

# 가상현실/증강현실 원격 협업 기술 동향

## Trends in Remote Collaboration Technology for Virtual and Augmented Reality

방준성 (J.S. Bang, hjang21pp@etri.re.kr)	VR/AR 기술연구그룹 선임연구원
김승원 (S.W. Kim, seungkimkr@gmail.com)	University of South Australia 박사후연구원
이영호 (Y.H. Lee, youngho@ce.mokpo.ac.kr)	목포대학교 컴퓨터공학과 부교수
이 건 (G. Lee, gun.lee@unisa.edu.au)	University of South Australia 선임연구원
이현주 (H.J. Lee, hjoo@etri.re.kr)	VR/AR 기술연구그룹 책임연구원/PL
이길행 (G.H. Lee, ghlee@etri.re.kr)	차세대콘텐츠연구본부 책임연구원/본부장

In general, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) are technologies used to overcome the limitations of space and time in human communications. Currently, VR and AR companies are mostly developing contents for a single user. However, it is expected that there will be a need for sharing experiences among two or more users in a VR/AR environment. In this paper, we investigate the trends in remote collaboration technologies for VR/AR that allow two or more users to share video, voice, and gestures, as well as emotions. We will also discuss the future of such technologies.

\* DOI: 10.22648/ETRI.2017.J.320611

\* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2017년도 문화기술 연구개발 지원사업으로 수행되었음[실세계 연계 실감형 e-레저 콘텐츠 서비스 기술 개발].



본 저작물은 공공누리 제4유형  
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

2017  
Electronics and  
Telecommunications  
Trends

- I. 서론
- II. 배경지식
- III. 가상현실/증강현실  
원격 협업 기술 동향
- IV. 가상현실/증강현실  
원격 협업 기술 전망
- V. 결론

## I. 서론

인류는 원거리에 있는 사람들과 의사소통을 하기 위해 다양한 통신 방법을 개발해왔다. 불꽃이나 연기 등 멀리서도 볼 수 있는 신호를 이용하거나 구두나 문자로 소식을 주고받았다. 정보통신 기술의 발전은 공간과 시간에서 정보 교환 한계를 극복하게 한다. 유선 및 무선 인터넷의 발전에 힘입어, 오늘날에는 고품질의 음성 및 영상 통신이 가능하다. 화상회의는 회의 참여자들 대상의 텔레프레젠스(Telepresence)를 제공하지만, 공간상의 정보 교환이나 실시간 원격지 협업을 하기에는 한계가 존재한다. 원격협업 시스템은 서로 멀리 떨어져 있는 사용자들이 함께 작업할 수 있도록 도와주는 시스템이다. 음성 및 영상 신호를 주고받는 기존의 시스템은 효과적 원격 협업 환경 지원을 위해 가상현실(VR: Virtual reality), 증강현실(AR: Augmented reality), 착용형 컴퓨팅(Wearable computing) 기술 등과 융합되어 새로운 방향으로 발전하고 있다[1], [2]. 최근 IT 업계의 많은 관심을 받고 있는 VR/AR은 미디어의 공간과 시간을 확장하는 기술이다. VR/AR 기술을 이용하면, 서로 다른 곳에 있는 사용자들이 가상의 공간을 공유하여 협업하거나 현실 공간 내에 증강된 정보/가상 객체를 이용하여 협업하는 것이 가능해진다. 현재, 대부분의 VR/AR 콘텐츠는 1인 사용자 중심으로 개발되고 있으나, 점차 2인 이상의 사용자들 사이의 경험을 공유할 수 있는 VR/AR 환경에 대한 요구가 있을 것으로 예상된다.

본고에서는 2인 이상의 사용자가 영상, 음성, 제스처 등을 공유하며 같은 공간 또는 다른 공간에서 작업하는 다양한 형태의 원격 협업 기술들을 다룬다. 물리적 상황의 촬영, 전송, 재현하는 것을 뛰어넘어 협업에 참여하는 사용자들의 생체 정보, 감성 정보까지 공유하는 것을 가능하게 하는 VR/AR 원격 협업 연구도 살펴본다. 이를 통해 향후 VR/AR 원격 협업 기술에 대해 전망한다.

## II. 배경지식

### 1. 상호작용, 콘텐츠 생성, 네트워크의 발전

컴퓨터가 등장한 이래로 인간과 컴퓨터 사이의 인터페이스는 계속 발전해왔다. 초기의 컴퓨터에는 펀치카드와 같이 원시적인 입력장치가 사용되었다. 1980년대에 키보드와 마우스가 발명되어 현재의 주요 컴퓨터 입력장치로 사용되고 있다. 지속적으로 음성 입력, 펜글씨 입력, 제스처 입력 등 다양한 입력방법이 연구되고 있다. 최근에 음성 입력이 인공지능(AI) 기술과 결합되어 스피커 형태의 지능형 가전제품이 등장하게 되었다[3]. 이러한 발전 과정에서 인간과 컴퓨터의 상호작용이 인간과 인간의 의사소통처럼 자연스럽게 하기 위한 연구가 계속 이어질 것이다.

많은 연구자가 이러한 입력장치가 사람의 감정과 생각을 이해하는 단계로 발전할 것이라 예측하고 있다. 이러한 노력의 예로 손목시계형 생체신호 측정 장비, 모바일 뇌파 측정 장비, 표정 인식 기술 등이 발전하고 있다 [4]. 이러한 데이터를 종합적으로 인공지능의 학습데이터로 사용하여 인간의 감성을 추정하기 위한 여러 가지 실험이 진행 중이다.

기술의 발전은 다양한 콘텐츠를 쉽게 제작할 수 있게 했다. 1800년에 처음 사진 기술이 등장한 이래로 사진, 영화, 비디오 등의 매체가 발전하였다. 기술 초기 단계인 아날로그 방식의 사진, 영화 촬영 장비들도 디지털 방식으로 변화되면서 고성능의 휴대성이 높은 장비들을 저렴하게 사용 가능해졌다. 이후, 소수의 전문가만 사용할 수 있던 장비와 응용프로그램들이 일반인들도 쉽게 사용할 수 있는 수준으로 발전하였다. 영상처리 기술이 인공지능과 결합되어 3차원 모델 제작도 가능해졌다. 구글에서 만든 탱고 휴대폰은 3차원 모델을 실시간으로 제작할 수 있다[5]. 360도 카메라를 이용하여 사용자의 현실 공간을 촬영하여 원격지에 실시간으로 전송하는 것도 가능하다. 개인의 감성적인 체험을 몰입감, 현실감

있게 촬영하여 공유할 방법이 등장한 것이다.

마지막으로, 비약적으로 발전한 네트워크 기술은 콘텐츠 공유를 확산시킨다. 유선 네트워크는 불과 몇 년 전 1Gbits/s에서 최근 10Gbits/s, 40Gbits/s로 고속화, 고용량화되고 있으며, 무선 네트워크는 4G에서 5G로 발전하며 이동 환경에서의 1G급 송수신을 위한 연구를 하고 있다. 이러한 유무선 네트워크 환경은 고품질의 사진, 비디오뿐 아니라 실시간으로 360도 영상을 전송할 수 있는 수준까지 향상되었다.

앞서 설명한 사용자 감성인식 인터페이스 및 콘텐츠 획득 기술과 네트워크 기술의 발전에 힘입어 가상/증강 현실 원격협업 기술에 대한 연구가 확대될 것으로 예상된다.

## 2. 가상현실/증강현실

VR과 AR은 각종 컴퓨터 하드웨어 기술과 컴퓨터 그래픽스(Computer graphics), 컴퓨터 비전(Computer vision) 등의 소프트웨어 기술의 발전으로 주목받게 된 차세대 콘텐츠 기술이다. VR은 컴퓨터로 생성된 가상의 공간에서 사용자가 상호작용할 수 있도록 해주는 인간-컴퓨터 인터페이스(HCI: Human-computer interface) 기술이다[6]. VR이라는 용어는 1980년대 중반 재론 래니어(Jaron Lanier)에 의해 사용되기 시작했다고 한다 [7], [8]. VR 체험을 위한 초기의 VR 기기들은 디스플레이 해상도가 낮고 착용이 불편한 데다 가격도 비싸 시장에서 외면받았으나, 광학, 디스플레이, 컴퓨팅 플랫폼 등의 기술 발전으로 VR 산업은 오늘날 다시 주목을 받고 있다. VR 콘텐츠 체험을 위해서는 VR HMD, 제스처/모션 인식 장치 등이 필요하며, 가상 공간에서의 모의 훈련, 여행, 게임 등의 VR 어플리케이션 개발이 가능하다.

AR은 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상의 사물이나 정보를 합성하여 보여주는 컴퓨터 그래픽 기술이다[6]. AR이라는 용어는 1990년대 초반 보잉사의 연구

원이었던 토마스 코델(Thomas P. Caudell)이 처음 사용했다[9]. 토마스 코델은 공장에서 작업자가 피가공물의 표면에서 가상으로 특별한 표시나 지시사항을 볼 수 있는 새로운 기술을 적용해보고자 했다. 이를 위해, 작업자는 투과형(See-through) HMD를 착용해야 했고, 기술적으로 영상이 실제 사물 위에 정확히 투영되어 보이도록 보정작업이 필요했다.

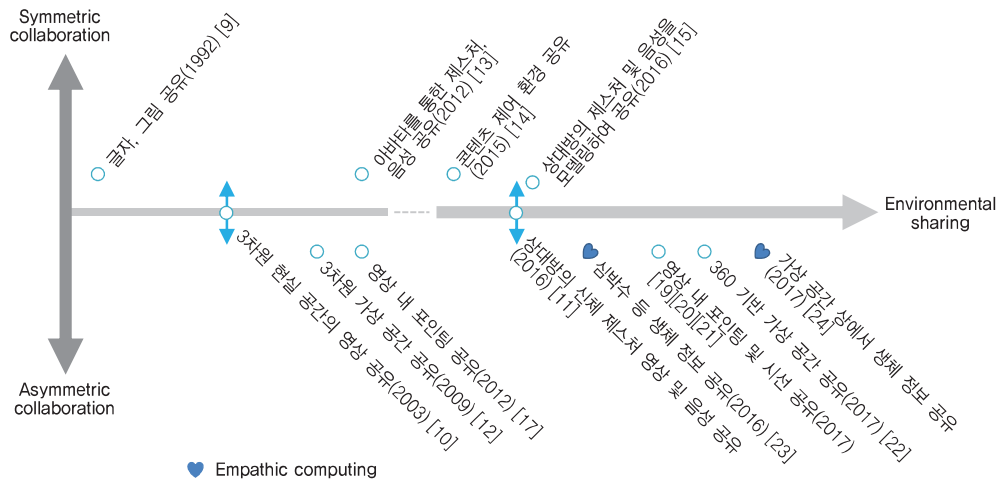
VR은 컴퓨터가 생성한 가상의 공간에서 생성된 오감을 인간이 체험하는 반면, AR은 현실공간에서 가상의 컴퓨터가 생성한 물체를 인간이 다루는 개념이다. 그렇기 때문에 이 두 기술의 응용은 다를 수밖에 없다. VR은 우주 공간 탐사, 해저 체험 등에 적합하지만 AR은 현실의 물체에 가상의 정보를 부가적으로 제공하여 인간의 작업을 돕는 기술이다. 원격 협업에서도 새로운 공간, 정보-집약의 공간을 이용해야 하는 경우와 현실 공간을 활용해야 하는 경우로 구분되어 VR과 AR 기술이 적용된다.

## III. 가상현실/증강현실 원격 협업 기술 동향

### 1. 원격 협업 기술의 분류

VR/AR 원격 협업을 기술의 발전 방향에 따라 3가지 관점에서 분류해 본다. 첫째로, 원격 협업의 형태는 협업에 참여하는 사용자의 역할에 따라 동등-역할 협업(Equal-role collaboration)과 원격 전문가와 1인 또는 그 이상의 현장 작업자의 관계처럼 비등-역할 협업(Unequal-role collaboration)으로 구분할 수 있다. 협업에 참여하는 사용자들 사이의 환경적 공유(Environmental sharing) 정도에 따라 기술적 차이점을 갖는다. 예를 들어, VR/AR 공간이 공유될 수 있다.

협업에 참여하는 사용자들이 동일한 위치에서 또는 원격지에서 AR 작업 공간을 공유할 수 있는지, VR 공간을 얼마나 많은 사용자가 공유할 수 있는지, 일부 사용자의 AR 공간이 원격지에 있는 사용자에게 VR 공간



(그림 1) VR/AR 원격 협업 기술의 분류

으로 공유될 수 있는지 등의 공유 공간에 따라 각각의 기술적 이슈가 있게 된다. 또한, 공간 이외에, 영상, 음성, 제스처뿐 아니라, 현실에 있는 객체를 3차원 모델링하여 VR/AR 공간상에 물리 속성을 갖는 가상 객체로 공유할 수도 있다. 셋째로, 그 VR/AR 협업 공간 내에 참여하는 사용자들의 감성 정보 공유 정도에 따라 원격 협업 기술을 구분할 수 있다. 협업에서 사람의 생체, 감성 등의 정보는 작업에 직접 영향을 줄 뿐 아니라, 게임 등의 엔터테인먼트 콘텐츠 제공에서도 다양하게 이용될 수 있다. (그림 1)에서는 이 3가지 관점에서 VR/AR 원격협업의 기술들을 분류하였다.

## 2. 원격 협업 기술의 예

비디오 화상회의 시스템에서는 일반적으로 상대방을 볼 수 있지만, 상대방의 시선이 어디에 있는지 어떤 작업을 하고 있는지 알 수 없다. 미국 MIT 미디어랩에서 제작된 클리어보드(Clear board)는 두 사람이 같은 장소에서 투명한 유리판을 사이에 두고 유리에 글과 그림을 그리며 공동 작업하는 것처럼 컴퓨터 시스템을 이용하여 원격리에 있는 작업자들이 협업할 수 있도록 지원하는 원격협업 시스템이다[10]. 사용자는 클리어보드의 디스플레이를 통해 원격리에 있는 상대방의 얼굴, 작업

내용뿐만 아니라 시선이 어디에 있는지를 직관적으로 이해할 수 있다.

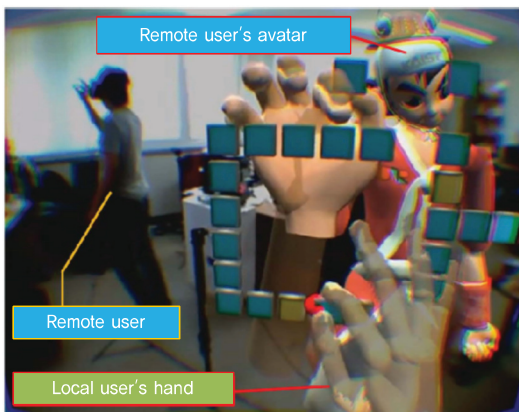
여러 사람이 실시간 비디오 회의를 진행할 때에는 각 장소의 참여자가 누구를 보고 있는지 알 수 없어 회의의 집중도가 떨어지기도 한다. 같은 장소에서 회의할 때는 모든 참여자가 발언자를 바라보는 것을 알 수 있지만, 원격 비디오 회의에서는 알 수 없다. Gaze-2는 다자간 비디오 회의의 문제점 중 하나인 시선 처리 문제를 해결하기 위해, 사용자의 시선에 따라 비디오 화면을 3차원 공간에서 회전시켰다[11]. 이 시스템을 이용하면 회의에서 다른 참여자들이 누구를 보고 있는지 파악할 수 있다.

마이크로소프트의 Room2Room은 프로젝터를 이용한 증강현실 환경에서의 원격 협업 기술이다[12]. 이 연구의 데모 시스템을 보면, 두 사람이 각각 다른 방의 의자에 앉아 있다. 그리고 다른 방에 있는 상대방의 모습이 천장에 부착된 프로젝터에 의해 맞은편의 의자에 투영된다. 여기에 사용된 장비는 키넥트(Kinect)와 프로젝터이다. 이 시스템을 이용하면 사용자는 모니터 화면에서 상대방을 볼 때와 달리, 상대방의 전신을 볼 수 있기 때문에 음성언어뿐만 아니라 비음성 언어도 이해할 수 있다.

아바타를 이용한 원격협업도 연구되고 있다. 세컨드

라이프는 아바타를 이용하여 사용자가 3차원 가상공간에서 디지털 삶을 살 수 있는 일종의 가상현실 게임이다 [13]. 세컨드라이프에서는 여러 사람이 모여 공동체를 구성하여 의사소통할 수 있는 가상 공간을 생성하였다. 마이크로소프트는 아바타 키넥트를 출시하여 아바타를 이용한 원격협업 시스템의 가능성을 보여주었다[14]. 아바타 키넥트는 XBox에 부착된 키넥트를 이용하여 사용자의 몸짓을 인식한 후, 가상공간의 아바타에게 매핑한다. 여러 사용자가 네트워크를 통해 자신의 아바타를 공유하며 대화를 할 수 있다.

원거리에 있는 두 사람이 가상의 콘텐츠를 증강현실 환경에서 공유하고 손동작으로 콘텐츠를 제어하는 것이 가능한 원격협업 시스템도 제안되었다[15]. 이 시스템의 한 노드에는 사용자 전신의 몸짓을 추적하는 카메라가 외부에 부착되고 사용자의 손동작을 추적하는 카메라가 HMD에 부착된다. 사용자는 비디오 투시형(Video see-through) HMD를 착용하고 그 HMD를 통해 상대방의 아바타와 작업을 해야 하는 콘텐츠를 보게 된다. 그리고 손동작을 이용하여 가상의 물건을 옮기거나 선택하는 작업을 원격 사용자와 공동으로 수행한다. 아래의 (그림 2)는 사용자가 HMD를 통해 보고 있는 화면으로, 원격지의 사용자와 그의 아바타, 그리고 손동작을 이용하여 게임을 진행하는 모습을 볼 수 있다.



(그림 2) 두 명의 사용자가 손을 이용하여 가상의 콘텐츠를 조작하는 모습[14]



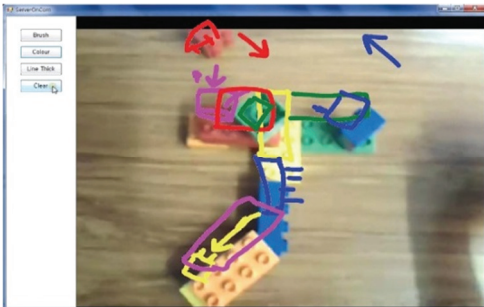
(그림 3) 두 사용자가 홀로포테이션 하는 모습[16]

최근 마이크로소프트, 페이스북 등에서 자사의 HMD를 선보이며 미래의 원격협업 시나리오를 선보였다. 특히, 마이크로소프트에서는 홀로렌즈를 발표하면서 홀로포테이션(Holoportation)이라는 기술을 시연하였다[15], [16], [18]. 이 기술은 (그림 3)처럼 원거리에 있는 각각의 방에 실시간으로 공간을 3차원 모델링을 할 수 있는 카메라를 설치하여 사용자를 3차원 모델로 만든다. 그 후 그 결과를 네트워크를 통해 전송하여, 홀로렌즈 디스플레이를 이용하여 다른 장소에 재현한다. 이 기술은 다른 장소에 있는 사람을 실시간으로 3차원으로 모델링하기 때문에 바로 앞에 나와 같은 장소에서 있다는 느낌이 들게 한다.

앞의 연구가 동등한 입장에서 멀리 떨어져 있는 사람과 공동 작업하는 예시라면, 현장에서 물리적인 작업을 수행하는 현장 작업자가 원거리에 있는 원격 전문가의 도움을 받아 작업을 수행할 수 있는 증강현실 원격협업 시스템도 개발되었다. 예를 들어, 사무실에 있는 전문가는 대형화면을 보면서 작업을 지시하고, 현장 작업자는 모바일 장치를 이용하여 작업 내용을 전송하거나 지시 사항을 수신 받는다[19], [20]. 이 시스템의 특징은 현장 작업자의 태블릿으로 촬영한 영상을 원격의 전문가가 실시간으로 볼 수 있으며, (그림 4)와 같이 포인팅(Pointing)과 드로잉(Drawing)의 두 가지 방법으로 지시 사항을 전달할 수 있다. 전문가는 작업자의 작업대를 실시간으로 볼 수 있으며, 그림을 그려 작업자에게 지시사



(a)

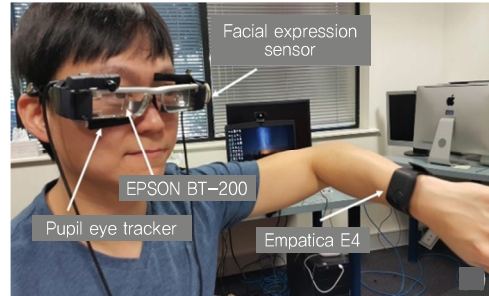


(b)

(그림 4) 실시간 비디오나 정지 영상에 포인터로 표시한 내용(a)과 그림으로 표현한 내용(b)[17].

향을 알릴 수 있어 말로 설명하기 어려운 의견을 현장 작업자에게 전달할 수 있다.

또한, 원격 전문가와 현장 작업자 간의 원격 협업을 향상시키기 위한 또 다른 노력으로 사용자의 시선 정보를 공유하는 방안이 연구되었다. 예를 들어, HMD를 착용한 현장 작업자가 고장난 기계를 수리하고자 할 때, 원격의 전문가는 HMD에 보이는 촬영 영상을 보며 현장에 있는 사용자의 작업에 도움을 줄 수 있다. 원격 전문가가 작업 지시내용을 현장 작업자의 디스플레이에 보이는 화면의 특정 부분을 마우스 포인터로 표시한다 [21]. 또한, 현장 작업자가 작업대의 어디를 보는지 HMD에 부착된 시선추적 시스템(Eye tracking)으로부터 값을 얻어 원격 전문가의 모니터에 표시해 준다[22], [23]. 이렇게 보여지는 정보는 사용자가 서로 공유된 영상 상의 어느 부분을 눈으로 보고 있는지 알게 함으로써, 음성을 통한 의사소통에 공간적인 맥락정보를 제공한다. (그림 5)는 작업자가 착용한 장비와 원격 전문가



(a) 작업자가 HMD와 각종 장비를 착용한 모습



(b) 작업자와 전문가의 원격회의

(그림 5) HMD와 각종 장비를 착용한 작업자와 원격회의[2]

와의 협업과정을 보여준다.

2차원 카메라 대신 360도 비디오카메라를 이용한 원격협업 시스템도 연구되고 있다. 일본의 동경대에서는 Jackin Head라 불리는 시스템을 개발하였다[24]. 이 시스템에서 한 사람이 6대의 HD 카메라가 부착된 헤드셋을 착용하고 다른 한 사람이 가상현실 HMD를 착용한다. 6대의 카메라에서 촬영된 영상은 영상처리 과정을 거쳐 네트워크를 통해 가상현실 HMD를 착용한 사용자에게 전송된다. 이 장치를 이용하여 한 사람이 도시를 여행하거나 운동경기에 참여하면, 다른 사람은 그 사람의 관점에서 고화질 360도 가상현실 영상을 보며 관람할 수 있다.

## IV. 가상현실/증강현실 원격 협업 기술 전망

### 1. 다양한 협업 플랫폼

VR/AR 응용들은 다양한 사용자 인터페이스들을 통해 실현된다. 특히, 디스플레이 방식에 따라 원격 협업

을 위한 응용프로그램의 정보 표현 방식이 달라질 수 있다. 스마트폰, 스마트패드와 같은 핸드-헬드(Hand-held) 디스플레이, 스마트글래스와 같은 착용형 디스플레이, 프로젝터를 이용한 비착용형 디스플레이[25], 홀로그래픽 디스플레이 등의 방식을 갖는 다양한 플랫폼에서의 협업 환경이 제공될 수 있어야 하며, 이들 이종의 플랫폼 사이에서도 협업이 가능해야 한다. VR/AR 공간에서 가상 객체 조작을 하는 경우에 제스처 인식, 시선 추적 등 각 플랫폼에서의 사용자 인터페이스 사이에 있을 제어 정확도, 반응 감도 등의 차이도 고려되어 원격 협업 환경이 구성되어야 할 것이다. 무인항공기, 로봇 등 카메라가 장착되어 촬영된 영상의 전달이 가능한 이동형 기계 그 자체의 작업 환경도 고려되어야 한다. 또한, 2대 이상의 무인항공기를 2인 이상이 협업하여 작업해야 하는 경우에 조작과 제어 등에 대한 연구 이슈가 있을 수 있다[26].

## 2. 물리 속성을 갖는 가상 객체와의 상호작용

VR/AR 기술을 통해 현실 세계에 있는 물체를 가상 객체로 모델링하여 원격지에 있는 사용자와 그 정보를 공유할 수 있다. 가상객체는 현실 물체의 외형을 복사할 뿐 아니라, 현실 속의 무게, 질감, 속도 등의 물리 속성을 가질 때, 협업 환경에서의 현실감, 정보의 이해, 작업 판단의 효과성 등을 얻을 수 있다. 예를 들어, 건축 협업을 하는 경우 원격지에 있는 사용자로부터 받은 가상 객체의 무게에 따라 적절한 건축 자재를 선택할 수 있을 것이며, 의복 디자인 협업을 하는 경우 원격지 사용자로부터 받은 가상 소재의 색상과 질감에 따라 원하는 의상을 디자인할 수 있을 것이다.

이를 위해서는 카메라를 비롯한 다양한 센서를 통해 물체의 외형, 질량, 질감과 같은 물리적 정보뿐 아니라, 생산자 정보, 유통정보, 사용 이력 등 다양한 정보를 획득, 저장할 수 있는 방법과 이를 재현하여 사용자가 이

정보를 사용할 수 있도록 하는 인간의 오감에 해당하는 가시화 기술이 필요하다.

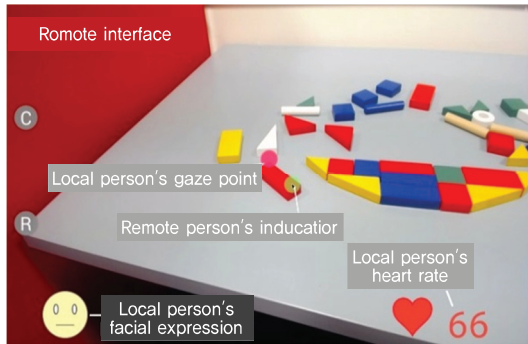
## 3. 보안된 원격 협업

VR/AR 원격 협업 환경에서 통신 네트워크상의 공격으로 사용자의 시야 방해, 부정확한 정보 제공, 제어권 탈취 등을 시도하는 중간 침입자가 있을 수 있다. 증강된 정보가 제공되는 스마트카에 시야 방해는 사고 발생률을 높이며, 금융업 관계자들에게 제공되는 정보 오류는 경제에 치명적인 영향을 줄 수 있다. VR/AR에서는 많은 정보가 증강되어 사용자에게 제공되기 때문에, 협업에 있어서 보안된 채널 유지는 필수적이다. 인명이나 재산상 손해를 가져올 수 있는 정보에 대해서는 엄격한 관리가 필요하다. 또한, 통신 네트워크상에서의 보안과 별도로, VR/AR 공간상에서의 이상 징후를 자동으로 발견하기 위한 VR/AR 공간의 인공지능 보안관이 필요하다.

## 4. 생체 정보 및 감성 정보 공유의 협업

원격협업 기술은 원격지의 사용자가 주로 비디오와 음성신호를 주고받는다. 하지만 이러한 방식은 여러 사용자가 한 장소에서 마음을 터놓고 서로 이해하며 협업하는 방식을 따라가기에는 한계가 있다.

앞으로는 사용자의 시선뿐만 아니라 심박 수, 피부전도도 등의 생체신호도 원격협업에 사용될 것이다[2]. 작업자의 시선에 표정, 심박 수, 피부전도도 등의 생체 정보를 더하여 감성 정보를 추출하는 연구가 진행되고 있다. (그림 5)와 같이 현장 작업자는 HMD를 비롯한 생체신호를 측정할 수 있는 장비를 착용하며, 이로부터 획득된 여러 가지 정보를 원격 전문가가 (그림 6)과 같은 사용자 인터페이스를 통해 볼 수 있다[27]. 이러한 시스템은 원격 전문가가 현장 작업자의 작업 내용뿐만 아니라 생물학적 상황과 감정까지 파악하고 문제 발생 시 적절한 대응을 할 수 있도록 도움을 줄 수 있다.



(그림 6) 원격전문가에게 보여지는 현장 작업자의 영상과 생체정보[2]



(그림 7) 생체신호 획득을 위한 센서와 HMD를 착용한 사용자[24]

두 사람이 하나의 가상공간을 공유하고 한 사람의 생체신호를 다른 사람에게 시각적, 청각적으로 가시화하였을 때 미치는 영향에 대한 연구도 있었다[28]. 이 연구에서 한 사람이 가상현실 게임을 즐기고 있고 그 사람의 가상공간 속 좌표와 생체신호를 다른 사람에게 전송한다. 두 번째 사람은 게임을 진행하고 있는 사람과 같은 위치에서 생체신호를 시각적, 청각적으로 체험한다. 사용자는 (그림 7)과 같이 생체신호 획득을 위한 센서와 HMD를 착용한다. 물론 아직 감성을 전달할 수 있는 방법에 대해서는 많은 연구가 필요하다.

앞으로 원격 참여자 간의 시각적인 정보 전달뿐 아니라 감성적인 정보까지 공유함으로써 참여자 간의 공감을 끌어낼 원격협업 시스템이 개발될 것으로 전망된다.

## V. 결론

본 글에서는 가상현실/증강현실 원격협업 기술 동향을 통해 살펴보았다. 새로운 사용자 인터페이스로서의 가상현실과 증강현실의 발전, 다양한 콘텐츠 생성 및 획득 방법의 발전, 그리고 네트워크 용량이 커지고 속도가 빨라지면서 원격협업 시스템의 발전도 지속되고 있다. 원격협업 기술은 향후 의료 및 교육 분야, 문화기술 분야와 결합되어 큰 사회적 경제적 효과를 유발할 것으로 기대된다. 원격 협업 시스템은 단순히 영상과 음성을 전송하는 화상회의 시스템이 아니라 다양한 기술이 융합되어 발전되고 있다. 이러한 노력이 시간과 공간의 제약을 뛰어넘어 감성까지 공유하여 원거리에 있는 사람들이 바로 옆에 있는 것처럼 함께 협력할 수 있는 기술을 개발하는데 일조할 것으로 기대한다.

### 용어해설

**가상현실(VR)** 컴퓨터로 생성된 가상의 공간에서 사용자가 상호작용할 수 있도록 해주는 인간-컴퓨터 인터페이스(HCI: Human-Computer Interface) 기술

**증강현실(AR)** 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상의 사물/정보를 합성하여 보여주는 컴퓨터 그래픽 기술

### 약어 정리

AR	Augmented Reality
HMD	Head/Helmet-Mounted Display
VR	Virtual Reality

### 참고문헌

- [1] R.T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," *Presence: Teleoperators Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, Aug. 1997, pp. 355-385.
- [2] Y. Lee et al., "A Remote Collaboration System with Empathy Glasses," *IEEE Int. Symp. Mixed Augment Reality*, Merida, Mexico, Sept. 19-23, 2016, pp. 3-4.
- [3] G. Clauser, "What Is Alexa? What Is the Amazon Echo, and Should You Get One?" 2017, Accessed Aug. 4, 2017. <http://thewirecutter.com/reviews/what-is-alexa-what-is-the-amazon-echo-and-should-you-get-one/>



- [4] R. Picard, *Affective Computing*, Cambridge, MA, USA: MIT press, 1997.
- [5] "Google Tango," Accessed Aug. 3, 2017. <https://get.google.com/tango/>
- [6] 방준성 외 "VR/AR 게임기술 동향," 전자통신동향분석, 제31권 제1호, 2016. 2, pp. 146-156.
- [7] Wikipedia, "Jaron Zepel Lanier," Accessed Aug. 3, 2017. [https://en.wikipedia.org/wiki/Jaron\\_Lanier](https://en.wikipedia.org/wiki/Jaron_Lanier)
- [8] VRWiki, "VPL EyePhone Model 1," Accessed Aug. 3, 2017. <https://vrwiki.wikispaces.com/VPL+EyePhone>
- [9] A.L. Janin, D.W. Mizell, and T.P. Caudell, "Calibration of Head-Mounted Displays for Augmented Reality Applications," *IEEE Virtual Reality Annu. Int. Symp.*, Searttle, WA, USA, Sept. 18-22, 1993, pp. 246-255.
- [10] H. Ishii and M. Kobayashi, "ClearBoard: A Seamless Medium for Shared Drawing and Conversation with Eye Contact," *Proc. SIGCHI Conf. Human factors Comput. Syst.*, Monterey, CA, USA, May 3-7, 1992, pp. 525-532.
- [11] R. Vertegaal et al., "GAZE-2: Conveying Eye Contact in Group Video Conferencing Using Eye-Controlled Camera Direction," *SIGCHI Conf. Human Factors Comput. Syst.*, Lauderdale, FL, USA, Apr. 5-10, 2003, pp. 521-528.
- [12] T. Pejisa et al., "Room2Room: Enabling Life-Size Telepresence in a Projected Augmented Reality Environment," in *Proc. ACM Conf. Comput.-Supported Cooperative Work Social Comput.*, San Francisco, CA, USA, 2016, pp. 1716-1725.
- [13] S. Warburton, "Second Life in Higher Education: Assessing the Potential for and the Barriers to Deploying Virtual Worlds in Learning and Teaching," *British J. Education Techol.*, vol. 40, no. 3, May 2009, pp. 414-426.
- [14] S. Junuzovic et al., "To See or Not to See: A Study Comparing Four-Way Avatar, Video, and Audio Conferencing for Work," in *Proc. ACM Int. Conf. Support Group Work*, Sanibel, FL, USA, Oct. 27-31, 2012, pp. 31-34.
- [15] J. Yu et al., "A Hand-Based Collaboration Framework in Egocentric Coexistence Reality," in *Int. Conf. Ubiquitous Robots Ambient Intell.*, Goyang, Rep. of Korea, Oct. 28-30, 2015, pp. 545-548.
- [16] S. Fanello et al., "Holoportation: Virtual 3D Teleportation in Real-time," *Proc. Annu. User Interface Softw. Technol.*, Tokoy, Japan, Oct. 16-19, 2016, pp. 741-754.
- [17] Microsoft, "Microsoft HoloLens," Accessed Apr. 20, 2017. <https://www.microsoft.com/en-au/hololens>
- [18] Facebook, "Facebook Spaces," Accessed Aug. 2, 2017. <https://www.facebook.com/spaces>
- [19] S. Kim, G.A. Lee, and N. Sakata, "Comparing Pointing and Drawing for Remote Collaboration," *IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality*, Adelaide, Australia, Oct. 1-4, 2013, pp. 1-6.
- [20] S. Kim et al., "Study of Augmented Gesture Communication Cues and View Sharing in Remote Collaboration," *IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality*, Adelaide, Australia, Oct. 1-4, 2013, pp. 261-262.
- [21] M. Billinghurst et al., "Is It in Your Eyes? Explorations in Using Gaze Cues for Remote Collaboration BT," in *Collaboration Meets Interactive Spaces*, New York, USA: Springer, 2016, pp. 177-199.
- [22] K. Gupta, G.A. Lee, and M. Billinghurst, "Do You See What I See? the Effect of Gaze Tracking on Task Space Remote Collaboration," *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, vol. 22, no. 11, Nov. 2016, pp. 2413-2422.
- [23] S.R. Fussell, L.D. Setlock, and R.E. Kraut, "Effects of Head-Mounted and Scene-Oriented Video Systems on Remote Collaboration on Physical Tasks," *Proc. Conf. Human factors Comput. Syst.*, Lauderdale, FL, USA, Apr. 5-10, 2003, pp. 513-520.
- [24] R. Komiya, T. Miyaki, and J. Rekimoto, "JackIn Space," *Proc. Augment Human Int. Conf. - AH '17*, 2017, pp. 1-9.
- [25] M. Taitet et al., "A Projected Augmented Reality System for Remote Collaboration," *IEEE Int. Symp. Mix. Augment. Reality*, Adelaide, Australia, Oct. 1-4, 2013, pp. 1-6.
- [26] 방준성, "무인항공기를 위한 증강/가상현실 기술 동향," 전자통신동향분석, 제32권 제6호, 2017, pp. 117-126.
- [27] K. Masai et al., "Empathy Glasses," *Proc. Conf. Extended Abstract Juman Factors Comput. Syst.*, San Jose, CA, USA, May 7-12, 2016, pp. 1257-1263.
- [28] A. Dey et al., "Effects of Sharing Physiological States of Players in a Collaborative Virtual Reality Gameplay," *Proc. CHI Conf. Human Factors Comput. Syst.*, Denver, CO, USA, May 6-11, 2017 pp. 4045-4056.