

Realistic Contents and Interaction Based Realistic Contents Service

Lee Wan Jung[†] · Shin Eun Ji^{††} · Yoon Hyun Sun^{†††} · Choi Hee Min^{††††} ·
Cho Dong Sik^{†††††} · Kang Hoon Jong^{††††††}

ABSTRACT

In recent, realistic content has been applied in various ways due to the development of display technology and hologram, the final realistic content technology, have been used limitedly in accordance with the growing public demand. However, most realistic content requires additional devices of HMD (head mounted device) or glasses type, and other realistic content display technologies deliver a single image plane in the experience space to the user, providing a monotonous content experience. Various realistic contents with hologram technology are introduced in this work. In addition, we propose an interaction based realistic hologram service based that combines projection mapping and floating holograms. Projection-mapped screens and multi-floating hologram device provide a three-dimensional volumetric space with extended depth orientation from the user's point of view, while allowing users' entire and partial motions to be recognizable through multiple sensors.

Keywords : Realistic Contents, Interaction, Floating Hologram, Projection Mapping, Motion Sensor

상호작용 기반의 홀로그램 실감 콘텐츠 서비스연구

이 완 중[†] · 신 은 지^{††} · 윤 현 선^{†††} · 최 희 민^{††††} · 조 동 식^{†††††} · 강 훈 종^{††††††}

요 약

최근 실감 콘텐츠는 디스플레이 기술의 발달에 따라 다양한 방식으로 적용되고 있으며 높아지는 대중의 요구에 따라 최종적 실감 콘텐츠 기술인 홀로그램이 제한적으로 사용되고 있다. 그러나 대부분의 실감 콘텐츠에는 HMD(head mounted device) 또는 안경 형태의 디바이스가 요구되며 기타의 실감 콘텐츠 디스플레이 기술은 체험 공간에서의 단일 이미지 평면을 사용자에게 전달하므로 단조로운 콘텐츠 체험을 제공한다. 이에 본 논문에서는 다양한 실감 콘텐츠 기술과 홀로그램 기술이 적용된 실감 콘텐츠를 정리하고, 프로젝션 맵핑과 플로팅 홀로그램을 융합한 상호작용 기반의 체험형 실감 콘텐츠 서비스를 제안한다. 프로젝션 맵핑되는 스크린과 다중 플로팅 홀로그램 생성 장치를 통해 사용자 시점에서의 깊이 방향이 확장된 3차원 입체 공간을 제공함과 동시에 사용자의 신체 전체와 부분적 모션을 다수의 센서를 통해 인식가능하게 하여 기존 대비 사용자의 활동 영역이 확장된 상호작용 콘텐츠 서비스가 실현이 가능하도록 설계하였다.

키워드 : 실감 콘텐츠, 상호작용, 플로팅 홀로그램, 프로젝션 맵핑, 모션 인식

※ 이 논문은 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2020R111A3071771, Non-pixelated 구조 기반의 공간광변조기를 이용한 홀로그래픽 파면 프린팅 기술 연구, 50%)과 2020년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2020-0-00924, 3차원 정보 기반 홀로그램 프린팅 콘텐츠 제작을 위한 홀로그램 제작도구 기술 개발, 50%).

※ 이 논문은 한국정보처리학회에서 발간하는 정보처리학회지 제28권 제1호에 "홀로그램 실감 콘텐츠의 동향"의 제목으로 게재된 논문을 확장한 것임.

† 준 회 원 : 원광대학교 전자공학과 석사과정

†† 비 회 원 : 원광대학교 디지털콘텐츠공학과 학사과정

††† 비 회 원 : 원광대학교 시각정보디자인학과 학사과정

†††† 비 회 원 : 원광대학교 홀로그램 연구소 박사후연구원

††††† 정 회 원 : 울산대학교 IT융합전공 교수

†††††† 비 회 원 : 원광대학교 전자공학과 교수

Manuscript Received : May 31, 2021

First Revision : July 19, 2021

Second Revision : August 18, 2021

Accepted : August 19, 2021

* Corresponding Author : Kang Hoon Jong(hollowave999@wku.ac.kr)

1. 서 론

지난 2016년 스위스 다보스에서 열린 세계경제포럼에서는 4차 산업 혁명을 '디지털 시대(3차 산업혁명)에 기반 하여 물리적 공간, 디지털 공간 및 생물학적 공간의 경계가 희석되는 기술 융합의 시대'로 정의하였다[1]. 다양한 신기술의 도래는 디지털 미디어 환경에 영향을 주었으며 4차 산업혁명의 핵심이라 할 수 있는 인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT), 가상 현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR), 홀로그램 등은 변화된 패러다임을 만들어 가고 있다.

실감 콘텐츠는 인간의 다감 자극을 통해 실제와 유사한 체험을 제공함으로써 현실감을 극대화하는 콘텐츠이다[2]. 디스

플레이 기술의 발달로 실감 콘텐츠에 대한 시장이 증대되고 있고 이에 따라 다양한 기술이 연구 및 개발되고 있다. 현재의 미디어 기술은 시청각적 자극이 주가 되었던 종래의 기술과는 다르게 인간의 다양한 감각기관을 자극하는 방향으로 나아가고 있으며 3I로 불리는 몰입감, 상호작용, 지능화(Immersive, Interaction, Intelligent)의 특징을 가진다. 몰입감은 가상적 공간 등을 이용한 다감자극으로 실감성을 극대화하는 것이고 상호작용은 사용자가 경험하게 되는 콘텐츠와의 상호적 작용을 의미하여 지능화는 AI나 데이터 분석으로 지능적인 정보 제공이 가능함을 말한다. 또한 이러한 실감 콘텐츠에는 몇 가지 요소들이 마련되어야 하는데 오감을 자극하는 다감자극성, 시공간에 구애받지 않는 현실성, 기술적 체험보다 우선되는 콘텐츠의 경험성이 그것이다.

실감 콘텐츠의 방향성에 있어 최종적, 궁극적 디스플레이 기술이라고 할 수 있는 홀로그램은 1947년 Dennis Gabor에 의해 증명된 이후 많은 연구에 의한 발전을 해왔지만, 기술적 한계점에 의해 다소 제한적인 부분에서만 상용화되었다. 하지만 기술적 발전과 개선 속에 예술과 엔터테인먼트 분야 등에 적용되었으며, 홀로그램 기술 특유의 입체감과 공간감은 많은 대중적 흥미를 끌어내고 있다[3].

이에 본 논문에서는 실감 미디어의 기술적 분류와 그에 따른 콘텐츠 적용 사례 그리고 홀로그램 기술이 적용된 실감 콘텐츠의 방향성에 대한 분석[4]을 바탕으로 하여, 현재 각광받고 있는 실감 미디어 기술인 프로젝션 맵핑과 플로팅 홀로그램을 융합하여 실감 콘텐츠에 대한 효과적인 표현이 가능한 시스템을 제안한다. 또한 나아가 최종적 실감 콘텐츠 디스플레이 기술로서의 홀로그램에 적용될 수 있는 실감 콘텐츠의 방향성에 대해 논의하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 가상환경

실제 환경과 가상 환경을 디스플레이의 관점에서 혼합의 정도로 나누어 구분한 밀그램(Milgram & Colquhoun)에 따르면, 실제 환경이 컴퓨터를 통해 만들어진 객체가 없는 현실의 환경이라고 할 때 이와 반대에는 가상의 객체로 모든 것이 구성된 가상 환경이 있다. 또한 그사이에 혼합의 방식에 따른 증강현실과 증강가상이 있다고 보았다. 증강현실을 실

제의 환경에 가상의 객체를 더해 실제 환경을 증강하는 것이라고 한다면, 증강가상은 가상의 객체 환경에 현실의 이미지 등을 추가하는 방식이다.

이러한 구분에는 명확성이 떨어지는 경우가 존재하기 때문에 일반적으로는 실제와 가상이 혼합된 기술에 대해 증강현실로 통합하여 사용된다. 이러한 배경 아래에서 가상의 환경을 구축하는 기술은 가상현실과 증강현실을 구현하는 방향으로 발전해왔다. 1968년 Ivan Edward Sutherland가 고안한 HMD(Head Mounted Display)는 최초의 가상현실 컴퓨터 시스템이며, 현재에 이르러 가장 대중적인 몰입형 가상현실 시스템으로 자리 잡았다. 또한 실제 환경과 가상 객체의 시각적 정합을 추구했던 시각기반 증강현실과 더불어 휴대 기기의 발전에 따라 위치기반 증강현실 개념이 보편화되고 있다.

2.2 실감 콘텐츠 기술

네트워크와 디스플레이의 발달로 더욱 확장, 발전되고 있는 미디어 환경은 더욱 강력한 사용자의 오감 자극을 요구하고 있다. 실감 콘텐츠는 이러한 미디어 환경을 배경으로 재현되므로 기존의 3D 영상과 더불어 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR)과 이러한 개념들을 망라하는 확장현실(XR)이 각광받고 있으며 부가적 기기 없이 입체 영상을 구현하는 홀로그램은 최종적 기술로 큰 기대를 받고 있다. 디스플레이 기술의 적용에 따라 현재 활용되고 있는 실감 콘텐츠 기술은 매우 다양하지만, 대표적으로 사용되고 있는 기술을 분류하면 다음과 같다.

1) 가상현실(Virtual reality)

가상현실은 일반적으로 시각정보를 제공하는 HMD(Head Mounted Display)와 사용자의 신체를 활용하기 위한 피드백 시스템으로 구성된다. 이러한 시스템을 통해 사용자의 높은 몰입을 유도하여 현존감을 제공하기 위해서는 사용자가 느끼는 가상의 공간과 실제 공간 사이의 차이를 최소화 해야 한다[6]. 이를 위해서는 사용자의 실제 움직임과 가상의 공간에서의 움직임이 일치해야하므로 사용자의 동작이 적절히 반영되어야 하며 최근에는 모션 캡처 데이터를 활용하여 신체 전체의 움직임, 손 모양과 표정을 반영하는 연구들이 수행되고 있다[7].

2) 증강현실(Augmented reality)

증강현실은 사실과 가상의 결합, 현실과의 소통, 3차원 공간이라는 세 가지 원리를 기반으로[8] 실제의 이미지 혹은 배경에 가상의 객체를 결합하고, 실시간 상호작용을 가능하게 하여 사용자에게 몰입감과 현실감을 전달하는 기술이다. 이러한 기술은 현실의 실제 정보와 가상의 정보의 결합을 통해 사용자의 감각 경험을 확장시키고 동시에 객체의 유무

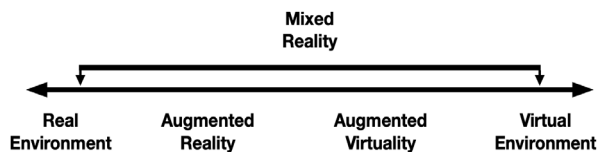


Fig. 1. A Taxonomy of Real and Virtual World Display Integration[5]

를 사용자가 자유롭게 선택할 수 있으므로 가상현실에 비해 보다 사용자 중심적이라고 할 수 있다[9]. 다만 사용자가 얼마나 자유롭게 능숙하게 가상의 정보에 대해 조작할 수 있는 지에 따라 집중과 흥미의 차이가 클 수 있고, 이는 사용자의 몰입감에 큰 영향을 미친다. 따라서 증강현실 기술이 적용되는 실감 콘텐츠의 인터페이스 디자인이 매우 중요한 요소가 된다.

3) 프로젝션 맵핑(Projection mapping)

프로젝션 맵핑은 실제의 피사체에 프로젝터를 이용하여 영상을 투사하는 방식으로 가상의 이미지를 증강하여 사용자의 몰입을 유도하는 기술이다. 기존의 방식은 움직이지 않는 피사체의 모양에 맞추어 영상을 투사하는 정적 프로젝션 맵핑이 일반적이었으나, 현재에는 움직이는 피사체에 대해 키넥트(Kinect)와 같은 깊이 카메라를 이용하여 움직임을 추적하여 투사하는 동적 프로젝션 맵핑[10]도 연구되고 있다. 이러한 동적 프로젝션 맵핑은 사용자에게 더욱 큰 재미와 몰입을 전달할 수 있지만 정적 프로젝션 맵핑에 비해 구현이 어려우며, 요구되는 기기들이 많아진다는 단점이 있다. 하지만 실제 피사체의 모양과 구조가 달라짐에 따라 기타의 기기 없이 사용자의 눈으로 바로 전달되는 직관적인 입체감이 크며, 다수의 이용자가 동시에 체험 가능하다는 점은 큰 장점이다.

4) 홀로그램(Hologram)

홀로그램은 1948년 Dennis Gabor에 의해 증명되었으며 632.8nm의 가시광선 영역의 He-Ne레이저가 개발되어 광원으로 쓰이게 된 이후로 많은 발전이 이루어졌다. 또한 실제의 물체를 기록하는 아날로그 홀로그램이 아닌 컴퓨터를 이용한 컴퓨터 생성 홀로그램(Computer-Generated Hologram) 알고리즘이 제안되어 이에 대한 광학 시스템, 영상처리, 디스플레이에 대한 연구가 활발히 이어지고 있다[11]. 하지만 현재의 기술 수준은 홀로그램에 대한 대중의 기대심리에 미치지 못하고 있으며, 홀로그램을 표현하기 위한 방법으로 플로팅 홀로그램 방식이 사용되고 있다. 플로팅 홀로그램은 광원을 반사/투과하는 성질을 갖는 물질에 입사시켜 재생하고자 하는 이미지가 공중에 떠 보이게 하는 기술이다. 이러한 기술은 콘서트, 전시, 회의 등에 활용되고 있으며 디지털 콘텐츠를 홀로그램으로 시각화하는 효과적인 방법이다.

3. 실감 콘텐츠

현대의 미디어 기술은 기술 자체에 대한 체험 제공보다 감성을 효과적으로 전달하는 방향으로 개발되고 있다. 그러므로 콘텐츠를 제작하는 데에 이미지를 제작하는 능력과 더불어 공감각적인 기획능력이 요구된다. 이는 단순히 체험을 위

한 물리적 구성이 아닌 형식과 형태의 미적 가치형성에 기반하여, 중국적으로는 사용자의 감성적 반응을 끌어내기 위한 종합적인 구성이 목표가 되어야 한다는 것을 의미한다. 그러므로 영상을 기본 자원으로 활용하여 인간의 감성을 극대화함으로 현실과 유사한 시각적 경험을 제공하고, 여기에 능동적 상호작용이 더해지면서 새로운 유희적 경험을 제공함으로써 실감 콘텐츠의 스토리를 효과적으로 전달하는 것이 뉴미디어 시대의 감성 전달 방법이라 할 수 있다.

3.1 실감 콘텐츠 적용 사례

실감 콘텐츠는 본질적으로 사용자에게 현존감(Presence)을 전달하는 것을 추구한다. 현존감이란 ‘어떠한 환경 속에서 느끼는 실재감’을 의미하는데 이러한 인지적 개념에서 원격 현존(Telepresence)은 컴퓨터 등에 의해 만들어진 가상의 공간이나 환경 속에서 사용자가 자신의 경험이 가상적이라는 것을 의식하지 못하는 상태라고 말할 수 있다. 사용자의 주관에서 인지되는 개념이라는 전제 아래에서 현존감은 두 가지의 측면으로 정의될 수 있다. 첫 번째는 특정 매개체를 통해 제공되는 환경에서 매개체에 대해 인식하지 못하는 상태로, 텔레비전이나 영화관에서 콘텐츠를 관람하면서 매개체를 인식하지 못하는 몰입의 경우로 설명된다. 또한 두 번째 측면은 물리적으로 구분되는 환경에서도 매개체에 의한 환경을 의식하는 ‘주관적 느낌’이다. 이러한 정의아래 두 번째 측면에서의 실감 콘텐츠는 사용자가 현존감을 경험하는 실제 혹은 시뮬레이션 환경의 핵심적인 구성요소가 된다. 그러므로 실감 콘텐츠는 몇 가지의 특징을 지니게 되는데 사용자와 콘텐츠의 능동적인 상호 작용성과 다감각적 경험성, 고도화된 무선 네트워크로 구현되는 이동성이 바로 그것이다. 즉각적인 반응성으로 상호작용을 제공하는 실감 콘텐츠는 2016년 포켓몬 GO(Pokémon GO)의 성공적 흥행 이후 대자본이 투자되는 연구가 본격화 되었고 가상현실(VR), 증강현실(AR)에 맞추어 개발되었다. 가상현실(VR)은 HMD(Head Mounted Display)를 통해 구현되며 증강현실은 안경 형태의 헤드셋이나 모바일 기기를 통해 구현된다. 이러한 기기들을 통해 가상의 공간 혹은 현실과 가상공간의 융합으로 현존감을 사용자에게 전달할 수 있으며 시각, 청각 자극과 더불어 촉각적 피드백이 가능한 즉각적인 상호작용으로 인하여 더욱 높은 수준의 현존감을 경험하게 된다. 2020년 2월 6일에 방영된 MBC 다큐멘터리 ‘너를 만났다’는 VR휴먼다큐멘터리로 병으로 세상을 떠난 딸과 어머니가 가상현실 세계에서 만나는 이야기를 담고 있다. 이 프로그램은 Fig. 2에서 볼 수 있듯 모션 캡처와 3D 스캐닝, 음성 데이터 작업으로 딸의 모습을 구현하여 HMD를 통해 어머니와 소통할 수 있게 하였다. 기술을 통해 이별로 인한 감정을 위로하고 치유하고자 한 시도에 대해 큰 관심을 받았다.



Fig. 2. Implement Virtual Reality with HMD[12]



Fig. 3. Hyundai Motor AR Augmented Reality Navigation[13]

현대자동차는 2016년 AR 매뉴얼을 통하여 차량의 내부 정보를 3D 시뮬레이션으로 서비스하였으며 2019년의 CES2019에서 AR 증강현실 내비게이션을 선보였다. Fig. 3과 같이 길 안내, 목적지 표시, 현재 속도 등을 자동차의 전면 유리창을 통해 디스플레이하여 운전자가 필요로 하는 정보를 전방을 주시한 채 확인할 수 있게 하였다.

SK텔레콤은 AR, VR 통합 콘텐츠 및 서비스 플랫폼인 'T리얼 플랫폼'에 대한 고도화를 추진하고 있으며 2020년 4월부터 혼합현실 제작소 '점프 스튜디오'를 운영하고 있다. 점프 스튜디오는 마이크로소프트의 볼륨메트릭 비디오 캡처(volumetric video capture)와 T리얼 플랫폼의 공간인식, 렌더링 기술이 합쳐진 혼합현실 콘텐츠 제작에 목표를 두고 있다[14]. KT는 슈퍼 VR, 슈퍼 VR tv 등 VR HMD를 지속적으로 출시하고 VR 테마파크 사업을 국내외에서 확장하는 것 이외에도 B2B를 대상으로 하는 VR 콘텐츠, 플랫폼 패키지 유통 사업과 공간사업자 대상 VR 체험존 흡인습 구축 사업을 진행 하고 있다[15]. LG 유플러스는 공덕역 지하철 6호선에 AR 기반 'U+5G 갤러리'를 마련하여 전문 도슨트 투어 프로그램은 상시 운영 중에 있으며, 2019년 대한민국 광고대상에서 디자인 부문 은상, 통합미디어 캠페인 전략 부문 동상을 수상하였다[16].

이러한 몇 가지의 사례 외에도 많은 실감 콘텐츠는 미디어와 엔터테인먼트를 넘어 의료, 교육, 패션 등 산업 전 분야에

걸쳐 적용되어 가고 있으며 기술이 더욱 발달함에 따라 그 영역은 더욱 확대될 것이다. 또한 포스트 코로나 시대의 디지털 언택트 서비스가 대중들에게 익숙해지고 보편화될 것이므로 수요는 늘어날 전망이며 이에 맞추어 공급 또한 대폭 증가할 것으로 예상된다.

3.2 실감 콘텐츠와 홀로그램 기술

현재 실감 미디어의 주류적 흐름에 있는 VR, AR, MR과 이를 포괄하는 XR기술은 HMD나 안경 형태의 헤드 셋 등의 부가적 기기를 필요로 한다. 이러한 측면에서 홀로그램 디스플레이는 여타 기기들 없이 완전시차정보 제공을 목표로 하므로 사용자에게 보다 효율적이다. 홀로그램페는 두 빛이 만나 일으키는 빛의 간섭효과를 이용하여 물체의 3차원 정보를 기록하고 재생하는 기술이며, 홀로그램은 홀로그래피 기술을 통해 얻어진 간섭 패턴이나 해당 간섭 패턴으로부터 복원된 영상을 뜻한다. 그러나 완전한 입체 정보를 제공하기 위한 해상도, 시야각 및 연산처리 등의 측면에서 제약이 있는 것이 현실이다. 현재까지 대중적 만족도를 완전히 충족할 수 있는 홀로그램 디스플레이는 개발되지 않았으나 이를 가능하게 하는 원천 연구가 활발히 진행 중이다[17].

고수준의 실감 콘텐츠에 대한 요구 증가에 따라 최근의 공연과 전시에서 홀로그램이 이용되고 있다. 하지만 이는 진정한 의미의 홀로그램이 아닌, 홀로그램과 유사한 효과를 낼 수 있는 플로팅 홀로그램 기술이 주를 이루고 있다. 최초의 플로팅 홀로그램 기술에 대한 활용은 1862년에 영국의 Henry Dirck가 고안한 Pepper's Ghost이며 이는 연극무대에서 하프 미러에 영상을 반사시켜 만든 유령에서 따온 이름이다. 이를 반사형 홀로그램 혹은 플로팅 홀로그램이라 하며 말 그대로 무대 위에 설치된 빔 프로젝터가 무대 바닥에 설치된 스크린, 즉 반사판에 영상을 투사하면 반사된 영상이 무대 위에 45도의 기울기로 설치된 투명 포일에 투영되어 Fig. 4과 같이 허공에 떠 있는 것과 같은 홀로그램 영상이 나타난다.

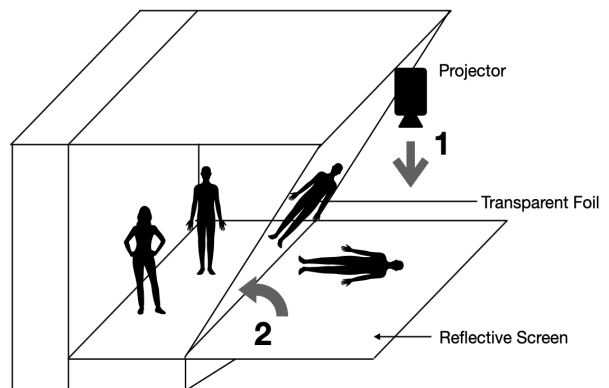


Fig. 4. Floating Hologram: Display Structure and Performance Stage

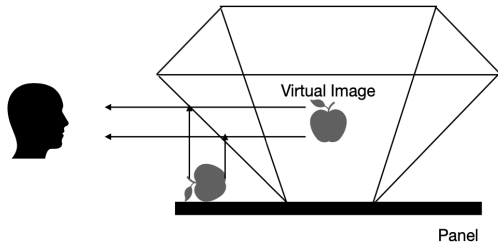


Fig. 5. Pyramid Floating Hologram

이러한 방식은 정면 무대 전체를 홀로그램 연출공간으로 활용할 수 있고 크기 표현에 비교적 자유로우며 실제 공연자가 재생되는 홀로그램 영상과 상호작용을 하는 연출이 가능하다. 하지만 투명 포일을 45도의 각도로 설치해야하므로 연출하고자 하는 공간의 높이와 같은 넓이의 바닥공간을 필요로 한다. 이에 따라 설비규모가 커지고 설치가 까다롭게 되므로 경제적 측면에서의 단점을 가진다[18]. 또한 굴절된 빔 프로젝터의 광원을 반사/투과하기 위한 투명 포일에 의해 광량의 손실이 필연적으로 발생된다.

이와 비슷한 원리로서 일정 크기의 하프 미러를 45도의 각도로 피라미드 모양으로 설치한 후, 상부 혹은 하부에 광원으로서의 패널을 두면 Fig. 5와 같이 270도 혹은 360도에서 관람 가능한 피라미드형 플로팅 홀로그램 영상을 만들 수 있다.

이러한 기술은 리얼 홀로그램이 아닌 고해상도의 영상을 2차원의 대형 스크린에 투사하여 실재감과 입체감을 유도하는 방식이지만 눈의 피로감 없이 장시간 관람이 가능하고 고도의 영상 디자인을 통한 감각적, 감성적 연출 표현 방식으로 선택가능하다는 장점을 가진다. 또한 투명 포일과 빔 프로젝터의 기술적 발달에 의해 재생되는 홀로그램 영상의 품질도 크게 향상되었다. 이 외에도 빠르게 회전하는 팬에 시분할 동기화를 적용하여 3차원 정보를 재생하는 홀로그램 LED 팬과 라이트 필드 기반의 'Looking Glass'가 제품화 되었다.

3.3 기존 실감 콘텐츠 디스플레이 기술의 한계점

앞서 중점적으로 살펴보았던 실감 콘텐츠 기술들은 구현을 위한 디바이스가 필수적으로 요구되며, 사용자의 오감체험의 측면에서 동시에 여러 감각을 자극하지 못하고 또한 일부 기술은 공간적 제약성이 크다는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해서는 첫째, 실감 콘텐츠 재현에 큰 현실감이 부여되어야 하며 사용자로 하여금 지각적, 심리적 몰입을 이끌어야 한다. 둘째, 사용자에게 콘텐츠에 표현되는 인물이나 사물과의 상호적 작용을 가능하게 하여 능동적 참여를 유도해야 한다. 셋째, 하나의 감각을 자극하기보다 다감각을 통한 풍부한 현존감을 전달 할 수 있어야 한다. 이러한 조건들이 만족되었을 때, 실감 콘텐츠의 근본적인 목적인 사용자의 경험적 가치를 증대함과 동시에 콘텐츠와 사용자 또는 사용자 와 타 사용자 사이의 소통적 도구로서의 역할을 실현할 수 있다.

4. 프로젝션 맵핑과 플로팅 홀로그램 융합 콘텐츠 서비스

앞서 설명된 주류적 흐름의 실감 콘텐츠 디스플레이 기술들에는 사용자에게 몰입감과 입체감을 전달하기 위해 부가적 기기들이 요구되는 등의 제한적 요소가 있다. 하지만 사용자는 그러한 제한 요소가 극복된, 현실 세계와 같은 입체감을 자연스럽게 느끼고자하는 욕구를 가지고 있고 또한 이러한 대중의 욕구에 따라 홀로그램 기술의 발전이 현재 빠르게 이루어지고 있다. 하지만 홀로그램의 완벽한 가시화에 대한 기술에 충분히 성숙하지 못한 상황에서, 다중의 이미지 평면을 여러 층으로 구성하여 사용자에게 입체감을 전달하고자 하는 연구들이 시도되고 있다.

하나의 이미지 평면을 구성하는 LCD 패널을 여러 개 층으로 구성함으로써 각 이미지 평면의 물리적 거리감이 입체감으로 표현되고 사용자에게 시청 시 부가적 기기를 요구하지 않으며 장시간 사용해도 시각적 피로를 유발하지 않는다. 하지만 이러한 방식은 디스플레이의 대형화가 어려우며 각 이미지 평면 사이를 자연스럽게 이동하는 이미지를 표현하기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점들은 플로팅 홀로그램 이미지를 만들어내는 하프 미러를 일정 거리에 다중으로 배치하여 홀로그램 이미지를 구성함으로써 극복 될 수 있다. 또한 이러한 디스플레이 시스템에 사용자의 모션을 인식하는 센서를 적용하면 사용자 시점에서 깊이 방향이 확장된 3차원 입체의 상호작용이 가능한 체험 공간에 대한 형성이 가능하다.

4.1 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 실감 콘텐츠 서비스는 Fig. 6과 같이 프로젝션 맵핑(Projection mapping)되는 스크린과 이중의 하프 미러를 이용한 다중 플로팅 홀로그램 생성 장치를 결합하여 구성된다. 이를 통해 사용자에게 다중 이미지 평면을

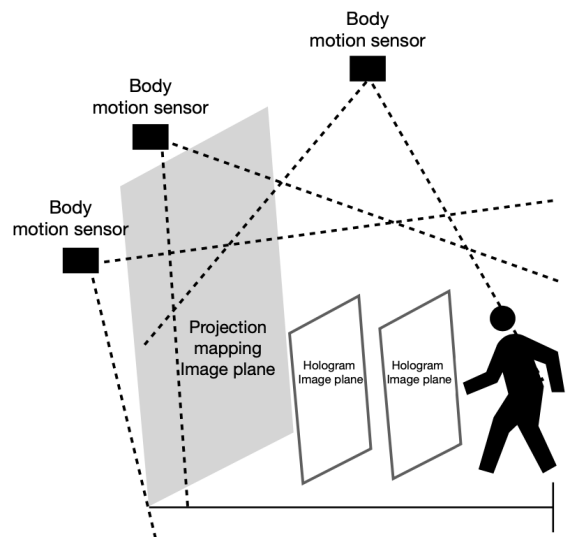


Fig. 6. Image of the Proposed Realistic Content Service

제공하며, 각 디바이스에 연동된 센서들을 통해 사용자의 이동과 제스처를 인식하여 사용자와 콘텐츠간의 상호작용을 제공한다. 이러한 구성은 기존의 실감 콘텐츠 서비스가 사용자에게 하나의 깊이 평면에 대한 단조로움을 제공하며, 센서 연동 시 부분적 공간에서의 제한적 모션 인식만을 가능하게 하는 점에 대한 보완이 가능하다. 또한 대형 곡면 스크린은 사용자에게 공간 인지의 측면에서 넓은 시야각을 제공하므로 입장감을 극대화하는 것에 매우 유리하다.

4.2 제안 콘텐츠 서비스 구조

1) 디스플레이 구조

이미지를 제공하는 디스플레이는 다수의 빔 프로젝터로 프로젝션 맵핑되는 곡면 스크린과 이중의 하프 미러를 이용한 다중 플로팅 홀로그램 생성 장치로 구성된다. 프로젝터에서 투사하는 이미지를 배경으로 설정하고, 플로팅 홀로그램에서 형성되는 이미지를 체험 공간에 연동하여 구현한다. 이러한 두 디스플레이의 융합은 Fig. 7과 같이 다중 깊이 평면을 구성하고 깊이 공간을 확대하여, 각 이미지 평면 사이의 물리적 거리를 통해 사용자에게 효과적인 입체감을 전달한다.

프로젝션 맵핑이 적용되는 스크린은 곡면 구조로 시야각을 충분히 확보할수 있는 크기로 설계된다. 이를 위해 다수의 빔 프로젝터가 투사하는 인접 면을 겹치게 하여 엣지 블렌딩(Edge blending)을 통해 이음새가 없는 하나의 화면으로 구성한 후, 스크린 곡면에 맞추어 소프트웨어로 와핑(Warping)을 진행한다. 이러한 구성은 스크린이 사용자의 관람 시야 방향을 모두 감싸는 것과 같은 광 시야각을 제공하므로 마치 다른 공간 속에 들어와 있는 것과 같은 효과를 전달한다. 또한 박스형의 플로팅 홀로그램 장치는 두 개의 하프 미러를 45도의 각도로 일정거리에 병렬 배치하고 하프 미러 상부에 4K 이상의 해상도를 갖는 패널을 광원으로 설정한 후, 각 하프 미러의 반사/투과 영역에 해당하는 영역에 각기

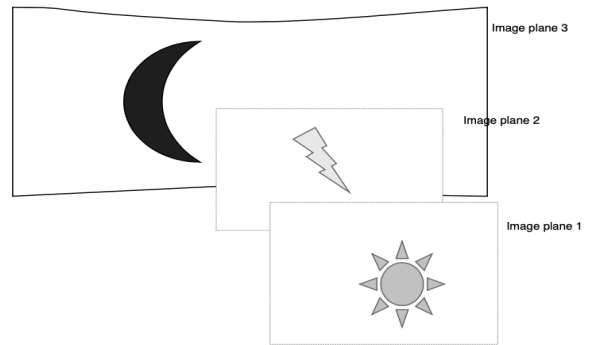


Fig. 7. Image Structure of Combined Display

다른 영상을 패널을 통해 재생하면 거리가 있는 두 개의 하프 미러에 해당 이미지가 동시에 홀로그램화 된다. 이 때 하프미러에 의한 광량 감소 저하를 보완하기 위해 고 휘도의 패널이 사용되며, 하프 미러의 반사/투과 비율에 맞추어 패널의 영역에 대한 밝기를 조절하면 플로팅 되는 홀로그램 이미지의 효과적인 연출이 가능하다. 이러한 프로젝션 맵핑을 통한 스크린과 플로팅 홀로그램 장치를 융합한 디스플레이 설계는 사용자에게 3개의 물리적 거리감이 있는 다중 깊이 평면을 제공하므로 사용자 시점에서의 깊이 공간이 확대된다.

2) 적용 센서

본 서비스에서는 두 가지 디스플레이의 융합을 통해 삼중으로 구성된 깊이 평면에 다양한 모션을 인식하는 세 가지의 센서를 적용하여 이미지와 사용자의 상호작용이 이루어진다. 첫 번째로 프로젝션 맵핑되는 스크린에 사용자의 위치 변화를 감지하는 다수의 신체 모션 센서가 적용되며 두 번째로 플로팅 홀로그램 디바이스의 이미지를 사용자의 손동작으로 제어하기 위한 핸드 모션 센서가 이용되고 세 번째로 체험 시나리오 상에서 사용자의 다양한 신체 활동으로 다감자극을 유도하는 요소로서, 입으로 바람을 부는 행위를 감지하기

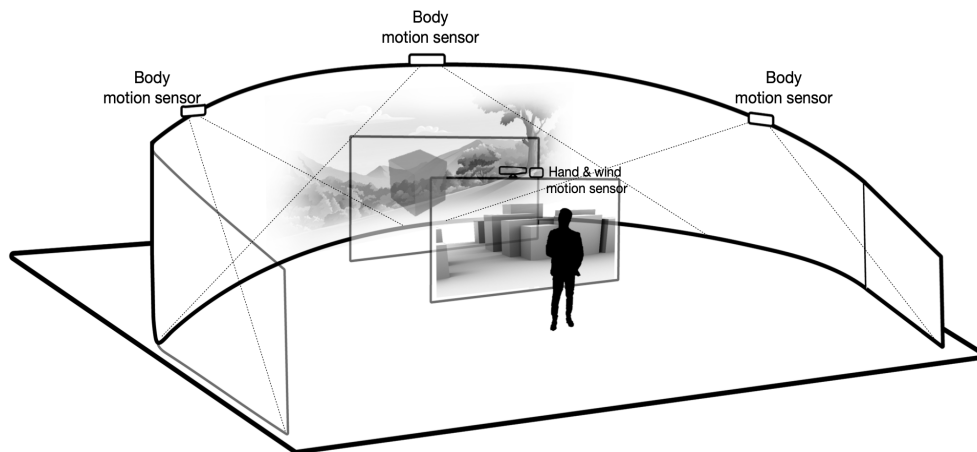


Fig. 8. Motion Sensing on 3-dimensional Space

위한 바람 센서가 활용된다. 이러한 상호 작용을 위한 다중의 센서를 적용함으로써 Fig. 8과 같이 단일 평면이 아닌 다중 평면으로 구성된 깊이 방향의 3차원 공간에서의 사용자 모션 인식이 가능해진다. 체험 공간 전체에 대한 모션 인식이 가능하게 됨에 따라 체험 콘텐츠의 시나리오 진행에 사용자의 능동적이며 자유도 높은 참여를 유도할 수 있고, 각 센서를 사용자의 체험 순서에 맞추어 단계별로 적용하여 이미지의 변화를 만들어 낼 수 있도록 설계함으로써 현존감 극대화에 유리하다.

3) 콘텐츠 제작

프로젝션 맵핑과 플로팅 홀로그램을 통해 사용자에게 전달되는 이미지들은 상호작용의 구현을 위해 실시간 모션그래픽으로 제작되어야 한다. 사전 렌더링 된 이미지를 이용하는 것도 가능하지만, 이를 사용 시 단조로운 반복 재생에 가까워지므로 사용자에게 실감 콘텐츠로서의 지속력이 유지되기 어렵다. 실시간 모션그래픽은 프로그래밍 코드에 의해 이미지가 생성되고 변형되므로 직접적인 코딩으로도 구현이 가능하지만 이에 비해 작업에 용이한 비주얼 프로그래밍 언어(Visual Programming Language)구조를 제공하는 게임 엔진이 사용된다. Fig. 9와 같이 실시간 모션그래픽은 기초 소스에 여러 값을 생성하는 생성장치(Generator)의 값을 이용하여 이미지의 변화를 가져오는데, 앞서 설명된 적용 센서들을 통한 실시간 값(Interaction value)을 반영[19]할 수 있다. 그러므로 프로그래밍에 따른 다양한 효과가 실시간 렌더러로 출력이 가능하므로, 사전 렌더링 된 이미지를 적용하는 것에 비해 실감 콘텐츠의 상호작용에 대한 높은 자유도 구현이 가능하

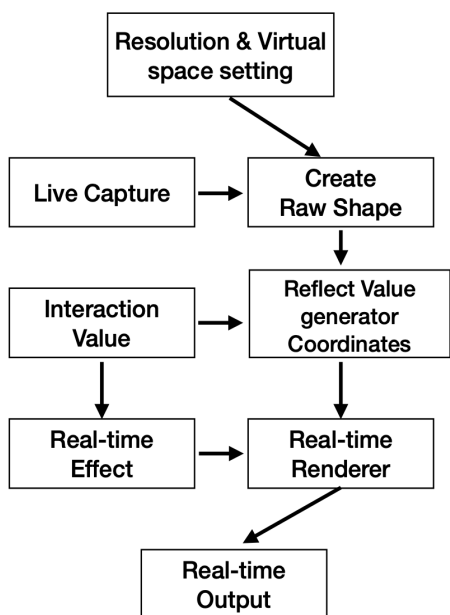


Fig. 9. Production of Real-time Motion Graphics

다. 본 연구에서는 게임 엔진에서 생성된 실시간 모션그래픽을 프로젝션 맵핑 소프트웨어와 연동[20]하여 실시간 모션그래픽 기반의 프로젝션 맵핑을 구현한다.

5. 구현 결과 및 분석

5.1 구현 환경

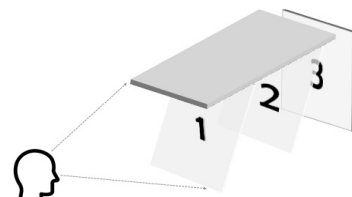
본 논문에서는 이중의 홀로그램 이미지 평면을 구현하기 위해 광학용 알루미늄 프로파일을 이용하여 가로 700mm, 세로 600mm, 깊이 1230mm인 박스 형태의 프레임을 구성하고, 45도 각도로 반사와 투과율이 50:50인 두 장의 하프미러를 설치하였다. 플로팅 홀로그램을 구현하기 위한 광원으로 500cd의 밝기를 갖는 55인치의 SAMSUNG QM55R 사이니지 패널을 프레임 상부에 위치하여 사용하였다. 또한 27인치 크기의 패널을 박스의 후면에 일렬로 배치하여 총 세 개의 이미지 평면을 Fig. 10(a)와 같이 구성하였다. 다중 깊이 평면의 입체감 테스트를 위해 각 이미지 평면에 숫자를 깊이 방향으로 평행하게 배열하여 관찰하였으며 Fig. 10(b)와 같이 관찰자 기준으로 첫 번째 플로팅 홀로그램 이미지 평면에는 숫자 1, 두 번째 플로팅 홀로그램 이미지 평면에는 숫자 2를 투영하였으며 프레임 후면의 세 번째 이미지 평면에는 숫자 3을 나타내어 각 이미지 평면을 구분하였다.

5.2 구현 결과

Fig. 11은 관찰자가 디스플레이의 정면과 좌우 위치에서 이미지를 바라보았을 때의 결과이다. 정면에서는 각 이미지



(a)



(b)

Fig. 10. (a) Display Configuration of Multi-image Plane, (b) Display Configuration of Multi-image Plane

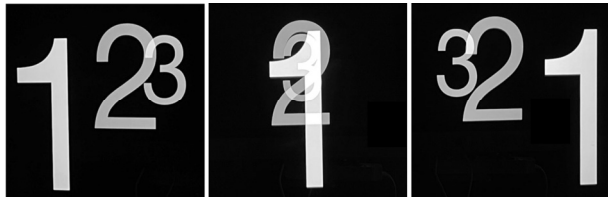


Fig. 11. Image Arrangement at the Center of Display and Left, Right Viewpoints

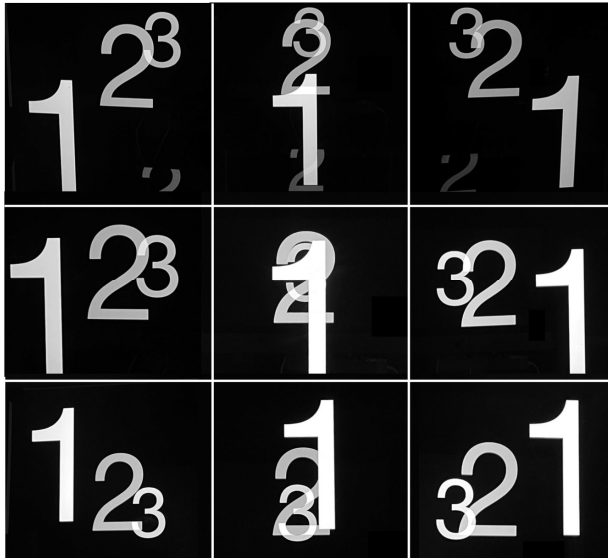


Fig. 12. Image Arrangement Along the Horizontal and Vertical Directions

평면의 숫자가 깊이 방향으로 일렬로 배치되어있으므로 일정한 물리적 거리를 가지며 겹쳐보이게 되며, 관찰자가 좌우로 움직였을 때 예는 이동된 시점의 방향에 따라 숫자가 분리되어 보이게 되므로 물리적 거리에 따른 깊이 방향으로의 입체감이 전달된다.

Fig. 12는 디스플레이의 정면을 기준으로 관찰자가 좌와 우, 상과 하로 이동할 때의 시점에서 관찰되는 다시점의 이미 지이다. 다중의 하프 미러를 사용하였으므로 후면에 나타나는 숫자 이미지 2와 3의 밝기 정도에 하프미러의 반사/투과 의 비율에 따른 광량 손실이 예상되었으나, 광원으로 사용된 사이니지 패널의 높은 밝기 값으로 인해 사용자에게 전달되는 이미지의 가시성이 크게 감소하지 않았다.

5.3 기존 서비스 개선점 및 기대 효과

제안된 실감 콘텐츠 서비스를 통한 기존 서비스에 대한 개선과 기대효과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 체험 공간을 수직과 수평의 방향으로 확장 할 수 있으며 이는 단일 평면 이 아닌 사용자 시점에서의 깊이 방향이 확장된 3차원 입체 공간 형성이 가능함을 의미한다. 둘째, 기존의 2차원 평면에서 지정된 영역의 상호작용이 아닌 깊이와 너비가 확대된 3차원 공간에서 사용자의 자유로운 이동과 모션을 통한 공간

상호작용을 구현하므로 기존 대비 사용자의 활동 영역이 확장된 상호작용 콘텐츠 서비스가 실현이 가능하다. 또한 제안된 서비스는 사용자에게 단순 시청 같은 단 방향 체험 제공이 아닌 상호작용과 연동된 실시간 모션그래픽이 적용되므로 적극적 체험 유도가 가능하며 체험 공간의 구조적 확장이 용이함에 따라, 실감 콘텐츠의 다양한 시나리오 적용이 가능하므로 공간 구조 및 콘텐츠 시나리오에 대한 다양한 응용을 기대할 수 있다.

6. 결론 및 향후 연구

현재 실감 콘텐츠는 더욱 발전되어가는 디스플레이 기술에 적용되고 있으며 이에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다. 하지만 실감 콘텐츠의 최종 지향점이라고 할 수 있는 홀로그램 디스플레이의 기술적 완성까지는 적지 않은 시간이 소요될 것으로 예상된다. 이에 본 논문에서는 실감 콘텐츠의 개념과 기술적 분류 그리고 현재 적용 및 활용되고 있는 방향에 대해 검토하였으며 사용자의 몰입감과 능동적 참여를 유도하는 체험 형 전시 형태인 어뮤지엄의 개념에 적합한, 상호작용 기반의 다중 이미지 평면으로 구성된 깊이 방향의 3차원 공간 실감 콘텐츠 서비스를 제안하였다. 이를 통하여 기존의 서비스보다 사용자의 활동 영역이 확대된 상호작용 콘텐츠 서비스 실현이 가능할 것으로 기대되며 이후 다양한 시도들이 이어져 홀로그램이 상용화 단계에 이르렀을 때, 효과적 스토리텔링으로 사용자의 감각을 완전히 사로잡을 수 있는 홀로그램 실감 콘텐츠 개발이 이루어 질 것으로 예상된다. 이에 향후 연구로 디스플레이 기술과 기타 연계 학문의 복합 생태계 형성을 기반으로 인간의 경험에 대한 생체, 인지적 특성 분석에 따른 실감 콘텐츠의 휴먼 팩터 연구를 수행하고자 한다.

References

- [1] B. H. Son, J. H. Kim, and D. H. Choi, "Major science and technology innovation policy tasks for response to the Fourth industrial revolution." KISTEP Issue Paper, 2017.4.
- [2] H. K. Joe, "A study on the use of immersive media contents design based on extended reality(XR) technology in digital transformation era," *Journal of the Korean Society Design Culture*, Vol.26, No.4, pp.497-507, 2020.
- [3] J. Y. Yeom, "A study on the elements of content design and expression using holographic technique-focusing on the 3D image of the hologram pyramid,-" *Korean Society of Cartoon and Animation Studies*, pp.293-313, 2019.6
- [4] W. J. Lee, E. J. Shin, H. S. Yun, H. M. Choi, D. S. Jo, and H. J. Kang, "Trends in holographic realistic content," *Korea Information Processing Society Review*, Vol.28, No.1, pp.17-25, 2021.

[5] P. Milgram and H. Colquhoun, "A taxonomy of real and virtual world display integration," in *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*, Springer: Softcover reprint of the original 1st ed. 1999 edition, pp.15-30, 2014.

[6] M. G. Kim and J. M. KIM, "Storytelling-based immersive virtual reality contents production techniques," *Journal of Digital Contents Society*, Vol.21, No.12, pp.2019-2099, 2020.

[7] H. Joo, T. Simon, and Y. Sheikh, "Total capture: A 3D deformation model for tracking faces, hands, and bodies," in *2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Salt Lake City, UT, pp.8320-8329, 2018.

[8] R. T. Azuma, "A Survey of augmented Reality," *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol.6. Iss.4, pp.355-385, 1997.

[9] H. K. Cho and S. H. Kim, "A study contents for enhancing engagement and engagement of augmented reality application user," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol.24, No.2, pp.665-675, 2018.

[10] S. J. Kim, Y. J. Koh, and Y. J. Choi, "Design and implementation of immersive media system based on dynamic projection mapping and gesture recognition," *KIPS Transactions on Software and Data Engineering*, Vol.9, No.3, pp.109-122, 2020.3

[11] N. Kim, K. C. Kwon, Y. T. Yim, and Z. Yu, "Trends and prospect of hologram convergence technology," *Broadcasting and Media Magazine*, Vol.24, No.2, pp9-18, 2019.

[12] MBC, VR documentary with HMD [Internet], <https://www.youtube.com/watch?v=ufITK8c4w0c>, Access date 2021.5.25

[13] Hyundai Motor Group, AR Navigation [Internet], <https://news.hmgjournal.com/Tech/ces-2019-hmg-ar-navi>, Access date 2021.5.25

[14] Chosunbiz, mixed reality Jump Studio [Internet], https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/04/29/2020042903882.html, Access date 2021. 5.25

[15] Chosunbiz, VR shop in shop [Internet], http://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/10/23/2019102300694.html, Access date 2021.5.25

[16] iT dongA, U+5G gallery [Internet], <https://blog.uplus.co.kr/3673>, Access date 2021.5.25.

[17] E. H. Hwang, "A study of design and its characteristic analysis of DDHOE by using a holographic wavefront printer," Degree thesis(M.A. degree), Graduate School of Smart Convergence Kwangwoon University 2018.12.

[18] K. J. Lee, "A Study on the principles and economic effects of 4W Hologram," *The Journal of Image and Cultural Contents Issue Paper*, Vol.11, pp.79-99, 2016.

[19] J. T. Kim and H. Y. Kim, "A study on the implementation method of projection mapping using real-time motion graphics: Focused on projection mapping of 'King Sejong'," *The Korean Journal of Animation*, Vol.14, No.3, pp.250-265, 2018.

[20] I. J. Joe and Y. J. Choi, "Types of projection mapping contents and software analysis," *HCI Society of Korea*, pp.867-870, 2018.



이 완 중

<https://orcid.org/0000-0003-4370-6831>
 e-mail : redsea15@wku.ac.kr
 2020년 한국예술종합학교 영화과(학사)
 2020년~현 재 원광대학교 전자공학과
 석사과정
 관심분야: Media Art, Hologram



신 은 지

<https://orcid.org/0000-0002-2253-4754>
 e-mail : dmswl3073@naver.com
 2018년~현 재 원광대학교
 디지털콘텐츠공학과 학사과정
 관심분야: Realistic Contents,
 Hologram, Motion Sensor



윤 현 선

<https://orcid.org/0000-0001-7158-3821>
 e-mail : yunhs001021@naver.com
 2019년~현 재 원광대학교 디자인학부
 시각정보디자인학과 학사과정
 관심분야: Contents Design, 3D
 Animation, Visual Effect



최 희 민

<https://orcid.org/0000-0002-3468-1911>
 e-mail : hmchoi1017@wku.ac.kr
 2012년 광운대학교 전파공학과(학사)
 2014년 광운대학교 전자공학과(석사)
 2018년 광운대학교 전자공학과(박사)
 2018년~2019년 홀로디지로그연구센터
 연구원
 2019년~2020년 한국조명ICT연구원 연구원
 2020년~현 재 원광대학교 홀로그램 연구소 박사후연구원
 관심분야: Digital Holography, 3D Display, Plenoptic
 Display, Digital Signal Processing



조 동 식

<https://orcid.org/0000-0003-3700-0955>
e-mail : dongsikjo@ulsan.ac.kr
2003년 포항공과대학 컴퓨터공학(석사)
2017년 고려대학교 컴퓨터학(박사)
2004년 ~ 2018년 한국전자통신연구원(ETRI)
선임연구원

2018년 ~ 2020년 원광대학교 디지털콘텐츠공학과 교수
2021년 ~ 현 재 울산대학교 IT융합전공 교수
관심분야 : Hologram, VR/AR/MR, Computer Graphics, HCI



강 훈 종

<https://orcid.org/0000-0002-6368-8119>
e-mail : holowave999@wku.ac.kr
1998년 광운대학교 전자공학과(학사)
2001년 광운대학교 전자공학과(석사)
2008년 Nihon University 전자공학과
(박사)

2002년 ~ 2006년 한국전자통신연구원(ETRI) 연구원
2008년 ~ 2010년 Bilkent University European FP7 Real 3D
Project 연구원
2010년 ~ 2019년 한국전자기술연구원(KETI) 책임연구원
2014년 ~ 2016년 한국광학회 사업이사
2019년 ~ 현 재 원광대학교 전자공학과 교수
관심분야 : Digital Holography, Electro-Holography,
Holographic Printer, 3D Display, Signal
Processing of Stereoscopic Images