

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ



FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

PROJE DERSİ ÖDEV RAPORU

Konu: Hareketli Görüntüdeki Elde Avuç Bölgesinin Seçilmesi

Dersin Sorumlusu: Prof. Dr. Vasif V. NABİYEV

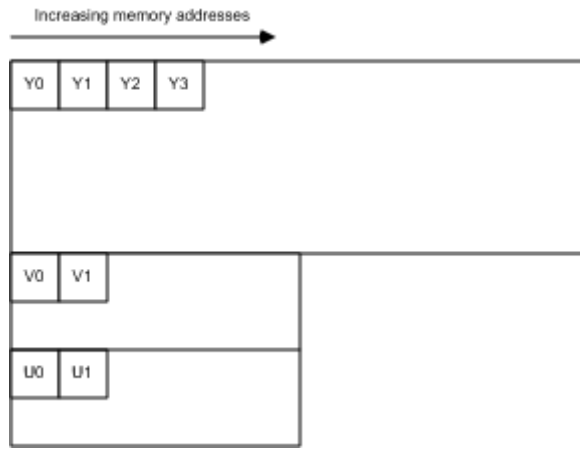
Hazırlayan: 241361 Şevket U. ÇAKIR

1 GİRİŞ

Uygulamadaki genel amaç eldeki avuç bölgesinin konumunun belirlenip seçilmesidir. Yapılan işlemler kameradan gelen hareketli bir görüntü üzerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen video formatına uygun olarak (I420) kameradan saniyede yaklaşık olarak 28 görüntü gelmektedir. Dolayısıyla algılama işlemi sırasında yapılacak olan işlemlerin $1/28=0.03$ sn gibi bir zamanda gerçekleşmesi gerekir. Uygulama performansı göstermiştir ki yapılan işlemler algılama işleminin gerçek zamanda yapılmasına engel olmamaktadır.

2 KAMERA YAKALAMA BİÇİMİ

Oluşturulan sistem tümüyle gri seviye resimler ile çalışacağından, kamera yakalama biçimi olarak herhangi bir dönüşüme gerek duyulmayan I420 seçildi. I420 yakalama biçiminde aşağıda gösterilen YV12 yakalama biçimine benzer özellik gösterir. YV12'den farkı U ve V düzlemleri bellekte ters sırada yerleşmişlerdir.



YV12 yakalama biçiminin bellekteki dizilimi

Y düzlemi piksellerin parlaklık seviyelerini belirttiği için herhangi bir dönüşüm yapmaya gerek yoktur.

3 AVUÇIÇI SEÇME SÜRECİ

Kameradan sürekli olarak gelen cisimlerin ayırt edilmesi için öncelikle bir arka plan öğrenmesi yapılır. Arka plan öğrenildikten sonra gelen görüntü arka plandan çıkarılır. Böylelikle kalanlar sadece kameraya giren cisimler olur.

Arka plandan ayıklanan cisimlerin bazı testlere tabi tutularak el olup olmadığına karar verilir. Bu testleri gerçekleştirmek için bazı işlemlerin yapılması gereklidir. Gelen cisimler işlenebilmek için ikili resme çevrilir. Burada eğer gelen renk arka plan rengiyse siyah, değilse beyaz yapılır. Bu noktadan sonra gelen cisimlerin kenarlarında cisme bitişik olmayan ufak gürültülerin elimine edilmesi gerekir. Gürültünün elimine edilmesi için üst üste 4 defa erosion işlemi yapılır. Böylelikle küçük cisimler görüntüden kaybolacaktır. Küçük cisimleri eledikten sonra resmi eski haline döndürmek için 4 defa dilation işlemi yapılır.

Sıradaki işlem cismin sınırlarının belirlenmesidir. Sınır belirleme işlemi basit bir şekilde gerçekleştirilir. 3. dilation işleminin sonucu ile 4. dilation işleminin sonucunu XOR işlemine tabi tutarsak, elimizde sadece cismin sınır noktaları kalır.

Gelen cisimlerin el olup olmadığına karar vermek için cisimlerin yuvarlaklık değerini belirten circularity değeri hesaplanır.

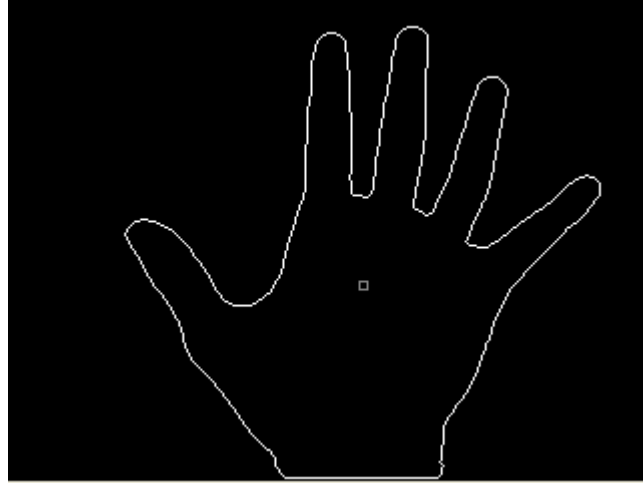
$$C = \frac{4\pi A}{\zeta^2}$$

Circularity

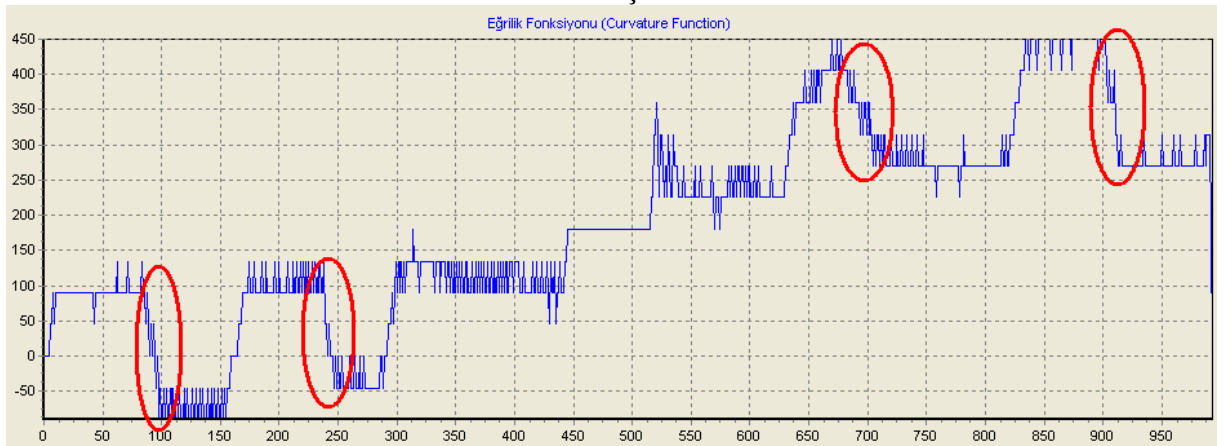
Burada A cismin alanını, ζ ise cismin çevresinin uzunluğunu belirtir. Cismin alanını bulmak için cismin beyaz renk olan piksel sayısı hesaplanır. Cismin çevresini hesaplamak için ise sınır noktaları üzerinde bir noktadan başlayarak, tekrar bu noktaya gelene kadar gezilir. Toplam piksel sayısı cismin çevresini verir. Bu değerlerle yuvarlaklık değerini hesaplayabiliriz.

Yuvarlaklık değeri hesaplandıktan sonra cismin el olup olmadığına karar verilebilir. Deneysel sonuçlar göstermiştir ki yuvarlaklık değeri yaklaşık olarak 0,2 ile 0,25 arasında değerler almaktadır. Buna göre eğer hesaplanan yuvarlaklık değeri bu aralıktaysa cismin el olduğuna karar verilir. Bu noktadan sonra yapılan işlemler sadece el olarak sınıflandırılan cisimler üzerinde yapılır.

Cisimler için eğrilik fonksiyonu (curvature) hesaplanır. Eğrilik fonksiyonundaki değerler artarak toplandığında kümülatif eğrilik fonksiyonu elde edilir. Kümülatif eğrilik fonksiyonundaki artış noktaları dışbükey, azalma noktaları ise içbükey noktaları gösterir. Avuç içini bulurken parmakların aralarındaki içbükey noktaları referans alacağımızdan grafikteki azalan noktaları bulmamız gerekir. Aşağıda sınır noktaları verilen için hesaplanan kümülatif eğrilik fonksiyonu vardır.



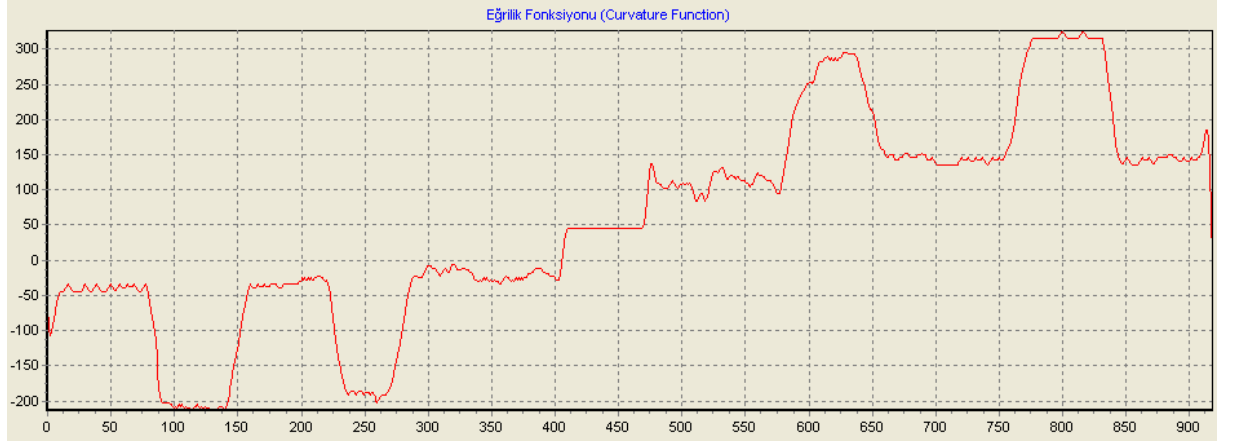
Sınırları bulunmuş el resmi



Üstteki el resmine ait kümülatif eğrilik fonksiyonu

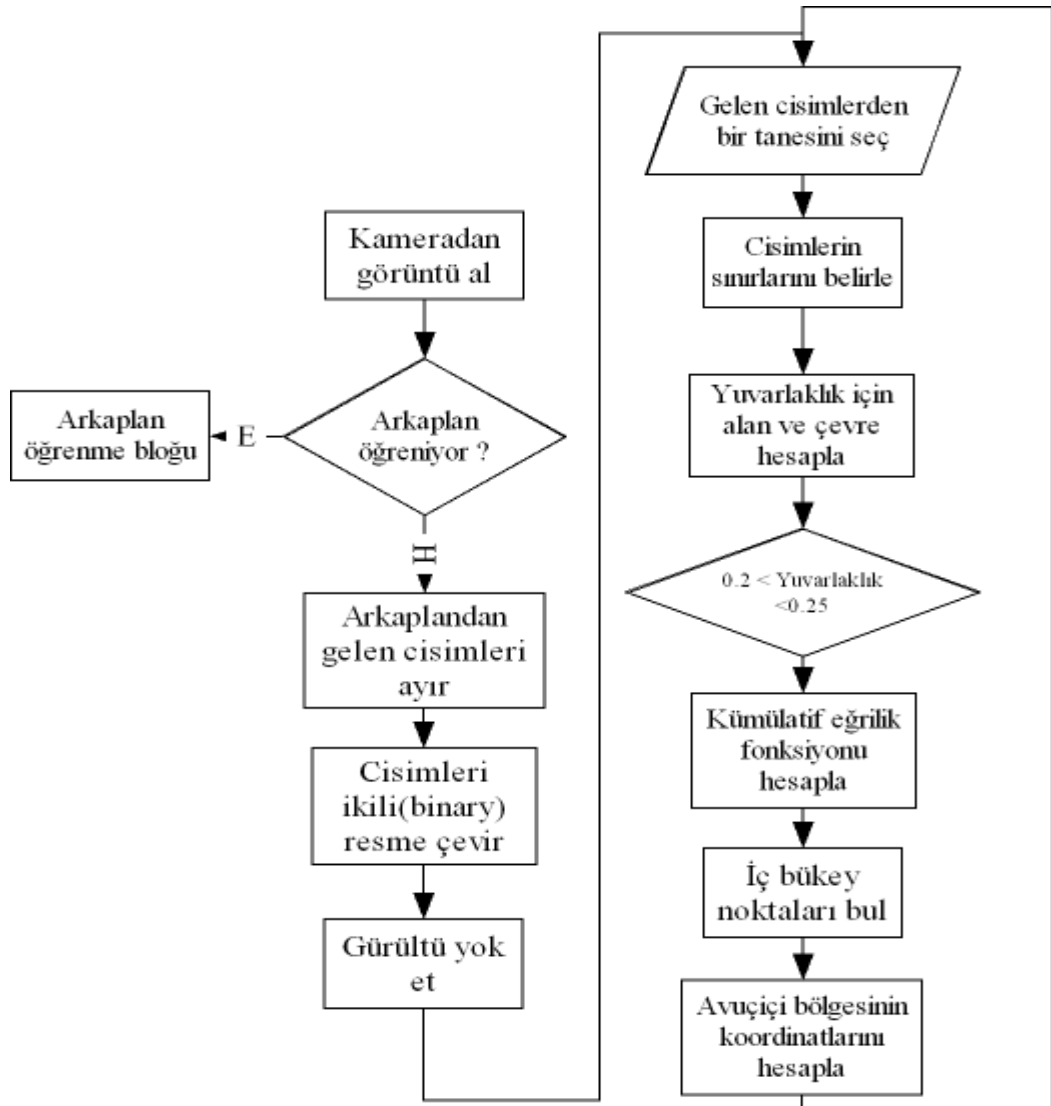
Hesaplanan fonksiyondaki yuvarlak içine alınan bölgeler eğriliği fazla olan içbükey noktalardır. Kümülatif eğrilik fonksiyonunda ani iniş ve çıkışlar görünmektedir.

Hesaplamanın daha kolay olması için eğrilik fonksiyonu bir yumuşatma(smoothing) işlemine tabi tutulur. Programda 3 parametrelili bir yumuşatma işlemi yapılmıştır. Yani fonksiyondaki bir değere etki eden 7 değer vardır. İşaret yumuşatıldıktan sonra aşağıdaki gibi bir hâl alır.



Yumuşatılmış eğrilik fonksiyonu

Bu noktadan sonra grafikteki azalma noktalarını bulmak gerekir. Bu da daha sonra açıklayacağım algoritmayla gerçekleşir. Aşağıda bu sürecin akış diyagramı vardır.

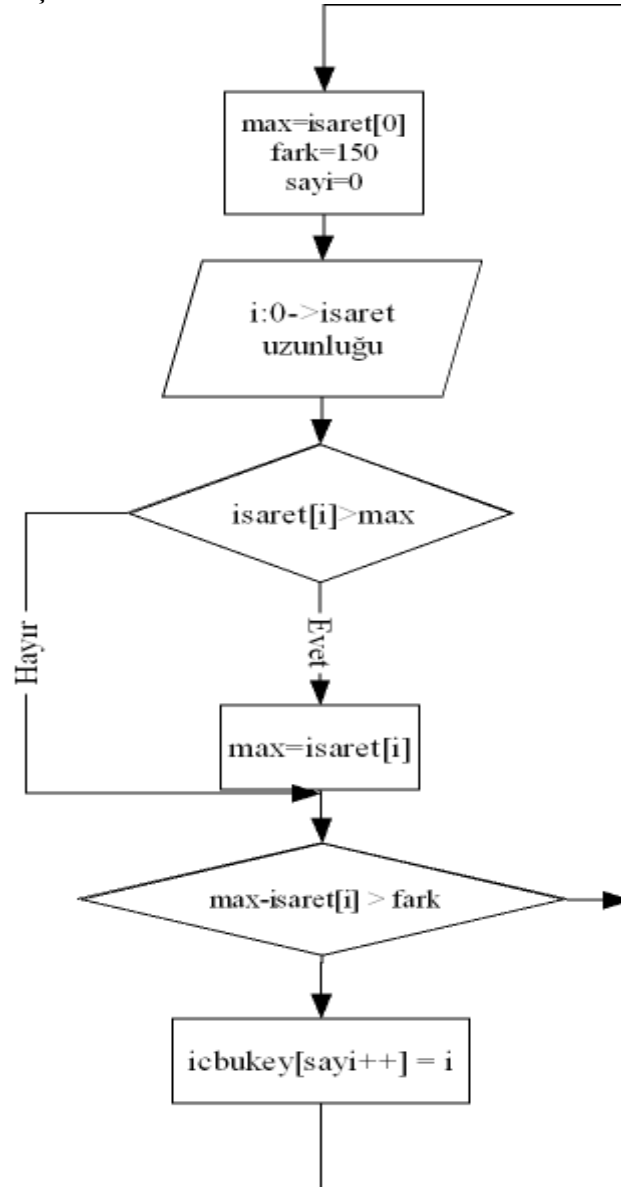


4 ARKAPLAN ÖĞRENME

Arka plan öğrenme süreci gri seviye resimler üzerinde gerçekleştirilir. Temel esas arka plan öğrenme süreci içerisinde bir piksel için gelen farklı parlaklık değerlerinden hangisi en çok gelmişse onu arka plan olarak belirlemektir. Öğrenme süreci içinde her piksel için ayrı olarak gelen parlaklık değerleri ve sayıları tutulur. Öğrenme sürecinin sonunda ise bu değerler belirme sayılarına göre sıralanır. İlk değer o piksel için belirlenen arka plan rengi olur. Uygulamada ise biraz daha farklı bir yol izlendi. Gelen parlaklık seviyeleri belirme sırasına göre sıralandıktan sonra, en fazla beliren 3 parlaklık değeri muhtemel arka plan parlaklık seviyesi olarak belirlendi. Görüntüdeki bir pikselin arka plan olup olmadığına karar vermek için mevcut görüntüdeki piksel değeri ile bu 3 parlaklık seviyesi arasındaki mutlak farkın belirli bir değerden (45) küçük olup olmamasına bakıldı.

5 İÇBÜKEY NOKTALARIN BULUNMASI

Yumuşatılmış kümülatif eğrilik fonksiyonundaki içbükey noktaların bulunması için grafikteki azalan noktaların bulunması gerekir. Azalan noktalardan 4 tanesi büyük bir azalma gösterecektir ve bu da içbükey noktalara karşılık gelecektir. Aşağıda bu 4 noktanın bulunması için akış diyagramı verilmiştir.



6 KULLANILAN TEKNİKLER

6.1 EROSION (ERİTME)

Genel formülü aşağıdaki gibidir. İki boyutlu resim uzayındaki ikili(binary) resimlerin içe doğru erimesine neden olur. Değişik boyutlardaki kare matrisler yapılandırma matrisi olarak kullanılır(Örn: 3x3, 5x5, vs.).

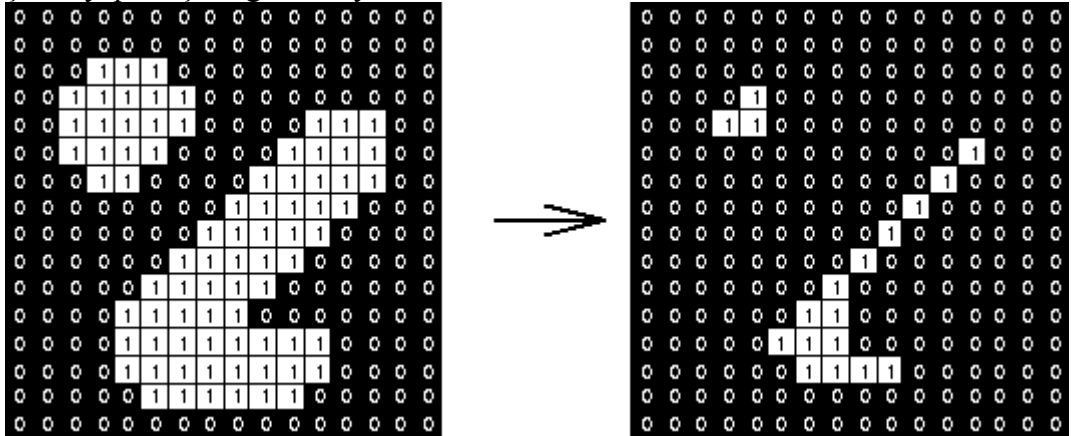
1	1	1
1	1	1
1	1	1

Set of coordinate points =

{ (-1, -1), (0, -1), (1, -1),
(-1, 0), (0, 0), (1, 0),
(-1, 1), (0, 1), (1, 1) }

3x3 Yapılandırma Matrisi

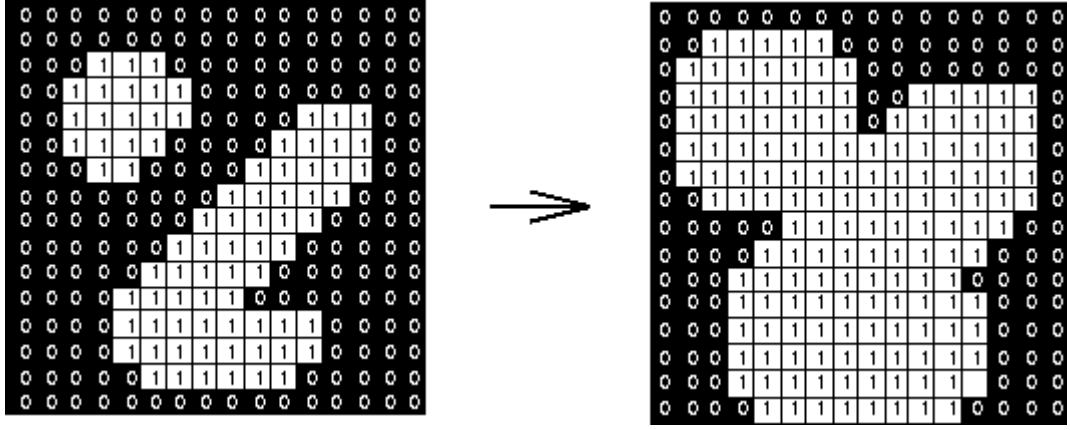
Yapılandırma matrisinin orta noktası bir piksel değerine karşılık gelecek şekilde esas görüntünün üzerine yerleştirilir. Eğer matristeki komşuluklar, esas resimdeki komşuluklarla eşleşiyorsa o piksel mevcut rengini(beyaz) korur. Tersi durumda piksel ikili resimdeki diğer rengi(siyah) alır. Aşağıdaki şekilde, üstte şekli verilen 3x3 yapılandırma matrisine göre erosion işlemi yapılmış bir görüntü yer almaktadır.



3x3 yapılandırma matrisine göre erosion yapılmış resim

6.2 DILATOIN (ŞİŞİRME)

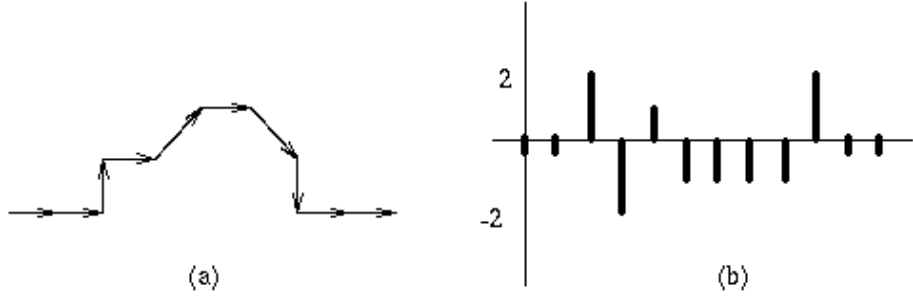
Bu işlem erosion işleminin tersi olarak düşünülebilir. Yapılandırma matrisinin merkezindeki piksel değeri matristeki diğer piksellerle eşleşirse pikselin esas resimdeki komşuları matristeki komşu değerleri alırlar. Aşağıda aynı resmin dilation yapılmış hali vardır.



3x3 yapılandırma matrisine göre dilation yapılmış resim

6.3 CURVATURE (EĞRİLİK) FONKSİYONU

Eğrilik fonksiyonu bir cismin chain kodundaki geçişlerdeki dönme miktarını belirtir. Aşağıdaki şekilde cismin eğrilik(curvature) fonksiyonu gösterilmektedir.



a) Cismin chain code'u b) a'nın eğrilik fonksiyonu

6.4 İŞARET YUMUŞATMA (SMOOTHING)

Herhangi bir işaret içerisindeki ani iniş ve çıkışları engellemek için yumuşatma işlemi yapılır. Parametre sayısı, işaretin bir noktasındaki değere kaç farklı değerlerin etki edeceğini belirtir. Aşağıda n parametrelili bir yumuşatma işlemi vardır.

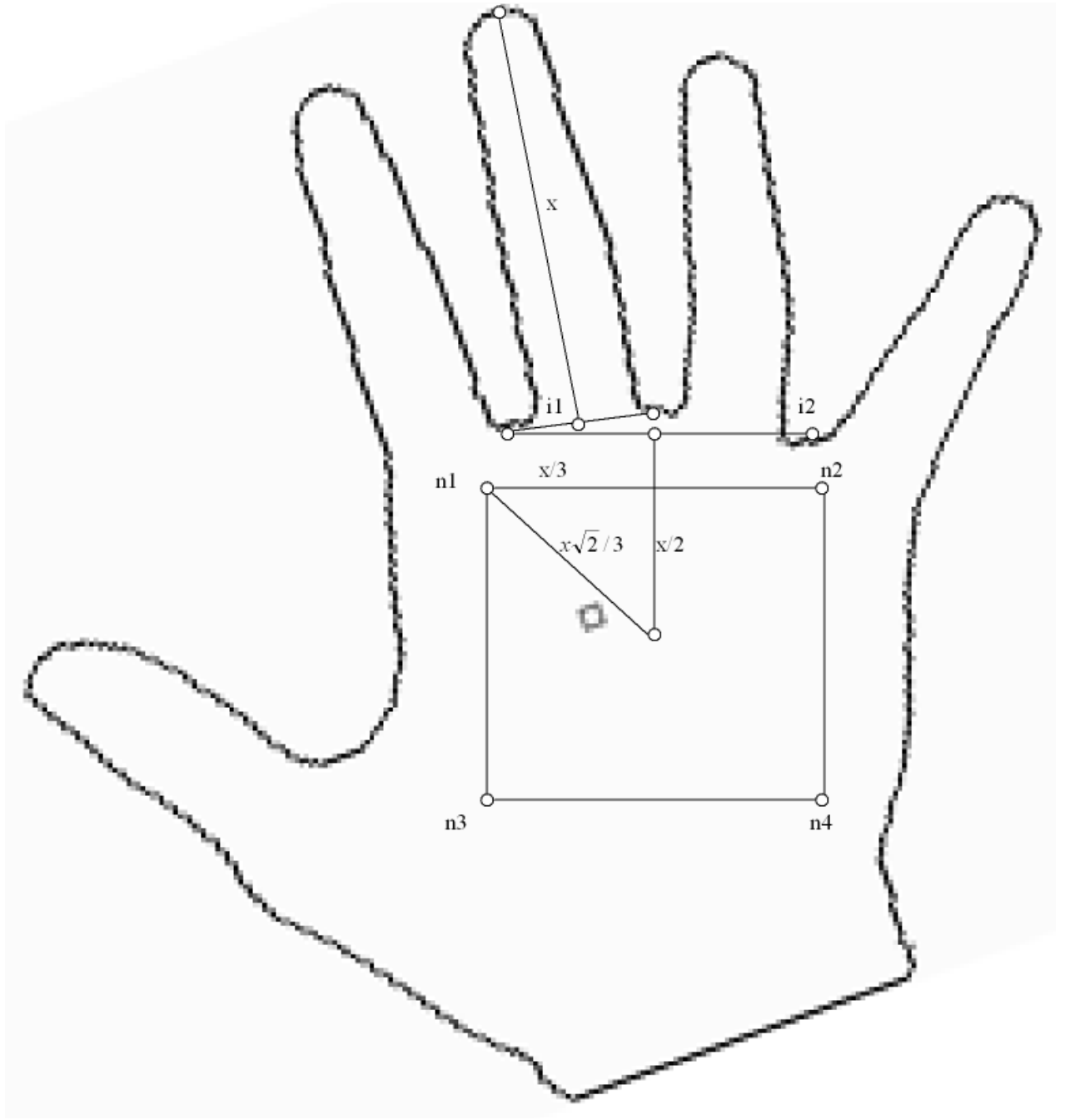
$$S_i = \frac{1}{n^2} \sum_{k=-n}^n (n - |k| + 1) \cdot S_{i+k} \quad n=1,2,\dots$$

6.5 EL BÖLGESİNİN SEÇİLMESİ TEKNİK 1

Eldeki içbükey noktalar belirlendikten sonra, işaret parmağı ile orta parmak arasındaki içbükey nokta (i1) ve serçe parmağı ile yüzük parmağı arasındaki içbükey nokta (i2) seçilir. Bu iki nokta arasındaki uzaklığa x dersek n1 noktasının belirlenmesi için -y yönünde x/8 kadar ilerlenir. Geline bu noktadan -x yönünde x/8 kadar ilerlenir. Bu bulduğumuz nokta elde seçilecek bölgenin ilk noktasıdır. Benzer şekilde, i2 noktasından -y yönünde x/8 kadar ve de x yönünde x/8 kadar ilerlenerek n2 noktası bulunur. n3 noktasını bulmak için n1 noktasından -y yönünde 5x/4 kadar ilerlenir. Benzer şekilde n2 noktasından 5x/4 uzaklıktaki n4 noktası bulunur. n1, n2, n3, n4 noktaları elde seçilecek bölgeyi verir.

Gerçek dünyada i1 ve i2 noktası arasındaki doğru x eksenine paralel olmayabilir. Böyle durumlarda işlemler dönme miktarı hesaplanarak yapılır.

Kullanılan bu teknikte ise orta parmağın uzunluğu dikkate alınır. Öncelikle orta parmağın uzunluğu bulunur. Orta parmağın uzunluğuna x dersek, kullanılan i1-i2 doğrusuna dik olarak $x/2$ kadar $-y$ yönünde ilerlenir. Bu noktanın $x/3$ kadar üst kısmı seçilecek bölgenin üst sınırını, $x/3$ kadar alt kısmı da seçilecek bölgenin alt sınırını belirler. $x/3$ kadar uzaklıklarla da yan sınırlar belirlenir. Böylelikle n_1, n_2, n_3, n_4 noktaları elde seçilecek olan bölgeyi belirler.



6.7 TEKNİKLERİN KARŞILAŞTIRMASI

Kullanılan birinci teknikte orta parmak uzunluğunun belirlenmesine gerek yoktur. Dolayısıyla elin tamamı remin içerisinde olmasa bile, 4 tane içbükey nokta resmin içinde olduğu sürece bölge seçilebilir. İkinci tekniğin avantajı ise, seçilen $i1$ ve $i2$ noktalarının konumlarının değişmesine daha az hassas olmasıdır.

7 PROGRAM GÖRÜNÜMÜ

