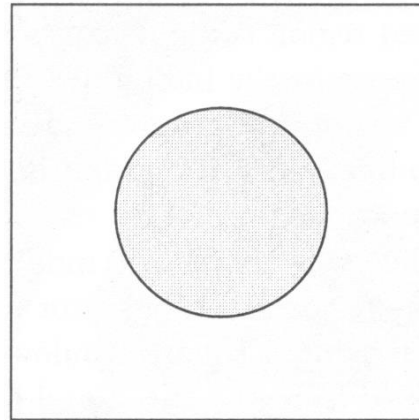
$$\begin{cases} x = a + R \cos \theta \\ y = b + R \sin \theta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = x - R \cos \theta \\ b = y - R \sin \theta \end{cases}$$

## 6. Phép biến đổi Hough

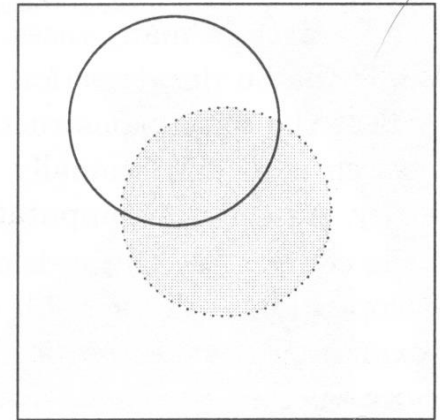
### 6.3. Phát hiện đường tròn

$$\begin{cases} x = a + R \cos \theta \\ y = b + R \sin \theta \end{cases}$$

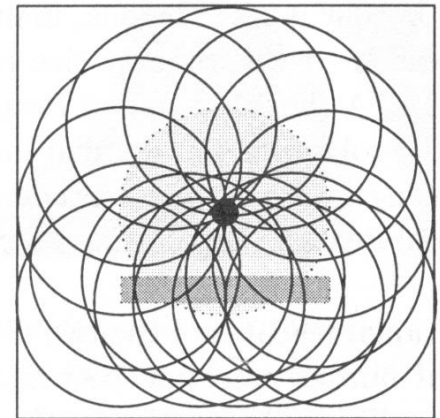
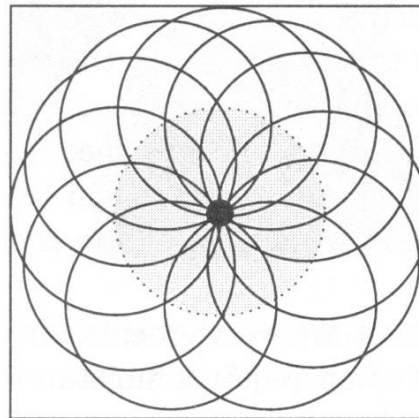
$$\Rightarrow \begin{cases} a = x - R \cos \theta \\ b = y - R \sin \theta \end{cases}$$



(a)



(b)

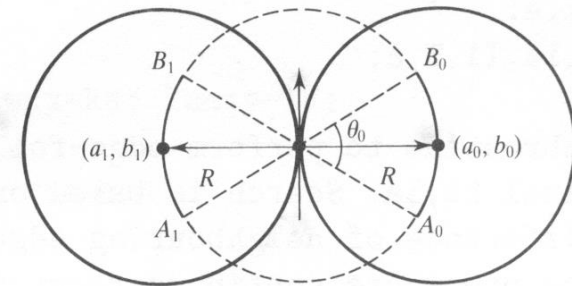
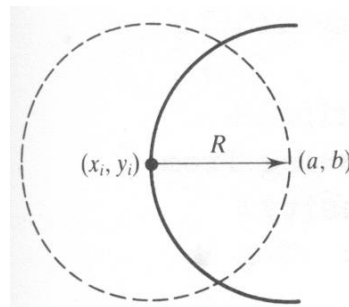


## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.3. Phát hiện đường tròn

$$\begin{cases} x = a + R \cos \theta \\ y = b + R \sin \theta \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} a = x - R \cos \theta \\ b = y - R \sin \theta \end{cases}$$



## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.3. Phát hiện đường tròn

#### Giải thuật

**B1.** Rời rạc hóa không gian tham số  $(r, a, b)$  và khởi động mảng  $P(r, a, b)$ .

$$0 \leq r \leq r_{\max}; a_1 \leq a \leq a_K; b_1 \leq b \leq b_L$$

**B2.** Với mỗi pixel  $(x_i, y_i)$  có giá trị 1 trong ảnh nhị phân, và với mỗi

$$0 \leq r \leq r_{\max}, \text{ tính } (a, b) \quad \begin{cases} a = x_i - r \cos \theta \\ b = y_i - r \sin \theta \end{cases}$$

**B3.** Với mỗi  $(r, a, b)$  được xác định, cập nhật

$$P(r, a, b) += 1$$

**B4.** Nếu  $P(r, a, b) \geq T$  thì đường tròn tâm  $(a, b)$  bán kính  $r$  được xác nhận tồn tại.

## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.4. Phát hiện đường cong tham số $f(x,a)=0$

#### Giải thuật

**B1.** Rời rạc hóa không gian tham số  $a$  và khởi động mảng  $P(a)$ .

**B2.** Với mỗi pixel  $(x_i, y_i)$  có giá trị 1 trong ảnh nhị phân, cập nhật  $P(a)$  nếu  $f(x,a)=0$

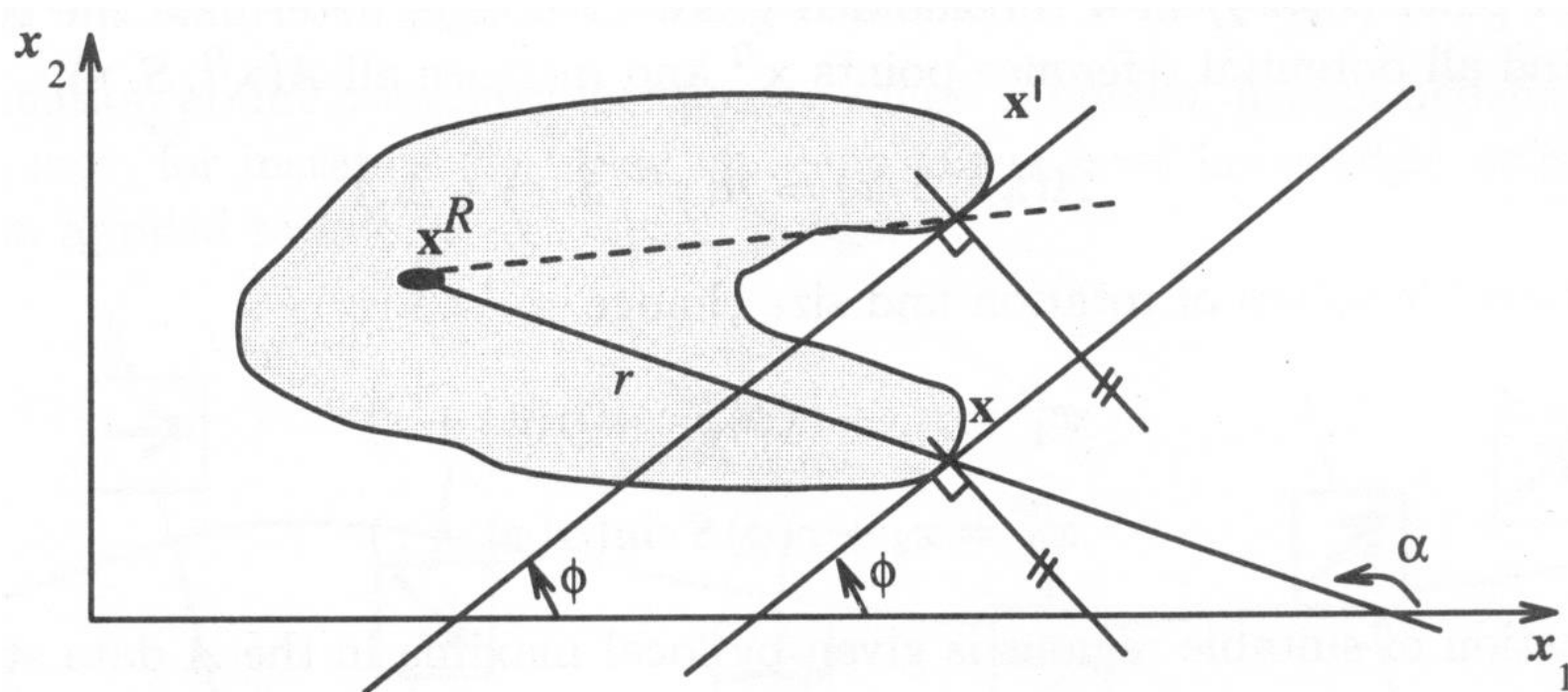
$$P(a) += 1$$

Với mọi  $a$  trong khoảng rời rạc.

**B3.** Xác định cực đại cực bộ của  $P(a)$ . Giá trị  $a$  làm  $P(a)$  đạt cực đại cực bộ xác nhận sự tồn tại của đường cong tham số  $f(x,a)=0$  trong ảnh.

## 6. Phép biến đổi Hough

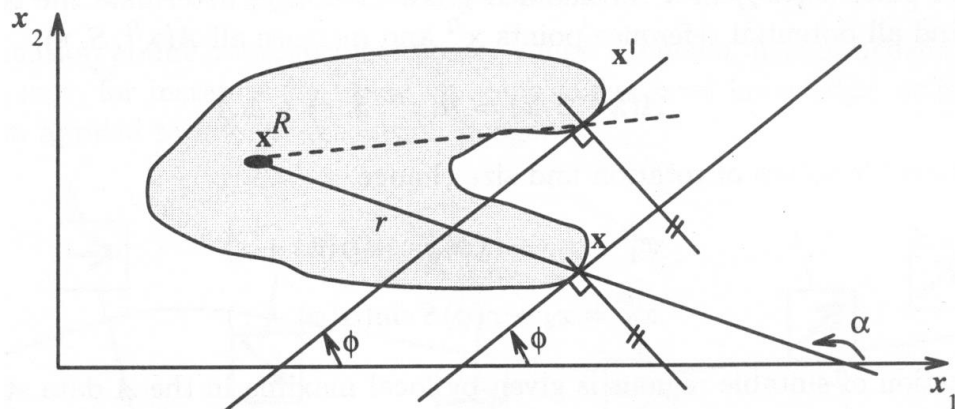
### 6.5. Phát hiện đường cong không có phương trình tham số hoặc tường minh.





## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.5. Phát hiện đường cong không có phương trình tham số hoặc tường minh.



$$\begin{aligned}
 \phi_1 & (r_1^1, \alpha_1^1), (r_1^2, \alpha_1^2), \dots, (r_1^{n_1}, \alpha_1^{n_1}) \\
 \phi_2 & (r_2^1, \alpha_2^1), (r_2^2, \alpha_2^2), \dots, (r_2^{n_2}, \alpha_2^{n_2}) \\
 \phi_3 & (r_3^1, \alpha_3^1), (r_3^2, \alpha_3^2), \dots, (r_3^{n_3}, \alpha_3^{n_3}) \\
 \dots & \dots \\
 \phi_k & (r_k^1, \alpha_k^1), (r_k^2, \alpha_k^2), \dots, (r_k^{n_k}, \alpha_k^{n_k})
 \end{aligned}$$



## 6. Phép biến đổi Hough

### 6.5. Phát hiện đường cong không có phương trình tham số hoặc tường minh.

#### Giải thuật

**B1.** Xây dựng bảng R-table đối với đối tượng cần tìm.

**B2.** Tạo mảng tích lũy  $A$  chứa các tham số và khởi động  $A$

$$A(x^R, S, \tau) = 0$$

**B3.** Với mỗi pixel  $(x_1, x_2)$  có giá trị 1, tính  $\Phi(x)$ , tìm tất cả các điểm tham chiếu  $x^R$  và cập nhật  $A(x^R, S, \tau) += 1$  với mọi  $(S, \tau)$

$$x_1^R = x_1 + r(\phi)S \cos(\alpha(\phi) + \tau)$$

$$x_2^R = x_2 + r(\phi)S \sin(\alpha(\phi) + \tau)$$

**B4.** Vị trí của đối tượng cần tìm được xác định bởi các tham số làm cực đại  $A(x^R, S, \tau)$