

Cerrahi Eğitim Alan Kişilerin Beceri Seviyelerinin Göz Hareketlerinin Üç Boyutlu Simülasyon Ortamında İncelenmesi ile Tahmin Edilmesi

Gonca Gökçe Menekşe Dalveren

Atılım Üniversitesi, Yazılım Müh. Böl.,

İncek, Ankara

gonca.menekse@atilim.edu.tr

Nergiz Ercil Çağiltay

Atılım Üniversitesi, Yazılım Müh. Böl.,

İncek, Ankara

nergiz.cagiltay@atilim.edu.tr

ÖZET

Göz izleme teknolojisi cerrahi simülasyon ortamlarındaki kursiyerlerin davranışlarını daha iyi anlamak için kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan araştırmalar, acemi cerrahların, sınırlı görme alanı, el-göz koordinasyon sorunları, sınırlı çalışma alanı ve dokunsal duyu eksikliğinden dolayı genellikle bir ameliyat aleti konumunun doğru algılanışından yoksun olduğunu göstermektedir. Bu konular endoskopik cerrahiye tıp öğrencilerini ustalaştırmak için zor bir beceri haline getirmektedir. Dolayısıyla bu çalışmada, göz hareketi verilerinin cerrahi öğrencilerin beceri düzeyleri hakkında fikir verebileceği varsayılmaktadır. Buna göre, cerrahi eğitim almakta olan, acemi ve orta seviyesindeki öğrencilerin, bilgisayar destekli bir simülasyon ortamında aynı cerrahi görevleri yerine getirirken göz hareketleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, 23 acemi ve orta seviyedeki cerrahi öğrencilerin, % 82.6'sının doğru bir şekilde acemi ya da başlangıç seviyesi olarak sınıflandırılmıştır. Bu sonuçlar aday cerrahların gerekli becerilerini daha iyi bir şekilde elde edebilmeleri için yönlendirilebilmeleri ve aynı zamanda gelişen yetenek seviyelerinin düzenli olarak incelenmesi sonucunda, daha etkili öğretim sistemlerinin tasarlanması konusunda umut vericidir. Dolayısıyla göz hareketleri verisi, cerrahi eğitim süreçlerinde kullanılma potansiyeli olan iyi bir ölçme olarak değerlendirilebilir.

Anahtar Kelimeler

Göz hareketi takibi; beceri seviyesi; bilgisayar-tabanlı simülasyon; göz verisi sınıflandırması; sınıflandırma algoritmaları.

ABSTRACT

Eye tracking technology has been used to better understand the trainees' behaviors in surgical simulation environments. It is known that novice surgeons often lack a correct perception of an instrument's position due to a restricted vision field, hand-eye coordination problems, limited work space and the lack of tactile sensation. Those issues make endoscopic surgery a difficult skill for medical residents to master. Hence in this study it is hypothesized that eye

movement data may provide insights about the skill levels of surgical residents. Accordingly, in this study the intermediate surgical residents' eye gazes are compared with the novices while they were performing the same tasks surgical tasks in a computer-based simulation environment. Based on the results, among the 23 novice and intermediate level of surgical residents, 82.6% of the cases are classified as novice or intermediate. This results is very promising to better guide and improve the necessary skills of candidate surgeons as well as to better design the instructional systems by considering their skill improvements regularly. Hence it could be a good measure for assessing the skill improvements of the surgeons.

Keywords

Eye tracking; skill level; computer-based simulation; eye data classification; classification algorithms.

GİRİŞ

Cerrahi beceri düzeylerinin değerlendirilmesi eğitim ve bu alandaki öğretim programları için zor bir süreçtir. Geleneksel cerrahi beceri değerlendirme süreçleri öznel bir yaklaşım içermektedir ve dolayısıyla değerlendirmeyi yapan kişiden kişiye değişiklik gösterebilmektedir [1]. Bu alanda kullanılan standart bir yöntemin bulunmaması nedeniyle, cerrahların beceri düzeyleri nesnel olarak belirlenmemektedir [2]. Dolayısıyla teknik cerrahi becerilerin nesnel bir yaklaşım ile değerlendirildiği yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır [2]. Teknik Beceri Amaçlı Yapısal Değerlendirme (OSATS), cerrahi becerileri değerlendirmek için bir kontrol listesi içeren bir küresel ölçekte derecelendirme yöntemidir; ancak bu sistemlerin doğruluklarında çeşitli dezavantajları bulunmakta değerlendirmeyi yapan kişilerin öznel kararlarına bağlı olarak sonuçlar farklılık gösterebilmektedir [3]. Cerrahi simülasyonlar acemi cerrahların psiko-motor becerilerini uzman cerrahların denetimine gerek kalmadan risksiz bir ortamda geliştirebilmelerine olanak tanımaktadır [4]. Göz takibi yaklaşımı, cerrahi beceri düzeylerini nesnel olarak değerlendirmek için önceki çalışmalarda kullanılmış ve bu çalışmaların sonucuna göre deneyimli ve acemi

cerrahların göz hareketi davranışları arasında önemli farkların olduğu tespit edilmiştir [4]. Önceki araştırmaların sonuçları, tecrübeli cerrahların daha kısa sürede bilgiyi elde edebilme yeteneklerinin gelişmiş olması nedeniyle, odaklanma süresinin (fixation duration) acemi cerrahlara oranla daha kısa olduğunu göstermektedir [5]. Bir başka çalışmada, uzman pilot ve acemi pilotların uçağın iniş operasyonu sürecinde göz hareketleri arasında farklar olduğunu, uzman pilotların gerekli bilgileri acemilerden daha hızlı bir şekilde bir araya getirmeleri nedeniyle, acemilerden daha kısa odaklanma sürelerine sahip olduklarını göstermektedir [6]. Dolayısıyla, alanyazındaki çalışmalar cerrahların beceri seviyelerindeki farklılıkların göz hareketi verileri yardımıyla anlaşılabilirliği konusunda umut vermektedir. Bu çalışmada, cerrahların deneyim düzeyleri göz hareketlerini değerlendirerek tahmin edilmesi hedeflenmektedir. Bir cerrahi simülasyon senaryosu içinde tanımlanan görevleri yerine getirirken cerrahi eğitim almakta olan öğrencilerin göz hareketleri verisi göz izleme cihazı aracılığı ile toplanmıştır. Çalışma ile göz izleme cihazından elde edilen ham veriler, bir açık kaynaklı göz hareketi sınıflandırma algoritması kullanılarak sınıflandırılarak katılımcıların odaklanma süresi verisi hesaplanmakta ve bu veri kullanılarak deneyim seviyeleri için bir öngöründe bulunulması amaçlanmaktadır.

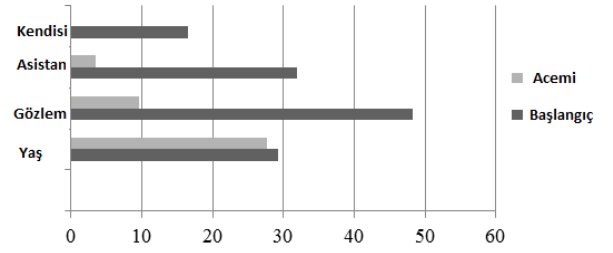
METOD

Bu çalışmada, endoskopik beyin cerrahisine yönelik, beceriye dayalı eğitim ortamlarına katkı sağlamak amacıyla bilgisayara dayalı bir simülasyon senaryosu geliştirilmiştir. Cerrahi eğitim almakta olan öğrencilerin bu senaryoda tanımlanan görevleri yerine getirirken göz hareketleri kaydedilerek analiz edilmiştir. Aşağıda çalışmaya katkı veren katılımcılar ve çalışmada uygulanan prosedür ile ilgili detaylı bilgi verilmektedir.

Katılımcılar

Bu çalışmaya Ankara'da Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroşirurji ve Kulak Burun Boğaz (KBB) cerrahi bölümlerinden 23 gönüllü katılmıştır. Katılımcılar, minimal invaziv cerrahide uzmanlık seviyeleri acemi (bilgi edinmeye başlamış olanlar) ve başlangıç seviyesi (henüz endoskopik ameliyat operasyonlarına başlamış olanlar) [7] olmak üzere iki grupta toplanan 23 kişiden oluşmaktadır.

Bu 23 katılımcının 14'ü (2 kadın) daha önce hiç bir endoskopik cerrahi ameliyatını kendi başına yapmamış olan acemilerden oluşmaktadır. Katılımcılardan 9'u ise, en az bir endoskopik cerrahiye kendi başına gerçekleştirmiş olan ve ortalama 16.56 (SD = 16.60) ameliyatı cerrah pozisyonunda gerçekleştirmiş olan başlangıç seviyesindeki cerrahlardır (bkz. Şekil 1).

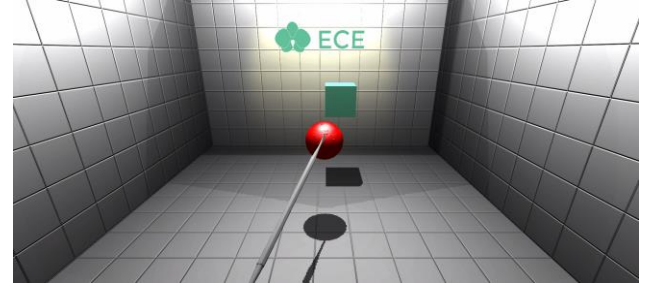


Şekil 1. Katılımcı Bilgileri

Araştırma Prosedürü

Veriler, 1920 × 1080 piksel ekran çözünürlüğü ile 60 Hz'de çalışan bir Eye Tribe Eye Tracker isimli bir göz izleme cihazı kullanılarak kaydedilmiştir. Verilen görevleri yerine getirmek için, Geomagic Touch isimli orta sınıf profesyonellikteki bir dokunsal cihaz (haptic device) kullanılmıştır.

Göz verilerinin toplanması için bir simülasyon senaryosu tasarlanmış, katılımcıların cerrahi aleti kullanarak bu simülasyon ortamındaki bir odada rastgele yerlerde ortaya çıkan topu yakalayarak yine rastgele yerlerde görünen küpün üzerine koymaları gerekmektedir (bkz. Şekil 2).



Şekil 2. Bilgisayar tabanlı Simülasyon Senaryosu

Bu işlem, 10 kez tekrarlanmaktadır. Bu senaryoda başarılı olabilmek için, katılımcıların bir cerrahi alet kullanma yeteneği, derinlik algıları, nesnelere hızlı takibi ve gözlemedikleri alanın genişliği gibi becerileri etkili olmaktadır. Cerrahlar iki elini cerrahi bir operasyonda kullanmalıdırlar. Her iki el koordinasyon becerilerini geliştirmek önemlidir. Buna göre, bu çalışmada cerrahi senaryo, her katılımcı tarafından baskın elle ve baskın olmayan el ile ve son olarak da her iki elle gerçekleştirildi.

Deneyin başlangıcında katılımcılar 70 cm.'lik bir mesafede monitörün önüne oturarak görevleri yerine getirmişlerdir. Deneyden önce, prosedürü açıklayan bir talimat, çalışmayı gerçekleştiren uzman tarafından bireysel olarak verilmiştir. Monitörün altına kurulan göz izleme cihazının kalibrasyonu için dokuz kalibrasyon noktası verilmiştir. Kaydedilen veriler, bir açık kaynaklı göz hareketi sınıflandırma algoritması olan I-VVT algoritması kullanılarak sınıflandırılmıştır. I-VVT,

odaklanma (fixation), sıçrama (Saccade) ve pürüzsüz takip olaylarını sınıflamak için tasarlanmıştır [8]. I-VVT, minimum amplitüd ve süreye göre gürültülü sakkad benzeri olayları süzen bir filtre işlevi içerir [9].

Göz izleme, beynin altında yatan sinir ağlarıyla yakından bağlantılı olan oküler etkinlik yoluyla bilgi işleme kaynaklarının tahsisi için değerli bir fizyolojik veri kaynağı sağlar [10]. Deney seviyeleri ile el durumu etkisi arasındaki farkları anlamak için sabitleme süresi olayı kullanılır. Fiksasyon, küçük bir dağılım ve hız ile yavaş bir dönem göz hareketi olup, bu olay, sabitleme sayısı ve fiksasyon süresi olarak I-VVT algoritması ile sınıflandırılır. Bu çalışmada, fiksasyon süresi göz hareketi olayı, cerrahların deneyim seviyesi tahmini için kullanılmıştır. Bu göz hareketi olayı cerrahların deneyim düzeylerini ayırt etmek için kullanılabilir.

Tüm verilerin analizi, Windows yazılım paketi için SPSS (sürüm 23; IBM Corporation, New York, ABD) için% 95 güven düzeyinde gerçekleştirildi. Bu çalışmada cerrahların deneyim düzeylerinin tahmininde lojistik regresyon analizi yapılmıştır.

SONUÇLAR

Bu çalışmada cerrahların göz hareketleri cerrahi işlem simülasyonu kullanılarak göz takip cihazı ile kaydedildi. Kaydedilen veriler açık kaynak göz hareketi sınıflandırma algoritması olan I-VVT ile sınıflandırılmıştır. I-VVT algoritması, göz hareketlerini, fiksasyon numarası, tespit süresi, sakkad sayısı, sakkad süresi, takip numarası ve takip süresi gibi belirli olaylara ayıran bir algoritma. Deneyim düzeyinin en belirleyici olan olay sabitleme süresi, bu olaylardan analiz edildi. Önceki araştırmalar deneyimli cerrahların fiksasyon sürelerini kısalttığını göstermiştir, çünkü bilgileri kavrama becerisi geliştirilmiştir [6]. Senaryo, üç el durumunda olması durumunda tekrarlanır. Egemen el durumu, cerrahlar arasındaki farklılıkları açıkça gösteren bir durumdur. Bu nedenle, analizlerde baskın el durumu kullanılmıştır. Açık kaynak göz hareketi sınıflandırma algoritması I-VVT'den elde edilen sonuçlar analiz edildi. Yirmi cerrah simülasyon senaryosunu gerçekleştirdi. Katılımcıların deneyimlerinin tahmini üzerine sabitleme süresinin ve egemen elin etkilerini saptamak için lojistik regresyon uygulandı. Lojistik regresyon modeli istatistiksel olarak anlamlıydı, $x^2(2) = 9.908$, $p = .007$. Model, deneyimin varyansının% 47.4'ünü (Negelkerke R²) açıkladı ve olguların% 82.6'sını doğru olarak sınıflandırdı. Wald kriterinde, fiksasyon süresinin tahmini anlamlı düzeyde katkıda bulunduğu gösterilmiştir ($p = .045$). Baskın el önemli bir belirteç değildi.

TARTIŞMA

Cerrahın beceri düzeylerini değerlendirmek önemlidir. Değerlendirme süreci objektif, gerçekçi ve doğru olmalıdır. Mevcut değerlendirme prosedürleri objektif yöntemlerle yapılmaz. Bu çalışmada göz hareketlerinin

cerrahi sakinlerinin değerlendirilmesi için objektif bir araç olarak kullanılması araştırılmıştır. Bu çalışmadan, göz metriklerinin orta dereceli cerrahları acemiden ayırt edebildiği görülmektedir. Bugün, tıp eğitimcileri, cerrahları değerlendirirken öznel yöntemleri kullanmaktadır, ancak bu yöntemler cerrahi becerilerin değerlendirilmesinde yeterli değildir. Gelecekteki göz hareketlerinden elde edilen veriler bu öznel metodların yerini alacak ve değerlendirmeleri daha objektif hale getirecektir. Böylece, cerrahi eğitim daha başarılı bir hale getirildi ve cerrahların ilerleme seviyeleri daha doğru olarak belirlenecek.

Teşekkür

Bu çalışma Endoskopik Cerrahi Eğitim projesi (ECE: Tubitak 1001, Proje No: 112K287) kapsamında kurulan Atılım Üniversitesi SIMLAB laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, bu araştırmayı gerçekleştirmek için verdiği destekten dolayı TÜBİTAK 1001 programına teşekkür ederler.

KAYNAKÇA

- [1] A. A. Obeid, K. H. AL-Qahtani, M. Ashraf, F. R. Alghamdi, O. Marglani, and A. Alherabi, "Development and testing for an operative competency assessment tool for nasal septoplasty surgery," American journal of rhinology & allergy, vol. 28, no. 4, pp. e163-e167, 2014.
- [2] N. Ahmidi et al., "Automated objective surgical skill assessment in the operating room from unstructured tool motion in septoplasty," International journal of computer assisted radiology and surgery, vol. 10, no. 6, pp. 981-991, 2015.
- [3] T. Tien, P. H. Pucher, M. H. Sodergren, K. Sriskandarajah, G.-Z. Yang, and A. Darzi, "Eye tracking for skills assessment and training: a systematic review," journal of surgical research, vol. 191, no. 1, pp. 169-178, 2014.
- [4] S. J. Vine, J. S. McGrath, E. Bright, T. Dutton, J. Clark, and M. R. Wilson, "Assessing visual control during simulated and live operations: gathering evidence for the content validity of simulation using eye movement metrics," Surgical endoscopy, vol. 28, no. 6, pp. 1788-1793, 2014.
- [5] J. Vickers, "Gaze control in basketball foul shooting," Studies in Visual Information Processing, vol. 6, pp. 527-541, 1995.
- [6] P. Kasarskis, J. Stehwien, J. Hickox, A. Aretz, and C. Wickens, "Comparison of expert and novice scan behaviors during VFR flight," in Proceedings of the 11th International Symposium on Aviation Psychology, 2001, pp. 1-6.

[7] M. Silvennoinen, J.-P. Mecklin, P. Saariluoma, and T. Antikainen, "Expertise and skill in minimally invasive surgery," *Scandinavian Journal of Surgery*, vol. 98, no. 4, pp. 209-213, 2009.

[8] O. V. Komogortsev, D. V. Gobert, S. Jayarathna, D. H. Koh, and S. M. Gowda, "Standardization of automated analyses of oculomotor fixation and saccadic behaviors," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 57, no. 11, pp. 2635-2645, 2010.

[9] O. V. Komogortsev and A. Karpov, "Automated classification and scoring of smooth pursuit eye movements in the presence of fixations and saccades," *Behavior research methods*, vol. 45, no. 1, pp. 203-215, 2013.

[10] C. Bröhl, S. Theis, P. Rasche, M. Wille, A. Mertens, and C. M. Schlick, "Neuroergonomic analysis of perihand space: effects of hand proximity on eye-tracking measures and performance in a visual search task," *Behaviour & Information Technology*, pp. 1-8, 2017.

ÖZGEÇMİŞLER

Gonca Gökçe Menekşe Dalveren

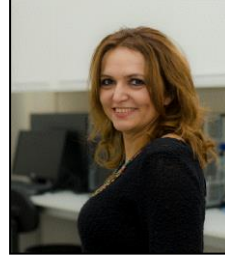
Atılım Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden 2009 yılında mezun olduktan sonra aynı üniversitenin Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nde Yüksek Lisans çalışmasını tamamlayarak, 2011 yılında Yüksek Bilgisayar Mühendisi derecesini aldı. Özel sektör kurumunda bilgisayar mühendisi olarak çalıştıktan sonra, 2012 yılında Atılım Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Atılım Üniversitesi



Yazılım Mühendisliği Bölümü'nde halen araştırma görevlisi olarak doktora çalışmalarına devam etmektedir.

Doç. Dr. Nergiz Ercil Çağiltay

ODTÜ Matematik Bölümü'nden 1988 yılında mezun olduktan sonra aynı üniversitenin Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'nden Yüksek Lisans çalışmasını tamamlayarak, Yüksek Bilgisayar Mühendisi derecesini aldı. Daha sonra, ODTÜ Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nde doktora çalışmasını tamamladı. Türkiye'de çeşitli özel sektör ve devlet kurumlarında yazılım mühendisi ve grup yöneticisi olarak çalıştıktan sonra, 1998-2002 yılları arasında A.B.D. Indiana Üniversitesi Digital Library



Program biriminde çalıştı. Kendisi halen Atılım Üniversitesi Yazılım Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmalarına devam etmektedir. İş Zekâsı ve Veri Ambarı Sistemleri, Veritabanı Sistemleri, Scratch ile Programlamayı Öğreniyorum, C Dersi: Programlamaya Giriş gibi birçok Türkçe ders kitabı hazırlamış olan Çağiltay, öğretim teknolojileri ve tıp bilişimi alanlarında araştırmalar yapmakta ve projeler yürütmektedir. Çağiltay ayrıca 1971 yılından beri faaliyet göstermekte olan Türkiye Bilişim Derneği (TBD) Ankara Şubesi Yönetim Kurulu üyeliği görevini sürdürmektedir. Nergiz Çağiltay ile ilgili detaylı bilgiye www.atilim.edu.tr/~nergiz.cagiltay adresinden ulaşılabilir.