

VR/AR 디바이스 기술 동향 연구 - 실버 헬스케어를 중심으로

정 영 재¹ · 김 태 홍² · 김 중 일³ · 서 정 우⁴ · 장 경 미³ · 도 준 형^{2*}

¹과학기술연합대학원대학교(UST) 한의융합과학전공 박사과정 ^{2*}한국한의학연구원 책임연구원

³한국한의학연구원 선임연구원 ⁴한국한의학연구원 기술연구원

Trends in VR and AR Device Technology in Silver Healthcare

Youngjae Jeong¹ · Taehong Kim² · Joong Il Kim³ · Jeong-Woo Seo⁴ · Kyoung-Mi Jang³ · Jun-Hyeong Do^{2*}

¹PhD Course, Korean Convergence Medicine, University of Science and Technology (UST), Daejeon, Korea

^{2*}Principal Researcher, Korea Institute of Oriental Medicine (KIOM), Daejeon, Korea

³Senior Researcher, Korea Institute of Oriental Medicine (KIOM), Daejeon, Korea

⁴Technology Researcher, Korea Institute of Oriental Medicine (KIOM), Daejeon, Korea

[요 약]

COVID-19로 인하여 더욱 심해지고 있는 고령자들의 건강, 고립, 안전 문제들을 해결하기 위한 기술들의 수요가 증가하고 있다. 가상현실 기술은 원격으로 다른 사람과 상호작용할 수 있으며 간접 체험할 수 있는 외부 환경을 제공하기 때문에 이러한 문제를 해결할 수 있는 기술로 주목받고 있다. 가상현실을 체험할 수 있는 방법 중 하나는 HMD 디바이스를 사용하는 것이다. 하지만, HMD 디바이스의 사용성, 무게, 사이버 멀미들로 인하여 고령자들이 가상환경을 사용하는 사례들은 적은 실정이다. 본 연구에서는 HMD 디바이스의 몰입감 증대 및 사이버 멀미 감소 기술과 경량화 기술에 대해 살펴보고 해당 기술이 실버 헬스케어 분야에 널리 활용되기 위해 보완되어야 할 사항들을 기존 사례를 통해 분석하고 개선점을 제시하였다. 도출된 제안사항은 향후 고령자를 위한 가상현실 디바이스 활용성 개선을 위한 기반 연구로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

[Abstract]

There is a growing need for technologies to address the health, isolation, and safety concerns of elderly people, which have been exacerbated by the COVID-19 pandemic. Virtual reality technology is gaining attention to address these issues, as it allows people to interact with others remotely and experience an external environment. Virtual reality can be experienced with head-mounted displays (HMDs). However, virtual reality technology is rarely used for elderly people due to the usability, weight, and cyber-sickness of HMDs. This study examined immersion, cyber-sickness, and lightweight technology of HMDs and identified issues that require improvements to allow implementation of HMDs in the silver healthcare field. These findings provide a basis for future research to improve the usability of virtual reality devices for elderly people.

색인어 : 가상 현실, 증강 현실, 헤드 마운트 디스플레이, 몰입 경험, 실버 헬스케어

Keyword : Virtual Reality, Augmented Reality, Head-mounted Display, Immersive Experience, Silver Healthcare

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.5.967>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 13 March 2023; Revised 06 April 2023

Accepted 28 April 2023

*Corresponding Author; Jun-Hyeong Do

Tel: +82-42-869-1821

E-mail: jhdo@kiom.re.kr

I. 서론

가상현실(VR; virtual reality)은 현실 세계가 아닌 가상의 공간을 체험할 수 있게 해주는 기술이며, 증강현실(AR; augmented reality)은 현실 세계에 디지털 기술을 증강 시켜 사용자와 콘텐츠 간의 상호작용을 할 수 있는 환경을 만드는 기술이다[1]. VR/AR 기술은 혁신적인 컴퓨팅 시스템의 발전과 함께 급격한 발전을 이루었으며, VR/AR 기술의 발전으로 다양한 분야에 가상현실 기술을 활용하는 융합 기술들의 개발이 증가하고 있다[2].

가상현실 기술이 적용될 수 있는 분야 중 하나는 헬스케어 산업이다. 우리나라의 VR 헬스케어 시장은 17년 2,310만 달러에서 연평균 성장률 19.17%로 증가하여 23년에는 6,630만 달러에 이를 것으로 전망되며, AR 헬스케어 시장은 17년 1,660만 달러에서 연평균 성장률 51.61%로 증가하여 23년에는 2억 200만 달러에 이를 것으로 전망되고 있다[3]. 또한, 우리나라의 65세 이상 고령 인구 비중은 2023년 현재, 전체 인구의 18.4%이며, 2025년에는 20.6%로 지속적으로 증가하여, 초고령사회에 진입할 것으로 예상되고 있다[4]. 따라서, 고령 인구 증가에 따른 다양한 사회적 문제를 해결하기 위해서 실버 헬스케어 산업에서도 가상현실 기술을 활용하여 이를 해결하고자 하는 다양한 시도들이 수행되고 있다[5].

본 논문에서는 VR/AR 디바이스 기술 동향과 가상현실 기반 실버 헬스케어 동향을 살펴보고 가상현실 기술을 실버 헬스케어에 적용하기 위한 시사점을 제시하고자 한다.

II. VR/AR 디바이스

2-1 VR/AR HMD 기술

HMD (head mounted display)는 VR/AR 기술을 이용하여 사용자의 눈앞에 놓인 스크린을 통해서 영상을 제공함과 동시에 시각적, 청각적 등의 피드백을 주어 실제 경험하고 있는 것 같은 유사한 체감을 시뮬레이션해주는 디바이스이다[6]. VR/AR 환경을 체험할 수 있는 방법 중 하나는 이러한 HMD 디바이스를 사용하는 것이다.

VR/AR 환경을 구현하기 위한 HMD는 다양한 기술이 집약되어 있으며, HMD의 주요 기술로는 디스플레이 (display), 트래킹 (tracking), 렌더링 (rendering) 그리고 인터랙션 및 사용자 인터페이스 (interaction & user interface) 기술이 있다[7]. 디스플레이 기술은 사용자에게 몰입 콘텐츠를 제공하는 표시장치 기술이고 트래킹 기술은 기기를 착용한 사용자의 머리, 손, 눈동자 등의 움직임에 따라서 사용자에게 적절한 영상정보를 제공해주기 위한 기술이다. 렌더링 기술은 사용자에게 고해상도, 고화질의 현실감 있는 콘텐츠를 제공하기 위한 기술이며 인터랙션 및 사용자 인터페이스 기술은 깊이

정보를 획득할 수 있는 카메라를 통한 3차원 핸드 트래킹 또는 컨트롤러 디바이스를 이용한 사용자와 콘텐츠 간의 상호작용 및 인터페이스를 위한 기술이다.

VR/AR HMD에서 실제와 같은 환경을 제공하기 위해 가장 중요한 기술은 디스플레이 기술이다[8]. 사용자에게 현실감 있는 콘텐츠를 제공하기 위해서는 양안에 각각 2K급 이상의 영상을 제공하는 마이크로 디스플레이 기술이 필요하고 몰입감을 높이기 위해서는 4K 이상의 고해상도 디스플레이 기술이 필요하다[9]. 사이버 멀미를 줄이고 몰입감을 높이기 위해서는 밝기(휘도) 1000nit, 50 PPD (pixels per degree) 이상, 120Hz 이상의 화면주사율이 필요하며[9],[10], 넓은 시야각을 제공하기 위해서는 인간의 평균 시야각, 수평 120°와 수직 135°를 포함하는 가시화 영역 기술이 확보되어야 한다[11].

실제와의 구분이 어려운 현실감 있는 가상환경을 제공하고 사용의 편리성을 증가시키기 위해 HMD 디바이스에 대한 연구와 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 현실감 있는 환경을 제공하기 위한 기술로는 인간의 망막이 가상환경에서의 물체와 실제와의 차이를 느끼지 못할 정도의 고해상도를 구현하기 위하여 인간의 시력 1.0수준인 1시야각당 60 pixel 즉, 60 PPD 이상을 지원하는 연구가 진행되고 있으며[12], HMD 사용성을 높이기 위한 연구로는 고무처럼 늘어나는 신축성 있는 소재를 이용하여 피부에 완전히 밀착될 수 있는 HMD 개발에 스트레처블(stretchable) 기술을 적용하는 연구가 이루어지고 있다[13]. 이 기술은 착용자의 헤드 움직임에 맞추어 VR 화면을 빠르게 위치해 줄 수 있기 때문에 HMD 사용시 발생하는 사이버 멀미 문제를 해결할 수 있는 기술로 기대되고 있다[14].

사이버 멀미 문제를 해결하기 위한 또 다른 방안으로는 가변 초점 광학렌즈 기술이 있다. 가변 초점 광학렌즈 기술은 HMD 사용 시 수렴-초점 불일치로 인해서 발생하는 피로감과 사이버 멀미를 해결하기 위하여 초점거리 가변이 가능한 광학렌즈를 사용하는 기술이다[11],[15]. 이는 가상현실에서 가까운 물체와 먼 물체를 볼 때의 초점을 조정할 수 있어 가상물체를 더 선명하게 인식할 수 있도록 도와준다[16].

HMD 사용 시 현실감 있는 환경을 제공해주기 위한 디스플레이 기술의 발전으로 가상현실에 대한 몰입감을 증가시킬 수 있으며, 사이버 멀미를 감소시킬 수 있는 스트레처블 기술과 가변 초점 광학렌즈 기술들을 활용하여 HMD의 사용성이 높아질 수 있을 것으로 기대한다.

HMD 디바이스는 영상 구현에 필수적인 일정한 초점거리를 위한 광학 경로가 필요하고 이로 인해서 디스플레이 패널과 렌즈 사이에 공간이 발생기 때문에 부피가 커지고 무거워진다는 단점이 존재한다[17]. 현재 상용되고 있는 HMD의 무게는 대부분 300~700g 수준이므로 장시간 착용 시 목에 무리가 갈 수 있다[18]. 따라서 HMD의 사용성을 높이기 위해 HMD 경량화 기술이 필요하다[19],[20]. HMD 경량화를 위한 기술로 렌즈 배열 광학계와 메타 렌즈 연구가 진행되고 있다[21].

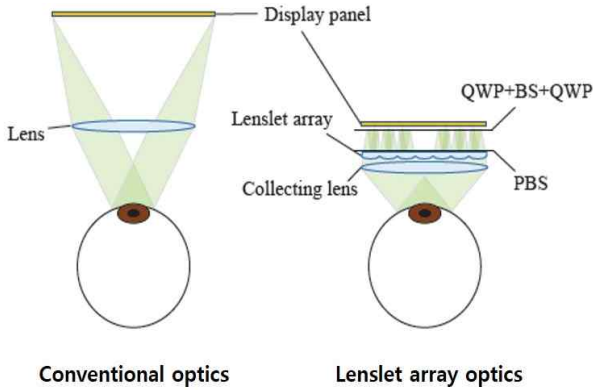


그림 1. 기존 광학계 (좌) 와 렌즈 배열 광학계 (우) 비교 (출처: 방기승 등, 2021)
Fig. 1. Comparison of conventional optics (left) and lenslet array optics (right) (Source: Kiseung Bang et al., 2021)



그림 2. 메타 렌즈를 적용한 AR 디스플레이(출처: 이건열 등, 2018)
Fig. 2. AR display with meta-lens (Source: Gun-Yeal Lee et al., 2018)

렌즈 배열 광학계는 서울대학교에서 개발한 새로운 디스플레이 기술로써 그림 1과 같이 기존 렌즈 외에 2차원 렌즈 배열을 추가로 삽입한 구조로 편광 기반 반사 기술을 사용하여 광학 경로를 접을 수 있는 기법을 적용하여 개발되었다. 연구팀은 이 기술을 사용하여 이론상으로 3.3mm 두께의 공간만으로도 VR 광학계를 설계할 수 있다고 보고하고 있다 [22].







메타 렌즈는 메타 물질을 적용하여 개발한 렌즈로써, 메타 물질은 기존 자연계에는 존재하지 않는 특성을 구현하기 위해 인공적으로 설계된 메타 원자를 배열하여 만든 차세대 첨단 소재이다. VR/AR HMD 개발에 메타 렌즈를 적용한다면 기존의 렌즈들보다 현실감 있는 환경을 제공할 수 있을 뿐만 아니라, 디바이스의 무게를 획기적으로 줄여 사용의 편의성을 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다[23],[24](그림 2).

III. VR/AR 기반 실버 헬스케어 서비스

고령 인구의 증가는 가속화되어 25년에는 초고령사회에 진입할 것으로 예상되고 있으며[2], 팬데믹으로 인하여 외부 활동에 어려움이 발생하고 이동이 자유롭지 못한 고령자들의 고립 문제는 사회적 문제로 대두되고 있다. 따라서 고령화에 따른 고령자의 건강, 고립, 안전 문제를 해결할 수 있는 기술들의 수요가 증가하고 있다[25]. 가상현실 기술을 이용한 실버 헬스케어 서비스는 이러한 문제를 해결할 수 있는 기술로 주목받고 있다[26]. 가상환경은 실제 경험할 수 없는 다양한 환경을 제공하고 원격으로 다른 사람들과 상호작용을 할 수 있기 때문이다. 따라서 고령자들을 위한 운동, 정신적 자극, 의료 서비스와 같은 분야에 가상현실 기술을 적용하는 실버 헬스케어 서비스들이 증가하고 있다[27].

표 1은 가상현실 기술을 활용하여 실버 헬스케어 서비스들을 제공하고 있는 주요 제품들을 조사한 자료이다[28]-[33].

표 1. 주요 가상현실 기반 실버 헬스케어 서비스
Table 1. Major VR/AR-based silver healthcare services

No.	Product	Manufacturer	Status	Product Image
1	Rendever	Rendever	Serving more than 450 facilities in the U.S., Canada, and Australia	
2	LUCY	LooxidLabs	Serving about 41 units, mostly for elderly people over 50, in Korea	
3	BT-Care	SY INOTECH	Supplied more than 30 units to dementia relief centers and senior centers in Korea	
4	CoTras-VR	RPIO	Supplied about 800 units to dementia relief centers and senior centers in Korea	
5	KT Real Cube	KT	Provide services to senior support organizations, etc. in Korea	
6	DIDIM	Twohands-Interactive	Provide services to senior centers, schools, sports centers, etc. in Korea	

제품들의 종류로는 고령자들에게 외부 환경을 간접 체험할 수 있게 해주는 콘텐츠들과 고령자들의 젊은 시절 기억으로 심신을 치유하는 VR 회상 콘텐츠 및 서비스들이 개발되고 있으며, 고령자들의 정서적 케어와 치매 예방을 위한 인지기능 향상 프로그램과 고령자들의 운동기능 향상을 목적으로 기능성 게임 형태의 콘텐츠를 제공하는 가상현실 플랫폼들이 개발되고 있다.

미국에 Rendever(社)에서 개발한 Rendever는 기기에 익숙하지 못한 고령자들을 위해 별도의 조작 없이 HMD 착용만으로 콘텐츠를 체험할 수 있게 개발한 것이 특징이며, 시니어를 위한 VR 회상 콘텐츠뿐만 아니라 신체 운동 및 인지 자극을 결합한 복합 게임 콘텐츠를 제공한다[28].

가상현실 기술을 이용한 실버 헬스케어 서비스는 고령자들의 치매 예방을 위한 인지기능 훈련 서비스들이 대부분이었으며, VR HMD를 활용하여 게임 형태의 콘텐츠를 제공하고 인지기능을 자극하는 훈련 서비스를 제공한다[34],[35]. LooxidLabs(社)에서 개발한 LUCY는 VR HMD를 이용하여 인지기능 훈련뿐만 아니라 시선-뇌파 측정 디바이스를 결합하여 생체 신호를 기반으로 개인의 인지 상태를 분석할 수 있다[29]. SY INOTECH(社)에서 개발한 BT-Care는 경도인지장애 환자를 위한 진단과 재활을 통합한 훈련 프로그램을 제공하며[30], RPIO(社)에서 개발한 CoTras-VR 또한, 치매 위험군에게 게임 형태의 인지치료 콘텐츠를 제공한다[31].

VR HMD는 사용자에게 몰입할 수 있는 가상환경을 제공하는 장점이 있지만, 콘텐츠 수행 시 시야가 차단되어 자신의 위치를 확인하기 어렵다는 단점이 있다[36]. 따라서, 시야가 차단되지 않는 증강현실을 이용하여 고령자들에게 신체 능력 향상을 위한 운동 콘텐츠를 제공하는 플랫폼들도 개발되고 있다[32],[33]. KT(社)에서 개발한 KT Real Cube는 HMD를 사용하지 않고 빔프로젝터와 depth 카메라를 활용하여 상호작용이

가능한 가상의 공간을 구현하며[32], Twohands-Interactive(社)에서 개발한 DIDIM 또한, HMD를 사용하지 않고 빔프로젝터와 LiDAR 센서를 이용하여 신체 운동 콘텐츠를 수행할 수 있는 증강현실을 구현한다[33].

IV. 고령자를 위한 가상현실 기술 활용현황

표 2는 2022년 치매 관리사업 우수 사례집을 기반으로 국내 주요 복지 시설에서 고령자 대상 가상현실 서비스 활용현황을 조사하여 정리한 것이다. 주요 임상 현장에서는 대부분 VR 기반의 인지기능 훈련 프로그램들이 운영되고 있으며, AR 환경을 이용하여 신체 운동 프로그램 및 체험을 제공하는 서비스들도 운영되고 있다.

가상현실 기술을 이용하여 고령자들의 건강, 고립, 안전 문제 등의 사회적 문제를 해결하기 위한 시도들이 증가하고 있지만, IT 기기에 익숙하지 못한 고령자들이 이러한 기술들을 사용하기에는 어려운 부분이 존재하여 실제로 고령자들에게 적극적으로 활용되는 사례들은 적은 실정이다[37]. 표 2와 같이 가상환경을 이용한 훈련 프로그램들이 운영되는 기관들도 있지만, 대부분 인지기능 훈련에 집중된 프로그램들이 운영되고 있으며, 이 또한 고령자들의 HMD기기 사용에 대한 조작의 어려움, 안전성, 사이버 멀미 등으로 인하여 교수자나 보조자가 있는 환경에서 제한적으로 활용되고 있으며, HMD 디바이스의 무게로 인해서 10~15분 이상 사용하기 어려운 제한점이 있다[38]. 또한, 김현정[39]은 중장년층 이상 고령자를 대상으로 운동용 VR 콘텐츠에 대한 사용성 평가를 진행한 결과, HMD의 무게로 인한 고령자들의 사용 불편함을 보고하기도 하였다.

표 2. 주요 임상 현장 활용현황

Table 2. Utilization status of major clinical site

Category		Utilization Status
Dementia relief centers	Gangseo-gu/Jungrang-gu, Seoul, Yeonje-gu/Dong-gu, Busan, Nam-gu, Ulsan, Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do	Cognitive enhancement programs and dementia prevention programs using VR-based game content
	Yongsan-gu, Seoul	VR meditation programs to prevent cognitive impairment and VR/AR centers
	Jindo-gun, Jeollanam-do	VR systems for dementia prevention and cognitive enhancement and AR systems for exercise rehabilitation
Senior centers	Gangnam-gu, Seoul	VR center for virtual reality experiences and AR center for exercise games
	Nowon-gu, Seoul	Memory travel program using VR system
	Seongnam-si, Gyeonggi-do	VR/AR physical and cognitive training programs
	Icheon-si, Gyeonggi-do	Operating the ICT complex cultural space for VR experience
	Changwon-si, Gyeongsangnam-do	Operating the VR/AR experience classroom
	Seo-gu, Busan	VR training classes for dementia prevention and cognitive enhancement
Dong-gu, Busan	Operating the VR disaster safety training platform	

V. 결론

본 논문에서는 주요 VR/AR 디바이스 기술 동향을 살펴보고 가상현실 기술을 실버 헬스케어에 적용하기 위한 시사점을 제시하고자 하였다.

VR/AR 환경을 체험할 수 있는 방법 중 하나는 HMD 디바이스를 사용하는 것이며 HMD를 이용한 주요 기술 동향으로는 몰입감 증대를 위한 고해상도 디스플레이 기술, 사이버 멀미 감소를 위한 스트레처블 디스플레이 기술과 가변 초점 광학렌즈 기술들이 연구되고 있다. 또한, HMD 경량화를 위해서 렌즈 배열 광학계와 메타 렌즈 연구가 진행되고 있다.

가상현실 기술을 이용한 실버 헬스케어 서비스 동향으로는 대부분 VR HMD를 이용한 인지기능 훈련 및 치매 예방 서비스들이 개발되고 있으며, 고령자들의 정서적 케어를 위한 VR 회상 콘텐츠 서비스들도 개발되고 있다. 또한, HMD를 사용하지 않고 증강현실을 구현하여 고령자들의 운동기능에 도움을 주는 서비스들도 개발되고 있다.

급진적으로 발전하고 있는 가상현실 기술들을 실버 헬스케어 서비스 개발에 활용한다면, 고령자들의 HMD 착용성과 사용성이 편해지고 실제와 구분하기 어려운 고해상도의 콘텐츠를 경험할 수 있게 될 것이다. 하지만, IT 기기에 익숙하지 못한 고령자들이 VR/AR HMD를 사용하여 가상현실 서비스를 수행하기에는 아직도 어려운 부분이 있다는 것을 기존 사례를 통해서 확인하였다. 따라서 새로운 것을 습득하는 데 어려움이 있는 고령자의 특성을 고려하여 VR/AR HMD의 조작을 최대한 쉽도록 설계하는 기술들이 고령자들의 가상현실 서비스 사용 증가를 위해서 동반되어야 한다.

VI. 제언

현실감 있는 환경을 제공하기 위한 고해상도 디스플레이 기술, 사이버 멀미 감소를 위한 스트레처블 디스플레이 기술과 가변 초점 광학렌즈 기술들을 이용하여 가상현실 기반 실버 헬스케어 서비스들은 몰입감과 사용성이 높은 서비스들로 발전될 수 있을 것으로 기대한다.

이러한 기술들을 이용하여 고령자들을 위한 회상 콘텐츠 서비스를 위해서는 고해상도와 높은 몰입도를 제공하는 VR HMD가 활용될 수 있으며, 동적인 콘텐츠를 개발하기 위해서는 시스루 타입의 디스플레이인 AR HMD가 활용될 수 있을 것이다. 하지만, 현재 상용되고 있는 HMD의 무게는 대부분 300~700g 수준[18]이므로, 고령자가 장시간 착용할 경우 목에 부담이 갈 수 있고 사용 불편함을 유발할 수 있다. 따라서 HMD 경량화를 위한 기술이 필요하며, 렌즈 배열 광학계와 메타 렌즈 기반 연구들을 이용해서 HMD의 무게가 획기적으로 줄어들어 이러한 문제를 해결해 줄 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 현재 상용되고 있는 HMD의 최소 무게인 300g 이하 수준으로 HMD가 개발될 수 있다면 고령자들의 HMD

사용을 증가시킬 수 있을 것으로 사료 된다.

새로운 것을 습득하는 데 어려움이 있는 고령자들이 HMD 디바이스를 사용하기에는 많은 어려움이 존재한다. 따라서 HMD의 조작을 최대한 쉽도록 설계할 수 있는 기술개발이 필요하다. HMD의 조작을 도와줄 수 있는 고령자의 시선을 추적하여 적절한 영상정보를 제공하는 기술, 콘텐츠 간의 상호작용을 위한 고령자 맞춤형 인터랙션 기술 그리고 고령자들이 직관적이고 쉽게 이해할 수 있는 인터페이스 기술 등이 추가로 연구되고 개발되어야 고령자의 VR/AR HMD 사용을 증가시킬 수 있을 것이다.

고령자들의 HMD 착용에 대한 부담감을 줄이기 위해서 KT Real Cube[32]와 DIDIM[33]과 같이 HMD 착용 대신 depth 카메라, LiDAR 센서, 빔프로젝터와 같은 별도의 디바이스들을 이용해서 증강현실을 구현하고 콘텐츠를 체험할 수 있는 플랫폼 개발도 가능하다. 하지만, 이러한 플랫폼들 또한 IT 기기에 익숙하지 못한 고령자들의 특성을 고려하여 최대한 조작하기 쉽게 개발하는 것이 필요하다.

추가적으로, 고령자들이 가상환경을 사용하기 위한 안정성 측면으로 생체 신호를 측정할 수 있는 웨어러블 위치 또는 움직임 감지할 수 있는 웹캠 등과 같은 별도의 디바이스를 추가로 사용하여 콘텐츠 사용 시 고령자들의 안전, 위험 정도를 모니터링할 수 있는 기술개발이 필요하다.

Meta는 2022년에 출시된 Quest Pro에 이어서 Oculus Quest3를 개발하고 있는 것으로 알려져 있다. Quest3는 Quest2와 비교하여 높은 성능에 고해상도 디스플레이가 탑재되어 더욱 사실적인 가상현실을 제공해 줄 수 있을 것이며 디자인 측면에서도 더욱 얇아져 가벼워진 폼팩터가 제공될 것으로 예상되기 때문에 HMD 착용에 대한 부담감도 줄어들 수 있을 것으로 기대된다[40]. 또한, Apple은 2021년 11월 자사의 첫 MR HMD를 개발하고 있다는 소식을 공개하면서 Meta의 독주를 막을 수 있는 대항마가 될 것으로 기대되고 있다[41]. COVID-19에 따른 비대면 시대에 맞춰 차세대 플랫폼으로 급부상한 메타버스에 필수적인 VR/AR 기술에 글로벌 IT 회사들이 적극적인 투자를 하면서 가상현실을 체험할 수 있는 환경 접근이 쉬워질 것으로 예상된다.

가까운 미래에는 IT 서비스에 익숙한 세대가 고령자가 되면서 디지털 기술 활용에 능숙한 노년층 즉, 디지털 시니어들이 증가하여 가상현실 기반 실버 헬스케어 서비스 사용이 일상적인 일이 될 것으로 기대하며[42], 본 논문에서 도출된 제안사항들이 향후 고령자를 위한 가상현실 디바이스 활용성 개선을 위한 기반 연구로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

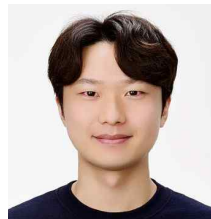
감사의 글

이 논문은 2023년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회 오픈XR(OXR) 융합연구사업(No. CRC21012)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- [1] Samsung Semiconductor Newsroom, Reality Encounters the Digital World. “Where Is the Line Between Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR)? [Internet]. Available: <https://www.samsungsemiconstory.com/kr/>.
- [2] J. M. Kang and E. M. Lee, Key Technologies in the Post-Corona Era: VR/AR Industry and Regulatory Issues, KISDI, ISSN 2233-6583, pp. 1-45, October 2020.
- [3] INNOPOLIS Foundation, Augmented Reality and Virtual Reality Markets for Healthcare, February 2020.
- [4] S. A. Jang and G. H. Jeong, 2022 Senior Statistics, Statistics Korea, September 2022.
- [5] BRAVOMYLIFE, Metaverse, “Is It Possible with a Senior Platform?” [Internet]. Available: https://bravo.etoday.co.kr/view/atc_view/12536.
- [6] LG Display Blog, One Step Closer to Virtual Reality, HMD [Internet]. Available: <https://blog.naver.com/youngdisplay/220887452353>.
- [7] S. W. Lim and K. W. Seo, KISTEP Technology Trend Brief AR/VR Technology, Korea Institute of S&T Evaluation and Planning, No. 9, July 2018.
- [8] H. W. Nam, “Trends in the Development of Virtual Reality and Augmented Reality Game Technology,” *TTA Journal*, Vol. 167, pp. 83-88, September 2016.
- [9] Y. J. Park and H. S. Heo, Current Status and Issues of Major Realistic Devices, Electronics and Telecommunications Research Institute, June 2019. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2019.B.000015>
- [10] Kiwoom Research Center, Metaverse, the New Digital Battleground [Internet]. Available: <https://bbn.kiwoom.com/research/SPdfFileView?rMenuGb=CI&attaFile=1621243311973.pdf&makeDt=2021.05.17>.
- [11] C. W. Byun, H. K. Lee, H. S. Cho, N. S. Cho, and J. K. Lee, “Technology Development Trends of Displays for Implementation of Hyper-realistic Augmented Reality/Virtual Reality,” *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 32, No. 6, pp. 48-56, December 2017. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2017.J.320606>
- [12] YonHap News Agency, Zuckerberg: Achieving "Sight 1.0" Virtual Reality at Human Retinal Resolution [Internet]. Available: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20220621003700075>.
- [13] J. Park, H. Seung, D. C. Kim, M. S. Kim, and D. H. Kim, “Unconventional Image-sensing and Light-emitting Devices for Extended Reality,” *Advanced Functional Materials*, Vol. 31, No. 39, 2009281, January 2021. <https://doi.org/10.1002/adfm.202009281>
- [14] Ai Times, Cybersickness by the VR Device “Could ‘Stretchable’ Display Technology Be the Solution?” [Internet]. Available: <http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=137669>.
- [15] J. W. Yeom and G. S. Choi, “Recent Research Trends in Three-dimensional Expression Technology in AR/VR,” *The Journal of the Korean Institute of Communication and Information Sciences*, Vol. 36, No. 10, pp. 3-9, October 2019.
- [16] S&T GPS, The Race Is on To Win the Metaverse Market, Which Bridges the Real and Virtual Worlds [Internet]. Available: <https://now.k2base.re.kr/portal/trend/mainTrend/view.do?poliTrndId=TRND000000000046888&menuNo=200004&pageIndex=>.
- [17] IT Chosun, Facebook, Unveils Prototype Sunglasses-shaped Next-gen VR Headset [Internet]. Available: https://it.chosun.com/site/data/html_dir/2020/06/30/2020063003574.html.
- [18] VR·AR Device Production and Use Guidelines, National IT Industry Promotion Agency, May 2021.
- [19] D. Wolf, D. Besserer, K. Sejunaitė, A. Schuler, M. Riepe, and E. Rukzio, “cARe: An Augmented Reality Support System for Geriatric Inpatients with Mild Cognitive Impairment,” in *Proceedings of the 18th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, pp. 1-11, November 2019. <https://doi.org/10.1145/3365610.3365612>
- [20] R. S. Silva, A. M. Mol, and L. Ishitani, “Virtual Reality for Older Users: A Systematic Literature Review,” *International Journal of Virtual Reality*, Vol. 19, No. 1, pp. 11-25, January 2019. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2019.19.1.2908>
- [21] J. W. Lee, J. H. Ahn, J. P. Lee, and C. J. Park, “Exploring the Technological Solution of HMD Lightening and Miniaturization To Increase the Utilization of AR and VR Technologies in the Military Sector,” *Defense & Technology*, Vol. 515, pp. 132-137, January 2022.
- [22] K. Bang, Y. Jo, M. Cha, and B. Lee, “Lenslet VR: Thin, Flat and Wide-FOV Virtual Reality Display Using Fresnel Lens and Lenslet Array,” *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 27, No. 5, pp. 2545-2554, May 2021. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3067758>
- [23] J. S. Rho, Next-generation Virtual/Augmented Reality

- Devices and Nano-based Metamaterials, Korea Institute of Materials Science, Seoul, ISSN 2733-6387, March 2020.
- [24] G. Y. Lee, J. Y. Hong, S. H. Hwang, S. I. Moon, H. K. Kang, S. H. Jeon., ... and B. H. Lee, "Metasurface Eyepiece for Augmented Reality," *Nature Communications*, Vol. 9, No. 1, pp. 4562, November 2018. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07011-5>
- [25] J. H. Kim, Trend of Senior Care Digital Technology with Population Aging, Institute for Information & Communication Technology Planning & Evaluation, Vol. 2010, pp. 13-22, August 2021.
- [26] Health Korea News, Using the Metaverse to Treat Geriatric Diseases [Internet]. Available: <https://www.hkn24.com/news/articleView.html?idxno=330085>.
- [27] KOTRA & KOTRA Overseas Market News, Here Comes the Senior Metaverse, for the Elderly [Internet]. Available: <https://dream.kotra.or.kr/kotranews/index.do>.
- [28] RendeVer [Internet]. Available: <https://www.rendeVer.com/>.
- [29] Looxidlabs [Internet]. Available: <https://www.looxidlabs.com/>.
- [30] SY INOTECH [Internet]. Available: <http://www.btcare.co.kr/>.
- [31] RPIO [Internet]. Available: <http://www.rpio.co.kr/index.php>.
- [32] KT Enterprise [Internet]. Available: https://www.enterprise.kt.com/pd/P_PD_BS_VS_001.do.
- [33] Twohands Interactive [Internet]. Available: <https://www.play-didim.com/>.
- [34] N. Thapa, H. J. Park, J. G. Yang, H. Son, M. Jang, J. Lee, ... and H. Park, "The Effect of a Virtual Reality-Based Intervention Program on Cognition in Older Adults with Mild Cognitive Impairment: A Randomized Control Trial," *Journal of Clinical Medicine*, Vol. 9, No. 5, 1283, April 2020. <https://doi.org/10.3390/jcm9051283>
- [35] B. Lee, T. Lee, H. Jeon, S. Lee, K. Kim, W. Cho, ... and J. Jang, "Synergy Through Integration of Wearable EEG and Virtual Reality for Mild Cognitive Impairment and Mild Dementia Screening," *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, Vol. 26, No. 7, pp. 2909-2919, February 2022. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2022.3147847>
- [36] H. Chang, Y. Song, and X. Cen, "Effectiveness of Augmented Reality for Lower Limb Rehabilitation: A Systematic Review", *Applied Bionics and Biomechanics*, Vol. 2022, 4047845, <https://doi.org/10.1155/2022/4047845>
- [37] M. G. Cho, "A Study on Smart Aging System for the Elderly Based on Metaverse," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 20, No. 2, pp. 261-268, February 2022. <https://doi.org/10.14400/JDC.2022.20.2.261>
- [38] T. H. Kim, J. I. Kim, J. W. Seo, and J. H. Do, "Development of MCI Extended Reality-based Cognitive and Motor Training Workbench and Contents Design Proposal for Older People," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 26, No. 11, pp. 1755-1758, November 2022.
- [39] H. J. Kim, "A Research on UX (User Experience) of VR Game for Exercise by the Elderly Including the Middle-aged," *Journal of the Korean Society Design Culture*, Vol. 26, No. 4, pp. 135-148, December 2020. <https://doi.org/10.18208/ksdc.2020.26.4.135>
- [40] UPTECH. Meta Quest3 [Internet]. Available: <https://uptechkr.com/%EB%A9%94%ED%83%80-%ED%80%98%EC%8A%A4%ED%8A%B8-3/>.
- [41] Business Post. HMD for the Metaverse: Meta-Apple-Sony Three-way Battle [Internet]. Available: https://www.businesspost.co.kr/BP?command=article_view&num=273108.
- [42] J. S. Lee and K. N. Lee, "A Study on the Elderly's User Experience by Using Virtual Reality," *Journal of Knowledge Information Technology and System*, Vol. 13, No. 3, pp. 305-317, June 2018. <https://doi.org/10.34163/jkits.2018.13.3.002>



정영재 (Youngjae Jeong)

2016년 : 건양대학교 의공학과(공학학사)
2018년 : 연세대학교 의공학과(공학석사)

2022년~현재 : UST 한의융합과 학전공 박사과정
※ 관심분야 : 가상현실(VR), 증강현실(AR), 동작분석(Motion Analysis), 생체역학(Biomechanics)



김태홍 (Taehong Kim)

2014년 : UST 응용정보과학(공학박사)

2014년~2018년 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원
2014년~현재 : 한국한의학연구원 책임연구원
※ 관심분야 : 가상현실(VR), 증강현실(AR), 디지털 헬스케어 (Digital Helthcare), 시맨틱 웹(Semantic Web)

김중일(Joong Il Kim)



2014년 : 연세대학교 의과학과(의학박사)

2018년~현 재: 한국한의학연구원 선임연구원

※관심분야 : 디지털 헬스케어(Digital Helthcare), 안구 운동(Eye-Movement), 뉴로 사이언스(Neuroscience)

서정우(Jeong-Woo Seo)



2006년 : 건국대학교 의용전자공학과(공학사)

2013년 : 건국대학교 의학공학과(공학석사)

2018년 : 건국대학교 의학공학과(공학박사)

2022년~현 재: 한국한의학연구원 기술연구원

※관심분야 : 생체역학(Biomechanics), 재활 공학(Rehabilitation Engineering)

장경미(Kyoung-Mi Jang)



2009년 : 성신여자대학교 심리학과(임상신경심리 석사)

2018년 : 성신여자대학교 심리학과(임상신경심리 박사)

2022년~현 재: 한국한의학연구원 선임연구원

※관심분야 : 가상현실(VR), 증강현실(AR), 뇌전도(EEG), 인지 기능(Cognitive Function), 사이버 멀미(Cyber-Sickness)

도준형(Jun-Hyeong Do)



2008년 : KAIST 전기 및 전자공학 (공학박사)

2008년~현 재: 한국한의학연구원 책임연구원

2014년~현 재: UST 한의융합과학전공 교수

※관심분야 : 가상현실(VR), 증강현실(AR), 디지털 헬스케어(Digital Helthcare), 컴퓨터 비전(Computer Vision)