

Hough Yöntemi

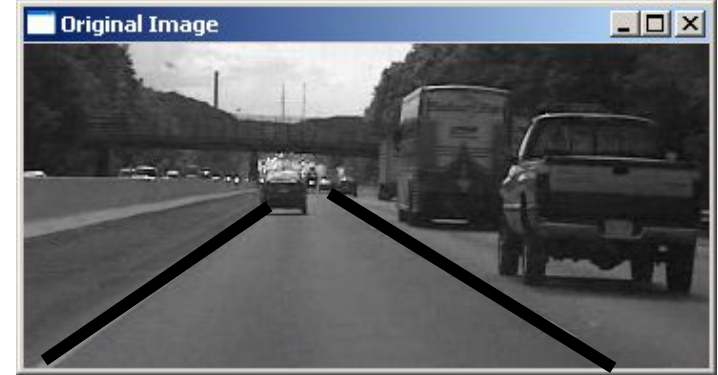
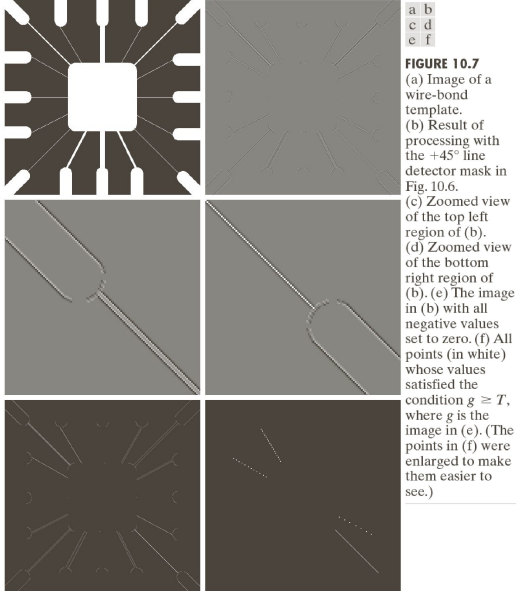
Çizgi, Daire, ... Yakalama Yöntemi

Klasik Çizgi Yakalama Maskeleri (çizgi yönü belli)

Maskeler

-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	2
2	2	2	-1	2	-1	-1	2	-1	-1	2	-1
-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	2	-1	2	-1	-1
Horizontal			+45°			Vertical			-45°		

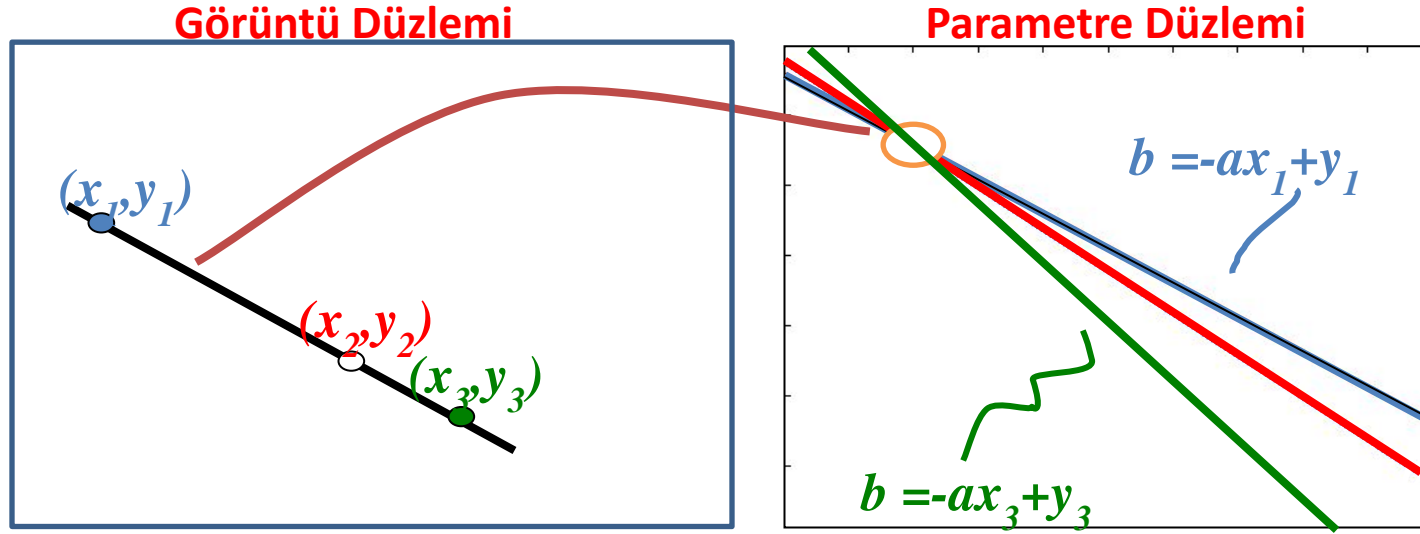
Örnek Uygulama



Çizgi Yakalama Nerede Kullanılır



Çizgi Yakalama Yöntemi: Hough Dönüşümü

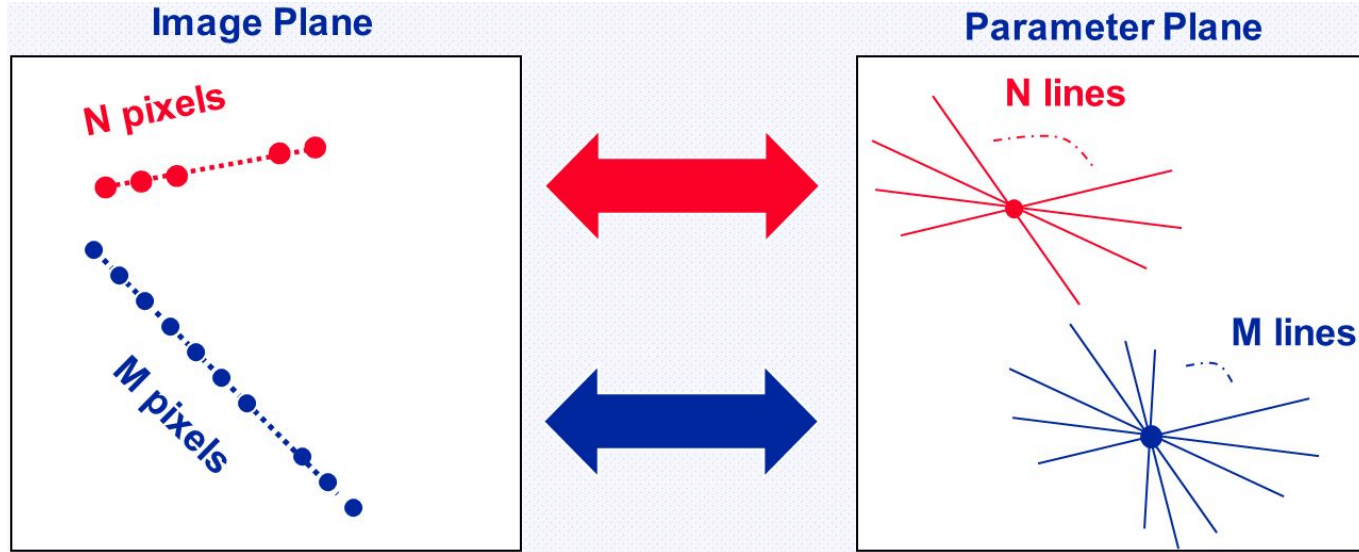


$$y = ax + b$$

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

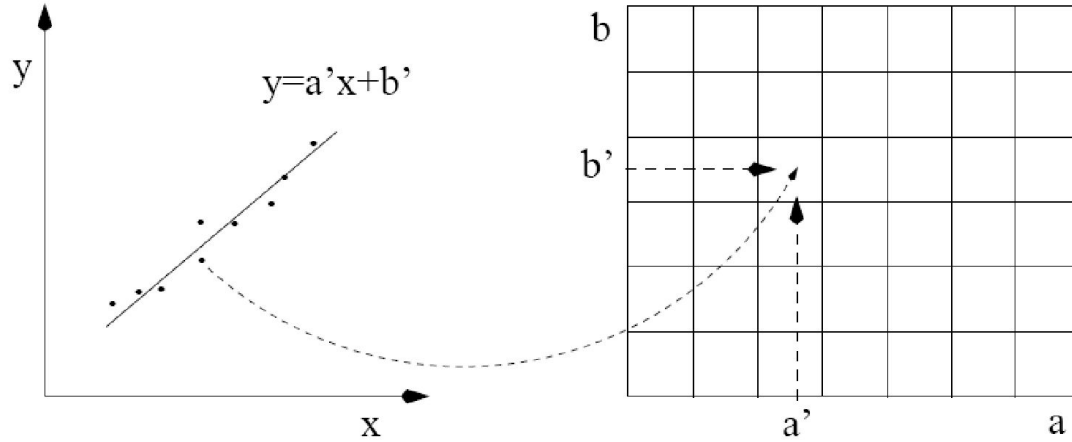
$$b = -xa + y$$

Çizgi Yakalama Yöntemi: Hough Dönüşümü



Quantization İşleminin Etkisi

Amaç maksimum değerli a ve b değerlerini bulmak

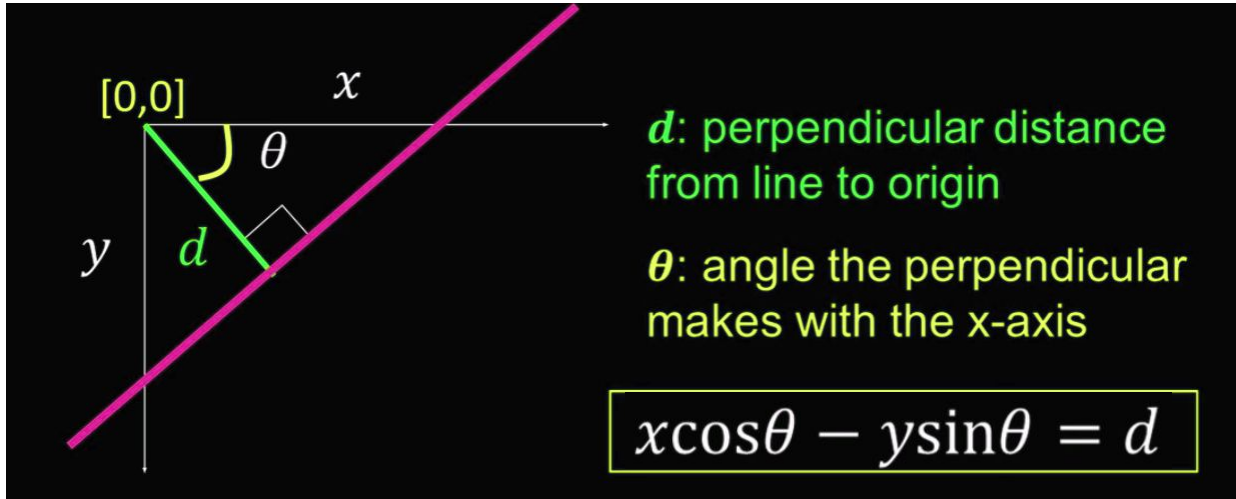


Problem Nedir?

Problem: Açı değeri çok büyük veya sonsuz olabilir.

$$a = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

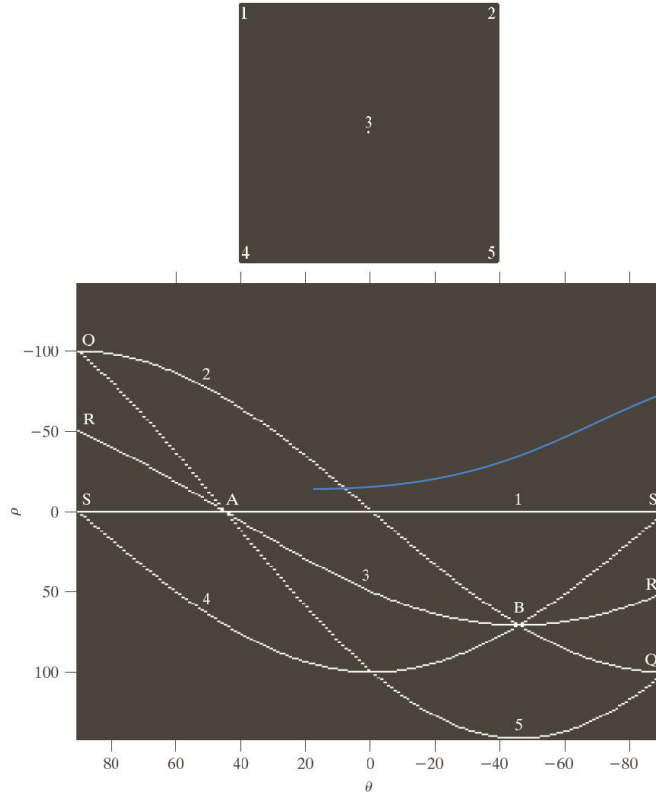
Çözüm : Çizginin polar sunumunu kullanılır



Algoritma

1. Initialize $H[d, \theta] = 0$
2. For each **edge** point in $E(x, y)$ in the image
 for $\theta = 0$ to 180 // some quantization; why not 2π ?
 $d = x \cos \theta - y \sin \theta$ // maybe negative
 $H[d, \theta] += 1$
3. Find the value(s) of (d, θ) where $H[d, \theta]$ is maximum
4. The detected line in the image is given
 by $d = x \cos \theta - y \sin \theta$

Örnek



a
b

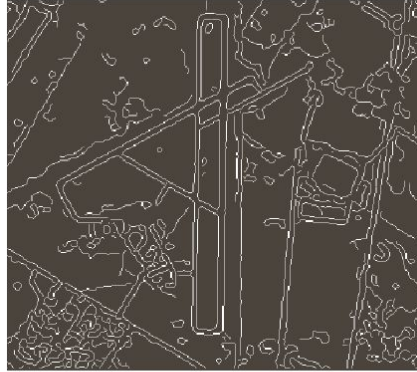
FIGURE 10.33

(a) Image of size 101×101 pixels, containing five points.
(b) Corresponding parameter space. (The points in (a) were enlarged to make them easier to see.)

A noktası $p=0$ (orijin merkezli) ve 45 dereceli düz bir çizgi üzerinde üç tane noktanın olduğunu ifade eder.

Kesişimin en yüksek olduğu nokta en güçlü çizgiyi ifade eder.

Örnek



Pratikte yapılanlar

- θ parametresi için direk gradient değeri kullanılabilir:

```
1. Initialize  $H[d, \theta]=0$   
2. For each edge point in  $E(x, y)$  in the image  
    $\theta = \text{gradient at } (x, y)$   
    $d = x \cos \theta - y \sin \theta$   
    $H[d, \theta] += 1$   
3. Find the value(s) of  $(d, \theta)$  where  $H[d, \theta]$  is  
   maximum  
4. The detected line in the image is given  
   by  $d = x \cos \theta - y \sin \theta$ 
```

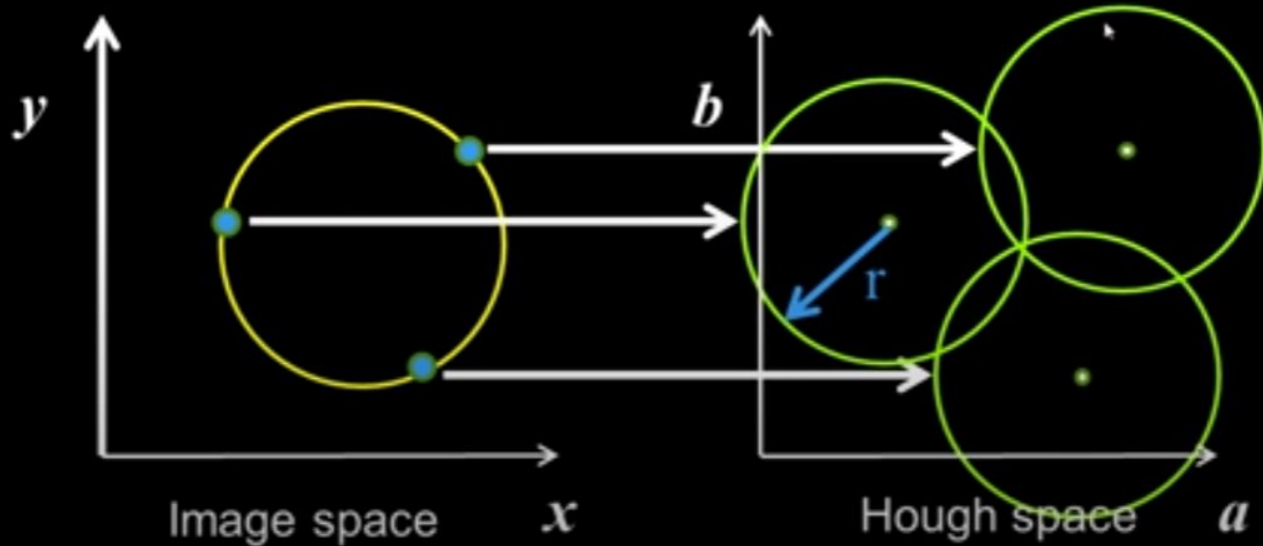
- Güçlü kenarlara “1” den daha fazla puan verilebilir.
- d ve θ parametrelerinin örnekleme değıştirilerek farklı çözünürlükler incelenebilir.

Çizgi, Daire, Parabol ve Elips Yakalama

Analytic Form	Parameters	Equation
Line	ρ, θ	$x\cos\theta + y\sin\theta = \rho$
Circle	x_0, y_0, r	$(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2 = r^2$
Parabola	x_0, y_0, ρ, θ	$(y-y_0)^2 = 4\rho(x-x_0)$
Ellipse	x_0, y_0, a, b, θ	$(x-x_0)^2/a^2 + (y-y_0)^2/b^2 = 1$

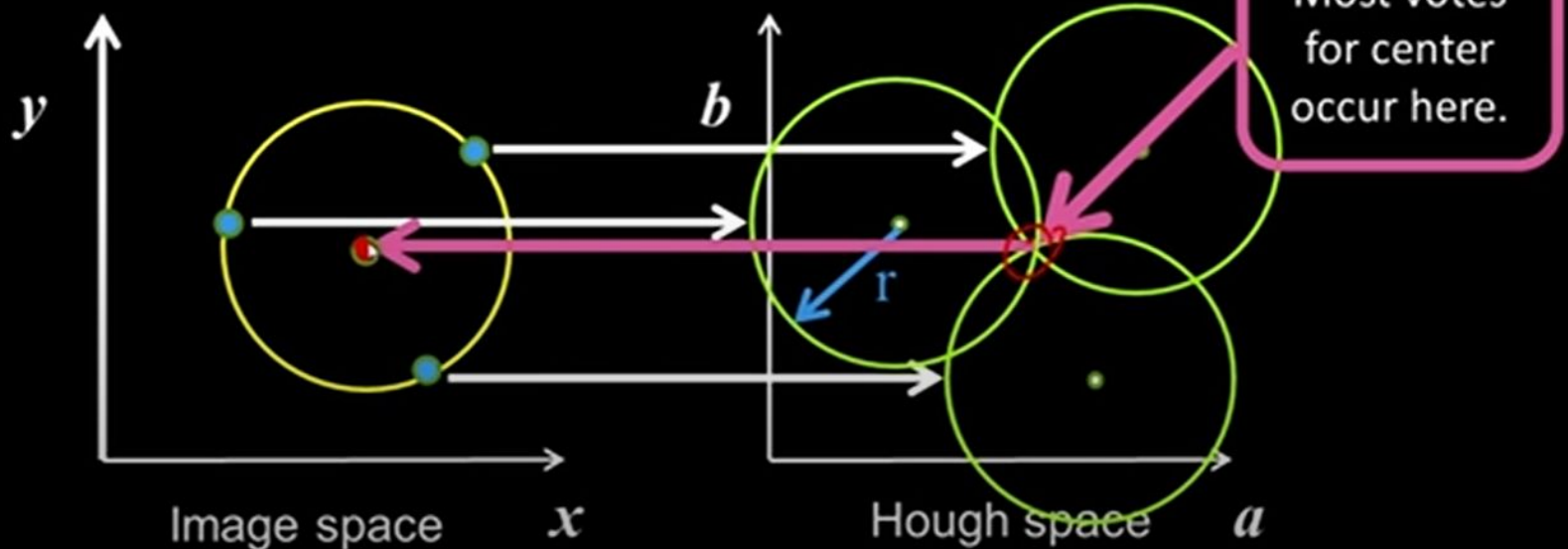
Hough – Circle (Daire)

- Circle: center (a,b) and radius r $(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 = r^2$
- For a fixed radius r , unknown gradient direction:



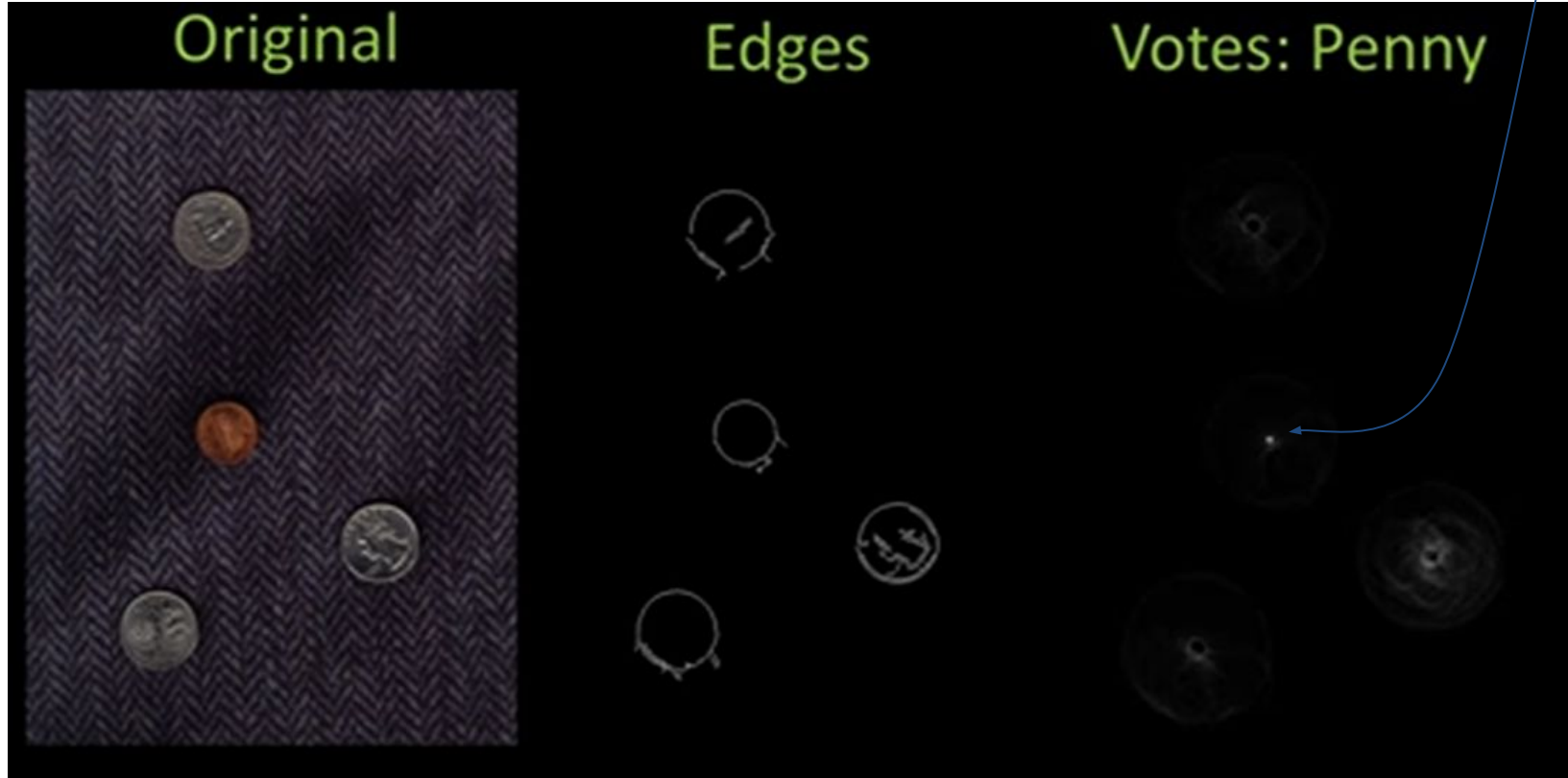
Hough – Daire

- Circle: center (a,b) and radius r $(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 = r^2$
- For a fixed radius r , unknown gradient direction:



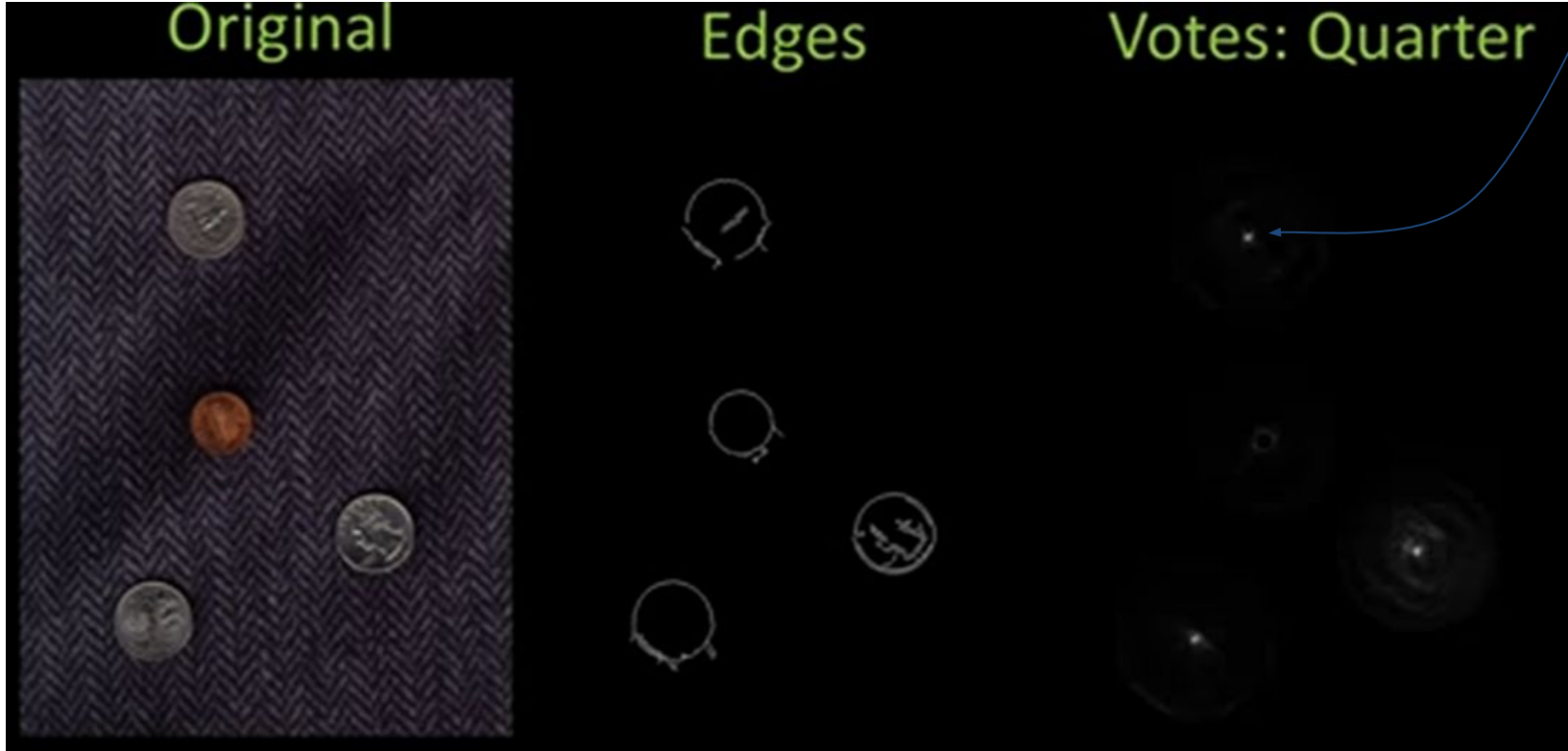
Hough – Daire

Penny (kırmızı para) yarıçapı kullanılarak yapılan
oylama sonucu



Hough – Daire

Quarter (gri para) yarıçapı kullanılarak yapılan
oylama sonucu



Hough – Daire

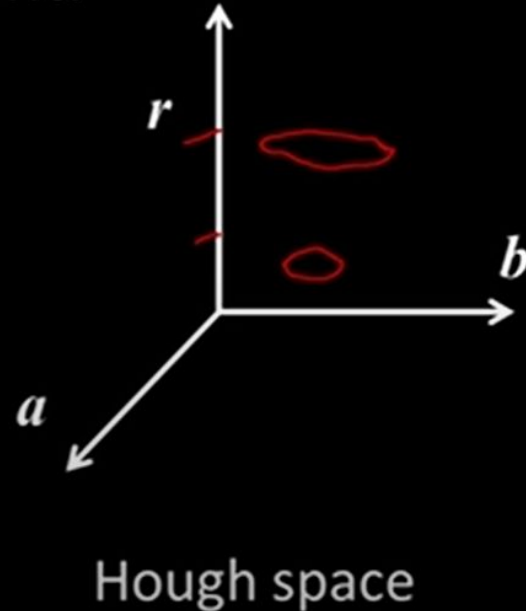
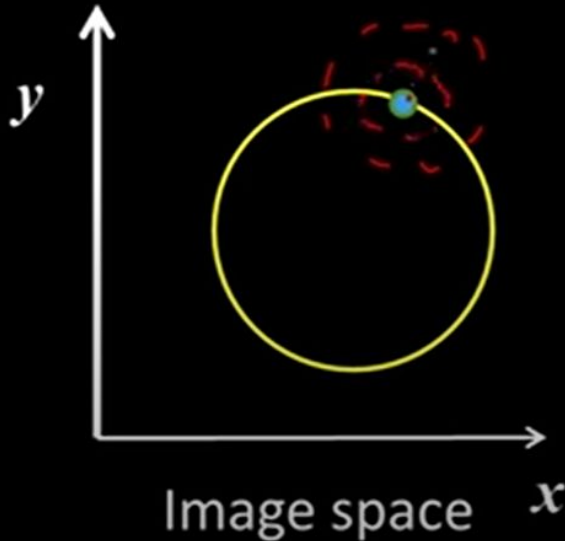
İki sonucun birleşimi



Hough – Daire

Yarıçapın bilinmediği ve onunda bir parametre olduğu unutulmamalıdır

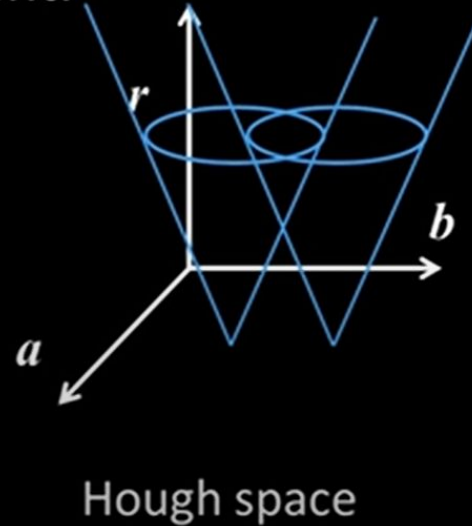
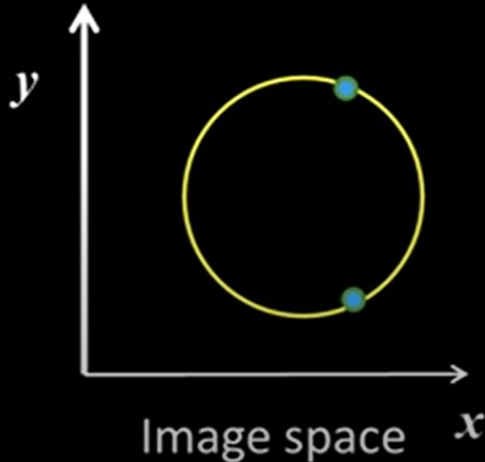
- Circle: center (a,b) and radius r $(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 = r^2$
- For **unknown** radius r , no gradient:



Hough – Daire

Her noktayı merkeze koyduğumuzda Hough uzayında bir konide oylama yapılır

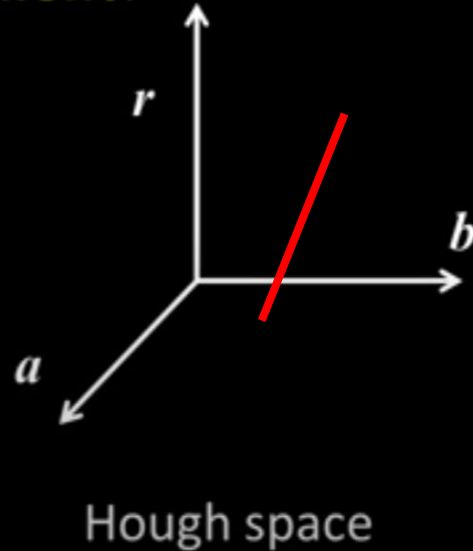
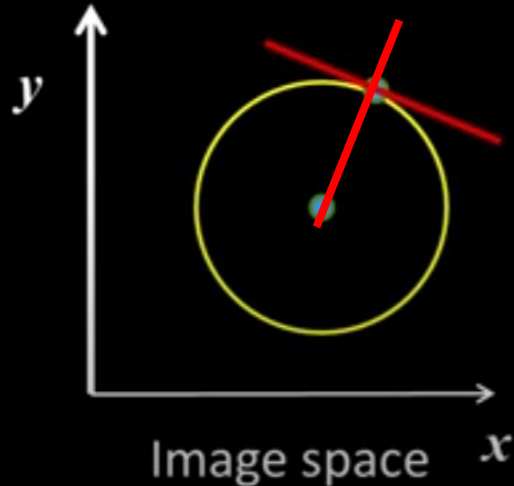
- Circle: center (a,b) and radius r $(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 = r^2$
- For **unknown** radius r , no gradient:



Hough – Daire

Sadece gradient'e dik olan çizgi üzerindeki noktalarda oylama yapıldığında algoritma hızlanır
Yani (a,b) noktaları gradiente dik çizgi üzerinden

- Circle: center (a,b) and radius r $(x_i - a)^2 + (y_i - b)^2 = r^2$
- For **unknown** radius r, with **gradient**:



Hough – Daire

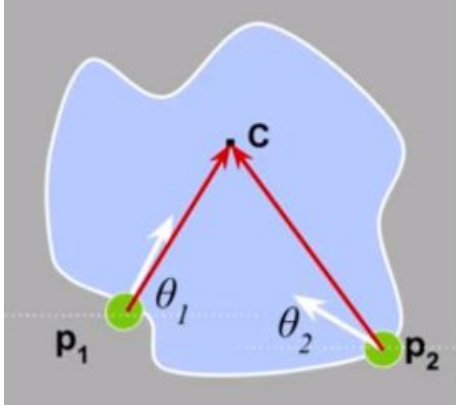
```
1. For every edge pixel (x,y) :
2.   For each possible radius value r:
3.     For each possible gradient direction  $\theta$ :
4.       %% or use estimated gradient
5.        $a = x - r \cos(\theta)$ 
6.        $b = y + r \sin(\theta)$ 
7.        $H[a,b,r] += 1$ 
8.     end
9.   end
10. end
```

Bazı Öneriler

- Gradient büyüklüğü yüksek olan kenarları seç
- Yarıçap için gridlemeye dikkat et

Parametrik olmayan nesneler

Nesnenin iç kısmında bir nokta olduğunu (C) düşünelim.



For Her kenar noktası p_i

$$r_i = C - p_i$$

$$H[r_i, \theta] += 1$$

Parametrik olmayan nesneler

If orientation is known:

1. For each edge point
Compute gradient direction θ
Retrieve displacement vectors r to vote for reference point.
2. Peak in this Hough space (X,Y) is reference point with most supporting edges

If orientation is unknown:

For each edge point

For each possible master θ^*

Compute gradient direction θ

New $\theta' = \theta - \theta^*$

For θ' retrieve displacement vectors to vote for reference point.

Peak in this Hough space (now X,Y, θ^*) is reference point with most supporting edges

Hough

Avantajları

- All points are processed independently, so can cope with occlusion
- Some robustness to noise: noise points unlikely to contribute consistently to any single bin
- Can detect multiple instances of a model in a single pass

Avantajları

- Her nokta bağımsız değerlendirildiği için kapatma (occlusion) probleminin üstesinden gelebilir
- Gürültüye karşı biraz sağlam
- Tek bir taramada, çizgi veya daire gibi bir modele ait tüm nesneleri yakalayabilir

Dezavantajları

- *Complexity of search time increases exponentially with the number of model parameters*
- Non-target shapes can produce spurious peaks in parameter space
- Quantization: hard to pick a good grid size

DezAvantajı

- Arama zamanı karmaşıklığı, model parametre sayısına göre exponansiyel artar
- Bazen hedefte olmayan bir nesne parametre uzayında peak yapmış olabilir
- Quantization (Dilimleme) işlemi iyi ayarlanmalı, yoksa sonuç hüsrana uğratabilir