

디지털 문화유산의 메타버스 활용방안 연구

(A Study on Utilization Method of the Metaverse in Digital Heritage)

설연수*, 주정민**, 유종원***

(Yeonsu Seol, Chungmin Joo, Jongwon Yoo)

요약

본 연구는 정부와 공공기관에서 활발하게 구축하고 있는 디지털 문화유산을 메타버스 서비스에서 어떻게 활용할 수 있는지를 살펴봤다. 전문가 인터뷰를 통해 불국사 디지털 문화유산을 메타버스의 4가지 요소인 증강현실, 미러월드, 라이프로깅, 버추얼월드로 어떻게 서비스할 수 있는지를 조사했다. 연구결과, 디지털 문화유산을 메타버스라는 가상공간을 활용할 경우 이용자들에게 양방향의 실감나는 서비스를 제공할 수 있다는 점을 확인했다. 또한 이용자들이 온라인으로 마치 현장에 있는 것과 같은 상황에서 현실에서 이용할 수 없는 부분까지 전시, 체험, 교육할 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 이를 통해 디지털 문화유산을 메타버스 서비스로 설계할 경우, 이전과는 다른 차원의 기능과 서비스를 제공할 수 있다는 점을 확인했다. 특히 메타버스의 네 가지 요소별 특징을 고려한 서비스 제공이 가능하다는 결과를 얻었다. 첫째로 증강현실을 활용해 감각을 증강시키는 편의성을 얻을 수 있고, 둘째로 미러월드 요소로 활용해 현실공간을 재현하는 확장성과 효율성을 얻을 수 있다. 셋째로 라이프로깅 요소를 활용해 사용자의 기록과 연결을 통해 소통을 강화할 수 있으며, 넷째로 버추얼월드 요소를 통해 이용자에게 가상세계에서의 역할과 활동을 부여할 수 있다. 따라서 이러한 요소들을 고려해 디지털 문화유산을 메타버스 서비스로 개발한다면 이용자에게 더욱 능동적이고 개방적인 체험환경을 제공할 수 있다.

■ 중심어 : 디지털 문화유산 ; 메타버스 ; 가상현실 ; 전시체험

Abstract

This study looked at how the digital cultural heritage, which is being actively built by the government and public institutions, can be utilized in the metaverse service. Through an expert interview, we investigated how the digital cultural heritage of Bulguksa can be serviced with the four elements of the metaverse: augmented reality, mirror world, lifelogging, and virtual world. As a result of the study, it was confirmed that when digital cultural heritage is used in a virtual space called metaverse, interactive and realistic services can be provided to users. In addition, it was found that users can exhibit, experience, and educate online parts that are not available in real life in the same situation as if they were in the field. Through this, it was confirmed that if digital cultural heritage is designed as a metaverse service, it can provide functions and services of a different level than before. In particular, the result was obtained that it is possible to provide services considering the characteristics of each of the four elements of the metaverse. First, it is possible to obtain the convenience of augmenting the senses by using augmented reality, and secondly, it is possible to obtain the scalability and efficiency of reproducing the real space by using it as a mirror world element. Third, by using the lifelogging element, communication can be strengthened through the user's record and connection, and fourthly, through the virtual world element, roles and activities in the virtual world can be given to the user. Therefore, if digital cultural heritage is developed as a metaverse service in consideration of these factors, a more active and open experience environment can be provided to users.

■ keywords : Digital Heritage ; Metaverse ; Virtual Reality ; Exhibition Experience

I. 서 론

디지털 기술이 고도화되고 사회 전반으로 확산되면서 문화유산 보존·관리·활용 분야에도 첨단기술을 적용한 서비스 방식이

보편화되었다. 특히 다양한 디지털기술의 출현과 발전은 문화유산의 원형을 복원하고 보존하는 기술뿐만 아니라 관객을 위한 전시, 체험영역에도 큰 영향을 미치고 있다. 최근 대규모 국공립 박물관은 실감형 영상 및 전시 콘텐츠를 제작해 서비스하

* 정회원, 광주과학기술원 한국문화기술연구소 선임연구원

** 정회원, 전남대학교 신문방송학과 교수

*** 정회원, 전남대학교 신문방송학과 교수

본 논문은 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2021년도 문화기술연구개발 지원사업으로 수행되었음

접수일자 : 2021년 11월 15일

제재확정일 : 2021년 01월 05일

수정일자 : 1차 2021년 12월 23일, 2차 2021년 01월 05일

교신자자 : 유종원 e-mail : jwyou@jnu.ac.kr

고 가상현실, 증강현실 기술을 도입해 관람객에게 더욱 다양한 체험요소를 제공하고 있다.

문화유산의 디지털화가 이뤄지면서 박물관의 영역과 역할을 온라인 공간으로 확대한 가상박물관(Virtual Museum) 개념이 등장했다. 가상박물관은 전자박물관, 디지털박물관 등 다양한 용어로 사용되고 있으나, 웹의 등장과 진화와 함께 그 역할과 기능도 변화했다. 초기 가상박물관은 주로 박물관을 홍보하기 위한 목적으로 전시 정보를 제공하고 소장품의 디지털 이미지를 온라인상에 제공하는 역할을 했다. 이후 2세대 가상박물관은 박물관과 관람객, 관람객과 관람객 간의 상호작용을 강조하고, 3세대에서는 상호작용과 관람객의 참여 범위를 더욱 높이는 테 초점을 맞추고 있다[1].

최근까지 문화유산의 디지털화와 가상박물관의 범위는 주로 웹기반 온라인 환경에서 상호작용에 한정된다. 하지만 디지털기술의 발전 양상은 웹과 모바일이라는 매체 환경을 더욱 확대해 가상현실, 증강현실, 혼합현실 등의 기술과 서비스를 출현하게 했다. 가상세계를 구성하는 이러한 기술들은 박물관의 문화유산 전시, 체험, 교육 분야에 주로 활용되고 있으며, 관람객에게 현실감 있는 전시 경험을 제공하고 체험요소를 다양하게 할 수 있다는 점에서 각광받고 있다. 특히 코로나 19 팬데믹의 영향으로 박물관의 문화유산 전시, 체험 서비스 방식은 점차 온라인 공간의 비대면 방식으로 운영되고 있으며, 관람객의 실재감과 현실감을 높이기 위해 360도 영상, 3D모델링 이미지, 가상환경 서비스 등이 더욱 확대될 것으로 보인다.

가상세계를 구성하는 기술 및 환경은 더욱 고도화되어 메타버스 서비스가 새로운 소통 수단으로 등장해 다양한 활용방안이 논의되고 있다. 메타버스는 기존 기술보다 현실감 있게 서비스를 제공할 수 있을 뿐만 아니라 별도의 캐릭터 등을 통해 현실을 대체하는 기능까지 제공한다. 아울러 기존의 온라인 가상 공간에서의 서비스 제공뿐만 아니라 일대일의 상호작용을 기반으로 마치 관람자가 현장에 있는 것과 같은 실재감을 느끼게 한다. 따라서 디지털 문화유산을 더욱 효과적으로 활용하기 위해서는 메타버스 환경에서 관람객과 소통하고, 교류할 수 있는 방안 모색이 필요하다.

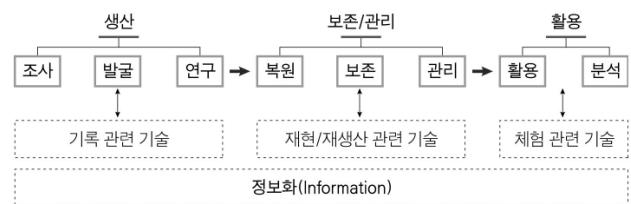
따라서 본 연구에서는 가상세계에서 새로운 소통 및 체험을 제공하고 있는 메타버스 플랫폼을 통해 디지털 문화유산을 어떻게 활용할 수 있을지 살펴보았다. 특히 기존에 구축된 문화유산 디지털 아카이브의 3D데이터, 모델링 이미지 등은 메타버스 가상공간 구현에 효과적으로 적용될 수 있는 가능성이 높지만 아직 초기단계 활용에 그치고 있다. 그러나 최근 메타버스 기술 요소인 AR, VR, XR 등을 활용해 서비스한다면, 이전과 다른 체험 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 디지털 문화유산의 활용성과 대중성을 높이기 위해, 기준에 구축한 디지털 문화유산을 새로운 소통수단인 메타버스 기술을 활

용해 서비스하는 방안을 고찰해 보고자 한다.

II. 관련 연구

1. 디지털 기술 발전과 문화유산의 활용

디지털 문화유산의 개념은 기존 문화유산의 가치사슬에 디지털 기술을 활용하는 과정을 통해 설명할 수 있다. 문화유산에 대한 가치사슬은 생산 단계(조사, 발굴, 연구), 보존/관리 단계(복원, 보존, 관리), 활용 단계(활용, 분석)의 순환 구조를 갖고 있다. 디지털 문화유산의 가치사슬은 정보화를 통한 기존 문화유산의 접근성뿐만 아니라 문화유산을 경험하는 방식에 디지털 기술을 활용하는 것으로 새로운 가치와 경험을 제공하는 개념으로 볼 수 있다[2].



디지털 문화유산의 개념 = 디지털로 인한 문화유산의 새로운 가치 발굴과 경험

그림 1. 디지털시대 문화유산의 가치사슬

디지털 문화유산의 1차원적 요소인 디지털 자료는 텍스트 정보, 사진·그림과 같은 이미지, 3차원 공간정보를 담고 있는 모델링 데이터, 동영상 데이터, 소리 데이터, 의례·무용 등 모션캡쳐 데이터, 게임·웹·모바일 등 쌍방향 정보, 아카이브 DB 및 정보시스템 등으로 구분된다. 일반적으로 디지털 문화유산의 대상은 이와 같은 정보객체로서의 문화유산을 의미하며, 국내외 전시관 및 박물관이 보편적으로 구축하는 디지털 형태의 자료, 정보, 콘텐츠들이다. 디지털 기술 발전과 함께 문화유산을 관리하는 공공기관 및 박물관은 방대한 양의 디지털 이미지, 3D모델링 데이터, 멀티미디어 파일을 제작하고 있으며, 이를 전시·체험·교육에 활용하고 있다.

디지털 문화유산을 아카이브 형태로 구축해 대중에 공개한 대표적 사례는 EU의 유로피아나(Europeana)이다. 유로피아나는 2005년 프랑스, 독일, 이탈리아 등 EU 회원국이 유럽의 문화자원에 접근할 수 있는 유럽 디지털도서관을 제안했고, 개발을 통해 2008년에 27개국 200만 건의 디지털 아카이브를 서비스하며 시작되었다. 유로피아나는 2019년 기준으로 5천 7백만 건의 문화유산 아카이브 콘텐츠가 등록되어 있다[3].

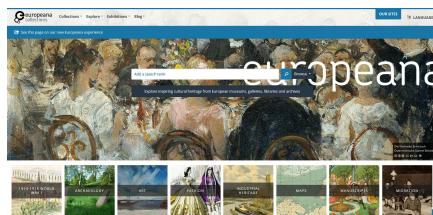


그림 2. EU의 유로피아나 메인화면

최근 첨단 디지털 기술을 활용하여 문화원형을 효과적으로 활용한 사례가 늘어나고 있다. 대표적으로 미국 클리브랜드 미술관 갤러리원(Gallery One), 이탈리아의 레오나르도 다빈치의 세계 전시관 등 해외 유수의 전시관들은 디지털 아카이빙 시스템을 갖추고 관객들에게 다양한 전시·체험 서비스를 제공하고 있다. 이러한 전시관·박물관 디지털 아카이빙의 특징은 문화유산을 디지털 이미지, 동영상 데이터, 3차원 모델링 데이터 등으로 구성해 관람객이 체험하고 정보를 탐색할 수 있는 수단으로 적극 활용했다는 점이다. EU의 유로피아나는 많은 사람들에게 혜택을 제공하는 것을 지향하여, 플랫폼의 개방성과 접근성을 높여 저작물을 누구나 다운받아 활용할 수 있고 공개된 API를 통해 수백여 종의 앱(App)을 개발하고 있다.

표 1. 디지털 아카이브 구축 사례[4]

구분	주요 내용
EU 유로피아나	유럽의 가치있는 문화유산 콘텐츠(음악, 도서, 영화, 예술 등)를 디지털화. 홈페이지를 통해 사용자 접근성을 제고
이탈리아 레오나르도 다빈치의 세계 전시관	레오나르도 다빈치의 작품, 발명기기 등을 디지털 복원하여 터치스크린 키오스크로 제공함. 화면을 통해 정보검색 및 감상, 가상조립 가능
미국 클리브랜드 미술관 Gallery One	미술관 내 소장자료 일체를 터치식 마이크로타일 스크린으로 제공. 대량의 소장품을 테마에 따라 그룹화하거나 개인 계정으로 공유할 수 있는 맞춤형 전시 운영

클리브랜드 미술관 Gallery One은 관람객에게 예술을 통한 즐거움과 인터랙티브한 프로그램을 통한 예술의 이해 증진과 경험을 제공하기 위해 만들어졌다. 기존의 대중적 관람 및 학습 방식보다 관람객 개인이 자유롭게 선택·학습할 수 있는 환경조성에 초점을 맞추었다. 레오나르도 다빈치의 세계 전시관은 역사문화적 지식을 실감나게 체험할 수 있도록 정교한 3D모델링 데이터를 활용하였고, 이를 통해 시각적 효과뿐 아니라 작품의 작동원리에 대한 심층적 이해를 높인다.



그림 3. 클리브랜드 미술관의 컬렉션 월(Collection Wall)

세계 유수의 전시관, 박물관이 문화유산 및 문화자원 디지털 아카이브를 구축하고 대중에 서비스하는 과정은 문화유산 본연의 가치와 활용도를 높이기 위한 목적을 갖고 있다. 특히 웹 기반으로 구축된 서비스들은 점차 미디어월, 키오스크 등 디지털 기기 활용이 다양화되고, 가상환경에서의 서비스가 확대되며 관객과의 접점을 넓혀가고 있다. 이에 새로운 소통수단으로 각광받고 있고, 서비스 영역이 급격하게 확대되는 메타버스 기반의 문화유산 활용에 대해 논의할 필요가 있다.

2. 메타버스 구성 요소 및 활용

메타버스는 새롭게 등장한 소셜 플랫폼과 게임에 활발하게 활용되고 있다. 대표적인 메타버스 플랫폼은 새로운 가상놀이터인 <제페토>이다. <제페토> 이용자는 자신과 닮은 아바타를 만들고 가상세계에서 다른 이용자들과 다양한 활동을 공유하고 소통할 수 있다. 유명 아이돌그룹을 아바타로 만날 수 있고, 현실과 가상의 양방향 소통이 가능한 점이 특징이다. 또 다른 메타버스 플랫폼 사례는 가상세계를 컨셉으로 한 게임 <로블록스>이다. <로블록스>는 아바타 간 채팅이나 통화가 가능하며, 사용자가 직접 게임을 제작하거나, 다른 사용자가 만든 게임을 즐길 수 있는 플랫폼이다. 이와 같은 메타버스 플랫폼의 특징은 개인들이 가상의 세계에서 또 다른 삶인 세컨드 라이프를 구현할 수 있다는 것이다. 즉, 현실과 다른 세상에서 마치 현실과 비슷한 활동을 할 수 있다는 점이다[5].

메타버스가 어떠한 서비스와 기능을 구현하고 있는지는 구성 요소와 관련이 있다. 메타버스의 영역과 기능을 구체화한 선행 연구에 따르면, 메타버스는 두 가지 핵심 축으로 구분된다. 하나는 '증강기술과 시뮬레이션', 다른 하나는 '내재적 요소와 외재적 요소'이다. 이 두 가지 축을 결합하면 4개의 분면에 따라 4개의 핵심요소로 나뉜다. 첫 번째는 증강현실(Augmented Reality), 두 번째 미러월드(Mirror World), 세 번째 라이프로깅(Lifelogging), 네 번째 베추얼월드(Virtual World)이며, 각 핵심요소별 개념과 특징은 (표 2)에서 제시한 바와 같다[6].

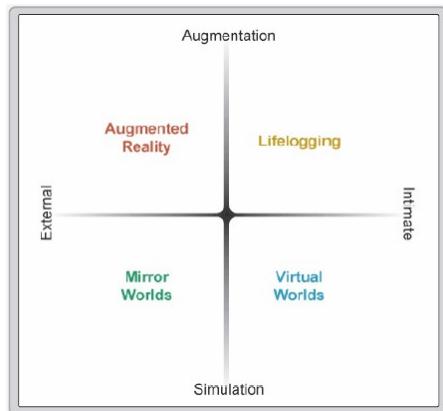


그림 4. 메타버스의 4대 요소

표 2. 메타버스 4대 요소의 개념 및 특징

구분	주요 내용
증강현실 (Augmented Reality)	일상적인 세계인식 위에 네트워크화된 정보를 부가하는 인터페이스와 위치인식 시스템을 통해 실제 현실세계를 확장시키는 기술 예) 헤드업 디스플레이, 웨어러블 컴퓨터
미러월드 (Mirror World)	정보적으로 확장된 가상세계이며 실제 세계의 반영 예) 구글의 3차원 영상지도
라이프로깅 (Lifelogging)	사물과 사람에 대한 일상적인 경험과 정보를 캡처하고 저장하고 묘사하는 기술 예) 개인이 느끼는 정보를 기록하는 것
버추얼월드 (Virtual World)	내재적 특성을 가진 시뮬레이션 환경. 3차원 컴퓨터그래픽 환경에서 구현되는 커뮤니티를 총칭하는 개념 예) 온라인 롤플레잉게임 및 가상게임

메타버스 활용에 관한 방안은 주로 산업분야와 콘텐츠 분야에서의 연구가 중심을 이루고 있다. 산업분야에서는 메타버스의 비즈니스 모델을 연구하고, 생태계를 분석해 이를 활용하는 방안이 제시되고 있다. 특히 메타버스 관련 기기 및 부품, 소프트웨어 및 플랫폼, 인프라인 네트워크와 클라우드 산업에서 활용 방안을 제시하고 있다.[7] 콘텐츠 분야에서는 주로 게임분야에서 메타버스를 어떻게 활용할지를 제시하는 연구가 많다.[8] 그리고 메타버스의 실감미디어 기능 및 상호작용성 기반을 바탕으로 교육부문에 활용해야 한다는 연구도 진행되고 있다.[9] 이용자 관점에서 메타버스 플랫폼의 디자인과 사용 특징을 분석한 연구도 있다[10].

메타버스에서 디지털 문화유산 활용방안 연구는 초기에 가상 기술을 활용한 전시 기술을 소개한 방안제시가 대표적이다. 메타버스를 활용하면, 물리적 공간을 극복해 콘텐츠를 담아낼 수

있기 때문에 전시공간의 스마트화에 기여한다는 내용이다[11]. 유네스코 세계유산을 메타버스 상에서 구현하여 서비스하는 방안을 제언한 연구도 있다. 가상의 아바타를 활용해 세계유산 트로이 유적을 경험하는 서비스를 제공하자는 제언이다. 이 서비스를 활용하면, 메타버스 이용자들은 자신의 아바타를 조정해 트로이 충위에 존재했던 서로 다른 10개 문명권의 공간을 넘나들며 현실에서는 불가능한 새로운 경험할 수 있다[12]. 에베레스트, 각 대학의 캠퍼스 자원 등을 VR이라는 메타버스를 통해 제공하는 사례를 소개하면서, 문화관광자원을 메타버스에서 소개하는 데 관심을 기울여야 한다는 연구도 있다. 메타버스를 활용하면, 양방향의 실감나는 콘텐츠를 경험할 수 있어, 이전과 다른 새로운 관광 체험이 가능하다는 것이다[13].

이러한 문화체험 관광 콘텐츠에서 메타버스의 유용성이 있음에도 불구하고, 아직까지 메타버스의 구성요소를 고려한 구체적인 활용방안에 대한 연구는 없다. 따라서 문화관광자원을 활용한 메타버스 서비스 구현 방안에 대한 연구가 필요하다. 무엇보다도 이미 문화자원으로 구축되어 있는 디지털 문화유산의 활용방안을 모색하면 그 유용성이 거 커질 것이다. 디지털 문화유산은 기존의 문화자원을 디지털화해서 데이터베이스화 한 것而已 때문에 메타버스 기술을 활용하면, 다양한 방식의 서비스가 가능하다. 특히 메타버스의 구성요소인 증강현실, 미러월드, 라이프로깅 등의 활용방안을 모색하면 더욱 다양한 서비스 방안을 마련할 수 있을 것이다. 따라서 선행연구들을 토대로 향후 더욱 확대되는 메타버스 서비스를 활용해 디지털 문화유산을 어떤 방식으로 개발하고 응용해야할지 심층적인 방안 모색이 필요하다.

III. 연구방법

1. 연구문제

문화유산의 디지털화가 진행되면서 정부는 국가 문화유산 정보를 통합 관리하기 위한 DB를 구축했고, 주요 문화유산 관리 기관은 디지털 이미지와 영상물 중심의 아카이브를 웹페이지로 구축했다. 이를 통해 관람객은 실제 현장을 방문하지 않고 문화유산을 관람할 수 있으며, 구축된 자원을 교육, 출판, 방송 등 다양한 영역에 활용할 수 있다. 국내에서 서비스 중인 대표적인 문화유산 정보시스템 및 아카이브는 국가문화유산포털, 문화유산채널, 국가기록유산 등이 있다[14].

이러한 디지털 문화유산 DB 및 아카이브는 문화유산의 보존 복원 기능과 함께 방대한 자료를 구축해 누구나 쉽게 열람할 수 있는 장점을 갖고 있다. 이는 선행연구에서 살펴본 디지털 문화유산의 가치사슬 중 보존관리 단계(복원, 보존, 관리)와 활용 단계(활용, 분석) 모두를 포괄한다. 하지만 대부분의 디지털 문화유산 서비스는 텍스트, 이미지, 영상정보를 웹페이지를 통해 제

공하고 있어, 최근 첨단기술을 활용한 가상공간 구현이나 가상 증강현실 서비스 제공은 한정적으로 이루어지고 있다. 이러한 점은 디지털 문화유산을 최근 고도화되는 첨단기술을 활용해 개발해야 한다는 점을 시사한다.

본 연구는 방대하게 구축된 디지털 아카이브 뿐 아니라 개별적으로 복원된 디지털 문화유산을 메타버스 서비스로 활용할 수 있는 가능성을 탐색하려고 한다. 이를 위해 디지털 문화유산의 특징적 요소를 메타버스 서비스로 구현할 경우, 효과적인 방법은 무엇인지, 검토해야 할 요소는 무엇인지를 분석하고자 한다. 즉, 가상공간에서 사용자 간 교류와 소통이 가능한 메타버스의 주요 요소별 특성을 기반으로 디지털 문화유산 서비스를 기획하고 개발한다면, 어떠한 특성을 고려해야 할지에 초점을 맞추고자 한다.

이를 위해 디지털 문화유형이 메타버스 구성요소인 증강현실, 미러월드, 라이프로깅, 베추얼월드에서 어떻게 구현될 수 있는지 살펴보자 한다. 따라서 다음과 같은 연구문제를 설정했다.

연구문제 1. 디지털 문화유산을 증강현실로 어떻게 구현하여 서비스할 수 있을까?

연구문제 2. 디지털 문화유산을 미러월드로 어떻게 구현하여 서비스할 수 있을까?

연구문제 3. 디지털 문화유산을 라이프로깅으로 어떻게 구현하여 서비스할 수 있을까?

연구문제 4. 디지털 문화유산을 베추얼월드로 어떻게 구현하여 서비스할 수 있을까?

2. 연구방법

연구수행을 위해 분석대상으로 선정한 디지털 문화원형은 신라시대 대표적 문화유산인 경주 불국사의 석굴암, 석가탑, 다보탑 등 3D데이터 및 모델링 이미지이다. 이들 문화유산은 문화체육관광부 문화포털, 문화재청 국가문화유산포털, 민간 포털서비스에 관련 자료(영상, 이미지, 데이터 등)가 공개되어 있으며, 건축물 및 석탑의 외관, 문양, 구조 등을 확인할 수 있어 메타버스 맵 구성과 서비스 설계에 적합한 특징을 지니고 있다. 또한 여러 개의 문화유산이 한 지역에 밀집되어 있어, 하나의 가상공간을 설계해 관람객에게 전시, 체험, 교육 서비스를 제공할 수 있다.



그림 5. 3D로 복원된 다보탑 및 석가탑[14]



그림 6. 불국사 문화유산 3D 모델링 이미지

본 연구는 탐색적 성격을 지닌 연구로 디지털 문화유산을 분석대상으로 삼고 메타버스의 요소와 특성에 대해 전문가 인터뷰를 진행했다. 인터뷰 답변자의 기본적인 지식과 업무경험을 바탕으로 디지털 문화유산을 메타버스로 구현할 수 있는 기능적 활용방안을 물었다. 특히 불국사의 디지털문화원형을 설명하고, 이를 메타버스의 네 가지 구성요소와 기능을 고려해 활용 방안을 질문했다. 그리고 이를 바탕으로 메타버스의 4대 속성에 기반해 구체적인 답변내용을 바탕으로 특정 요소를 도출했다. 그리고 분석 결과를 바탕으로 실제 불국사 문화유산을 메타버스 서비스할 때 검토해야 할 설계방향을 제시했다.

인터뷰 대상자는 VR, AR, XR 등 실감콘텐츠 개발 및 연구분야에 종사하는 8명으로 학계, 기업, 연구분야 종사자를 고르게 선정했다. 이들은 실감콘텐츠 기획·개발 경험이 있고 관련 업무를 수행하고 있으며 디지털 문화유산과 메타버스에 대한 연구와 분석이 가능하다. 인터뷰 기간은 2021년 10월 20일부터 10월 30일까지이다. 전문가 인터뷰는 선행연구에서 제시한 메타버스 4대 요소 증강현실, 미러월드, 라이프로깅, 베추얼월드를 분석대상인 신라시대 불국사 문화유산에서 어떻게 활용할 수 있을지 물었다.

표 3. 인터뷰 대상자 현황

응답자 구분	소속/직책	경력기간
학계	L1	대학/교수
	L2	대학/교수
산업계	L3	기업/대표
	K1	기업/대표
연구분야	Y1	대학/연구원
	J1	연구기관/연구원
유관기관	J2	진흥기관/책임
	J3	진흥기관/팀장

IV. 연구결과

1. 디지털 문화유산의 기능적 활용 방안

가. 증강현실(Augmented Reality) 요소

증강현실(Augmented Reality)은 현실세계에 있는 이미지나 배경 등 물리적 대상에 가상 이미지를 겹쳐 하나의 영상으로 보여주는 기술이다. 증강현실 서비스는 AR글래스나 태블릿의 카메라 및 디스플레이 화면을 통해 구현되며, 실제 문화유산 이미지 위에 가상의 이미지를 중첩해 문화유산 해설과 부연 설명을 하는 방식으로 주로 사용한다. 그러나 메타버스 상에서 증강현실은 기존의 현실에 가상의 이미지나 정보를 입혀, 현실을 강화하는 방식에 그치지 않는다. VR기기를 활용해 실감나는 영상을 구현하거나, AR기기를 활용해 현실을 강화하는 영상과 서비스를 구현하는 것을 포함한다.

인터뷰 결과, 경주 신라시대 문화유산인 불국사를 메타버스 증강현실 속성으로 구현하면 사용자에게 디지털 현실세계와 같은 서비스를 제공할 수 있다고 응답했다.

증강현실의 관점에서 보면 현실세계와 가상세계의 연결요소가 필요하다. 최근 아이돌그룹의 메타버스 데뷔행사에 멤버들의 버추얼캐릭터가 등장하여 새로운 가상세계의 아바타와 실제 인물이 매치되어 양 세계 간의 이질감을 낮췄다. 이처럼 가상세계에 적합한 캐릭터나 버추얼도스너트를 등장시켜 디지털 문화유산을 해설하거나 게임적 요소를 제공한다면 메타버스 불국사 문화유산을 쉽고 재밌게 체험할 수 있다.(J1)

석굴암은 화강암을 이용해 인위적으로 축조된 석굴로 내부에 석가여래불상을 중심으로 주위 벽면에 보살상, 천왕상 등 불상이 있다. 관람객은 입구를 통해 진입하여 불상을 중심으로 내부 환경을 관람할 수 있다. 이러한 건축적 요소를 활용해 메타버스에서 가상 이미지로 제작 후 사용자의 현실 공간위에 중첩적으로 서비스를 제공할 수 있다. 또한 반대로 석굴암 내부 관람 공간에서 모바일기를 통해 관련 설명 및 이미지를 제공하는 방식을 설계하여 증강현실 서비스를 구현할 수 있다.



그림 7. 불국사 석굴암 모델링 이미지

AR 글래스를 활용해 서비스를 구현할 경우, 석굴암에 대한

추가적인 설명뿐만 아니라, 실제 관람에서 일반인이 접근하기 어려운 부분을 가상현실을 통해 직접 경험할 수 있다. 석가여래불상 주위 벽면에 보살상, 천왕상 등 불상의 입체적인 모습을 볼 수 있으며 위치를 변경시켜 구조를 바꿔보거나, 불상을 불러와 직접 손으로 만져보거나 그 모습을 생생하게 볼 수도 있다. 이러한 활용은 일반인들에게 석굴암의 가치를 높이고, 우리 문화유산의 우수성을 전달하게 할 수 있다. 인터뷰 결과에서도 교육적인 측면에 활용이 가능하다는 제언이 있었다.

디지털 문화유산을 활용해 직접 만들고 배울 수 있는 능동적 요소와 교육적 요소를 설계 가능하다. VR기기를 활용해 건축물의 벽돌이나 부품을 쌓아올려 직접 제작할 수 있고, 메타버스 플랫폼에서 문화유적 발굴·복원작업을 여러 사용자가 함께 수행할 수 있다.(K1)

나. 미러월드(Mirror World) 요소

미러월드(Mirror World)는 현실세계를 지리적, 정보적으로 확장하여 가상세계에 보여주는 서비스이다. 예를 들어 구글어스(Google Earth)와 같은 3차원 영상지도는 현실공간을 위성 촬영 이미지로 대체해 정확한 방식으로 현실세계를 반영해 보여준다. 메타버스에서는 이러한 형태의 다양한 서비스를 구현할 수 있다. 인터뷰 결과, 경주 신라시대 문화유산을 활용하여 메타버스 미러월드 요소를 구현하면 현실과 동일한 형태의 불국사를 가상공간에 구축할 수 있다. 그리고 실제 공간에서 일어날 수 있는 다양한 활동을 가상공간에서 재현할 수 있다.

미러월드는 현실 환경의 공간 및 정보를 복사하여 온라인에서 현실의 정보를 제공하는 디지털 트윈 기술을 활용한 디지털 세계를 뜻한다. 사람들이 살고 있는 현실세계를 디지털 형태로 복제하고, 거기에 부가적인 정보를 더한 것이다. 가상으로 구현하는 것이지만, 실제 대상이 현실이라는 점에서 차이가 있다.[15] 예를 들어 실제 도시의 핫 플레이스인 실제 공간을 3D 모델링 작업을 통해 미러월드로 구현해 그곳에서 이커머스와 같은 경제활동과 거래행위가 가능하다.

미러월드 요소를 구현하면 공간적 개념뿐 아니라 시간적 개념을 메타버스에 적용할 수 있다. 날씨의 변화나 계절 요소, 당대의 시대상 및 생활상을 메타버스 불국사 문화유적에 적용하여 디지털 복원 기능을 강화할 수 있다(J2)

미러월드 요소를 경주 신라시대 문화유산에 적용하면 이용자는 3D영상으로 복원된 불국사를 탐험하듯 관람하거나 주요 문화유산을 선택하여 살펴볼 수 있다. 개별 문화유산은 3D모델링으로 재현된 이미지를 통해 건축적인 구성이나 양식, 문양 등을

구체적으로 탐색할 수 있다. 특히 불국사는 한 공간 내에 석굴암, 석가탑, 다보탑 등 여러 개의 문화유산이 밀집되어 있어 현실공간과 거의 동일하게 재현할 수 있는 특징을 지닌다.

3D 지도 서비스를 메타버스 상에서 효과적으로 구현 가능하다. 특히 불국사의 3차원 실측 데이터와 GPS 좌표를 병합하여 지리정보를 제공할 수 있다. X, Y축 위치 정보뿐 아니라 Z축 정보까지 정확하게 제공하여 불국사 문화유적의 중심방향과 각도 등 실제 문화유산 고증이 가능하다(L2)



그림 8. 3D로 복원된 불국사 전경[16]

다. 라이프로깅(Lifelogging) 요소

라이프로깅(Lifelogging)은 사용자가 경험하는 일상정보를 데이터화하고 저장, 묘사하는 개념이다. 다시 말해 자신의 삶에 대해 기록하고, 저장하며, 때로는 공유하는 모든 것을 말한다. 페이스북이나 인스타그램 같은 소셜미디어의 활동은 메타버스의 라이프로깅 활동에 해당한다. 그러나 메타버스상에서 라이프로깅은 기존 SNS상에서의 일반적인 기록, 저장, 공유와는 달리 자신의 모습 등을 보정해 더 나은 모습을 보여주는 특징을 갖고 있다.

인터뷰 결과, 경주 신라시대 문화유산을 활용하여 메타버스 라이프로깅 요소를 구현하면 사용자는 문화유산을 관람하며 얻은 정보, 이미지, 느낌 등을 소셜미디어에 기록하고 저장하고 공유할 수 있다.

라이프로깅 요소를 활용하여 과거의 요소와 현대의 요소를 엮어서 활용하면 좋을 것 같다. 예를 들어 신라시대의 인물이 소셜미디어에 사진을 올리거나 기록하는 상황을 메타버스 상에서 연출하면 더욱 현실감 있는 서비스가 될 것이다. 또한 반대로 사용자가 과거의 인물과 함께하는 모습을 소셜미디어에 기록하게 할 수도 있다(K1)

메타버스 상에서 라이프 로깅의 기능은 기록적인 특성도 갖고 있지만, 질의와 응답을 통해 즉각적인 조치가 가능하다는 장점도 있다. 이를 메타버스 플랫폼 상에서 이용자들이 불국사에 관해 궁금한 점에 대해 묻는 기능으로 활용할 수 있고, 추가적인 설명이 필요한 부분에 대한 보완 기능으로 활용할 수 있다.

특히 관람 후 자신들이 남기고 싶은 후기를 올리거나 경험담을 올림으로써 다른 사람들이 참고하도록 하는 기능으로 활용할 수 있다.

박물관에서 전시해설이나 도슨트 설명을 받고 싶지만 실제 상황이 여의치 않을 때도 있다. 라이프로깅 요소를 활용하여 문화유산에 대한 질문을 남기거나 공유를 통해 다른 사람들과 의견을 교류할 수 있다. 또한 사용자가 알고 있는 새로운 지식을 공유하기 위해 스티커 메모장, 이미지 공유 등의 방식으로 서비스할 수 있다(Y1)

사용자가 겪는 경험과 정보를 역사 속 인물과 매칭하거나 비교하는 형태로 서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어 심리분석이나 상담 분야에서 사용자의 성향을 파악하여 문화유산과 연계된 역사인물을 제시하고 관련 정보를 제공하는 방식으로 콘텐츠를 기획할 수 있다(J1)

라. 버추얼월드(Virtual World) 요소

버추얼월드(Virtual World)는 실제처럼 느끼게 하는 시뮬레이션 환경 및 3차원 환경에서 구현되는 커뮤니티를 의미한다. 온라인 롤플레잉 게임, 가상세계 게임 등이 이에 해당한다. 버추얼월드는 주로 게임이나 엔터테인먼트에서 활용되는 개념이었지만, 최근 다양한 플랫폼이 개발되면서 교육, 쇼핑, 커뮤니티와 산업전반으로 확대되는 모습을 보이고 있다. 버추얼월드는 게임 형태와 비게임 형태로 구분할 수 있는데, 게임형태는 포트나이트, 로블록스, 리니지 등이라 할 수 있고, 비게임 형태는 여러 사람이 어울리기 위해 만들어진 제페토, 이프랜드와 같은 가상세계 플랫폼이 대표적이다.

인터뷰 결과, 경주 신라시대 문화유산을 활용하여 메타버스 버추얼월드 요소를 구현하면 게임과 비게임형태로 구분하여 서비스를 제공할 수 있다는 사실을 알 수 있다. 게임 형태의 서비스를 제공하면, 사용자들이 새로운 게임공동체에 참여해 다양한 경험을 할 수 있다.

불국사 디지털 문화유산을 독립적으로 구축하는 것은 흥미 요소가 부족할 수도 있다. 때문에 기존 유명게임에 관련 콘텐츠를 포함하는 방향으로 문화유산 관람서비스를 제공할 수 있다. 예를 들어 FPS게임(1인칭 슈팅게임) 형태의 지도 리소스로 활용하면 버추얼월드 요소를 구현할 수 있다(J1)



그림 9. 불국사 청운교 백운교 모델링 이미지

버추얼월드 요소를 구현하기 위해 경주 신라시대 문화유산을 게임형태로 활용할 경우, 불국사에서 석가탑, 다보탑 등의 탑 유산 찾기, 그리고 청운교·백운교 등의 다리 찾기, 그리고 이들 문화유산이 가진 의미 등을 맞추는 게임 등으로 활용할 수 있다. 이 과정을 통해 사용자는 가상의 건축물을 통해 새로운 사실을 학습하고, 아울러 게임에 참여하는 흥미로운 경험을 할 수 있다. 예를 들어 청운교·백운교는 불국사의 대웅전을 향하는 자하문과 연결된 다리를 말하며, 다리 아래 일반인의 세계와 다리 위 부처의 세계를 이어주는 상징적인 공간이라는 사실을 알 수 있다. 이를 위해 사용자의 아바타가 이를 다리로 이동하거나, 다리 주변에서 활동을 시뮬레이션하는 형태로 게임을 설계할 수 있다.

불국사를 배경으로 사건을 해결하는 역사인물 롤플레잉 게임 형태의 콘텐츠, 또는 연극/드라마의 배우가 되어 다른 사용자와 함께 등장하는 기능을 기획하여 버추얼월드 요소를 구현할 수 있다.(J3)

2. 디지털 문화유산의 메타버스 활용방안

본 연구에서는 디지털 문화유산을 메타버스로 서비스할 때, 기능적으로 어떻게 활용할지를 전문가 인터뷰를 통해 확인했다. 인터뷰 결과, 문화유산의 교육적 요소나 공간적, 지리적 속성을 메타버스 4대 요소별로 활용할 수 있는 여러 가지 방안이 제시되었다. 인터뷰 답변자는 메타버스의 4대 요소에 대한 이해를 바탕으로 기존의 가상환경 플랫폼 및 서비스와 유사한 방식을 제시하거나 새로운 방식의 활용방안을 제시하기도 했다. 따라서 답변내용을 종합해 메타버스 4대 요소별 활용방안의 특징적 요소를 도출할 수 있다.

첫째, 디지털 문화유산을 증강현실 요소로 서비스할 때, 사용자의 감각을 증강시키는 편의성을 얻을 수 있다. 예를 들어 사용자가 불국사 문화유산의 정보를 얻기 위해 실제 안내 자료나 게시물을 보지 않고 가상의 이미지가 중첩되는 증강현실 서비스를 통해 쉽게 정보를 얻을 수 있다. 또한 가상의 캐릭터나 아바타가 등장하는 판타지적 이미지를 통해 사용자의 감각이 더욱 증강되고, 정보 접근성과 편의성이 더욱 강화된다.

둘째, 디지털 문화유산을 미러월드 요소로 서비스할 때, 현실공간을 재현하는 확장성과 효율성을 얻을 수 있다. 이는 문화유산을 메타버스 플랫폼 형태로 서비스 제공할 때 가장 기본적으로

공간을 구성하는 과정에 해당한다. 예를 들면 현실공간과 동일한 메타버스 맵에 공간구조와 지리적인 정보 뿐 아니라 날씨, 계절 등 환경요소와 공간정보에 포함된 다양한 데이터를 재현함으로써, 제공하는 정보를 확장할 수 있다. 또한 현실세계를 반영하지만 모든 정보를 다 포함하지 않고 메타버스 서비스에 필요한 정보만을 선택하여 구성할 수 있는 효율성도 갖는다. 예를 들어 메타버스 맵에서 불국사 경내의 석탑과 주변 환경을 서비스 목적으로 따라 선택적으로 배치·삭제할 수 있다.

셋째, 디지털 문화유산을 라이프로깅 요소로 서비스할 때, 사용자가 경험한 상황을 온라인 미디어나 플랫폼에 기록하고 공유하는 과정은 사용자간 소통을 강화한다. 이를 통해 문화유산 관련한 정보를 타인과 공유할 수 있다. 기록과 공유는 사용자의 능동적 태도에 의한 활동으로 메타버스 서비스에 폭넓게 적용할 수 있는 부분이다. 예를 들어 사용자가 불국사 문화유산과 관련된 가상인물을 연결하여 정보를 얻거나 공유하는 것도 이러한 소통의 과정이라 할 수 있다.

넷째, 디지털 문화유산을 버추얼월드 요소로 서비스할 때, 사용자는 가상세계에서의 역할과 활동을 부여받는다. 이는 온라인 게임 및 커뮤니티에 참여함으로써 가상공간의 구성원이 되는 과정이다. 예를 들어 사용자는 현실세계와 유사한 불국사라는 가상세계에서 게임 플레이어, 문화유산 관람객 등 역할을 부여받거나 스스로 아바타를 생성하여 새로운 역할과 기능을 수행할 수 있다. 이를 통해 기존과 다른 새로운 체험을 하거나 학습을 할 수 있다.

표 4. 디지털 문화유산의 메타버스 활용방안과 특징

구분	디지털 문화유산 기능적 활용방안	특징요소
증강현실 (Augmented Reality)	실제 문화유산에 가상 이미지를 중첩하여 정보 제공, 가상 아바타 및 캐릭터를 통해 문화유산 해설, 문화유산을 가상으로 만지거나 빨굴 복원과정 체험	감각을 증강시키는 편의성
미러월드 (Mirror World)	현실세계의 공간구조 및 지리정보를 동일하게 제공, 날씨 및 계절 등 시대적 요소를 디지털 복원하여 재현	공간을 재현하는 확장성과 효율성
라이프로깅 (Lifelogging)	문화유산 관람 정보 및 느낌을 소셜미디어에 기록과 공유, 사용자의 경험과 정보를 역사인물과 매칭 및 비교	기록과 연결을 통한 소통
버추얼월드 (Virtual World)	롤플레잉 게임 내 시뮬레이션, 문화유산 가상공간을 통한 커뮤니티 구성원 참여	가상세계 역할과 활동

3. 디지털 문화유산의 메타버스 서비스 설계

디지털 문화유산의 전시체험 및 교육적 활용도를 높이기 위해 국가적, 정책적으로 구축된 방대한 아카이브 자료(3D데이터, 모델링 이미지 등)는 온라인 환경 및 가상공간에서의 활용 가능

성이 높지만, 실제 서비스 개발현장의 적용은 미흡한 편이다. 특히 메타버스 서비스는 첨단기술 고도화, 통신망 보급, 미디어 활용형태 변화에 따라 새롭게 등장한 서비스로 디지털 문화유산 활용은 아직 초기 단계이다. 이에 전문가 인터뷰를 참고한 활용 방안 조사와 특징 도출을 통해 디지털 문화유산을 메타버스로 서비스하는 방안을 설계할 때, 고려해야 할 사항을 제안해보면 다음과 같다.

첫째, 운영 목적과 방향에 적합한 사용자 기능 제어이다. 메타버스 서비스는 플랫폼의 유형과 방식에 따라 사용자가 활동할 수 있는 기능의 차이가 있다. 이에 디지털 문화유산 메타버스를 설계할 때 교육적 기능을 강화할지 등을 고려해, 전시체험 기능을 강화할지, 문화유산 관리기능을 강화할지, 목적에 따라 다른 기능을 설계해야 한다. 특히 문화유산을 전시·체험하는 관람객의 입장을 고려한다면, 주로 메타버스의 증강현실과 라이프로깅 요소를 고려해야 한다. 즉, 가상의 도슨트를 통해 문화유산 해설을 듣거나, 증강현실 이미지를 통해 문화유산의 상세한 정보를 확인하는 활동, 플랫폼 내에서의 기념품 구매 및 거래 활동은 관람객으로써 사용자를 고려한 서비스 등이다. 또한 문화유산 관리자로써 사용자를 고려하면, 메타버스의 미러월드 요소를 활용하여 문화유산의 실제적 공간정보와 데이터 활용을 설계해야 한다. 기존 디지털 아카이브로 구축된 3D 모델링 데이터를 적극 활용하여 메타버스 맵을 구성하고 건축물을 배치하는 기능을 설계할 수 있다.

둘째, 가상과 현실세계를 연결하는 온오프라인 연계 기능이다. 디지털 문화유산은 대부분 유형의 문화유산을 디지털화하여 전시·체험할 수 있게 관리되고 있다. 이에 사용자가 가상의 메타버스 공간의 문화유산을 관람하고 이후 관람 평가, 경험 공유를 통해 실제 현실공간의 관람방식을 바꾸거나 새로운 문화유산을 추가하는 등 서비스를 고도화할 수 있다. 이를 통해 보다 많은 사용자가 문화유산 가상환경에 접속하여 기록을 남기고, 이를 다시 서비스를 개선하는 자료로 활용하는 선순환 구조를 만들 수 있다. 이는 기록과 연결의 특징을 갖는 메타버스의 라이프로깅 요소에 해당한다.

셋째, 메타버스 플랫폼 환경의 최적화이다. 디지털 문화유산 메타버스 서비스가 대중에 확산되고 활용되기 위해 필요한 요건은 가상의 커뮤니티에 동참하고 구성원이 되는 베추얼월드 요소이다. 제페토와 같은 대중적 인기를 확보한 기존 플랫폼을 활용하여 디지털 문화유산 서비스를 설계하면, 사용자 확보가 용이하고, 기존 맵을 응용하여 장신구, 도자기, 의복과 같은 소규모 문화유산을 전시체험하게 할 수 있는 장점이 있다. 반대로 불국사 문화유산과 같이 공간 중심의 메타버스 서비스를 설계할 경우에는 3D데이터 및 모델링 이미지를 활용해 자체적인 플랫폼을 구축하는 등 사용자 환경을 최적화할 수 있다. 전자는 문화유산을 전시하고 소비하는 형태의 커뮤니티를 구성에 적합

하고, 후자는 특정 공간 내에서 교류와 활동을 공유하는 커뮤니티를 구성에 적합하다.

V. 결론 및 함의

최근 새로운 기술 및 서비스영역으로 급부상한 메타버스는 게임, 엔터테인먼트분야 뿐 아니라 산업 전반과 일상영역까지 더욱 확장되고 있다. 본 연구에서는 정부와 공공기관에서 활발하게 구축하고 있는 디지털 문화유산을 메타버스 서비스에서 어떻게 활용할 수 있을지를 고찰했다. 특히 메타버스의 네 가지 기능적 요소인 증강현실, 미러월드, 라이프로깅, 베추얼월드를 분석대상인 신라시대 불국사 문화유산에서 어떻게 활용할 수 있을지를 살펴봤다.

연구 결과, 메타버스 네 가지 기능적 요소를 디지털 문화유산에 적용했을 때 감각적 경험을 증강시키는 편의성, 공간을 재현하는 확장성, 기록과 연결을 통한 소통 가능성, 가상세계에서의 역할과 활동 등 특징을 도출했다. 이를 바탕으로 디지털 문화유산의 메타버스 활용도를 높이기 위해서는 다음과 같은 사항을 고려해야 한다는 점을 확인했다. 첫째, 운영목적과 방향에 적합한 사용자 제어 기능이 필요하다. 둘째, 가상과 현실세계를 연결하는 온오프라인 연계 기능이 필요하다. 셋째, 메타버스 환경의 최적화가 필요하다. 이러한 요소들을 고려하여 메타버스 서비스를 구축할 경우, 문화유산을 더욱 쉽게 이해하고 무엇보다 MZ 세대로 대표되는 젊은 세대들에게 우리의 전통 문화자산을 효과적으로 교육할 수 있는 기회를 만들 수 있다.

최근 디지털 문화유산은 보존과 복원뿐 아니라 활용을 위해 다양한 방식으로 디지털 기술이 활용되고 있으며, 정부 및 공공 기관에서 추진하는 디지털 문화유산 아카이브는 방대한 양의 데이터를 축적하여 탐색적, 체험적 요소를 갖추고 있다. 이에 본 연구에서 살펴본 바와 같이 디지털 문화유산을 메타버스 형태로 구현한다면 관람객에게 더욱 능동적이고 개방적인 체험환경을 제공할 수 있다. 아울러 사용자에게 가상환경을 통해 마치 직접 관람하는 것과 같은 경험을 제공할 수 있다. 따라서 향후 메타버스를 활용해 다양한 디지털 문화원형의 가치를 높이는 노력이 필요하다.

본 연구는 메타버스 플랫폼 개발이 초기단계임을 감안하여 실제 플랫폼에 적용되는 구체적 방법보다는 메타버스의 네 가지 요소를 활용하여 디지털 문화원형에 적용할 수 있는 방안을 살펴보았다. 또한 요소별 특징을 도출하여 실제 메타버스 서비스로 개발할 수 있는 설계방향을 제시했다. 향후 후속연구를 통해 실제 메타버스 플랫폼에 디지털 문화원형을 적용하여 사용성과 효과를 연구한다면 의미 있는 연구결과가 도출될 것이다. 본 연구에서 제시한 메타버스에서 디지털 문화유산의 활용방안이 더 활발하게 논의되어, 구체적인 방식으로 활용되기를 기대한다.

REFERENCES

- [1] 강인애, “온라인 학습환경으로서 가상박물관의 가능성에 대한 탐구,” *한국콘텐츠학회논문지*, 제10권, 제4호, 458-470쪽, 2010년 4월
- [2] 유동환, “디지털 문화유산 연구의 현황과 전망,” *문화콘텐츠연구*, 제3호, 95-121쪽, 2013년 12월
- [3] 이규칠, “디지털 아카이브의 발전과 구축 동향,” *「건축」*, 제64권, 제5호, 35-38쪽, 2020년 4월
- [4] 광주과학기술원 한국문화기술연구소, “아시아문화지도 시범기획 및 중장기계획 수립”, 21-38쪽, 2020년 2월
- [5] 이병권, “메타버스(Metaverse) 세계와 우리의 미래,” *한국콘텐츠학회지*, 제19권, 제1호, 13-17쪽, 2021년 6월
- [6] 서성은, “메타버스 개발동향과 발전전망 연구,” *한국HCI학회 학술대회*, 1450-1457쪽, 대한민국, 2008년
- [7] 석왕현, “메타버스 비즈니스 모델 및 생태계 분석,” *전자통신동향분석*, 제36권, 제4호, 81-91쪽, 2021년 8월
- [8] 김윤정, “게임과 비게임 메타버스 콘텐츠에서 나타나는 유형의 융합화에 관한 연구,” *애니메이션연구*, 제17권, 제3호, 80-99쪽, 2021년 9월
- [9] 유갑상, 전궁, “메타버스 기반의 게임형 어학교육 서비스 플랫폼 개발에 관한 연구,” *한국디지털콘텐츠학회 논문지*, 제22권, 제9호, 1377-1386쪽, 2021년 9월
- [10] 오지희, “확장된 기술수용모델(ETAM)을 적용한 메타버스 이용의도에 영향을 미치는 요인연구: 가상세계 메타버스를 중심으로,” *한국콘텐츠학회논문지*, 제21권, 제10호, 204-216쪽, 2021년 10월
- [11] 김성희, 이현, 류원, “스마트공간과 메타버스 전시 안내 기술개발 동향,” *전자통신동향분석*, 제29권, 제3호, 1쪽, 2014년 6월
- [12] 안형기, 박진호, “유네스코 세계유산 트로이 유적 총위기반 인공지능형 메타버스 콘텐츠 연구,” *한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집*, 55-56쪽, 2021년 8월
- [13] 이승환, “메타버스시대의 도래와 문화관광의 미래,” *한국관광정책*, 제84호, 68-71쪽, 2021년 6월
- [14] 홍익대학교 한국 불교문화유산 XR전 체험전시 개최, 서울경제TV(2021)
<http://www.sentv.co.kr/news/view/588380>
 (accessed Oct., 30, 2021).
- [15] 신동형, 미러월드-브런치(2021)
<https://brunch.co.kr/@donghyungshin/23>
 (accessed Oct., 30, 2021).
- [16] 3D 복원 불국사 청운교 아래 푸른물 흘렀다, 중앙일보(2012)
<https://www.joongang.co.kr/article/9567589>(accessed Oct., 30, 2021).

저자소개

설연수(정회원)



2007년 전남대학교 신문방송학과 학사 졸업
 2012년 전남대학교 문화전문대학원 석사 졸업
 2019년 전남대학교 대학원 신문방송학과 박사 수료

<주관심분야 : 뉴미디어 효과, 가상현실>

주정민(정회원)



2001년 고려대학교 대학원 신문방송 학과 박사 졸업.
 2002년 전남대학교 신문방송학과 교수
 2018년 제 31대 한국방송학회 회장

<주관심분야 : 뉴미디어 이용 및 채택, 확산>

유종원(정회원)



1992년 고려대학교 대학원 신문방송 학과 박사 졸업
 1992년 전남대학교 신문방송학과 교수
 2015년 한국언론학회 부회장

<주관심분야 : 저널리즘 윤리/철학>