



Nöro-Navigasyon Sistemleri ve Pasif Kullanım Problemi

Neuronavigation Systems and Passive Usage Problem

Nergiz Cagiltay,¹ Damla Topallı², Alp Özgün Börcek³, Gül Tokdemir⁴, Hakan Maraş⁴, Gökçen Tonbul¹, Elif Aydın⁵

¹Yazılım Mühendisliği Bölümü, Atılım Üniversitesi, Ankara, Türkiye
nergiz.cagiltay@atilim.edu.tr

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Atılım Üniversitesi, Ankara, Türkiye
damla.topalli@atilim.edu.tr

³Nöroşirürji Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara, Türkiye
alpborecek@gmail.com

⁴Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Çankaya Üniversitesi, Ankara, Türkiye
{gtokdemir, hhmaras}@cankaya.edu.tr

⁵Elektrik- Elektronik Mühendisliği Bölümü, Atılım Üniversitesi, Ankara, Türkiye
elif.aydin@atilim.edu.tr

Özetçe—Nöro-navigasyon sistemleri günümüzde beyin cerrahisi alanında kullanılan ve cerrahin operasyon sürecindeki işlerini kolaylaştıran bir teknoloji olarak bilinmektedir. Ancak mevcut sistemlerin kullanımı açısından cerrahların çeşitli problemler ile karşılaştıkları da bilinmektedir. Bu problemlerin bir kısmı, sistemin içerdiği yazılım ve arayüzün kullanım problemleridir. Bu çalışmada bu problemler incelenmekte ve endoskopik cerrahi süreçleri ve diğer alanlarda yaşanan benzer problemler arasında bir bağlantı kurularak Pasif Kullanım problemi tanımının literatüre kazandırılması sağlanmıştır. Bu çalışma ile Pasif Kullanım tanımı yapılmakta ve bu problem farklı alanlar için genellenmektedir. Çalışmanın sonuçlarının, farklı disiplinlerde yaşanan benzer Pasif Kullanım problemlerinin ortak bir paydada toplanmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Böylelikle, farklı disiplinler içinde geliştirilen yöntemlerin ve yapılan araştırmaların pasif kullanım probleminin çözümünde daha etkin ve verimli bir şekilde kullanılması ve paylaşımı mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler — nöro-navigasyon; insan bilgisayar etkileşimi; pasif kullanım.

Abstract— Nowadays, neuronavigation systems are used in brain surgery procedures, known as a technology to help the surgeon during the operational period. However, the surgeons have faced several problems with the existing systems. Some of these problems are related to the systems software and user interfaces. In this study, such problems are examined and the “Passive Usage” term is added to the literature by establishing a connection between the problems

of endoscopic surgical procedures and similar issues occurred in other domains. The passive usage problem is generalized on different domains for the first time with this study. The results of the study expected to gather up the similar passive usage problems experienced in different domains. Accordingly, the methodologies and studies that are conducted in different research areas may lead to eliminate the Passive Usage problems efficiently.

Keywords — neuronavigation; human computer interaction; passive usage

I. GİRİŞ

Nöro-navigasyon sistemleri, temel olarak cerrahin operasyon süresinde kullandığı ameliyat aletlerine monte edilen özel sistemler aracılığı ile, ameliyattaki mevcut pozisyonun, hastaların Manyetik Rezonans Görüntüleme - MRG verileri kullanılarak özel yazılımlar aracılığı ile hazırlanan ameliyat bölgesine ait sanal üç-boyutlu (3B) modeli üzerindeki pozisyon ile eşleştirilmesine dayalı bir teknolojidir. Bu teknoloji, özellikle kafa tabanı gibi karmaşık anatomik yapılara sahip ve komplikasyon risklerinin yüksek olduğu ameliyat süreçlerinde cerrahlar için önemli birer yardımcı araçtır. Bu sistemler sayesinde cerrah, ameliyatın kritik aşamalarında bulunduğu pozisyonu, hastanın sanal modeli üzerinden takip ederek hasta dokularına en az hasar ile ameliyatın gerçekleştirilmesini sağlayabilir. Böylelikle bu ameliyatlardaki risklerin azalması mümkün olmaktadır.



İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Ancak nöro-navigasyon sistemlerinin kullanımı aşamasında cerrahlar tarafından yaşanan önemli problemler söz konusudur. Bu çalışmada özellikle nöro-navigasyon sistemlerinin yazılım ve kullanıcı arayüzü kullanılabilirliği konusunda yaşanan problemler incelenmekte ve başta endoskopik cerrahi süreçleri olmak üzere farklı alanlarda yaşanan benzer problemler global bir bakış açısı ile değerlendirilerek bir genelleme yapılmaktadır. Bu çalışmanın sonucunda sunulan genel değerlendirme bakış açısının benzer alanlarda yaşanan bu sorunların doğru adreslenmesi, bu sorunlar için geliştirilecek teknolojik çözümlerde ortak yaklaşımların kullanılması, farklı disiplinler içinde gerçekleştirilen araştırmaların ve çalışmaların ortak bir paydada toplanarak geliştirilen inovatif çözümlerin toplumsal katkılarının önemli ölçüde artırılmasına katkı sağlaması beklenmektedir.

II. PASİF KULLANIM PROBLEMİ

A. Nöro-navigasyon sistemleri

Nöro-navigasyon sistemleri, araba kullanırken yön bulmak amacıyla geliştirilen navigasyon sistemlerinin, beyin cerrahisi ameliyatları için geliştirilmiş olan versiyonları olarak düşünülebilir. Yapılan çalışmalar bu sistemlerin beyin ameliyatları süreçlerini önemli ölçüde iyileştirdiğini göstermektedir [1, 2]. Ancak bu sistemlerin kullanımları ile ilgili birçok problemin halen yaşanmakta olduğu da rapor edilmektedir [3]. Rapor edilen ve sistemin genel fonksiyonel özellikleri ile ilgili bu problemlerin yanı sıra, bu sistemlerin kullanım süreçlerinde özellikle sistem yazılımının insan-bilgisayar-etkileşimi özellikleri ile ilgili de bazı problemler yaşanmaktadır. Bu çalışmada "Pasif Kullanım" olarak isimlendirilen bu problem aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Cerrah ameliyat süresinde nöro-navigasyon sistemini kullanırken bir yandan operasyonu gerçekleştirmekte ve diğer taraftan da sistemin yazılım arayüzü aracılığı ile fonksiyonel özelliklerinden yararlanmakta ve nöro-navigasyon sisteminden bilgi alarak ameliyatına devam etmektedir. Ancak bu sürede, cerrahın ellerini ameliyat için kullanmak zorunda olması ve steril olan elleri ile bilgisayar arayüzünü kullanmasının sakıncaları gibi nedenlerden dolayı, nöro-navigasyon sisteminin kullanımını kendisinin yapması mümkün olmamaktadır. Bir başka deyişle, Şekil-1'den de görüldüğü gibi, cerrah ameliyathaneye girdiği andan itibaren nöro-navigasyon sistemi ile ilgili ayarlamaların ve arayüz kullanımının yapılması için kendi ellerini kullanamamaktadır. Dolayısıyla, bir asistandan ya da genellikle hemşirelerden yardım alarak bu arayüzü kullanmak zorunda kalmaktadır. Bu durumda, cerrah ile yardımcı asistan arasındaki iletişim sayesinde cerrah bu arayüzü kullanabilmektedir. Özellikle bu arayüzlerin genellikle İngilizce olarak hazırlanmış olması ve çoğunlukla yardımcı olan kişilerin bu dile ve terminolojiye yeterince hakim olmaması

nedeniyle bu iletişim sürecinde ciddi problemler yaşanmaktadır. Cerrah genel olarak ekrandaki seçeneklerin renkleri ile, lokasyonları ile ya da ekrandaki diğer yardımcı görseller aracılığı ile yapmak istediklerini yardımcı kişiye anlatmaya çalışmakta, dolayısıyla bu durum sistemin kullanımında ciddi problemlere neden olmaktadır.



Şekil 1. Nöro-navigasyon sistemi

Dolayısıyla bu durumun ameliyat performansına olan olumsuz etkileri kaçınılmazdır. Bu çalışmada biz cerrahın nöro-navigasyon sistemini doğrudan kendisinin kontrol edememesi nedeniyle bir aracı yardımcı kişi kullanarak kontrol etmesi durumunu "Pasif Kullanım" olarak tanımlıyoruz. Aslında pasif kullanım tanımı literatürde farklı alanlarda yaşanan problemler için çeşitli şekillerde tanımlanmış durumdadır. Bunların içinde ameliyat süreçleri ile ilgili olması nedeniyle en çok vurgulanan endoskopik ameliyatlarda yaşanan "pasif görüntü" (passive view) problemidir.

B. Endoskopik Cerrahide Pasif Görüntü Problemi

Endoskopik ameliyatlar minimal invaziv cerrahi yöntemleri kullanılarak gerçekleştirilen operasyonlardır. Cerrah, açık cerrahi aksine, monitörde özel bir kamera (endoskop) aracılığıyla cerrahi alanın görüntüsünü izleyerek operasyonu yaptığından, bu yöntem, doğası gereği, simülasyon tabanlı eğitim için çok uygun bir yöntemdir [4]. Bu teknik aynı zamanda görüntü eşliğinde yapılan cerrahi olarak adlandırılır. Görüntü eşliğinde yapılan cerrahi, medikal operasyonlarda [5], özellikle laparoskopi ve kolonoskopi [6-8] gibi minimal invaziv cerrahi operasyonlarında sıklıkla kullanılmaktadır. Cerrahlar operasyon sırasında iç dokuları küçük kesiler içerisinde hareket eden bir kamera sayesinde görüntüler. Açık cerrahi ile karşılaştırıldığında minimal invaziv cerrahi yöntemi ile, daha hızlı iyileşme sağlanırken, sağlıklı dokular bu işlem sırasında daha az zarar görür [8]. Bu alanda yapılan çalışmalar minimal invaziv cerrahinin açık cerrahiye göre daha zorlu olduğunu ve daha çok hazırlık gerektirdiğini göstermektedir [9-11]. Minimal invaziv cerrahi yöntemi için gerekli yeteneklerin kazanılmasıyla operasyon süresi azalırken, hasta güvenliği artırılarak daha verimli bir performans sağlanır [12]. Bu



İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

ameliyat sürecinde cerrahlar bir elleri ile (genellikle dominant olmayan el) endoskop aletini kullanırken diğer elleri ile ameliyat aletini kullanmakta ve endoskop aracılığı ile monitöre yansıyan görüntüyü esas alarak ameliyatı gerçekleştirmektedir. Ancak ameliyatın özellikle kritik aşamalarında her iki elleri ile ameliyat aletini kullanmak zorunda kalmaları nedeniyle cerrahlar asistanlarının desteğine ihtiyaç duymaktadırlar. Bir başka deyişle, endoskopik operasyonlarda, özellikle cerrahın operasyon sırasında her iki elini de kullanması gerektiği durumlarda, kamera cerrah yerine asistanı tarafından kontrol edilir [13-15]. Şekil 2'den de görüldüğü gibi, bu gibi durumlarda, cerrah operasyon sırasında kamerayı kontrol etmek için asistanına talimatlar verir [6,7]. Asistan endoskopun kullanımını üstlenmekte, ameliyat sürecinde sık sık kirlenen endoskop ekranının temizlenmesi için giriş-çıkış yapmak ve cerrahın istediği pozisyonda ameliyat bölgesinin görüntülenmesini sağlamak için cerrah ile sürekli olarak iletişim içinde kalarak endoskopun kullanılmasını sağlamaktadır. Bu durum literatürde "passive view" pasif görüntüleme olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 2. Endoskopik cerrahi

Daha önce yapılmış olan çalışmalar göstermektedir ki, bir kameranın hareketi gözlemci (cerrah) tarafından kontrol edilmediğinde operasyonda kamera yönü ve hareketi ile ilgili bazı sorunlar ortaya çıkabilir [14,15]. Görsel bilgi değişiklikler gözlemci kendini hareketlerine bağlıken görüntüleme aktif olarak adlandırılırken, diğer durumda görüntüleme ikincil bir kişi yardımı ile yapıldığından pasif olarak adlandırılır [16]. DeLucia'nın çalışmasında kamera cerrahın kendisi tarafından kullanıldığında (aktif görüntüleme ile) operasyon sonuçlarının daha başarılı olduğunu belirtmiştir [16]. Minimal Invaziv Cerrahi'de görülen pasif görüntüleme etkisini anlamak cerrahi sürecini iyileştirmek için kritik öneme sahiptir. Ancak, literatürde pasif görüntüleme konusu üzerine yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır.

C. Farklı Alanlarda Pasif Görüntü Problemi

Pasif görüntüleme ile ilgili farklı alanlarda yaşanan problemler incelendiğinde, literatürde bir çok çalışmayla karşılaşmaktayız. Bu çalışmalarda aktif kontrol yetenekleri sınırlı olan bireylerin yapmak istedikleri işleri yerine getirirken bir aracı kullanmak zorunda kalmaları bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sınırlılığı aşmaya yönelik geliştirilen, insan-bilgisayar etkileşimini temel

alan arayüz geliştirme çabalarına yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Örneğin kullanıcının göz kırpmasını algılayan ve göz kırpması sürelerini tutarlı bir şekilde ölçerek bu süreleri seçme metodu olarak işleyen bir sistemin geliştirildiği, ikili video tabanlı insan-bilgisayar etkileşimli araçlar [17] olarak isimlendirilen çalışmayı ele alırsak, çalışmanın hedefinin ağır engelli kişilerin bilgisayarla iletişimini geliştirmeye yönelik bir çalışma olduğu gözlemlenebilir. Çünkü Pasif Kullanım sırasında ortaya çıkan sorunları göz önüne aldığımızda, ağır engelli bir bireyin bulunduğu şartlara uygun olarak geliştirilen sistemin, Pasif Kullanıma yönelik geliştirilen bir stratejide kullanılmasının etkin bir çözüm sunma olasılığı dikkatli incelenmelidir. Bunun için varolan çözümlerin daha büyük bir problem kaynağına dönüşmeden önce adapte edilmesi gerekebilir. Bunun yanı sıra, göz hareketlerine dayalı insan-bilgisayar arayüz sistemlerinin bize sunduğu yeni fırsatları ele alırken sistemlerin olumsuz yönlerini de incelemek gerekir. Varolan sistemlerde bulunan riskler, Pasif Kontrol sistemlerine adapte edilmeye çalışıldığında Pasif Kontrol stratejilerine bu risklerin transfer edileceğini de düşünebiliriz. Göz hareketlerine dayalı insan-bilgisayar etkileşimini temel alan varolan çözümler sağladığı fayda dışında, fiziksel kısıtlamalar ve bilgisayar kontrolü için kullanılan göz hareketlerinin doğal göz hareketlerinden farklı olması sebebi ile etkin ve rahat bir çözüm olarak ele alınmayabilir [18]. Pasif Kullanım içerisinde daha önce bahsedilen teknik yetersizlikler sebebi ile ortaya çıkabilen problemler, aktif görüntüleme yöntemlerinin veya insan-bilgisayar etkileşimi içerisinde varolan yetersizliklerin eklenmesi ile daha büyük problemlere yol açabilir.

III. SONUÇ

Bu çalışmada farklı alanlarda yaşanan ve temel olarak teknolojik sistemlerin kullanımı konusunda yaşanan benzer problemler incelenmiştir. İncelenen bu farklı problemler literatürde kısmen adreslenmiş olmak ile birlikte, farklı disiplinler içinde yaşanan bu problemin genel bir tanımı henüz yapılmamıştır. Bu çalışmada farklı disiplinler içinde yaşanan bu problem "Pasif Kullanım" problemi olarak tanımlanmıştır ve pasif kullanım probleminin farklı disiplinlerdeki anlamı örnekleri ile incelenmiştir. Sonuç olarak bu çalışmada pasif kullanım problemi aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Pasif Kullanım, bir işi ya da bir operasyonu gerçekleştiren ve kontrol eden kişinin, bu işi gerçekleştirmek için gerekli olan yardımcı sistemleri doğrudan kendisinin kullanmadığı durumda, bir yardımcı aracılığı ile kullanması sonucunda oluşan dolaylı kullanım problemlerinin bütünüdür. Bu çalışmada pasif kullanım tanımı farklı disiplinler için aşağıdaki gibi yorumlanmaktadır: Nöro-navigasyon sisteminde Pasif Kullanım, cerrahın nöro-navigasyon sisteminin doğrudan kendisinin, kendi ellerini kullanarak kontrol



İnteraktif Sunumlar

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

edememesinden dolayı, bir yardımcı kişi aracılığı ile kullanması nedeniyle, yardımcı kişi ile cerrah arasındaki iletişim sonucu oluşan kullanım problemlerini kapsamaktadır. Endoskopik cerrahide Pasif Kullanım, literatürde pasif görüntüleme olarak isimlendirilen ve cerrahın endoskopun kullanımını ve kontrolünü doğrudan kendisinin yapamadığı durumlarda bir yardımcı aracılığı ile kontrol etmesi sonucunda oluşan problemleri kapsamaktadır. Aktif kontrol yetenekleri sınırlı olan bireylerin yapmak istedikleri işleri gerçekleştirebilmeleri amacıyla pasif kullanım ise, bazı kişilerden yardım almak, ya da sunulan sistemlerin fonksiyonel özelliklerinde gerekli adaptasyonların geliştirilmesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısı ile, farklı birçok alanda yaşanan bu pasif kullanım probleminin doğru bir şekilde tanımlanması sonucunda bu farklı alanlarda yaşanan problemler için geliştirilen çözümlerin daha etkin ve verimli bir şekilde ilgili problemlere adaptasyonu mümkün olabilecektir.

IV. DEĞERLENDİRME

Bu çalışmada farklı alanlarda yaşanan ve temel olarak teknolojik sistemlerin kullanımı konusunda yaşanan benzer problemler incelenmiş ve bu problemlerin genel bir değerlendirilmesi yapılarak pasif kullanım tanımı literatüre kazandırılmıştır. Özellikle insan-bilgisayar-etkileşimi olarak tanımlanan ve insan bilgisayar etkileşimini kapsayan (human computer interaction, HCI) çalışmalar açısından da son derece önemli bir yere sahip olduğuna inandığımız Pasif Kullanım tanımının, farklı disiplinler arasında bir köprü oluşturacağına inanıyoruz. Bilişsel bilimler, yazılım, öğretim teknolojileri, cerrahi sistemlerin geliştirilmesi, tasarımı ve kullanılabilirliği gibi birçok farklı alan ve disiplin için önemli bir anlam ifade edeceğine inandığımız Pasif kullanım tanımının bu disiplinler içinde yapılan çalışmaların ve gelişmelerin birbirine olan katkısını artırarak daha yüksek seviyeli bir toplumsal etki yaratacağına inanmaktayız.

V. TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tübitak 1003 programı tarafından desteklenen Cerrahi Navigasyon Sistemi (CAN) projesi (113S094) kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde önemli bir katkısı olan Tübitak 1003 programına teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] Wirtz, C. Rainer, et al. "The benefit of neuronavigation for neurosurgery analyzed by its impact on glioblastoma surgery." *Neurological research* 22.4 (2000): 354-360.
- [2] Gumprecht, Hartmut K., Darius C. Widenka, and Christianto B. Lumenta. "BrainLab VectorVision Neuronavigation System: technology and clinical experiences in 131 cases." *Neurosurgery* 44.1 (1999): 97-104.
- [3] Orringer, Daniel A., Alexandra Golby, and Ferenc Jolesz. "Neuronavigation in the surgical management of brain tumors:

current and future trends." *Expert review of medical devices* 9.5 (2012): 491-500.

- [4] Schreuder, H. W., Oei, G., Maas, M., Borleffs, J. C., & Schijven, M. P. (2011). Implementation of simulation in surgical practice: minimally invasive surgery has taken the lead: the Dutch experience. *Medical teacher*, 33(2), 105-115.
- [5] Peters, T. M. (2006). Image-guidance for surgical procedures. *Physics in medicine and biology*, 51(14), R505.
- [6] Church, J. M. (1995). Ischemic colitis complicating flexible endoscopy in a patient with connective tissue disease. *Gastrointestinal endoscopy*, 41(2), 181-182.
- [7] Davis, W. Z., Cotton, P. B., Arias, R., Williams, D., & Onken, J. E. (1997). ERCP and sphincterotomy in the context of laparoscopic cholecystectomy: academic and community practice patterns and results. *American Journal of Gastroenterology*, 92(4).
- [8] Tendick, F., Jennings, R. W., Tharp, G., & Stark, L. (1993). Sensing and manipulation problems in endoscopic surgery: experiment, analysis, and observation. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 2(1), 66-81
- [9] Panait, L., Wood, S. G., Bell, R. L., Duffy, A. J., & Roberts, K. E. (2013). Transvaginal natural orifice transluminal endoscopic surgery in the morbidly obese. *Surgical endoscopy*, 27(7), 2625-2629.
- [10] Gomoll, A. H., O'Toole, R. V., Czarnicki, J., & Warner, J. J. (2007). Surgical experience correlates with performance on a virtual reality simulator for shoulder arthroscopy. *The American journal of sports medicine*, 35(6), 883-888.
- [11] Tuijthof, G. J., Van Sterkenburg, M. N., Sierevelt, I. N., Van Oldenrijk, J., Van Dijk, C. N., & Kerkhoffs, G. M. (2010). First validation of the PASSPORT training environment for arthroscopic skills. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(2), 218-224.
- [12] Waxberg, S. L., Goodell, K. H., Avgerinos, D. V., Schwaartzberg, S. D., & Cao, C. G. (2004, September). Evaluation of physical versus virtual surgical training simulators. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 48, No. 15, pp. 1675-1679). SAGE Publications.
- [13] Haluck, R. S., Marshall, R. L., Krummel, T. M., & Melkonian, M. G. (2001). Are surgery training programs ready for virtual reality? A survey of program directors in general surgery. *Journal of the American College of Surgeons*, 193(6), 660-665.
- [14] Holden, J. G., Flach, J. M., & Donchin, Y. (1999). Perceptual-motor coordination in an endoscopic surgery simulation. *Surgical Endoscopy*, 13(2), 127-132.
- [15] Tendick, F., & Cavusoglu, M. C. (1997, October). Human-machine interfaces for minimally invasive surgery. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 1997. Proceedings of the 19th Annual International Conference of the IEEE* (Vol. 6, pp. 2771-2776). IEEE.
- [16] DeLucia, P. R., Mather, R. D., Griswold, J. A., & Mitra, S. (2006). Toward the improvement of image-guided interventions for minimally invasive surgery: three factors that affect performance. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 48(1), 23-38.
- [17] Grauman K., Betke M., Lombardi J. "Communication via eye blinks and eyebrow raises: video-based human-computer interfaces" et al. *UAIS* (2003) 2: 359. doi:10.1007/s10209-003-0062-x
- [18] Takehiko Ohno, Naoki Mukawa "Gaze-Based Interaction for Anyone, Anytime" *Proceedings of HCI International*, (2003): 1452-1456.