

증강현실 모니터링 기술의 의료융합

이경숙¹, 임원봉², 문영래^{3*}

¹한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부, ²조선대학교 의과대학 의예과, ³조선대학교병원 정형외과

AR monitoring technology for medical convergence

Kyung Sook Lee¹, Wonbong Lim², Young Lae Moon^{3*}

¹Division of Supercomputing, Korea Institute of Science and Technology Information

²Department of Premedical Program, School of Medicine, Chosun University

³Department of Orthopaedic Surgery, Chosun University Hospital

요 약 증강현실 기술은 사용자의 시각에 가상의 영상 정보를 결합하여 다양한 영상 정보를 동시에 취득할 수 있게 한다. 이러한 증강현실 기술은 최근 의료융합을 통해 이미지 가이드 수술(Image-Guide Operation), 수술 교육 훈련, 영상 진단 분야에서 수술 및 진단 시 환자의 장기나 조직들을 구분하여 가시화하고 가장 효과적인 수술 방법을 제시 할 수 있다. 이에 본 논문을 통해 증강현실 기술의 의료 융합을 위한 각 요소 기술의 기술적 특징과 적용 방안 등을 고찰하고자 하였다. 의료 융합을 위한 증강현실 기술에서는 효율적인 의료 영상의 구현을 위해 디스플레이, 마커인식 그리고 영상합성 인터페이스 기술의 유기적인 구동이 필수적이다. 이러한 증강현실 기술은 향후, 이미지 가이드 수술, 수술 교육 및 영상 진단 등의 분야에서 현재의 의료 기술을 획기적으로 증진시킬 수 있는 방안이 될 수 있으리라 여겨진다.

주제어 : 증강현실, 이미지 가이드 수술, 디스플레이, 마커인식, 영상합성

Abstract The augmented reality(AR) technology enables to acquire various image information at the same time by combining virtual image information with the user's viewpoint. These AR technologies have been used to visualize patients' organs and tissues during surgery and diagnosis in the fields of Image-Guide Operation, Surgical Training, and Image Diagnosis by medical convergence, and provides the most effective surgical methods. In this paper, we study the technical features and application methods of each element technology for medical fusion of AR technology. In the AR technology for medical convergence, display, marker recognition and image synthesis interface technology is essential for efficient medical image. Such AR technology is considered to be a way to drastically improve current medical technology in the fields of image guide surgery, surgical education, and imaging diagnosis.

Key Words : Augmented Reality, Image-guided Surgery, Display, Marker Perception, Image Merge

1. 서론

최근 4차 산업 혁명의 핵심으로 등장한 증강현실 (Augmented Reality, AR) 기술에 대한 국내 및 국외의 관심이 고조되고 있다. 증강현실 기술은 사용자의 시각으로 보는 현실세계에 가상의 영상 정보를 결합하여 보여주는 기술로서 실시간으로 현실 공간에 가상의 영상을

투영하거나 결합하여 하나의 영상으로 나타내어 다양한 영상 정보를 동시에 취득할 수 있게 한다. 최근 구글 글래스 및 다양한 디스플레이 기기와 빠른 정보 처리가 가능한 고성능의 휴대용 장비 및 스마트폰 등이 빠르게 보급되면서 상용화 단계에 접어들었으며 관광서비스, 게임, 원격의료진단, 제조공정관리, 교육분야 등에서 다양하게 활용되고 있다. 증강현실이란 용어는 1970년대 마이러

*This work was supported by a grant from the Clinical Medicine Research Institute of the Chosun University Hospital(2014)

*Corresponding Author : Young Lae Moon(ylm2103@gmail.com)

Received December 13, 2017

Revised December 20, 2017

Accepted February 20, 2018

Published February 28, 2018

크루거(Myron Krueger)를 통해 알려지게 되었으며 1992년에 미국 보잉사의 토마스 커텔(Thomas P. C.) 박사가 증강현실 용어를 사용하면서 활용되기 시작하였고, 그 당시 작업자가 항공기 전선조립을 용이하게 하기 위해 가상의 전선 이미지를 실제 항공기 조립도의 작업 화면에 중첩시켜 이해하기 쉽게 설명하는 과정에서 도출되었다. 가트너(Gartner)에 따르면 증강현실기술은 가상현실(VR) 기술 분야로부터 파생된 기술로서 사용자의 눈으로 확인하는 현실세계에 가상의 이미지를 겹쳐서 보여주는 기술로, 현실세계에서 부가정보를 실시간으로 취득하는 가상세계를 중첩하여 하나의 영상으로 보여줌으로써 과도한 관심이 집중되는 ‘기대치 정점’을 지나 실질적인 기술을 보유한 기업에 투자가 이루어지는 ‘현실적 재조명기’에 진입하였다고 하였다[2].

증강현실 기술의 요소기술은 디스플레이, 마커인식, 그리고 영상합성 인터페이스로서 구성할 수 있다. 디스플레이 기술은 가장 일반적으로 사용되는 디스플레이인 머리에 착용하는 HMD (Head Mounted Device) 및 이동성이 편리한 Non HMD(Non Head Mounted Device)인 Hand-Held 등의 하드웨어로 구성된 모니터링 기술로서 구현되고 있다[3]. 또한, 카메라로 얻어진 영상으로부터 현실세계의 지점 또는 물체에 대한 3차원 좌표를 확보하여 화면위에 가상 공간의 물체를 나타내기 위한 마커 인식 기술, 그리고 실제와 가상을 합쳐서 시각적인 불일치를 줄이기 위해 가상물체와 좌표를 정확히 일치시켜 이질감 없이 부드럽게 정합되는 것이 중요한 영상 합성을 통한 사용자 인터페이스 기술이 증강현실 기술의 요소기술이라고 할 수 있을 것이다 [4,5].

최근 이러한 증강현실 기술은 특히 의료 분야에서 다

양한 방식으로 응용되고 있으며, 이미지 가이드 수술 (Image-Guide Operation), 수술 교육 훈련, 영상 진단학, 재활의학, 신경과학 영역에서 많은 연구가 진행되고 있다 [6-8]. 의료 분야에서의 이러한 증강현실 기술의 도입은 수술 시뮬레이션으로써 환자의 장기 혹은 조직을 구분하여 표현하고 조작하거나 수술 시 가장 효과적인 수술 방법을 제시하여 수술하고자 하는 부위의 내부를 정합해서 보여주거나 단층 촬영된 영상을 함께 보여줌으로써 정확한 시술을 도와주는 기법으로 적용 될 수 있으며, 이에 본 논문에서는 증강현실 기술의 의료 응용을 위해 각 요소 기술의 기술적 특징과 적용 방안 등을 고찰하고자 한다.

2. 디스플레이 기술

뉴욕의 Mt. Sinai 병원의 베더슨 박사는 수술 증강현실 플랫폼 CaptiView를 통해 동맥류 수술을 수행하였다. 수술 중, 의사가 현미경을 통해 환자의 뇌화면 영상과 수술 전에 이미 촬영된 환자 뇌 내부의 2D/3D 영상을 중첩하여 보여주고 여러 모니터를 보기 위해 고개를 돌릴 필요 없이, 수술과 관련된 각종 정보를 모니터를 통해 불러와서, 의사가 수술하는 동안 자동으로 영상을 통해 수술을 진행할 수 있었다[1]. 이는 Medical Realities를 통해 가상현실(VR)을 이용하여 수술과정을 시뮬레이션 하는 것과는 다르게 별도의 VR용 헤드셋을 사용할 필요없이 수술용 현미경이나 헤드셋 카메라 화면에 미리 촬영된 환자 뇌의 입체 영상과 의료 정보를 투영할 수 있는 CaptiView와 같은 증강현실이 실제 수술에 훨씬 빨리 적



Fig. 1. Workbench, 3D Glasses, Haptic device. (a) Neuro VR, CAE Healthcare (b) Uppsala Univ.

용될 수 있음을 예상 할 수 있었다. 베더슨 박사는 복잡하고 위험한 뇌수술에 증강현실을 사용하면 네비게이션을 켜고 도로를 운전하는 것처럼 비슷한 효과를 가져와 보다 정확하게 수술을 할 수 있다고 밝혔다[1].

몰입형 workbench를 통해 집도의의 움직임을 따라 원하는 곳을 확대하여 보여주고, 어떤 술식으로 하는 것이 가장 안전하고 정확한지에 대한 정보를 수술용 현미경 화면에 보내는 것도 가능할 것이다[Fig. 1]. 이러한 증강현실 기술은 CT 혹은 MRI 등을 통한 기존 의료 정보와 동시에 한가지 디스플레이를 통해 구현하여 수술 중 실시간으로 정보를 투영할 수 있으며, 특히 디스플레이용 하드웨어 수술용 로봇 다빈치 등을 통해 CaptiView를 장착할 수 있게 된다면 기존의 수술 체계를 변혁할 수 있는 새로운 혁신이 될 수 있으리라 여겨진다[9,10].

3. 마커인식기술

증강 현실을 통한 수술 보조 시스템은 카메라를 통해 촬영되는 환자의 영상에 피하층이나 장기 심부와 같이 실제 촬영이 불가능한 해부학적 구조를 가상의 표현기법을 통해 나타내어 이를 통해 수술시 장기 및 조직의 손상을 방지하고 불필요 절개를 막을 수 있다. 수술 시 사용자 의사는 깊이감을 인식하는데 어려움을 느낄 수 있으며, 사용자가 증강현실 시스템에서 구현하는 수술 도구와 환자 장기 및 조직의 깊이감 등을 미세하게 인지하지 못할 경우 원치 않는 부위를 손상시킬 위험이 있다. 증강현실에서는 3차원 공간 상의 가상 영상이 한 화면에 투영되기 때문에 실제 조직의 위치와 가상 영상의 깊이 및 거리 관계를 인지하기 어려울 수 있으며, 특히 가상 영상을 반투명으로 표현할 시, 가상 물체간의 깊이 관계를 파악하는 데도 어려울 수 있다[11]. 따라서 증강현실을 통해 형상화되는 장기 이미지에 대해 선택 신호를 입력함으로써

선택 신호가 입력된 장기 이미지 내 지점을 기준으로 차원 렌더링하여 가상의 장기 모형으로 변환하고, 사용자가 가상현실에서 직접 시점을 이동시켜서 가상의 장기끼리의 깊이를 파악 하는 등의 마커 인식 시스템이 요구된다. Fig. 2. 가상의 장기 이미지와 수술 도구 간의 위치, 방향 그리고 거리를 실시간으로 화면에 표시하여 술자가 가상현실에서 장기 모형과 수술 도구 간의 거리를 보다 정확히 파악할 수 있도록 하기도 하고, 장기 이미지를 차원 렌더링하여 가상의 장기 모형으로 변환함으로써 수술시 장기의 손상과 함께 불필요한 부위에 대한 절개를 방지하고 사용자가 환자 내부의 장기들에 대한 거리를 인식할 수 있기도 한다[12]. 또한, 렌더링 된 장기와 수술 도구 간의 위치 및 거리를 실시간으로 화면에서 파악할 수 있어 가상현실 두부 부착형 디스플레이 기기를 부착하지 않고도 수술이 가능하기도 한다. 또는 특정 형광 마커를 이용하여 수술 전 미리 주사하여 암 또는 특정 장기에 축적하고 적외선 카메라 등을 이용하여 이의 추적을 통해 이미지를 나타내어 기존 영상 이미지에 덧씌우는 방식을 통해 특정 마커를 인식하는 방식으로써 나타내기도 한다. Fig. 3.

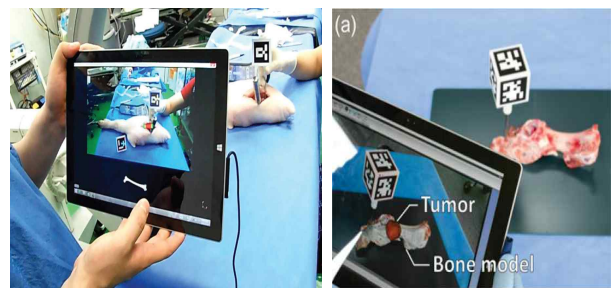


Fig. 2. Surgical monitoring system using by specific targeting marker

4. 영상합성 인터페이스

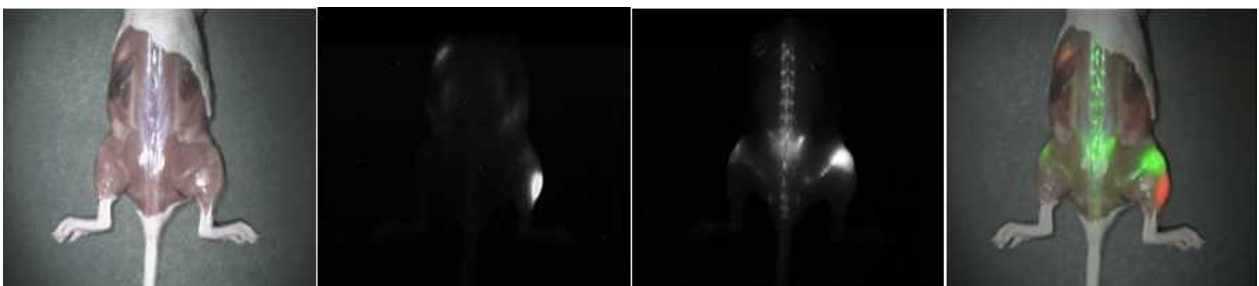


Fig. 3. The real-time monitoring system using by tumor and bone targeting NIR fluorescence

기존의 증강현실 인터페이스의 분석을 통해 증강현실 기술의 응용 시스템과 사용자간의 유기적 상호작용을 위한 인터페이스의 예측이 가능하다. Fig. 4. 이는 다음 특징에 따라 사용자 인터페이스를 분류할 수 있다.



Fig. 4. Schematic diagram for overlay of medical monitoring system

4.1 즉각적인 실감 피드백(Spontaneous Feedback)

즉각적인 실감 피드백은 사용자가 지연 없이 재빠르게 시스템으로부터 피드백을 전달받음과 동시에 즉각적으로 제공되어야 함을 말한다[12,13]. 기존의 즉시적 사용자 인터페이스에서는 대부분 신속하게 사용자에게 피드백을 제공하고는 있지만, 대부분 피드백이 연관성이 적거나 단순한 경우에 그쳤다. 증강현실 인터페이스는 복잡한 응용 상황에서도 동작되는 것이 중요한 목표이므로 풍부한 피드백을 이용하여 실감성을 높이는 부분이 요구된다[14].

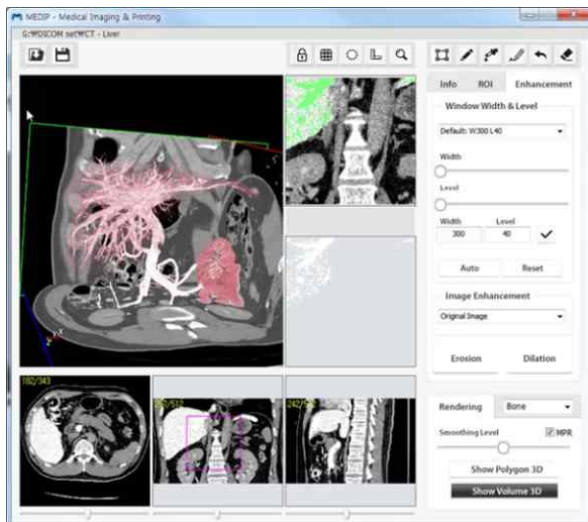


Fig. 5. Interface of medical monitoring software

4.2 적응적 형태 변형(Adaptive Transform)

적응적 형태 변형은 수술시 상황의 변화에 따라 능동적으로 증강 형태가 재구성되어 사용자가 적응하는 것을 말한다. 기존 기술에서도 사용자의 행동에 따라 환경 변화를 인지하여 화면에 반영 하려는 노력이 많았지만, 대부분 단순한 작업에서 그치는 수준이었다. 이에 따라, 복잡한 환경 변화에 따라 유동적인 환경 정보 및 술자의 의도를 실시간으로 파악하여 반영하는 기술과 이러한 정보를 활용하여 수술시 증강 형태로 표현되는 기술이 요구된다.

4.3 절차적 가이드(Affordance Guide)

절차적 가이드는 일련의 작업 단계를 능숙하게 해결하기 위한 적절한 증강 형태를 제공하는 것을 나타낸다. 기존의 인터페이스에서도 응용 현실에 맞게끔 다양한 방법을 통해 절차적 가이드를 제시하고 검증은 수행하였다. 보다 상세히 말하자면 술자, 가이드 레벨(guidance level), 그리고 증강 형태의 관계를 파악하여 보다 긴밀하고 효과적인 절차적 가이드가 요구된다 할 수 있다. 증강현실 인터페이스의 최종 목표는 복잡한 응용 시스템이나 소프트웨어를 사용하기 위해 기존 인터페이스에 비해서 뒤쳐지지 않으면서도 높은 행동 유도성을 보장하는 인터페이스를 개발하는 것이라 할 수 있다. Fig. 5. 더구나 인터페이스를 다루는 주요 대상은 다양한 응용 소프트웨어를 사용하는 일반 유저이다. 따라서 이러한 세 가지 주요 특징이 유연하게 조합된 증강현실 기반 유기적 UI는 대부분의 학습시간 단축을 가져올 것으로 기대한다 [15,16]. 이러한 주요 특징들이 적절하게 조화를 이루며 술자가 쉽게 증강현실을 인자할 때 비로소 증강현실 인터페이스로서의 차별성을 지닌다고 할 수 있을 것이다.



Fig. 6. Medical 3D model rendering for AR glasses

5. 결론 및 전망

본 논문을 통해 증강 현실의 의료 응용 시 요구 기술 및 사용자와 응용 소프트웨어 간의 유기적인 상호작용의 필요성과 중요성에 대해 알아보고, 이를 위한 증강현실 기술을 활용한 사용자 인터페이스를 분류하였다. 현재의 대부분의 수술은 내시경 및 복강경을 사용하여 시야를 확보한 후에야 레이저, 방사선, 초음파 또는 특수 제작된 외과용 수술도구 등을 이용하여 이루어지고 있었으나, 증강현실 기술의 도입을 통해 수술과정 시 진단의학 영상자료와 복강경 또는 내시경 화면과의 동시 해석을 통해 최소 침습 수술의 효율과 범위가 넓어질 것으로 예상된다. Fig. 6. 지금도 증강현실 기술에 대한 관심이 끊이지 않고 있지만, 머지않은 미래에는 조금의 거부감도 없이 증강현실이 우리 생활에 스며들게 될 것이다. 즉, 모니터나 가상공간에서만 이루어지던 작업들이 아주 자연스럽게 현실 공간에서 이루어질 수 있는 날이 다가올 것이다. 또한, IoT 기술과 유기적인 결합을 통해 미래의 지능형 공간에서 혁신적인 소프트웨어 인터페이스의 한 부분을 담당할 것으로 전망한다.

REFERENCES

- [1] P. Sallomi. (2016). *Technology, Media & Telecommunications Predictions* : Deloitte, <https://www2.deloitte.com/kr/ko/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/2016/tmt-predictions.html>
- [2] H. Matthias. (2008). Surgical scene generation for virtual reality-based training in medicine, *Springer*. DOI : <https://doi.org/10.1007/978-1-84800-107-7>
- [3] D. Bartz. (2005). Virtual Endoscopy in research and clinical practice : *Computer Graphics Forum*, DOI: 10.1111/j.1467-8659.2005.00831.x
- [4] S. H. Kim. (2015). Development of the 3D Hair Style Simulator using Augmented Reality, *Journal of Digital Convergence*, 13(1), 249-255. DOI : 10.14400/JDC.2015.13.1.249
- [5] S. H. Kim. (2013). Development of the 3D Virtual Fitting Room Simulator using Augmented Reality, *Journal of Digital Convergence*, 11(11), 449-454. DOI : 10.14400/JDPM.2013.11.11.449
- [6] J. H. Yoon, T. J. Ji, J. Yoon, & H. G. Kim. (2017). A Convergence Study on the 5-axis Machining Technology using the DICOM Image of the Humerus Bone, *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(11), 115-121. <http://www.earticle.net/article.aspx?sn=313876>
- [7] H. J. Kim. & J. Yoon. (2017). Convergence Comparison of Metal Artifact Reduction Rate for Pacemaker Insertion of CT Imaging Phantoms in the Raw Data with MAR Algorithm, *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(1), 43-49. DOI : 10.15207/JKCS.2017.8.1.043
- [8] K. B. Kim & E. H. Goo. (2016). Image Evaluation for A Kind of Patient Fixing Pad in 64 Multi-Channel Detector Computed Tomograph, *Journal of the Korea Convergence Society*, 7(1), 89-95. DOI : 10.15207/JKCS.2016.7.1.089
- [9] H. M. Lee. M. Billingham & W. T. Woo. (2011). Two-handed tangible interaction techniques for composing augmented blocks, *Virtual Reality*, 15(2-3), 133, DOI : 10.1007/s10055-010-0163-9
- [10] C. G. Kang. (2011). Augmented Reality Content Technologies and Applications for Implementing Quartz Virtual Reality, *Journal of Electrical Engineering*, 3B(6). http://www.jee.ro/covers/editions.php?issue_id=IC130011181214d7e21c4b168a
- [11] A. O. Alkhamisi & M. M. Monowar (2013). Rise of Augmented Reality: Current and Future Application Areas, *Computer Science & Communications*, 1(4), 25-34. DOI : 10.4236/ijids.2013.14005
- [12] J. Kim, J. Kim, J. Kim, K. Kim & S. Yoo. (2012). The Development of Image Processing System for Medical Robot Remote Application. *Progress in Medical Physics*, 23(4), 239-251 <http://www.progmedphys.org/journal/view.html?volume=23&number=4&spage=239>
- [13] Vertegaal, R., & Poupyrev, I. (2008). *Organic User Interfaces ACM Communications*, 51(6), 48-55. DOI : 10.1145/1349026.1349037
- [14] K. Park & J. Chung. (2014). A study on the Image Augmented Reality Card using Augmented Reality. *Journal of Digital Convergence*, 12(8), 467-474. DOI : 10.14400/JDC.2014.12.8.467
- [15] M. Lee. (2004). Augmented Reality Technology Research Trends and Prospects, *Korea Information Processing Society*, 11(1). <http://kips.or.kr/publication>
- [16] H. Yoon, & W. Woo. (2008). Design and Implementation of a Universal Appliance Controller Based on Selective Interaction Modes, *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(4), 1722-1729. DOI : 10.1109/TCE.2008.4711226

이 경 숙(Kyung Sook Lee) [정회원]



- 2012년 8월 : 경북대학교 모바일통신공학과(공학박사)
- 2006년 3월 ~ 2009년 2월 : 수성대학교 컴퓨터정보과 조교수
- 2009년 9월 ~ 2013년 10월 : 한국산업기술진흥원 기술사업화단 선임연구원

임연구원

- 2014년 5월 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 슈퍼컴퓨팅본부 선임연구원
- 관심분야 : 슈퍼컴퓨팅 활용(Artificial Intelligence, Open Science 등), 과학기술 정책(중장기 과학기술 전략/정책, 과학기술 법·제도 등)
- E-Mail : kslee@kisti.re.kr

임 원 봉(Wonbong Lim) [정회원]



- 2007년 : 전남대학교 의공학 협동과정(의학박사)
- 2014년 ~ 현재 : 조선대학교 의과대학 의예과 조교수
- 관심분야 : Bone Biology, Real-time diagnosis of metastatic bone tumor

bone tumor

- E-Mail : wonbong@Chosun.ac.kr

문 영 래(Young Lae Moon) [정회원]



- 2004년 : 조선대학교 의학과 (의학박사)
- 2000년 ~ 현재 : 조선대학교 의학전문대학원 의학과 교수
- 관심분야 : Topic Modeling, Recommendation System, User Interface

Interface

- E-Mail : ylm2103@gmail.com