

Video Görüntüleri Kullanılarak Sürücü Yorgunluğu Sezme Sistemi Geliştirilmesi

Development of Driver Fatigue Detection System By Using Video Images

Burcu Kır Savaş¹, Yaşar Becerikli¹

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli, Türkiye
{burcu.kir,ybecerikli}@kocaeli.edu.tr

Özetçe—Değişik sebeplerle sürücülerde meydana gelen yorgunluk, uyuşukluk ve dikkatsizlik tüm dünyada trafik kazalarının başlıca sebeplerindendir. Bu çalışmada video tabanlı görüntülerde sürücü yüz bölgelerinin tespiti ve takibi AdaBoost algoritması kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen yüz bölgelerinde Temel Bileşen Analizi (TBA) algoritması kullanılarak göz bölgesi tespit edilmiştir. Göz bölgesinin açıklık/kapalılık durumuna bakılarak sürücülerin yorgun olup olmadıklarını sezen ve yorgunluğa dair tahminde bulunan bir sistem geliştirilmiştir. Gözün kapalılık durumu için PERCLOS'dan yararlanılmıştır. Uygulamayı test etmek için UCLA veritabanı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler—Yüz tespiti; Göz Tespiti; Sürücü yorgunluğu tespiti; Adaboost algoritması; TBA algoritması.

Abstract—Major reasons for traffic accidents all over the world are mostly because of drivers' fatigue and lack of concentration. In this study, the detection and tracking of the drivers' faces in video based images were realized by using AdaBoost algorithm. The eye area was detected by using Principle Component Analysis (PCA). A predictive system was developed analyzing the eye closure of the drivers'. The system used PERCLOS (Percentage of eye closure) and it was tested on UCLA database.

Keywords—Face Detection; Eye Detection; Drivers' Fatigue Detection, AdaBoost Algorithm; PCA Algorithm.

I. GİRİŞ

Yorgunluk ve buna bağlı dikkat eksikliği sürücünün reaksiyon verme zamanını, kararlarını ve hızlı algılamasını etkiler. Kişi yorgunlaştığı zaman bunun farkına varmayabilir ya da önemsemeyebilir. Ancak bu şekilde araç kullanmak hem kişinin hem de yoldaki diğer insanların hayatını tehlikeye sokmaktadır. Son yıllarda yorgun sürücü seziminde görüntü işleme yaklaşımları da kullanılmaya başlanarak, araç temelli ölçümlerle bu yaklaşımlar birleştirilmeye çalışılmaktadır [1].

Sürücü yorgunluğa yönelik yapılan çalışmalarda sürücünün davranışları baz alınan sistemlerde genellikle sürücü yorgunluğu seviyesi tespiti için arabaya yerleştiren kameradan sürücü görüntüsü alınmakta ve sürücü yorgunluk seviyesi belirlenmektedir.

Parmar [2]' in 2002'de geliştirdiği sistem ile sürücünün gözleri tek renkli kamera ile takip edilerek gözün açık ya da kapalı olma durumları tespit edilmektedir. Horng ve arkadaşlarının [3] 2008'de yaptıkları çalışmada sürücünün gözleri dikkate alınmakta ve her saniyede 30 frame'e bakılarak gözlerin kaç çerçevede kapalı olduğu durumu tespit edilmektedir. Bajaj ve arkadaşlarının [4] 2010'da geliştirdikleri sistemde yüz ve ağzın durumu baz alınmakta ve elde edilen veriler ile bulanık mantık algoritması kullanılarak yorgunluk seviyesi çıkarımı yapılmaktadır. Coetzer ve arkadaşlarının [5] 2011'de yaptıkları çalışmada göz tespiti için YSA (Yapay sinir Ağları), DVM (Destek Vektör Makineleri) ve AdaBoost sınıflandırma algoritmaları karşılaştırılmaktadır. AdaBoost algoritmasının diğer algoritmalara göre daha uygun sonuç verdiği tespit edilmektedir. Tayibnapis ve arkadaşlarının [6] 2016'daki çalışmalarında optik görüntülerden yararlanmanın yanı sıra, çoklu fizyolojik sinyaller de (beyin dalgası, nabız, solunum) alabilmek için temassız photoplethysmography (PPG) uygulanmaktadır ve bu bilgileri de DVM ile sınıflandırmaktadırlar. Zhang ve arkadaşlarının [7] 2017'de yaptıkları çalışmada gözlerle bakılarak uykusuzluk tespit edilmeye çalışmakta ve gözlerin durumunu tespit etmek/tanımak için convolution neural network (CNN) yönteminden yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada sistem farklı kişiler için test edilmektedir. Sürücü yüz bölgelerinin tespiti ve takibi AdaBoost algoritması kullanılmıştır. Elde edilen yüz bölgelerinden TBA (Temel Bileşen Analizi) algoritması kullanılarak göz bölgesi tespiti ve gözün açıklık/kapalılık durumları belirlenmiştir.

Makalenin II. kısmında görüntü tespiti ve analizi anlatılmış, yüz ve göz tespitinden bahsedilmiştir. III.

kısımında sürücü yorgunluğu sezme sistemi geliştirilmesinden bahsedilmiştir. Son olarak IV. kısımda sonuçlar ve teşekkür V. kısımda yer almıştır.

II. GÖRÜNTÜ TESPİTİ VE ANALİZİ

A. Yüz Bölgesinin Tespiti ve Yüz Hareketinin Takibi

Bu çalışmada sürücünün direkt olarak yüzüne dönük olan bir kamera kullanılmaktadır. Kameranin direkt olarak sürücünün yüzüne dönük olması yorgunluk anında kişinin başının yapacağı açının bulunmasında bize avantaj sağlamaktadır. Yüz bölgesinin tespiti ve takibi için AdaBoost [8] algoritması kullanılmıştır.

Eğitim aşaması için, daha önceden kamerayla çekilen video görüntüleri kullanılmaktadır. Video ilk önce çerçevelere ayrılmakta ve bu görüntüler eğitim aşamasında kullanılacak olan pozitif görüntüleri oluşturmaktadır. Negatif görüntüler için "http://www.stat.ucla.edu/~sczhu/Courses/UCLA/Stat_231/Face_detection.html" bağlantısında bulunan veri setinden 3020 adet yüz görüntüsü olmayan görüntü kullanılmaktadır. Tüm görüntüler Adaboost Algoritması ile eğitilerek test için gerekli olan .xml dosyaları elde edilmektedir. Elde edilen .xml uzantılı dosyalar Opencv kütüphanelerinde bulunan sınıflandırıcının içine yerleştirilmektedir.

Test aşamasında anlık olarak çekilen video görüntüsü üzerinde bu sınıflandırıcılar kullanılarak yüz bölgesinin tespiti ve takibi yapılmaktadır.

Adaboost Algoritması

Adaboost algoritması adımları;

- Eğitim kümesi oluşturulması

$Z = \{(x_1, y_1), \dots, (x_N, y_N)\}$ şeklinde verilmiş olan bir görüntü veritabanında $N = a + b$ ve a pozitif örneklerin sayısı olarak, b negatif örneklerin sayısı olup pozitif örnekler için $y_i = +1$, negatifler için ise $y_i = -1$ olarak kabul edildi.

- Maksimum zayıf sınıflandırıcı sayısı (M_{\max}) belirlenmesi
- $y_i = +1$, olan örnekler için $w_i^{(0)} = \frac{1}{2a}$, $y_i = -1$ olan örnekler için $w_i^{(0)} = \frac{1}{2b}$ belirlenmesi
- Zayıf sınıflandırıcıyı ekleme döngüsünün belirlenmesi, ($M \leftarrow M + 1$, ağırlıkların normalize edilmesi, h_M (*) a göre seçilir. $w_i^{(M+1)} \leftarrow w_i^{(M)} (\beta_M)^{1-e_i}$ şeklinde güncellenmesi

- $$h(x) = \begin{cases} 1, & \sum_t [w_t h_t(x)] \geq \frac{1}{2} \sum_t w_t \\ 0, & \text{diğer durumlar} \end{cases}$$

- (*): Her öznitelik j için bir h_j sınıflandırıcısının eğitilmesi ve eğitilen sınıflandırıcının hata oranının $\epsilon_j = \sum_i w_i |h_j(x_i) - y_i|$ olarak hesaplanması.

- En küçük hata oranı ϵ_j 'ye sahip sınıflandırıcı h_M olarak seçilmesi

B. Göz Bölgesinin Tespiti ve Göz Hareketinin Takibi

Yüz bölgesinin tespitinden sonra yüz görüntüsü üzerinde yer alan her iki gözün tespiti için ilk önce TBA algoritması kullanılmaktadır. Daha sonra göz bölgesi ana görüntüden çıkartılmaktadır. En son olarak ta gözün açıklık kapallılık durumlarının belirlenmesi için PERCLOS ölçümünden yararlanılmaktadır [9]. PERCLOS, belli bir sürede gözün %80 kapalı olduğu zaman oranını ifade etmek için kullanılan bir parametredir. Sonuç olarak gözler 5 ardışık çerçevede kapalı bulunursa sistem sürücüyü uykuya dalmakta olduğunu varsaymakta ve uyarı vermektedir.

Temel Bileşen Analizi (TBA) Algoritması

TBA algoritması adımları

- Yüz görüntülerinin ortalamasının bulunması
- Ortalama görüntü vektörü oluşturulması
- Kovaryans matrisinin elde edilmesi
- Özdeğer matrislerinin elde edilmesi
- En büyük r tane özdeğere karşılık gelen özvektörlerin elde edilmesi
- Eğitim kümesindeki öznitelik vektörlerinin daha düşük boyutlu bir alt uzaya indirgenmesi
- Test aşaması için test vektörünün oluşturulması

III. SÜRÜCÜ YORGUNLUĞU SEZME SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ

Geliştirilen sistemde sürücü yüzünden alınan görüntünün değerlendirilmesi sonucunda, sürücünün PERCLOS'u değerlendirilerek sürücünün yorgunluk seviyesi hakkında bir tahmin yapılmaktadır. Tasarlanan modelinin blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan Modelinin Blok Diyagramı

Eğitim aşaması için sisteme yüz görüntülerden oluşan pozitif görüntüler ve yüz olmayan görüntülerden oluşan negatif görüntüler gerekmektedir. Kamera ile çekilen video görüntüsü, çerçevelerine ayrılarak pozitif görüntüler oluşturulmaktadır. Şekil 2’de negatif görüntüler gösterilmektedir. http://www.stat.ucla.edu/~sczhu/Courses/UCLA/Stat_231/Face_detection.html bağlantısında bulunan veri setinden rastgele alınan 3020 adet görüntü de negatif görüntüleri oluşturmaktadır. Şekil 3’de pozitif görüntüler gösterilmektedir.

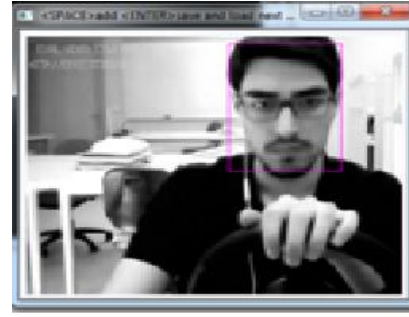


Şekil 2. Negatif Görüntüler



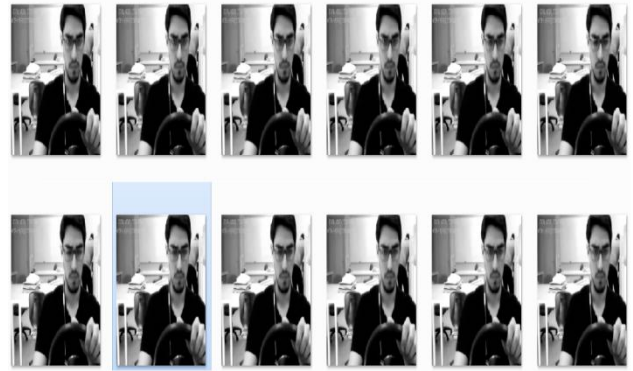
Şekil 3. Pozitif Görüntüler

Yüz bölgesinin tespiti için Adaboost algoritmasının çalışması Şekil 4’te gösterilmektedir.



Şekil 4. Yüz Bölgesinin Tespiti

TBA algoritmasından yararlanılarak göz bölgesinin tespiti Şekil 5’te gösterilmektedir. Şekil 6’ te açık ve kapalı göz örnekleri verilmektedir.



Şekil 5. Göz bölgesinin tespiti



Şekil 6. Açık ve kapalı göz örnekleri

IV. SONUÇLAR

Yapılan çalışma sonucunda, geçici fiziksel özelliklerden yorgunluk ve uykusuzluğun sürücü davranışları üzerine etkisinin araştırılması ve araştırma sonucunda yorgun sürücüleri uyaran bir sistem tasarlanmıştır.

Kamera ile kişi bilgisayar harici olarak bağlanan direksiyon sistemi ile sürüş yaparken videoya alınmış ve alınan bu video üzerinde görüntü işleme teknikleri uygulanmıştır. Sürücünün yüz bölgesinin tespiti için Adaboost Algoritması ve göz bölgesi tespiti için TBA algoritması kullanılmıştır. Sistem başarılı olarak çalışmaktadır.

YAZAR KATKILARI

Burcu Kır Savaş çalışmadan sorumlu yazarı olup algoritmaların tespiti ve sitem üzerinde uygulanmasını sağlamıştır. *Yaşar Becerikli* çalışmanın literatür taramasına katkı sağlamış ve elde edilen sonuçların yorumlanmasını sağlamıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Görüntü İşleme ve Bilgisayarlı Görü Laboratuvarında gerçekleştirilmiş olup çalışmanın ilerlemesine yardımcı olan öğrencilerimiz Burak Can Çelik ve Sinan Yılmaz'a teşekkürü borç biliriz.

KAYNAKÇA

- [1] H. Lien , M.A. Mottaleb, A.K. Jain, "Face Detection in Color Images,"*IEEE Trans. Pattern Analysis and Mechine Intelligence*, 24(5), 2002.
- [2] N. Parmar, "Drowsy Driver Detection System,"*Department of Electrical and Computer Engineering, Ryerson University*, 2002.
- [3] W.B. Horng, C.Y. Chen, "A Real-Time Driver Fatigue Detection System Based on Eye Tracking and Dynamic Template Matching,"*Tamkang Journal of Science and Engineering*, 11(1), 65, 2008.
- [4] P.R. Bajaj, M. S. Devi, "Fuzzy Based Driver Fatigue Detection,"*IEEE*, 2010.
- [5] R.C Coetzer, G.P. Hancke, "Eye Detection For A Real-Time Vehicle Driver Fatigue Monitoring System,"*IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Germany, 2011.
- [6] I.R. Tayibnapis, D.Y. Koo, M.K. Choi, S. Kwon, "A Novel Driver Fatigue Monitoring Using Optical Imaging of Face on Safe Driving System,"*The 2016 International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC)*,*IEEE*,8(16),115-120,2016.
- [7] F. Zhang, J. Su, L. Geng, z. Xiao "Driver Fatigue Detection based on Eye State Recognition,"*2017 International Conference on Machine Vision and Information Technology, IEEE*, 6(17),105-110, 2017.
- [8] P. Viola, M.J. Jones, "Robust real-time object detection,"*ICCV Workshop on Statistical and Computation Theories of Vision*, 2001.
- [9] S. Vitabile, A. De Paola, F. Sorbello, "A realtime non-intrusive FPGA-based drowsiness detection system,"*Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 2(4), 251-262, 2011.