

**Yıldız Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**

**Bilgisayarla Görme**

**Final**

**Harris ve Moravec Köşe Belirleme  
Metotları**

**Selçuk BAŞAK  
08501008**

**Not: Ödevi hazırlamak için geliştirdiğim program ve kaynak kodları ektedir.**

## 1. Giriş

Bu çalışmada, Harris ve Moravec köşe belirleme yöntemleri ile tenis sahasının köşelerinin belirlenmesi yapılacaktır.

## 2. Yöntem

### 2.1. Marovec Köşe Belirleme Yöntemi

Marovec köşe belirleme yönteminde, seçilen bir piksel merkezli pencere, pikselin 8 komşusuna kaydırılıyor ve asıl pencere ile kaydırılan pencereler arasındaki piksellerin arasındaki parlaklık farkı değerlendirilerek köşeler belirlenebiliyor.

Burada üç farklı durum var. Bunlar,

a- Eğer pencerenin bulunduğu yer düz ise, tüm yönlerde kaydırılan pencereler arasındaki değişim az olacaktır.

b- Eğer pencere bir kenar içeriyorsa kenara dik olan kaydırmalar büyük değişim , paralel olanlar ise küçük değişim gösterecektir.

c- Eğer pencere bir köşe veya izole bir nokta içeriyorsa, tüm yönlerdeki kaydırmalar büyük değişim gösterecektir.

Matematiksel olarak,

$$E_{x,y} = \sum_{u,v} w_{u,v} | I_{x+u,y+v} - I_{u,v} |^2$$

olarak hesaplanır. Burada E değişimi ,I ise görüntü piksellerinin parlaklık değerlerini, w ise kullanılan pencereyi ifade eder. w pencere içinde 1 dışında 0 değerini alır.

P(x,y) noktası için w penceresi {(1,0), (1,1), (0,1),(-1,1)} yönlerinde kaydırılacaktır. P(x,y) noktasının köşe olması için bu nokta için hesaplanan min(E<sub>x,y</sub>)'nin lokal maksimum ve belirli bir eşik seviyesinden yüksek olması gerekir.

### 2.2. Harris Köşe ve Kenar Belirleme Yöntemi

Harris köşe belirleme yöntemi Marovec köşe belirleme yönteminin geliştirilmesi sonucu elde edilmiştir.

Moravec'in yöntemi anisotropic (dönüşten bağımsız değildir) bunun nedeni sadece 45 derecelik kaydırmalar olmasıdır. Harris'te bunun yerine, kaydırma merkezi etrafında analitik genişletme yapılarak, olabilecek tüm küçük kaydırmalara imkan sağlanıyor.

$$\begin{aligned} E_{x,y} &= \sum_{u,v} w_{u,v} [ I_{x+u,y+v} - I_{u,v} ]^2 \\ &= \sum_{u,v} w_{u,v} [ xX + yY + O(x^2,y^2) ]^2 \end{aligned}$$

Bu formülde I<sub>x</sub> ve I<sub>y</sub> yaklaşık olarak aşağıdaki gibi ifade ediliyor.

$$X = I \otimes (-1, 0, 1) \approx \partial I / \partial x$$

$$Y = I \otimes (-1, 0, 1)^T \approx \partial I / \partial y$$

Böylece, küçük miktarlı kaydırmalar için,

$$E(x,y) = Ax^2 + 2Cxy + By^2$$

elde edilir. Burada,

$$A = X^2 \otimes w$$

$$B = Y^2 \otimes w$$

$$C = (XY) \otimes w$$

İkinci olarak, kare bir pencere kullanmak yerine gaussian gibi dairesel bir pencere tercih ediliyor.

$$w_{u,v} = \exp -(u^2+v^2)/2\sigma^2$$

Son olarak, en küçük E ile köşe kararı vermek yerine, kaydırma sonucu oluşan E'nin kaydırmanın yönü ile değişimine göre karar vermek.

Küçük bir (x,y)kaydırması için değişim (E) ,

$$E(x,y) = (x,y) M (x,y)^T$$

gibi yazılabilir.

Burada M 2x2 simetrik matristir.

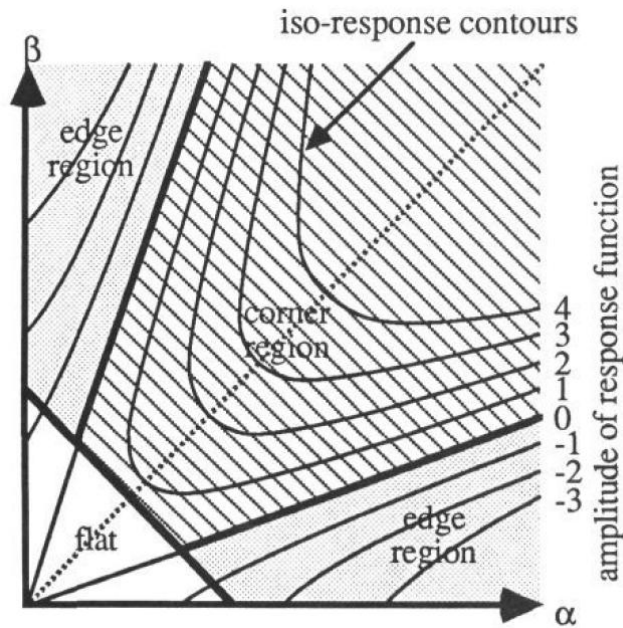
$$M = \begin{bmatrix} A & C \\ C & B \end{bmatrix}$$

Burada M'in eigen valuelarını  $(\alpha, \beta)$  hesaplırsak üç değişik durum elde edilir.

a-Eğer her iki eigen value küçük ise düz bir alandır.

b-Eğer bir eigen value büyük diğeri küçük ise kenar bölgesidir

c-Eğer her iki eigen value büyük değeri alırsa köşe bölgesidir.



Eigen value hesaplaması güç olduğundan, bunun yerine kenar, köşe belirlemek için,

$$\text{Tr}(M) = \alpha + \beta = A + B$$

$$\text{Det}(M) = \alpha\beta = AB - C^2$$

$$R = \text{Det} - k \text{Tr}^2$$

R fonksiyonu köşe bölgelerde pozitif değerler, kenar bölgelerde negatif değeri alır, düz bölgelerde ise küçük değeri alır.

Sonuçta elde edilen resimde köşe ve kenar bölgeleri elde edilir. Köşe noktaları belirlemek için köşe bölge içerisinde 8 komşulukta maksimum olan piksel köşe olarak belirlenir. Kenarlarda kenar bölgelerde x ve y yönündeki gradientlerinden büyük olanı yönündeki komşulukta minimum ise kenar olarak seçilir.

### 2.3. Harris - Moravec Yöntemlerinin Karşılaştırması

Moravec yöntemi anisotropic'tir. (dönüşten bağımsız değildir). Harris yöntemi ise isotropic olarak geliştirilmiştir, yani tüm açılardaki kenar ve köşelere karşı benzer hassasiyet gösterir. Moravec ile kullanılan pencere kare olduğundan sonuçlar gürültülü oluşmaktadır. Harris ile gauss gibi dairesel bir pencere kullanıldığından gürültü oluşmaz. Moravec sadece en min(E) kenarlara çok hassastır. Harris bunun için önlem almış ve bölgeler sınıflandırılırken kenarlar ile köşeler iyi bir şekilde ayrılmıştır.

### 2.4. Tenis Sahası Köşelerinin Bulunması

Bu çalışmada tenis sahasının köşelerinin bulunması için sabit görüntüler üzerinde hem moravec hem de harris ile çalışma yapıldı. Harris yöntemi matlab ile gerçekleştirildiğinde moravec'e göre çok daha hızlı sonuç verdiği için video üzerindeki çalışmada Harris yöntemi ile yapıldı. Görüntülerde Harris yönteminde köşe noktaları detaylı olarak belirlendi ancak daha iyi bir görsel ifade için kenarlar için inceltme yapılmadı.

"Video1.avi" görüntüsü üzerinde ayrıca koordinat dönüşümü de otomatik olarak yapılarak kuş bakışı tenis sahası görüntüsü oluşturuldu. Bu işlem üç adımda yapıldı. Öncelikle tenis sahasının görüntüsünün kenar ve köşelerini elde etmek için (arka plan) video üzerinde tüm kareler için kenar ve köşeler belirlendi ve bu belirlenen kenarlar ve köşeler için oylama yapıldı. Belirli bir orandan fazla oy alan kenar ve köşeler saha kenar ve köşeleri olarak seçildi. Bundan sonra elde edilen sahanın en dış köşeleri video karesinin en köşelerine en yakınlardan seçildi. Bu örnek için gerekmiyordu ancak eğer gerekseydi sahanın aşağıdaki çizgisi yatay olması için rotation işlemi uygulanacaktı. Sonrasında üst köşeler ile alt köşelerin birleştirilmesi ile elde edilecek ufuk noktasının koordinatları hesaplandı. Bu ufuk noktasına göre görüntü üzerindeki diğer kenar ve köşelerin üçgen benzerliğinden yararlanılarak dönüşümü yapıldı. Aynı zamanda her bir kare için kenar ve köşe noktaları arka planda var mı diye kontrol edildi yoksa işaretlendi. Böylece hareketli olan oyuncular ve saha birbirinden ayrılmış oldu.

### 3. Uygulama

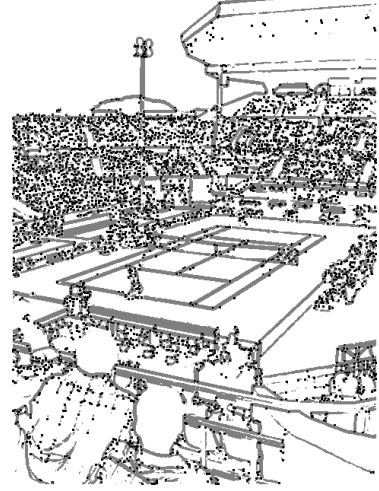
#### 3.1. Sabit Görüntü



Orijinal Görüntü

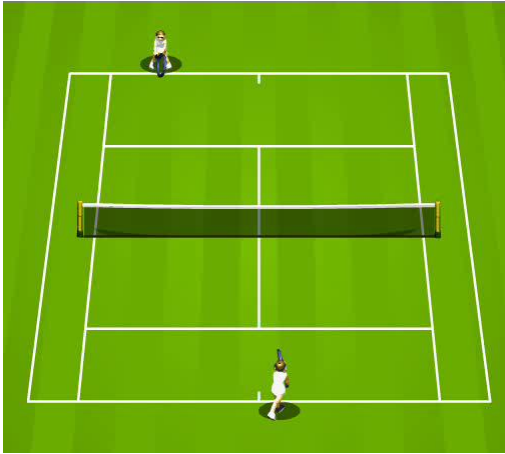


Moravec

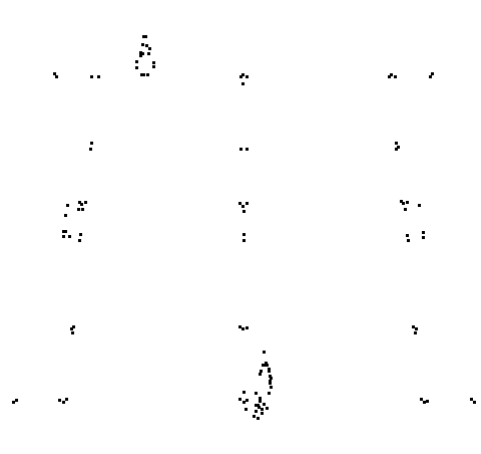


Harris

#### 3.2. Video



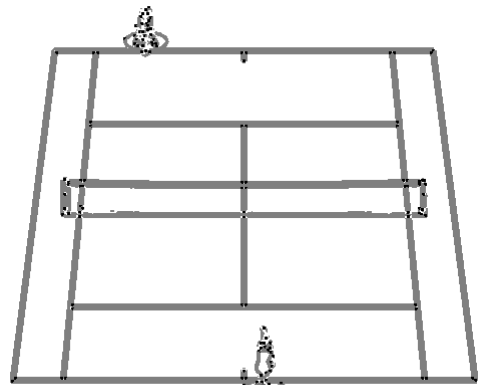
Video1: Orijinal Görüntü



Video1:Moravec



Video1: Arka plan görüntüsü.(Harris)

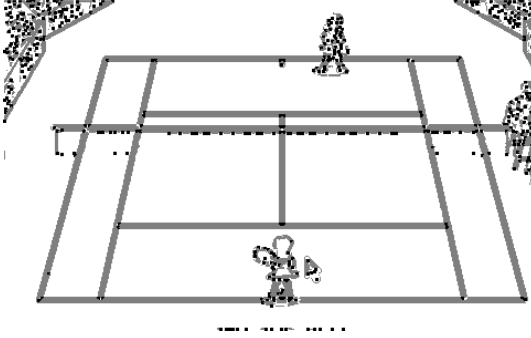


Video1:Harris

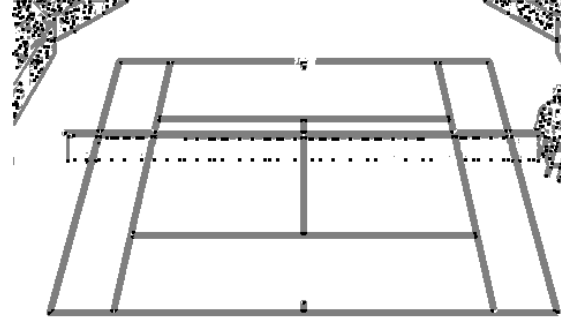
Siyah köşeleri, gri kenarları göstermektedir.



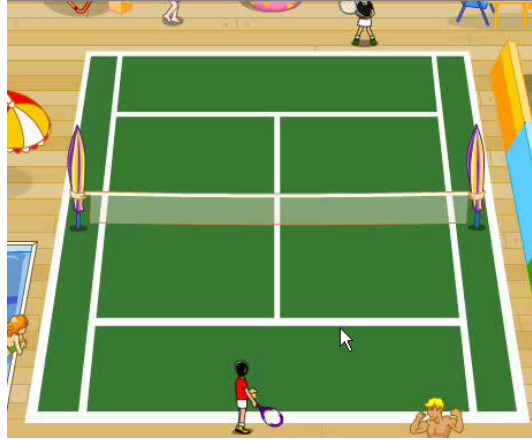
Video2



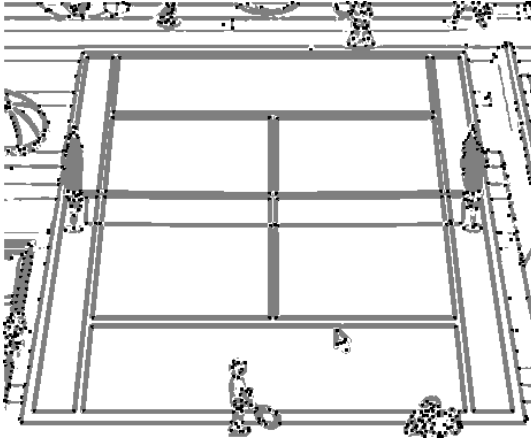
Video2: Harris



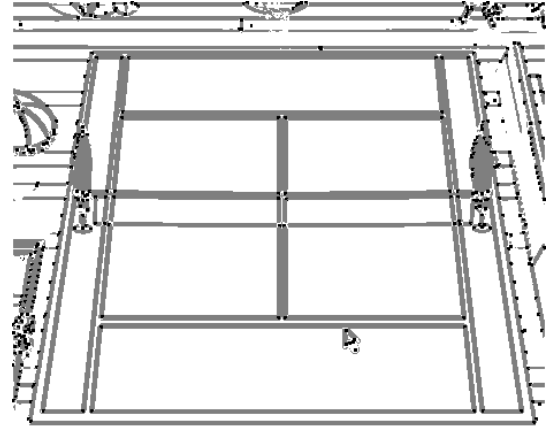
Video2: Arka plan görüntüsü.(Harris)



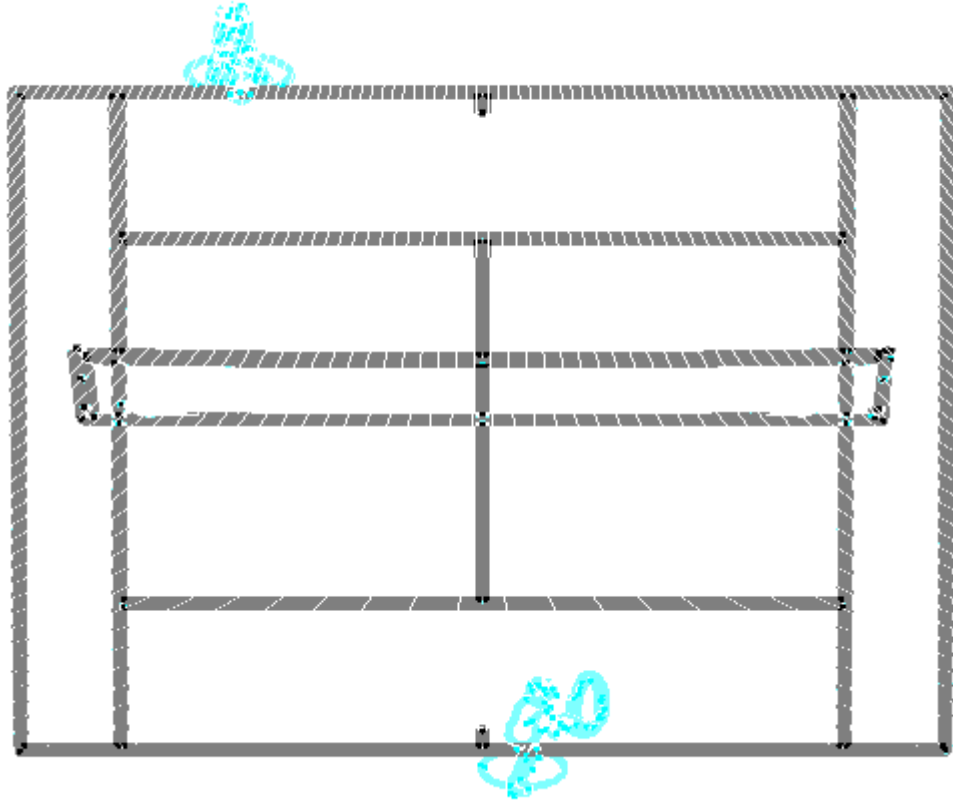
Video3



Video3:Harris



Video3: Arkaplan görüntüsü



Video1: Sınıflandırılmış / Kuş bakışı görünüm

## 4. Programlar

| Matlab Programı                | Açıklama                                                                                           |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Final_moravec_image.m          | Resim Üzerinde Moravec uygulaması                                                                  |
| Final_moravec_video.m          | Video Karesi Üzerinde Moravec uygulaması                                                           |
| harris_corner_detect.m         | Harris Köşe ve Kenar Belirleme Fonksiyonu                                                          |
| Final_Harris_Image.m           | Görüntü üzerinde Harris uygulaması                                                                 |
| Final_Harris_Video.m           | Video üzerinde Harris uygulaması                                                                   |
| Final_Harris_Video_Classify.m  | Video Harris uygulaması + arkaplan/önplan sınıflandırması                                          |
| Final_Harris_Video_BirdsView.m | Video üzerinde Harris uygulaması + arkaplan/önplan sınıflandırması ve Kuş bakışı görünümü dönüşümü |

## 5. Sonuçlar

Örnek resim ve videolar için köşeler Harris ve Moravec yöntemleri ile gerçekleştirilmiştir. 508x402 boyutlarında bir örnek görüntü için Moravec yaklaşık 6 sn sürerken Harris 0.1 sn sürede tamamlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde gerçek dünya görüntülerinde moravec kenarları köşe olarak değerlendirebilmektedir. Harris ile yapılan köşe belirlemesi daha başarılı olarak değerlendirilmiştir.

## 6. Kaynaklar

- 1- Chris Harris & Mike Stephens, A COMBINED CORNER AND EDGE DETECTOR, Plessey Research Roke Manor, United Kingdom, 1998