

# HMD 기반 혼합현실 기술

Mixed Reality Technology Using HMD

김화숙 (H.S. Kim, hwskim@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 책임연구원  
전준기 (J.K. Jeon, jkjeon@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 연구원  
엄기문 (G.M. Eom, gmum@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 책임연구원  
김선중 (S.J. Kim, kimsj@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 그룹장

\* 본고는 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임[No. 2017-0-00411, 몰입형 스크린미디어서비스 산업촉진을 위한 스마트스페이스 기술 개발].

최근 많은 종류의 HMD(Head mount display) 출시로 전시장 등 다양한 장소에서 가상현실을 체험할 수 있고, 포켓몬고와 같은 게임을 스마트폰을 통해 사용할 수 있게 됨에 따라 가상현실과 증강현실이 사용자들에게 일반화된 개념이 되어가고 있다. 이와 함께 마이크로소프트 홀로렌즈의 개발자 버전 출시를 통해 현실을 기반으로 가상현실과 같은 몰입감의 혼합현실을 제공하는 기술이 단순 컨셉트가 아니라 현실의 서비스로 실현되어 가고 있다. 본고에서는 가상현실, 증강현실의 일부 또는 독립적인 개념으로 분류되는 혼합현실, 특히 HMD 기반의 혼합현실 개념과 동향을 살펴보고, 한국전자통신연구원에서 개발된 HMD 기반 혼합현실 기술을 소개하고자 한다.

## 멀티미디어 & 방송기술 특집

- I. 머리말
- II. 혼합현실 개요
- III. HMD 기반 혼합현실 동향
- IV. HMD 기반 혼합현실 기술
- V. 맺음말



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

## I. 머리말

최근 많은 종류의 HMD 출시로 전시장 등 다양한 장소에서 가상현실을 체험할 수 있고, 스마트폰을 통하여 포켓몬고와 같은 게임을 사용할 수 있게 됨에 따라 증강현실이 사용자들에게 일반화된 개념이 되어가고 있는 가운데, 마이크로소프트 홀로렌즈의 등장으로 혼합현실 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 혼합현실 서비스는 가상현실 분야에 증강현실과 혼합현실을 포함하여 분류하기도 하며 기술간의 차별화를 위해 분리하기도 한다.

스마트폰의 고해상도와 다양한 센서 및 프로세서의 발전으로 360도 가상현실, 증강현실 서비스 제공이 용이해졌으나 평면 스크린과 스크린 크기 등의 제약으로 몰입감, 현실감을 제공하기에는 한계가 있다. 몰입감을 향상시키기 위하여 사용자의 눈앞에 광시야각을 제공하는 HMD(머리에 장착하는 형태의 디스플레이) 디바이스를 통하여 3차원 영상을 제공한다.

가상현실 HMD 제품은 1985년 미국 재런 래니어(Jaron Lanier)의 VPL 연구소에서 개발한 VR(Virtual reality) 고글 제품을 시작으로 계속 제품화가 시도되었으나, 제품의 무게와 제작 비용 문제로 상품화되지 못하였다. 이후 어안 렌더링 된 좌우 영상을 볼록렌즈를 통해 볼 수 있도록 하는 오클러스 리프트와 같은 방식의 제품을 통해 가격 및 기구의 무게가 현실화되었으며, 특히 고해상도 디스플레이와 위치 센서를 가진 스마트폰 장착 형태의 보급형 HMD가 출시되었다.

현실을 기반으로 몰입감을 제공하는 혼합현실을 위해서는 가상현실과 같은 HMD 디바이스에 현실 공간의 인식을 위한 센서들과 현실과 가상을 정합하기 위한 영상 처리 기술이 요구되며, 이를 위한 플랫폼이 전 세계적으로 활발하게 연구되고 있다.

2016년 마이크로소프트 홀로렌즈 개발자 버전 출시는 영화 등에서와같이 완벽하지는 않으나 현실을 기반

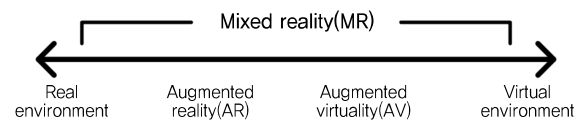
으로 몰입감과 현실감을 제공하는 혼합현실 기술이 미래를 위한 단순 컨셉트가 아니라 실생활의 서비스로 실현 가능성을 보여주고 있다.

본고에서는 가상현실, 증강현실의 일부 또는 독립적인 개념으로 분류되는 혼합현실, 특히 HMD 기반의 혼합현실 개요와 기술 동향을 살펴보고, 한국전자통신연구원에서 연구되고 있는 HMD 기반 혼합현실 기술을 소개하고자 한다.

## II. 혼합현실 개요

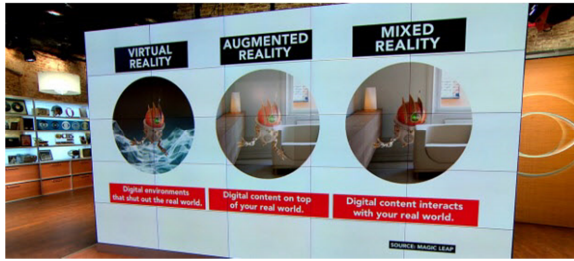
### 1. 혼합현실, 가상현실, 증강현실

일반적인 기술 구분에서 혼합현실은 컴퓨터에 의해 생성된 가상의 콘텐츠를 현실인 것처럼 느끼도록 제공하기 위한 기술이라는 관점에서 증강현실과 함께 가상현실이라는 범주에 포함된다. 1994년 Paul Milgram의 논문에서는 (그림 1)과 같이 ‘Virtuality continuum’이라는 개념[1]을 통해 가상현실을 설명하면서 현실과 가상의 연결 선상의 중간에 존재하는 혼합현실(MR: Mixed reality)을 정의한다. 한쪽 끝이 실제 환경만을 그대로 캡처하여 보여주는 현실 환경(Real environment)이고, 반대편이 컴퓨터 시뮬레이션과 같은 가상 환경(Virtual environment)이라고 할 때, 그 가운데 현실 환경에 가상을 추가하는 증강현실(AR: Augmented reality), 가상 환경에 현실을 더하는 증강가상(AV: Augmented virtuality)이 존재하며, 증강현실과 증강가상은 현실과 가상이 혼합되어 있다는 측면에서 혼합현실이라고 정의한다.



(그림 1) Virtuality Continuum

[출처] Wikipedia, [https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%8C%8C%EC%9D%BC:Reality-Virtuality\\_Continuum.svg](https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%8C%8C%EC%9D%BC:Reality-Virtuality_Continuum.svg) CC-BY3.0



(그림 2) Magic leap의 가상현실, 증강현실, 혼합현실 비교 영상[2]

[출처] CBS방송 영상 캡처, 매직 리프-브릿지경제에서 캡처

한편 혼합현실, 가상현실, 증강현실을 독립적으로 구분하는 경우, 작은 범위의 가상현실은 현실세계와 단절된 상태에서 가상 콘텐츠만 제공하는 경우를 의미하며, 증강현실은 실제 현실 이미지를 기반으로 가상 객체를 추가하여 제공하는 기술이다. 혼합현실은 증강현실과 같이 현실을 기반으로 가상 객체를 제공하고, 가상의 콘텐츠를 가상현실과 같이 몰입감 있게 제공하는 기술이다(그림 2 참조). 따라서 혼합현실 기술은 진화된 증강현실 기술이라고 정의할 수도 있다. 1997년 로널드 아즈마(Ronald Azuma)는 증강현실 시스템의 특징을 ① 현실(Real-world element)의 이미지와 가상의 이미지가 결합되어야 하고, ② 실시간으로 상호작용(Interaction)이 가능해야 하며, ③ 3차원의 공간 안에 놓여야 한다고 정의하고 있다[3]. 이는 혼합현실 기술에서도 요구되는 특징이다.

## 2. 혼합현실을 위한 HMD

가상현실에 활용되는 비투과형 HMD(Closed HMD)는 시야가 폐쇄되어 별도의 장치 없이 실 객체를 직접 볼 수 없다. 반면에 혼합현실에 사용되는 투과형 HMD는 중첩된 가상객체와 함께 실 세계를 보여준다. 현실과 가상을 조합하는 방법은 광학 기반 접근 방법과 비디오 기반 접근 방법으로 구분할 수 있다.

광학적 투과형(Optical see-through) HMD의 부분적으로 투명한 광학 결합기를 통해 사용자는 눈으로 직접

실 세계를 볼 수 있고, 부분적으로 반사된 광학 결합기를 통해 모니터로부터 재현된 가상객체 이미지를 반사하여 볼 수 있다.

반면, 비디오 투과형 (Video see-through) HMD는 비투과형 HMD에 사용자의 현재 시점의 실세계를 보여주기 위해 하나 또는 두 개의 카메라를 장착한 형태이다. 카메라로부터 입력된 실세계 영상과 가상 객체는 하나의 장면으로 결합되어 비투과형 HMD의 디스플레이에 전달되어 사용자에게 보여진다.

혼합현실 디스플레이 형태는 착용형인 HMD와 함께 모니터 디스플레이를 사용하는 방법도 존재한다.

일반 모니터와 함께 주변 환경을 캡처하기 위해 하나 또는 두 개의 카메라를 장착하여 비디오 기반 HMD와 같이 실세계와 가상 객체를 통합한 그래픽 이미지가 생성되어 사용자 전방의 모니터에 출력된다.

투명 모니터 형태(Monitor-based optical)의 디스플레이로 구성하는 경우는 광학적 투과형 HMD와 같이 실제 환경은 투명 디스플레이를 통해 직접 볼 수 있고, 가상 영상만이 투명 디스플레이에 출력된다.

증강현실에 흔히 사용되는 스마트폰은 비디오 기반 모니터로서 스마트폰 디스플레이 해상도와 카메라 및 위치 센서 성능의 발전과 보급률로 서비스 확산에는 유리하나 혼합현실을 위해서는 2D 디스플레이와 크기로

〈표 1〉 광학적 접근과 비디오 기반 접근방법의 장단점

	광학 기반	비디오 기반
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1개의 영상 스트림, 저지연</li> <li>- 디스플레이 해상도에 따른 사용자 시야각 제한 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실가상 이미지 뚜렷</li> <li>- 실가상 시간적 오류 보정 용이</li> <li>- 영상을 활용한 정교한 실가상 정합 가능</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 가상 객체가 반투명</li> <li>- 광시야각을 위한 광학계 왜곡보정복잡</li> <li>- 실가상 영상간 시간적 오류 발생 가능</li> <li>- 머리 방향 추적 외 정교한 정합을 위한 카메라 센서 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2개의 스트림, 현실 영상 왜곡 보정 필요</li> <li>- 카메라-디스플레이 해상도에 따라 시야각 제한</li> <li>- 카메라와 사용자 눈간 offset 생성 필요</li> </ul>

인해 현실감을 제공하기에는 어려움이 있어 광학 기반 또는 비디오기반 투과형 HMD 사용이 유리하다.

광학적 접근과 비디오 기반 혼합현실 기술 접근 방법의 장단점은 <표 1>과 같이 요약할 수 있다.

### III. HMD 기반 혼합현실 동향

현재 가상현실, 증강현실, 혼합현실 기술분야는 마이크로소프트, 애플, 구글 인텔 등의 IT 글로벌 기업들이 자신들의 기술 개발과 더불어 기존의 주요 기술을 가진 스타트업 기업들의 합병을 통해 시장 선점을 위한 하드웨어 단말 및 소프트웨어 플랫폼 개발을 통해 독립적인 생태계 구축을 진행하고 있다.

특히 혼합현실 기술 분야의 선두 기업으로는 마이크로소프트와 매직립(Magic Leap)을 꼽을 수 있는데, 매직립은 홈페이지 컨셉트 영상을 통해 혼합현실 서비스의 미래를 보여준다. 그러나 기술적으로 외부에 공개된 내용은 한정적이다. 그래핀(Graphene)을 소재로 한 투명명한 '포토닉스 칩, 초소형 프로젝션 등의 공개된 핵심 기술에 대한 키워드로 볼때 HMD 기반의 혼합현실 기술은 아니다[4]([그림 3] 참조).

마이크로소프트는 2015년 2월 홀로렌즈(HoloLens) 시연 영상을 통해 거실 공간에서의 가상 TV 스크린 등 다양한 가상 디지털 장치의 제공, 실시간 공간 스캔을

통한 게임 객체 가시화, 실 객체 기반 디자인, 영상 통화 기반의 협업 등 가장 현실적인 HMD 기반의 혼합현실 서비스를 제시해 주었다[5].

2016년 마이크로소프트는 프리미엄급 HMD인 홀로렌즈 개발자 버전을 출시하여 전세계 개발자를 통한 혼합현실 서비스와 콘텐츠 확보에 노력하고 있다. 홀로렌즈 개발자용은 프리미엄급 HMD로 CPU와 GPU를 모두 가진 홀로렌즈 전용 프로세서(HPU: Holographic Processor Unit)를 탑재하고 있으며, 무선랜을 통해 독립적으로 실행할 수 있어 실내 공간에서 자유로운 이동이 가능하다. 투과형 홀로그래픽 렌즈는 2.3백만 해상도를 가진다[6] ([그림 4] 참조).

4개의 공간 센싱 카메라 및 IMU(Inertial measurement unit), 1개의 Depth 카메라, 1개의 HMD 카메라 등 센서들과 HPU를 통한 실시간 공간 스캔과 위치 추적을 통해 현재 공간에 가상 객체를 고정시키는 기능은 높은 성능의 안정성을 보여준다.

헤드를 통한 포인팅과 엄지, 검지 손가락을 통한 선택 손가락 모으기 그리고 손가락 퍼기를 통한 객체 조작 및 홈 스크린 등 소수의 단순한 제스처 동작 인식을 통해 단순한 제어는 가능하다. 홀로렌즈의 스피커는 시각뿐 아니라 청각으로도 공간감을 느낄 수 있게 해주는 몰입감을 제공한다.



(그림 3) Magic Leap이 소개한 혼합현실[4]

[출처] Wired, Captured Image of "Magic Leap | Demos: Waking Up with Mixed Reality," [https://www.youtube.com/watch?v=GmdXJy\\_IdNw](https://www.youtube.com/watch?v=GmdXJy_IdNw)



(그림 4) 마이크로소프트 홀로렌즈 혼합현실 서비스 시연 영상

[출처] Microsoft Sweden, "win10\_HoloLens\_livingRoom," CC-BY 2.0





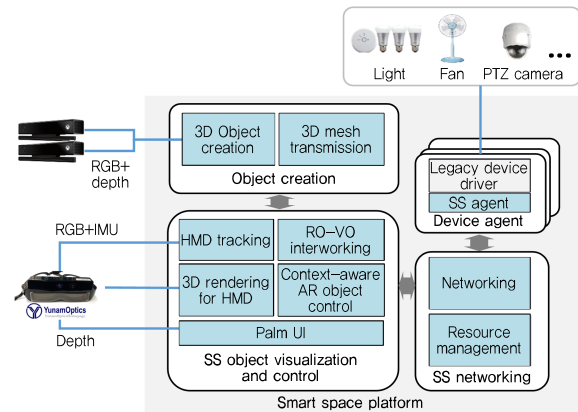
[출처] I3D Past Projects, Captured Image of “Holoportation: Virtual 3D Teleportation in Real-Time (Microsoft Research),” <https://youtu.be/7d59O6cfaM0>

마이크로소프트는 인물에 대한 고품질의 3D 모델을 생성하고 이를 압축하여 실시간으로 전송하는 3D 캡처 기술을 개발한 ‘홀로포테이션(Holoportation)’ 프로젝트의 결과물을 홀로렌즈와 연계하여 혼합현실 기반의 실감형 텔레프레즌스(Telepresence)를 제공하는 기술을 2015년 공개하였다[7]([그림 5] 참조).

#### IV. HMD 기반 혼합현실 기술

한국전자통신연구원은 실-가상계의 상호 연동이 가능한 지능형 혼합현실 공간(별명: 스마트스페이스) 구현이라는 목표 아래 HMD 기반 혼합현실 기술을 개발해 왔다(그림 6 참조).

스마트스페이스 기술은 공간 정보를 기반으로 사용자 인터랙션 가능한 체험형 가상 객체의 제공뿐 아니라 실객체 기반의 가상 객체를 제공하고, 가상 객체의 인터랙션을 통해 실 객체와 상호작용할 수 있는 혼합현실 공간을 제공하는 기술이다. 원격 공간 사용자간 실시간 텔레프레즌스를 기본 서비스로 2D/3D 객체 공유 서비스를 제공하며, 증강현실과 원격 제어를 결합한 다중 공간 객체 제어 서비스 제공이 가능한 지능형 혼합현실 기반 기술을 개발하였다. 요소기술로는 HMD 위치 및 자세 추적 기술과 다수 키넥트(Kinect) 기반 실시간 객체



(b) 스마트스페이스 요소기술

(그림 6) 스마트스페이스 기술

[출처] ETRI Webzine, <http://webzine.etri.re.kr/20160923/05.html>

체 생성 기술, 다중공간 스마트 객체 제어 기술, HMD 기반 사용자 입력을 위한 Palm UI 기술, 스마트스페이스용 센서 통합형 광학기반 투과형 HMD 디바이스 개발을 진행하였다.

## 1. HMD 위치 및 자세 추적 기술

시스템은 다수의 가상객체가 증강될 현실공간의 3차원 영상 정보를 저장하고, 이들을 HMD에 장착된 카메라로부터 수집되는 영상과 비교하여 HMD의 위치 및 자세를 추정한다. HMD 사용자의 위치와 방향에 따라 현실공간에 가상객체를 자연스럽게 가시화하기 위해 RGB 카메라를 활용한 영상 기반의 HMD 위치 및 자세 추적 기술과 관성 센서(IMU: Inertial Measurement Unit)를 활용한 HMD 자세 추적을 통합하여 이중센서

기반 HMD 위치 및 자세 추적 기술을 개발하였다.

정교하나 계산이 복잡한 영상기반 위치 및 자세 추적 기술과 센서 데이터의 획득이 빠르나 오류가 누적되는 단점을 가진 IMU의 특성을 활용하여 RGB 기반의 위치 추적 정보에 단기적으로는 IMU를 기반으로 자세를 추정하고, RGB 기반 데이터를 통해 주기적으로 자세를 보정하는 알고리즘을 개발하여 적용하였다[8].

## 2. 실시간 3D 객체 생성 기술

원격 공간 사용자간의 텔레프레즌스는 공간내 사용자에게 3D 모델을 실시간으로 생성하여 원격으로 전송하고, 원격으로부터 수신되는 사용자의 3D 모델을 의자와 같은 실 객체 위치에 재현하여 마치 원격의 사용자가 현재 공간에 마주 앉아 있는 것과 같은 서비스를 제공하는 기술이다.

사용자의 3차원 정보는 키넥트를 사용하여 획득하며, 좀더 넓은 각도의 3D 모델 생성을 위해 2개 이상의 키넥트를 활용한다. 이로 인해 처리될 데이터량은 키넥트 수에 비례하여 증가되고, 키넥트간 간섭으로 인한 데이터 손실도 발생한다. 사용자에게 3차원 모델 생성 기술은 실시간성(15FPS 이상)을 유지하면서 키넥트간의 좌표 통합, 색조 보상과 함께 키넥트간 간섭에 따른 손실을 최소화(2% 이하)하기 위한 알고리즘의 설계와 개발을 추진하였다.

사용자간의 아이터치가 상식적인 텔레프레즌스의 특성을 활용하여 HMD 위치에 따라 계산되는 원격 사용자 3D모델의 방향을 항상 HMD 착용자를 바라보도록 조정하여(빌보드 효과) 적용되도록 구현함으로써 키넥트 2개로 획득된 사용자의 앞부분 3D 모델만으로 HMD 착용자의 위치에 따른 자연스런 모델을 제공할 수 있도록 하였다.

## 3. 다중공간 스마트 객체 제어 기술

스마트스페이스에서는 증강현실과 원격제어를 결합

한 혼합현실 기반 객체 제어 기술을 제공한다. 현재 공간 또는 원격 공간의 실 객체에 대한 제어용 가상 객체를 증강하여 제공하고, 이 가상 객체 제어를 통해 실 객체와 상호 연동할 수 있는 기술이다.

다중 공간의 제어 가능 실 객체, 즉 디바이스에 대한 정보는 디바이스에 대한 사용자 권한을 기반으로 수집하여 사용자 중심의 자원 네트워크를 생성하여 제공된다. HMD착용자에게 제공될 제어용 가상 객체는 디바이스 기능의 특성을 on/off형, 단계 조정형 등의 그룹형태로 정의하여 다양한 기능의 디바이스 추가에 따른 스마트스페이스의 확장을 용이하게 한다. 실행시 필요한 디바이스 에이전트에 추가될 디바이스 제작사가 제공하는 API 인터페이스를 스마트스페이스 제어 그룹에 할당하고, 인터페이스를 맵핑하는데 신규 디바이스를 스마트스페이스에 추가할 수 있다.

현재공간의 실 객체는 HMD 착용자의 시선에 따라 제공된 제어용 가상 객체를 통해 연동하고, 제어 결과를 눈으로 확인하는 반면, 원격 공간의 실 객체는 사용자의 객체 선택에 따라 원격 공간의 CCTV 영상을 가상 스크린 형태로 제공하여 이를 통해 원격 공간 객체 제어 결과를 모니터링 할 수 있다.

## 4. HMD 사용자 입력 인터페이스 기술

두 손이 자유로운 HMD 착용자를 위한 사용자 입력 인터페이스를 위해 손바닥 및 손가락의 인식을 통한 손바닥 터치 기반의 사용자 입력을 제공한다.

공간내의 증강 서비스가 가능한 수많은 타깃 객체에 대해 사용자의 의도와 관련 없이 무조건 가시화하거나 모든 서비스 시작 여부를 사용자에게 물어볼 경우 사용자에게 불편함을 제공할 수 있다. 따라서 서비스가 가능한 타깃 객체가 시야에 존재할 경우, 손바닥을 들도록 알림 아이콘을 제공하여 사용자가 직관적으로 인터페이스를 사용할 수 있도록 하였다.

사용자가 손바닥으로 서비스 참여 의사를 표현할 경우, 손바닥 위치를 기반으로 가상 객체를 사용자에게 제공하여 손바닥의 터치 또는 드래그 등의 사용자 입력을 유도한다.

손바닥에 특정 패턴을 입력하는 손바닥 기반 제스처 입력 인터페이스의 경우, 사용자 별 입력 패턴이 서로 상이할 수 있으므로 개인별 패턴 학습을 통해 제스처 입력의 인식 성능 향상을 도모하였다.

## 5. 스마트스페이스용 HMD 개발

스마트스페이스용으로 개발된 센서 통합형 HMD는 HDMI 인터페이스와 USB3.0 케이블을 통해 PC와 유선으로 연결되어 동작된다. 광학 기반 투과형 HMD로 사용자가 바라보는 공간 정보 획득을 위한 RGB 카메라와 손바닥 기반 사용자 입력 인식을 위한 깊이(Depth) 센서, HMD 자세 추적을 위한 IMU 센서를 HMD에 장착하였다(그림 7) 참조].

특히 광학 디스플레이의 밝기와 선명도를 제공하기



(그림 7) 스마트스페이스용 HMD

〈표 2〉 스마트스페이스용 HMD 사양

광학모듈	- 양안형 Optical See-through 방식 - 시야각(FoV): 38°
마이크로 디스플레이	- 0.5" 1280×720p LCOS - Interface: HDMI
깊이 센서	- Intel Realsense SR300 · RGB: 1,920×1,080(Full HD) · Depth: 640×480 - Interface: USB3.0
IMU	- EBIMU-9DoFv3 (가속도, 지자기, 각속도)

\*FoV : Field of view

위해 LCOS(Liquid crystal on silicon) 기반 마이크로 디스플레이를 적용하고, 상하 좌우 기구물에 반사되어 생성되는 고스트 영상의 제거한 편광 필름을 적용하였다. 개발된 HMD의 사양은 〈표 2〉와 같다.

## V. 맺음말

본고에서는 HMD 기반의 혼합현실 기술에 대한 개발 현황을 소개하기 위하여 먼저 가상현실, 증강현실에 통합 또는 독립적으로 기술되는 혼합현실 기술에 대한 정의와 특성을 설명하고, 혼합현실을 위한 HMD 디바이스를 광학기반 투과형 HMD와 비디오 기반 투과형 HMD로 구분하여 특성을 설명하였다. 또한 혼합현실 동향으로는 혼합현실을 선도하는 마이크로소프트 등의 사례를 통해 기술 및 서비스 동향을 소개하였다. IV장에서는 ETRI 스마트스페이스 기술에서 개발된 HMD기반 혼합현실 기술을 소개하였다.

스마트스페이스 기술은 몰입형 스크린미디어 산업 촉진을 위해 HMD 위치 및 자세 추적의 기술, 사용자간 협업을 위한 실시간 객체 생성, 혼합현실 기반 객체 제어, 혼합현실 서비스를 위한 사용자 인터페이스 기술, 센서 통합형 HMD 개발 등 혼합현실을 위한 기반 기술의 시작에 해당하는 것으로 S/W 플랫폼의 성능 향상 및 안정화, 다수 사용자 협업을 위한 추가 기술 개발, HMD 디바이스의 단말 이동성 제공 등을 위한 추가 연구가 필요하다.

혼합현실 기술은 현실을 기반으로 몰입형, 실감형 서비스를 제공하는 기술로 다양한 산업 분야로의 적용이 가능한 기술이므로, 혼합현실을 위한 핵심 기술뿐 아니라 대용량 3D 영상에 전달을 위한 네트워크 및 전송 기술 향상, 영상 품질 향상과 실시간 처리 기술, HMD 경량화, 고품질화를 위한 센서와 디스플레이 H/W 기술 등 관련 분야의 연구 개발과 콘텐츠 및 서비스 확보를 위한 서비스 연구가 필요한 분야이다.

## 약어 정리

AR	Augmented Reality
AV	Augmented Virtuality
FoV	Field of View
FPS	Frame Per Second
HMD	Head Mount Display
HPU	Holographic Processor Unit
IMU	Inertial Measurement Unit
LCOS	Liquid crystal on silicon
MR	Mixed Reality
RGB	Red Green Blue
USB	Universal Serial Bus
VR	Virtual Reality

## 참고문헌

- [1] P. Milgram and F. Kishno, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays," *IEICE Trans. Inform. Syst.*, vol. E77-D, no.12, Dec. 1994, pp. 355-385.
- [2] 권예림, "AR? VR? 전세계는 이제 '혼합현실(MR)'에 주목한다," 브릿지경제, 2016. 4. 27. <http://www.viva100.com/main/view.php?key=20160426010007182>
- [3] R.T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, no. 4, Aug. 1997, pp. 355-385.
- [4] 이장혁, "매직리프, 복합현실의 개척자가 될까," Tech Holic, 2016. 4. 22., <http://techholic.co.kr/archives/52654>
- [5] Microsoft, "HoloLens Demonstration Shows off Holographic Minecraft, Apps, and More," Accessed 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=QRQv74J7oSk&feature=youtu.be>
- [6] Microsoft HoloLens, Accessed 2017. <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us/hardware>
- [7] Microsoft Holoportation, Accessed 2017. <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/holoportation-3/>
- [8] J.K. Jeon et al., "A Bayesian Sensor Fusion Scheme For Attitude Tracking," *Int. Conf. Adv. Commun. Technol.*, Bongpyeong, Rep. of Korea, Feb. 19-22, 2017, pp. 633-636.