

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**MOBİL CİHAZ KAMERASINDAN ALINAN
FOTOĞRAF ÜZERİNDE KİNEMATİK TABANLI
ÇOKGEN YAKLAŞIMI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Anıl ÖZKAN

İSTANBUL, 2015

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BİLİM DALI

**MOBİL CİHAZ KAMERASINDAN ALINAN
FOTOĞRAF ÜZERİNDE KİNEMATİK TABANLI
ÇOKGEN YAKLAŞIMI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Anıl ÖZKAN

Öğrenci No:

120820022

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL

İSTANBUL, 2015

YEMİN METNİ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "Mobil Cihaz Kamerasından Alınan Fotoğraf Üzerinde Kinematik Tabanlı Çokgen Yaklaşımı" başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiği ve çalışmamın içinde kullanıldıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 22.05.2015

Anıl ÖZKAN

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ/~~PROJE~~ SAVUNMA SINAVI SONUÇ TUTANAĞI

Beykent Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Aşağıda tez/~~proje~~ adı belirtilen yüksek lisans öğrencisi **120820022** no'lu **ANIL ÖZKAN** 'in **15/06/15** tarihinde yapılan tez/~~proje~~ savunma sınavı¹ sonucunda **45**.. dakika süreyle sunduğu ve savunduğu tezi/~~projesi~~ hakkında² oybirliğiyle, **KABUL**.. kararı verilmiştir.

Bilgilerinize saygılarımızla arz ederiz.

Anabilim Dalı : **BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**
Programı : **BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**
Tez/~~Proje~~ Başlığı³ : **MOBİL CİHAZ KAMERASINDAN ALINAN FOTOĞRAF ÜZERİNDE KİNEMATİK TABANLI GÖKGEN YAKLAŞIMI**

Tez/~~Proje~~ Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

İmza

Danışman : **Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL**

Üye : **Doç. Dr. Kazım SARI**

Üye : **Doç. Dr. Gökhan SİLAHTARCI**

¹ Jüri üyeleri söz konusu tezin kendilerine teslim edildiği tarihten itibaren en geç bir ay içinde toplanarak öğrenciyi tez savunma sınavına alır. Belirlenen günde yapılamayan jüri toplantısı, katılanların hazırladığı bir tutanakla enstitü yönetimine bildirilir. Bu durumda jüri en geç onbeş gün içinde toplanarak adayı tez savunma sınavına alır. Tez savunma sınav süresi en az 45 dakikadır. Yüksek lisans tez savunma sınavı, tez çalışmasının sunulması ve bunu izleyen soru-yanıt bölümlerinden oluşur ve dinleyiciye açıktır. (Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-3)

²Tez sınavının tamamlanmasından sonra jüri, tez hakkında "kabul", "düzeltme" veya "red" kararı verir. Jüri başkanı, jüri üyelerince imzalanmış sınav tutanağını, tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili enstitü yönetimine teslim eder. Tezi başarısız bulunan öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gerekli düzeltmeleri yaparak ve yönetmelikte belirtilen usullere uygun olarak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sınavında da tezi kabul edilmeyen öğrencinin enstitü ile ilişkisi kesilir.(Beykent Lisansüstü eğitim ve Öğretim Yönetmeliği-Madde30-4)

³Heride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığını yazılması gerekmektedir.

TEŐEKKÜR

Tez çalıőmamda bana danıőmanlık yapan ve çok değerli yönlendirmelerde bulunan **Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL** hocama ve tez çalıőmalarım süresince bana sabırla destek olan babam **Remzi ÖZKAN**, annem **İncigl ÖZKAN** ve kardeőim **Rahmi Eren ÖZKAN**'a teőekkür ederim.

MOBİL CİHAZ KAMERASINDAN ALINAN FOTOĞRAF ÜZERİNDE KİNEMATİK TABANLI ÇOKGEN YAKLAŞIMI

Tezi Hazırlayan: **Anıl ÖZKAN**

ÖZET

Görsel tabanlı bilgi sistemleri gibi görsel öğeleri işleyen birçok sistemde (çoğul ortam bilgi sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri vb.) bilgiler şekillerin sınırlarına karşılık gelen çokgenler ile ifade edilirler. Bu çokgenler nesnelere sahip olduğu detaylar nedeni ile çok sayıda kenar ve köşe noktasına sahiptir. Bu noktadan hareketle daha az sayıda köşe, kenar noktası içeren ve orijinal çokgenin kritik şekil bilgisini bünyesinde barındıran çokgenlerle ifade edebilmek için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar; çokgen yaklaşımı ya da çokgen sadeleştirme olarak adlandırılmaktadır. Bu yaklaşım yöntemine ihtiyacın temelinde; kenar ve köşe sayısı yoğun olan çokgenlerin işlenmesinde çeşitli zorluklarla karşılaşılması bulunmaktadır. Bunun yanı sıra görüntüdeki gürültünün fazla oluşu ve işlemler için gerekli bellek ve disk alanı ihtiyacının fazla olması da çokgen sadeleştirme metodu kullanımına yönelten diğer nedenlerdir. Bu tez çalışmasında; çokgen sadeleştirme yaklaşımı için kinematik tabanlı metot ve bu metodun, mobil cihaz kamerası ile çekilen görüntü üzerinde uygulanması amaçlanmıştır. Metot; çokgenin ağırlık merkezi ile ilişkili uç noktalarının hız ve ivme değerlerinin hesaplanması ve bu değerlere uygun olarak sadeleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Çalışma; kamera ile çekilmiş ve cihaz galerisinde bulunan görüntülerin; çok köşeli çokgen şekillere dönüştürülerek, kinematik tabanlı yaklaşımın bu şekiller üzerinde denenmesi ile uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çokgen Sadeleştirme, Kinematik, Görüntü İşleme

KINEMATICS BASED POLYGON APPROXIMATION ON THE IMAGE CAPTURED FROM MOBILE DEVICE CAMERA

Presented By: **Anıl ÖZKAN**

ABSTRACT

In visual based information systems, such as geographic information systems and multimedia information systems processing visual elements, data is represented through polygons corresponding to the boundaries of the form. Polygons have a large number of edges and vertices because of detailed shape of the objects. From this point of view, the studies have been carried out to represent the polygon with less edge and vertices, preserving critical shape of original one. These studies are called polygon approximation or polygon simplification. The demand to this research method based on the various difficulties faced in processing polygons with large number of vertices and edges. As well as being more noise in the image processing and more memory and disk requirements are the reasons led to the use of polygon simplification method. This thesis study aimed at using the kinematics-based method and its implementation on an image captured by a mobile device camera for polygon simplification. The method is based on calculating the speed and acceleration values of extreme points associated with the polygon centroid and their simplification according to these values. The study was carried out by implementing the kinematics-based method on the images captured by the camera and on the mobile device gallery images, which had been transformed into polygon shape with a large number of vertices.

Keywords: Polygon Approximation, Kinematics, Image Processing

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZET

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	v
1. GİRİŞ	1
2. İLGİLİ ÇALIŞMA	3
2.1. Problem Tanımı	3
2.2. Çokgen Yaklaşım Yöntemi	5
3. KİNEMATİK TABANLI ÇOKGEN YAKLAŞIM METODU	7
3.1. Tanım.....	7
3.1.1. Algoritma	10
4. KULLANILAN TEKNOLOJİLER	13
4.1. OpenCV Bilgisayarla Görü Kütüphanesi	13
4.2. Android İşletim Sistemi	14
4.3. Android Studio	15
4. KULLANILAN TEKNOLOJİLER	16
5.1. Şekil Çıkarıcı	17
5.2. Kinematik Metodun Çokgene Uygulanması	23
6. SONUÇ	30
KAYNAKLAR	31

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo.1. Kinematik Tabanlı Metot	11
Tablo.2. Şekil Çıkarıcı Fonksiyon	17
Tablo.3. Çokgenden nokta verilerini okuyan fonksiyon	18
Tablo.4. kimpapoint sınıfı	23
Tablo.5. Kinematik Metot Uzaklık Hesaplama Fonksiyonu	24
Tablo.6. Kinematik Metot Hız Hesaplama Fonksiyonu	24
Tablo.7. Kinematik Metot İvme Hesaplama Fonksiyonu	25
Tablo.8. Kinematik Metot Fonksiyonu	25
Tablo.9. Koordinatlara göre uzaklık, hız, ivme sonuçları	27

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil.1. Kinematik Tabanlı Metot Görselleştirilmesi	8
Şekil.2. Kinematik Tabanlı Metot Uygulamasının Çıktısı	9
Şekil.3. Uygulama Giriş Ekranı	19
Şekil.4. Kameradan Görüntü Alma Ekranı	20
Şekil.5. Alınan Görüntü Ekranı	21
Şekil.6. Alınan Görüntüdeki Nesnenin Şeklinin Çıkarılması	22
Şekil.7. Uygulama Menü Ekranı.....	28
Şekil.8. Uygulama Kinematik Yöntem Sonuç Ekranı	29

1. GİRİŞ

Görüntü, video ve gerçek dünyadan çok boyutlu görsel veriler içeren bilgi sistemleri ile görsel öğeler üzerinde incelemeler yapan bilgisayar bilimlerinde bilgi edinmek için bazı metotlar kullanılır. Bu metotların içinde de çokgenler bulunmaktadır.

Çokgenlerden; nesnelerin şekil ve sınırlarına ilişkin verileri ifade etmek için yararlanır. Çoklu ortam bilgi sistemlerinde çokgenler; nesne tabanlı karşılaştırma ve benzerlik, örüntü tanıma [1, 2], görüntü işleme [3] gibi alanlarda kullanılırlar. Temel veri tipi görsel öğeler olan diğer sistemlerde de çokgenler kullanılmaktadır.

Nesneleri ifade eden çokgenlerin, birçok durumda köşe ve kenar nokta sayıları fazladır. Bu şekildeki çokgenleri kullanmak zordur. Bu nedenle çokgen sadeleştirme yaklaşım metotları çokgenleri işlemeyi kolaylaştırmak için kullanılan yöntemlerdir.

Basitleştirme yöntemleri çokgen işlemeyi kolaylaştırdığı gibi çok sayıda köşesi olan çokgenleri işlemek için gereken büyük disk ve bellek ihtiyacını da düşürürler. Bunun yanında basitleştirilen çokgen; asıl çokgene göre daha az gürültü içermekte ve şeklin alan ve sınırlarına dair önemli detaylar içermektedir.

Kameradan elde edilmiş görüntülerdeki nesneleri belirlemek için kullanılan kenar çıkarıcı [4] fonksiyon da nesne alan ve kenarlarını çokgenler ile ifade etmektedir. Oluşturulan şekil; nesnenin merkezine bağlı her bir açı için 360 tepe noktası içerir. Bu sayıda nokta içeren görüntüleri belirlemede çokgen yaklaşımını kullanmak kaçınılmazdır.

Yöntemin ana amacı çıkarılan çokgeni uygun boyuta düşürmektir. Şekil karşılaştırma yöntemleri, uygun boyutta olmayan çokgenler üzerinde uygulandığında işlevsel sonuçlar vermeyebilmektedir. Örneğin çokgen üzerinde bulunan her noktaya karşılık gelen açıları temel alan Döner Açı (Turning Angle) metodu [1] bunlardan biridir.

Bu tez çalışmasında; çokgen sadeleştirme yaklaşımı için kinematik tabanlı metot [5] ve bu metodun mobil cihaz kamerası ile çekilen görüntüden çıkarılan çokgen üzerinde uygulanması anlatılmıştır.

Kinematik tabanlı çokgen yaklaşım metodunun ana unsuru şeklin önem arz eden noktalarını ele almak ve bunları önem seviyesine göre derecelendirmektir. Elde edilen görüntülerin ilk olarak sınırlarından çokgen elde edilecek, daha sonra bu çokgen üzerindeki nokta bilgileri kinematik metot ile işlenerek sadeleştirilecektir.

2. İLGİLİ ÇALIŞMA

Örüntü tanımlama [6], uzamsal bilgi işleme [7], şekil kodlama [8] gibi çeşitli uygulamalarda çokgen yaklaşım metoduna ihtiyaç duyulmakta ve yaygın olarak kullanılmaktadır.

Uygulamaların niteliğine göre de birçok yaklaşım yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlere değinmeden önce problemi tanımlayacak olursak:

2.1. PROBLEM TANIMI

$C = \{C_1, C_2, \dots, C_{|C|}\}$ noktalar kümesi bir çokgeni ifade etsin. ($|C|$ olabildikçe büyük)

$C_Y = \{C_1, C_2, \dots, C_{|C_Y|}\}$ noktalar kümesi yaklaşım çokgenini ifade etsin.

$|C| \gg |C_Y|$ ve $f_{C,C_Y} < \varepsilon$ ise C_Y , C 'nin yaklaşımıdır.

(f_{C,C_Y}) , C ile C_Y arasındaki farkı temsil eder.

ε , yaklaşım hatasıdır.

Bu tanıma dayanarak çokgen yaklaşımı problemini iki ana gruba ayırabiliriz:

- $|C_Y|$ için üst sınır değeri verildiğinde; minimum yaklaşım hatası (ε) ile çokgeni bulma.

- ε (Yaklaşım hatası) üst değer olarak verildiğinde; en az sayıda köşe ile çokgeni bulma.

Birçok uygulamada ana hedef yukarıdaki durumlar olmayabilir. Nesnenin, çıkartılmış çokgeninin karmaşıklığı nedeniyle, yaklaşım çokgeninin kenar sayısı eşik değerden az olmalıdır. Yaklaşım çokgeni ($|C_Y|$) ve yaklaşım hata oranı (ϵ) da eşik değerinin altında olmalıdır. Ancak yaklaşım çokgeni ana şeklin kritik şekil bilgisini muhafaza etmelidir. Böylece en önemli köşeleri içermek zorundadır. En önemli noktalar yükselir. Bununla birlikte yaklaşım algoritması ilk olarak önemsiz noktaları eler.

2.2. ÇOKGEN YAKLAŞIM YÖNTEMİ

Çokgen yaklaşımında ilk adım; çokgen noktalarının ($|C_Y|$) asıl çokgenden (C) keyfi ya da rastgele seçilmesi olabilir. Birçok durumda bu yöntem istenen sonuçları vermeyebilir. Bu nedenle uygun yaklaşım için daha farklı ve gelişmiş metotlara ihtiyaç duyulur.

Douglas-Peucker metodu [9], ilk noktadan son noktaya kadar olan ve şekli oluşturan doğru parçaları üzerindeki noktalar dizisine yaklaşım uygulamaktadır. Doğru parçası üzerindeki en uzak nokta bulunur ve bu nokta eşik değerin (ilk nokta ile son nokta arasındaki uzaklık) altındaysa arasındaki nokta kaldırılır, ardından kalan iki nokta doğru ile birleştirilir. Eşik değerin üstündeki değerler için algoritma yinelemeli (recursive) olarak başka noktalar seçilerek devam eder.

Minimax Ağaç metodu [10, 11], noktalar kümesinden oluşturulmuş çokgen yaklaşımını; yaklaşım yapılmış çizginin (B) nokta ile arasındaki maksimum uzaklığın kullanılarak B'nin minimum olduğu değer ile uygular. Metot sadece kapalı çokgenler için değil kavisli şekiller için de genelleştirilmiştir.

Graf Arama Metodu [11, 12] Çokgendeki her bir nokta G grafının düğümleri olur ve $a < b$ şartı ile (a, b) ikilisi birleştirilir. Yaklaşım ile oluşmuş şekilde hata, $C_a C_b$ çizgi parçasına karşılık gelen her yay ile ilişkilidir. Bu dönüşüm; problem tanımında da belirtildiği gibi çokgen yaklaşım problemlerinin G grafi üzerinde en kısa yol algoritması ile çözümünün ilk aşamasıdır.

Bir başka metot olan eğrilikleri azaltma yöntemi Hobby [13] tarafından önerilmiştir. Bu yöntemde noktalar kümesi için özel veri yapısı oluşturulur. Böylece yaklaşım uygulanmış çizginin, noktaya göre yönü ve uzunluğu belirlenmiş olur. Bu tip yöntemlerin ana kullanım amacı taranmış görüntüler üzerinde yaklaşım uygulanarak düzleştirilmiş çokgen oluşturmaktır.

Bilgisayar grafikleri alanında geliştirilen çokgen sadeleştirme algoritmaları; çok sayıda çokgen içeren üç boyutlu çokgensel modellerin [9, 14, 15] çokgen sayısını azaltmaktadır. Ancak çalışmadaki amaç iki boyutlu çokgenlerin kenar ve köşe sayılarını azaltarak basitleştirmektir.

Bu amaçla Kinematik tabanlı çokgen sadeleştirme algoritması tasarlanmıştır. Bu algoritma; iki boyutlu sadeleştirme yapan algoritmalar ile uzaklık parametresini kullanması bakımından benzerlik göstermektedir.

3. KİNEMATİK TABANLI ÇOKGEN YAKLAŞIM METODU

Kinematik tabanlı çokgen yaklaşım metodu, çokgenin her noktasının önem seviyesi ile ilgilenir [5, 16]. Noktaların önem seviyesi aslında çokgen içinde mevcuttur. Kinematik bu değerleri kullanarak sadeleştirme işlemi yapmaktadır [5].

Aşağıdaki bölümde yöntemi açıklamak için ön tanım sunulmuştur.

3.1. TANIM

Tanım I (Nokta Hızı) : Nokta hızı $V_v \rightarrow v = (x, y) \rightarrow$ Açıya göre değişen uzaklık oranı

Tanım II (Nokta İvmesi) : Nokta ivmesi $A_v \rightarrow v = (x, y) \rightarrow$ Açıya göre değişen hız oranı

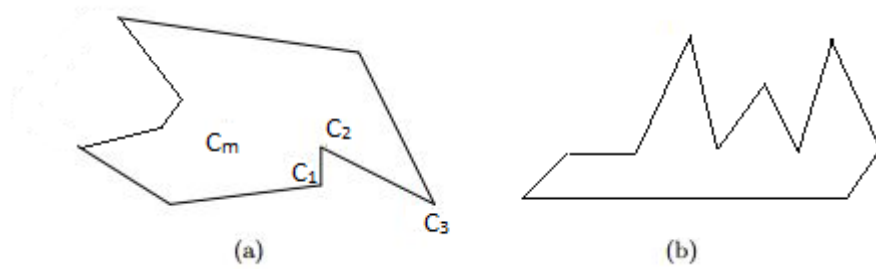
Tanım III (Ağırlık Merkezi) : Şeklin ağırlık merkezi C_m

$$V_v = \frac{\Delta d_v}{\Delta a_v}, \quad A_v = \frac{\Delta V_v}{\Delta a_v}, \quad C_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{n-1} (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \\ C_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{n-1} (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (3.1)$$

Eşitlikte d ; nokta (v) ile çokgenin ağırlık merkezi (C_m) arasındaki uzaklığı, a_v ; noktanın (v) kutupsal açısını belirtmektedir.

Bu ifadeden gözlemlenilen noktanın hız bileşeni ne kadar büyük olursa çokgen o noktada daha keskin olmaktadır. Bu nedenle iyi bir sadeleştirme sağlamak amacıyla çokgende keskin özellikler bulunmalıdır [5]. Örneğin; şekildeki çokgende C_1 , C_2 ve C_3 noktaları kullanılacaksa sonuç açısından C_2 ve C_3 noktalarının seçilmesi C_1 ve C_2 'nin seçilmesinden daha iyi olacaktır. Köşelerin türevini alabilmek için her biri hız ve ivmelerine göre sıralanmalıdır.

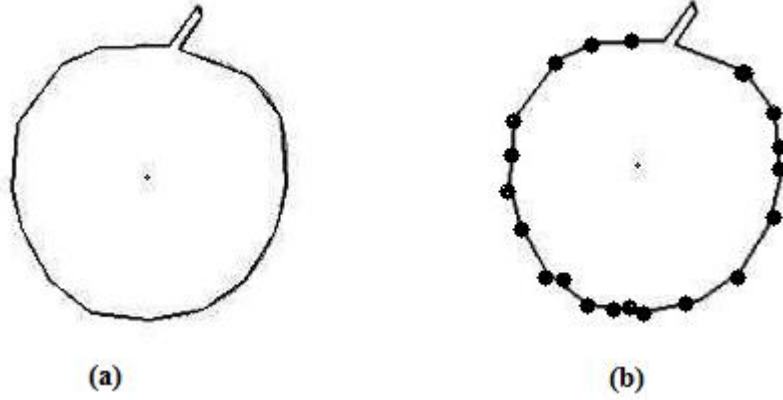
İlk adımda azalan hız sırasına göre üst K köşeleri seçilmektedir. Eğer K kullanıcı tarafından belirtilmemişse varsayılan değer olan $2 \times |C_Y|$ kullanılabilir. K köşeleri arasından en üst değer $|C_Y|$ köşeleri sadeleştirilecek çokgenin (C_Y) köşeleri olması için seçilir. Köşelerin işlendiği bu yöntemle orijinal çokgenin keskin özelliklerini taşıyan en çok ivmelenen (en önemli) noktalar basitleştirilen çokgende ortaya çıkar [5].



Şekil.1. Kinematik Tabanlı Metot Görselleştirilmesi (a) Keskinliği tespit etmek için Kinematik tabanlı çokgen yaklaşımı hesaplaması. (b) Keskinliğin görselleştirilmesi

Çokgenin merkezi ya da ağırlık merkezi (C_m) $O(|V|)$ zamanında çokgenin nokta koordinatlarının ortalaması hesaplanarak bulunur. Yükselip alçalan ve keskin tarağa bezer bir yapı netleştirilen nesnede görünmektedir [5, 16]. Çokgenin dalgalanan ve keskin köşeleri art arda gelen köşeler arasındaki ivme değişikliğinden tespit edilebilir. Eğer bir uç nokta pozitif ivmelenirse diğer uç nokta negatif ivmelenecektir. Bu da iki nokta arasındaki büyük ivme farkına yol açmaktadır. Bu nedenle sonucun iyi bir sadeleştirme olması için en çok ivmelenen noktaların ilk köşeler olarak seçilmiş olması gerekmektedir [5, 16].

Aşağıdaki elma nesnesini temsil eden çokgen üzerinde uygulanan kinematik tabanlı sadeleştirilme örneğinde; çokgen ile gösterilen orijinal nesnede 360 nokta bulunmaktadır. Bu objeye kinematik tabanlı metodu uygulanıp basitleştirildikten sonra nokta sayısı 20'e düşmektedir.



Şekil.2. Kinematik Tabanlı Metot Uygulamasının Çıktısı (a) Kinematik tabanlı çokgen yaklaşımı uygulamasının girdi çokgeni. Her açı için 360 nokta içeriyor. (b) Sadeleştirilen 20 nokta bulunan çokgen. Kenar=72

3.1.1. ALGORİTMA

Problem tanımında da belirtildiği gibi girdi çokgene ait (NK), noktalar kümesidir. Çokgendeki noktalar algoritmanın hesaplamaları yapabilmesi için ihtiyacı olan şekle göre sıralanarak düzenlenir.

Noktaları önem seviyelerine göre düzenlemek için öncelikle noktaların hızları hesaplanır. Ardından noktaların hızlarından ivme değerleri hesaplanır. Önemli kısım; tepe nokta ivmelerinin hesaplamada göz önünde bulundurulması gerekliliğidir [13]. İki hesaplamada da kullanılan noktanın, sıralı ilk açı sıralamasına göre önceki değerine ihtiyaç duyulmaktadır. Hesaplama işleminin sonunda çokgenin köşelerinde saklı bulunan önem seviyesi belirlenir. Sadeleştirme işleminin devamında en yüksek hız değerine sahip köşeler seçilir. Ardından bu seçilen noktalardan en çok ivmeye sahip olanlar basitleştirilen çokgen şekli için seçilir. Bu işlemler için nokta listesi üzerinde iki sıralama işlemi gereklidir. (İkinci işlem daha küçük küme üzerinde uygulanır.) Son çıktının çokgen olarak ifade edilebilmesi için bir sıralama işlemi daha gereklidir.

Sadeleştirme algoritması genel olarak aşağıda gösterilmiştir. Algoritmada nokta veri yapısı; uzaklık, hız ve ivme değerlerini tutan alanlar olarak ifade edilmiştir.

```

Fonksiyon Basitlestirme(NK, CY, KS, CM)
// NK çokgen noktaları kümesidir.
// CY sadeleştirilmiş çokgenin, |Cv| çıktı boyutu
// Belirtilmediyse KS -> 2 x CY'dir
// CM çokgenin ağırlık merkezi
for each v in NK do
    v.uzaklik = uzaklikBul(v, CM);
for each v in NK do
    v.hiz = |n.uzaklik - onceki(v).uzaklik| / |v.aci - onceki(v).aci|;
for each v in NK do
    ivme = ivme(v.hiz - onceki(v).hiz);
    v.ivme = ivme x (v.hiz - onceki(v).hiz);
    v.ivme = v.ivme / |v.aci - onceki(v).aci|
hizSiral(NK);
N1 = noktariSec(NK, KS);
ivmeSiral(N1);
N2 = noktariSec(N1, CY);
aciSiral(N2);
return N2;

```

Tablo.1. Kinematik Tabanlı Metot

Kinematik tabanlı çokgen yaklaşım algoritmasının çalışma zaman analizi:

Çokgen açılarının sıralanması $O(|V| \log|V|)$ zamanda Basitleştirme() fonksiyonu hizSiralama() fonksiyonuna kadar $O(|V| \log|V|)$ zamanda, for döngüleri $O(|V|)$ zamanda, kalan diğer sıralama işlemleri sırasıyla $O(K)$ ve $O(M)$ zamanda tamamlanmaktadır.

Keyfi olarak oluşturulmuş V noktalar kümesi için kinematik tabanlı çokgen sadeleştirme algoritması $O(|V| \log|V|)$ zamanda çalışmaktadır.

4. KULLANILAN TEKNOLOJİLER

Bu bölümde Kinematik Tabanlı Metodun mobil cihaz kamerasından alınan görüntü üzerinde uygulanması için kullanılan teknolojilerden bahsedilmiştir.

Uygulamanın temelini oluşturan bilgisayarla görü kütüphanesinden bahsedildikten sonra yazılım kısmında hangi teknoloji, geliştirme ortamı ve yazılım dili ile tasarlandığına değinilmektedir.

4.1. OPENCV BİLGİSAYARLA GÖRÜ KÜTÜPHANESİ

OpenCV; görüntü işleme ve bilgisayarlı görü alanlarında çalışmalar yapmak için tasarlanmış açık kaynak kodlu bir kütüphanedir. İçeriğinde bulundurduğu birçok algoritma ile yüz tanıma, şekil algılama, hareket takibi vb. alanlarda birçok uygulama geliştirmeye olanak sağlar. Kütüphane C dilinde yazılmıştır. C++ ara yüzüne de eklenmiştir. Daha çok C ve C++ dilleri kullanılarak geliştirilmeye açık bir kütüphanedir. Bunun yanı sıra Java, PHP, MATLAB, .NET, Python, Delphi gibi programlama dillerinde de gelişime yapmak için destek vermektedir. Çoğu işletim sisteminde (Windows, Linux, Android, IOS) çalışmaktadır [17].

4.2. ANDROID İŞLETİM SİSTEMİ

Android mobil cihazlar için, Google ve Open Handset Alliance tarafından geliştirilen Linux tabanlı ve açık kaynak kodlu bir işletim sistemidir.

İlk olarak 5 Kasım 2007 tarihinde duyurulan Android, 34 adet donanım, yazılım ve telekomünikasyon şirketini arkasına alarak, mobil cihazlar için telif hakkı olmayan bir işletim sisteminin; teknolojinin gelişimi için yararlı olacağı konusunda ortak kanı oluşturmuştur [18]. 2008 yılında piyasaya sürüldüğünde, birçok Android İşletim Sistemi Apache Free-Software ve Açık Kaynak Kodu lisansı ile geliştirilmeye açık hale gelmiştir.

Android, Linux Kernel üzerine inşa edilmiş bir mobil işletim sistemidir, bu sistemde ara katman yazılımı, kütüphaneler ve API C diliyle yazılmıştır. Uygulama yazılımları ise, Apache Harmony üzerine kurulu, Java uyumlu kütüphaneler ihtiva eden uygulama iskeleti üzerinden çalışır. Android, derlenmiş Java kodunu çalıştırmak için dinamik çevirmeli (JIT) Dalvik Sanal Makinasını (DVM) kullanır ve cihazların fonksiyonelliğini artıran uygulamaların geliştirilmesi için çalışan geniş bir programcı ve geliştirici çevresine sahiptir [18]. Geliştiriciler için Android SDK mevcut bulunmakta ve her çıkan sürümü için güncellenmektedir. Ayrıca geliştiriciler için, uygulamalarını ücretli ve ücretsiz olarak yayınlatabilecekleri Android Market olarak adlandırılan bir ekosistem oluşturmaktadır.

Android işletim sistemi, günümüzde akıllı telefonlar başta olmak üzere, dizüstü bilgisayarlar, tablet bilgisayarlar, E-kitap okuyucular, televizyon (Google TV), saat (I'm Watch) gibi birçok elektronik cihazda kullanılmaktadır.

4.2.1. ANDROID STUDIO

Android Studio Google'ın JetBrains tabanlı Android platformu üzerinde yazılım geliştirmek için tasarladığı tümleşik geliştirme ortamıdır. Android temelinde JAVA kütüphaneleri bulunduğundan geliştirme dili olarak JAVA desteklenmektedir. Android yazılım geliştirme kiti ile birlikte diğeri java uyumlu kütüphaneler kolayca tümleştirilerek kullanılabilir. Android geliştirme kiti içerisinde bulunan sanal cihaz öykünücüsü (emulator) kullanılarak geliştirilen uygulamalar sanal cihaz üzerinde çalıştırılabilir.

5. UYGULAMALAR

Uygulama, kamera kullanılarak çekilen görüntünün şekil çıkarıcı fonksiyonla obje sınırlarından çokgen oluşturarak, şeklin belirlenmesi temelindedir. Sınır noktaları çıkartılan şekilden nokta koordinat verileri alınarak kinematik tabanlı metot uygulanarak işlenmektedir.

5.1. ŞEKİL ÇIKARICI

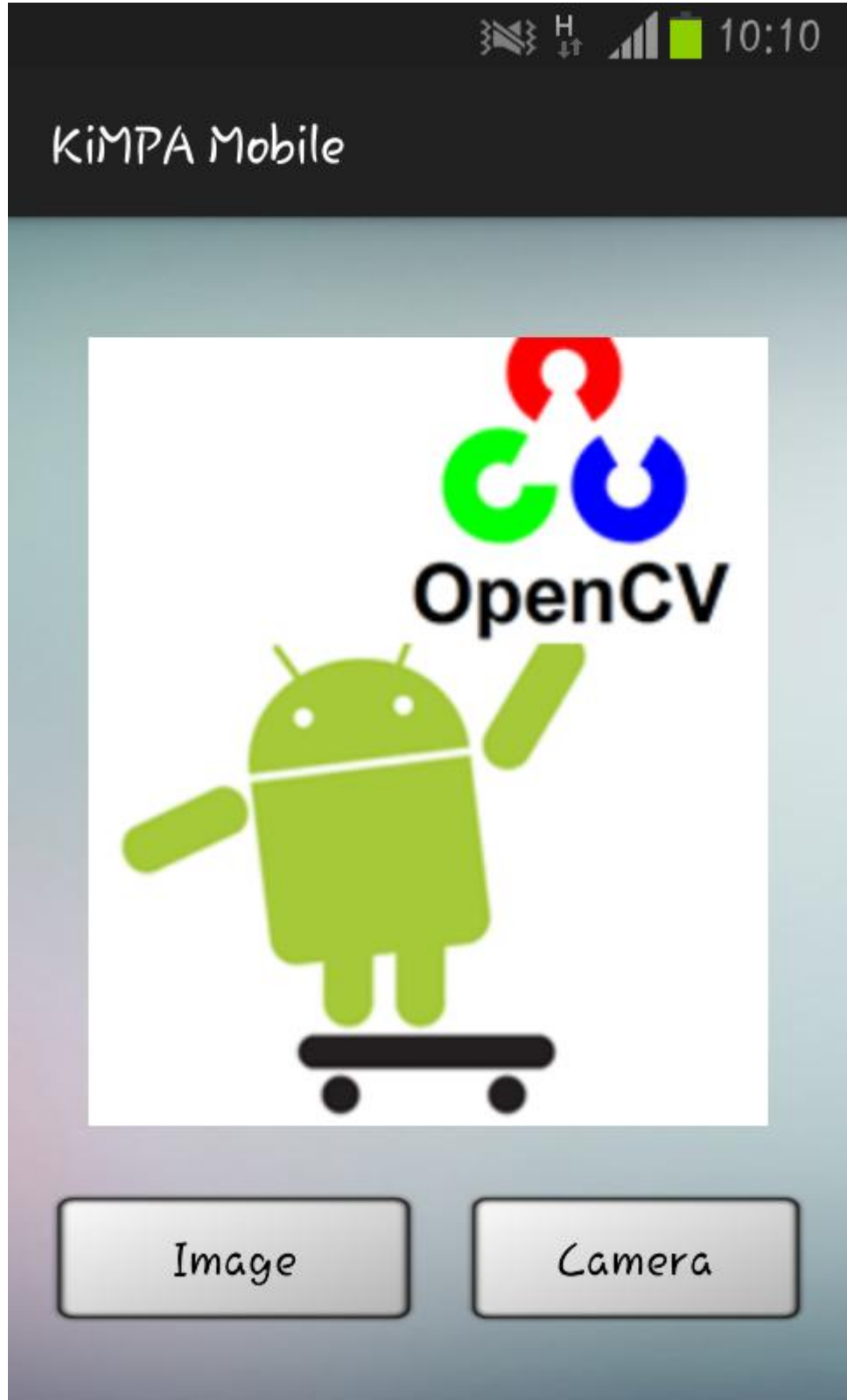
Şekli Çıkarıcı fonksiyon algoritması aşağıda gösterilmiştir.

```
Function findContour(image)
contourAreaMin = 0;
bImage = convertBitmap(image);
grayscale = convertGray(bImage);
smooth = smoothFilter(grayscale);
treshold(smooth)
canny = canny(treshold);
contour = findContour(canny);
for i = 0 to contour.size() begin
    area = contourArea(contour.i)
    if area > contourAreaMin
        drawContour(contour)
    end if
end
for j=0 to contour.size() begin
    moment = (contour.j)
    p = moment(j)
    x = p.m10 / p.m00
    y = p.m01 / p.m00
    draw(x,y)
end
```

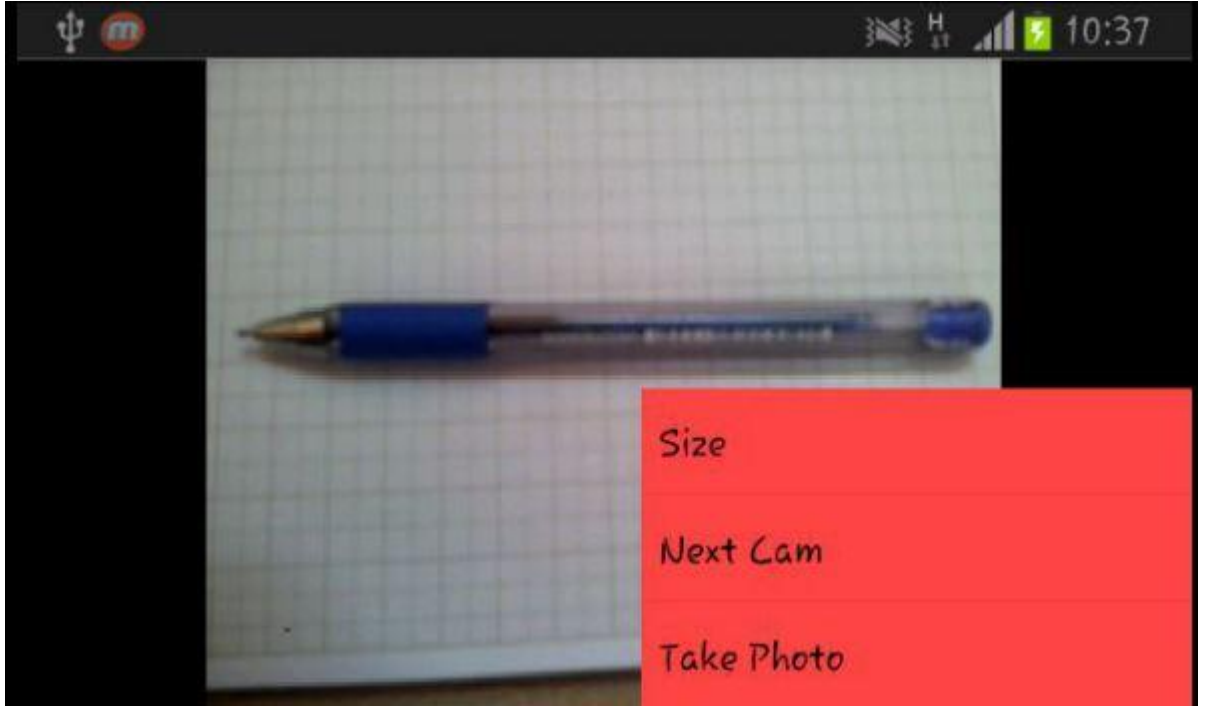
Tablo.2. Şekil Çıkarıcı Fonksiyon

```
function getPoints(contour)
points = contour.length;
for i=0 to points.length
    begin
        pt1 = pt2
        pointX = points(i)
        pointY = points(i+1)
        pt2 = Point(pointX, pointY)
    end
end
```

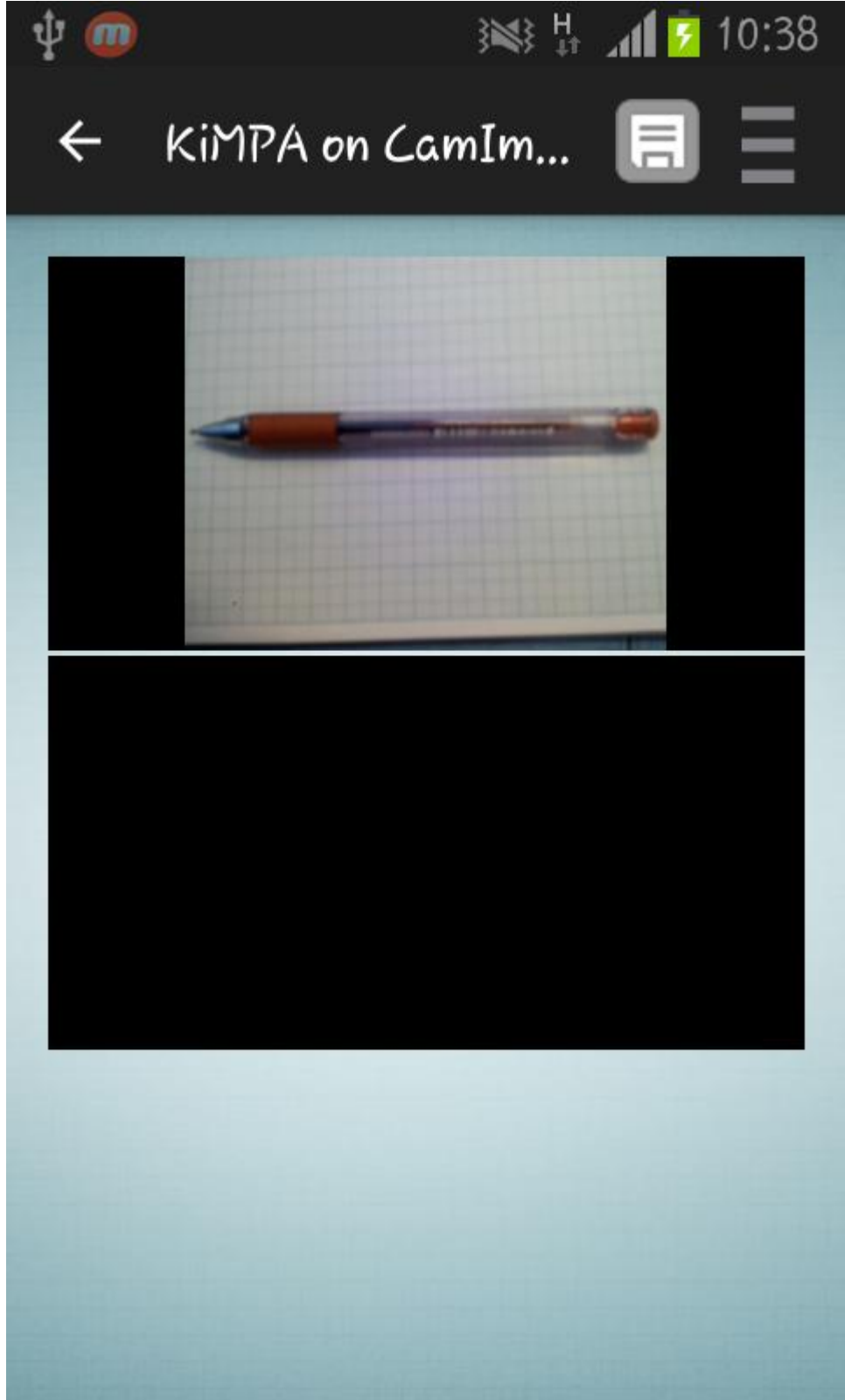
Tablo.3. Çokgenden nokta verilerini okuyan fonksiyon



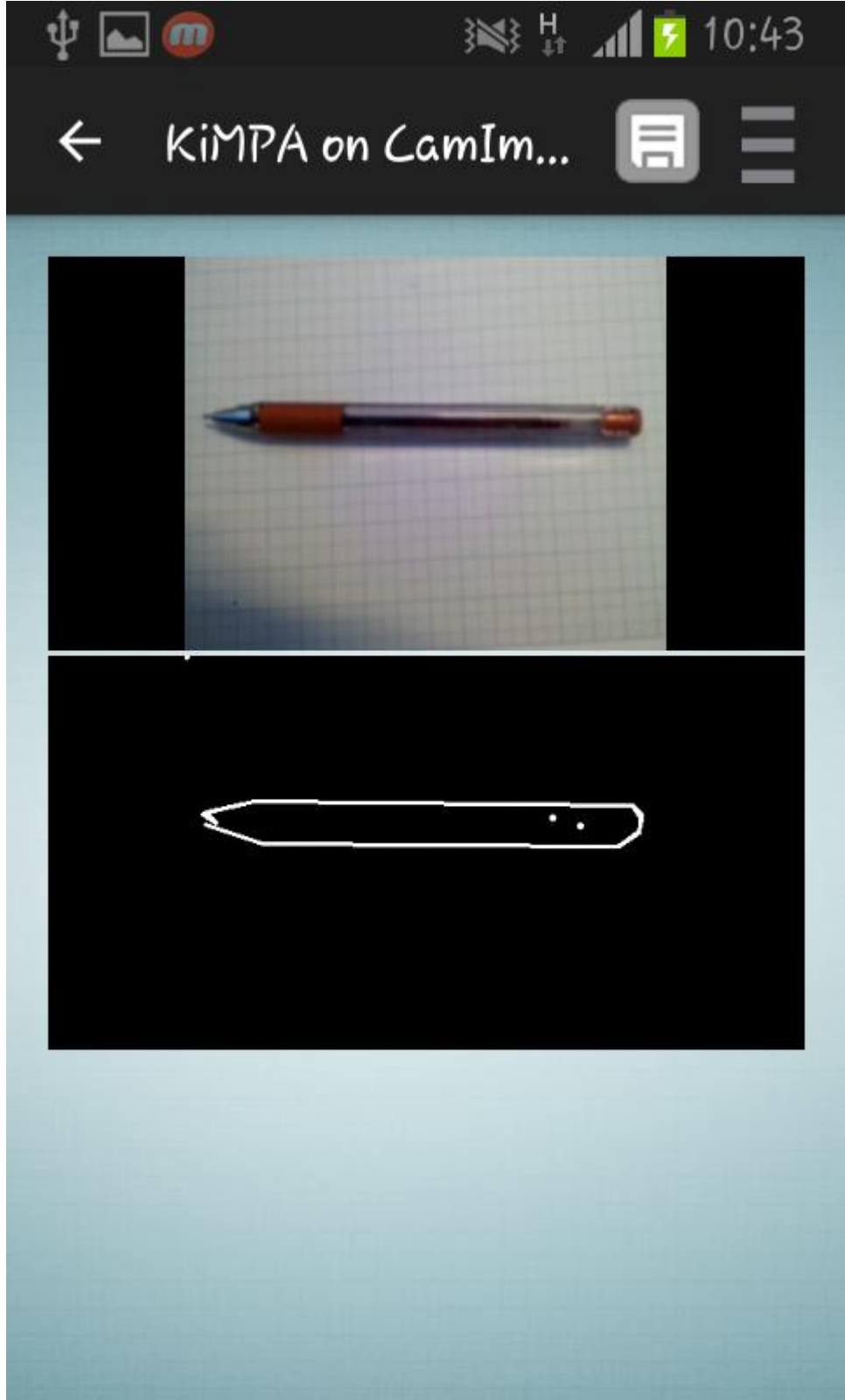
Şekil.3. Uygulama Giriş Ekranı



Şekil.4. Kameradan Görüntü Alma Ekranı



Şekil.5. Alınan Görüntü Ekranı



Şekil.6. Alınan Görüntüdeki Nesnenin Şeklinin Çıkarılması

5.2. KİNEMATİK METODUN ÇOKGENE UYGULANMASI

Görüntü üzerinde şekil çıkarıcı fonksiyon uygulandıktan sonra şeklin sınır noktalarından oluşan çokgen üzerinde kinematik metot uygulanarak basitleştirme işlemi yapılmıştır.

Yaklaşım yönteminin uygulanmasına ilişkin fonksiyonlar aşağıda gösterilmiştir.

```
class kimpaPoint
int x;
int y;
int dist;
int vel;
int acc;
int order;

    public kimpaPoint(a, b, c)
        x = a;
        y = b;
        order = c;

    public calcDistance(kimpaPoint p)
        dist = sqrt((x - p.x)*(x-p.x) + (y-p.y)*(y-p.y))

    public calcVelocity(kimpaPoint p)
        vel = abs(dist - p.dist)

    public calcAcceleration(kimpaPoint p)
        if dist < p.dist
            acc = vel - p.vel;
        else
            acc = vel + p.vel
```

Tablo.4. kimpaPoint sınıfı

```
public processDist(points, centroid)
    for i=0 to points.size()
    begin
        (kimpaPoint) points(i).calcDistance(centroid)
    end
```

Tablo.5. Kinematik Metot Uzaklık Hesaplama Fonksiyonu

```
public processVel(points)
    for i=0 to points.size()
    begin
        if
            ((kimpaPoint) points(i)).calcVel((kimpaPoint) points.(point.size() - 1));           i=0
        else
            ((kimpaPoint) point(i)).calcVel((kimpaPoint) points(i - 1));
        end if
    end
```

Tablo.6. Kinematik Metot Hız Hesaplama Fonksiyonu

```

public processAcc(points)
    for i=0 to points.size()
    begin
        if
            ((kimpaPoint) points(i)).calcAcc((kimpaPoint) points.(point.size() - 1));           i=0
        else
            ((kimpaPoint) point(i)).calcAcc((kimpaPoint) points(i - 1));
        end if
    end
end

```

Tablo.7. Kinematik Metot İvme Hesaplama Fonksiyonu

```

function Kimpa(points, x, y, ord)
    for i=0 to points.length
    begin
        points = kimpaPoint(pt1, pt2)
    end
    centeroid = kimpaPoint(x,y, ord)
    processDist();
    processVel();
    processAcc();
    sortByVel();
    sortByAcc();
    drawPoly();

```

Tablo.8. Kinematik Metot Fonksiyonu

Şekli çıkarılan nesnenin ağırlık merkezine göre her açıdan karşılık gelecek en az bir noktasının (şeklin sınırı üzerinde) olması gerektiğine dikkat edilmelidir. Bu nedenle çokgenin en az 360 derece olması gerekir. Bununla birlikte bu sayı oldukça büyüktür.

Örneğin; şekli çıkarılmış nesne üzerinde şekil benzerliği uygulamak istenirse, uygun çokgen boyutunun 20 civarında olması ve sadeleştirme işlemine ihtiyacın kesin olması gerekir. Sadeleştirilecek şeklin noktalarının rastgele seçilmesi doğru bir yöntem olmaz. Bu nedenle yaklaşım metodu gerekli olan önemli noktaları korumaktadır.

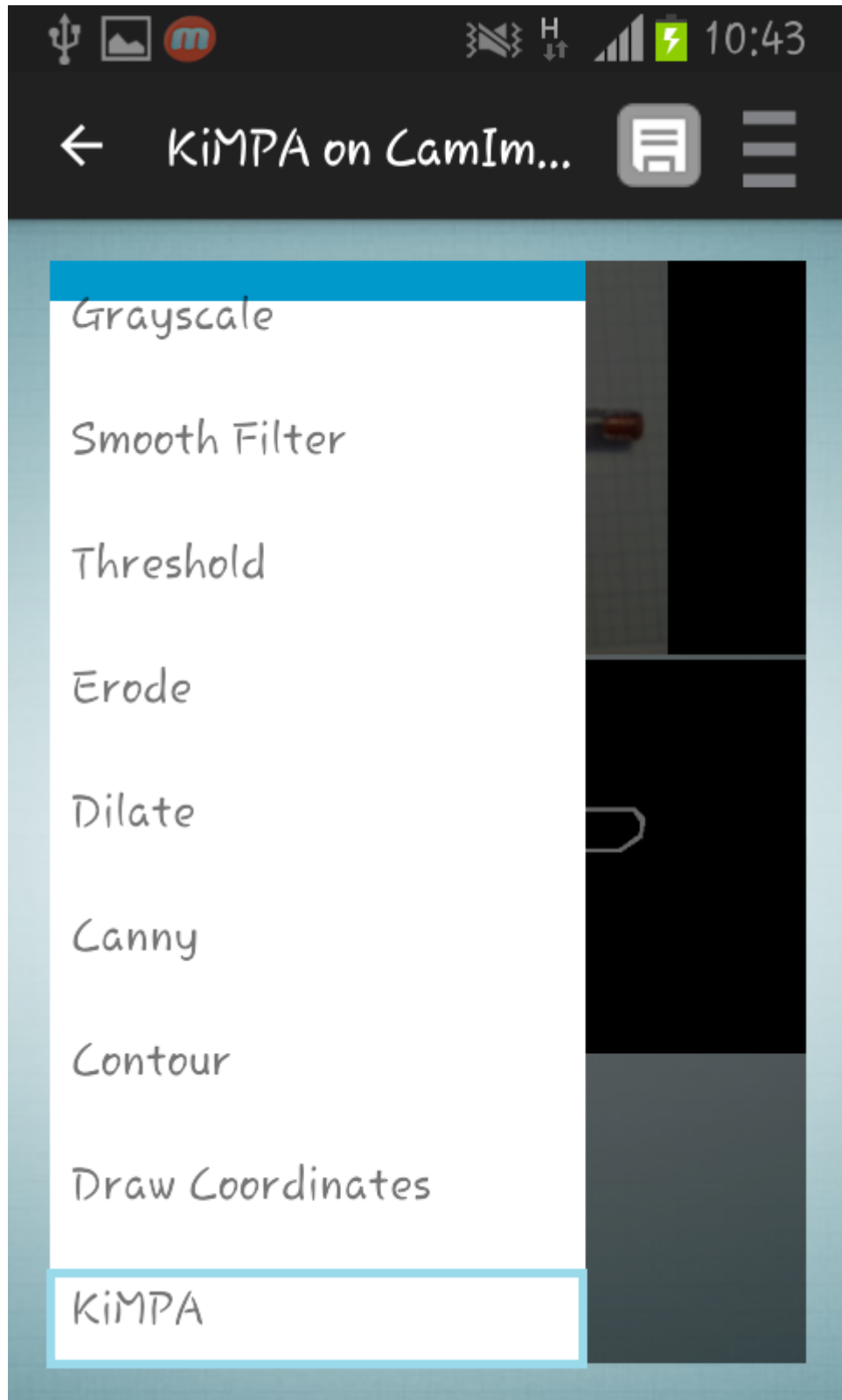
Uygulamadaki temel gözlem çokgen üzerindeki her noktanın kesin olarak bir dereceyle ilişkili olduğudur. (v) noktasının, nokta hızı; v noktasının önceki konumu [önceki(v)] ile (v) noktası arasındaki uzaklık farkıdır. Benzer şekilde v noktasının önceki konumu çokgenin ağırlık merkezine göre v noktasına göre bir derecelik mesafede bulunmaktadır.

Kamera görüntüsünden elde edilen çokgensel objenin sadeleştirme sonucu yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Bu nesnelere sayısallaştırılmış görüntülerden çıkarıldığından orijinal nesnenin kritik şekil bilgisi sadeleştirilmiş çokgende korunmuştur.

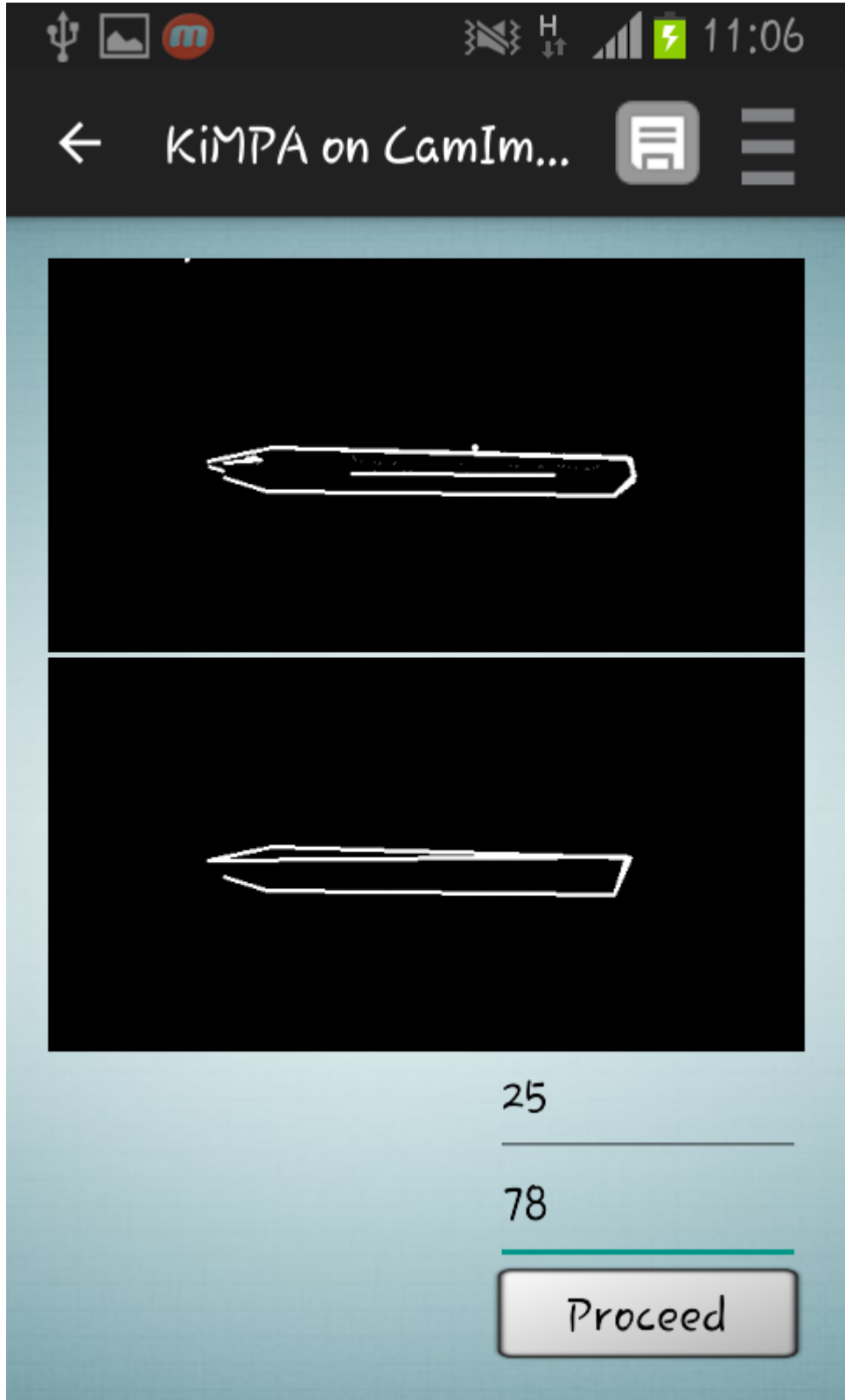
Sadeleştirilmiş çokgen şekil tanıma ve nesne tabanlı benzerlik uygulamalarında kullanılabilir.

Nokta Koordinatları (x, y)	Uzaklık (d)	Hız (v)	İvme (a)
(140, 36)	144.55449	33.751434	56.306152
(82, 42)	92.13034	21.75557	45.14676
(172, 47)	178.30592	22.554718	41.0112
(109, 33)	113.88591	23.39119	35.770355
(56, 106)	119.88328	27.568596	27.384254
(189, 68)	200.86064	18.456482	24.627716
(133, 34)	137.2771	12.379166	17.480942
(77, 153)	171.28339	31.294098	11.188087
(192,106)	219.31712	6.171234	9.112289
(187, 126)	225.48836	2.9410553	7.763672
(134, 169)	215.678	24.911118	5.4276276
(174, 148)	228.42941	4.8226166	-3.106186
(61, 126)	139.98929	20.10601	-7.4625854
(94, 166)	190.76688	19.48349	-11.810608
(152, 164)	223.6068	7.9288025	-16.982315
(59, 71)	92.31468	0.18434143	-21.571228
(149, 14)	149.65627	5.101776	-28.649658

Tablo.9. Koordinatlara göre uzaklık, hız, ivme sonuçları



Şekil.7. Uygulama Menü Ekranı



Şekil.8. Uygulama Kinematik Yöntem Sonuç Ekranı

6. SONUÇ

Bu tezde mobil cihaz kamerasından alınan görüntü üzerinde kinematik tabanlı çokgen sadeleştirme metodunun uygulanması anlatılmıştır. Yöntemin kameradan alınan görüntü üzerinde uygulanabilmesi için görüntüdeki nesnelere çokgenler ile ifade edilebilir hale getirilmiştir.

Çokgenler, ağırlık merkezine bağlı noktaların hız ve ivmelerine göre sadeleştirilmektedir. Noktaların hız ve ivme değerleri önem derecelerini ifade etmekte ve önem dereceleri yüksek noktaların elenmesi sürecinde kullanılmaktadır.

Çokgen yaklaşımının amacı; çok sayıda köşesi olan çokgenlerin işlenmesindeki zorlukların üstesinden gelmektir. Yüksek disk ve bellek alan ihtiyacını gidermenin yanında görüntüdeki (şekilde) gürültü oranını da düşürmeyi hedefler.

Kinematik metot; çokgen üzerindeki kritik bilgiyi koruyarak sadeleştirme için kullanılabilir. Böylece çokgen yaklaşımına ihtiyaç duyan bilgi sistemlerinde başarılı sonuçlar verebilir.

Kullanıcı uygulamayı kullanırken sadeleştirilen çokgenin köşe sayısını belirleyebilir. Ayrıca sadeleştirilen çokgen üzerinde istenilen sadeleştirme seviyesine getirilmesi için hiyerarşik olarak sadeleştirme algoritması uygulanabilir. Uygulama görüntü işleme mobil sistemlerine entegre edilerek kullanılabilir ve uygulama performansı geliştirilebilir.

Çokgensel nesne üzerinde çokgen yaklaşımını uyguladık ve sonuçlarını sunduk. Uygulamanın ve yöntemin sonuçları; çokgensel nesnelerin sadeleştirilmesinin gerçek zamanlı olarak uygulanması ve daha az köşe ile nesnenin ifade edilebilmesinin yolunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

- [1] E. Arkin, P. Chew, D. Huttenlocher, K. Kedem, J. Mitchel. An efficiently computable metric for comparing polygonal shapes. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 13(3):209–215, 1991
- [2] E. Şaykol, U. GÜdükbay, O. Ulusoy. A histogram-based approach for object based query-by-shape-and-color in multimedia databases. Technical Report BUCE-0201, Bilkent University, 2002.
- [3] J. Russ. *The Image Processing Handbook*. CRC Press, in cooperation with IEEE Press, 1999.
- [4] E. Şaykol, U. GÜdükbay, O. Ulusoy. A semi-automatic object extraction tool for querying in multimedia databases. In S. Adali and S. Tripathi, editors, *7th Workshop on Multimedia Information Systems MIS'01, Capri, Italy*, pages 11–20, 2001.
- [5] E. Saykol, G. Gulesir, U. Gudukbay, O. Ulusoy, KiMPA: A Kinematics-Based Method for Polygon Approximation, Lecture Notes in Computer Science (LNCS), Vol. 2457, Proc. of Advances in Information Sciences (ADVIS'2002), Edited by T. Yakhno, pp. 186-194, Springer-Verlag, <http://www.cs.bilkent.edu.tr/~bilmdg/papers/advis02.pdf>, October 2002.
- [6] C.C. Lu, J.G. Dunham. Hierarchical shape recognition using polygon approximation and dynamic alignment. *Proceedings of 1988 IEEE International Conference on Acoustic, Speech and Signal Processing, Vol. II*, pages 976–979, 1988.

- [7] S. Grumbach, P. Rigaux, L. Segoufin. The DEDALE system for complex spatial queries. *Proceedings of ACM SIGMOD Symp. on the Management of Data*, pages 213–224, 1998.
- [8] J. Kim, A.C. Bovik, B.L. Evans. Generalized predictive binary shape coding using polygon approximations. *Signal Processing: Image Communication*, 15(7-8):643–663, 2000.
- [9] M. Garland, P. S. Heckbert. Surface simplification using quadric error metrics. *ACM Computer Graphics*, 31(Annual Conference Series):209–216, 1997.
- [10] Y. Kurozumi, W.A. Davis. Polygonal approximation by the minimax method. *Computer Graphics and Image Processing*, 19:248–264, 1982.
- [11] O. Grigore, R. C. Velkamp. On the Implementation of Polygonal Approximation Algorithms, <http://www.cs.uu.nl/research/techreps/repo/CS-2003/2003-005.pdf>, 2003
- [12] D. Eu and G.T. Toussaint. On approximating polygonal curves in two and three dimensions. *CVGIP: Graphical Models and Image Processing*, 56(3):231–246, 1994.
- [13] J.D. Hobby. Polygonal approximations that minimize the number of inflections. In *Proceedings of Fourth ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms*, pages 93–102, 1993.
- [14] J.R. Rossignac, P. Borrel. Multiresolution 3d approximations for rendering complex scenes. In B. Falcidieno and T. Kunii, editors, *Modeling in Computer Graphics: Methods and Applications*, pages 455–465, 1993.

- [15] W. J. Schroeder, J. A. Zarge, W. E. Lorensen. Decimation of triangle meshes. *Computer Graphics*, 26(2):65–70, 1992.
- [16] E. Şaykol Web Based User Interface For Query Specification in a Video Database System, M Sc Thesis, Bilkent University, September 2001
- [17] Bradski, Gary, and Adrian Kaehler. Learning OpenCV: Computer vision with the OpenCV library. " O'Reilly Media, Inc.", 2008.
- [18] Android İşletim Sistemi, Wikipedia, http://tr.wikipedia.org/wiki/Android_%28i%C5%9Fletim_sistemi%29

ÖZGEÇMİŞ

08 Haziran 1988 tarihi, Sivas İli doğumluyum. İlkokulu Anadolu Selçuk İlköğretim okulunda, Ortaokulu Özel Sultan Murat Kolejinde, Liseyi Sivas Fen Lisesinde okuduktan sonra Beykent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği bölümüne kaydoldum. Bu bölümden 2012 yılında mezun olduktan sonra yine aynı yıl içerisinde Beykent Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans bölümünde yüksek lisans eğitimine başladım.

Yabancı dilim İngilizcedir.

Anıl ÖZKAN