

Sürücülerde Stres Düzeyi Takibi İçin Veri Toplamaya Yönelik Bir Benzetim Ortamının Gerçeklenmesi

Implementation of a Simulated Environment for Data Acquisition to Monitor Drivers' Stress Levels

Reis Burak ARSLAN
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Galatasaray Üniversitesi
İstanbul, TÜRKİYE
Email: buarslan@gsu.edu.tr

Özge GÜNAYDIN
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
¹Galatasaray Üniversitesi, ²Kültür Üniversitesi
İstanbul, TÜRKİYE
Email: gunaydnozge@gmail.com

Özetçe —Ulaşım güvenliğindeki araştırmalarda hedef kaza olduğunda ya da olduktan sonra oluşan hasarı azaltmak üzerine yoğunlaşmıştır. Pasif güvenlik sistemleri kazalardaki etkiyi azaltmaya çalışırken, aktif güvenlik sistemleri çarpışma riskini minimize etmeye uğraşır. Kazaların çoğu sürücülerin mental iş yükleri ile bağlantılıdır. Düşük iş yükü durumunda yorgunluk, yüksek iş yükü durumunda ise oluşan stres kazalara yol açan sürücü hatalarına sebebiyet verir. Bu gibi durumlarda, sürücüler normal sürüş görevlerini yerine getirebilmelerine rağmen, beklenmedik sürüş koşullarına yanıt vermekte yetersiz kalırlar. Sürücülerin fiziksel ve bilişsel durumlarının gözlemlenerek, kritik durumlarda kazayı engelleyecek uyarı ve alarmların kullanımını öneren çalışmalar mevcuttur. Buna karşın, bu ölçümlerden nesnel parametrelerin elde edilmesi halen üzerinde çalışılan bir konudur. Ayrıca, söz konusu sistemlerin engelleyici olmaksızın kolay kullanılabilir olması gerekmektedir. Bu çalışmada, UNITY oyun motoru kullanılarak, sürücü durumunun çok kipli olarak takip edilebileceği bir sürüş benzetim ortamı geliştirilmesi hedeflenmiştir. Deri direnci ve nabız değişiklikleri gibi farklı fizyolojik parametrelerin, ayarlanabilir zorluktaki sürüş koşullarında kaydedilebildiği gösterilmiştir. Böylece, sürücünün stres düzeyi ile sürüş becerileri arasındaki ilişkiyi farklı açılardan ve gerçek trafiğe çıkmadan inceleyebilecek esnek bir araç elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler—Elektrodermal aktivite, sürüş güvenliği, oyun motoru

Abstract—Most of the research on transportation safety aims to reduce the damage of accidents at the moment they occur or after they happen. Passive safety systems help to reduce the effects of the accidents, while active safety systems serve to minimize the risk of collision. The majority of accidents are related to the mental workload of the driver. In low levels of workload, fatigue and, in high levels of it, stress lead to driver errors which are the number one reason for accidents. In such cases the driver who can still perform routine driving tasks without problems is unable to cope with unattended or extraordinary driving conditions. In literature, there are several studies that propose monitoring of drivers physical and cognitive status and helping them by alerts or stimuli to avoid accidents in critical conditions. Nevertheless, the selection of objective parameters from these measurements is an ongoing problem. Another consideration should be the unobtrusiveness and ease of use for such systems. This study targets a simulated driving environment based on UNITY game

engine, where a driver's status can be monitored multimodally. It is shown that a variety of physiological parameters such as changes in skin resistance and heart rate can be recorded under adjustable difficulty driving conditions. This provides a flexible toolkit which enables the analysis of the relation between the driver's stress level and his/her driving ability from different perspectives and without being physically on the road traffic.

Keywords—Electrodermal activity, drive safety, game engine

I. GİRİŞ

Ulaşımında güvenlikle ilgili araştırmaların çoğu, meydana gelen kazaların yol açtığı hasarı oldukları anda ya da bu andan sonra azaltmak amacı güden yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Emniyet kemerleri, hava yastıkları ve kazaya dayanıklı gövde yapıları gibi pasif güvenlik sistemleri, oluşan kazanın etkilerini azaltmaya yardımcı olur. Buna karşılık, aktif güvenlik sistemleri, aracın, sürücünün ve çevredeki trafik ortamının durumunu izleyip gerekli uyarı ya da müdahaleleri yaparak sürücünün kazadan kaçınabilmelerine yardımcı olurlar. Aktif güvenlik teknolojilerine örnek olarak, çekiş kontrol sistemleri, elektronik stabilite kontrol sistemleri, önden çarpışma uyarı ve şerit ihlali uyarı sistemleri, panik fren yardımı, şeritte kalma yardımcıları ve otomatik fren sistemleri gösterilebilir. Sürücünün nereye baktığı, uykulu ya da gergin olup olmadığı gibi sürücüye ilişkin durumları takip eden sistemler de aktif güvenlik sistemleri arasında sayılmaktadır.

Birçok trafik kazası, sürücünün zihinsel iş yükü dengesi ile ilişkilidir: bu yükün çok düşük olduğu durumlarda yorgunluk ya da uyuşukluk; çok yüksek olduğu durumlarda ise stres, toplam kazaların %70 ila 90'ının nedeni olan sürücü hatalarına yol açmaktadır [1]–[3]. Bu gibi durumlarda sürücüler halen bazı rutin sürüş görevlerini sorunsuz gerçekleştirebilirken, olağandışı veya beklenmedik sürüş durumlarıyla başa çıkma yetenekleri bozulmaktadır.

"Sürücü Uyanıklık İzleme", "Uyuşukluk Tespit Sistemleri", "Yorgunluk İzleme Sistemleri" gibi kavramlar, sürücü ve/veya taşıt davranışını izlemeye yarayan araç içi sistemlere verilen ilgili adlardır. Bu sistemler sürücünün performansını

izler ve sürücü hataya yatkın gibi görünüyor ise uyarı veya uyarım sağlarlar. Sürücü ve araç izleme sistemleri gerek sürücü gerekse aracın durumunu izleyebilir. Bu amaçla, sürücünün kontrolündeki araç hızı, ivmelenme, direksiyon hareketleri, şerit pozisyonları gibi bilgiler elde edilebilir. Benzer şekilde, göz hareketleri, mimikler, direksiyon tutuş gibi sürücü davranışları ve sürücüye ilişkin çeşitli fizyolojik işaretler de izlenebilir.

Literatürde, sürücünün yorgunluğundan kaynaklanan çarpışmaları azaltmak amacıyla önlem olarak çeşitli yorgunluk tespit sistemleri önerilmiştir [4]–[7]. Bu sistemler, sürücünün bir araç kullanırken ne derece "uyanık" olduğunu saptamak için çeşitli teknikler kullanır ve kritik uyuşukluk seviyeleri gözlemlendiğinde sürücüyü uyarırlar. Ancak, geçerli nesnel ölçütler kullanarak sürücü yorgunluk durumunun tespiti önemli bir sorun olmaya devam etmektedir. Burada geliştirilecek yöntemin engelleyici, rahatsız edici olmaması da ayrı bir kısıt getirmektedir.

Zihinsel iş yükü ve kaza oluşturabilecek sürüş koşullarına ilişkin sürüş varyasyonları oluşturmak gerçek dünyada zordur. Sürüş simülatörlerinde, fizyolojik ölçümler vasıtasıyla sürücünün zihinsel iş yükü ölçümü nispeten rahat gerçekleşmesine rağmen yürütülen işlemler zaman alıcı olmaktadır. Modern sürüş simülatörü ortamlarında, çevre koşulları ve uyarılar kontrol edilebilir ve kalp hızı, beyin aktivitesi gibi fizyolojik ölçümlerle zihinsel iş yükü parametreleri ve bunların sürüş güvenliğine katkıları nesnel olarak ölçülebilir [8], [9].

Bu çalışmada sürücü davranışlarının bir çok kipte izlenebileceği esnek bir benzetim düzeneği gerçekleştirilmiştir. Böylece sürücüye ait fizyolojik ve sürüş parametrelerinin, zorluğu programlanabilir sürüş koşullarında kaydedilebilmesi mümkün kılınmıştır. Gerçeklenen platformda, kullanım senaryosu olarak zorlaşan sürüş koşullarının deri direnci, ve kalp ritm değişiklikleri üzerindeki etkisi deneklerden toplanan veri üzerinden gösterilmiştir.

II. DONANIM VE VERİ TOPLAMA

A. Benzetim Platformu

Sürüş simülasyonu için Unity oyun motoru kullanılmıştır. Böylelikle gerek araç fiziki gerekse çevre modellemesi gerçekçi olarak benzetilebilmiştir. Logitech G920 direksiyon seti pedallar ve vites kiti ile daha gerçekçi bir kullanıcı deneyimi elde edilmesini sağlamıştır. Farklı donanımları destekleyen yapısı da platform olarak seçilmesinde rol oynamıştır. Otomatik yöntemle modelleme özelliği statik bir rota yerine sahne bileşenleri ve olayların rassal olarak tasarlanabilmesini de mümkün kılar.

Kullanım senaryosu olarak test sürüşünün gerçekleştirileceği sanal bölgeye ilişkin bir gerçekleştirme planı Şekil 1'de verilmiştir. Farklı hava ve aydınlatma koşullarında araçtaki sürücünün görüş alanındaki görünüm de Şekil 2 ve 3'de verilmiştir. Yağışlı havada aracın sürüş karakteristikleri değiştiği için kullanıcıyı zorlayıcı dolayısıyla stresi artırıcı etmen olarak kullanılmıştır. 4 dakikalık bir deneme sürüşünün başlangıcında rahat bir sürüş ortamı yaratılmış; ardından hava ve aydınlatma koşulları, sürüş ve araç kontrolünü daha zorlayıcı olarak değiştirilmiştir.



Şekil 1: Örnek şehir yol planı.



Şekil 2: Güneşli havada araç kokpitinden görünüm.



Şekil 3: Yağmurlu havada araç kokpitinden görünüm.

B. Veri Toplama

Elektrodermal aktivite (EDA) olarak adlandırılan fizyolojik olay, sempatik sinir sisteminin bir yan ürünüdür. Ter bezlerinin çalışmasına dayalı olarak bu bezlerin bulunduğu bölgelerde deri direnci değişiklikleri olarak gözlenir. Otonom sinir sisteminin sempatik sistem tarafı uyarıldığında, ter bezleri çalışmaya başlayarak Elektrodermal yanıt da artmaya başlar. Kişi gevşediğinde ise EDA yanıtı düşer. Böylelikle işaret strese ilişkin bir gösterge olarak kullanılabilir.

Sürücünün sürüş anındaki stres ve uyanıklık düzeyini saptayabilmek için BIOPAC MP35 (Biopac System Inc, USA) veri toplama sisteminin bir kanalı parmaklara bağlanan EDA

elektrodu kullanılarak 100 Hz örnekleme sıklığı ile veri toplanmıştır. Bir diğer kanaldan da nabız bilgisi kaydedilmiştir. Benzetim ortamı ve veri toplama, Intel Core i7700HQ işlemci, 16 GB bellek, GeForceGTX 1050 ekran kartı ve 1TB sabit diske sahip Windows 10 işletim sistemli bir dizüstü bilgisayar üzerinde, ekran görüntüsü 22 inç ekrana yansıtılarak gerçekleştirilmiştir. Veri toplama yazılımı için C dili ve BIOPAC Hardware API kullanılmıştır (Şekil 4).

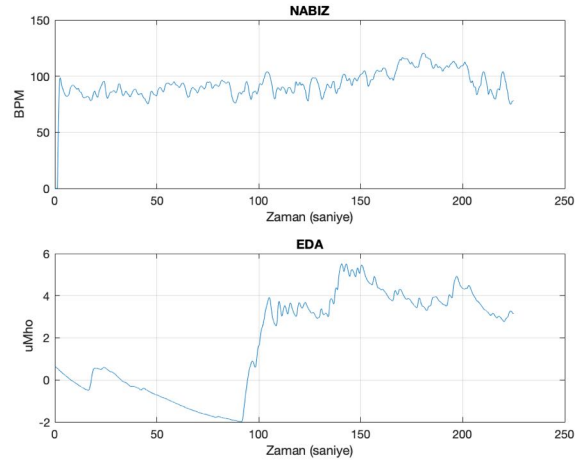
Geliştirilen benzetim ortamını test etmek amacıyla, yaklaşık 4 dakikalık sürüş için deneklerden veri toplanmıştır. Denekler ehliyet sahibi gönüllü üniversite öğrencilerinden seçilmiştir. Daha önce sürüş simülörü deneyimleri olmamakla birlikte sürüş içeren oyunları önceden tecrübe ettiklerini belirtmişlerdir.



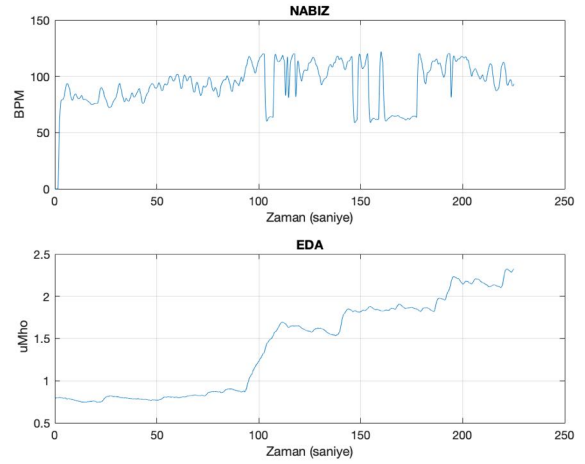
Şekil 4: Veri toplama düzeneği

III. SONUÇLAR

Kaydedilen fizyolojik işaretlere ilişkin iki tipik örnek Şekil 5 ve 6'da gösterilmiştir. Her iki şekilde, sürüş başlangıcında elektrodermal aktivite düzeyinde düşüş görülmekte buna karşılık nabız seviyesi ilk örnekte sabit bir eşik civarında dalgalanırken ikincisinde yükselme eğilimi göstermektedir. Bunu oyuna alışan ve aracı rahat süren denekler olarak değerlendirebiliriz. Yaklaşık 1.5 dakikadan sonra, artan sürüş zorluğunun stresin artmasına ve dolayısıyla fizyolojik parametrelerde değişikliğe yol açtığı seçilebilmektedir. İlk örnekte EDA seviyesindeki yükselmenin nabız artışından daha belirgin olduğu görülmektedir. Buna karşılık ikinci örnekte EDA gene benzer şekilde yükselirken, nabız işaretindeki artış sürekliliğin kaybolduğu evrelere sahip gözükmemektedir. Bunun kaynağı olarak, deneye bağlı algılayıcının strese bağlı kasılma, oynama gibi bozucu etkiler gösterilebilir. Yani nabız bilgisindeki 60 BPM civarına düşen değerler algılayıcı temasındaki anlık sorunlardan kaynaklı hatalı okumalara karşı gelmektedir.



Şekil 5: Zorlaşan sürüş koşullarında kaydedilen nabız ve deri direnci değerleri. A deneginden toplanan her 2 işaret stres düzeyini görsel olarak tahmin edebilmeyi sağlamaktadır.



Şekil 6: Zorlaşan sürüş koşullarında kaydedilen nabız ve deri direnci değerleri. B deneginden toplanan deri direnci değerleri A denegine benzemekle birlikte, nabız işaretinde kısmi bozulmalar görülmektedir.

IV. TARTIŞMA

Bu çalışmada sürücünün sürüş esnasındaki durumunu gözlemleyerek olası risk koşullarını tespit etmeyi sağlayacak bir sürüş benzetim ortamı gerçekleştirilmiştir. UNITY oyun motoru kullanılarak farklı donanımlara destek verebilecek ve farklı sürüş koşullarının ayarlanabileceği bu esnek platformun test edilebilmesi amacıyla, sürücü konumundaki denekten elektrodermal aktivite ve nabız bilgileri kaydedilerek değerlendirilmiştir. Elektrodermal aktivitenin stres durumunu belirlemede öncül parametre olduğu görsel olarak algılanabilmesine karşılık nabız bilgisinin stresle korelasyonunu incelemek için daha fazla veri toplanması ve ayrıntılı istatistik analiz yapılması gerektiği anlaşılmıştır.

Bu öncül çalışmanın ardından öngörülen adımları şöyle sıralayabiliriz. Kullanıcının kablolarla bağlanmayacağı bir veri

toplama ortamı sürüş koşulları ile stres arasındaki bağlantıyı daha sağlıklı ortaya koyabilecektir. Bu amaçla kablosuz mobil veri toplama setlerinin kullanımı faydalı olacaktır. Sürüş benzetimi bu çalışmada LCD ekranlar üzerine yansıtılarak gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla sürüş gerçekliğinden daha çok oyun deneyimine yakındır. Sanal gerçeklik kaskları ve sürüş tepkimelerinin yansıtılabildiği koltuklar gibi aksesuarlar kullanılarak gerçeklik algısı pekiştirilebilir ve sürüş koşullarının etkisi sürücüye daha iyi yansıtılabilir. Bu da verinin daha yansız olmasını sağlayacaktır. Sistem sürücüye ait 4 farklı fizyolojik parametrenin toplanmasına izin vermektedir. Daha fazla giriş kanalına sahip bir veri toplama kiti stres tespitini daha zenginleştirecek ek parametrelerin (beyin aktivitesi, göz hareketleri, göz kırpması sıklığı, kas gerginliği, direksiyon tutuş kuvveti vb) elde edilebilmesini sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

UNITY üzerinde benzetimin kodlanmasında katkılarından dolayı Niyazi Fırat Gündoğdu'ya teşekkür ederiz.

Bu çalışma Galatasaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 16.401.003 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Tri-level study of the causes of traffic accidents: Executive summary., J. R. Treat, Tumbas, N. S. McDonald, D. Shinar, R.D. Hume, R.E.Mayer, et al. Washington, DC: NHTSA, U.S. Department of Transportation. 1979
- [2] A motor vehicle accident causal system: The human element., J.C. Fell, Human Factors, 18, (1976), 85-94
- [3] Fatigue, sleepiness and reduced alertness as risk factors in driving, F. Sagberg, P. Jackson, H.P. Kruger, A. Muzet, A. Williams, Tech. Rep. TOI report 739/2004, The Institute of Transport Ergonomics, 2004
- [4] A comparative evaluation of neural network classifiers for stress level analysis of automotive drivers using physiological signals, Rajiv Ranjan Singha, Sailesh Conjetia, Rahul Banerjee, Biomedical Signal Processing and Control, Vol.8 (2013), 740-754
- [5] Detection of Driver Fatigue Caused by Sleep Deprivation, Ji Hyun Yang, Zhi-Hong Mao et al. , IEEE Trans. On Systems, Man, and Cybernetics—Systems and Humans, Vol. 39(4), (2009), 694-705
- [6] Detecting stress during real-world driving tasks using physiological sensors, J.A. Healey, R.W. Picard, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.6(2), (2005), 156-166
- [7] Detecting driving stress in physiological signals based on multimodal feature analysis and kernel classifiers, Lan-lan Chen, Yu Zhao, Peng-fei Ye, Jian Zhang, Jun-zhong Zou, Expert Systems With Applications, 85 (2017) 279-291
- [8] Monitoring driver's mental workload in driving simulators using physiological measures, Karel Brookhuis, Dick de Waard, Accident analysis and prevention, Vol.42, (2010), 898-903
- [9] Study of a simulator database and an experiment for the evaluation of highway driving safety , Baeyoung Kim, Choong Min Jeong and Myungwon Suh , Journal of Mechanical Science and Technology Vol.25 (2), (2011), 537-542