

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

**EGZERSİZ ESNASINDA FİZİKSEL İNSAN
HAREKETLERİN ALGILANMASI VE SAYILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Burak ÖZEROĞLU

İstanbul, 2015

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

**EGZERSİZ ESNASINDA FİZİKSEL İNSAN
HAREKETLERİN ALGILANMASI VE SAYILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Tezi Hazırlayan:

Burak ÖZEROĞLU

Öğrenci No:

130820009

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL

İstanbul, 2015

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Egzersiz esnasında fiziksek insan hareketlerinin algılanması ve sayılması” başlıklı bu çalışmamın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımda yazıldığını, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Burak ÖZEROĞLU

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 130820009 no'lu BURAK ÖZERÖLÜ.....'in .../.../... 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 : EGZERSİZ ESNASINDA FİZİKSEL İNSAN HAREKETLERİN ALGILANMASI VE SAYILMASI

Tez/Proje Sınav Jürisi

Öğretim Üyesi

İmza

Danışman :

Yrd. Doç. Dr. Ediz ŞAYKOL

Üye :

Doç. Dr. Gülhan SİLİHTAR

Üye :

Doç. Dr. Kazım SARI

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)

² Tez 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)

³ İleride doğabilecek aksaklıkların engellenmesi için tezin başlığını yazılması gerekmektedir.

ÖZET

Bu çalışma da, insan hareketlerini algılama ve yorumlama temeline dayalı, görüntü işleme kütüphaneleri yardımı ile geliştirilebilir egzersiz algılama ve sayma fonksiyonlarını yerine getiren bir tez elde edilmiştir. Çalışmamızda hedef aldığımız kitle rehabilitasyon merkezlerinde ki hastalar ve spor salonunda egzersiz yapan kişilerdir. İnsan hareketlerini gözlemlediğimizde; hareketin algılanması ve yorumlanabilmesi için vücudumuzda doğru noktalarını referans seçmemiz gerekmektedir. Kolumuzun, bacağımızın, başımızın vb. vücut uzuvlarımızın hareketlerini algılamak, anlamak ve doğru yorumlamak için eklemlerimiz ve birbirinden bağımsız hareket edebilen uzuv kısımlarının hareketini gözlemleyip, kritik noktaları referans olarak almamız gerekmektedir. Kolumuz için; el-bilek, kol-dirsek ve kol-omuz, bacağımız için ayak-bilek, bacak-diz ve bacak-bel arası işaretlenmesi gereken kritik noktalardır. Bu noktalar üzerine yerleştirdiğimiz renk blokları ve geliştirdiğimiz yöntem ile vücut hareketlerini yorumlayıp; yapılan hareketi ve hareketin kaç set gerçekleştirildiği verileri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: hareket yorumlama, hareket algılayıcı, hareket sayıcı, renk takibi.

ABSTRACT

In this project, based on human perception and interpretation of human movement, Project improved with the help of image processing libraries, yielding a project fulfilling the exercise detection and counting functions. In our project, patients are people who exercise in the gym and rehabilitation centers in our target audience. When we observe the movement of people; The perception of movement and to interpret our body need to choose the right reference points. The crucial points for tracking and counting human arm motion are hand-wrist, arm-elbow, and arm-shoulder points, whereas during leg motion ankle-knee, knee-waist, and waistankle points are critical. These body junction points get different angle values during exercise. By tracking the angle variations at these points and marking them with a distinctive color, the motion can be detected and statistical data for the detected exercise action can be calculated.

Key Words: Motion Analysis, Capture Motion, Count Motion, Color Tracking

İÇİNDEKİLER

1- GİRİŞ.....	1
2- Geçmiş Literatür Çalışmaları	3
3-Yöntem ve Uygulamalar.....	6
3.1- Kullanılan Yöntemler	6
3.1.1- Renk Filtresi İle istenilen Renkte ki Cisimlerin Belirlenmesi	6
3.1.2- Yakalanan Resimleri Gri Ton (Tek Kanal) Resme Dönüştürme	8
3.1.3- İki Cisim Arasında ki Uzaklığın Hesaplanması	12
3.1.4- İki Cismin Eksenlere Göre Birbirleri ile Yaptığı Açının Hesaplanması....	13
3.2 Gerçekleştirilen Uygulamalar	15
3.2.1-Kameradan Görüntü Elde Etmek:	15
3.2.2-Renk Filtresi Uygulanması:.....	16
3.2.3-Görüntüyü İşlenebilir Uygun Formatlara Dönüştürme:	18
3.2.4- Belirlenen Nesnelere İşaretlemek ve Dikdörtgen İçine Almak:	19
3.2.5- İnsan Hareketlerinin ve Egzersizleri İncelenmesi:.....	21
3.2.6- Hareketin Yorumlanması ve Sayılması:.....	23
4-Performans ve Testler.....	25
4.1- Veri Kümesinin Oluşturulması:	25
4.2- Deney Sonuçları:.....	26
4.3- Değerlendirme:	28
5-Sonuç ve Öneriler	29
KAYNAKÇA.....	31
ÖZGEÇMİŞ	33

TABLolar LİSTESİ

1- Performans ve Test Sonuçları.....	26 - 27
--------------------------------------	---------

GRAFİKLERLER LİSTESİ

1- Sonuçların Değerlendirilmesi.....	29
--------------------------------------	----

ŞEKİLLER LİSTESİ

1- Renk Blokları RGB.....	6
2- Input-Output Filtre Çalışma Mantığı.....	6
3- Input-Output Filtre Çalışma Mantığı.....	8
4- Renk Filtresi Çalışma Mantığı.....	9
5- Renk Paleti (Renkli).....	9
6- Renk Paleti (Siyah-Beyaz).....	9
7- Renk Paleti (Siyah-Beyaz).....	10
8- RGB- Gri Ton Dönüşümü.....	10
9- Bellek üzerinde RGB – Gri Ton Dönüşümü.....	11
10- Cisim Köşe Noktalarının Belirlenmesi.....	12
11- Cisim İzdüşümü X-ekseni.....	14
12- Cisim İzdüşümü Y-ekseni.....	14

RESİMLER LİSTESİ

1- Renk Filtresi Uygulanması.....	17
2- GrayScale Filtre Uygulanması.....	19
3- Spor Hareketleri 1.....	21
4- Spor Hareketleri 2.....	21
5- Spor Hareketleri 3.....	22
6- Spor Hareketleri 4.....	22
7- Dirsek ve Bileğin İşaretlenmesi.....	23
8- Hareket Analizi ve Sayılması 1.....	25
9- Hareket Analizi ve Sayılması 2.....	25

FORMÜLLER LİSTESİ

1- Resimde ki her pixelin h fonksiyonu ile işleme alınması.....	7
2- Euclidean Distance formülü.....	7
3- Resimde ki her pixelin h fonksiyonu ile işleme alınması.....	8
4- Pixel üzerinde yoğunluk hesabı	8
5- Pixel üzerinde ağırlıklı yoğunluk hesabı.....	9
6- Koordinat düzleminde herhangi iki nokta arasında ki uzaklık.....	12

KISALTMALAR

BSA: Vücut şekil analizi.

SFT: Fiziksel uygunluk testi.

HCI: Etkinlik, verimlilik ve kişi memnuniyeti matrisi.

RGB: Kırmızı, yeşil ve mavi renkleri.

FPS: Saniyede ki resim karesi sayısı.

R: Kırmızı Rengi.

G: Yeşil Rengi.

B: Mavi Rengi.

1- GİRİŞ

Sportif antrenmanlar basit, doğru ve amaca uygun bir şekilde yapılmalıdır. Bu özelliklerin gerçekleşebilmesi için amaca yönelik bir hareket akışının yönlendirilmesi gereklidir. Her hareketin birbirini doğru olarak izleyerek istenilen doğrultuda meydana gelmesi gereklidir. Bu bilgiler doğrultusunda, hareketler belirli bir açı aralığında tam olarak gerçekleştirilmelidir. Hareketin salınımı tam olarak tamamlanmadan setler gerçekleştirildiğinde, egzersizin verimi düşmektedir ve bölgesel zorlanmalardan dolayı sakatlanmalar yaşanabilmektedir.

Bu tezde ki amacımız, geliştirdiğimiz yöntem ve uygulama ile spor veya egzersiz yapan insanların hareketlerini yorumlama, takip etme ve sayma fonksiyonlarını yerine getirmektir. Gerçek zamanlı yapılan hareketin geçerli olup olmadığı verisinin yanında, yapılan doğru hareket sayısı da kullanıcıya sunulmaktadır. Hareket doğru olarak gerçekleştirildiği sürece hareket sayacı artmaktadır ve set için belirlenen sayının takibi bu şekilde sağlanabilmektedir.

Bu tezin önemi; geliştirdiğimiz yöntem ve kullandığımız materyaller sayesinde düşük maliyetli, taşınabilir, geliştirilebilir ve kullanması gayet basit bir sistem oluşturmaktır. Geliştirdiğimiz sistemin uygulanmasında sadece 2 adet mavi pet şişe kapağı ile takip işlevini gerçekleştiren uygulama kullanılarak istediğimiz veri ve sonuçları elde etmeye çalışacağız. Ucuz ve taşınabilir olması sebebi ile her an her

yerde kullanılabilmesi, herhangi bir renk bloğuna göre adapte olarak hemen işlevleri yerine getirmesi bu tezin en büyük artlarından biridir.

Görüntü işleme ile alınan görüntüler değişik programlar sayesinde işleme tabii tutulmaktadır. İşlem sonucunda kullanıcının belirlemiş olduğu kıstaslara göre sonuçlar alınmakta ve üzerinde işlemler gerçekleştirilmektedir. Gerçek zamanlı takip sistemlerin tasarımında en önemli faktör peş peşe gelen görüntü kareleri üzerinde hızlı ve güvenilir şekilde işlemler gerçekleştirmektir. Gerçek zamanlı görmede esas olan, çalışma sırasındaki esneklik ve güvenilirliktir. Görüntü işleme sistemlerinin insandan daha hızlı işlem yapması ve daha uzun süre süreklilik içinde çalışması beklenmektedir.

Görüntü işleme, görüntü yakalayıcılarla alınan cisim görüntülerinin sayısallaştırılması, sayısallaştırılan görüntülerin uygun programlar sayesinde işlenmesi ve analiz edilmesi ile belirlenen işlem ve fonksiyonların yerine getirilerek sonuç ele edilmesidir. Biz tezimizde C# - AForge kütüphanesi ile işlemlerimizi gerçekleştirdik. Bu program sayesinde sayısallaştırılan cisimler üzerinde renk analizi kolaylıkla gerçek zamanlı olarak yapılabilmektedir.

Bir matris içeriğini analiz etmek için pek çok yöntem vardır. Bu tezimizde biz bir görüntünün renk içeriğine bakarak işlemlerimizi gerçekleştirmekteyiz. Gerçek zamanlı olarak kameradan peş peşe alınan resim karelerinin üzerinde renk filtresi uygulayarak belirlediğimiz ya da istediğimiz rengi algılayıp, takibini gerçekleştirmekteyiz. Bu renk bloğunu üzerinde barındıran cisimlerin ve bölgelerin takibini, birbirlerine göre konumlarını elde edip, üzerinde işlemler gerçekleştiriyoruz.

2- Geçmiş Literatür alışmaları

İnsan hareketlerinin algılanması ve analiz edilmesi aşamasında elde edilen veriler bize göstermektedir ki, insan hareketleri belirli bir hızda ve yörüngede gerçekleşmektedir [1]. Bu çalışmada 2 boyutlu düzlem üzerinde insan hareketlerinin hız ve aı değerlerinden yararlanılarak nasıl hesaplanabileceği anlatılmıştır.

Evde yapılan egzersizler temel alan, Bayes açı kullanılarak hareket türlerini tanıyan ve elde ettiği verileri birleştiren bir çalışma gerçekleştirilmiştir[2]. Omuz ve diz bölgesine yerleştirilen renkli bloklar ile hareketi anlamaya ve saymaya çalışan bir uygulama modeli ortaya koyulmuştur.

Egzersizler insan sağlığını korumak ve geliştirmek için çok yararlı olduğu kanıtlanmıştır. Bununla birlikte son yapılan çalıştırmalar göstermiştir ki çok fazla ya da yanlış yapılan egzersizler insan sağlığına zarar olabilmektedir. İnsan sağlığını korumak ve sürekliliğini sağlamak için egzersiz uygun miktarda yapılmalıdır. Bu alışma fiziksel duruma göre uygun egzersiz hareketlerini entegre bir sistem yardımı ile önermektedir. Bu sistem Vücut Şekil analizi (BSA) ve fiziksel uygunluk testi (SFT) ile birlikte 5 veri toplama modülünden oluşmaktadır. Bu modüller fizyolojik durum analizi, egzersiz yük kontrol modülü, veri işleme modülü ve ana kontrol modülünden oluşmaktadır. Sistematik bir Şekilde verileri toplamak ve test etmek için hepsi bir araya toplanmıştır. Testlerden elde edilen parametreler sonucunda kardiyo – solunum dahil dayanıklılık, kas gücü, kas dayanıklılığı, çeviklik, g, istirahat anında ki kan basıncı, vücudun taşıyabileceği kan basıncı, vücut yağ oranı ve vücut ağırlığı bilgilerine ulaşılabilmektedir. Tasarlanan sistem sayesinde bu 7 önemli bilgiye tek bir sistem üzerinden erişilebilecektir [3]. Bizim tekniğimizde egzersizlerin uygun yapılması testleri otomatik olarak daha düşük maliyetle ve daha kolay bir yöntemle gerçekleştirilmektedir.

Belirsiz hareket yakalama ve araştırma sistemi, üst yaş grubu kişilerin spor salonlarında yaptıkları rutin egzersiz hareketlerini algılamak için kullanılmaktadır. Bu sistem üç egzersiz grubunda; koşu bandı, egzersiz bisikleti, yana omuz açma hareketlerinde omuz ve hareket salınımını elde etmek için resim kontur tekniğinden yararlanmaktadır. Çalışmanın öncelikli nitel sonuçları üst yaş grubunun spor esnasında ki vücut duruşları ve egzersiz istikrarları hakkında önemli geri bildirimler sağlamaktır. Katılımcılar üzerinde elde edilen geri dönüşler egzersiz rutinleri hakkında değerli bilgiler elde etmemizi sağlamaktadır [4]. Bizim tasarladığımız sistemde kişilerin vücut duruşlarından daha ziyade hareketin doğru ve uygun bir şekilde yapılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda kişileri, hareket ayırt edilmeksizin belirli bir salınım ve açı değeri içinde hareketi doğru bir şekilde yapmaya teşvik etmekteyiz. Elde edilen egzersiz verileri ile hareketlerin rutini ve doğruluğu hakkında bilgiler hareket bazında elde edilebilmektedir.

Bu çalışma [5] devam eden insan hareketi verilerinin gezici bir sensör yardımı ile toplanması, toplanan veriler üzerinde otomatik bölütleme ve hareket bölümlerinin belirlenmesini benimseyen otomatik bir sistem önermektedir. Önerilen yaklaşım hareket hızı ve her bir hareketi stokastik (stochastic) modellemeye dayalı iki aşamalı kimlik ve tanımlama işlemi kullanmaktadır. İlk aşamada, hareketin sıfır seviyesinden başlayıp maksimum değerine ulaşmaya kadar olan benzersiz hareket bölütlerinin tanımlanması ve yakalanmasıdır. İkinci aşamada ise, Hidden Markov modeli kullanılarak hareket bölütleri arasında ki doğru hareket verilerine ulaşılmaktadır. Burada ki amaç gerçek zamanlı bölütleme ve doğru hareketleri tanımlama yardımı ile rehabilitasyon uygulamalarından geri bildirimler elde etmektir. Yaklaşım 20 sağlık hareketi ve 4 rehabilitasyon hastası üzerinde denemiştir ve kullanıcıya özel şablonlar ile % 87 ve kullanıcıdan bağımsız şablonlar ile % 79 -83% doğruluk oranına sahiptir. Bizim tasarladığımız sistemde hareket bölümlerinin belirlenmesi egzersiz hareketleri incelenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda elde edilen hareket bölümleri çalışma sonrasında da geçerli, değişmez nitelik taşımaktadır. Sabit bir kamera yardımı ile işlemler gerçekleştirilmekte ve hareketler belirlenmektedir. Cep telefonu ve taşınabilir kameralarla da kullanılması mümkündür. Tekniğimiz taşınabildir. Bir kamera ve geliştirilen uygulama ile işlevini yerine getirebilmektedir. Bu modele göre tekniğimizin en büyük artısı ucuz ve taşınabilir olmasıdır.

Bu çalışma [6] entegre bilgisayarla görme teknikleri ve belirsiz insan hareketlerini tanımlama sistemini araştırmaktadır. İnsan bilgisayar etkileşim metot ve yöntemlerini kullanarak, araştırmacılar kullanıcıların hareket aralığı hakkında geribildirim sağlamak için bir bilgisayar ara yüzü kullanılmaktadır. Halka açık egzersiz salonunda, 65 yaş üzeri toplamda 35 yetişkin üzerinde hareket yakalama yöntemleri kullanıldı. Egzersizler sonrasında katılımcılara özelleştirilmiş ara yüz üzerinde egzersizler sırasında yakalanan işlenmiş insan hareketli görüntüleri gösterilir. Standart sorular kullanılarak ara yüz ile etkileşim sırasında kullanıcıların tepkisi elde edilir. HCI matrisinin hedefi (etkinlik, verimlilik ve kişi memnuniyeti) gelişmekte olan tema etkileşimini tanımlamak için kullanılır. On altı kullanıcı ara yüz durumunu yararlı buldu, ama güvenlik amaçlı olarak gereksiz gördü. Kullanıcılar daha yüksek görüntü kalitesi ile beklentilerinin karşılanacağını ve memnun olacaklarını belirtmişlerdir. Belirsiz hareket tanımları memnuniyeti azaltmaktadır.

Bu çalışmanın hedefi spor esnasında ağırlık kaldırma hareketi yapılırken hareketi tanıma-tanımlama ve hareketin kalitesinin rapor olarak kişilere sunma amacını benimsemektedir[7]. Sensörler ve oluşturulan model yapıları ile bu verilere ulaşmaktadırlar.

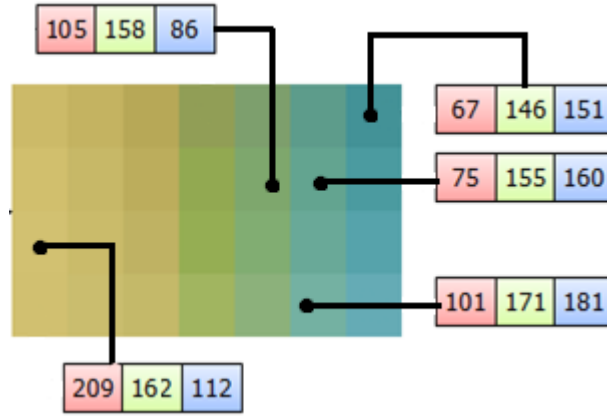
Bu tezde kullanıcılar üzerinde üç bağımsız nitel aktivite üzerinde; hareket kalitesi, hareket hataları, doğru hareket tekniklerini tanımlayarak kullanıcılara geri bildirimler sağlanmaktadır. Çalışmamızda örnek ağırlık kaldırma hareketi üzerinde değerlendirmeler gerçekleştirilerek geri bildirimler elde edildi. Hareket tanımları üzerinde araştırmalar gerçekleştirilerek belirli zaman aralığında hangi hareketlerin yapıldığını belirlenmiştir. Hareketin kalitesi, nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği ve daha yararlı şekilde nasıl gerçekleştirilebileceği hakkında veriler bilgiler sağlanmıştır. İki kullanıcı üzerinde gerçekleştirilen sensör bazlı ve model bazlı çalışmalar ile hareketler değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucu model bazlı değerlendirme potansiyelini açığa çıkartmıştır ve gerçek zamanlı geri bildirim sağlama konusunda pozitif bir yaklaşım ortaya sermiştir.

3-Yöntem ve Uygulamalar

3.1- Kullanılan Yöntemler

3.1.1- Renk Filtresi İle istenilen Renkte ki Cisimlerin Belirlenmesi

Bütün resim kareleri piksellerden oluşmaktadır. Bu piksel kareleri de bir araya gelerek resmin bütününe oluşmaktadır. Basit bir resim karesinde ki her piksel üç bileşenden oluşmaktadır; kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) bileşenleri byte olarak tanımlanmakta ve bu bileşenler bir araya gelerek gözümüzün algıladığı renkleri oluşturmaktadır. Aşağıda ki resimde RGB bileşen örnekleri gösterilmiştir;



Şekil 1 : Renk Blokları RGB

Bir resim karesi üzerinde yakalamak istenilen rengin RGB değerleri ya da renk kodu girildiğinde (otomatik RGB olarak üç bileşene çevrilir), renk filtresi algoritmaları, resimde ki pikseller üzerinde döngü yaratarak her pikselin içerdiği RGB değerlerini, girilen RGB değerleri ile karşılaştırmaktadır. Pikselin renk değeri girilen değer ile eşleşirse bize o pikselin koordinatları döndürmektedir. Filtre işleminde kullanılan yöntem şu şekilde gösterilebilir;



Şekil 2: Input-Output Filtre Çalışma Mantığı

$$destPixel[x, y] = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} srcPixel[i, j] h[x - i, y - j]$$

Formül 1 : Resimde ki her pixelin h fonksiyonu ile işleme alınması

Burada pikseller h fonksiyonu ile işleme tabi tutulur.

Biz bu çalışmamızda belirli bir renk seti, belirli büyüklükte ki cisimleri yakalayarak, onlar üzerinde işlemlerimizi gerçekleştirdik. Bu işlem için Euclidean distance formülünden ve Euclidean color filter fonksiyonundan yararlandık.

Resim üzerinde ki pikseli $P(r_1, g_1, b_1)$ ve girilen renk değerlerini $E(r_2, g_2, b_2)$ kabul edersek;

$$|Euclidean\ distance| = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

Formül 2 : Euclidean Distance formülü

Yakınlık = 50

Girilen renk değerinin mevcut piksel ile yakınlığı yukarda ki formülde gösterildiği gibi hesaplanmaktadır. Her zaman pozitif olarak dönen Euclidean distance değerinin belirlenen renk ve yakınlık aralıklarında olması o pikselin kriterlere uygun olduğunu göstermektedir.

$$0 \leq Euclidean\ distance \leq 50 \text{ (Yakınlık)}$$

Aralığında sonuç bize doğru dönüyorsa, mevcut piksel yakalanarak veya işaretlenerek üzerinden işlemler gerçekleştirilir. Yakalanan pikseller ardışık komşuluk ilişkisinde bir bütünü temsil ediyorsa ve istenilen büyüklükte ise bir cismi temsil etmektedir. Bu sayede yakalanmak istenilen cisim boyutu belirtilerek istenilenden daha küçük boyutta ki cisimler (pikseller) işaretlenmemektedir.

3.1.2- Yakalanan Resimleri Gri Ton (Tek Kanal) Resme Dönüştürme

Görüntü yakalama cihazlarından yakalanan resim karelerinin, kullanılan mevcut donanım ve FPS değerleri altında, hızlı ve doğru şekilde işlenebilmesi için resmi gri tonlarda bir resim haline getirmemiz gerekmektedir.

Resim üzerinde bulunan her bir piksel gri ton filtresine tabi tutulur. Resim üzerinde ki her piksel için aşağıda ki işlemleri gerçekleştirir.



Şekil 3: Input-Output Filtre Çalışma Mantığı

$$destPixel[x, y] = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \sum_{j=-\infty}^{\infty} srcPixel[i, j] h[x - i, y - j]$$

Formül 3 : Resimde ki her pixelin h fonksiyonu ile işleme alınması

Resim üzerinde ki her bir piksel değeri girdi olarak filtreye verilir ve işlendikten sonra (h fonksiyonu ile işlenmekte) elde edilen değer mevcut pikselin adresine yazılır.

Belirli bir renkte ki resimleri gri tonda resimlere dönüştürürken; bu renklerin yoğunluk ve parlaklık değerleri de göz önünde bulundurarak hesaplamalar gerçekleştirilmelidir. Yoğunluğu hesaplamanın hızlı yolu, kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) bileşenlerinin ortalama değerlerini elde etmektir. Bunun için formül şöyledir:

$$I = \frac{R + G + B}{3}$$

Formül 4 : Pixel üzerinde yoğunluk hesabı

Bu formül makul sonuçlar üretebilmesine rağmen, mükemmel değildir. Bunun nedeni, insan gözünün kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) renkleri aynı yoğunlukta

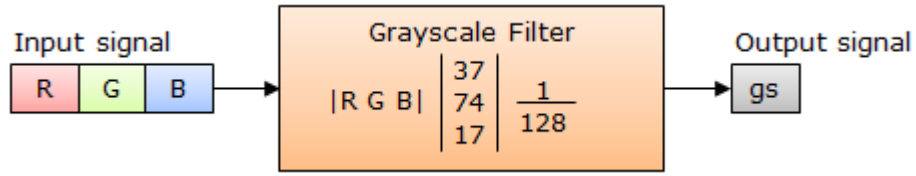
algılamamasıdır. Örneğin; Yeşil renk maksimum yoğunlukta mavi renge göre daha parlak görünür.

İnsan gözünün renk algısı hesaba katılarak gri tonlama dönüşümü gerçekleştirilecek olursak; kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) renk bileşenleri için farklı ağırlıklar kullanılması gerekmektedir. Bu şekilde bir hesaplama gerçekleştirilirken, RGB değerleri hesaplama esnasında yoğunluk katsayısına göre ağırlık değeri ile çarpılmalıdır. Bu ağırlık değerleri için birçok alternatif vardır ama en popüler;

$$I = 0.299R + 0.587G + 0.114B \text{ Formülüdür.}$$

Formül 5 : Pixel üzerinde ağırlıklı yoğunluk hesabı

Çalışma prensibi bir diğer ifade yöntemiyle;



Şekil 4: Renk Filtresi Çalışma Mantığı

Resimde ki gibi açıklanabilir.

Renk paletleri ile bunu açıklamaya çalışırsak;



Şekil 5: Renk Paleti (Renkli)

Yukarda ki renk paletini ilk yöntem olan ortalama alma yöntemi ile gri tonlara döndürürsek aşağıda ki gibi bir sonuç elde ederiz;



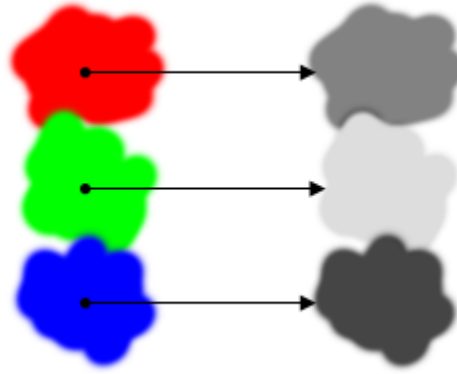
Şekil 6: Renk Paleti (Siyah-Beyaz)

Yoğunluk seviyelerinde, beyazdan siyaha giderken gerçekleşmesi gereken kademeli değişim burada doğru olarak görünmemektedir. Şayet renkleri ağırlık katsayıları ile çarparak hesaplamaları yeniden gerçekleştirirsek, şu sonucu elde ederiz;



Şekil 7: Renk Paleti (Siyah-Beyaz)

Görüldüğü üzere ağırlıklı ortalama dönüşümü diğer dönüşümlere göre daha orijinal ve doğru gri renkli görüntüyü elde etmeyi sağlamaktadır. Bizde bu tezimizde ağırlıklı ortalama dönüşüm formülünü ve içerdiği katsayıları kullanarak işlemlerimizi gerçekleştirdik. Bu sayede RGB değerleri için farklı yoğunlukta gri tonlar elde ettik. Bu tonlar aşağıda resimde ki gibi oluşmuştur;

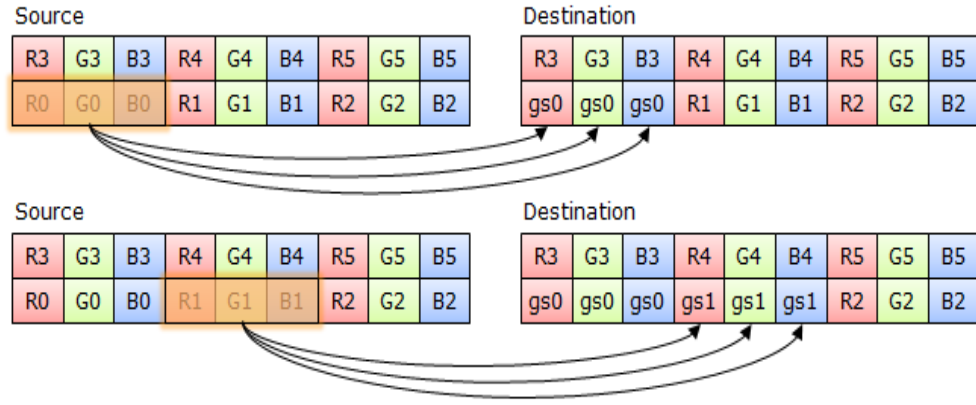


Şekil 8: RGB- Gri Ton Dönüşümü

Üç bileşenden oluşan bir renk bloğu (bir piksel) açık bant şeklinde yazılırsa; Gri tona dönüştürme işleminden sonra renk değerlerinin yerine koyulması işlemi;

$$gs_0 = 0.299R_0 + 0.587G_0 + 0.114B_0$$

$$gs_1 = 0.299R_1 + 0.587G_1 + 0.114B_1$$



Şekil 9: Bellek üzerinde RGB – Gri Ton Dönüşümü

Şeklinde gerçekleştirilir. Burada açık bant şeklinde yan yana gösterilen üç kare bir pikseli temsil etmektedir ve üç kanallı olarak temsil edilen renkli pikseller tek kanallı gri ton piksellere dönüştürülmektedir.

Bu çalışmada GrayScaleFilter fonksiyonundan yararlanılarak bu işlemler gerçekleştirilmiştir.

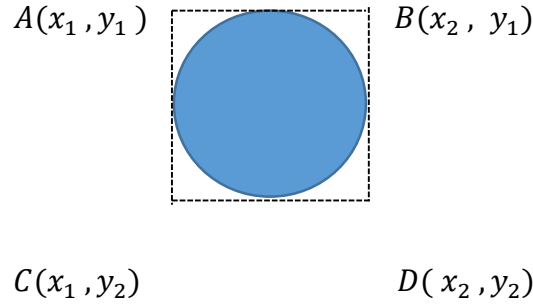
3.1.3- İki Cisim Arasında ki Uzaklığın Hesaplanması

Koordinat düzleminde herhangi iki nokta arasında ki uzaklık;

$$|AB| = \sqrt{(x_{m1} - x_{m2})^2 + (y_{m1} - y_{m2})^2}$$

Formül 6 : Koordinat düzleminde herhangi iki nokta arasında ki uzaklık

Formülü ile hesaplanır. Bu çalışmada iki cisim arasında ki mesafeyi hesaplamak için öncelikle, cisimlerimizin orta noktalarının koordinatlarını hesapladık.



Şekil 10: Cisim Köşe Noktalarının Belirlenmesi

$$X_{center} = \frac{(x_1 + x_2)}{2} \quad Y_{center} = \frac{(y_1 + y_2)}{2}$$

$$Center\ Coordinates = (x_{center}, y_{center})$$

Yukarıda ki işlemleri iki cisimimiz içinde gerçekleştirerek, cisimlerimizin merkez koordinatlarını belirledik. Bu adımdan sonra iki nokta arasında ki mesafeyi bulmak için değerleri formülde yerine koyarak hesaplamaları gerçekleştiriyoruz.

Cisimlerin koordinatlarını;

$$C_1 = (x_{c1}, y_{c1}) \quad C_2 = (x_{c2}, y_{c2})$$

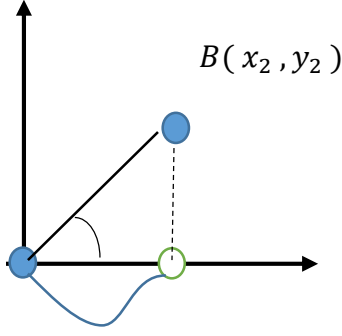
Olarak kabul edersek;

$$|AB| = \sqrt{(x_{c1} - x_{c2})^2 + (y_{c1} - y_{c2})^2}$$

Formülünün sonucu bize her zaman iki cisimimiz arasında ki pozitif uzaklık değerini verecektir.

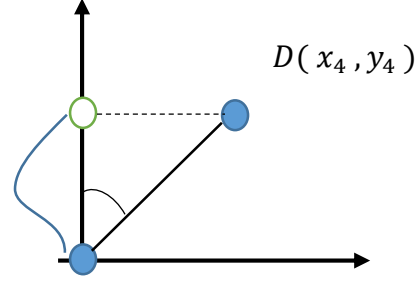
3.1.4- İki Cismin Eksenlere Göre Birbirleri ile Yaptığı Açının Hesaplanması

İki cismin arasında ki mesafeyi bulduktan sonra gerçekleştirilen hareketleri sayabilmek ve yorumlayabilmek amacıyla eksenlere göre birbirleri ile yaptıkları açıların hesaplanması gerekmektedir. Açı değerini hesaplariken, X veya Y eksenlerinden birini referans olarak seçmemiz gerekmektedir. Bu sayede referans eksen üzerinde; iki cismin buldukları konumun iz düşümü alınarak ya da bir cismi orijin kabul edip, diğer cismin referans eksen üzerine iz düşümü alınarak arada ki referans eksen değerlerinin mutlak farkının hesaplanması bize açı değerini sağlayacaktır. Bu çalışmada bir cismi orijinde kabul edip diğer cismin iz düşümü referans eksen üzerine yansıtılarak hesaplamalar gerçekleştirildi.



$A(x_1, y_1)$

Şekil 11: Cisim İzdüşümü X-ekseni



$C(x_3, y_3)$

Şekil 12: Cisim İzdüşümü Y-ekseni

X-eksenine göre

Y-eksenine göre

$A(x_1, y_1)$ ve $B(x_2, y_2)$ kullanılarak X – eksenine göre hesaplırsak;

$$Distance_x = \sqrt{(x_2 - x_1)^2}$$

$C(x_3, y_3)$ ve $D(x_4, y_4)$ kullanılarak Y – eksenine göre hesaplırsak;

$$Distance_y = \sqrt{(y_4 - y_3)^2}$$

Biz bu tezde bu işlemi gerçekleştirmek için Math.Abs fonksiyonundan yararlandık.

3.2 Gerçekleştirilen Uygulamalar

3.2.1-Kameradan Görüntü Elde Etmek:

Görüntü yakalama aygıtları peş peşe yakaladıkları resim karelerini, belirli bir hızla (FPS) kullandığımız cihazlara giridi ya da kayıt olarak gönderen cihazlardır. Gerçek zamanlı olarak yapılmak istenilen bir görüntü işleme ve analiz işlemi için bir sonraki kare bize ulaşmadan önce mevcut karedeki işlem ve analizimizi bitirmiş olmamız gerekmektedir. Bu yüzden yapılacak olan analiz basamakları, işlemler ve kullanılacak olan görüntü işleme algoritmalarının performansına göre uygun olan bir FPS değeri ve resim genişliği seçmemiz gerekmektedir.

AForge kütüphanesi ile kullanımına bakarsak;

```
Finalvideo.DesiredFrameRate = 20; //saniyede kaç görüntü alsın  
istiyorsanız. FPS değeri.
```

```
Finalvideo.DesiredFrameSize = new Size(640, 480); //görüntü boyutları
```

```
Finalvideo.Start();
```

Şeklinde bir kullanım ile saniyede alınan görüntü sayısı ve resim genişliği ayarlanabilir.

3.2.2-Renk Filtresi Uygulanması:

Renk üzerine ışık düşen bütün cisimlerin geri yansıttığı 0-255 arasında değer alan, RGB (Red- Green- Blue) değerleri ile ifade ettiğimiz bir aralık, sayısal değer kümesidir. AForge kütüphanesi bize zengin renk ve görüntü işleme seçenekleri sunmaktadır. Renk işleme fonksiyonları içinden ihtiyacımıza göre uygun olan algoritmayı seçerek güvenilir, kararlı ve hızlı bir sonuç elde edebiliriz. AForge kütüphanesi bünyesinde başlıca renk işleme algoritmaları;

- ColorFiltering
- ChannelFiltering
- HSLFiltering
- YCbCrFiltering
- EuclideanColorFiltering

Yukarda ki gibidir. Biz uygulamamızda belirli bir renk paleti içinde ki renkleri hızlı, kolay ve değişikliklere, değişik parametrelere hızlı tepki vermesi nedeni ile EuclideanColorFiltering ' ı kullanmaya karar verdik.

AForge EuclideanColorFiltering kullanımı;

```
// RGB Merkez rengi ve renk paleti çapı ayarlanıyor.
```

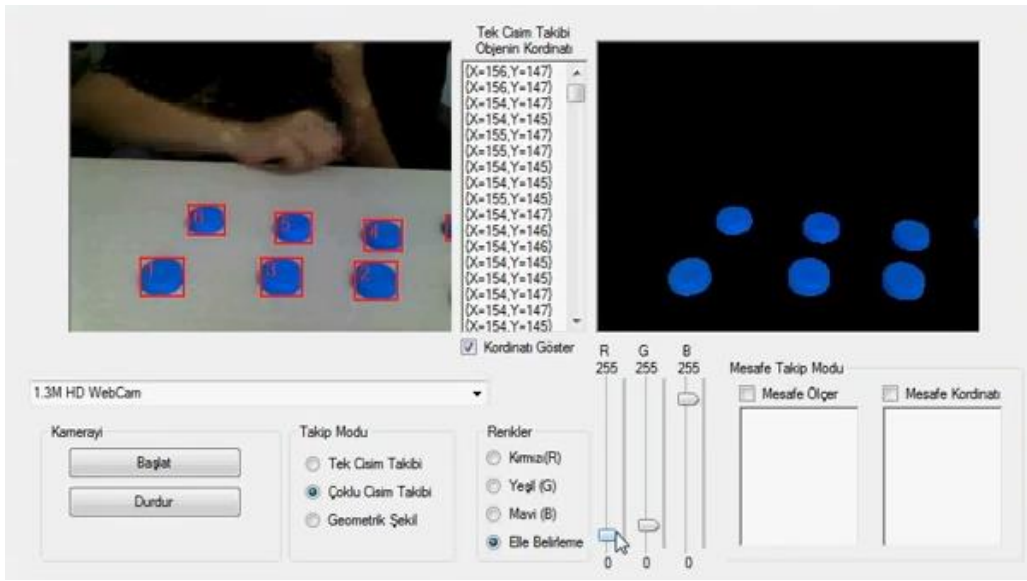
```
filter.CenterColor = Color.FromArgb( 215, 30, 30 );
```

```
filter.Radius = 100;
```

// filtre mevcut kare üzerine uygulanıyor.

```
filter.ApplyInPlace( image );
```

Mevcut kare üzerine belirlemiş olduğumuz mavi tonları aralığında renk filtresi uygularsak aşağıdaki sonucu elde ederiz.



Resim 1: Renk Filtresi Uygulanması

3.2.3-Görüntüyü İşlenebilir Uygun Formatlara Dönüştürme:

Renk filtresinin uygulanmasından sonra analiz ve belirlenen işlemlerin mevcut resim üzerinde uygulanabilmesi için resimde istenilen kısımları daha belirgin, istenilmeyen ve kirlilik yapan kısımları sönük hale getirmek için *eşikleme* (*Threshold*) işlemini gerçekleştirmeliyiz. Kullandığımız AForge kütüphanesinde eşikleme yapabilmek için resmimizi gri tonlu resme (*GrayScale*) çevirmemiz gerekmektedir.

Resmimizi gri tonlarına dönüştürmek için;

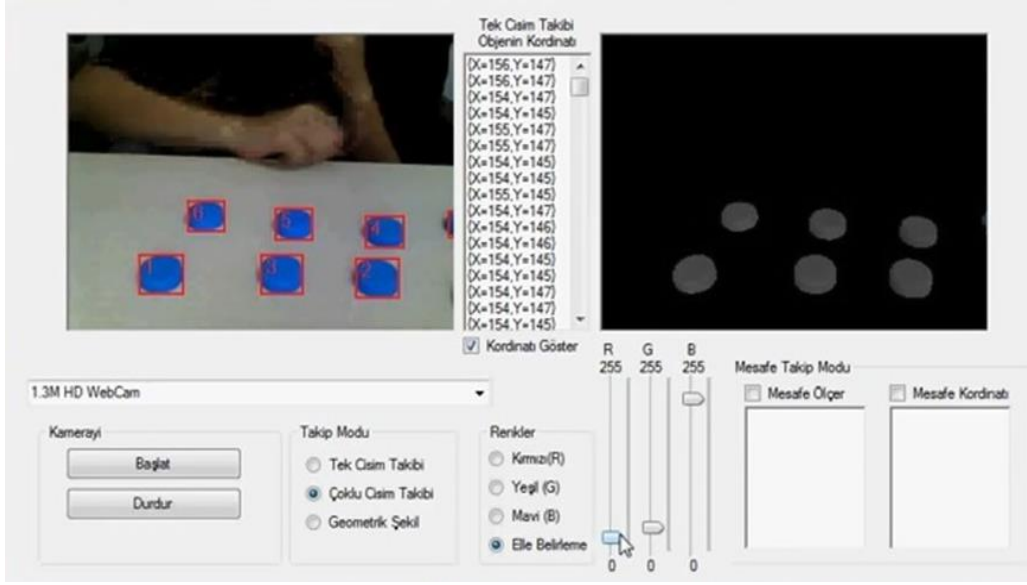
```
BitmapData objectsData = image.LockBits(new Rectangle(0, 0, image.Width, image.Height), ImageLockMode.ReadOnly, image.PixelFormat);
```

```
Grayscale grayscaleFilter = new Grayscale(0.2125, 0.7154, 0.0721);
```

```
UnmanagedImage grayImage = grayscaleFilter.Apply(new unmanagedImage(objectsData));
```

```
image.UnlockBits(objectsData);
```

Yukarıda yazan kodda gösterildiği gibi önce resmin verileri işlenebilir bir yapıya dönüştürülüyor. Ardından resmin matrisinin bütün elemanları gri ton filtrenin değerleri ile işleme alınarak resimde ki RGB değerleri gri ton renk paleti değerlerine indirgenmiştir. Bu işlem basamaklarından sonra *Karanlık & Aydınlik* (*Dark& Light*) olarak tabir edilen gri ton (*GrayScale*) bir resim elde etmiş olduk.



Resim 2: GrayScale Filtre Uygulanması

Yukarıda ki basamaklardan sonra artık elimizde gri tonlarında üzerinde işlem gerçekleştirmesi çok basit bir resim elde etmiş olduk.

3.2.4- Belirlenen Nesnelere işaretlemek ve Dikdörtgen İçine Almak:

Artık bu adımda cisimlerin genişlik ve şekil dışında özelliklerinin bizim için bir önemi kalmamıştır. Gri ton filtresi sayesinde karanlık ve aydınlık olarak cismin olduğu yer aydınlık olmadığı yer karanlık olarak kolay ayırt edilebilen bir resim elde ettik. Bu adımda resimdeki cisimleri hangi özelliklerine göre gruplayacağımız sayacağımız ve işaretleyeceğimize karar verip, bu basamaklar üzerinden işlemler gerçekleştirmeliyiz. Kullandığımız AForge kütüphanesinin en güçlü fonksiyonlarından biride BlobCounter sınıfıdır.

BlobCounter fonksiyonunun kullanımı şu şekildedir;

```
blobCounter.MinWidth = 5;

blobCounter.MinHeight = 5;

blobCounter.FilterBlobs = true;

blobCounter.ProcessImage(grayImage);

Rectangle[] rects = blobCounter.GetObjectRectangles();

foreach(Rectangle recs in rects)

if (rects.Length > 0){

foreach (Rectangle objectRect in rects) {

Graphics g = Graphics.FromImage(image);

using (Pen pen = new Pen(Color.FromArgb(160, 255, 160), 5)) {

g.DrawRectangle(pen, objectRect);

}

g.Dispose();

} }

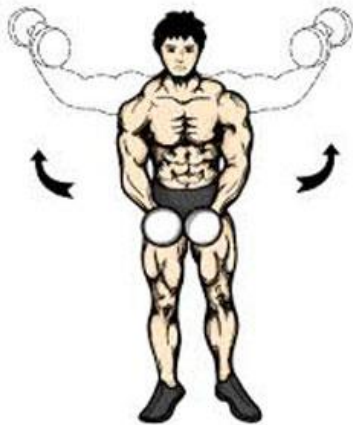
}
```

Yukarıda ki kod bloğunda ilk olarak resimde elde etmek istediğimiz cismin genişlik ve yükseklik bilgileri girilmiştir. Bu sayede belirli bir büyüklükte olmayan gürültü yaratacak ufaklıkta ki cisimlerden ve oluşacak gürültüden kurtuluyoruz. Kapalı bir çevrim ve bağlantı oluşturan aydınlık renk tonu gruplarının tek bir cisim ya da farklı cisimler mi olduğunu analiz eden blobcounter filtresini çalıştırıyoruz. Bu

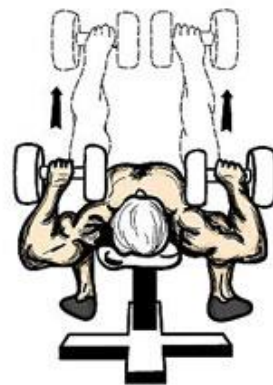
sayede aradığımız kıstaslara uygun kaç tane cisim olduğunu, sayısını ve bu cisimlerini köşe koordinatlarını elde ediyoruz. Bunları bize AForge kütüphanesinin Blobcounter fonksiyonu sağlamaktadır. Daha sonra belirlemiş olduğumuz ebatlardan büyük cisimlerin köşe noktalarından teğet geçecek şekilde cisimleri takip etmekteyiz. Bu işlemlerle elde ettiğimiz cisimler arasında analiz ve işlemler gerçekleştirmekteyiz.

3.2.5- İnsan Hareketlerinin ve Egzersizleri İncelenmesi:

Görüntü işleme fonksiyonları ile analizini ve belirlenen işlemleri gerçekleştirmek istediğimiz insan hareketlerini ve egzersiz hareketlerini inceleyerek, vücudumuz ve uzuvlarımız için doğru, kritik noktaları belirleyip işaretlememiz gerekmektedir. Bu adımda egzersiz hareketleri incelenerek kol, bacak vb. uzuvlarımızın hareket esnasında aldıkları pozisyon, uzuvların kendi içindeki bölümlerine göre (eklem, bilek – diz) aldığı, harekete göre değişken kısımlar incelenerek kritik noktaların işaretlenmesi amaçlanmıştır.



Resim 3: Spor Hareketleri 1



Resim 4: Spor Hareketleri 2



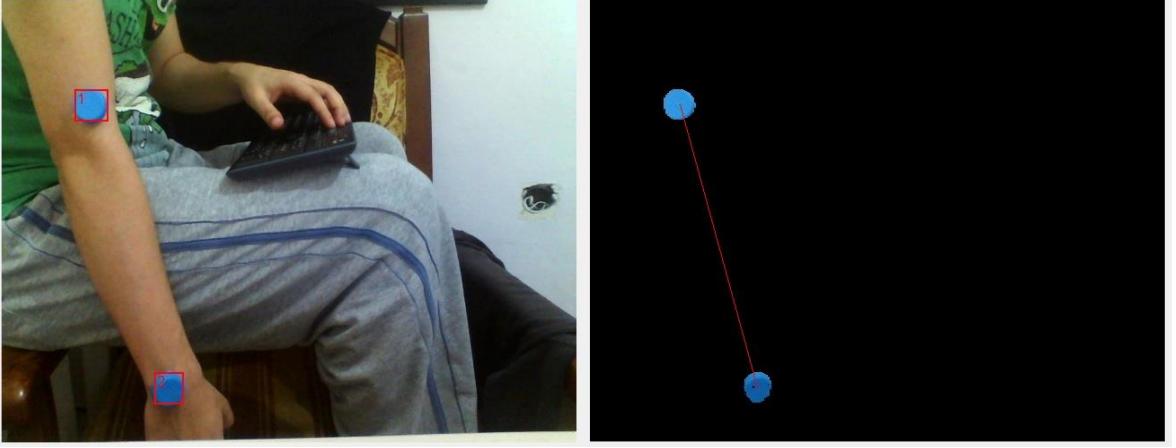
Resim 5: Spor Hareketleri 3



Resim 6: Spor Hareketleri 4

Resim 3,4,5,6 da egzersiz hareketleri gösterilmiştir.

Yukarıda ki resimlerde de görüldüğü gibi egzersiz esnasında kolumuzun, bacağımızın, başımızın vb. vücut uzuvlarımızın hareketleri algılamak, anlamak ve doğru yorumlamak için eklemlerimiz ve birbirinden bağımsız hareket edebilen uzuv kısımlarının hareketini gözlemleyip, kritik noktaları referans olarak almamız gerekmektedir. Kolumuz için; el-bilek, kol-dirsek ve kol-omuz, bacağımız için ayak-bilek, bacak-diz ve bacak-bel arası işaretlenmesi gereken kritik noktalardır. Egzersiz esnasında bu bölümler birbirinden ayrı hareket ederek ya da farklı bir düzlem üzerinde birbirleri arasında farklı açılar yaparak hareketi yorumlama, analiz etme ve istediğimiz işlemleri gerçekleştirme fırsatı sunmaktadır. Bu noktalar üzerine yerleştirdiğimiz renk blokları ile vücut hareketleri yorumlayıp; yapılan hareketi ve üzerinde işlemleri gerçekleştirmekteyiz.



Resim 7: Dirsek ve Bileğin İşaretlenmesi

Yukarıda ki resimde örnek teşkil etmesi amacı ile el bileğimiz ve dirseğimiz mavi renk tonuna sahip sıradan bir pet şişe kapağı ile işaretlenmiş ve takibi gerçekleştirilmiştir.

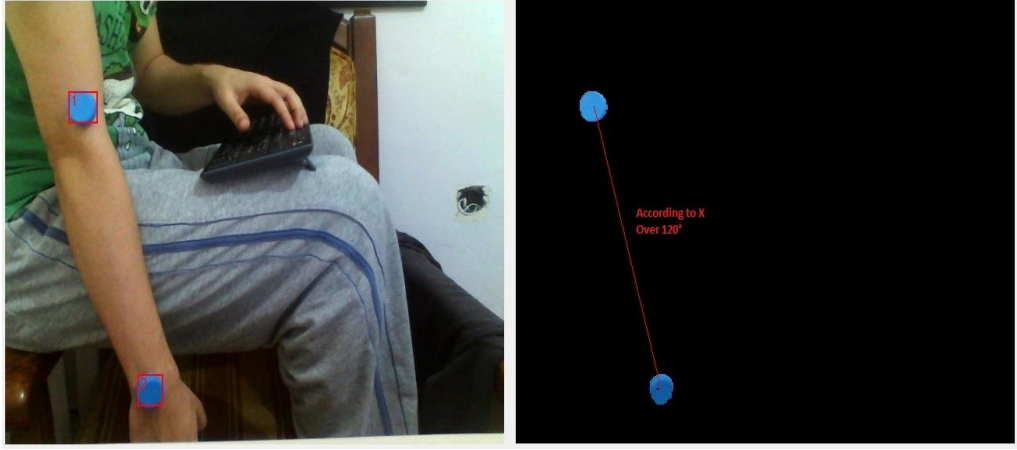
3.2.6- Hareketin Yorumlanması ve Sayılması:

Bu kısımda bir önceki bölümde açıkladığımız üzere seçilen referans noktaları arasında analiz ve belirlenen fonksiyonlar gerçekleştirilmiştir. Bizim bu tezde amacımız hareketi algılamak ve saymaktır. Görüntü işleme sayesinde elde ettiğimiz analiz sonuçları ve veriler sayesinde artık klasik programlama işlemleri ile verileri istediğimiz şekilde kullanıp sonuçları elde etmemiz gerekmektedir. İki cismin

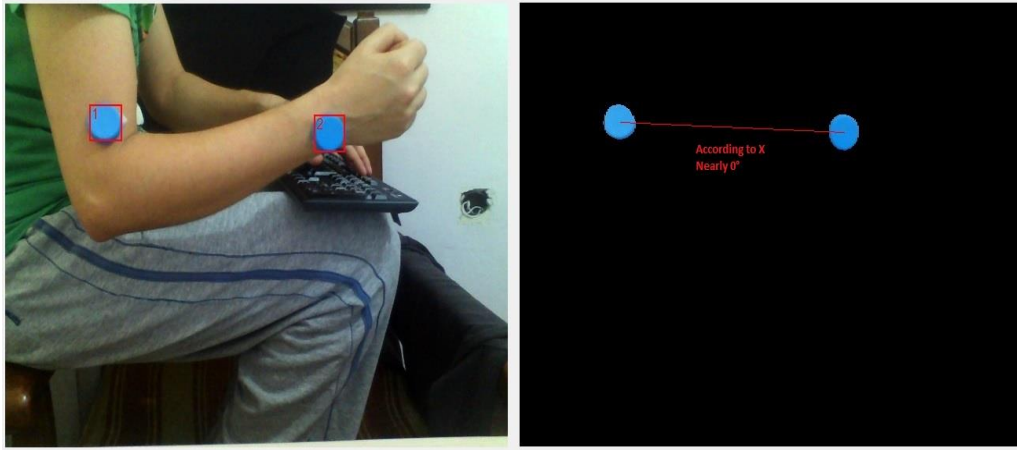
birbirine göre uzaklığı, konumu, aralarında ki açı, koordinat düzlemlerine göre konumları ve açıları bunların hepsi artık birer matematiksel işlemidir. Bizde sayma işlemini yerine getirmek için bir if denetimi ve bir flag kullandık. Eğer cisimler arasındaki açı 120 dereceden küçükse değeri bir artıracak ve 120 derecelik açı dışına çıkana, hareketi tam ve doğru şekilde yapana kadar tekrar saymayacak şekilde bir kod düzeni oluşturduk.

```
if (Açı < 120 && saymaAçısı == true) {  
    sayac++;  
    saymaAçısı = false;  
}  
if (Açı > 120)  
{  
    saymaAçısı = true;  
}  
else  
{  
    saymaAçısı = false;  
}
```

Bu kod akışına göre hareket sayma işlemlerini gerçekleştirmekteyiz.



Resim 8: Hareket Analizi ve Sayılması 1



Resim 9: Hareket Analizi ve Sayılması 2

4-Performans ve Testler

4.1- Veri Kümesinin Oluşturulması:

Sabit bir kaynaktan bir cisme bakıldığında ışığın cisim üzerine gelme açısına göre, cismin rengi farklılık gösterebilmektedir. Işık kaynağının sabit bir açıdan cismi aydınlattığını düşünürsek, cismin ışık kaynağına en yakın olan noktası ile ışık

kaynağına en uzak olan noktası arasında çok küçükte olsa bir ton farkı oluşmaktadır. Aynı şekilde cismin konumuna göre bir köşesine ışık alırken diğer köşesi gölgede kalabilir. Bu senaryoya birden fazla ışık kaynağının aynı cisim üzerine etki ettiği durumlarında dahil edilmesi ve mevcut bütün faktörlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu faktörler göz önüne bulundurulduğunda değişik ortamlarda, değişik ışık kaynakları ve değişik açılarda veri setleri oluşturulmalı, testler bu veri setleri üzerinde gerçekleştirilmelidir.

Tezimizde 2 ayrı hareket grubunda birbirinden bağımsız 10'ar tane, bağımsız farklı ortam, ışık değerlerine sahip 5, toplamda 25 video üzerinde testlerimizi gerçekleştirdik. Bu veri setlerini oluştururken ışık kaynağının açısını, hareketli renk bloklarının açısını ve rengini, birden fazla ışık kaynağının olduğu durumları göz önünde bulundurulmuştur.

4.2- Deney Sonuçları:

Elde edilen sonuç verilerini bir tablo üzerinde göstermek istersek;

Hareket Grup ve Set Bilgisi	Set Hareket Sayısı	Işık Kaynağı	Doğru Sayısı	Kaçırılan Hareket
1.Hareket Grubu, 1.Set	12	Tek Kaynak	10	2
1.Hareket Grubu, 2.Set	12	Tek Kaynak	12	0
1.Hareket Grubu, 3.Set	12	Tek Kaynak	12	0
1.Hareket Grubu, 4.Set	12	Tek Kaynak	12	0
1.Hareket Grubu, 5.Set	12	Tek Kaynak	12	0
1.Hareket Grubu, 6.Set	12	Tek Kaynak	12	0

1.Hareket Grubu, 7.Set	12	Tek Kaynak	11	1
1.Hareket Grubu, 8.Set	12	Tek Kaynak	11	1
1.Hareket Grubu, 9.Set	12	Tek Kaynak	12	0
1.Hareket Grubu, 10.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 1.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 2.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 3.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 4.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 5.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 6.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 7.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 8.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 9.Set	12	Tek Kaynak	12	0
2.Hareket Grubu, 10.Set	12	Tek Kaynak	12	0
Bağımsız 1	13	Çift Kaynak	9	4
Bağımsız 2	12	Çift Kaynak	10	2
Bağımsız 3	12	Çift Kaynak	11	1
Bağımsız 4	12	Çift Kaynak	11	1
Bağımsız 5	12	Çift Kaynak	10	2

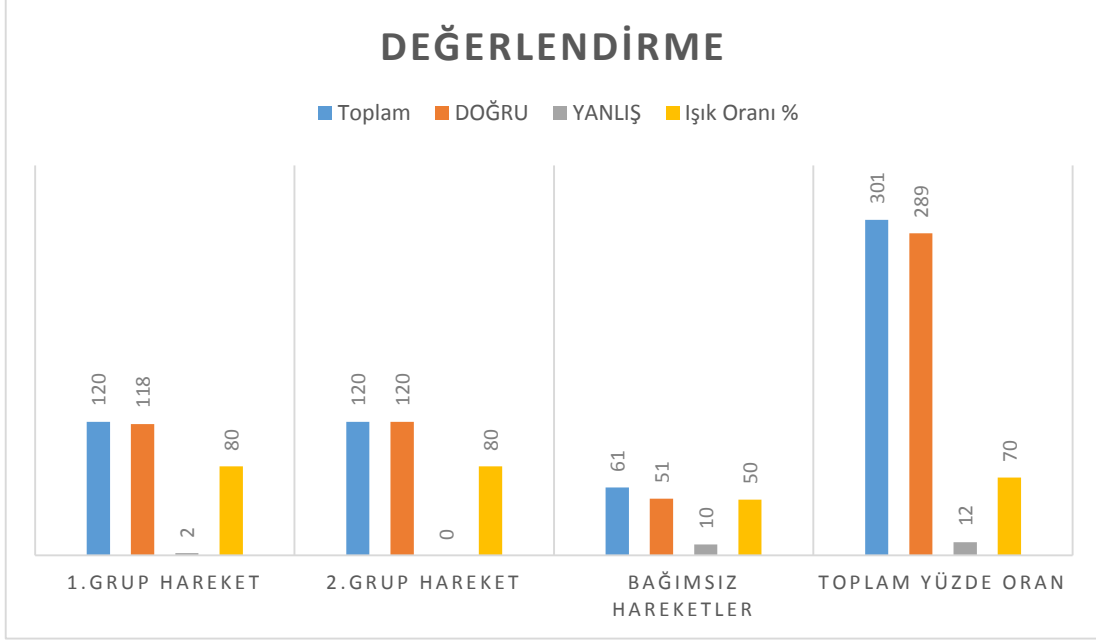
Tablo 1: Performans ve Test Sonuçları

Yukarıda ki tabloda uygun şartlar altında yapılan denemelerin sonuçları bulunmaktadır. Işığın olmadığı veya düşük ışık seviyesinde olan ortamlarda görmeden söz edemeyeceğimiz için hiçbir sonuç alamayız. Bu nedenle yapılan deneyler ışık ortamının yeterli olduğu alanlarda gerçekleştirilmiştir.

4.3- Değerlendirme:

Testler sonuçlarını değerlendirildiğinde tek ışık kaynağı ve üstü yeterli aydınlatılmış ortamda net bir görüş, renk algısı yakalanarak %90'a yakın oranında doğru sonuçlar elde edilmiştir. Işığın yetersiz seviyede olduğu ortamlarda renk blokları algılanmasına rağmen hareket halinde oluşan gölgelerden etkilenerek %50 - %60 başarı oranına kadar gerilemiştir.

Işığın geliş açısı da cismin algılanması üzerine etki etmektedir. Cismin üzerine 50 - 90 derece arasında gelen ışık, cismin neredeyse her yerini eşit olarak aydınlatırken, daha düşük derecede gelen ışık kümeleri cismin üzerinde farklı tonlar oluşturmaktadır. Renk bloklarının yayında yaptığımız renk yakınlık - aralık ayarı ile bu problemden kurtularak 50 derece ve üstünde yukarıda ki sonuçları aynen elde etmekteyiz. Bu açı değerinin altında gelen ışık kümeleri ile cismin üzerinde gerçekleştirilen işlemler başarı oranını düşürmektedir.



Grafik 1: Sonuçların Değerlendirilmesi

5-Sonuç ve Öneriler

Işığın geliş açısı görüntü işlemenin sonucunu etkileyen temel etkenlerden biridir. Işığın cisimler üzerine geliş açılarındaki farklılık var olan renklerin değişik algılanması sonucunu doğurmaktadır. Cisimlere farklı açılarda bakıldığında ışığın bu yansıma değerleri yüzünden var olan esas rengin değişik renk tonlarında algılanması durumu ortaya çıkmaktadır. Yapılan bu çalışmada ışığın değişik yansıma değerlerinden dolayı sonuçlarda farklılık gözlenmiştir. Aynı kamera ile alınan diğer fotoğraflara yazılmış olan aynı işlemler uygulandığında değişik sonuçlar alınmıştır. Bunun temel nedeninin ışığın her fotoğrafta aynı yönden gelmemesidir.

Buna karşın renk ton ayarının uygulama üzerinden anlık olarak yeniden dzenlenebilmesi ve renk aralık ayarının yeniden girilmesi bu sorunu ortadan kaldırmaktadır.

Unutulmaması gerekir ki ışığın olmadığı yerde renk ve görmeden bahsetmemiz mümkün değildir.

Renk takibi ve analizi ile yapılan işlemler büyük projeler için tek başına yeterli değildir ve ortamda aynı renk tonlarını olması durumda hata yapma riski vardır. Bu yüzden projemizin aynı zamanda hareket takibi ve şekil analizi ile desteklenmesi gerekir ya da uygun renk ortamları, eşsiz renk blokları seçmemiz gerekmektedir.

Uygun şartlar altında ya da uygun şartlar oluşturularak yapılan denemelerde yüksek başarı oranına sahip insan hareketlerini algılama, yorumlama ve sayma fonksiyonlarını yerine getiren bir tez elde edilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] C. Rao, A. Yilmaz, and M. Shah, “View-invariant representation and recognition of actions,” *International Journal of Computer Vision*, vol. 50, no. 2, pp. 203–226, 2002.
- [2] I. Ar and Y. Akgul, “A computerized recognition system for the home-based physiotherapy exercises using an rgbd camera,” *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, DOI 10.1109/TNSRE.2014.2326254, accepted 2014.
- [3] H.-M. Kwak, S.-H. Park, and Y.-R. Yoon, “An integrated system for body shape analysis and physical fitness test - HIMS,” in *27th Annual Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology (EMBC)*, Shanghai, China, 2005, pp. 3742–3745.
- [4] T. Havens, G. Alexander, C. Abbott, J. Keller, M. Skubic, and M. Rantz, “Contour tracking of human exercises,” in *IEEE Workshop on Computational Intelligence for Visual Intelligence (CIVI’09)*, Nashville, TN, USA, 2009, pp. 22–28.
- [5] J.-S. Lin and D. Kulic, “Online segmentation of human motion for automated rehabilitation exercise analysis,” *IEEE Transactions On Neural Systems And Rehabilitation Engineering*, vol. 22, no. 1, pp. 168–180, 2014.

- [6] G. Alexander, T. Havens, M. Rantz, J. Keller, and C. Abbott, “An analysis of human motion detection systems use during elder exercise routines,” *Western Journal of Nursing Research*, vol. 32, no. 2, pp. 233–249, 2010.
- [7] E. Velloso, A. Bulling, H. Gellersen, W. Ugulino, and H. Fuks, “Qualitative activity recognition of weight lifting exercises,” in *Proceedings of the 4th Augmented Human International Conference (AH’13)*, New York, NY, USA, 2013, pp. 116–123.

ÖZGEÇMİŞ

27 Mayıs 1988 tarihi, Malatya/Yeşilyurt doğumluyum. İlkokul, ortaokul ve liseyi Balıkesir’de tamamladıktan sonra, Beykent Üniversite’si, Bilgisayar Mühendisliği bölümüne kayıt oldum. Bu bölümden 2013 yılında mezun oldum. Eğitimime hiç ara vermeden yine Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Bilgisayar Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimime başladım. 2014 yılından itibaren bir ilaç firmasında yazılım uzmanı görevini sürdürmekteyim.

Özel sektör çalışanı olmam ve eğitimime devam etmem sebebi ile çok fazla normal hayat akışına dahil olamamaktayım. Özel ilgi alanlarım yazılım dünyası başta olmak üzere, yarı profesyonel fotoğrafçılık, klarnet ve gitar çalmaktır.