

Video Tabanlı Uykulu Sürücü Algılama Sistemi

Video Based Drowsy Driver Detection System

Sedat Golgiyaz¹, Adnan Fatih Kocamaz², Fatih Okumus²

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,
Bingöl Üniversitesi
sedatg@bingol.edu.tr

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
İnönü Üniversitesi
{fatih.kocamaz, fatih.okumus}@inonu.edu.tr

Özet

Uykulu sürücüler her ülkede olduğu gibi Türkiye’de de büyük maddi kayıplı ve ölümlü trafik kazalarına sebep olmaktadır. Bu çalışmada öğrenebilen bir Uykulu Sürücü Algılama Sistemi (USAS) sunulmuştur. USAS modeli video tabanlı test verileri ile gerçekleştirilip aşırı hesaplama maliyeti sorunu olmadan video tabanlı sürücü tanımayı gerçekleştiren ilk modeldir. Bu model diğer akıllı araç uygulamaları ile etkileşim kurabilir. Sürücü tanıdığından dolayı sürücüye has en iyi parametreler öğrenilebilir. Modelin uygulaması OpenCV kütüphanesi kullanılarak yapılmıştır. Modeli test etmek için ZJU (Zhejiang University) veri tabanı kullanılmıştır. Mevcut USAS temel olarak 4 bileşenden oluşmaktadır. Birinci bileşende video yakalayıcıdan gelen görüntüden yüz tespit edilir. İkinci bileşende konumlandırılmış yüz görüntüsünden kişi tanınır. Üçüncü bileşende konumlandırılmış yüz görüntüsünden gözler bulunur. Son bileşen ise göz görüntülerinden göz kırpma oranını hesaplar ve göz kırpma oranı ile bakış yönüne göre sürücünün ikaz edilip edilmeyeceğine karar verir. Anahtar Kelimeler: Uykulu Sürücü Algılama Sistemi, Yüz Bulma, Yüz Tanıma, Göz Bulma, Göz Durumu Tespit, Akıllı Araç.

Abstract

As in every country, drowsy drivers in Turkey lead to great financial lossy and fatal traffic accidents. In this study, a trainable Drowsy Driver Detection System (DDDS) is presented. The proposed DDDS implemented by video based test data is a first model of recognizing the video based driver without requiring time-consuming computations. This model can interact with other intelligent vehicle applications. Since the car driver is recognized, the best parameters corresponding to the driver can be learned. Application of the model is carried out using OpenCV library. In order to test the proposed model, ZJU (Zhejiang University) database were used. System mainly consists of 4 modules. In the first module, face is recognized from raw image captured by image device. In the second module, the person is recognized from positioned face images. In the third module, eyes are detected from positioned face images. The last module calculates the ratio of the eye blink from eye images and it decides whether the driver will be alerted or not to the direction of gaze through eye blink ratio.

Keywords: Drowsy Driver Detection System, Face Detection, Face Recognition, Eye Detection, Eye State Detection, Intelligent Vehicle.

1. Giriş

Trafik, yol, araç ve insanlardan oluşup bunlardan herhangi birinde oluşacak aksaklık trafik kazalarına neden olmaktadır [1]. ABD NHTSA(Ulusal Otoyol Trafik Güvenliği Yönetimi) araştırmasına göre ülkelerinde 1.550’si ölümlü 40.000 yaralamalı, 56.000 trafik kazasında uykululuğun sebep olduğu belirtilmiştir [2]. NHTSA’ya göre ölümcül, tek araçlı ve yoldan çıkarak oluşan kazalarda en belirgin sebep sürücü dikkatini etkileyen uykululuk hali, alkollü olma ve hızlı sürüş sebep olmaktadır [3]. Trafikte ölümlü kazaların %3,6’sı uykululuk ve yorgunluk hali ile ilişkilidir [4]. Ülkemizde sanılanın aksine trafik kazalarında en büyük etken alkollü araç kullanımı değil yorgun sürücülerdir. Avrupa da trafikte sürücü kaynaklı kazalarda; Uykululuk halinden kaynaklanan kazaların oranı %1-16 iken ülkemizde bu oran %70.02 olmaktadır [5]. TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)’in verilerine göre trafikte ölümlü, yaralı ve maddi hasarlı trafik kazalarında sürücü, yolcu, yol, taşıt ve yaya kusur oranında sürücü kusuru %94,5 ile en büyük orandadır [6]. TÜİK verilerine ülkemizde 2002-2011 arasında kayıtlara geçen trafik kazaları istatistiği ve kaza bilançosu raporlarına göre: Türkiye’de her yıl ortalama 794.647 kaza olmaktadır [6]. Bu trafik kazalarının 96.416’sı ölümlü-yaralı kazalardır. Bu trafik kazalarında ortalama her yıl 4.305 kişi ölmektedir. Bu kazalarda 171.870 kişi ise yaralanmaktadır. Ülkemizde 2009-2011 yılları arasında taşıt cinslerine göre trafik kazasına karışan taşıtların kayıtlı taşıt içindeki oranı Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Trafik kazasına karışan taşıtların oranları [6].

Taşıt Türü	Oran
Otobüs	% 2,5-2,7
Minibüs	% 1,5-1,6
Kamyonet ve Otomobil	% 1,2-1,3
Kamyon	% 1-1,2
Motosiklet	% 0,9-1,1
Diğer taşıtlar	% 0,5-0,8

Tablo 1’deki oranlardan da görüldüğü gibi ulaşım araçları öncelikli risk grubundadır. Kamyonlarda kaza oranı düşük olmasına rağmen ağır taşıtlar olmalarından dolayı karışıklı kazalarda büyük tahribata sebep olabilirler. Dolayısıyla Uykulu Sürücü Algılama Sistemi (USAS) kullanımı trafikteki tüm taşıt türlerinde kaza oranını azaltmak için elzem olmaktadır. Gerçek zamanlı her ortamda çalışabilecek USAS gerçekleştirmenin en büyük zorluğu trafikteki araçlar ve sürücüler için çok değişken bir ortamın var olmasıdır. Gerçek

zamanlı USAS'ı gerçekleminin zorluklarına rağmen birçok uygulamaya göre bazı kolaylıkları da vardır. Bu avantajları şu şekilde özetleyebiliriz;

- Taşıtların fiziksel özelliklerinden dolayı kamera ile sürücü arasında en az ve en çok mesafenin önceden belirlenebilmesi.
- Sistemin çalışma şartlarında sürücü-kamera pozisyonunun sınırlanabilmesi.
- Sürücüyü tanımının USAS sistemine ek bir yük getirmemesi.
- Bir kişinin aynı arabayı uzun bir süre kullanacağı varsayıldığında sürücü alışkanlıklarının USAS sistemine dâhil edilebilmesi.

USAS çalışmaları genel olarak 3 gruba ayrılabilir. Birincisi fiziksel vücut özelliklerinin incelenmesiyle yapılan çalışmalardır. Bu yönde yapılan çalışmaların çoğu vücut sıcaklığı, nabız sayımı, kalp atım sayısı veya beyin elektriksel sinyal ölçüsü gibi sürücü vücudunun verdiği fizyolojik sinyallerle sürücü uyanıklık derecesi hakkında bilgi alınmak istenir [7]. Sürücünün beyin elektriksel sinyalleri EEG (Electroencephalography) yöntemiyle elde edilir. Yapılan çalışmalarda kişi uyanıklık düzeyi ile beyinden elde edilen EEG sinyalindeki alfa ve beta bantları arasında ilişki olduğu gösterilmiştir [8]. Fiziksel vücut özelliklerinin incelenmesiyle yapılan çalışmalar EEG başlığı gibi yardımcı aparatlar gerektirdiği için sürücüyü rahatsız etmekte ve gerçek hayatta uygulanması sürücüler için zordur.

İkinci tip çalışmalar aracın verdiği tepkilerinin algılanmasına yönelik yapılan çalışmalar olup aracın üzerindeki gaz pedalı ve direksiyon gibi araç donanımına yerleştirilen algılayıcılardan elde edilen bilgilerden sürüş tipi ve araç durumu analiz edilir [9]. Aracın verdiği tepkilerinin algılanmasına yönelik yapılan çalışmalar kişiyi rahatsız etmeyip çevre şartlarından çok az etkilenmesine rağmen tasarlanan sistemin kişiyi uyarlanması gerekebilir. Örneğin bu teknikler üzerine yapılan bir çalışmada gaz pedalı kullanımının sürücülerden sürücüye farklı olduğu belirtilmiştir [10].

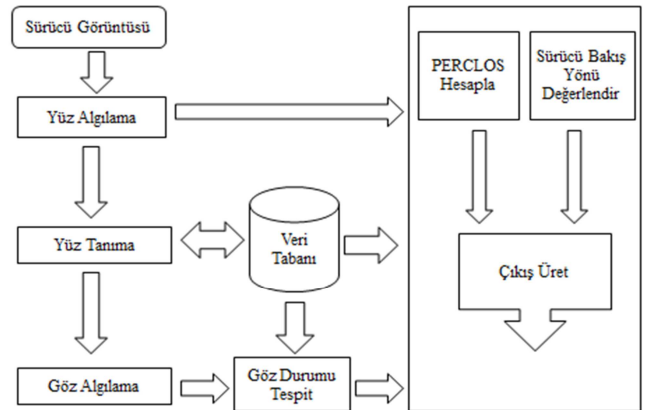
Üçüncü tip çalışmalar sürücünün verdiği uyarının algılanmasına dayanan tekniklerdir [11]-[21]. Sürücünün verdiği uyarının algılanmasına dayanan sistemler genellikle sürücü yorgunluğu seviyesi tespiti için arabaya yerleştirilen kameradan sürücü görüntüsü alınıp sürücü yorgunluk seviyesi için çıktı üretilir. USAS karar süreci için en çok kullanılan parametre PERCLOS (Percentage of eye closure)'dur [12]. PERCLOS, göz kapanma oranı ve belli bir sürede gözün %80 kapalı olduğu zaman oranını ifade etmek için kullanılan bir parametredir. [11], [15], [16]'da PERCLOS parametresinden farklı olarak uykululuk halinde yüzle ilgili ifadeler ve hangi yüz ifadelerinin USAS için daha belirgin olduğu tespiti üzerine çalışmalar yapılmıştır. [11]'de uyku halinde sürücülerin daha çok değil daha az esnediğini tespit edilmiştir. [12]'de hızlı icra edilebilen bir sistem hedeflenerek FPGA tabanlı, retinadan yansıyan ışık yoğunluğunun farklı olacağı esasına dayanarak gözün bulunması ve PERCLOS'a göre uykululuk için sonuç üreten bir yöntem geliştirilmiştir. [14]'de OpenCV kullanılarak yüz konumlandırılmış daha sonra konumlandırılan yüzden gözler bulunmuş ve PERCLOS sayısı uykululuk için referans alınmıştır. [17]'de insan ten rengi algılamaya en müsait dönüşüm olan YCbCr renk uzayı dönüşümünden faydalanılarak gözler bulunmuş, konumlandırılan gözlerden göz takibi için kalman filtresi kullanılmıştır. [18]'de iris tanıma ile kişi yetkilendiren, PERCLOS ve kızıl ötesi duyargalardan vücut sıcaklığını ölçen

melez bir model sunulmuştur. [19]'da [18]'e benzer biçimde gözden gelen görünüm bilgisi ve parmaktan algılanan nabızla melez bir USAS sunulmuştur. [20]'de Yapay Sinir Ağları ile tasarlanan USAS için sistemin doğruluğu ile katman sayısı ve nöron sayısı arasındaki ilişki araştırılmıştır. [21]' de iki kızıl ötesi filtre kullanılarak gözlerden yansıyacak ışık farkı ile gözleri konumlandırılan bir çalışma sunulmuştur. Sürücünün verdiği uyarının algılanmasına dayanan tekniklerde genellikle bilgisayarlı görüntü teknikleri kullanılmasına rağmen farklı algılayıcılarla da sürücü bilgisi alınabilir. Örneğin [13]'de kızıl ötesi algılayıcıdan gelen baş hareketi bilgileri değerlendirilerek USAS tasarlanmıştır. İlgili çalışmada baş hareketleri iki boyutlu ele alındığı için sistem başarımı çok düşüktür.

Sürücünün verdiği uyarının algılanmasına dayanan tekniklerin hemen hemen hepsi ideal koşulların varlığını için uyanıklık düzeyi için çıktı üretmişlerdir. Örneğin sürücü yola bakmadığında ne olacağı ele alınmamıştır. Bu çalışmada sunulan model öğrenmeye müsait olup kullanıcıya has en iyi parametrelerin öğrenmesine izin vermektedir. Aynı kişi için ince ve kalın gözlüklü, gözlüksüz aşağıdan yukarıya ve karşıdan alınmış dört tip test verisiyle gerçekleştirildiğinden dolayı sunulan diğer çalışmalara nazaran daha geneldir. Bakış yönü şimdiye kadar ki çalışmalarda dikkate alınmamıştır. Sürücünün yola bakmadığı durum bu çalışma ile değerlendirilmiştir. Yüz ve göz algılama için kaskad sınıflandırıcı modelleri kullanılmıştır. Yüz tanıma için LDA(Linear Discriminant Analysis) kullanılmıştır. Açık ve kapalı göz tespiti için LBPH(Local Binary Pattern Histogram) yöntemi kullanılmıştır.

2. Uykulu Sürücü Algılama Sistemi

USAS, akıllı araç sistemlerinin potansiyel uygulamalarından biri olup diğer akıllı araç sistemleri ile birlikte kullanılıp değişik çalışmalar yapılabilir. Bu sistemle sürücü yüzünden alınan resmin değerlendirilmesi sonucunda, sürücü tanınarak, sürücünün PERCLOS'u ve bakış yönü değerlendirilerek sürücünün uyanıklık seviyesi hakkında sonuç üretilir. USAS sistemi ile sürücü kaynaklı trafik kazaları sebeplerinden biri olan yorgunluk/uykululuk hali için sürücü ikaz edilerek trafik kazasına mani olunması hedeflenir. Tasarlanan USAS modelinin blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Tasarlanan USAS modeli blok diyagramı.

2.1. Yüz ve Göz Algılama

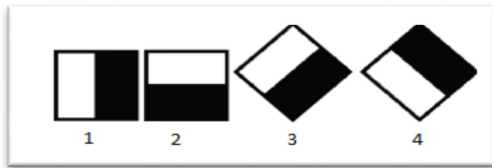
Yüz algılama yöntemleri Yang v.d. yaptığı çalışmada özetlenmiştir [22]. İlgili çalışmada yüz algılama yöntemleri 4 başlık altında toplanmıştır. Bunlar; bilgi tabanlı yüz tespiti yöntemleri, değişmeyen özellik tabanlı yüz tespiti yöntemleri, şablon eşleme tabanlı yüz tespiti yöntemleri ve görünüm tabanlı yüz tespiti yöntemleridir. Yüz algılama aşaması, giriş imgesi olarak alınan imgede yüz olup-olmadığı ve varsa yüzün yerinin belirlenmesi aşamasıdır. Yüz tespit aşamasının sonucu yüz tanıma ve göz durumu tespit aşamalarının girişidir. Dolayısıyla bu aşamanın doğru ve etkin bir şekilde icra edilmesi tasarlanacak sistemin doğruluk ve etkinliğini doğrudan etkileyecektir.

Göz tespit yöntemleri için literatür özetinin verildiği çalışmada göz tespit yöntemleri; Şekil tabanlı, özellik tabanlı, görünüm tabanlı, melez yöntemler ve diğer yöntemler olarak beşe ayrılmıştır [23]. Göz tespitinin sonucu göz durumu aşamasının girişidir.

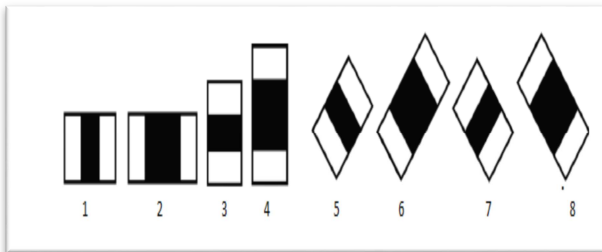
Tasarlanan sistem uygulamasında yüz ve göz tespiti için nesnelere tespit ve tanınması için yaygın olarak kullanılan Viola-Jones tarafından tasarlanan kaskad sınıflandırıcı modeli kullanılmıştır [24]. Bu modellerde giriş verisi olarak Viola-Jones tarafından sunulan Haar benzeri özellikler veya LBP(Local Binary Pattern) kodları gibi özellikler kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen modelin yüz algılama modeli LBP kodlarını kullanan kaskad sınıflandırıcı modeli ile gerçekleştirilmiştir. Sistemin göz algılama aşaması için ise Haar benzeri özelliklerle tasarlanan kaskad sınıflandırıcı modeli ile gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Viola-Jones Yöntemi

Gerçek zamanda çalışabilecek bir Haar benzeri özellikler kullanan kaskad sınıflandırıcı ile yüz tespit sistemi dört bileşenden oluşur. Bunlar Haar benzeri özellikler olarak adlandırılan basit dörtgen özellikler, integral imge, AdaBoost sınıflandırıcı ve elemeli kaskad yapısıdır. OpenCV’de Haar benzeri özellikler için Viola-Jones’un sunduğu Haar benzeri özellikleri yerine Leinhardt ve Maydt [25] sunduğu genişletilmiş Haar benzeri özellikler kullanılmaktadır. Şekil 2’de genişletilmiş Haar benzeri özellikler verilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 2: Genişletilmiş Haar benzeri özellikler için kenar özellikleri (a), çizgi özellikleri (b) ve merkezi çevreleyen özellikler (c) [25].

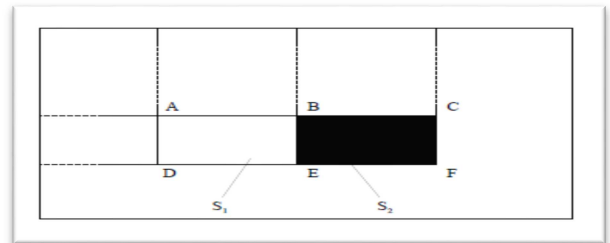
Şekil 3’de Yüz bölgesi için Haar benzeri özelliklerin elde edilmesi gösterilmiştir.



Şekil 3: Yüz için Haar benzeri özellik elde edilmesi [24].

İntegral imge giriş görüntüsünün bir başka şekilde ifade edilmesidir. Resimdeki her piksel değeri kendisinin üst ve solundaki tüm piksel değerlerinin toplamını içerecek şekilde oluşturulur. İntegral imge, kaskad sınıflandırıcı yönteminde giriş verisi olan dörtgen özelliklerinin efektif olarak hesaplanması için kullanılır. İntegral imge resmin sol üst köşesinden başlanarak sağa doğru resim dolaşarak basit toplama işlemleriyle oluşturulmaktadır. İntegral imge denklem (1)’de gösterildiği şekilde oluşturulur.

$$ii(x, y) = \sum_{x' \leq x, y' \leq y} i(x', y'), \quad (1)$$



Şekil 4: İntegral imge ile alt dörtgen alanı hesaplama.

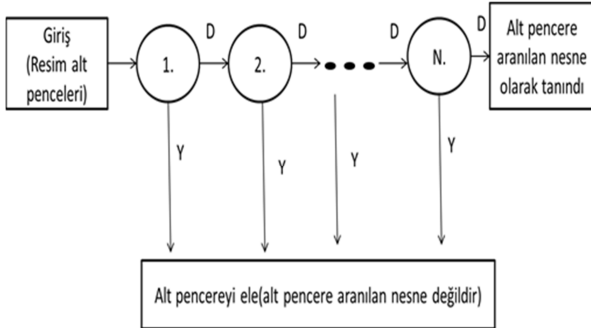
Denklem 1’ de $ii(x, y)$ integral imge değeri ve $i(x', y')$ değeri ise orijinal imge değeridir. İntegral imge oluşturulduktan sonra herhangi bir yer ve büyüklükteki dörtgenin alanı kolayca hesaplanır. Örneğin şekil 4’deki Haar benzeri dörtgen özellik $S_1 - S_2$ değeri olup, taralı alanı (S_2) basitçe hesaplamak için aşağıdaki denklem (2) kullanılabilir.

$$\sum_{(x,y) \in B_{CEFG}} i(x, y) = ii(F) + ii(B) - ii(C) - ii(E) \quad (2)$$

Viola-Jones yönteminde anlamlı Haar benzeri özelliklerin seçilmesi ve Haar benzeri özellikler için eşik değerlerinin belirlenmesi için AdaBoost (adaptif yükseltme) öğrenme algoritması kullanılır. Yükseltme kısaca birçok zayıf sınıflandırıcının doğrusal birleşiminden güçlü sınıflandırıcı elde etme işlemidir.

Elemeli kaskad yapı, Viola-Jones yönteminde sistemin efektifliğini arttırmayı hedefleyen aşamasıdır. Şekil 5’te kaskad sınıflandırıcı için elemeli kaskad yapı diyagramı

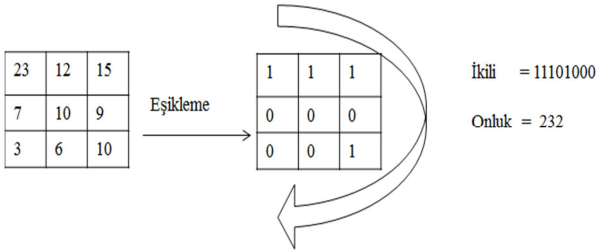
verilmiştir. Kaskad yapıda giriş düğümünden sonuç düğümüne doğru her düğümde zayıf sınıflandırıcıların sayısı genellikle artırılır. Her düğümde giriş alt penceresi doğru veya yanlış olarak etiketlenir. Bir sonraki düğüme bir önceki düğümün nesne olarak tanıdığı yani pozitif etiketlenen alt pencereler iletilir. Bunun bir sonucu olarak bir sonraki düğüm kendinden önceki düğümde daha karmaşık bir görevi icra eder.



Şekil 5: Elemeli kaskad yapı diyagramı.

2.1.2. LBP Yöntemi

LBP resmin yerel yapılarını efektif olarak temsil edip rotasyondan etkilenmeyen Ojala v.d. tarafından sunulan parametresi olmayan bir tanımlayıcıdır [26]. LBP yönteminin en önemli özelliği tek çeşit ışıklandırma değişikliklerinden etkilenmemesi ve hesaplama maliyetinin düşük olmasıdır. Şekil 6'da LBP operatörünün nasıl uygulandığı grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 6: Temel LBP operatörünün uygulanışı.

(x_c, y_c) pikselin LBP ondalık değerinin elde edilmesi denklem (3)'de gösterilmiştir. i_c merkez pikselin değerini, i_p ise merkezi çevreleyen pikselin değerleridir.

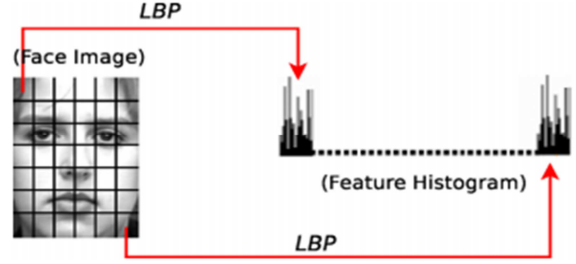
$$LBP_{P,R}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{P-1} s(i_p - i_c) 2^p \quad (3)$$

Bu denklemde $s(x)$ aşağıdaki denklem (4)'de görüldüğü gibi bir işaret fonksiyonunu ifade etmektedir.

$$s(x) = \begin{cases} 1, & \text{eğer } x \geq 0 \\ 0, & \text{eğer } x < 0 \end{cases} \quad (4)$$

LBP operatörün yerel komşuluktaki piksel yoğunluklarını koruyan monoton gri düzey dönüşümlerinden etkilenmez. Tanıma ve sınıflandırma işlemi için herhangi bir bölgedeki LBP kodlarının histogramı kullanılarak doku tanınabilir. Literatürde LBP yönteminin birçok türevi sunulmuştur [27]. Örneğin geliştirilmiş LBP yönteminde merkez piksel değeri hesaba katılır. Çok bloklu LBP yönteminde daha büyük ölçekteki örüntülerin elde edilmesi için sunulmuştur. Genişletilmiş LBP yönteminde ise merkez piksel büyüklüğü ile komşuları arasındaki farkta hesaba katılarak 3 katmanlı bir LBP yöntemi sunulmuştur. Ayrıca bunlara ek olarak birkaç tane daha LBP türevi mevcuttur. Şekil 7'deki gibi örüntünün LBP yöntemi ile ifade edilmesinde konum bilgisi yanında doku bilgisi de içerdiğinden örüntü bu şekilde ifade edilerek

öğrenilebilir. Öğrenme aşamasında temel LBP veya genişletilmiş LBP gibi değişik yöntemler ile elde edilmiş LBP özellikleri PCA ve LDA gibi sınıflandırıcılar kullanılarak veya histogram karşılaştırılması yapılarak örüntü bulunabilir.

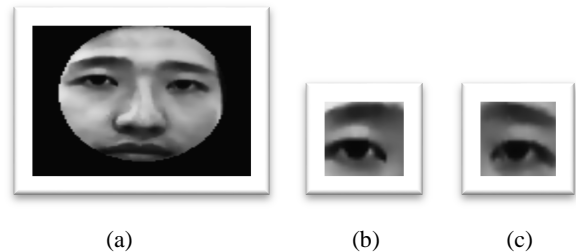


Şekil 7: Yüzün LBP yöntemi ile ifade edilmesi [27].

2.1.3. Yüz ve göz tespit uygulamaları

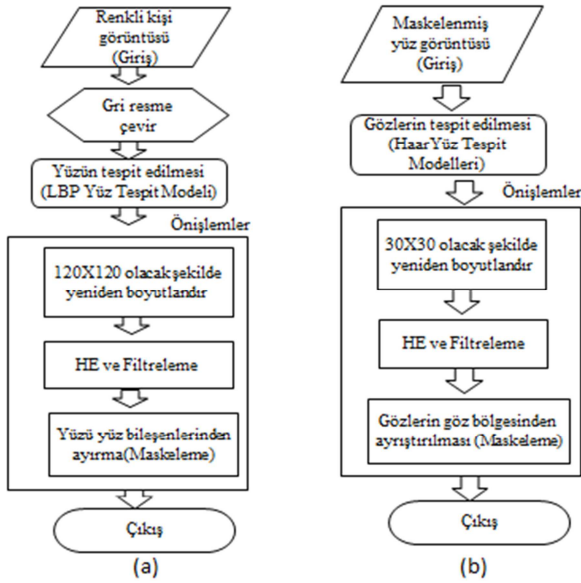
USAS uygulamasındaki test verileri için ZJU veri tabanı kullanılmıştır [28]. Bu veri tabanında 20 adet denekten elde edilmiş 80 tane videoda 320x240 boyutlarında renkli video bulunmaktadır. Yüz tespit uygulaması için kaskad sınıflandırıcı modeli kullanılmıştır. Sistemi gerçekleştirmek için ilkin video dosyasından kareler sisteme giriş verisi olarak alınır. Renkli resimler daha sonra gri düzeye çevrilerek işlemler gri resim üzerinde devam edilir. LDA yüz tanıma modeli sabit boyutlu verilerle eğitilmesi gerektiğinden mevcut sistemin giriş verisinde elde edilen yüzlerde modelin eğitim verisinde kullanılan resimlerle aynı boyutta olması gerekir. USAS girişinde tespit edilen yüzlerin boyutu 120x120 olacak şekilde yeniden boyutlandırılmıştır. Işığın geliş yönüne göre sürücü yüzünde gölgeler oluşabilir. Bu problemi çözmek için [29] nolu kaynakta sunulan çözüm yolu uygulanarak tespit edilen yüz bölgesinin sağ ve sol kısmına ayrı ayrı histogram eşitleme işlemi uygulanarak yüzdeki gölgeler giderilmesi hedeflenmiştir. Yüz tespitinde kararlı sonuçlar elde edilmesi için eğitim verisi ve sistem giriş verisi, OpenCV fonksiyonlarından bilateralFilter filtre fonksiyonu kullanılarak görüntüdeki gürültüler giderilmiştir. Saç bıyık ve küpe gibi yüz bileşen ve aksesuarlarının sistem doğruluğunu etkilememesi için bulunan yüz, yüz tanıma işlemine aktarılmadan önce bir maske ile maskelenip yüzün orta kısmı tek alınmıştır.

USAS'ta konumlandırılmış yüz göz tespit aşamasının girişi olur. Gerçekleştirilen USAS'ta sol göz tespiti ve sağ göz tespiti için ayrı ayrı Haar benzeri özelliklerle oluşturulmuş kaskad sınıflandırıcı modelleri kullanılmıştır. Gözler son aşamaya giriş olarak verilmenden önce göz bölgesinden ayrıştırılması için bir maske ile maskelenir. Örnek veri tabanından "000006M_FNNavi" video dosyasının ilk karesi yüz ve göz tespit uygulamaları sonuçları Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8: Tespit edilen yüz(a) ve sağ (b) ve sol (c) gözler.

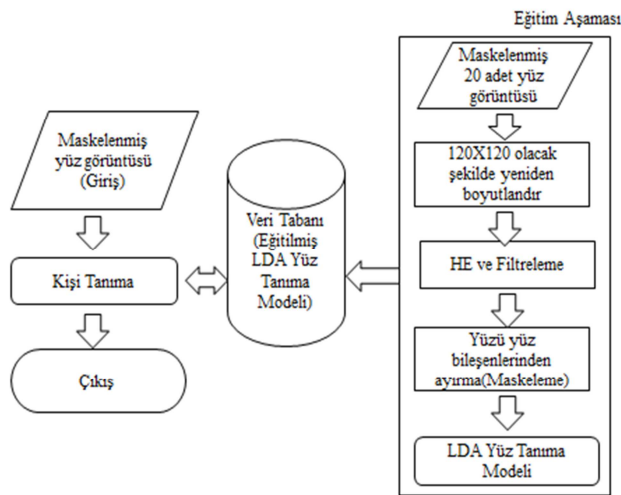
Şekil 9'da tasarlanan yüz ve göz tespit uygulaması blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 9: Yüz(a) ve göz(b) tespit uygulamaları blok diyagramı.

2.2. Yüz Tanıma

Yüz tanıma hem bilimsel çalışmalarda hem de ticari firmalar tarafından oldukça geniş ilgi görmüştür. Günümüzde bilgisayarların işlem kapasitelerinin artması ve bilgisayar maliyetlerinin ucuzlamasıyla yüz tanıma birçok uygulamada kullanılmaktadır. Yüz tanıma tekniklerinin özetlendiği çalışmada yüz tanıma yöntemleri veri elde etme yöntemlerine göre kaba olarak 3 gruba ayrılmıştır [30]. Bu yöntemler resminden yüz tanıma, videodan yüz tanıma ve kızıl ötesi kameralarla 3D boyutlu veri sağlayan algılayıcılarla yüz tanımadır. Uygun yöntemin seçimi problemin doğasına göre değişmektedir. Örneğin emniyet resim veri tabanında suçlu tespiti için resim üzerinde işlem yapılarak gerçekleştirilen uykulu sürücü belirleme işleminde videodan gelen veri işlenerek yüz tanınır. Benzer olarak görüş açısından bağımsız yüz tespiti için 3 boyutlu yüz tanıma hedeflenir. Yüz tanıma ile ilgili daha ayrıntılı bilgi için [30]-[32] nolu çalışmalara bakılabilir. Şekil 10'da tasarlanan yüz tanıma uygulamasının blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 10: Yüz tanıma uygulamasının blok diyagramı.

Sunulan sistemde yüz tanıma yöntemi olarak sınıf-spesifik boyut azaltmayı sağlayan bir yöntem olup ünlü istatistikçi R.A. Fisher tarafından sunulan LDA yöntemi kullanılmıştır [33]. LDA modelinde bir kişiye ait birden çok görüntü eğitim aşamasında sistemi eğitmek için kullanıldığından dolayı gerçekleştirilen yüz tanıma modeli kişinin bakış yönünden daha az etkilenecektir. Bu modelin dezavantajı güncellemeye izin vermemesidir. Yani bir kişi sisteme tanıtılırken tüm model yeniden oluşturulur. Işıklandırma problemleri ve bakış yönüne göre sağlam sonuçlar vermesinden dolayı LDA yüz tanıma modeli seçilmiştir.

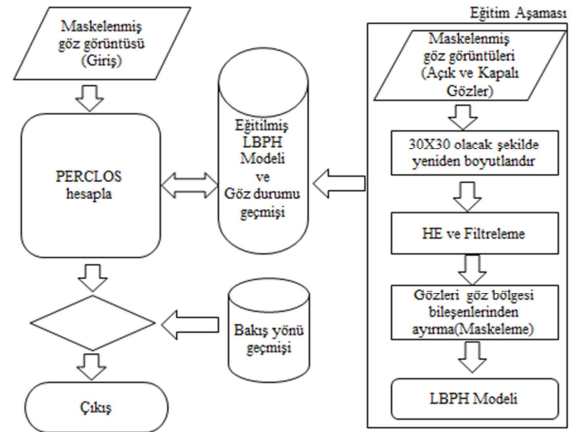
2.3. Göz Durumu Tespiti ve Sistem Çıkışı

Bu çalışmada USAS sisteminde sürücünün uyarılıp uyarılmayacağına karar verme süreci için PERCLOS ve bakış yönü önerilmiştir. Göz durumu tespiti için sınıflandırıcı olarak LBP modelini kullanılmıştır. Eğitim aşamasında açık ve kapalı gözler için sistem eğitim resimleri seçilerek gözün kapalı veya açık olduğu etiketlenmiştir. Şekil 11'de göz durumu tespiti için açık ve kapalı gözler için eğitim verileri örnekleri verilmiştir.



Şekil 11: Açık ve kapalı göz eğitim verisi örnekleri.

Şekil 12'de USAS için PERCLOS hesaplama uygulaması ve sistem çıkışı karar sürecinin blok diyagramı verilmiştir. Sürücünün ikaz edilip edilmeyeceğine karar verilirken PERCLOS ve belli bir zamandaki bakış yönü bir eşik değeriyle karşılaştırılarak çıkış üretilir.



Şekil 12: PERCLOS hesaplama ve karar süreci blok diyagramı.

3. Sonuçlar

Gerçekleştirilen USAS uygulaması ZJU veri tabanında test edilmiştir. Mevcut uygulama Intel i5 işlemcili, 4 GB paylaşımlı belleği olan 2.4 GHz işlemci hızlı bir donanım ile test edilmiştir. Gerçekleştirilen uygulamada öncelik gözün ve yüzün bulunmasına verilmiştir. Yüz ve göz bulunması için ayrıntılı arama işlemi yapılmış ayrıntılı aramadan doğan performans azaltıcı etki ikinci plana atılmıştır. USAS uygulamasıyla ilgili olarak temel olarak iki tip test işlemi yapılmıştır. Birinci tip test işleminde USAS'ta yüz algılama ve göz algılama aşamalarının öğrenme bileşenleri için farklı parametreler için test edilip en iyi parametre değerlerine karar verilmiştir. Optimum parametre seçimi yapılırken sistem çıkışındaki göz başarı oranı ve saniyede işlenen kare sayısına(fps) göre belirlenmiştir. Tablo 2'de USAS için göz

tespit uygulamasının farklı searchScaleFactor(sFS) parametresi için başarımlar sonuçları verilmiştir.

Tablo 2: Göz tespiti için farklı sFS parametresi için başarımları.

	sFS= 1.02	sFS= 1.03	sFS= 1.05	sFS= 1.1
En Az Bir	%99.81	%99.53	%97.15	%92.19
Göz Çifti	%68.11	%64.56	%59.28	%47.39
fps	11.22	15.26	16.09	22.37

USAS uygulamasında test sonuçlarına bakılarak minNeighbors parametresi 3 ve sFS ise 1.03 olarak alınmıştır. Yüz tespit ve yüz tanıma bileşenlerinin 4 video türü için uygulama başarımları sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Yüz tespit ve tanımanın 4 video türü(VT) sonuçları.

	1.VT	2. VT	3. VT	4. VT
Tespit	%96.74	%99.78	%96.78	%78.37
Tanıma	%100	%100	%100	%100

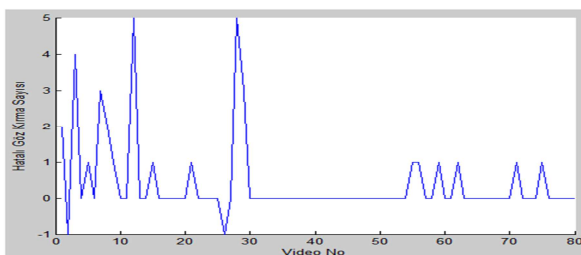
ZJU veri tabanında aşağıdan yukarıya kayıt edilen video türü(4. video türü) normal şartlar altında USAS için mümkün olmayan bir duruma karşılık gelmektedir. Çünkü kamera sürücünün karşısında olacağından dolayı aşağıdan yukarıya kayıt mümkün olmayacaktır. ZJU veri tabanındaki bu 20 adet aşağıdan yukarıya kayıt edilen video, sistem performansını olumsuz etkilemiştir.

Gerçekleştirilen USAS uygulamasında göz tespiti bileşeni için elde edilen sonuçların 4 video türü için uygulama başarımları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4: Göz tespiti bileşeninin 4 video türü(VT) sonuçları.

	1.VT	2. VT	3. VT	4. VT
En Az Bir	%99.70	%100	%98.94	%99.43
Göz Çifti	%53.53	%77.3	%59.69	%68.10

Test veri tabanı ile yapılan testlerde elde edilen göz kırpması hatasını gösteren diyagram Şekil 13’de verilmiştir. Diyagramdaki negatif değerler yanlış pozitif ifade etmektedir. Göz kırpması başarımları 80 video için ortalama %86’dır. Göz çifti başarımları düşük olmasının sebebi düşük çözünürlükten dolayı göz kapağı hareketinde göz çiftinin aynı karede düşük oranda algılanmasıdır. Fakat bu çalışmada sağ ve sol göz ayrı ayrı bulunup göz durumu değişimi kırpması olarak alınmıştır. Gözün açık ve kapalı durumunda gözler daha yüksek oranda bulunduğundan kırpması başarımları daha yüksek olmuştur.



Şekil 13: Hatalı göz kırpması sonuçları diyagramı.

USAS uygulamasında yüz tanıma, tasarlanan sisteme ek hesaplama yükü getirmemektedir. Önerilen sistem için iki durum söz konusudur. Birincisi başlangıç ve uyarı sonrası durum, ikincisi ise normal gözlem durumudur. Kişinin ilk görüntüsü alınıp kişi tanıdıktan sonra bir ikaz durumu oluşmayıncaya kadar yüz bir daha tanınmaz. Deneklerin iki çeşit gözlük takması ve gözlüklerden yansıyan ışık düşük

çözünürlükten dolayı sistem performansı olumsuz yönde etkilenmiştir. Bazı kareler için gözün açık veya kapalı olduğu bilgisi resme bakarak karar vermek insan için bile zordur. Daha kaliteli bir kamera kullanılması daha iyi sonuçlar verecektir. Buna rağmen ZJU veri tabanında ışık kontrolünün olmaması, arka planın dinamik olması ve bağımsız deneklerle farklı şartlarda kayıt yapılması aşağıdan yukarıya kayıt yapılan 4. video türü hariç diğer verileri gerçek verilerle kısmen de olsa örtüşür hale getirmiştir. Dolayısıyla tasarlanan USAS uygulamasının sonuçları veri tabanı oluşturulan ortam, denek ve gözlük durumu çeşitliğinden dolayı gerçek zamanlı koşacak bir sistemin doğruluğuna yakın olduğu söylenebilir. Başarımlarının düşük olmasının sebebi normalde USAS için uygun olmayan test verilerinin sonuçlardan çıkarılmamasıdır. Bu çalışmada literatürde sadece gözlüklü veya elle konumlandırılmış gözden USAS çalışmalarına göre daha genel ve gerçek zamanlı çalışmaya daha uygun bir model sunulmuş ve uygulanması yapılmıştır. Tasarlanan USAS uygulamasının tüm kodlar C++ dili standardında olduğu için platform bağımsız olarak koşabilecektir. Geriye dönük eniyileme çalışması yapılarak, sistemin parametrelerini daha iyi olacak şekilde sistem tekrardan gerçekleştirilmeye müsaittir. Problem uzayını sıralı olarak küçültme, benzer çalışmalarda sunulsa da bu çalışmada bir adım ileriye gidilerek göz durumu tespit işlemi için problemi bütünden ayırt edici özellikler bulmak yerine tek kişi için mevcut durumu değerlendirmeye müsait olması nedeniyle aday bölge uzayının düşürülebilmesini destekleyen bir yapı sunulmuştur. Ayrıca bu model göz kırpması oranının kişiden kişiye değişip değişmediğini araştırmak için uygun bir model olup bu yönde yapılacak çalışmaları destekleyecek bir modeldir.

Gelecek çalışmalarda kaskad sınıflandırıcılar için model eğitimlerinde büyüklük kestirimi yapılsa mevcut uygulamanın gerçekleştirilme zamanını olumlu yönde etkileyecektir. İncelediğimiz kadarıyla bugüne kadar sunulan USAS sistemlerinin hepsi göz kırpması veri tabanı, yüz ifadesi tanıma veri tabanı veya kısa süreli test sürüşleri ile elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla bugüne kadar sunulan hiçbir model ve çalışma gerçek en iyi PERCLOS eşiği belirlemek için uygun değildir. Bu yönde yapılacak bir çalışma belki aylar belki yıllar alabilir. Çünkü bir kişinin bile bir saatlik araç sürüşü on binlerce video karesine denk gelmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada ve diğer USAS çalışmalarında kullanılan ZJU veri tabanı en iyi PERCLOS eşiği belirlemek için uygun değildir. Bu yönde bir çalışma bütçe ve personel sayısının uygun olduğu gelecek çalışmalarda yapılabilir.

4. Kaynaklar

- [1] Hancı, İ.H., ve Eşiyok, B. “Uyku ve Trafik Kazaları”, <http://www.ttb.org.tr/STED/sted0301/1.html>, 10 Mart 2014.
- [2] NCSDR/NHTSA Expert Panel on Driver Fatigue and Sleepiness, “Drowsy driving and automobile crashes,” NHTSA report.
- [3] Liu, C. and Subramanian, R., 2009. “Factors Related to Fatal Single-Vehicle Run-Off-Road Crashes,” *U.S. Department of Transportation, American National Highway Traffic Safety Administration*, DOT HS 811 232, Washington, D.C., November, 2009.
- [4] Knippling, R.R. and Wang, J.S., 1994. “Crashes and Fatalities Related to Driver Drowsiness, Fatigue,” National Highway Traffic Safety Administration,

- Washington, D.C., Information Management Consultants Inc., McLean, VA., 1994.
- [5] http://www.traport.org.tr/tk_genelbilgiler.php?yID=55, 6 Mayıs 2012.
- [6] TÜİK, 2002-2011 yılı Trafik Kaza İstatistikleri Kara Yolu, *Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası*, Ankara, 2012.
- [7] Nikhil, R.P., Chien-Yao, C. Ko, L.W., Chao, C.F., Jung, T.P., Liang S.F. and Lin, C.T., 2008. "EEG-based Subject-and Session-independent Drowsiness Detection: An Unsupervised Approach," *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, ISSN: 1110-8657, January 2008.
- [8] Chung, H. K., 2005. "Electroencephalographic study of drowsiness in simulated driving with sleep deprivation". *International Journal of Industrial Ergonomics*. vol. 35, issue 4, April 2005, pp. 307-320.
- [9] Takei, Y. and Furukawa, Y., 2005. "Estimate of driver's fatiguethrough steering motion". *Man and Cybernetics 2005 IEEE International Conference*, vol. 2, pp.1765-1770.
- [10] Igarashi, K., Takeda, K., Itakura, F. and Abut, H., "DSP for In-Vehicle and Mobile Systems". Springer (2005).
- [11] Vural, E., Cetin, M., Ercil, A., Littlewort, G., Bartlett, M. ve Movellan, J., 2008. "Bilgisayarlı Görü Yöntemleriyle Sürücüde Uykuluğunun Sezimi", *Signal Processing, Communication and Applications Conference*, 2008. SIU 2008. IEEE 16th , pp.1-4, 20-22 April 2008.
- [12] Vitabile, S., De Paola, A. and Sorbello, F., 2011. "A real-time non-intrusive FPGA-based drowsiness detection system", *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 2, no. 4, pp 251-262, Dec. 2011.
- [13] Lee, D., Oh, S., Heo, S. and Hahn, M., " Drowsy Driving Detection Based on the Driver's Head Movement using Infrared Sensors", *Universal Communication, 2008. ISUC '08. Second International Symposium on* , pp.231-236, 15-16 Dec. 2008.
- [14] Danisman, T., Bilasco, I.M., Djeraba, C., and Ihaddadene, N., 2010. "Drowsy driver detection system using eye blink patterns", *Machine and Web Intelligence (ICMWI), 2010 International Conference on* , pp. 230-233, 3-5 Oct. 2010.
- [15] Vural, E., Cetin, M., Ercil, A., Littlewort, G., Bartlett, M. and Movellan, J., 2007. "Drowsy Driver Detection Through Facial Movement Analysis", *IEEE International Workshop, HCI 2007 Rio de Janeiro, Brazil 2007*, pp. 6-18 October 20, 2007.
- [16] Vural, E., Cetin, M., Ercil, A., Littlewort, G., Bartlett, M. and Movellan, J., 2010. "Discrimination of Moderate and Acute Drowsiness Based on Spontaneous Facial Expressions", *Pattern Recognition (ICPR), 2010 20th International Conference on* , pp. 3874-3877, 23-26 Aug. 2010.
- [17] Seng, K.P., Chew, W.J. and Ang L.M., 2012. "Automatic Vision-Based Drowsy Driver Detection System ", www.ecti-thailand.org/assets/papers/365_pub_24.pdf, 10 Mart 2014.
- [18] Garg, R., Gupta, V. and Agrawal, V., 2009. "A Drowsy Driver Detection and security system", *Ultra Modern Telecommunications & Workshops, 2009. ICUMT '09. International Conference on*, pp.1-8, 12-14 Oct. 2009
- [19] Deshmukh, S.V., Radake, D.P. and Hande, K.N., 2011. "Driver fatigue Detection Using Sensor Network", *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*. pp 89-92, Feb. 2011.
- [20] Vats, M., and Garg, A., 2012. "Security System for Drowsy Driver by using Artificial Neural Network and Varying Layer Method", *International Journal of Electronics & Communication Technology (IJECT)* vol. 3, issue 1, pp. 257-261, Jan. - March 2012.
- [21] Race, R., Byrne, V.E., Bierman, D.M., Legrand, J.-M., Gricourt, D., Davis, B.K., Staszewski, J.J. and Carnahan, B., 1998. "A drowsy driver detection system for heavy vehicles," *Digital Avionics Systems Conference, 1998. Proceedings., 17th DASC. The AIAA/IEEE/SAE* , vol. 2, pp. I36/1 - I36/8 vol. 2, 31 Oct-7 Nov. 1998.
- [22] Yang, M. H., Kriegman, D.J., Ahuja, N., 2002. "Detecting faces in images: a survey", *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol.24, no.1, pp.34-58, Jan 2002.
- [23] Hansen, D.W., Qiang Ji, 2010. "In the Eye of the Beholder: A Survey of Models for Eyes and Gaze," *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol.32, no.3, pp.478,500, March 2010.
- [24] P. Viola and M. Jones, 2001. "Rapid object detection using a boosted cascade of simple features", *Computer Vision and Pattern Recognition, 2001. CVPR 2001. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on*, vol.1, pp. I-511- I-518 vol.1, 2001.
- [25] Lienhart, R. and Maydt, J., "An extended set of Haar-like features for rapid object detection," *Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on*, vol.1, pp. I-900- I-903 vol.1, 2002.
- [26] Ojala, T., Pietikainen, M. and Maenpaa, T., 2002. "Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 24, no. 7, pp. 971–987, Jul. 2002.
- [27] Shan, C., Gong, S. and McOwan, P. W., 2009. "Facial expression recognition based on local binary patterns: A comprehensive study," *Image Vis. Comput.*, vol. 27, no. 6, pp. 803–816, May 2009.
- [28] Pan, G., Sun, L., Wu Z. and Lao, S., "Eyeblick-based Anti-spoofing in Face Recognition from a Generic Webcam," *The 11th IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV'07)*, Rio de Janeiro, Brazil, October, 2007.
- [29] Baggio, D.L., Emami, S., Escrivá D.M., Ievgen, K., Mahmood, N., Saragih, J. and Shilkrot. R., 2012. "Mastering OpenCV with Practical Computer Vision Projects", Packt Publishing, Birmingham, pp. 260-310.
- [30] Jafri, R. and Arabnia, H. R., 2009. "A Survey of Face Recognition Techniques", *Journal of Information Processing Systems*, Vol.5, No.2, June 2009.
- [31] Xianwei, L. and Haiyang, Z., 2013. "A Survey of Face Recognition Methods", *Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Science and Electronics Engineering (ICCSEE 2013)*, Published by Atlantis Press, Paris, France.
- [32] Zhao, W., Chellaappa, R. and Rosenfeld, A., 2003. "Face Recognition: A Literature Survey", *ACM Computing Surveys*, Vol. 35, No. 4, December 2003, pp. 399–458.
- [33] Fisher, R. A., 1936. The use of multiple measurements in taxonomic problems. *Annals Eugen.* 7 (1936), 179–188.