

# 보건의료 분야 가상증강현실 기술 동향



이영호 || 목포대학교 교수  
 윤희석 || 한신대학교 조교수  
 최종명 || 목포대학교 교수  
 신춘성 || 전남대학교 부교수  
 김선경 || 목포대학교 부교수

가상증강현실 기술은 최근 5G 네트워크와 고품질 콘텐츠를 위한 소비자용 가상현실 장치가 상용화되면서 실험실에서의 연구 목적이 아닌 실생활에서도 활용이 증가하고 있다. 가상증강현실은 의료, 군사, 관광, 교육 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 특히, 인간의 생명을 다루는 보건의료 분야에서는 안정적이며 정확도가 높은 기술을 신중하게 선별하여 조심스럽게 가상현실과 증강현실 기술을 적용하고 있다. 본 고에서는 가상증강현실 기술의 최신 동향과 의료분야에 적용되는 사례를 의료보조도구, 원격협진, 의료교육으로 나누어 살펴본다.

## I. 서론

최근 가상증강현실(Virtual Reality · Augmented Reality: VR · AR) 기술이 빠르게 상용화되고 있으며, 이를 활용한 콘텐츠 시장이 급성장하고 있다. 가상증강현실은 인간의 오감을 컴퓨터가 생성한 가상의 현실로 대체하는 가상현실과 가상의 정보를 컴퓨터 그래

\* 본 내용은 이영호 교수(☎ 061-450-2448, youngho@ce.mokpo.ac.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

\*\* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

\*\*\*본 과제는 행정안전부 지역맞춤형 재난안전 연구개발 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(20012234)

픽으로 현실에 합성하는 증강현실 기술의 합성어이다. 가상증강현실은 착용형 디스플레이(Head Mounted Display: HMD), 3차원 디스플레이, 3차원 음향효과, 모션 캡처 장치, 햅틱 장치 등 인간의 오감을 자극하는 다양한 형태의 장치를 이용한다. 최근 의료환경에서 가상증강현실 기술의 활용에 관한 관심이 높아지고 있다[24]. 그 이유는 병원에서 다양한 임상적 판단이 필요할 때, 가상증강현실로 제공되는 정보를 활용하여 판단의 정확성을 높이고 환자 안전을 보장하기 위한 수단으로 사용할 수 있기 때문이다.

가상증강현실 기술을 디지털 트윈(digital twin)과 메타버스(metaverse)를 통해 가상과 현실 세계에 체계적으로 실현하기 위한 노력이 강조되고 있다[1],[20],[31]. 디지털 트윈과 메타버스는 가상증강현실 기술을 이용하여 인간의 삶을 풍요롭게 하려는 목적으로 설계되고 있다. 디지털 트윈과 메타버스는 의료, 환경, 안전, 교통, 교육 등 각종 공공 서비스를 제공하는 스마트시티(smart city)를 구축하는데 필요한 기본 개념과 방향을 제시하고 있다.

가상증강현실 기술을 이용하여 디지털 트윈, 메타버스로 기획된 스마트시티에서 응급의료 서비스 제공은 중요하다. 일반적으로 원격 협진은 정보통신기술을 기반으로 물리적으로 먼 거리에 떨어져 있는 의료인에게 의료 서비스를 제공하는 것을 의미한다. 전 세계적으로 원격 협진은 응급의료, 원격진단, 수술, 재활 등 여러 의료 분야에서 응용되고 있다. 정보통신기술을 이용한 원격 협진은 의료 서비스를 받기 힘든 지방에 거주하거나 가난한 사람들에게 양질의 의료 서비스를 제공하는 데 도움이 된다고 알려져 있다[2]. 즉, 시간과 거리의 한계로 인해 전문의의 조언을 받을 수 없거나 환자 진료에 필요한 정보에 접근할 수 없다면, 환자의 생명을 잃거나 부상 치료가 늦어질 수 있다.

가상증강현실을 이용한 원격 협진 시스템은 의료인 간의 상호작용 수단에 따라 구별된다. 하나는 동기시스템(synchronous systems) 혹은 실시간 시스템(real-time systems)이며, 다른 하나는 비동기 시스템(asynchronous systems) 또는 저장-전달 시스템(store-and-forward systems)이다[3]. 실시간 시스템의 장점은 환자를 즉시 치료하고 신속한 의사결정에 도움이 된다. 반면에 비동기식 접근 방식은 네트워크를 통해 관련된 정보를 교환하고 오프라인에서 분석한 다음에 의사결정을 내릴 수 있도록 정보를 제공한다. 이 접근법은 대부분 직접적인 상호작용을 수반하지 않는 의료 데이터의 해석(방사선영상, 초음파, EKG 등)에 중점을 둔다.

본 고에서는 가상증강현실 기술을 이용한 의료 분야의 실시간 원격 협진과 교육 기술 동향을 살펴본다. 가상현실과 증강현실을 이용한 의료 교육과 실시간 원격 협진의 다양한 사례를 살펴보고, 향후 어떻게 발전해야 할지 논의한다.

## II. 원격 협진의 필요성과 배경지식

### 1. 원격 협진의 필요성

원격 협진은 의료 서비스를 받기 힘든 지방이나 섬 지역에 거주하거나 복지 서비스를 받아야 하는 사람들에게 양질의 의료 서비스를 제공하는 데 도움이 된다고 알려져 있다. 원격 협진은 정보통신기술을 기반으로 먼 거리에 있는 의료인이 의료 서비스를 제공하는 것을 의미한다[30]. 전 세계적으로 원격 협진은 응급의료, 원격진단, 수술, 재활 등 여러 의료 분야에서 응용되고 있다. 국내 인구 1,000명 당 의료기관 종사 의사 수는 전국적으로는 3.0명이나, [표 1]과 같이 의료인력과 의료시설의 지역별 불균형 문제는 지속되고 있다 [22].

[표 1] 인구 1,000명 당 의료기관 종사 의사 수

행정구역별	2020년		
	인구 1,000명 당 의료기관 종사 의사 수 (A+B×1,000)	의료기관 종사 의사 수 (A)	주민등록인구 (B)
전국	3.0	156,992	51,829,023
서울특별시	4.5	43,581	9,668,465
부산광역시	3.4	11,610	3,391,946
대구광역시	3.5	8,523	2,418,346
인천광역시	2.5	7,486	2,942,828
전라남도	2.6	4,740	1,851,549
경상북도	2.1	5,663	2,639,422
충청남도	2.4	5,013	2,121,029

<자료> KOSIS(통계청 지역통계총괄과, 인구 1,000명 당 의료기관 종사 의사 수(시도/시/군/구)), 2021. 3. 19.

특히, 도서 지역에서 원격 협진이 필요한 이유는 소위 “최적 시간(golden time)”이라 알려진 제한된 시간 내에 양질의 의료 서비스를 제공하기 힘든 장소이기 때문이다. 우리나라 농어촌은 상대적으로 면적이 넓고, 병원까지의 이동시간이 길어서 의료기관 접근성이 대도시와 비교해 보장되지 않고 있다. 우리나라는 약 3,000여 개의 섬이 있으며, 사람이 사는 유인도는 480여 개로 알려져 있다. 이러한 섬 지역은 응급환자가 발생할 때, 환자수송에 많은 시간이 걸리거나 날씨에 따라 환자수송이 불가능할 수도 있다. 또한, 섬 지역에는 대도시와 같은 종합병원이나 숙련된 의료진이 상주하기 어렵다. 따라서 정보통신기술을 기반으로 한 원격 협진이 많은 환자를 살리고 향상된 의료 서비스를 제공할 수 있는 토대가 될 것이다.

## 2. 디지털 트윈과 메타버스

디지털 트윈은 미국의 제너럴 일렉트릭(GE)에서 주창한 개념으로, 가상현실에 현실 속 사물의 쌍둥이를 만들어 현실의 상황을 모니터링하고, 다양한 상황을 시뮬레이션함으로써 그 결과를 예측하는 첨단기술이다[1]. 디지털 트윈 기술은 다양한 산업 분야의 넓은 범위에 적용될 수 있을 것으로 예상된다. 예를 들어, 제조 분야에서는 효율적인 운용을 위해 부품이나 제품 설계에서부터 시스템/플랜트 운용 모니터링, 작업량/생산량 예측, 고장 진단/예측 등에 활용될 수 있다. 의료 분야에서는 의료장비 및 IoT 플랫폼을 통해 수집된 데이터를 이용하여 환자 모니터링이나 개인화된 의료 서비스 제공 등에 활용될 수 있다. 즉, 설계, 제조, 운용 및 유지보수 등의 단계에서 시뮬레이션을 통한 운용 관리, 최적화, 고장 진단, 예지 정비 등에 활용할 수 있다. 스마트시티에서는 디지털 트윈 기술을 활용하여 가상도시 모델 기반 시뮬레이션으로 도시 내 인프라 운용, 교통, 에너지, 환경 등에 대한 전략을 검증해 볼 수 있는 장점이 있다.

메타버스는 가상·초월(meta)과 세계·우주(universe)의 합성어로 3차원 가상세계를 말한다[31]. 메타버스는 1992년 닐 스티븐슨(Neal Stephenson)의 소설 《스노우 크래쉬》에서 유래한 개념이다[20]. 손강민 등은 메타버스를 “모든 사람이 아바타를 이용하여 사회, 경제, 문화적 활동을 하게 되는 가상의 세계”라고 정의했으며[4], 류철균 등은 메타버스를 “생활형 가상세계”, “실생활과 같이 사회, 경제적 기회가 주어지는 가상현실 공간”이라 정의했다[5].

메타버스는 크게 증강현실, 라이프로그(Lifeloggng), 거울세계(mirror worlds), 그리고 가상세계(virtual worlds)로 구분된다[21]. 증강현실은 현실 세계에 인간과 상호작용이 가능한 3차원 디지털 콘텐츠(시각, 청각, 촉각, 미각, 후각)를 증강하여 유용하게 사용하는 것이다. 라이프로그는 카메라, GPS 등 다양한 센서를 이용하여 인간의 모든 삶을 기록하는 것이다. 도시 규모로 확대된다면, 도시에서 생활하는 모든 시민의 이동과 경제활동 등을 기록한다. 거울세계는 실제 세계를 사실적으로 그대로 반영하여 만든 가상세계를 말한다. 디지털 트윈과 유사한 개념이라 할 수 있다. 가상세계는 현실을 모사하거나 완전히 분리된 별도의 세계이며, 사람은 아바타를 통해 현실과 유사한 경제적, 사회적, 문화적 활동을 할 수 있다.

### 3. 가상증강현실의 착용형 디스플레이 장치

최신 가상증강현실용으로 다양한 착용형 디스플레이가 출시되었으며, 새로운 디스플레이에 대한 연구도 계속되고 있다[6],[7],[31]. 워낙 다양한 형태의 착용형 디스플레이가 존재하기 때문에 분류하는 것은 쉬운 일이 아니다. 본 고에서는 [표 2]와 같이 의료 분야에 많이 사용되는 착용형 디스플레이인 구글 글라스 엔터프라이즈 에디션2(Google Glass Enterprise Edition2), 리얼웨어(realwear), 홀로렌즈 2(Microsoft Hololens2)와 몇 가지 제품을 살펴본다.

Glass EE2와 뷰직스 블레이드는 오른쪽 단안 디스플레이를 장착하고 있다. Glass EE2의 경우 오른쪽 안경 위쪽에 작은 디스플레이가 달려 디스플레이가 시야를 가리지 않지만, Blade는 안경 유리에 디스플레이가 있다. 즉 뷰직스 블레이드의 경우 증강현실 장치로 사용될 수 있다. Realwear-HMT1는 VST-HMD(Video see-through HMD)이다. 공장 등의 제조업 분야에 특화되어 방진, 방수기능이 있으며, 완전히 음성인식으로 동작한다. Nreal Light는 양안 디스플레이를 갖췄으며, 카메라로 마커를 인식하고 SLAM 기능을 지원하는 개발자 키트를 판매한다. 홀로렌즈2와 Magic Leap one은 앞의 제품들과 달리 공간을 인식하여 3차원 공간에 정보를 가시화한다. 동작과 음성인식이 가능하며, 가장 우수한 성능의 증강현실 디스플레이 장치이다. 아마존에서 출시한 에코 프레임은 특이하게도 디스플레이가 없지만, 음성인식으로 알렉사와 통신하며 다양한 기능을 사용할 수 있는 것이 특징이다. 자세한 사항은 [표 2]에 정리되었다.

[표 2] 가상증강현실 디스플레이

모델명	Glass EE2	뷰직스 블레이드	Realwear-HMT1	홀로렌즈2
특징	Optical see-through HMD (단안, 오른쪽)	Optical see-through HMD (단안, 오른쪽)	video see-through HMD	Optical see-through HMD, 공간컴퓨팅
제조사	구글	뷰직스	리얼웨어	마이크로소프트
시야각	-	수평 60도	수평 20도	수평 43도, 수직 29도
해상도	640×360 pixel	480×853	WVGA (854×480)	2K (2,048픽셀×1,080픽)
상호작용 인터페이스	touchpad, voice	touchpad, voice	voice, gaze	voice, hand tracking, eye-tracking
서비스 플랫폼	안드로이드 8.1 (Oreo)	안드로이드 6.0	안드로이드 8.1.0 + Wear HF	윈도10
무게	46g	93.6g	430g	566g
홈페이지	<a href="https://www.google.com/glass/start/">https://www.google.com/glass/start/</a>	<a href="https://www.vuzix.com/">https://www.vuzix.com/</a>	<a href="https://realwear.com/">https://realwear.com/</a>	<a href="https://www.microsoft.com/ko-kr/hololens">https://www.microsoft.com/ko-kr/hololens</a>
모델명	Nreal Light	에코 프레임	Raptor	Magic Leap One
특징	Optical see-through HMD (양안)	알렉사 연동, 디스플레이 없음	스포츠용	Optical see-through HMD, 공간컴퓨팅
제조사	Nreal	아마존	EverySight	Magic Leap
시야각	52도	-	22도	50도
해상도	1920×1080	-	768×480 (3:2)	1920×1080 (16:9)
상호작용 인터페이스	hand tracking, controller, 스마트폰	touchpad, voice, 스피커	controller	voice, hand tracking, controller, eye-tracking
서비스 플랫폼	안드로이드	안드로이드	안드로이드	Lumin OS
무게	106g (헤드셋 88g)	31g	96g	740g (헤드셋 325g)
홈페이지	<a href="https://www.nreal.ai/">https://www.nreal.ai/</a>	<a href="https://www.amazon.com/All-new-Echo-Frames/dp/B083C58VDP">https://www.amazon.com/All-new-Echo-Frames/dp/B083C58VDP</a>	<a href="https://everySight.com/">https://everySight.com/</a>	<a href="https://www.magicLeap.com/">https://www.magicLeap.com/</a>

〈자료〉 목포대학교 자체 작성

### III. 가상증강현실 의료 분야 적용 사례

#### 1. 의사결정을 위한 의료보조도구 활용

구글 글라스와 같은 스마트 글라스를 의료환경에 통합하거나 필요한 기능을 도출하기 위해 30명의 마취학 의료인(간호사, 의사)을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰가 진행된 사례가 있다[8]. 이 인터뷰를 통해 조사에 참여한 의료인들은 스마트 글라스를 환자 관련 정보에 접근할 수 있는 중요한 도구이며, 마취 치료 중에 발생할 수 있는 다양한 상황을 통제하기 위해 노력하는 의료 전문가를 지원하는 도구로 여겼다. 하지만, 의료 분야에 활용될 잠재성이 크지만, 기술적 한계, 환자에 끼치는 영향 등 더 연구가 필요하다는 의견도 있었다.

구글 글라스를 사용하여 수술 안전 점검표(Surgical Safety Checklist: SSCs)를 사용하는 방법이 다른 방법(포스터, 종이, 기억)에 비해 효율적이라는 연구도 있었다[9]. 일반적으로 수술 안전 점검표를 사용하면 수술 합병증과 사망률을 크게 줄일 수 있다고 한다. 그래서 종이에 목록을 적는 방식으로 점검표를 관리하는 것이 일반적이다. 이 실험에서는 실험에 참여한 참가자에게 기존 점검표 방법(종이, 기억)과 스마트 글라스 앱을 이용한 방법 둘 중 하나를 체험하게 하였다. 점검표 앱에는 점검표를 선택하는 화면과 선택한 점검표의 항목을 표시하는 화면이 있었다. 실험 결과, 종이나 기억에 의존하는 방법에 비해 스마트 글라스 점검표 앱을 사용하는 경우가 더 쉬웠다.

스마트 글라스를 이용한 증강현실 비뇨기과 수술의 안전성, 타당성, 그리고 유용성을 평가하는 연구도 있었다[10]. 이 연구에서는 비뇨기과 외과외가 스마트 글라스를 사용하여 10가지 다른 유형의 수술과 총 31개의 비뇨기과 수술에 증강현실을 이용한 비뇨기과 수술을 수행하였다. 실험에 참여한 의료진과의 인터뷰 결과, 의료진들은 글라스를 이용한 사진이나 비디오 촬영, 교육을 위한 실시간 전송, 기록을 위한 영상 촬영, 수술 중 다른 의료진과의 협업, 환자의 의료기록 검색, 인터넷의 의료 관련 자료 검색 등에 유용할 것으로 생각한다고 응답하였다.

Technical University of Munich(TUM)에서는 의료인의 양손이 자유로운 상태를 유지할 수 있도록 홀로렌즈를 사용하는 연구가 진행되었다[11]. 의료인들은 일상 업무 전반에 걸쳐 정보시스템에 접속할 필요가 있다. 그러나 스마트폰이나 태블릿과 같은 기존

의 스마트 장치는 양손이 필요한 의료 현장에서는 사용하기 어렵다. 이 실험에서는 상처를 치료하는 데 필요한 정보를 기록하거나 상처의 크기를 측정할 때 홀로렌즈를 이용하는 것과 일반적인 방법을 비교하였다. 실험 결과 스마트 글라스를 이용한 방법이 기존의 방법에 비해 성능과 만족도 측면에서 좋은 평가를 받았다.

전 세계적으로 갑작스러운 심장 마비는 주요 사망 원인이기 때문에 응급 대응 시스템은 매우 중요하다. 하지만, 안타깝게도 소수의 환자만이 현장에서 심폐 소생술(CPR)을 받는다. Holo-BLSD는 현실적 시나리오를 재현하는 상호작용형 가상환경으로 표준 CPR 마네킹이 '증강'되는 증강현실 기반 자가 교육 훈련 시스템이다[12]. 학습자는 인체 모형과 환경에 고정된 가상 3D 개체를 사용하여 자연스러운 제스처, 신체 움직임 및 음성 명령을 사용하여 작업을 수행할 수 있다.

## 2. 원격 협진 사례

환자의 생명을 구하기 위해 스마트 글라스를 이용한 원격 협진에 관한 연구가 진행되었다. 버밍엄 앨라배마 대학교에서 개발한 VIPAR(Virtual Interactive Presence and Augmented Reality) 시스템은 초기에는 아이패드를 가진 원거리에 있는 의사와 현장의 의료진을 네트워크로 연결하는 시스템이었으나, 나중에는 구글 글라스와 같은 착용형 컴퓨터를 이용하여 연수생의 수술을 교육 지도자가 지도해주는 원격 수술에 이용되기도 하였다[13]. 연수생은 구글 글라스를 착용하고 수술을 진행하며, 멀리 있는 지도자인 의사는 책상에 앉아 있고 손을 촬영하는 카메라를 설치하였다. 연수생이 착용하고 있는 구글 글라스의 영상이 원격지의 의사에게 전송된다. 지도자인 의사는 수신된 영상을 보면서 손으로 영상 위의 환부를 가리킨다. 이때 지도자의 모니터에 수신된 영상과 손을 카메라로 촬영하여 다시 수술실의 연수생에게 전송된다. 교육 지도자는 수술실의 연수생은 환자의 수술 부위와 지도자의 손이 가리키는 부분을 구글 글라스의 디스플레이로 실시간으로 볼 수 있다.

퍼듀대학의 STAR는 HMD와 빔프로젝터를 사용하는 시스템이다[14]. 현장의 외과 의사는 카메라, 빔프로젝터, 그리고 AR HMD를 사용하며, 원격의 외과 의사에게는 현장에서 전송된 실시간 영상을 볼 수 있는 디스플레이와 글씨나 그림을 그릴 수 있는 응용 프로그램이 설치된다. 현장에서 환자의 수술 부위를 천장에 부착된 카메라로 촬영하여



멀리 있는 외과 의사에게 전송하고, 원격의 의사는 영상을 전송받아 보면서, 글과 그림으로 수술 방법을 설명한다. 원격 의사의 지시사항은 현장의 의사에게 빔프로젝터 혹은 HMD를 통해 가시화된다.

도쿄여자의과대학은 증강현실을 이용하여 수술 도중 집도이가 의료용 화상 관리 시스템을 조작할 수 있는 솔루션 개발을 진행하고 있다. 수술을 집도하는 의사는 각종 장치나 키보드를 만질 수 없어 의료용 화상을 보려면 간호사나 스태프가 화상 관리 시스템을 조작해야 하는데, 이를 개선하기 위해 해당 솔루션을 개발하여 집도이는 화상 관리 시스템에 저장된 CT 데이터를 어느 위치에 삽입할지, 어느 위치에 배치할지 등을 손의 움직임으로 조작할 수 있다[15].

병원 이외의 지역에서 응급상황이 발생하였을 때 신속하게 의료 서비스를 제공하기 위한 증강현실을 이용한 응급환자 의료 서비스 모델에 관한 연구가 진행되었다[25],[26]. 이 연구는 도서·산간 지역과 같이 응급환자가 발생하였을 때 의료 서비스를 쉽게 받지 못하는 상황에 대응하기 위한 것이다. 제안 모델은 증강현실 IT 장비를 통해 응급환자의 증상을 원격리에 있는 의료진에게 신속히 전송하고, 의료진으로부터 적절한 응급조치 방법을 전달받아 환자를 치료하는 기능이 있다.

### 3. 교육/훈련/시뮬레이션

일반적으로 간호학과나 유사한 보건의료 전공에서는 임상 시나리오에 대한 학습과 실무 학습을 위해 “표준화된 환자”, 즉 모의 환자를 사용한 수업을 진행한다. 병원에 입원한 환자를 수련 중인 학생이 만나는 것은 환자의 치료 면에서나 학생 보호 측면에서 좋지 않다. 모의 환자는 일종의 배우가 그 역할을 담당한다. 의료인이 아닌 배우가 환자의 임무를 수행하도록 훈련하는 데 오랜 시간이 걸리며, 학생 수가 많으면 모든 학생이 충분한 시간동안 학습할 수 없으며, 큰 비용이 발생한다.

이런 이유로 조현병 환자와 같이 일대일로 대하기 어려울 뿐만 아니라, 문제행동 상황에 따라 양쪽 모두 위험한 상황에 부닥칠 수 있는 경우 가상현실로 교육하는 것이 효과적이다. 목포대학교의 간호학과와 컴퓨터공학과 연구팀은 간호학과 학생들이 현장감 있는 의료실습을 수행하게 하도록 360 비디오를 이용한 간호 교육을 위한 가상현실 조현병 환자 교육 플랫폼을 개발하여 대학 수업에 적용하였다[16],[17]. 360도 비디오 촬영을 위해

환자 역할을 하는 배우를 고용하였으며, 조현병 환자 관련 문제 시나리오에 따라 비디오를 제작하여 현실감 높은 교육 콘텐츠를 제공하였다.

마이크로소프트의 홀로렌즈용으로 개발된 교육프로그램인 홀로페이션트(Holopatent)는 런던의 교육 회사인 피어슨 PLC(Pearson PLC)가 개발한 교육용 응용 프로그램 중 하나다[29]. 사용자가 홀로렌즈를 착용하고 프로그램을 실행하면, 실제 크기의 3차원 환자 아바타가 눈앞에 실제로 나타난다. 따라서, 홀로렌즈를 이용한 가상의 모의 환자는 완전하진 않지만 앞서 언급된 여러 문제를 해결하는 데 도움이 될 것으로 예상된다. 호주의 SIT(Southern Institute of Technology)에서는 홀로렌즈와 홀로페이션트를 간호 교육에 활용하고 있다[18].

간호사가 배워야 하는 핵심 수기술은 20여 가지 종류가 있으며, 각 수기술은 여러 단계를 순차적으로 수행해야 하는 어려운 기술이다. 예를 들어 수혈과정은 혈액 준비하기, 손 씻기 등 여러 절차를 거쳐야 하며, 순서가 바뀌거나 오염이 발생하지 않도록 주의해야 한다. 이러한 순차적인 과정을 학습하기 위해 종이에 적어서 암기하는 방법이 일반적이거나 스마트 글라스를 이용한 학습 방법이 제안되었다[19],[23]. 이 시스템은 훈련에 참여한 학생이 스마트 글라스를 착용하고 스마트 글라스에 보이는 핵심 수기술의 순서를 참고하여 실습을 진행할 수 있게 도와준다. 사용성 평가 결과 스마트 글라스의 사용성에 문제가 있지만, 실습에 유용한 도구라는 것을 알 수 있었다.

## IV. 전망 및 결론

최근 가상현실과 증강현실은 50여 년 전 이반 서덜랜드가 비전을 제시한 이후[28], 최첨단 하드웨어가 개발되었을 뿐만 아니라 사용자 상호작용, 위치 및 동작 인식 기술, 인지 과학, 원격 협업, 윤리와 사회적 문제해결 등 여러 분야에서 큰 발전이 이루어졌지만, 아직 해결해야 할 문제점이 많이 남아있다[27].

가상증강현실 기술을 의료 분야에 사용하기 위해서는 다음과 같은 문제점을 해결해야 한다. 가상증강현실용 디스플레이 장치가 의료 관련 업무를 수행하는 의료인을 위해 설계되지 않았기 때문에 의료 분야에 적용하기 어렵다. 의료 분야에 사용하는 착용형 디스플레이는 방수, 방진뿐 아니라 멸균도 가능하며 세균에 오염되지 않도록 설계되어야 한다. 또

한, 의료업무를 위한 자연스러운 상호작용 인터페이스가 적용되어야 한다. 이러한 장비는 노트북이나 스마트폰과 달리 새롭게 출시된 제품이기 때문에, 사용해본 경험이 있는 개발자나 IT 종사자가 아닌 의료인이 사용하기에는 어려운 점이 많다. 그리고 의료진의 정확하고 빠른 의사결정을 위해 제공되는 시각적인 정보의 해상도와 종류에 대해서 아직 충분한 연구가 진행되지 않았다. 의료진과 환자의 상태를 파악하기 위한 아이 트래커, 모션센서, 음성인식 등의 다양한 사용자 인터페이스를 어떻게 조합해야 할지도 숙제이다. 마지막으로 의료인과 환자의 프라이버시나 감성적인 면을 고려해야 한다. HMD를 착용한 의사에 대한 거부감이 있는 환자를 대할 때 어떻게 해야 하는지에 대한 방안은 정해지지 않았다.

의료 분야는 환자의 생명을 다루는 분야이기 때문에 충분히 검증된 기술을 신중히 도입해야 하는 어려움이 있다. 기술적 한계를 극복해야 할 뿐 아니라 제도와 사람들의 인식도 변해야 한다. 아직 가상증강현실 기술의 안전성과 정확성, 그리고 네트워크 속도 등의 문제로 일상적인 수술에 원격 협진 시스템을 이용하기는 어렵다. 이러한 한계를 극복하고 가상증강현실 기술을 이용하면, 의료인의 의료 활동의 정확성과 효율성을 높일 수 있고, 섬 지역과 같이 도시에서 멀리 떨어진 의료취약지역에 양질의 의료 서비스를 제공할 수 있으며, 가상증강현실 교육 콘텐츠를 통해 많은 사람이 혜택을 받을 수 있을 것으로 기대된다.

#### [ 참고문헌 ]

- [1] 방준성, 이영호. “스마트시티 실현을 위한 디지털 트윈 기술 동향”, 한국통신학회지, 정보와통신, 37.5, 2020, 11-19.
- [2] Nesbitt, T.S., Marcin, J.P., Daschbach, M.M., Cole, S.L., “Perceptions of local health care quality in 7 rural communities with telemedicine,” J. Rural Health 21(1), 79-85, 2006.
- [3] Wilson, L.S., Maeder, A.J., “Recent directions in telemedicine: review of trends in research and practice,” Health Inform. Res. 21(4), 213-222, 2015.
- [4] 손강민·이범렬·심광현·양광호, 「웹 2.0과 온라인 게임이 만드는 매트릭스 월드 메타버스」, ETRI CEO Information 제47호, 2006, p.4.
- [5] 류철균·안진경, 「가상세계의 디지털 스토리텔링 연구」, 게임산업저널 2007년 1호, 2007, p.33.
- [6] 양용연, “가상현실 및 증강현실을 위한 착용형 디스플레이 발전 동향”, 정보통신산업진흥원, 주간기술동향, 2014. 6. 18, pp.1-14.
- [7] 양용연, 김기홍. “VR/AR 착용형 디스플레이 기술동향”, ETRI, 전자통신동향분석, 2016, 1-10
- [8] Enlof P, Romare C, Jildenstal P, Ringdal M, Skar L, “Smart Glasses for Anesthesia Care: Initial Focus Group Interviews with Specialized Health Care Professionals,” J Perianesth

- Nurs, Feb. 2021.
- [9] Boillat T, Grantcharov P, Rivas H., "Increasing Completion Rate and Benefits of Checklists: Prospective Evaluation of Surgical Safety Checklists With Smart Glasses," *JMIR Mhealth Uhealth*, Apr. 2019.
- [10] Borgmann, Hendrik & Socarras, M. & Salem, Johannes & Tsauro, I. & Rivas, Juan & Barret, E. & Tortolero, L., "Feasibility and safety of augmented reality-assisted urological surgery using smartglass. *World Journal of Urology*," Jun. 2017.
- [11] Klinker, K., Wiesche, M. & Krcmar, H., "Digital Transformation in Health Care: Augmented Reality for Hands-Free Service Innovation," *Inf Syst Front* 22, 1419-1431, 2020.
- [12] Bottino, Andrea & Ingrassia, Pier Luigi & Lamberti, F. & Salvetti, Fernando & Strada, Francesco & Vitillo, Antony, "Holo-BLSD: an Augmented Reality Self-directed Learning and Evaluation System for Effective Basic Life Support Defibrillation Training," 2018.
- [13] Ponce, Brent A., et al., "Emerging technology in surgical education: combining real-time augmented reality and wearable computing devices," *Orthopedics* 37.11, 2014, 751-757.
- [14] Edgar Rojas-Munoz, Maria E. Cabrera, Chengyuan Lin, Daniel Andersen, Voicu Popescu, Kathryn Anderson, Ben L. Zarzaur, Brian Mullis, Juan P. Wachs, "The System for Telementoring with Augmented Reality(STAR): A head-mounted display to improve surgical coaching and confidence in remote areas," *Surgery*, Vol.167, Issue 4, 2020,
- [15] IRS글로벌, "4차 산업혁명시대, 디지털헬스케어의 ICT신기술 융복합동향 및 시장 전망," 2017. 12. 4, p.518.
- [16] Lee Y, Kim SK, Eom M-R, "Usability of mental illness simulation involving scenarios with patients with schizophrenia via immersive virtual reality: A mixed methods study," *PLoS ONE* 15(9): e0238437, 2020.
- [17] Soojeong Yoo, Sunkyung Kim, and Youngho Lee., "Learning by Doing: Evaluation of an Educational VR Application for the Care of Schizophrenic Patients," In *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI EA '20)*, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 1-6.
- [18] Madden, Karyn, and Cassie Carstensen. "Augmented reality in nursing education," *Kai Tiaki: Nursing New Zealand* 25.5, 2019, 28-29.
- [19] Kim SK, Lee Y, Yoon H, Choi J, "Adaptation of Extended Reality Smart Glasses for Core Nursing Skill Training Among Undergraduate Nursing Students: Usability and Feasibility Study," *J Med Internet Res* 2021;23(3):e24313
- [20] 송태정, "문학과 정보과학의 상호작용-닐 스티븐슨의 사이버펑크 소설 『스노우 크래쉬』", 28(4), 2015, 73-89.
- [21] 서성은, 메타버스 개발동향과 발전전망 연구한국HCI학회 학술대회, 1450-1457, 2008.

- [22] KOSIS(통계청 지역통계총괄과, 인구 천 명당 의료기관 종사 의사수 (시도/시/군/구)), 2021. 3. 19.
- [23] Kim Sun Kyung, Yoon Hyoseok, Shin Choonsung, Choi Jongmyung, Lee Youngho, "Brief Paper: Design and Implementation of a Smart Glass Application for XR Assisted Training of Core Nursing Skills," J Multimed Inf Syst 2020;7(4):277-280.
- [24] 전황수, "가상현실(VR)의 의료분야 적용 동향", ETRI, 전자통신동향분석, 34(2), 2019, pp.19-28
- [25] 정윤수, 김용태, 박길철, "증강현실을 이용한 응급환자 의료 서비스 향상 모델 설계", 융합정보논문지, 7(1), 17-24, 2017.
- [26] 김선경, 최종명, 문지현, 최소은, 이영호, "의료취약 지역의 응급환자를 위한 확장현실 기반 원격의료 기술 동향", 정보과학회지, 38(5), 27-35, 2020.
- [27] Billingham, Mark, "Grand Challenges for Augmented Reality," Frontiers in Virtual Reality, 2021, 2: 12.
- [28] Sutherland, I., "The ultimate display. Proc. IFIP Congress 2," 506-508, 1965.
- [29] Hamilton-Basich, Melanie. "GIGXR Launches Holographic Standardized Patients for Remote Simulation Training," AXIS Imaging News, 2020.
- [30] 이우성, 변인수, "취약지 응급 원격협진 네트워크 운영사업 성과요인 분석", 25(2), 2019, 49-71.
- [31] Tao Zhan, Kun Yin, Jianghao Xiong, Ziqian He, Shin-Tson Wu, "Augmented Reality and Virtual Reality Displays: Perspectives and Challenges," iScience, Volume 23, Issue 8, 2020, 101397, ISSN 2589-0042.
- [32] Smart, John, Jamais Cascio, and Jerry Paffendorf, "Metaverse roadmap: Pathways to the 3D web," Metaverse: a cross-industry public foresight project, 2007.