

논문 2016-53-12-21

가상현실을 이용한 치과 임플란트 수술 교육 (Virtual Reality for Dental Implant Surgical Education)

문성용*, 최봉두**, 문영래***

(Seong-Yong Moon, Bong-Du Choi, and Young-Lae Moon[©])

요약

본 연구에서는 실제적인 환자의 모델을 바탕으로 가상현실 기반의 수술환경을 제작하는 방법에 대한 고찰과 함께 치과 임플란트 수술 술기를 배울 수 있는 가상현실을 활용한 수술 모델에 대한 평가를 시행하고자 한다. 환자의 안면 해부학적 모델은 실제 환자의 CT 데이터를 바탕으로 안면부위 골에 대한 삼차원 모델을 먼저 완성한 후 각각의 근육을 표현하고 안면부에 대한 삼차원 스캔 그리고 치아의 3차원 스캔 후 모델링을 통해 각각의 해부학적 구조물을 표현하였다. Unity3D를 활용해 단계별 시나리오를 게임으로 구성하였다. 처음 절개를 시행하는 단계에서부터 환자의 현재 상태에 필요한 상악동 거상술에 대한 술기를 표현하고, 임플란트 식립과정 그리고 골이식술을 하는 과정을 단계별로 포함하였다. 단계별로 중요한 과정의 효과적인 습득을 위해 HMD(Head Mount Display) 및 Leap motion과 연동하여 3차원 모델에 기구를 위치시키고 수술행위를 재현해볼 수 있게하여 몰입감을 높이면서 실제 수술을 하고있는 느낌을 재현하고자 하였다. 총 20명의 수련의를 대상으로 가상현실 시뮬레이션을 수행한 후에 설문조사를 시행하였다. 임플란트 수술 교육 프로그램은 치과 대학생들과 수련의들의 교육 도구로서 수술 술기를 습득하고 평가하는데 사용할 수 있는 가능성을 보여주었다. 통상적으로 수술 술기 교육 방법이 많지 않은 현실에서 HMD 와 Leap motion이라는 비교적 저렴한 기기를 이용하여 몰입감을 높일 수 있는 가상현실 기반의 수술 교육은 장점이 있다고 말할 수 있다.

Abstract

In this study, we evaluated the virtual reality model for dental implant surgery and discussed about the method to make the surgical environment for virtual reality with practical patient data. The anatomical model for patient face was fabricated by facial and oral scan data based on CT data. The simulation scenario was composed step by step fashion with Unity3D. From incision and sinus bone graft procedure which is needed to this patient model to implant installation and bone graft was included in this scenario. We used the HMD and leap motion for immersiveness and feeling of real operation. Twenty training doctor was attended this simulation study, and surveyed their satisfactory results by questionnaire. Implant surgery education program was showed the possibilities of educational tool for dental students and training doctors. Virtual reality for surgical education with HMD and leap motion had advantages, in terms of cheap price, easy access.

Keywords : Virtual Reality, Simulation, Surgical education, Dental implant, Sinus bone graft

I. 서론

최근 수술교육 환경은 다양한 수술방법의 개발, 최소 침습 수술, 로봇 수술 등의 발달로 과거에 같은 시간동안 배우고 습득해야할 술기는 더욱 많아졌다. 다양한

수술 술기의 발달은 수련을 하는 의사입장에서 모두 경험하고 배우는 것이 어려운 현실이다. 국내의 수술 술기에 대한 교육은 대부분 교과서와 수술을 하는 술자의 수술 보조 역할을 하면서 배우는 것이 주된 방법이다. 더불어 최근에 다양한 경로를 통해 접할 수 있는 애니

* 정희원, 부교수, 조선대학교 치과대학 구강악안면외과 (Associate Professor, Department of oral and maxillofacial surgery, School of Dentistry, Chosun University)

** 정희원, (주) 휴먼아이티 솔루션 (Human IT Solution)

*** 조선대학교 의과대학 정형외과 교수 (Professor, Department of Orthopedics, School of Medicine, Chosun University)

© Corresponding Author (E-mail: ylm2103@gmail.com)

Received ; October 27, 2016 Accepted ; November 30, 2016

메이션 수술영상, 실제 수술영상들을 통해 수술술기를 습득하게 된다. 하지만 환자를 직접 수술하는 수술방에서의 교육은 절대적이라고 할 수 있으며, 수술 술기에 대한 직접적인 교육은 대부분 수술방에서 이루어지지만, 수술방이라는 공간은 높은 정도의 긴장을 요하는 상태라고 할 수 있다.

Yerkes-Dodson 의 법칙에 의하면 너무 높은 정도의 스트레스를 받는 환경에서는 교육 효과가 떨어짐을 보고하였으며, 반대로 매우 낮은 정도의 스트레스 환경에서의 교육 또한 효과가 떨어지기 때문에 낮거나 중등도의 스트레스 수준의 환경이 교육효과를 높일 수 있다고 하였다^[1]. 최근 컴퓨터를 이용하는 시뮬레이션은 생명에 특별한 위험성이 없는 환경에서 피교육자에게 교육환경을 제공해 줄 수 있으나, 실제 수술을 컴퓨터상에서 실행해보는 방법은 낮은 정도의 스트레스 수준에서 수술에 대한 계획을 세우는 데 주 역할을 하게 된다. 이러한 수술 계획 시뮬레이션의 경우 대부분 골격적인 3D CT 모델을 기반으로 하여 시행되기 때문에 실제 환자와 같은 모든 해부학적 구조물을 표현하는 데는 어려움이 있으며, 이러한 모델은 실제 환자의 상태를 표현하는데 한계를 가지고 있다.

이에 본 연구에서는 실제적인 환자의 모델을 바탕으로 가상현실 기반의 수술환경을 제작하는 방법에 대한 고찰과 함께 치과 임플란트 수술 술기를 배울 수 있는 가상현실을 활용한 수술 모델에 대한 평가를 시행하고자 한다.

II. 본 론 (스타일:각 장 제목)

1. 가상현실 치과 임플란트 수술 환경 제작

가. 환자의 안면 해부학 3D 모델 제작

환자의 안면 해부학적 모델은 실제 환자의 CT 데이터를 바탕으로 안면부위 골에 대한 삼차원 모델을 먼저 완성한 후 각각의 근육을 표현하고 안면부에 대한 삼차원 스캔 그리고 치아의 3차원 스캔 후 모델링을 통해 각각의 해부학적 구조물을 표현하였다(그림 1). 이러한 환자 모델은 실제 임플란트 식립을 위해 내원한 환자의 데이터를 가지고 제작하였다. 실제 환자 데이터를 활용함으로써 관련 질환의 상태를 사실적으로 표현할 수 있게 되어 더욱 효과적이라고 할 수 있다.

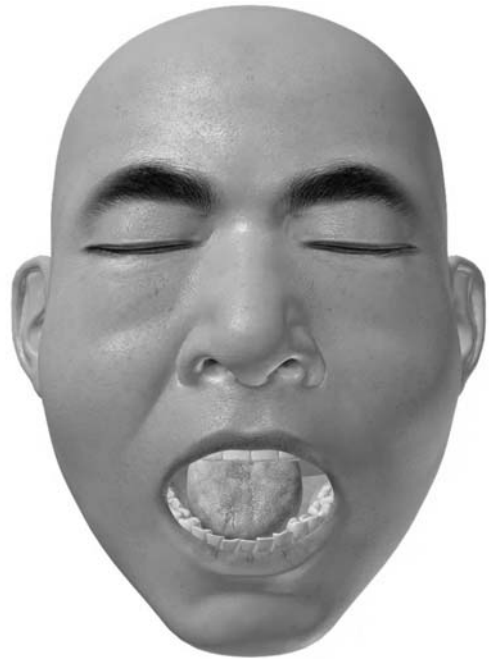


그림 1. 실제 환자 데이터를 바탕으로 제작된 3D 모델
Fig. 1. 3D model based on real patient data.

나. 수술 술기 시나리오 제작

실제 환자의 수술과정을 비디오를 통해 촬영하여 이에 대한 술기를 시나리오로 제작하였다. 실제 수술을 하는 의사의 술기를 정확하게 3차원으로 표현하는 것은 의학을 전공하지 않은 기술자에게는 상당히 어려움이 따르는 과정이라 할 수 있다. 이에 수술을 집도한 의사와의 의사소통은 필수라 할 수 있다. 수술과정을 단계별로 구별하는 과정이 필요하며 단계별로 중요한 술기, 그리고 발생가능한 실수를 명확하게 표현해줌으로서 술기에 대한 좋은 시나리오를 구성할 수 있다. 각각의 수술단계에서 발생가능한 실수를 발견하고 또한 그러한 실수를 반복하지 않게 학습시킴으로서 수술 술기에 대해 자연스럽게 습득 할 수 있게된다. 가급적이면 실수에 대한 즉각적인 피드백 그리고 최종적으로 술기에 대한 평가를 해주는 시스템의 개발은 피교육자에게 좋은 교육 효과를 내게 된다^[2].

다. 피교육자에 대한 평가 방법

일반적으로 피교육자에 대한 의료 술기에 대한 평가는 술기를 완료한 수행시간, 기구를 다루는 능력, 수행 중 발생한 실수, 연조직을 당겨서 발생가능한 손상, 효과적인 기구의 이동 경로등을 점수로 환산하여 수행 술기에 대한 능숙도를 평가할 수 있다^[3].

라. 치과 임플란트 수술 가상현실 제작

치과 수술의 특성상 입안에서 이루어지는 수술을 관람하는 수련의들은 좁은 시야에서 술기를 배워야 하는 어려움이 있다. 이러한 수술 환경을 가상현실로 제작함으로써 수술술기에 대한 습득은 훨씬 더 효과적이라고 할 수 있다.

제작된 3D 해부학 모델과 시나리오를 바탕으로 가상현실을 제작하기 위해 Unity3D, 오쿨러스 VR 과 Leap motion 을 이용하였다^[4].



그림 2. Unity3D와 HMD, Leap motion을 활용한 가상현실
Fig. 2. VR Simulation with HMD and leap motion by Unity3D.

Unity3D를 활용해 단계별 시나리오를 게임으로 구성하였다. 처음 절개를 시행하는 단계에서부터 환자의 현재 상태에 필요한 상악동 거상술에 대한 술기를 표현하고, 임플란트 식립과정 그리고 골이식술을 하는 과정을 단계별로 포함하였다. 단계별로 중요한 과정의 효과적인 습득을 위해 HMD(Head Mount Display) 및 Leap motion과 연동하여 3차원 모델에 기구를 위치시키고 수술행위를 재현해볼 수 있게하여 몰입감을 높이면서 실제 수술을 하고있는 느낌을 재현하고자 하였다(그림 2).

마. 수술 교육 시뮬레이션과 설문

총 20명의 수련의를 대상으로 가상현실 시뮬레이션을 수행한 후에 설문조사를 시행하였다. 이들 수련의들

은 실제 환자에게 임플란트 수술을 해본적은 없으나 교과서와 수술 관람을 통해 수술술기를 알고 있는 이들을 대상으로 하였다. Oculus VR에 leap motion을 부착하여 장착한 후 1회 수술 술기에 대한 시뮬레이션을 진행하였다(그림 3).



그림 3. 가상현실 수술 시뮬레이션
Fig. 3. VR surgery simulation.

시뮬레이션 후, 총 6개의 항목 23개의 질문지에 대한 설문을 통해 각각의 평균 점수를 산출하였다(그림 4).

바. 수술 교육 시뮬레이션 설문 결과

총 20명의 수련의에게 수술 교육후 설문에 대한 결과지에 대한 점수를 매우만족(5점), 만족(4점), 보통(3점), 불만족(2점), 매우불만족(1점)으로 하여 평균±표준편차로 표기하였다(표 1).

(1) 해상도에 대한 결과

해상도에 대한 네가지 질문에 대한 평균 점수는 3.03

1	해상도 관련질문	매우만족(5점)	만족(4점)	보통(3점)	불만족(2점)	매우불만족(1점)
1-1	화면에 표시되는 의료영상의 이미지가 선명합니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	화면에 표시되는 의료영상이 책에서 보는 것 보다 선명합니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3	의료영상이 움직일 때도 이미지가 선명하게 보입니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-4	의료영상이 작은 것들도 선명하게 구분이 됩니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	정확도 평가	매우만족	만족	보통	불만족	매우불만족
2-1	환부를 정확하게 표현하였습니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-2	움직임에 대한 추적은 정확하게 이루어지는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-3	필요한 영상정보를 정확하게 표현하는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2-4	본 VR을 사용하는 것이 도움이 되는가?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	텍스처 정보	매우만족	만족	보통	불만족	매우불만족
3-1	본 VR이 책과 비교해 인체에 대해 색상이 더 세밀하게 표현되었다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-2	본 VR이 책과 비교해 인체에 대해 질감이 더 세밀하게 표현되었다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3-3	본 VR이 책과 비교해 인체에 대해 전체적인 이미지가 더 잘 표현되었다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	활용성 평가	매우만족	만족	보통	불만족	매우불만족
4-1	본 VR이 교육용으로 사용가능하다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-2	본 VR이 기존에 나와 있는 기타 의료 영상들보다 전문성이 있다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-3	본 VR이 인체 해부학 정보를 현실적으로 이미지화 했다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-4	본 VR을 통해 수술시 수술술기를 익히는데 도움이 있다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4-5	본 VR이 환자에게 수술 방법을 설명하는 자료로 활용 할 수 있다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	첫인상에 대한 평가	매우만족	만족	보통	불만족	매우불만족
5-1	외관에 대한 첫인상에 만족하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-2	촉각적 현실감이 있다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5-3	본 기자재가 사용자 친화적이라고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	교육적 유용성에 대한 평가	매우만족	만족	보통	불만족	매우불만족
6-1	치과대학생들에게 수술 술기 교육 도구로 유용하다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-2	수련의들에게 수술 술기 교육 도구로 유용하다고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-3	치과대학생들에게 임플란트 술기를 가르치는데 효과적이라고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6-4	수련의들에게 임플란트 술기를 가르치는데 효과적이라고 생각하십니까?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

그림 4. VR을 활용한 치과 임플란트 수술 술기 교육에 대한 설문지

Fig. 4. Questionnaire about VR for dental implant surgical education.

점으로 전반적으로 보통정도의 해상도에 대한 평가를 보였다. 하지만 작은 부분까지 선명하게 표현되는 부분에서는 2.75점으로 보통 이하의 평가 결과를 보였다

(2) 정확도 평가 결과

정확도에 대한 네가지 질문에 대한 평균 점수는 2.93점으로 보통에 못미치는 평가결과를 보였다. 움직임에 대한 추적 정확도에서 2.25점으로 낮게 평가되었으나 환부 표현부분에서는 3.2점으로 보통이상의 평가를 보였다.

(3) 텍스처 평가 결과

텍스처에 대한 세가지 질문에 대한 평균 점수는 2.87점으로 보통 이하의 평가결과를 보였다. 전체적인 이미지화에 대한 평가는 3.05점을 보였으나, 책보다 색상이나 질감의 표현력에서는 각각 2.85점, 2.7점으로 낮게 평가되었다.

(4) 활용성 평가 결과

활용성에 대한 다섯가지 질문에 대한 평균 점수는 3.4점으로 보통이상의 설문결과를 보였다. 특히 환자에게 설명자료로서의 활용성에 대한 평가점수는 3.85점으로 비교적 높게 나타났다. 전반적으로 해부학, 수술술기 습득관련 부분에 대해 보통이상의 평가결과를 보였다.

표 1. VR을 활용한 치과 임플란트 수술 술기 교육에 대한 설문지 결과

Table 1. Results of Questionnaire about VR for dental implant surgical education.

해상도 관련질문	평균±표준편차
화면에 표시되는 의료영상의 이미지가 선명합니까?	3.15±0.50
화면에 표시되는 의료영상이 책에서 보는 것 보다 선명합니까?	3±0.62
의료영상이 움직일 때도 이미지가 선명하게 보입니까?	3.2±0.71
의료영상이 작은 것들도 선명하게 구분이 됩니까?	2.75±0.71
정확도 평가	
환부를 정확하게 표현하였습니까?	3.2±0.41
움직임에 대한 추적은 정확하게 이루어지는가?	2.25±0.78
필요한 영상정보를 정확하게 표현하는가?	3.15±0.73
본 VR을 사용하는 것이 도움이 되는가?	3.1±0.70
텍스처 정보	
본 VR이 책과 비교해 인체에 대해 색상이 더 세밀하게 표현되었다고 생각하십니까?	2.85±0.63
본 VR이 책과 비교해 인체에 대해 질감이 더 세밀하게 표현되었다고 생각하십니까?	2.7±0.68
본 VR이 책과 비교해 인체에 대해 전체적인 이미지가 더 잘 표현되었다고 생각하십니까?	3.05±0.47
활용성 평가	
본 VR이 교육용으로 사용가능하다고 생각하십니까?	3.55±0.61
본 VR이 기존에 나와 있는 기타 의료 영상들보다 전문성이 있다고 생각하십니까?	3.45±0.60
본 VR이 인체 해부학 정보를 현실적으로 이미지화 했다고 생각하십니까?	3.15±0.68
본 VR을 통해 수술시 수술술기를 익히는데 도움이 있다고 생각하십니까?	3±0.47
본 VR이 환자에게 수술 방법을 설명하는 자료로 활용 할 수 있다고 생각하십니까?	3.85±0.50
첫인상에 대한 평가	
외관에 대한 첫인상에 만족하십니까?	3.3±0.65
촉각적 현실감이 있다고 생각하십니까?	2.3±0.65
본 기자재가 사용자 친화적이라고 생각하십니까?	2.4±0.68
교육적 유용성에 대한 평가	
치과대학생들에게 수술 술기 교육 도구로 유용하다고 생각하십니까?	3.6±0.59
수련의들에게 수술 술기 교육 도구로 유용하다고 생각하십니까?	3.2±0.83
치과대학생들에게 임플란트 술기를 가르치는데 효과적이라고 생각하십니까?	3.45±0.77
수련의들에게 임플란트 술기를 가르치는데 효과적이라고 생각하십니까?	2.75±0.65

(5) 첫인상 평가 결과

첫인상에 대한 세가지 질문에 대한 평균 점수는 2.67점으로 보통에 못미치는 설문결과를 보였다. 특히 사용자 친화성에 대한 평가는 2.4점, 촉각적 현실감에서 2.3점으로 실제 시뮬레이션을 경험해본 수련의들은 불만족스러운 평가를 보였다. 다만 과거에 경험해보지 못한 HMD와 leap motion을 활용하여 수술을 배울 수 있다는 부분에 대해서는 보통이상의 평가 결과를 보여주었다.

(6) 교육적 유용성에 대한 평가 결과

교육적 유용성에 대한 네가지 질문에 대한 평균 점수는 3.25점으로 보통이상의 평가 결과를 보였다. 특히 치과대학생들에게 수술 술기 교육도구로서의 활용가능성에 대해서는 3.6점으로 비교적 높은 점수를 보였으나, 수련의들에게 수술 교육 도구로서의 평가점수는 2.75점으로 비교적 낮은 점수를 보여주었다.

III. 결 론

가상 현실을 이용한 수술 시뮬레이션은 저렴한 가격으로 환자에 대한 위험성이 없는 상태에서 술기를 배울 수 있는 방법이다. 또한 실제 환자 모델을 바탕으로 제작된 콘텐츠를 통해 환자의 특이한 해부학적인 상태를 경험할 수 있게 된다. 이러한 가상현실 기반의 수술 시뮬레이션은 표준화된 수술 술기를 테스트할 수 있으며, 숙련도를 평가할 수 있는 도구로도 사용이 가능하다. 또한 새로운 수술 방법을 개발하였을 때 수술을 테스트할 수 있는 도구로서도 사용이 가능하다 하겠다^[5].

본 연구에서 실제 환자 데이터를 바탕으로 3D 구강 내 모델을 재현하고 Unity3D를 활용하여 시뮬레이션을 제작한 콘텐츠를 HMD와 leap motion을 활용한 3D 임플란트 수술 교육 프로그램은 치과 대학생들과 수련의들의 교육 도구로서 수술 술기를 습득하고 평가하는데 사용할 수 있는 가능성을 보여주었다. 통상적으로 수술 술기 교육 방법이 많지 않은 현실에서 HMD와 Leap motion이라는 비교적 저렴한 기기를 이용하여 몰입감을 높일 수 있는 시뮬레이션은 장점이 있다고 말할 수 있다. 또한 이러한 형태의 교육방법이 비교적 적은 비용으로 다양한 콘텐츠를 만들어 낼 수 있는 장점도 가지고 있다. 현실적으로 고가의 시뮬레이터에 비해 부족한 면도 있지만 이러한 시뮬레이션은 언제든지 시간, 장소에 구애받지 않고 반복적인 학습을 할 수 있으며, 환자 교육용으로도 충분히 사용가능하다는 장점이 있

다. 이러한 형태의 VR 시뮬레이션을 통해 술기를 능숙하게 연마한 후 실제 환자에게 수술을 시행하게 되면 수술에서 실수를 할 가능성이 낮아지게 되며, 이러한 결과는 환자의 안전과 직결되며 의사와 환자 모두에게 좋은 결과를 가져올 수 있을 것이다. 다만 추후 고해상도의 좀더 사실적인 표현력의 개발, 탄탄한 시나리오의 구성 및 인공지능을 활용한 평가방법의 개발 등을 통해 지금보다 더 매력적인 가상현실 기반의 수술 술기 교육 도구로서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] Robert M Yekes, John D.Dodson, The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation The Journal of Comparative Neurology, 18:459-482, 1908.
- [2] Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, et al, Virtual Reality Simulation for the Operating Room. Ann Surg, 241:364-372, 2005.
- [3] Aggarwal R, Grantcharov TP, Eriksen JR, et al, An Evidence-Based Virtual Reality Training Program for Novice Laparoscopic Surgeons. Ann Surg 244:310-314, 2006.
- [4] Ye-Na Kim, Su-ji Kim, Ji-Su Lee, Eun-Sun Cho, Stable 3D virtual reality rehabilitation treatment system Kinect and Unity3D. 2013년 대한전자공학회 추계학술대회 논문집.
- [5] Khalifa YM, Bogorad D, Gibson V, et al Virtual Reality in Ophthalmology Training. Survey of Ophthalmology 51:259-273

저 자 소 개



문 성 용(정회원)

2002년 조선대학교 치과대학 학사 졸업.
2006년 조선대학교 대학원 치의학과 석사.
2013년 전남대학교 대학원 치의학과 박사

2007년 9월~2013년 8월 조선대학교 치과대학 구강악안면외과 조교수

2013년 8월~현재 조선대학교 치과대학 구강악안면외과 부교수

<주관심분야 : 치과 의료, 시뮬레이션, 가상현실, 콘텐츠>



최 봉 두(정회원)

1996년 목포대학교 컴퓨터공학 학사 졸업.
2016년 목포대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업.
2006년~현재 (주)휴먼아이티솔루션 대표이사

<주관심분야 : 컴퓨터, 사물인터넷, 콘텐츠>



문 영 래(정회원)

1990년 조선대학교 의학 학사 졸업.
1994년 조선대학교 의학 석사 졸업.
2004년 조선대학교 의학 박사 졸업.

<주관심분야 : 의료, IOT, 의공학>