



특집논문 (Special Paper)
방송공학회논문지 제28권 제5호, 2023년 9월 (JBE Vol.28, No.5, September 2023)
<https://doi.org/10.5909/JBE.2023.28.5.505>
ISSN 2287-9137 (Online) ISSN 1226-7953 (Print)

교육용 메타버스 플랫폼 개발에 관한 연구

김 준 호^{a)}, 조 현 진^{b)}, 최 성 진^{c)†}

A Study on the Development of the Educational Metaverse Platform

Jun Ho Kim^{a)}, Hyun Jin Cho^{b)}, and Seong Jhin Choi^{c)†}

요 약

교육 분야는 오프라인 캠퍼스라는 아날로그 환경에서 급격하게 디지털로 전환되고 있다. 이러한 환경 변화는 창작과 공유가 가능하고, 자유도 높은 온라인 수업 및 높은 몰입도를 제공하는 메타버스 환경을 요구하기 시작했다. 본 연구에서는 기존 메타버스의 교육적 활용에 대한 확장성과 지속성에 대한 문제, 편의성 및 참여자 수 제한이라는 문제점을 해결하기 위해 메타버스 플랫폼의 확장 및 지속가능성을 위한 메타버시티 세계관을 정립하고, 이를 기반으로 메타버스 플랫폼 확장 및 지속가능성을 위한 클라우드 환경을 구축했다. 또한, 메타버스의 교육 활용 편의성 강화를 위해 큐시트, 액션패널 등의 교육 도구를 개발하여 사용자 편의성을 극대화했다. 메타버스 공간 참여자 수 제한에 대한 문제는 3D 공간, 아바타, 소통 도구(음성, 화상 등)의 최적화와 다중채널 시스템 개발을 통해 해결방안을 제시하였다.

Abstract

The education sector is rapidly transitioning from an analog to a digital environment. This rapid change in the educational environment has begun to demand a metaverse environment that allows creation and sharing, provides high freedom of online classes, and high immersion. In this paper, we established a metaverse worldview for the expansion and sustainability of the metaverse platform and built a cloud environment for the expansion and sustainability of the metaverse platform based on it to solve the problems of scalability and sustainability of the existing metaverse, convenience of educational use of the metaverse, and limitations on the number of participants in the metaverse space. In addition, we developed educational tools such as cue sheets and action panels to maximize user convenience to enhance the convenience of educational use of the metaverse. The problem of limiting the number of participants in the metaverse space was solved by optimizing 3D space, avatars, communication tools (voice, video, etc.), and developing a multi-channel system.

Keyword : Metaverse platform, Scalability and Sustainability, Multi-channel system, Optimizing 3D space and avatars

a) 동서대학교 전기공학과(Dept. of Electrical Engineering, Dongseoul University)

b) 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원(Dept. of Public Policy and Information Technology, Seoul National University of Science and Technology)

c) 서울과학기술대학교 스마트ICT융합공학과(Dept. of Smart ICT Convergence Engineering, Seoul National University of Science and Technology)

† Corresponding Author : 최성진(Seong Jhin Choi)

E-mail: : ssjchoi@seoultech.ac.kr

Tel: +82-2-970-6428

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6495-3826>

· Manuscript July 17, 2023; Revised August 18, 2023; Accepted August 18, 2023.

I. 서론

COVID-19 이후 대면 수업 중심의 교육 환경이 급속도로 비대면 환경으로 전환되고 있다. 즉, 아날로그 방식을 고수하고 있던 교육 부분을 디지털 전환이라는 거대한 흐름의 한복판으로 끌어들이는데 결정적인 역할을 하였다. 온라인 설문으로 진행한 ‘원격수업에 대한 인식, 활용 및 경험’ 등에 대한 조사에 따르면, 원격수업의 어려운 점으로 학습자 측 평가는 ‘교수 및 타 수강생과 소통 부족’ 59.2%, ‘집중력 저하’ 54.3%로 각각 1, 2위로 나타났고, 교수 측은 ‘과목특성에 의한 수업 운영’ 45.7%, ‘학생의 학습 동기부여 및 참여 유도’ 45.6%로 각각 1, 2위로 나타났다. 교수와 학습자 모두 원격수업에서의 소통이 어렵다고 토로한 것이다^[1]. 즉, 원격수업 효과를 높일 수 있도록 학생의 흥미를 유발하려면 교수와 학생의 상호작용과 소통이 열쇠가 될 수 있음을 의미한다.

메타버스는 자신을 대신하는 아바타가 3D 가상공간에서 다양한 활동을 할 수 있는 인터넷 서비스를 말한다^[2]. 가상 공간에 참여한다는 개념은 카메라로 비추어지는 상대방을 바라보는 느낌보다 훨씬 더 생생한 현장감을 전해주며, HMD를 착용하면 바로 그 현장에 있는 것 같은 몰입감을 느낄 수 있고 참여자들 간에 상호작용과 소통이 가능하다. 또한, 다양한 실감 콘텐츠를 메타버스 환경에서 실행하면 온라인으로 실제와 유사한 환경에서 실습 교육도 가능하다^[3]. 따라서 메타버스에서 교육활동은 기존 온라인 교육의 상호작용과 소통의 부재라는 한계점을 넘어설 수 있을 것으로 예상된다^[4].

이와 같이 기존 온라인 원격교육의 낮은 실재감, 상호작용과 소통 부재 등의 문제점을 해결할 수 있는 대안으로 메타버스가 떠오르자 국내·외 교육기관들이 메타버스를 교육에 활용하고자 많은 시도를 하고 있으나 일회성에 그치고 있다. 이것은 기존 메타버스 서비스가 참여자들이 지속적으로 메타버스에 머무를 수 있는 동기가 부족하고 확장 가능성이 매우 떨어진다는 것을 의미한다. 이러한 기존 메타버스 서비스의 문제에 대해 메타버스가 확장된 스토리 경험을 제공해야 하며, 새로운 세계를 만들어 갈 수 있는 스토리 구조, 즉 메타버스의 세계관 정립의 필요성에 대해 언급하고 있다^[5].

또한, 메타버스가 교육적으로 활용되기 위해서는 교수와 학생이 메타버스를 쉽게 활용 가능해야 한다. 이를 위해서는 메타버스 교수학습 모델 정립과 교수들의 전문 활용능력이 필요하다고 했으며^[4], 교수들의 메타버스 역량 강화의 필요성을 언급하기도 했다^[6]. 그러나 기존 메타버스 서비스는 사용자 편의성 부분에서 초보자가 쉽게 활용할 수 없는 고도의 디지털 도구 활용능력을 요구하고 있다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 누구나 쉽게 메타버스를 활용할 수 있는 디지털 학습 도구가 필요하다.

그리고 진정한 메타버스 활용 교육이 이루어지기 위해서는 시공간 초월은 물론 대다수 인원이 참여할 수 있어야 한다^[4]. 이것은 메타버스의 동시 참여자 수에 대한 부분으로 기존 메타버스 서비스는 최대 500명까지(게타다운) 참여가 가능하기 때문에 교육 현장에서 다양한 이벤트(대규모 인원이 참여해야 하는 졸업식, 입학식 등의 이벤트)를 메타버스에서 진행하는데 한계가 있다.

따라서 메타버스를 활용한 교육이 원활하게 이루어지려면 기존 연구자들이 제시한 3가지 문제를 해결해야만 한다. 첫째, 메타버스가 교육 현장에서 지속적으로 활용되고 사용자의 지속적인 참여를 위한 세계관 정립과 이에 따르는 서비스의 확장이 가능한 시스템 설계가 필요하다. 둘째, 메타버스 활용을 위한 사용자 편의성(디지털 학습 도구 등)이 강화되어야 한다. 셋째, 인원수에 제한 없이 메타버스에 참여할 수 있어야 한다.

본 연구에서는 메타버스를 교육 현장에서 원활하게 활용될 수 있도록 언급한 3가지 문제점을 해결할 수 있는 메타버스 플랫폼을 개발하였다.

II. 이론적 고찰

1. 메타버스 개념과 정의

메타버스는 아바타를 이용하여 다양한 활동이 가능한 세상이라고 정의한다. 또한, 2000년대 초 세컨드라이프라는 서비스는 3D 공간에서 사용자가 아바타를 이용해서 다양한 경제 활동을 할 수 있었으며, 현재 메타버스 플랫폼의 시초라고 할 수 있다^[2]. 메타버스는 가상현실, 증강현실을

포함하는 개념으로 현실 세계를 디지털 기반의 가상 세계로 확장하고, 메타버스라는 가상환경에서 현실 세계의 모든 활동을 할 수 있게 하는 시스템이다. 어떤 측면에서는 현실에서는 할 수 없는 활동도 가능하게 한다. 메타버스는 다양한 의미로 정의되고 있으나 공통으로 나타나는 키워드는 3차원 가상공간(3D), 현실과 가상의 융합, 디지털 공간, 진보된 인터넷 등으로 표현된다. 또한, 아날로그의 반대 개념에서 출발하여 이제는 사회 전반의 시스템을 근본적으로 변화시키는 개념인 디지털 전환의 시각으로 보면 아날로그인 현실이 디지털인 가상으로 전환되고(아날로그에서 2D 디지털로 전환된 인터넷 공간), 또다시 메타버스라는 인터넷이 연결된 3D 디지털 공간으로 전환되는 것으로 설명할 수 있다^[2].

2. 메타버스의 유형

미국 비영리 기술연구단체 ASF(Acceleration Studies Foundation)는 2007년 메타버스 로드맵에서^[7], 메타버스를 구성하는 주요한 기능을 시뮬레이션, 몰입감, 내부지향, 외부지향으로 선정하고, 메타버스 영역을 증강현실, 거울세계, 가상세계, 라이프로그 4가지 영역으로 나누었다^[8]. ASF는 4가지 유형이 복잡하게 연결된 메타버스의 미래를 예측하기 위해 언급한 4가지 유형과 내적, 외적으로 상반되는

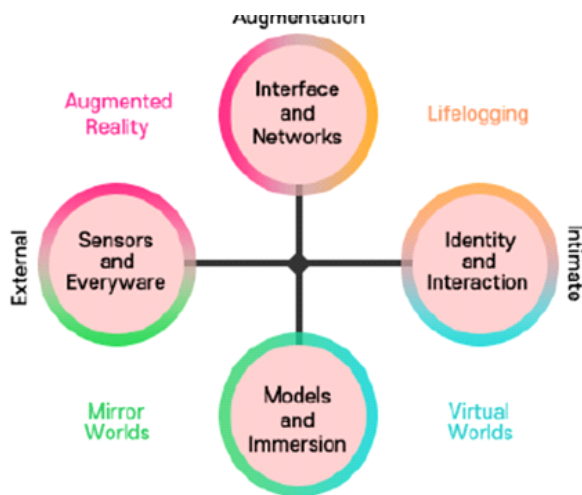


그림 1. 메타버스의 4가지 프레임 워크^[7]
 Fig. 1. The four frameworks of the metaverse

개념을 대립시켜 4가지 프레임워크를 설정했다. 그림 1은 메타버스의 4가지 유형 프레임워크를 도식화한 것이다. 내부, 외부의 두 축은 증강현실, 라이프로그, 미러 월드, 가상 세계를 통해 메타버스가 사용자의 내부에 집중되는 것인지 외부에 집중되는 것인지 구분하는 기준을 제시한다.

III. 메타버스 플랫폼의 교육적 활용을 위한 문제점과 개발 요소

메타버스를 활용한 수업에 참여한 학습자 인식은 긍정적으로 나타났고 교육 활용에 대한 필요성을 강조했다^[9]. 메타버스를 수업에 활용한 교수들은 메타버스가 학습자 중심활동 수업에 적절한 도구로서의 기능을 하므로 원격수업에 유용한 도구로 평가했다^[4]. 메타버스의 교육적 활용은 전문분야인 기술, 과학 등 개념을 가상공간에서 시각화로 구현하여 교육비용을 절감할 수 있다. 또한, 역사적 장소 등을 구현하여 시공간의 한계를 벗어나 전문지식을 생생하고 쉽게 이해 및 전달할 수 있으며, 가상교실을 활용하여 다자 참여 토론, 사용자 콘텐츠 제작 등 몰입형 교육이 가능하다고 판단했다^[3]. 메타버스 미디어 환경은 인지적 안내요소와 시각적 요소를 통해 학습상황에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 요인들을 줄이고, 학습에 몰입할 수 있도록 하였다^[10]. 메타버스를 보다 효과적인 학습 도구로 활용하기 위해서는 메타버스 플랫폼에 대한 행동유발 요인이 고려되어야 한다^[11].

1. 확장성 요소

메타버스는 플랫폼 제공자가 가상의 환경을 제공하고, 사용자가 특정 목적에 부합하는 기능을 구현하여 플랫폼상에서 구동될 수 있도록 하는 플랫폼의 특징을 갖고 있다. 이 부분은 게임 제작자가 만든 기능만을 소비할 수 있는 환경을 제공하는 온라인 게임과 차별화되는 부분이다^[12]. 메타버스는 새로운 미디어인 동시에 현실의 연장상에서 모든 활동을 즐길 수 있는 새로운 공간이며, 메타버스의 성공요인은 실제 상황에서 이루어지는 커뮤니케이션과 유사한 수준까지 높아졌다^[13]. 제페토와 같은 메타버스에서는 대부분 아바타 커스텀이나 제페토 월드 방문 등 일회성 경험만

을 제공할 뿐 확장된 세계관에 의한 스토리가 있는 경험을 제공하지 못하고 있으며, 메타버스가 세컨드라이프의 실패를 되풀이하지 않기 위해서 가상공간이 제공하는 무한한 가능성을 바탕으로 확장된 스토리 경험을 제공해야 한다. 이것은 제페토와 같은 메타버스 서비스의 세계관 부재를 의미하며 메타버스의 확장을 위한 세계관 정립의 중요성을 강조했다^[14]. 송민정(2022)은 메타버스에서 다양한 이벤트가 지속적으로 이루어지기 위해서는 현실 세계와의 연결성이 중요하며 지속성이 확보된 메타버스 플랫폼을 실현하기 위한 다양한 비즈니스 모델이 필요하다고 하였다. 이런 연구결과들은 메타버스 플랫폼의 교육적 활용을 위한 것으로 메타버스의 지속가능성과 확장성을 논하고 있다. 이를 위해서는 가상 세계를 구성하고 확장해나갈 수 있는 스토리, 즉 세계관에 대한 부분과 확장을 위한 시스템 개발이 필요함을 알 수 있다.

2. 디지털 학습 도구 요소

교육 현장에서 메타버스가 이용되기 위해서는 IT 기술의 발달과 더불어 교수자의 IT 기술 기반 디지털 교육 도구 활용 역량 강화 및 새로운 교수학습모델 정립과 메타버스 교수학습방법에 대한 자신감 및 전문 활용능력이 필요하다^[4]. 이는 교육용 메타버스 플랫폼의 개발에 있어서 사용자 편의성, 특히 교수입장에서 편의성 강화가 매우 시급하다고 볼 수 있다. 디지털 기술적 역량은 메타버스에 대한 몰입 수준을 높일 수 있는 요인이며 디지털 기술적 역량이 높은 경우 공동체에 대한 영향력이 높고 몰입의 요청지원 의도에 미치는 영향이 강화된다^[16].

이것은 메타버스의 교육적 활용에 있어서 교수들의 메타버스 역량 강화가 필요하며, 메타버스 서비스에서 디지털 교육 도구 활용의 편의성이 강화되어야 함을 의미한다. 메타버스 교육이 단순히 가상현실과 증강현실을 교수·학습에 활용하는 수준에 머물러있다면 교수는 테크놀로지 교수 지식(물리적 매체에 대한 이론 및 활용지식)만 있으면 되지만, 메타버스 교육이 성공하려면 현실 세계의 교육 환경과 가상 세계의 교육 환경을 유연하게 넘나들 수 있는 테크놀로지 내용 교수 지식을 모두 융합한 총체적 지식이 요구된다^[17]. 따라서 메타버스를 교육적으로 활용하

기 위해서는 교수자의 메타버스 활용능력 향상이 매우 중요한 부분이라는 것이다. 교수자의 메타버스 활용능력 향상을 위해서는 메타버스에 최적화된 디지털 학습 도구가 필요함을 의미한다.

3. 대규모 다중 사용자 접속 요소

메타버스 수업은 현재 적은 인원수만 제한적으로 참여하고 있지만 진정한 메타버스 활용 교육이 이루어지기 위해서는 시공간 초월은 물론 대다수 인원이 참여해야 된다^{[2][4]}. 이것은 목적 공간의 사용자 참여 숫자가 확대되어야 함을 의미한다. 참여자 수의 확대는 메타버스 공간설계의 활성화를 위해서 플랫폼 사용 비용에 대한 부분과 연결된다. 게더타운의 경우 일회성 수업에도 강의 인원수에 따라 비용이 많이 지출될 수 있다. 이것은 메타버스 서비스 참여에 있어서 공간, 사용자, 커뮤니케이션 도구 등의 최적화의 필요성을 강조한 것이다. 그러나 이것은 메타버스를 교육적으로 활용하기 위한 플랫폼의 기본 전제조건이 되어야 할 것이다. 메타버스는 공유와 참여의 니즈를 지속적으로 유지할 수 있는 흥미 유발, 가상현실 또는 현실에서 활용 가능한 콘텐츠가 중요하며, 메타버스의 미래는 가상현실이라는 공간적인 측면보다는 공간 커뮤니케이션 측면에 달려 있다. 이것은 기존 HMD 기반 가상현실 콘텐츠와 메타버스가 차별화되는 부분이며, 메타버스 구성요소 중 활동에 대한 부분을 강조한 것이다. 사용자들이 다양한 커뮤니케이션 도구를 통해 지속적으로 콘텐츠를 생산할 수 있도록 하는 것이 중요하다는 것이다.

다양한 커뮤니케이션 도구의 제공은 편의성에도 해당하지만, 공간에 참여하는 동시 참여자 수에도 밀접한 관계가 있다. 메타버스 교육 활용 부분에서 가장 중요한 것은 음성 채팅이라고 볼 수 있다. 대부분의 교육활동이 음성으로 이루어지기 때문이다. 그런데 현재 기존 메타버스에서 다자간 음성채팅은 공간의 동시 참여자 수에 한계가 존재한다. 이러한 기술적 한계로 인해 기존 서비스에서는 참여자 수의 제한을 두고 있다. 그러나 교육 현장에서는 다양한 이벤트가 진행되고 있으며, 이러한 이벤트를 진행하기 위해서는 대규모 다중 사용자 접속이 반드시 필요하다.

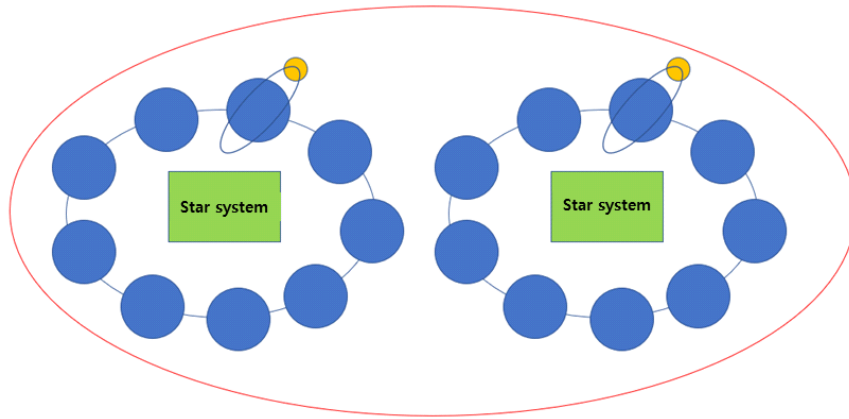


그림 2. 메타버스 교육 플랫폼 갤럭시 구조
 Fig. 2. Metaverse Education Platform Galaxy Structure

IV. 교육용 메타버스 플랫폼 개발

1. 플랫폼 확장성을 위한 클라우드 프레임워크

메타버스 교육을 진행하는 주체를 학교라 했을 때, 각 학교에 서버를 할당하고 이벤트 생성 시 학교 서버에 자동으로 이벤트 공간이 할당되어야 한다. 그림 2는 메타버스 교육 플랫폼의 구조이다. 메타버스 교육 플랫폼은 카테고리별로 묶고 이를 갤럭시 형태로 구성한다. 그림 2와 같이 각 학교를 동일 카테고리로 묶어서 학교별로 공간이 생성될 수 있도록 한다.

그림 3은 메타버스 교육 플랫폼 서버 다이어그램이다. 가상 사설 클라우드를 적용하여 보안성을 확보하고, Auto Scaling을 통해 트래픽에 대한 적절한 대응이 가능하도록 설계했다. L4/L7 로드 밸런서를 통해 다중 데이터센터 (Multi-AZ)에 시스템을 이중화하여 부하 분산 및 고가용성/내결함성을 확보했다. 또한, Amazon Global Accelerator를 통해 공인 IP 접속이 가능하며 신속한 글로벌 서비스 제공이 가능하다. MongoDB와 호환되는 완전 관리형 NoSQL DBMS인 Amazon Document DB를 적용했다. 스토리지는 Amazon EBS를 사용했으며, Amazon EBS는 사용이 쉽고 확장 가능한 고성능 블록 스토리지 서비스이다. Amazon EBS는 대규모로 처리량과 트랜잭션, 집약적인 워크로드 모두를 지원하며 EC2에서 사용하도록 설계되었고, 가용 영역(Availability Zone) 내 복제를 포함한 99.999%의 가용성

을 제공함으로써 안정적인 서비스를 유지시켜 준다.

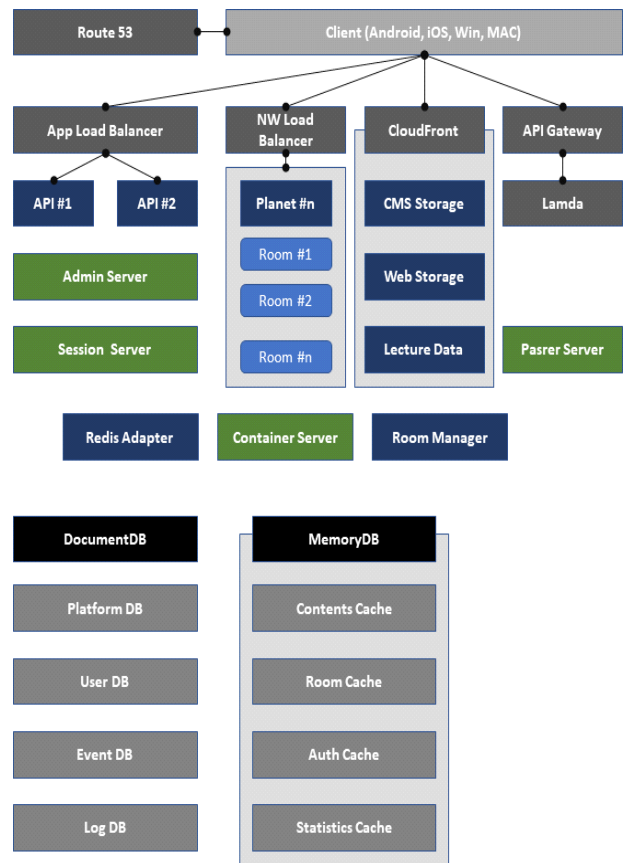


그림 3. 메타버스 교육 플랫폼 서버 다이어그램
 Fig. 3. Metaverse Education Platform Server Diagram

메타버스 교육 플랫폼 내에서 데이터, 동영상, 라이브 스트리밍 등의 서비스를 위한 콘텐츠전송네트워크(CDN)는 아마존 클라우드 프론트(Amazon Cloud Front)를 적용했다. 이것은 짧은 지연시간과 빠른 속도로 데이터, 동영상, 애플리케이션, API를 안전하게 전송하는 고속 콘텐츠전송 네트워크 서비스로서 엣지 로케이션이라고 하는 데이터센터로 전 세계 네트워크를 통해 콘텐츠를 전달하게 된다. 아마존 클라우드 프론트는 다른 아마존 웹 서비스(S3, Lambda, Media Convert)와 연계를 통해 VOD 동영상을 변환하여 전송하는 기능을 제공한다. 메타버시티는 아마존 클라우드 프론트를 통해 자체 비디오 파일 업로드 기능과 실시간 라이브 스트리밍 스튜디오를 구축했다. 아마존 클라우드 프론트와 아마존 키네시스 데이터 스트림(Amazon Kinesis Data Streams)을 연계하여 실시간 로그 수집 및 제공하며 클라우드 프론트 캐시에 보관하는 시간을 제어할 수 있으며 동일한 경로 패턴과 일치하는 모든 객체에 대해 캐시 시간을 변경 가능하며 추가로 개별 객체의 캐시 시간을 변경할 수 있다. Pre-signed URL/Cookie 기반의 사용자 접근제어 제공 및 위치기반 사용자 접근제어를 제공하며 HTTP 및 HTTPS 요청에 대해 4xx 및 5xx 등의 HTTP 상태 코드로 응답 제공, 이어받기 기능을 지원하며 다운로드 실

패 시점부터 이어받을 수 있도록 범위를 지원한다.

2. 플랫폼 사용 편의성 강화를 위한 디지털 교수학습 도구

2.1 이벤트 생성 도구 개발

메타버스 교육 플랫폼에서는 대형 행사, 강의, 회의 등 다양한 이벤트를 진행할 수 있다. 이벤트를 진행하기 위해서는 이벤트 생성 도구가 필요하다. 이벤트 생성은 관리자 모드 접속을 했을 때 생성이 가능하다. 또한, 관리자는 해당 행사의 최고 관리자이며 각각의 이벤트에 강사를 지정할 수 있다. 이벤트 생성 패널에서 이벤트 명, 이벤트 날짜, 목적, 장소를 선택하고 공개유무를 선택한 후 이벤트를 생성할 수 있다. 그림 4는 이벤트 생성 도구를 활용하여 이벤트를 만드는 과정을 나타낸다. 이벤트 생성 시 각 공간에 서버가 할당되고 공간의 참여자 수가 제한된다. 생성된 이벤트는 수정과 삭제가 가능하나, 장소 변경은 할 수 없다. 이유는 생성된 공간의 참여자 수의 변동이 생기면 참여자가 강제로 공간에서 사라지는 문제가 발생할 수 있기 때문이다. 그리고 비공개 이벤트의 경우 사용자 모드에서 이벤트 리스트에는 표시가 되지만 초대코드를 받지 못한 경우에는

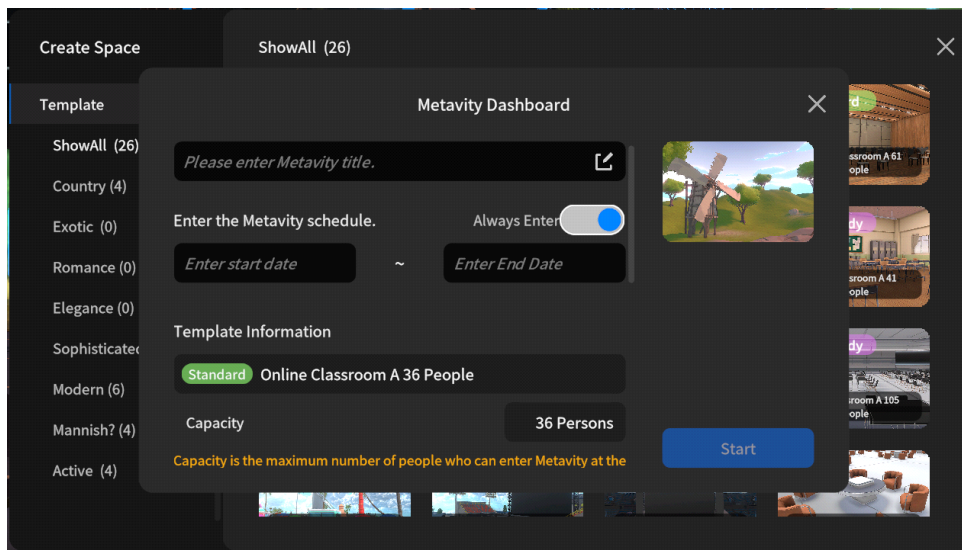


그림 4. 메타버스 교육 플랫폼 이벤트 생성 도구
Fig. 4. Metaverse Education Platform Event Creation Tool

입장이 불가능하다. 학교 강의의 경우 비공개 강의로 진행되는 경우가 많을 것으로 예상된다.

2.2 플랫폼 활용을 위한 디지털 학습 도구 개발

교육용 메타버스 플랫폼에서 이벤트를 만들고 진행하는 관리자 모드와 관리자가 만든 이벤트에 참여하는 사용자 모드가 있다. 관리자 모드는 관리자 코드를 이용해서 접속할 수 있고 전체 참여자 제어, 큐시트 작성 및 운영, 배너 이미지 등록, 액션 패널 활용 등 관리자 혼자서 이벤트를 진행할 수 있도록 개발했다. 관리자 모드에서 교수자가 메타버스에서 교육을 원활하게 진행할 수 있는 교수학습 도구인 큐시트와 액션 패널을 개발하여 적용했다. 그림 5는 메타버스 교수학습 도구 큐시트를 적용한 관리자 모드 화면이다.

큐시트는 다양한 이벤트 자료를 순서대로 배열하여 동작하는 것으로 기존 메타버스 서비스에서는 없는 독창적인

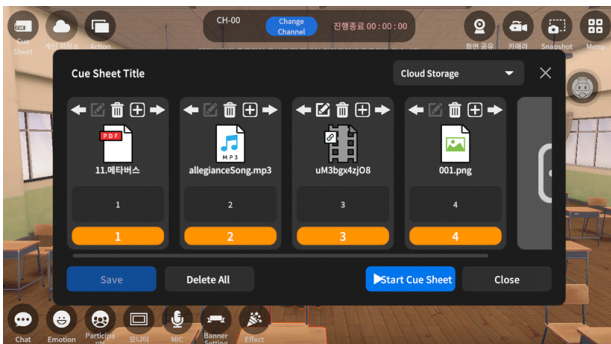


그림 5. 메타버스 교수학습 도구 큐시트 화면
 Fig. 5. Metaverse teaching and learning tool cue sheet screen



그림 6. 메타버스 교수학습 도구 큐시트 실행화면
 Fig. 6. Metaverse Teaching and Learning Tool Cue Sheet Execution Screen

기능이다. 큐시트 즉 행사를 자동으로 진행 시키기 위한 일정표에 따라 행사가 진행된다. 더 정확하게는 시간 변화에 따라 행사가 진행되면서 큐시트에 순서대로 지정된 액션이 메타버스 서비스 내의 스크린에 구현된다. 액션 템플릿 패널은 이벤트 진행 시 다양한 기능을 순간적으로 추가할 수 있으며, 큐시트 기능보다 우선적으로 동작한다. 또한, 추가적인 기능을 개발했을 때 템플릿으로 개발하여 액션 패널에 적용할 수 있다. 관리자는 기생성해 놓은 큐시트를 불러내어 수정, 삭제 등의 다양한 동작을 수행할 수 있다. 그림 6의 우측 하단은 실행 중인 큐시트 제어 패널을 보여준다. 큐시트 상에 강의자료 PDF가 실행 중인 경우에는 PDF 제어 패널이 된다.

2.3 메타버스 멀티미디어 재생 스크린 시스템 개발

본 연구에서 개발한 메타버스 플랫폼에서는 이벤트를 진행할 때 이미지, PDF, 동영상, 라이브 스트리밍, 화면공유 등 다양한 연출을 할 수 있다. 이러한 화면 연출을 하나의 스크린에서 진행할 수 있도록 개발하였다. 기존 메타버스 서비스에서는 메타버스에서 동작하는 멀티미디어 자료를 각각의 뷰어를 통해 디스플레이 되는데, 이것은 새로운 창을 띄워서 공유하는 방식이라서 행사를 진행할 때 사용자의 집중력을 떨어뜨리는 결과를 가져올 수 있으며, 비동기 방식의 재생 시스템이라서 각각의 사용자들이 모두 다른 화면을 볼 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 하나의 스크린에서 다양한 멀티미디어 자료를 재생할 수 있도록 개발하였다. 특히 화면공유의 경우는 본

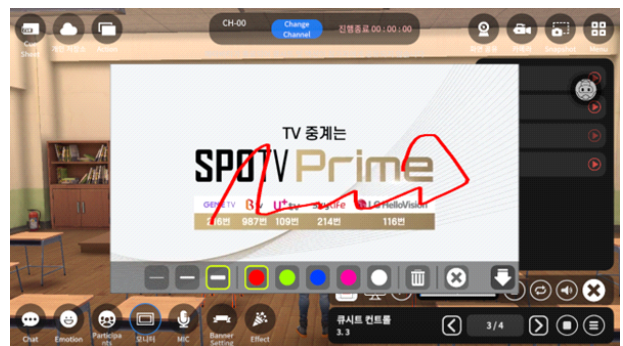


그림 7. 메타버스 멀티미디어 재생 스크린 화면
 Fig. 7. Metaverse multimedia playback screen

연구에서 최초로 개발한 것이다. 이것은 타 서비스에서 제공하는 브라우징 방식이 아닌 한 화면에서 재생되기 때문에 강의자와 수강자가 강의에 집중할 수 있다. 또한, 멀티미디어 스크린을 활용하여 교수자는 판서할 수 있으며, 모든 학습자에서 동기화되어 표시된다. 그림 7은 메타버스 멀티미디어 재생 스크린 활용 화면이다

3. 플랫폼 활용을 위한 대규모 다중 사용자 접속 시스템

3.1 대규모 다중 사용자 접속을 위한 기본조건

메타버스에서 교육활용 공간(목적 공간)의 동시 참여자 수 확대를 위해 그래픽, 서버, 음성, 화상 스트리밍 등 다양한 요소가 목적 공간에서 최적화되어야 한다. 또한, 단순하게 공간에 아바타 숫자를 확대하는 것이 아니므로 메타버스에 접속하는 단말기의 사양도 고려되어야 한다. 기존 서비스들이 16~500 내외(게더타운 같은 서비스는 2D 기반이고 PC의 웹브라우저만 가능한 서비스이기 때문에 사실상 메타버스에서 최대 참여자수는 50명 내외)로 동시 참여자 수를 제한하고 있는 이유도 위와 같은 조건을 만족시키기 어렵기 때문이다.

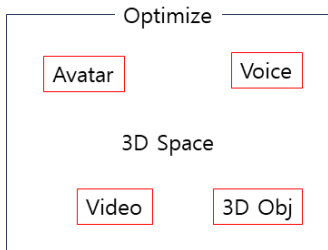


그림 8. 대규모 다중 사용자 접속을 위한 기본조건
Fig. 8. Basic conditions for large-scale multi-user access

아바타를 최적화하여 동시 참여 가능한 아바타의 숫자를 늘렸다고 해도 음성 전송 및 동기화 부분과 웹캠 등을 활용한 화상 스트리밍은 또 다른 문제를 발생시킨다. 동시 참여자 숫자의 확대는 획기적인 아이디어와 이를 구현할 수 있는 기술력이 뒷받침되어야 한다. 그림 8은 교육 활용 공간 동시 참여자 수 확대를 위한 기본조건을 나타낸다. 그림 8

과 같이 3D 공간, 아바타, 음성, 화상 등이 각각의 단말에 최적화되어야 한다.

3.2 메타버스 다중채널 시스템 개발

기존의 메타버스 서비스 플랫폼에서는 하나의 방(혹은 이벤트 행사장)을 만들었을 때 기술적 한계로 인해 하나의 방에 들어갈 수 있는 인원이 최대 500명 정도(게더타운)로 제한되는 문제가 있다. 여기서, 기술적 한계라는 것은 하나의 방에 너무 많은 인원이 들어가면 데이터 처리량의 한계로 하나의 방에서 운영하는 이벤트가 돌아가지 않는 것을 의미한다. 물론 종래에는 시스템의 처리속도, 통신 속도, 데이터 처리 속도가 무한하게 발전하면 하나의 채널을 통해 서비스하는 것도 가능하겠지만 이러한 것은 현재 상태에서는 비현실적으로 소비자들에게 원활한 서비스를 제공하기 위해 이에 대한 개선이 요구된다.

따라서 다채널 구조를 통해 대규모 참여 인원이 동시에 메타버스 서비스에 접속할 수 있고 졸업식, 강의실, 회의, 콘서트 등의 이벤트에 참여하는 일부 그룹 또는 VIP 참여자를 각 채널에 동기화하여 서비스하는 다채널 구조 및 채널 동기화를 위한 메타버스 서비스를 개발할 필요가 있다.

다채널 구조 및 채널 동기화를 위한 메타버스 서비스의 구동 방법은 통신 인터페이스부가 온라인 메타버스 서비스

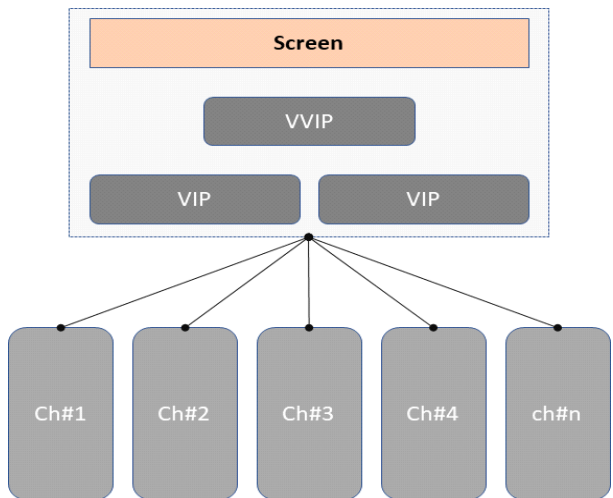


그림 9. 메타버스 다중채널 구성도
Fig. 9. Metaverse Multi-Channel Diagram

의 이벤트 행사에 참여하는 다수 참여자들이 소지하는 사용자 단말장치로부터의 서비스 요청에 따라 동일 이벤트 행사와 관련한 메타버스 서비스 영상을 제공하는 단계 및 제어부가, 상기 다수 참여자들의 사용자 단말장치로 상기 동일 이벤트 행사의 메타버스 서비스에서 음성 및 영상정보 제공 시 복수의 전송 채널로 구분하여 제공하며, 상기 구분한 각 채널로 전송되는 상기 메타버스 서비스 영상 내의 일부 그룹 또는 주요 참여자를 동기화시켜 제공하는 단계를 포함한다. 메타버스에 접속하여 이벤트 행사와 관련한 음성 및 영상정보를 수신하는 경우에 사용자는 초대코드를 통해 서비스에 접속하더라도 자신이 속해 있는 채널에 따라 VIP는 동기화되지만 비VIP 즉 일반 손님들의 경우에는 비동기 되는 메타버시티 이벤트 정보를 수신할 수도 있다. 이는 이벤트 행사가 진행되는 하나의 방 즉 행사장에 많은 사용자가 참여함으로써 서비스가 원활히 이루어지지 않는 문제를 해결하기 위한 것이다. 따라서 다수의 사용자는 대규모 참여 인원이 동시에 접속할 수 있는 1:다(多) 채널 구조에 따라 메타버시티만의 다중채널 접속방식을 이용함으로써 VVIP, VIP는 모든 채널에 동기화되고, 사용자는 채널당 예를 들어 350명이 접속하여 이벤트에 참여할 수 있다. 그림 9는 메타버스 다중채널 시스템 구성도이다.

그림 9와 같은 다중채널 시스템에서 채널당 350명으로 제한할 때, 메타버스에서 하나의 이벤트를 10개의 채널로

구성하면 $10 \times 350 = 3,500$ 명이 하나의 이벤트에 참여 가능하다. 비록 채널은 다르지만, 하나의 이벤트에서 생성한 것이므로 화면은 동일하다. 예를 들어, 350명 단위의 10개의 채널을 통해 졸업식을 수행할 때, 3,500명에게 보여지는 졸업식 무대는 동일한 무대이다. 이와 같이 무대를 동기화하거나 무대에 인접하는 VVIP나 VIP까지 전부 또는 일부를 동기화하는 것이 얼마든지 가능하다. 현재 접속할 수 있는 최대 인원은 10,000명 이상으로 350명 X 30개 채널이 활성화되어 있다.

그림 10은 메타버스 이벤트 행사 중 다중채널 접속을 실행한 화면이다. 각 채널은 원활, 혼잡으로 표시되고 각 채널에서 사용자가 350명 이상 입장 시 자동으로 다음 채널로 접속하게 된다. 사용자는 이벤트 입장 시 자동으로 원활한 채널로 입장하게 된다.

3.3 N:N 음성 채팅 서버 개발

메타버스에서 대규모 인원이 참여하는 행사를 진행하기 위해서 음성 서버 개발이 필수적이다. 특히 입학식과 같은 대형 행사의 경우 최대 3,000명 이상 이벤트에 참여하게 됨으로써 최대 3,000명 이상의 음성 전송에 문제가 없어야 한다. 기존 메타버스 서비스 음성 서버의 경우 최대 200~500명 이하의 참여자끼리의 음성채팅이 가능하므로 본 연구에서 지향하는 한 공간에 3,000명 이상이 접속하는 메타버스 플랫폼에서는 사용할 수 없다. 기존 메타버스 서비스의 동



그림 10. 메타버스 다중채널 채널이동 화면
Fig. 10. Metaverse multi-channel movement screen

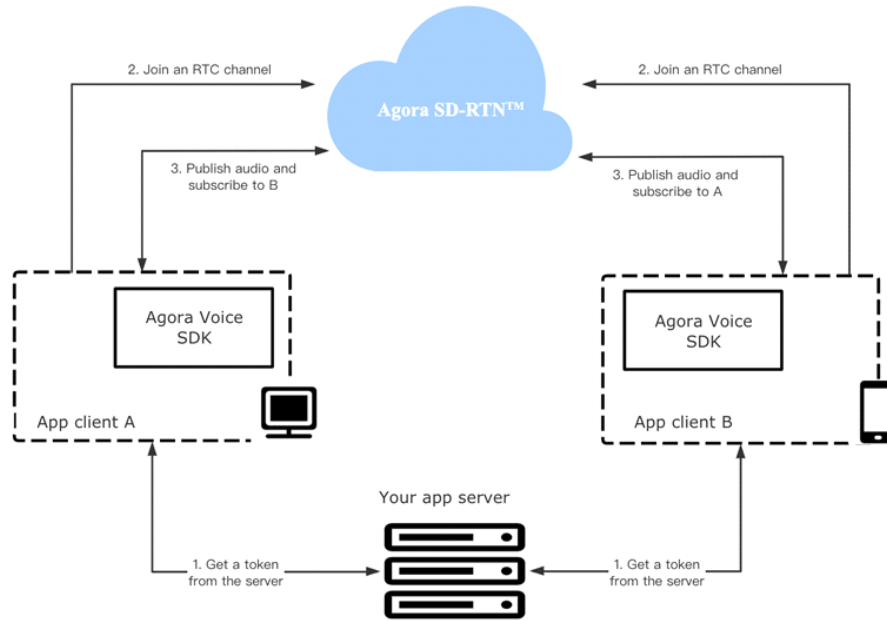


그림 11. 음성 서버 아고라 워크플로우
Fig. 11. Voice Server Agora Workflow

시점속자 제한은 그래픽 최적화 문제도 있지만 가장 큰 원인은 음성 서버의 대규모 N:N 음성채팅을 지원하지 못해 발생하는 문제이다.

이런 문제점을 해결하기 위해 무제한 음성채팅이 가능한 아고라(Agora) 서버를 활용하여 메타버스 플랫폼에 연동하는 방법을 적용했다. 아고라 SDK는 메타버시티의 개발 엔진인 유니티에 적용할 수 있으며, 멀티 디바이스를 지원한다. 따라서 메타버스 서비스에서는 구현할 수 없었던 대규모 음성채팅이 가능하게 되었다. 그림 11은 메타버시티 음성 서버로 적용된 아고라 서버의 서비스 워크플로우를 나타낸다.

그림 12는 유니티 개발 엔진에 아고라 서버를 탑재시켜 비디오와 음성 서버를 활성화할 수 있도록 하는 SDK импорт 이미지이다. 그림 12와 같이 아고라 서버를 유니티 엔진에 임포트할 수 있다. 아고라 서버를 임포트하게 되면 메타버시티에서 음성채팅을 활성화 시킬 수 있으며, 아고라 서버에서 제공하는 다양한 동영상 스트리밍 서비스도 활용할 수 있다.



그림 12. 유니티 엔진 아고라 서버 임포트 이미지
Fig. 12. Unity engine agora server import image

V. 연구결과 및 논의

본 연구에서 개발된 교육용 메타버스 플랫폼은 메타버시티 이름으로 구글 플레이스토어, Apple App Store, Microsoft Store에 정식 런칭하였으며, 2023년 2월 초부터 3월 초까지 진행된 64개 참여 대학들의 졸업식과 입학식을 문제없이 진행했다.

메타버시티를 활용하여 행사를 진행한 참여 대학은 64개 대학 중 43개 대학이 참여하여 67% 참여율을 나타냈다. 참여 인원은 졸업식 4,832명, 입학식 9,467명, 기타 행사 1,031명으로 총 15,330명으로 집계되었다. 졸업식과 입학식을 모두 메타버시티를 활용한 대학은 총 15개 대학이며 대부분 학교가 졸업식에 참여한 참여자 수보다 입학식에 참여한 학생이 2배 정도 많았다. 이러한 결과는 메타버시티에서 행사를 연속적으로 진행하면서 관리자들의 노후우가 쌓였고, 학생들에게 효과적으로 홍보가 진행되었음을 의미한다. 따라서 메타버시티에서 지속적으로 행사 및 강의 등을 진행하게 되면 빠르게 학교에 정착할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 대학교 내부 네트워크 인프라에 문제가 있는 곳도 일부 발견되었다. 내부 인터넷망이 노후화되어 학교 내부에서 다수의 접속자가 무선 인터넷망으로 접속할 경우 네트워크의 속도가 급격히 저하되어 접속에 문제가 발생했다. COVID-19 이후 온라인 강의가 급속도로 늘어나고 있는 시점에서 학교 내부 통신 네트워크를 5G 수준 이상으로 업그레이드가 필요한 것으로 나타났다.

본 연구에서는 기존 메타버스의 문제점인 확장성, 연결성, 지속성의 문제, 메타버스를 교육적으로 활용하기 위한 사용자 편의성 문제와 학교에서 벌어지는 다양한 이벤트를 문제없이 진행할 수 있는 사용자 참여자 수의 문제에 대하여 메타버스 클라우드 환경을 구축하고, 강의자 중심의 편의성 강화를 위해 큐시트, 액션 패널 등의 획기적인 개념의 강의 도구를 개발했다. 또한, 참여자 수를 이론적으로는 무한대로 늘릴 수 있는 멀티채널 개념을 제안 구현하였다. 이러한 개념은 이후 타 연구자들이 메타버스 플랫폼을 개발하고자 할 때 훌륭한 레퍼런스가 될 것으로 판단된다. 또한, 이러한 개념을 가진 메타버스들이 많이 나온다면 메타버스 간 연결이 용이해 짐으로서 진정한 메타버스 생태계를 구축할 수 있을 것이다.

VI. 결론

교육용 메타버스 플랫폼을 개발하는데 3가지 연구문제를 도출했다. 첫 번째는 메타버스 플랫폼의 확장성에 대한 것이고, 두 번째는 메타버스 플랫폼을 활용하는 것에 있어서 사용 편의성을 강화하는 부분에 대한 것이다. 마지막 세 번째는 학교의 특성상 졸업식, 입학식, 체육대회, 축제 등 수천 명이 한 공간에 동시에 참여해야 하는 경우, 한 공간에서 수천 명이 입장해야 하는 문제가 발생한다. 이러한 3가지 문제점을 해결하고 나아가 메타버스에서 다양한 교육활동을 원활히 진행하기 위해 교육용 메타버스 플랫폼을 개발하였다.

첫 번째 확장성 문제를 해결하기 위해 참여학교를 갤러리 형태의 프레임워크로 구성하고 학교 간, 사용자 간 긴밀한 연결 체계를 구축했다. 이러한 메타버스 서비스 개념을 확인하고 이를 중심으로 가상환경 모델링, 행사장, 강의실, 컨퍼런스 장소 등 다양한 환경을 모델링하여 적용했다. 메타버스 내에서의 활동은 아바타에 의해 진행되었고, 강의실 장소 등을 모델링 했다. 그리고 가상환경에 입장할 수 있는 아바타를 개발했다. 아바타는 한 공간에서 1,000명 이상 입장이 가능하도록 최적화하였다.

두 번째는 메타버스 공간에서 교수자, 학습자의 원활한 교수학습 활동을 위한 메타버스 교수학습 도구인 큐시트 및 액션 패널을 개발하여 적용했다. 큐시트는 행사 진행 자료를 사전에 등록해서 이벤트를 진행할 수 있는 도구로서 사전 리허설을 충분히 할 수 있으며 수정과 삭제, 순서변경을 자유롭게 할 수 있게 개발하였다. 액션 패널은 향후 메타버스에서 교수학습 도구 기능 추가 시 쉽게 등록할 수 있도록 모듈화하여 개발하였다. 그 밖에 아바타 이모션 시스템, 멀티미디어 재생 스크린, 화면공유, 라이브 웹캠, 판서 기능 등 사용자 편의성을 강화했다. 이렇게 개발한 교육용 메타버스 플랫폼은 크로스 플랫폼을 지원하고 있으며, 이것은 모바일, PC, MAC 등 다양한 단말에서 동일한 경험을 줄 수 있다.

세 번째는 메타버스 공간의 사용자 참여에 대한 부분이다. 교육용 메타버스 플랫폼에서는 졸업식과 입학식 등의 대규모 행사를 처리해야 하므로 최소 1,000명, 최대 6,000명까지 동시 참여가 보장되어야 한다. 이를 위해 클라우드

환경을 구축했으며 N:N 음성채팅이 가능한 음성 서버 개발과 참여자 수의 확대를 위한 다중채널 구조 및 동기화 시스템을 개발했다.

4차 산업혁명, COVID-19 사태 등을 지나면서 교육 현장에서는 동영상 강의, Zoom으로 대변되는 실시간 화상 강의 등 다양한 시도에 적응할 때쯤 메타버스 교육 활용이라는 또 다른 영역에 도전해야 하는 상황에 놓여있다. 본 연구는 이런 환경에서 온라인 원격교육을 기반으로 한 미래 교육 방향을 제시했다는 데 큰 의미가 있다. 특히, 메타버스 교육 활용에 있어 가장 큰 문제 중 하나는 교수와 학생 간 디지털 도구 활용능력에 대한 심각한 불균형이다. 본 연구 논문에서 제시한 메타버스 교육 활용 편의성 강화 부분은 교수가 쉽게 메타버스를 교육에 활용할 수 있도록 하여 이러한 불균형을 해소할 수 있는 가능성을 제시했다는 점에서 의미를 가진다.

참 고 문 헌 (References)

- [1] Heonjun Yoon, "Distance Learning to the Metaverse Era: Towards New Interaction and Communication", *Journal of the KSME*, Vol. 61, No. 8, pp. 49-54, 2021.
- [2] Joon Ho Kim, Byoung Sung Lee, Seong Jhin Choi, "A study on metaverse construction and use cases for non-face-to-face education", *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 8, No. 1, pp. 483-497, 2022.
doi: <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.1.483>
- [3] Jang Jinha, Lim Kyungran, "Appeared on the Metaverse Platform Typing the Interface Properties of the Extended Space", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 22, No. 4, pp. 94-105, 2022.
doi: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2022.04.094>
- [4] Songlee Han, Yangjin Noh, "Analyzing Higher Education Instructors' perception on Metaverse-based Education", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 11, pp. 1793-1806, 2021.
doi: <https://doi.org/10.9728/dcs.2021.22.11.1793>
- [5] Ji-Hun Lee, "A Study on the Formation and Use of Empathy among Game Users by Game Planning Elements within the Metaverse Space", *Journal of Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 16, No. 2, pp. 227-238, 2022.
doi: <https://doi.org/10.21184/jkeia.2022.2.16.2.227>
- [6] Hwang Inho, "The Effect of Sense of Metaverse Community on Intention to Offer Support: The Moderating Effect of Digital Competence", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23, No. 4, pp. 641-654, 2022.
doi: <https://doi.org/10.9728/dcs.2022.23.4.641>
- [7] Acceleration Studies Foundation, *Metaverse roadmap: pathways to the 3D Web*, 2007.
- [8] J. M. Smart, J. Cascio, and J. Paffendorf, "Metaverse Roadmap Overview: Pathways to the 3D web", *MVR Summit 2007*, Acceleration Studies Foundation, pp. 1-28, 2007.
- [9] Y. S. Jeong, T. H. Lim, and J. H. Ryu, "The Effects of Spatial Mobility on Metaverse Based Online Class on Learning Presence and Interest Development in Higher Education", *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 27, No. 3, pp. 1167-1188, 2021.
doi: <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.27.3.1167>
- [10] J. W. Won, "A Study on the Types of Metaverse-Based Learning Content for the Improvement of Cognitive Affordance", *Journal of Communication Design*, Vol. 77, pp. 112-123, 2021
doi: <https://doi.org/10.25111/jcd.2021.77.08>
- [11] S. Y. Lee, and H. J. Kim, "A Study on the Factors Affecting Flow in e-Learning Environment-Focusing on Interaction Factors and Affordance", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 19, No. 10, pp. 529-530, 2019.
doi: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2019.19.10.522>
- [12] Jae kyu Lee, Yei chang Kim, "A study on the immersive metaverse system to improve the concentration of education", *The e-Business Studies*, Vol. 22, No. 6, pp. 3-14, 2021.
doi: <https://doi.org/10.20462/tebs.2021.12.22.6.3>
- [13] Song Stephen, Chung Hanna, Chung Donghun, "The Effect of Space Size and Dialogue Topic on Metaverse UX", *Journal of Korea Game Society*, pp. 65-76, 2022.
doi: <https://doi.org/10.7583/JKGS.2022.22.1.65>
- [14] Kim ji-young, "A Strategy for IP Expansion in Metaverse: Focusing on <ZEPETO>", *Korea Contents Association*, Session II-1, pp. 65-76, 2021.
- [15] Minjeong Song, "Types of metaverse platforming of media contents and future prospects", *Broadcasting and media magazine*, Vol. 27 No. 1, pp. 27-37, 2022.
- [16] Hwang Inho, "The Effect of Sense of Metaverse Community on Intention to Offer Support: The Moderating Effect of Digital Competence", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23 No. 4, pp. 641-654, 2022.
doi: <https://doi.org/10.9728/dcs.2022.23.4.641>
- [17] Pyoung Won Kim, "A study on Metaverse Learning using Telepresence and Gamification as Educational Scaffolding", *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 24(6), pp. 69-80, 2021.
doi: <https://doi.org/10.32431/kace.2021.24.6.006>
- [18] Sang Sub Jung, "Metaverse and Broadcasting media", *Broadcasting and media magazine*, Vol. 27 No. 1. pp. 59-70, 2022.

저 자 소 개



김 준 호

- 2022년 8월 : 서울과학기술대학교 대학원 융합미디어콘텐츠전공 공학박사
- 2013년 ~ 현재 : 동서울대학교 전기공학과 교수
- 2013년 ~ 현재 : 미래내운동본부 대표
- 2023년 ~ 현재 : 동서울대학교 메타버스교육센터 책임교수
- 2016년 ~ 2020년 : 동서울대학교 VR교육센터 센터장
- 2016년 : 경기도 슈퍼맨 창조 오디션 금상(웨어러블 노인용 진단장치 개발)
- 2014년 : 서울혁신상 우수상
- 2013년 : 소셜 벤처 경연대회 글로벌 부분 장려상
- ORCID : <https://orcid.org/0009-0003-0823-1380>
- 주관심분야 : 차세대방송기술, AR/VR, 메타버스 시스템, 미디어콘텐츠



조 현 진

- 2021년 8월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 방송통신정책전공 석사
- 2021년 9월 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 융합미디어콘텐츠전공 박사과정
- 2002년 ~ 2007년 : 정보통신부 법무담당관실
- 2008년 ~ 2013년 : 방송통신위원회 통신정책국, 방송진흥정책국
- 2013년 ~ 2017년 : 미래창조과학부 방송진흥정책국 정보통신산업정책국
- 2018년 ~ 현재 : 법무법인(유한) 태평양 TMT(Technology, Media and Telecommunication) ICT 전문위원
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-5953-1274>
- 주관심분야 : 방송통신융합정책, 디지털통신정책, 차세대방송통신



최 성 진

- 1991년 8월 : 광운대학교 대학원 전자공학(박사)
- 1992년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 공과대학 스마트ICT융합공학과 교수
- 1997년 ~ 1998년 : Malaysia Saint Univ. Visiting Professor
- 1999년 ~ 2000년 : Oklahoma State Univ. Visiting Professor
- 2004년 6월 : 정보통신의날 국무총리상 수상
- 2006년 ~ 2007년 : 국무조정실 방송통신융합추진위원회 전문위원
- 2008년 12월 : 방송통신위원회 위원장상 수상
- 2013년 ~ 2015년 : 미래창조과학부 방송진흥정책 자문위원
- 2015년 ~ 2015년 : KBS 경영평가단 평가위원
- 2015년 ~ 2019년 : 과학기술정보통신부 유료방송가입자산업위원회 위원장
- ORCID : <https://orcid.org/0000-0002-6495-3826>
- 주관심분야 : 영상통신, 뉴미디어방송기술, 방송통신융합기술정책