

실감형 문화유산 콘텐츠 및 기술 동향에 관한 연구

최주호^{1*} · 문솔미^{1*} · 박지수² · 이보아^{3*}

^{1*} 중앙대학교 일반대학원 문화재학과 디지털 문화유산학 전공 석사과정

² 중앙대학교 첨단영상대학원 엔터테인먼트 테크놀로지학과 석사과정

^{3*} 중앙대학교 예술공학대학 교수

Immersive Cultural Heritage and Technology

Ju-Ho Choi^{1*} · Sol-Mi Moon^{1*} · Ji-Su Park² · Bo-A Rhee^{3*}

^{1*} Master's Course Student, Graduate School, Department of Cultural Properties, Digital Heritage, Chung-Ang University, Seoul 06974, Korea

² Master's Course Student, Graduate School of Advanced Imaging Science, Multimedia and Film, Chung-Ang University, Seoul 06974, Korea

^{3*} Professor, College of Art & Technology, Chung-Ang University, Anseong 17546, Korea

[요약]

본 연구는 실감형 문화유산 기술 현황에 대한 이해 및 시사점을 도출, 수요자 중심의 정책과 중장기 대응 전략을 수립하는데 용이하게 하고자 하며, 문헌 연구를 통해 실감형 기술 및 콘텐츠 사례를 고찰하고, 설문조사를 통해 일반인, 개발자, 학예사 집단의 실감형 콘텐츠에 대한 시각을 조명하였다. 설문 참여자의 과반수가 실감콘텐츠에 대해 만족했으며, 문화유산에 대한 재해석과 스토리텔링이 주요 만족 요인으로 확인되었다. 회귀 모형을 통해 개발자 집단에서만 만족 요인과 만족도에 대한 적합성이 입증되었다. 향후 개발될 실감콘텐츠 대상에 대한 적합성 측정에서 데이터 추출과 디지털 복원이 가능한 훼손 문화재에 대한 적합성이 가장 높은 비율을 획득했다. 실감콘텐츠 사업 평가의 경우, 전문가 집단의 사용성 평가에 대한 이해와 역량은 비교적 낮은 수준에 머물렀고, 평가 항목에서 두 집단간 시각적 편차가 제시되었다.

[Abstract]

This study facilitates the understanding current states of immersive cultural heritage technologies, drawing implications and developing demand-oriented policies and mid-to long-term response strategies. It examines cases through literature review. The survey sheds light on the perspectives of the public, content developers and curators for digital heritage. The majority of the survey participants are satisfied with the content, and enjoyment created by reinterpretation and storytelling of heritage are identified as the major satisfaction factor. The suitability of satisfaction factors and satisfaction is proved only in the developer group using the regression model. The suitability for damaged cultural heritage, capable of data extraction and digital restoration, acquires the highest ratio for future content. As for evaluating immersive content projects, the expert groups' understanding and competencies for usability test remains at a relatively low level and there is a difference in perspective between two groups in terms of the importance of evaluation criteria.

색인어 : 디지털 문화유산, 실감형 콘텐츠, 실감기술, 사례 연구, 설문조사

Keyword : Digital Heritage, Immersive Content, Immersive Technology, Case Study, Survey

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.10.2391>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 08 August 2023; **Revised** 06 September 2023

Accepted 08 September 2023

‡ **These authors contributed equally to this work**

***Corresponding Author; Bo-A Rhee**

Tel: [REDACTED]

E-mail: boa.rhee@gmail.com

1. 서론

광의의 관점에서 과거의 역사적 산물인 동시에 미래 세대에 전승해야 할 자산인 문화유산에는 문화재 및 문화 자원이 포함된다[1]. 문화유산 보호에 대한 기본 원칙[2]의 핵심은 원형 유지이며, 이 원칙은 문화유산 정책 및 법령의 기초가 되었다[3]. 1990년대 ‘디지털 유산(Digital Heritage)’에 대한 의미가 정의되면서, 문화유산에 대한 디지털 접근[4]과 함께 보존 및 활용에 대한 새로운 패러다임이 마련되었다. 유네스코가 채택한 ‘디지털 유산의 보존에 관한 헌장(Charter on the Preservation of Digital Heritage, 2003)’에 의하면, 디지털 유산은 ‘인간의 지식과 표현의 고유한 자원으로써 문화, 교육, 과학, 행정적 자원뿐만 아니라 기술적, 의학적, 법적 정보를 포함하며, 태생적으로 디지털로 생성된 것과 아날로그 자원이 디지털 형식으로 변환된 것[5],’ 그리고 디지털 형식의 정보 및 자원, 이를 활용할 수 있는 애플리케이션, 운영, 디지털 보존·기록·복원, 적용 기술 및 환경이 포함되며, 디지털 유산의 보존에는 특별한 조치가 요구된다[6].

디지털 유산에 관한 개념이 정립된 이후, 3차원 디지털 아카이브의 구축을 비롯, 문화유산의 기록·편집·분류·관리·재생산 등을 위해 다양한 문화 기술이 적용되었고[7], 문화유산의 메타 데이터는 디지털 복원뿐만 아니라 실감콘텐츠로 그 활용이 확장되었다. 우리나라의 경우, 1999년 “문화재 보존·관리 활용 계획” 수립을 위한 법적 근거(문화재보호법 제13조)가 마련된 이후, 2002년에 “문화재 보존관리와 활용에 관한 기본 계획”이 수립되었는데, 이 계획의 핵심은 원형 보존, 체계적 관리, 효율적 활용이다[8]. 문화재 활용 측면에서, 디지털 헤리티지 또는 디지털 유산과 함께 ‘문화유산 기반의 실감콘텐츠’란 용어가 병용되고 있는데, 여기서 실감콘텐츠란 ‘정보통신기술(ICT)을 기반으로 청각, 촉각, 후각 등 인간의 오감과 다양한 인터랙션 요소의 활용을 통해 사용자에게 인지, 감정, 감각, 지식 등을 전달하는 몰입형 콘텐츠’를 지칭한다[9].

4차 산업혁명 시대와 지능정보사회 진입, 그리고 최근 팬데믹 현상의 영향력으로 인한 비대면 활동으로 디지털 전환이 가속화됨에 따라, 2021년 문화재청은 ‘문화재 디지털 대전환 계획[10]’을 수립했다. 문화재 향유 및 문화재에 관한 정보나 데이터의 소비 방식의 변화, 문화유산을 통한 미래 가치 창출[11] 등은 문화재청의 주요 의사 결정이나 대국민 서비스를 위한 디지털 전환, 데이터 축적 및 관리 방식의 전환, 디지털 대전환 생태계 강화 등 데이터 및 인공지능, 빅데이터 기반의 행정 체제 구축에 대한 필요성을 제기했다. 이에 문화재청은 2030년까지 17개 정책 과제, 59개 세부 과제의 추진을 통해 제도적 기반을 마련할 예정이며, 디지털 문화유산팀(2021.11)이나 ‘국립디지털문화유산센터’와 같은 전담 기구의 설치, 디지털 문화유산의 수집, 개발 촉진, 이용 활성화, 플랫폼 구축·운영 등과 관련된 법 개정을 추진하고 있다[12]. 대국민 서비스 및 문화유산의 활용 측면에서, 향후 ‘국립디지털

문화유산센터’의 건립은 매우 중요한 의미를 지닌다. 거시적 관점에서 이 센터의 건립은 국가 디지털 문화유산의 발전 방향, 즉 정책 및 전략 구축에 대한 구조적 틀의 마련을 통해 문화유산의 사회, 문화, 교육, 경제에 대한 미래 창조적 가치를 창출시킬 것이다. 미시적 차원에서, 3D 스캐닝 기술, 포토메트리(Photometry), 빅데이터, 인공지능 등을 활용한 문화유산의 데이터의 획득, 문서화 및 아카이빙 구축, 분석, 그리고 가상현실(Virtual Reality, 이하 VR), 증강현실(Augmented Reality, 이하 AR), 확장현실(Extended Reality, XR) 등 실감 기술 기반의 훼손 및 유실된 문화재의 디지털 복원과 실감콘텐츠 개발은 문화유산에 대한 향유 및 접근성을 증진시킬 것으로 전망된다.

이렇듯 디지털 유산의 개념이 국내에 정착하게 되고, 그 활용에 대한 관심이 높아지면서 문화유산에 기반한 실감콘텐츠에 대한 정책 수립과 개발이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 코로나 팬데믹 시작 이후의 국내 문화유산 기반 실감콘텐츠 관련 정책과 기술에 대한 정리가 미흡하며, 문화유산 기반 실감콘텐츠 수요자 인식에 대한 연구가 부족한 상황이라고 판단하였다. 이에 본 연구는 이론적 고찰에서는 문헌 연구를 통해 디지털 유산의 개념, 실감 기술에 따른 문화재청과 국립박물관의 주요 실감콘텐츠 사례를 살펴보고자 한다. 또한 다양한 연령대의 일반 대중(n=120), 국립박물관의 학예사(n=15), 실감콘텐츠 개발자(n=50) 등의 전문가들이 참여한 설문조사를 통해 실감형 콘텐츠의 대국민 서비스 확산을 위한 대중의 실감형 콘텐츠에 대한 인식을 진단하고, 실감콘텐츠 개발의 문제점 및 시사점을 도출해서, 향후 문화유산 기반의 실감콘텐츠의 개발 방향성에 대한 이해를 제공하고자 한다.

II. 이론적 고찰

2-1 디지털 문화유산과 국내 실감콘텐츠 개발 현황

우리나라의 경우, 2019년부터 문화재청과 문화체육관광부 산하 국립박물관을 중심으로 VR과 AR 기술 기반의 실감콘텐츠가 개발되었다[13]. 문화재청의 경우, 2000년 초반부터 문화유산과 자연유산을 대상으로 3차원 정밀 데이터 획득에 착수, 현재 3차원 디지털 데이터의 상용화에 이르렀다. 2020년부터 3년 동안 진행되고 있는 ‘한양 도성 타임머신 프로젝트’와 ‘2021-2022 문화유산 원형기록 통합 DB 구축’ 사업을 주요 사업으로 추진했으며, 한양 도성 권역 고건축물의 인문학 융합연구 데이터 획득, 3차원 복원·재현 데이터 및 디지털 아카이브 구축, 실감 기술 기반의 가상 복원이 이루어졌다[14]. 향후 2025년까지 국가지정문화재와 국가등록문화재 4,000여건을 디지털 기술로 기록한 3차원 자료 20만 건의 구축이 완료될 예정이다[15].

문화재청은 문화재 훼손·기후변화·도난 등에 능동적으로

대응하기 위해, 보존 상태, 보수 및 복원 데이터를 확보하고, 향후 문화유산 디지털 산업 활성화 등을 위한 목적으로, 2011-2019년에는 3D 스캐닝과 모델링, CG나 실사 촬영 기술을 활용, 콘텐츠 제작이 가능한 디지털 원형 데이터와 총 25건(3D 입체 영상(13편), 홀로그램 영상(2편), VR/AR(4편), 프로젝션 맵핑(2건), 기타 전시 콘텐츠(4건))등 실감콘텐츠 개발을 통해 문화유산 향유 방식의 디지털 혁신 및 콘텐츠의 제작 및 보급에 핵심 역할을 담당하고 있다[16]. 2020년 문화재청은 1997년 ‘문화유산의 해’에 제정된 ‘문화유산현장’을 국민, 학계, 문화재 전문가 등의 의견 수렴을 거쳐 개정했다. 개정된 현장에는 공동체 참여의 중요성, 문화유산에 대한 국민의 기대, 인류의 보편적 가치와 지속 가능한 보존·활용 등 동시대의 사회문화적 환경, 시대 정신 및 가치가 담겼다[17]. 당해연도에 문화재청은 실감콘텐츠를 통한 문화유산의 새로운 가치 창출, 문화유산 콘텐츠 질적 향상 및 경쟁력 제고, 문화유산 콘텐츠의 대국민 접근성 및 향유기반 확대를 목표로 실감형 문화유산콘텐츠 제작 및 보급 사업을 실행했다. 2020년의 주요 사업은 문화유산에 대한 스토리텔링과 오감 체험 요소가 결합된 실감콘텐츠 개발 및 온·오프라인 기반 문화유산 실감콘텐츠 향유 서비스 구축 등 두 가지로 구성되었다.

상기 실감콘텐츠 사업의 주요 시사점을 살펴보면, 코로나 19 등 비대면 환경 변화로 인해 시공간적 제약을 극복할 수 있는 실감콘텐츠 온라인 플랫폼의 구축에 대한 필요성이 제기되었다는 것이다. 또한 콘텐츠 보급·활용 활성화를 위해, 중·단기적 사업 운영 계획의 수립도 요구되었다. 마지막으로 문화 복지 및 향유 측면에서는 수도권 및 대도시 집중된 문화 인프라에 대한 지역별 격차 해소를 위해 실감콘텐츠의 소재 다양화, 청소년, 다문화 등 취약 계층과 미래 세대를 위한 체험 중심의 콘텐츠 구성에 대한 방안 모색이 병행되어야 했다.

2021-2022년에 문화재청 주도로 개발된 실감콘텐츠의 적용된 실감 기술은 VR/360° VR, AR, 실사 촬영, 몰입형 다면 영상 등 전년도와 유사했다. 2022년부터 XR 기술의 적용으로 인해, 스토리텔링 및 실감 기술이 접목된 향유와 활용 중심의 콘텐츠 차별화뿐만 아니라 온·오프라인, 디지털과 아날로그 경계를 넘는 입체적 보급 기반이 확대되었다. 이 시기의 주요 목표는 스토리텔링 개발 및 콘텐츠 품질 제고, 다양한 콘텐츠 보급 방식을 통한 문화유산 향유기반 확대, 교육적 수요에 대응하는 다양한 온·오프라인 보급 사업 추진, 실감콘텐츠의 기술 조건 분석 및 사업 평가, 중장기 발전 전략 수립 등으로 구성되었다. 문화유산의 경우에는 국가민속문화재(소대헌·호연재 고택)가 활용된 실감콘텐츠, 자연유산 측면에서는 천연보호구역(백두대간 및 을숙도)이 활용된 실감콘텐츠, 무형유산에서는 볼륨메트릭 기술 활용 무형유산 및 의례 콘텐츠화, 마지막으로 근대유산 차원에서는 한국전쟁 70주년 특집 근대문화유산 관련 실감콘텐츠가 개발되었다[18].

2022년에는 광화문을 중심으로 한양도성 프로젝트가 완료됨에 따라, 돈의문을 비롯한 다양한 시공간에 대한 디지털 복원이 이루어졌다. 2020년에 진행된 1차년도 사업의 경우,

광화문, 사직단, 경복궁 등에 대한 데이터가 획득되었고, 2차년도 사업에서는 덕수궁, 정동, 승례문, 서울역 등에 대한 데이터가 구축되었다. 또한 유적과 건조물에 대한 실측, 복원, 재현에 관한 4차원 모델링 데이터도 구축되었는데[19], VR 및 AR 기반의 돈의문 디지털 복원은 일제강점기에 유실된 역사적 회복을 위해 정부, 지자체, 기업의 다자간 협력적 거버넌스의 선례로 호평을 받았다[20]. 5G를 비롯한 ICT의 비약적 발전과 코로나 19로 인한 비대면 일상화, 디지털 콘텐츠 산업 성장 및 미래 성장동력에 대한 중요성이 부각됨에 따라, 2022년 문화재청은 문화유산 디지털 콘텐츠 원천자원 제작 보급 사업을 추진했다. 이 사업에는 문화유산 3D 에셋 제작·보급 기획, 문화유산 3D 에셋 제작 및 라이브러리 구축, 문화유산 3D 에셋 보급 및 확산 등이 포함되었다[21]. 특히 3D 에셋의 경우, 콘텐츠 산업계의 수요가 많고, 콘텐츠 가공, 마켓 등록, 창작자 활용이 용이한 유물, 건조물, 사적 및 명승 등을 중심으로 총 54건/162개의 에셋이 개발되었다[21].

한편 2000년 문화관광부(현 문화체육관광부) 산하에 설립된 ‘문화산업지원센터’의 기능이 확대되었고, 2002년 문화산업진흥기본법에 의해 특수 법인 형태의 한국문화콘텐츠진흥원(현 한국콘텐츠진흥원, 이하 KOCCA)으로 발전되었다. KOCCA는 정부 차원의 핵심 사업으로 ‘문화 원형 디지털화 사업(2002-2007)’을 추진했는데[22], 이 사업은 콘텐츠가 과거의 문화유산과 현재의 가치 체계가 결합된 창조적 산물이라는 점을 강조하면서, 정책·실무적 차원에서 문화 원형 요소의 디지털 콘텐츠화 및 문화 콘텐츠 창작과 산업적 활용 방안을 강구했다. 상기 사업은 고대부터 근현대에 이르는 방대한 시대를 포괄했으며, 문화 원형 창작 소재 개발 사업(2002-2010)과 민족 문화 원형 발굴 및 정체성 정립 사업(2006-2009)으로 구분되었다. 전자의 경우, 창작 인프라 구축과 산업적 활용을 위한 문화 원형 소재 개발에 주력했던 반면, 후자에서는 산업적 수요가 높은 문화 원형 콘텐츠를 선별적으로 발굴 및 개발하고, 활용 극대화를 통한 산업적 가치 창출에 집중했다[22]. KOCCA는 193개 과제와 27만 9천 건의 문화 원형 콘텐츠 개발의 성과를 거두었으며[23], 다양한 분야의 전문가들의 관심과 참여를 통해 “문화재의 활용이 곧 보존”이라는 인식 확산에 일조했다. 또한 이 사업은 문화유산을 영화·게임·애니메이션 등 미래의 부가가치산업의 자원으로써의 가치 창출의 가능성 뿐만 아니라 최근에는 VR, AR, MR, XR 등 몰입형 실감 기술에 대한 개발 연구와 인문학, 예술, 공학이 융합된 실감콘텐츠 사업으로의 확장 가능성을 제시해 주었다.

2020년부터 문화체육관광부는 5G+ 전략과 콘텐츠 산업 3대 혁신 전략, 문화체육관광부 업무 계획 등을 통해 실감콘텐츠 산업육성을 위한 정책 추진을 위해, 22개 지역 박물관 및 미술관을 대상으로 실감콘텐츠 개발을 지원했다. 2020년에는 박물관 및 미술관 20개 관을 대상으로, 2021년에는 21개 관을 대상으로, 2022년에는 8개 관을 대상으로 실감콘텐츠 지원 사업이 진행되었다[24]. 상기 사업의 경우, 각 지자체

체에서는 기존의 VR 위주의 체험 서비스에서 벗어나 프로젝션 맵핑 및 미디어 파사드, 인터랙티브 미디어, 4K 고해상도 영상, 인공지능 등 다양한 실감콘텐츠 기술이 활용되었다는 것이 문화재청 사업과의 차별성이다. 예를 들어, 진주청동기 문화박물관에서는 ‘물에 잠긴 도시’ 구현을 위해 XR 기술을 활용했으며, 전곡선사박물관은 인공지능 실감콘텐츠 제작 및 8K 홀로그램 체험관을 구축했다[24].

2-3 국내 문화유산 실감콘텐츠 사례 연구

본 연구팀이 수행했던 ‘실감형 문화유산콘텐츠 제작·보급 기본 계획(2021)’에 의하면, 적용 기술 유형 측면에서 인터랙티브 미디어를 제외하면, 프로젝션 맵핑 기반의 실감콘텐츠의 비율이 VR이 적용된 콘텐츠와 동일하게 가장 높은 비율을 차지했으나[25], 2022년까지 기술 융합 기반의 실감콘텐츠는 개발되지 않았다(표 1). 이에 본 연구에서는 기술 융합 기반의 실감콘텐츠를 제외한 프로젝션 맵핑과 미디어 파사드, VR, AR, XR, 인터랙티브 미디어, 다면 영상 미디어, 홀로그램, 인공지능 및 빅데이터 기반의 미디어 그리고 최근 개발된 메타버스 등을 범위로 국한하고, 실감 기술 특성 및 대표적인 실감콘텐츠 사례를 다루고자 한다.

표 1. 기술 유형에 따른 문화유산 실감콘텐츠 개발 현황(%)
Table 1. Development of cultural heritage immersive content by technology type(%)

VR	AR	Projection Mapping	Interactive Media	Hologram	AI & Big Data
22.7	13.6	22.7	32.0	4.5	4.5

(Source: CHA, 2021)

1) 프로젝션 맵핑(Projection Mapping)

프로젝션 맵핑은 빛을 투사한다는 뜻을 가진 ‘프로젝션(Projection)’과 3차원의 물체 표면에 2D 이미지를 부여하는 ‘맵핑(Mapping)’의 합성어이다[26]. 이 기술은 프로젝터를 통해 빛으로 구성된 영상을 피사체의 표면에 투사시켜 현실의 대상에 확장된 공간감과 입체감 등의 시각적 변화와 AR 기술과 유사한 효과를 표현할 수 있다. 또한 AR과 달리, 프로젝션 맵핑은 추가 장치 없이 영상의 크기 조절 및 생동적 연출도 가능하다[27]. 문화유산의 원형 보존 원칙으로 인해 물리적 변형이 불가능한 상황에서, 프로젝션 맵핑은 디지털 이미지를 활용한 비파괴적 방식의 다양한 변주가 가능하다[28]. 프로젝션 맵핑과 함께 자주 사용되는 용어는 미디어 파사드이다. ‘미디어 파사드’는 미디어(Media)와 겹모양, 건물의 출입구로 이용되는 정면 외벽 부분을 가리키는 ‘파사드(Facade)’의 합성어이다. 미디어 파사드는 건물 외벽 등을 대형 스크린으로 탈바꿈시켜 시각적 아름다움과 공간이 담고 있는 상징성과 의미, 정보[29]를 전달하는 상호작용적 특성을 지닌 영상 미디어에 해당한다[26]. 미디어 파사드와 프로젝션 맵핑의 차이점을 살펴보면, 전자는 건물 외벽이라는 한정된 공간을

디스플레이 공간으로 활용하는 반면, 후자는 건물 외벽뿐만 아니라 인테리어 공간, 오브제 등 프로젝트가 투사될 수 있는 모든 것이 스크린으로 사용될 수 있다. 2012년 경북궁 경회루 건립 600주년을 맞아 프로젝션 맵핑 기반의 미디어가 전시된 이후, 광화문 미디어 파사드 사업(2013-2014)을 비롯, 경북궁 흥례문, 덕수궁 석조전 미디어 공연(2015-2016) 등 공연에도 적용되고 있다.

문화재청 및 문화체육관광부 산하 국립박물관이 개발한 프로젝션 맵핑 기반의 실감콘텐츠는 다음과 같다: <마음이 곧 부처, 즉심시불(卽心是佛) 특별전(국립광주박물관, 2017)>, <회혼례로의 초대(국립대구박물관, 2020)>, <백제 금동대향로 멀티미디어 쇼(국립부여박물관, 2021)>, <시장과 유랑예인(국립민속박물관, 2020)>, <누아드리, 서양에 분 동양의 바람(국립중앙박물관, 2020)>, <성덕대왕 신종 소리 체험관(국립경주박물관, 2020)>, <한옥에서의 사계절 풍경과 삶(국립민속박물관, 2020)>, <가야로의 여행(국립김해박물관, 2021)>, <탐라순력도(국립제주박물관, 2021)>, <조선통신사행렬도(조선통신사역사관, 2021)>. 2022년 국립경주박물관은 불교조각실에서 프로젝션 맵핑 기반의 <이차돈-꽃비 내리는 길>을 전시했다. 이차돈 순교비(818)는 이차돈의 순교(527) 및 신라의 불교 정착에 대한 기여를 기리기 위해 제작되었다[30]. 이 실감콘텐츠는 20분마다 삼국유사와 순교비에 기록된 이차돈 설화를 순교비에 영상으로 투사했다. 순교비에는 이차돈이 목이 잘릴 때 꽃비와 잘린 목에서 흰색의 액체가 흘러나오는 모습에 대한 묘사가 새겨져 있으나, 자연 손상으로 인해 육안으로 순교비의 기록에 대한 가독성이 낮았다. 이에 실감콘텐츠에서는 프로젝션 맵핑을 활용, 순교 직후의 상황에서 천지의 변화와 당시 불교 공인을 반대한 사람들이 두려움에 떠는 모습을 스토리텔링과 다채로운 색감을 통해 직관적으로 연출되었다.

2) 가상현실(Virtual Reality, 이하 VR)

VR은 컴퓨터 시스템에서 생성된 3D 가상공간과 사용자 간 상호작용을 이루는 기술로써, 사용자는 가상공간에서 오감을 통해 몰입감과 현존감을 체험할 수 있다. VR 콘텐츠는 오컬러스 퀘스트(Oculus Quest)와 같은 HMD(Head Mounted Display)의 착용이 필수적이다. 최근 출시된 ‘애플 비전 프로(Apple Vision Pro)는 사용자가 현실 세계 및 주변 사람들, 디지털 콘텐츠와 물리적인 세계를 연결성을 최적화하고, 사용자의 시각, 촉각, 음성을 통해 직관적으로 제어되는 3D 사용자 인터페이스를 선보였다[31]. 또한 VR 콘텐츠는 시각적 요소, 오디오 및 사운드, 특수 장갑을 통해 손의 움직임은 감지하는 요소들과 결합되어 사용자에게 청각과 촉각의 감각적 체험을 제공한다. 하지만 VR 콘텐츠는 HMD의 고비용성, 가상 공간에서 이동 제어의 어려움, 저해상도 및 신체적 불편함 등의 사용성 관점에서 제약적 특성을 지닌다.

VR 콘텐츠는 360° VR 콘텐츠와 VR 인터랙티브 콘텐츠로 구분된다. 전자의 사례로는 <360° VR 박물관(국립공주박물관

관, 2018)», <디지털 문화유산 나눔방(국립고궁박물관, 2020)», <문화유산 방문 캠페인(문화재청, 2020)» 등이 포함되는 반면, <보존과학, 우리 문화재를 지키다展(국립나주박물관, 2016)», <보존과학실 VR(국립중앙박물관, 2020)», <아름에서 치유로(수원 화성행궁 광장 돛형 체험관, 2020)», <수중 발굴 VR(국립태안해양유물전시관, 2021)» 등은 후자에 해당한다. 이외에도 <영원의 세계 VR(국립청주박물관, 2021)», <철의 여행(국립청주박물관, 2020)», <동구릉 이야기(조선왕릉 전시관, 2020)»는 시뮬레이터가 활용된 사례이다. 모션 시뮬레이터 및 4D 장치 연동형 VR 콘텐츠에 해당하는 국립청주박물관의 무심관(無心館)에 설치된 <영원의 세계 VR>는 청주 출토 유물을 대상으로 개발되었는데, 불교 경전 ‘우란분경’과 ‘대목련경’의 목련존자(木連尊者)로부터 모티브가 비롯되었다. 모션 제어에 얽은 관람객은 퀘스트 스토리텔링을 따라가며, 제스처 인식을 통해 4D 장치 및 립 모션(Leap motion)과 연동된 가상세계의 물체와 인터랙션을 나누고, 바람의 효과나 좌석의 진동 등 4D 효과를 체험했다.

3) 증강현실(Augmented Reality, 이하 AR)

AR은 실제로 존재하는 이미지나 영상에 3차원 가상 이미지를 합성해서 현실 세계에 가상 공간이나 가상의 대상을 보여주는 기술로써, 위치 기반, 시각 기반, 인식 기반으로 유형이 구분된다. AR 스마트 뷰어인 퀄컴(Qualcomm), 구글에서 개발한 모션 트래킹, 주변 환경 인식 등이 가능한 Google AR Core 등의 기술이 사용되며, 스마트폰, 태블릿 PC, 스마트 안경과 같은 디바이스를 통해 경험할 수 있다.

문화재청이 개발한 AR 실감콘텐츠는 <철광석을 찾아라(국립청주박물관, 2020)», <AR로 즐기는 민속놀이(국립민속박물관, 2019)», <태평무 AR(문화재청 유튜브 채널, 2020)», <‘무신진찬연’(2023)» 등이 있다. 창경궁 통명전에서 열린 <무신년, 만세의 술잔을 올리다>의 경우, 조선 기록 문화의 정수에 해당하는 의궤의 주요 왕실 행사를 AR 및 CG로 구현한 ‘실감 의궤’ 제작 사업의 첫 번째 실감콘텐츠 ‘실감의궤: 연향’이 제공되었는데, 1848년 창경궁 통명전에서의 ‘무신진찬연’을 AR로 구현되었다. 관람객이 태블릿의 카메라에 축소 모형을 인식시키면, 순원왕후의 육순 하례 절차와 향령무, 무고, 선유락 공연 등이 펼쳐진다[32]. 향후 연차적으로 ‘실감의궤: 가례(2023),’ ‘실감 의궤: 길례·흉례(2024),’ ‘실감 의궤: 군례·빈례(2025)’가 공개될 예정이다[33].

4) 확장현실(Extended Reality, 이하 XR)

코로나19 이후 디지털 전환, 비대면 온라인 서비스가 급속히 확대되고, 헤드-업 컴퓨팅이 여러 산업 분야에 진출하면서, 현실과 유사한 원격소통을 구현하는 XR에 대한 관심 및 수요가 증가했다. XR은 가상현실, 증강현실, 혼합현실을 포함한 다양한 최신 몰입형 기술을 포괄하는 용어이다. 또한 인공지능과 병용되거나 현실 공간에 배치된 가상의 물체를 손으로 만지는 것과 같은 간접 체험을 가능하게 하는 등

인터랙션 요소와 결합됨으로써, XR은 사용자에게 대면 수준의 실재감과 몰입감을 제공해주며[34], 비대면 제약을 극복할 수 있는 대안적인 기술로써 주목받고 있다. XR 기술 및 솔루션 기반의 온라인 전시 서비스는 공간의 제약 없이 콘텐츠를 즐길 수 있는데, 특히 일부나 전체가 소실 및 유실된 문화재에 대한 정보 제공뿐만 아니라 다양한 인터랙티브를 통해 직관적이며 입체적인 몰입형 체험을 제공해준다[35].

표 1의 기술별 실감콘텐츠 개발 현황에서 확인된 바와 같이, XR은 다른 적용 기술에 비해 비교적 최신의 기술에 해당하기 때문에, 2020년부터 국립박물관을 중심으로 개발되기 시작했다. 대표적 사례로는 <700년의 시간여행, 신안 도자기를 찾아서(국립광주박물관, 2020)»와 <승자총통, 대첩의 불꽃이 되다(국립진주박물관, 2022)» 등이 있다. <700년의 시간여행, 신안 도자기를 찾아서>는 신안 출수 도자기 유물과 스토리텔링을 기반으로, 정보 제공 등의 학습적 가치를 전달하기 위한 목적으로 개발되었다. 전시 스토리텔링의 핵심은 1975년 신안에서 발견된, 14세기에 침몰한 원나라의 무역선과 해저 유물의 발굴이다. 실감미디어 전시관에 설치된 이 전시는 공간 기반 프로젝션 매핑 및 캘리브레이션 기술이 활용된 다중 체험 콘텐츠로 구성되었으며, 14세기 원나라의 시대적 상황이 12가지의 게이미피케이션(Gamification), 고화질 콘텐츠의 인터랙션, 4D 효과로 구현되었다[36]. HMD를 착용한 관람객은 4면에 투사된 프로젝션 매핑과 가상현실을 체험했으며, 과거 신안선 출발 직전의 중국 경원항에서 출발해서, 도자기 구입, 발굴, 구매, 선적, 출항과 항해 등 일련의 미션 수행을 통해 700년 전의 신안 해저 유산을 체험했다. 한편 위치 기반 XR 실감콘텐츠에 해당하는 <승자총통, 대첩의 불꽃이 되다(2022)»의 경우, 관람객은 승자총통 컨트롤러를 사용, 15분간 임진왜란 속 한산 대첩과 진주 대첩에 참전할 수 있었다. 50m²의 공간에 4K 해상도의 프로젝터 7대와 7.1채널 스피커가 설치되었으며, 높이 3m의 벽면에 펼쳐진 콘텐츠는 관람객에게 압도적인 몰입감을 전달했다[37].

5) 인터랙티브 미디어(Interactive Media)

인터랙티브 미디어는 ‘상호작용적’이라는 의미를 지는 인터랙티브(Interactive)와 미디어(Media)의 합성어로서, 이미지나 텍스트 등의 선형적 방식이 아닌 동작, 터치, 정보 입력 등의 양방향적 미디어 참여에 따라 음악이 재생되거나 영상이 변화하는 등 상호작용적 특성이 발생한다[38]. 인터랙티브 미디어로는 <구글과 함께하는 반짝반짝 박물관(국립중앙박물관, 2017)», <한국인의 하루(국립민속박물관, 2019)», <꿈을 담은 서재, 책가도(국립중앙박물관, 2020)», <불상의 손갓춤(국립대구박물관, 2020)», <디지털 문화유산 나눔방(국립고궁박물관, 2020)», <박물관 속 동물원(국립대구박물관, 2020)», <700년의 시간여행-신안 도자기를 찾아서(국립광주박물관, 2020)», <전쟁 중에도 일상은 계속된다(국립진주박물관, 2020)», <AI 태평성지도(국립중앙박물관, 2020)», <경천사 탐(국립중앙박물관, 2020)», <시간을 기록하다: 삼국사기, 삼

국유사(경주엑스포공원, 2020), <호모 사피엔스 : 진화∞ 관계 & 미래? 展(국립중앙박물관, 2021)>, <가야의 전투(국립김해박물관, 2021)>, <무령왕릉, 1,448년간의 이야기(국립공주박물관, 2021)>, <심연의 상상(국립해양박물관, 2021)> 등이 개발되었다.

2020년에 개최된 경주 엑스포 <시간을 기록하다: 삼국사기, 삼국유사>의 ‘천마의 궁전: 찬란한 빛의 신라’ 인터랙티브 미디어의 경우, 유네스코 세계문화유산 경주의 보존 가치를 확산하기 위해 제작되었으며, 신라의 빛과 소리의 향연을 구현하기 위해 석굴암, 실크로드, 성덕대왕 신종 등 신라의 역사적 요소가 활용되었다. ‘찬란함을 잇다’의 경우, 천마총에서 출토된 관모와 금제 관식, 금관, 천마도 등이 금빛 파티클로 구현되었는데, 관람객의 손동작에 따라 파티클 형상이 변화되었다. 한편 프로젝션 맵핑 기술이 활용된 ‘시간을 기록하다’의 경우, 신라 역사를 기록한 삼국유사와 삼국사기의 내용이 4개의 벽면에 투사된 반면, 바닥에는 연꽃이 구현되었으며, 관람객의 동작과 움직임에 따라 인터랙션이 발생했다.

6) 다면 영상 미디어(Multi-Sided Video Media)

다면 영상 미디어는 다수의 벽면이나 스크린 등 멀티스크린, 그리고 확장감과 몰입감, 시각 효과를 효과적으로 구현할 수 있는 영상 미디어 기술이 사용된 미디어이다. 문화재청이 개발한 다면 영상 미디어로는 창덕궁, 창덕궁 동궐도 및 회정당, 한국의 정원, 궁궐 호위군 사열식 첩중 의식 등이 있다. 2022년 국립중앙박물관 실감영상관에는 <강산에 펼친 풍요로운 세상, 강산무진도>, <금강산에 오르다>, <왕의 행차, 백성과 함께 하다>, <영혼의 여정, 아득한 윤회의 길을 걷다>, <신선들의 잔치> 등의 영상 미디어가 설치되었다. 이 가운데 단원 김홍도와 함께 정조와 순조 연간의 조선 화단을 대표했던 이인문의 대작인 <강산무진도>는 길이 8.5m 이상의 초대형 파노라마 스크린이 사용되었으며, 빼어난 산수 절경과 다양한 인간 군상의 모습, 조선 후기 사람들이 꿈꾸었던 이상향과 시대상을 담아 12분 동안 상영되었다. 이 미디어의 경우, 작품 속 배경과 인물이 모션 캡처(Motion Capture)로 구현되었으며, 스토리텔링, 초대형 스크린, 사운드, 바닥에 투사된 영상의 인터랙션 요소가 조화롭게 연출되었다.

7) 홀로그램(Hologram)

그리스어 ‘완전함(Holos)’과 ‘메시지(Gramma)’의 합성어인 홀로그램이란 용어는 빛의 회절과 간섭 현상을 이용해서 3차원의 정보를 기록 및 재현하는 기술이다[39]. 홀로그램은 생성 및 재생 방식에 따라 유사 홀로그램, 아날로그 홀로그램, 디지털 홀로그램 등으로 그 유형이 구분된다. 현재 우리가 홀로그램이라고 알고 있는 기술은 대부분 ‘유사 홀로그램’에 해당한다. 홀로그램은 실물을 그대로 보는 것과 같은 3차원 입체 영상을 재현할 수 있는 ‘가장 이상적인 3차원 영상 기술’로 인정받고 있다. 하지만 3D 디스플레이의 한계, 그리고 AR이나 VR, MR과 같이 스마트 글래스와 같은 특수 안경 착용으

로 인한 불편함 때문에, 다른 기술에 비해 개발 사례도 적고 상용화 속도가 느리다. 부연하면, 홀로그램의 구현에 필요한 홀로그래픽 디스플레이 수준은 아직 초기 단계에 머물러 있는데, 이는 이 기술에 요구되는 핵심 소자나 데이터 계산 속도 등에 대한 성능 수준이 현재의 기술에 비해 상대적으로 높기 때문이다[40].

홀로그램의 대표적인 실감콘텐츠 사례로는 <울산장생포고래박물관 홀로그램 콘텐츠(울산장생포고래박물관, 2016)>, <송광사 목조삼존불감(국립광주박물관, 2017)>, <금동신발(국립나주박물관 2017)>, <백범 김구 토크 콘서트(한국콘텐츠진흥원 2019)>, <한옥에서의 사계절 풍경과 삶(국립민속박물관, 2020)> 등을 들 수 있다. 상술한 사례 가운데 융복합 솔루션(VR, MR, 홀로그램)을 개발하는 ㈜비빔블이 한국콘텐츠진흥원의 지원을 받아 제작한 <백범 김구 토크 콘서트>는 철저한 고증을 통해 주식회사 ㈜비빔블가 자체 개발한 특허 기술 솔루션 HOLOMR(홀로엠알)이 사용되었다[41]. 홀로그램, 페이스 캡처(Facial Capture), 모션 캡처 등의 기술을 실시간 홀로그램과 연동하는 이 솔루션은 대역 배우의 행동과 얼굴 표정을 3D 캐릭터로 구현시키는데 활용되었다. 관객들은 백범 김구 선생이 직접 말하고 움직이는 모습을 볼 수 있었을 뿐만 아니라 3D 캐릭터로 질문과 답변을 나눌 수 있었다[41]. 또한 이 공연에는 독립운동가 4인방(김구, 안중근, 윤봉길, 이봉창)의 스토리텔링을 기반으로 제작된 기능성 게임 히든 스토리(HIDDEN STORY) VR도 함께 전시되었다.

8) 인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI)

AI는 학습, 문제 해결, 패턴 인식 등 인간이 지닌 지적 능력을 컴퓨팅 환경에 알고리즘을 생성 및 적용하여 구현하는 기술이다[42]. 기계학습(Machine Learning)과 기계학습의 분야 중 하나인 딥 러닝(Deep Learning)이 대표적인 기술 유형이며, 주요 응용 분야로는 전문가 시스템, 자연어 처리, 데이터 마이닝, 컴퓨터 비전, 지능 로봇 등이 있다[42]. 현재 문화유산 분야에서 인공지능은 음성 안내 시스템, 전시 해설 로봇, 고문서 텍스트 인식, 유물 자동 복원, 인터랙티브 콘텐츠 등에 주요 기술로 적용되고 있다.

2020년 국립중앙박물관은 다양한 계층의 관람객이 문화유산에 대한 친밀감과 참여를 유도하기 위해, ‘디지털 실감 영상관’을 개관했다. 문화체육관광부의 한국판 뉴딜 사례로 선정된 이 영상관은 몰입감 증진을 위해 영상을 바닥에 투사하고, 서라운드 사운드 연출을 최적화시켰다[43]. 디지털 실감 영상관 개관 2주년을 기념하기 위해, 2022년 국립중앙박물관은 ‘강산에 펼친 풍요로운 세상, 강산무진도’, ‘조선시대 초상화’를 비롯, 9종의 실감콘텐츠를 전시했다.<조선시대 초상화>의 경우, 조선 후기 초상화 73점을 인공지능으로 얼굴을 학습시켜 고해상도의 한국인의 얼굴로 생성했으며, 초상화 속 인물·작가·복식 등의 정보가 담긴 디지털 아카이브 ‘눈에 보는 초상화’도 구축되었다[44]. 관람객은 QR코드 스캔 후 생성된 링크를 통해, 인공지능이 학습한 초상화 소장품의 이미

지를 미디어 월에서 경험했다. 또한 해당 링크에서 스마트폰으로 촬영한 관람객의 얼굴은 미디어 월에서 선택된 복식의 초상과 실시간으로 결합되어 개인화 특성이 강화된 나만의 초상화로 변환되었다[44].

9) 메타버스(Metaverse)

‘메타버스(Mataverse)’는 ‘현실에 바탕을 둔 모습을 3D 기술로 가상세계를 구현해 내고, 아바타와 같은 디지털 대행자를 통해 현실과의 상호작용이 가능한 시스템을 갖춘 온라인 가상환경’이다[45]. 메타버스는 내적 요소와 외적 요소, 구현 공간과 정보를 기준으로 가상세계, 증강현실, 거울 세계, 라이프로그 등의 유형으로 구분된다[46]. 메타버스의 등장은 초연결 및 디지털 대전환 시대의 도래, 디지털 트윈(Digital twin) 등 기술의 발전[47]에 힘입었는데, 세계관, 창작자, 통화, 연속성, 연결성 등의 관점에서 기존의 플랫폼 서비스나 실감형 콘텐츠와 차별화된다[48].

코로나 19의 장기화는 박물관·미술관의 휴관으로 인한 관람객 수 감소에 상당한 영향력으로 작용했으며, 대다수 문화예술기관은 메타버스 플랫폼 등 비대면 관람 서비스의 수요 증가[49]에 대한 반응으로써 온라인 전시 커뮤니케이션에 집중했다. 그 결과, 사용자에게 상호작용과 몰입적 경험, 게이미피케이션(Gamification), 시공간적 특성이 확장된 서비스를 제공하는 ‘메타-박물관(Meta-Museum)[50]’이 탄생했다. 상술한 메타버스 전시는 오프라인의 전시를 디지털 트윈 기술 기반의 메타버스 환경으로 옮겨 구현한 전시와 메타버스 플랫폼에서만 독자적으로 전시가 이루어지는 두 가지 유형으로 구분된다. 국립현대미술관의 <생의 찬미 메타버스 전시(2022)>는 전자의 사례에 해당하며, 후자의 사례에는 크립토펙셀(Cryptovoxels)이나 크립토타트박물관(Museum of Crypto Art) 등이 있다[51].

2022년에 열린 <생의 찬미 메타버스 전시(2022)>는 국립현대미술관이 최초로 메타버스 플랫폼에 운영 중인 <생의 찬미: 한국의 채색화 특별전(2022)>을 구축한 것이다. 이에 내용적 측면에서는 ‘힐링 동산’과 동일한 메타버스 유형에 해당하지만, 기술적 측면에서는 제페토 플랫폼을 활용한 기존의 메타버스 전시와는 달리 현실-가상 연동, 그리고 미술관 공간 및 작품의 실재감 재현을 위해 활용되는 디지털 트윈 기술이 적용되었다[52].

<생의 찬미 메타버스>는 <생의 찬미 특별전>의 의미와 가치에 대한 훼손 가능성을 최소화하기 위해, 전시 공간, 전시물, 전시 동선에 대한 정교한 데이터와 3D 저작도구인 유니티(Unity)로 구현되었다. 기능적 측면에서 사용자는 성별, 연령, 색상의 선택을 통해 아바타를 생성했으며, 아바타를 사용해서 자동 관람뿐만 아니라 관람 시점에 따른 인칭 변화도 가능했다. 특히 자동 관람은 세션별로 아바타가 자동으로 이동하면서, 각 작품의 상세 정보를 20-30초 동안 제공해주는 도슨트 역할과 유사했다. 이외 공유와 조작법에 대한 설명, 미니맵, 방명록 등 추가 기능도 제공되었다.

III. 디지털 헤리티지에 대한 설문조사

3-1 연구 방법 및 범위

연구팀은 수요자 중심의 실감형 문화유산 콘텐츠의 핵심 정책 수립 및 증강기 대응 방향을 모색하고, 실감콘텐츠 이용 현황을 이해하기 위해 설문조사를 실행했다. 설문조사는 일반인(n=120)과 전문가(n=65) 집단으로 구성된 총 185명을 대상으로, 2주 동안 (2021.09.03.~2021.09.17.) 구글 온라인 서베이[53]-[55]를 통해 진행되었다. 상기 설문조사에서 동일한 문항에 대한 전문가 집단간 시각적 편차를 비교하기 위해, 각각의 설문조사가 진행되었다.

국립박물관 및 문화재청 실감콘텐츠 개발에 참여했던 학예사(n=15) 및 개발자(n=50) 등의 실무자로 구성되었다. 문화유산 기반의 실감콘텐츠 개발 경험을 1회 이상 보유한 전문가는 58.0%였으며, 과반수 이상은 실감콘텐츠의 컨셉 및 기획(34.0%)이나 디자인·연출·개발(30.0%)을 담당했다. 한편 학예사 집단은 문화재청이나 국립박물관의 전시, 학예, 교육 부서에서 1~3년의 근무 경험이 있는 자들을 대상으로 하였으며, 이들 중 86.7%가 문화유산 기반의 실감 콘텐츠 개발 경험이 1회 이상 있으며, 과반수 미만(46.7%)이 1년 미만의 실감콘텐츠 관련 업무 경력을 보유하고 있다.

표 2. 설문 항목 구성

Table 2. Components of questionnaire

Category	Detailed Questionnaire
Demographic information (n=3)	age, gender, area of residence
Cultural heritage enjoyment and knowledge (n=7)	preferences of cultural heritage by type and of designated cultural heritage, memorable tangible and intangible cultural heritage, knowledge of heritage, visit frequency of museums, motivation of visit, frequency of using intangible heritage, experiences with immersive content
Immersive content & digital heritage (n=11)	viewing experience, memorable immersive content, degree of satisfaction with immersive content, factors of satisfaction with immersive content, era and type of tangible cultural heritage suitable for development of immersive content, era and type of intangible cultural heritage suitable for development of immersive content, top priority of developing immersive content, Suitable types of immersive content among UNESCO-designated cultural heritage, cultural heritages located abroad, preference for immersive content technology and information source (path) of using immersive content

설문조사에서 세 집단에게 공통적으로 제공된 설문 문항에는 인구통계학적 정보, 문화유산에 대한 향유 및 지식, 실감콘텐츠 및 디지털 헤리티지에 대한 관람 빈도 및 관람 동기와 관련된 세부 설문 문항이 포함되었다(표 2). 전문가 집단으로

대상으로 한 설문 조사에는 공통 문항 외에 실감콘텐츠 활용 기술, 인터랙션 방식, 실감콘텐츠 지원 사업의 평가 항목, 사용성 평가 항목, 실감콘텐츠 만족도 및 만족 요인, 실감콘텐츠 개발 애로사항 등이 추가되었다. 일반인 설문참여자의 인구통계학적 특성을 살펴보면, 20대(35.0%)의 참여율이 가장 높았으며, 50대(25.8%)와 30대(20.8%)는 유사한 비율로 참여했으며, 여성(40.0%)보다 남성(60.0%)의 비율이 높았다. 개발자 집단의 경우, 40대(36.0%)와 30대(34.0%)가 높은 참여율을 보였으며, 남성(76.0%)의 비율이 여성(24%)보다 상대적으로 높았다. 개발자 집단과 마찬가지로 학예사 집단도 40대(46.7%)와 30대(40.0%)의 참여율이 높았고, 여성의 참여율(60.0%)이 남성(40.0%)에 비해 높게 제시되었다.

3-2 빈도 분석 결과

1) 문화유산에 대한 선호도, 전시 관람 빈도 및 관람 동기

일반인의 문화유산에 대한 선호도의 경우, 유형문화유산과 자연문화유산이 각각 동일한 비율(44.2%)을 차지한 반면, 무형 문화재는 비교적 낮은 비율(11.7%)을 획득했다. 유형문화유산의 경우, 건축물(81.7%)에 대한 선호도가 회화(49.2%)나 공예품(40.0%)보다 높았던 반면, 전적(10.0%)과 의복(9.2%)에 대한 선호도는 매우 낮게 제시되었다. 무형문화유산의 경우, 전통 기술(72.5%)과 전통공연예술(69.2%)에 대한 선호도가 유사한 비율을 획득한 반면, 의례 및 의식(12.5%)는 가장 낮은 선호도를 획득했다. 연간 전시 관람 빈도의 경우, 과반수 이하(49.2%)의 일반인 설문참여자는 연 1-2회(49.2%) 정도 관람했으나, 전문가 집단에 비해 비관람 비율(19.2%)이 매우 높게 제시되었다. 6회 이상의 관람 빈도는 전문가 집단(학예사 60.0%, 개발자 34.0%)가 일반인(11.7%)에 비해 높게 제시되었다. 관람 동기 측면에서 일반인 설문참여자는 문화재 실물 감상(71.7%)이 상대적으로 높은 비율을 획득한 반면, 실감콘텐츠 관람에 대한 동기는 8.3%에 머물렀다. 실감콘텐츠 관람 동기가 매우 낮게 제시된 것은 매우 주지할만한 결과인데, 이러한 결과는 실감콘텐츠보다 문화 원형에 관한 일반인의 관심을 반영해주며, 부분적으로는 문화재청이나 국립박물관의 실감콘텐츠 홍보 미흡에 기인한 것으로 해석할 수 있다.

일반인의 무형문화유산 이용 빈도에서 높은 비율을 차지한 것은 ‘5년 이상 관람한 적이 없다(57.5%)’와 ‘3년에 1회(27.5%)’였는데, 결과적으로 유형문화유산(54.2%)에 비해 무형문화유산의 이용 빈도(15.0%)는 상대적으로 큰 편차를 보였다. 이 결과는 ‘문화유산 향유 및 인식 실태조사[56]’의 결과(유형문화유적(40.2%), 무형문화재 공연·전시(9.0%), 자연유산(40.4%))와 동일한 맥락으로 이해할 수 있다. 또한 일반인의 국립박물관 및 문화재청 산하 전시관의 실감콘텐츠에 대한 관람 빈도(12.5%)가 매우 낮은 비율로 드러났는데, 이는 상술한 실감콘텐츠 관람에 대한 동기(8.3%)가 낮게 제시된 것과 동일한 상황으로 이해할 수 있다. 더욱이 일반인 집

단에 기억에 남은 실감콘텐츠에 대한 문항을 제공했으나, 대다수 설문참여자가 VR, 프로젝션 맵핑, 홀로그램 등의 기술 명칭만 언급했다.

2) 실감콘텐츠에 대한 만족도 및 만족 요인

실감콘텐츠 만족도 측면에서 세 집단의 편차가 가시적이지는 않았으나, 전문가 집단(개발자 45.2%, 학예사 46.7%)보다는 일반인 집단(51.4%)의 만족도가 높았다. 주요 만족 요인을 비교해보면(표 3), 세 집단에서 가장 높은 비율을 획득한 만족 요인은 ‘문화유산에 대한 재해석 및 스토리텔링을 통한 흥미로움 및 즐거움(일반인 70.4%, 개발자 41.2%, 학예사 80.0%)’이었다. 두 번째 만족 요인의 경우, 전문가 집단과 일반인 집단간 편차뿐만 아니라 전문가 집단간 상이성이 드러났다. 예컨대, 일반인 집단은 문화유산에 대한 이해 증진(44.4%)을, 전문가 집단은 다양한 기술을 통한 실감콘텐츠의 색다른 경험(개발자 23.5%, 학예사 60.0%)이 만족 요인으로 작용했다.

표 3. 세 집단의 실감콘텐츠에 대한 만족 요인 비교(%)

Table 3. Comparison of satisfaction factors for immersive content of the three groups(%)

Detailed Factors	Public	Curator	Developer
Social and cultural values of cultural heritage are properly delivered	37.0	6.7	5.9
Increasing insights of cultural heritage	44.4	26.7	14.7
Interest and enjoyment arose from the reinterpretation and storytelling of cultural heritage	70.4	80.0	41.2
Using a variety of technologies to provide a unique experience	40.7	60.0	23.5
Interactive or immersive features of digital content	18.5	33.3	5.9
Integrity of cultural properties that have been lost in whole or in part through digital restoration	22.2	33.3	8.8

본 설문조사에서는 일반인과 학예사를 대상으로 한 설문 문항에는 실감콘텐츠에 대한 개선 사항이 포함되었다. 두 집단에서 과도한 테크놀로지 사용으로 인한 문화유산에 대한 미흡한 의미 전달(일반인 34.6%, 학예사 46.7%)이 공통적인 문제로 드러났다. 또한 일반인의 경우에는 실감콘텐츠 이용(실감콘텐츠 사용으로 인한 신체적 불편함(38.5%), 실감콘텐츠 이용을 위한 대기 시간(30.8%))을, 학예사 집단은 콘텐츠 자체의 문제점(문화유산의 이해에 대한 실감콘텐츠의 한계(60.0%), 실감콘텐츠의 그래픽이나 해상도 등 낮은 품질(53.3%))에 대한 개선 필요성을 제기했다.

3) 향후 문화유산 실감콘텐츠 개발 적합성 및 실감콘텐츠 기술에 대한 선호도

향후 실감콘텐츠 개발에 적합한 유형문화유산 및 무형문화유산의 유형에 대한 결과는 표 4와 같다. 유형문화유산의 실감콘텐츠 개발에 대한 적합성을 살펴보면, 세 집단에서 공통적으로 건축물에 대한 적합성이 상대적으로 높았다(표 4). 건축물을 제외한 각 집단의 상위 유형문화유산 유형을 살펴보면, 일반인 집단은 공예품 > 전적류 > 회화, 학예사 집단은 공예품 > 토기 및 자기 = 고분 및 패총, 개발자 집단은 회화 > 공예품 > 전적류가 적합성이 높게 평가되었다. 일반인은 조선(21.7%)을, 개발자는 근대문화유산(30.0%), 학예사는 근대문화유산과 권역별 문화유산이 각각 30.0%를 차지함으로써, 세 집단의 시대별 적합성의 상이성이 드러났다.

표 4. 문화유산 유형별 실감콘텐츠 개발 적합성(%)

Table 4. Suitability for development of immersive contents(%)

Detailed Factors	Type of Cultural Heritage	Public	Curator	Developer
Tangible cultural heritage	Architecture	41.7	40.0	44.0
	Pagoda and Budo	1.7	0.0	6.0
	Sculpture	4.2	0.0	6.0
	Craft	13.3	20.0	10.0
	Documents	11.7	6.7	10.0
	Painting	10.8	6.7	16.0
	Ceramics & porcelain	0.8	13.3	0.0
	Tombs and shell mounds	0.0	13.3	2.0
Intangible cultural heritage	Traditional performing arts	37.5	53.3	40.0
	Traditional techniques	16.7	6.7	24.0
	Traditional plays and martial arts	16.7	13.3	16.0
	Traditional knowledge	4.2	0.0	6.0
	Oral traditions and expressions	8.3	6.7	6.0
	Traditional lifestyle	7.5	13.3	4.0
	Traditional ritual ceremony	16.7	6.7	4.0

실감콘텐츠 개발에 적합한 무형문화유산의 경우(표 4), 세 집단에서 전통공연예술(개발자 40%, 일반인 37.5%, 학예사 53.3%)에 대한 적합성이 가장 높았다. 각 집단의 상위권을 점유한 무형문화유산의 유형을 살펴보면, 일반인 집단은 전통 기술과 전통 놀이 및 무예가 동일한 비율(16.7%)을 획득했

며, 학예사 집단은 전통 놀이 및 무예, 전통 생활 관습이 동일한 수준(13.3%)으로 개발 필요성이 제시되었다. 마지막으로 개발자 집단은 전통 놀이 및 무예(16.0%)보다는 전통 기술(24.0%)의 실감콘텐츠 개발 적정성이 높았다.

실감콘텐츠 개발 적용 기술의 경우, 세 집단에서 공통적으로 XR 기술의 적용 필요성이 확인되었다(표 5). 이 결과는 최근 메타버스 기술 혁신이 가속화되면서, 메타버스와 몰입감과 실제감이 있는 경험을 제공할 수 있는 XR 기술의 결합에 대한 기대가 반영된 것으로 해석할 수 있다[57]. 일반인 집단의 경우, VR > MR > XR 적용에 대한 필요성을 높게 평가한 반면, 개발자 집단에서는 XR > 프로젝션 매핑 및 미디어 파사드 > 인공지능 기술을, 학예사 집단의 경우에는 XR > 홀로그램 > MR로 제시되었다.

표 5. 적용 기술별 실감콘텐츠 개발 적합성(%)

Table 5. Suitability for development of immersive content by technology(%)

Detailed Factors	Type of Cultural Heritage	Public	Curator	Developer
Preference for technology	VR	39.2	6.7	10.0
	AR	10.8	26.7	18.0
	MR	18.3	26.7	16.0
	XR	13.3	40.0	36.0
	Hologram	9.2	40.0	16.0
	Projection mapping & media facade	9.2	33.3	40.0
	CG	0.0	20.0	14.0
	Sound technology	0.0	6.7	8.0
	Lighting technology	0.0	6.7	6.0
	Data visualization	0.0	6.7	18.0
	AI	0.0	40.0	20.0

향후 문화재청 주도하에 진행되는 실감콘텐츠 개발 사업의 우선 고려대상의 경우, 세 집단 모두 심각한 훼손으로 인해 전시 기능이 상실되었으나, 데이터 추출 및 디지털 복원이 가능한 문화유산이 가장 높은 비율을 획득했다(표 6). 또한 일반인 집단은 유네스코 세계유산으로 지정된 우리나라 문화유산 > 지정문화재, 학예사 집단의 경우에는 지정문화재 > 국내에서 연구를 통해 3D 데이터가 확보된 문화재, 개발자 집단은 유네스코 세계유산으로 지정된 우리나라 문화유산 > 해외 문화기관의 소장품이나 최근 보수 및 복원이 필요해서 국내에 유입된 문화재가 상위를 점유했다. 특히 학예사 집단의 경우, 유네스코 세계유산으로 지정된 우리나라 문화유산, 해외 문화기관의 소장품이나 최근 보수 및 복원이 필요해서 국내에 유입된 문화재, 최근 국내에서 물리적 복원이 이루어진 문화재의 중요성을 동일한 수준으로 평가했다.

표 6. 실감콘텐츠 개발에 대한 우선 고려대상(%)
Table 6. Priority consideration for development of immersive content(%)

Detailed Factors	Public	Curator	Developer
Despite of losing exhibition function due to severe damage, cultural heritage capable of data extraction and digital restoration	35.0	46.7	30.0
Cultural assets with 3D data acquired through domestic research	4.2	13.3	6.0
Cultural properties that have recently undergone physical restoration in Korea	0.8	6.7	0.0
State-designated cultural assets such as national treasures and treasures	14.2	20.0	6.0
Cultural assets other than nationally designated cultural assets	1.7	0.0	6.0
Overseas returned cultural property	4.2	0.0	4.0
Overseas collection cultural property located abroad	12.5	0.0	6.0
Among the cultural properties held overseas, cultural properties recently brought into Korea for repair and restoration	5.0	6.7	14.0
Cultural heritage designated as a UNESCO World Heritage Site	22.5	6.7	28.0

일반인 집단의 경우, 유네스코 문화유산(50.0%) > 무형문화유산(26.0%) > 유네스코 자연유산(12.0%) = 세계기록유산 순으로 유네스코 지정 문화유산 가운데 실감형 콘텐츠로 제작되기에 적합성이 높다고 생각했다. 국외 소재 문화재 중에서는 일본(52.5%)이 가장 높은 비율을 획득했고, 그 다음으로는 프랑스(17.5%) 중국(16.7%) > 미국(9.2%) > 영국(2.5%) > 독일(1.7%) 순으로 제시되었다. 또한 국외 소재 문화재 유형 가운데 실감형 콘텐츠 개발에 대한 적합성이 높게 제시된 상위 3위에는 탑 및 부도 등의 석조물(40.0%) > 전적, 서적, 고문서 (18.3%) > 공예품 (13.3%) 이 포함되었다.

4) 실감콘텐츠 개발자와 학예사의 향후 실감콘텐츠 개발에 대한 시각 편차

기존의 문화 원형 실감콘텐츠 사업에서 가장 많이 사용되었던 기술은 두 집단 모두 프로젝션 맵핑으로 확인되었다. 개발자 집단의 경우, 미디어 파사드와 CG, 학예사 집단은 VR과 AR를 활용했으며, 사운드 및 라이팅 테크놀로지, 데이터 시각화, MR, XR 등의 기술 활용 경험을 보유했다. 반면, 학예사 집단에서는 상술한 5가지의 기술을 실감콘텐츠에 적용한 경험이 없었다. 인터랙션 방식의 경우, 두 집단 모두 개발자 집단은 모션 인식(개발자 집단 66.0%, 학예사 집단 33.3%)이나 터치형(개발자 집단 56.0%, 학예사 집단 73.3%)이 융합형이나 위치 기반 인터랙션보다 적극적으로 활용되었다.

실감콘텐츠 관련 전문성을 측정된 결과, 개발자 집단의 44.0% 정도는 기업에 문화유산 관련 전공자가 1-4명의 전공자를 보유한 반면 관련 전공자가 없는 곳도 40.0%를 차지했다. 학예사 집단의 경우, 1-2명(66.7%)의 실감콘텐츠 기술에 대한 지식을 갖고 있는 전문인력이 있었다. 관련 전공자가 없는 경우, 두 집단 모두 외부전문가에 의존도가 높았다(개발자 집단 70.0%, 학예사 집단 100%). 두 집단의 실감 콘텐츠사업의 결과물에 대한 만족도는 60.0% 이상(개발자 집단 62.0%, 학예사 집단 60.0%)이었다. 비록 비율간 편차는 존재했으나, 상위를 점유한 세 가지의 주요 만족 요인에는 실감콘텐츠의 기술적 구현, 실감콘텐츠 디자인, 연출, 개발, 실감콘텐츠 컨셉 및 기획이 포함되었다(표 7).

표 7. 실감콘텐츠 프로젝트에 대한 만족 요인
Table 7. Satisfaction factors for immersive content projects

Satisfaction Factors	Developer Group	Curator Group
Content concept and planning	18.0	33.3
Content design, directing, development	22.0	13.3
Content technical implementation	28.0	40.0
Collaboration with curators/developers	2.0	0.0
Evaluation by visitors or experts	18.0	0.0
Hardware installation and operation	0.0	13.0
Others	12.0	

표 8. 실감콘텐츠 사업에서 발생된 애로 사항
Table 8. Difficulties that occurred in the realistic content business

Satisfaction Factors	Developer Group	Curator Group
Content concept and planning	16.0	20.0
Content design, directing, development	10.0	53.3
Content technical implementation	36.0	60.0
Content installation and operation	26.0	33.3
Content maintenance	26.0	60.0
Collaboration and communication with curators/developers	40.0	13.3
Administrative tasks such as unnecessary certification	24.0	6.7
Frequent requests for some content changes by museum professionals	40.0	6.7
Others	6.0	0.0
No difficulties	10.0	0.0

실감콘텐츠 사업을 진행할 때의 애로 사항의 경우(표 8), 개발자 집단은 실감콘텐츠 기술적 구현, 설치 및 운용, 유지 보수 등의 실질적인 사업 내용과 관련된 업무보다 박물관의 빈번한 변경 요구 및 학예사와의 협업이나 커뮤니케이션에 대한 문제를 제기했다. 반면에 학예사 측면에서는 실감콘텐츠 기술구현력과 유지 보수와 같은 콘텐츠 사업과 직접적으로 관련된 업무를 진행하는 과정에서 애로 사항이 발생했다.

실감콘텐츠 지원 사업의 평가 항목의 경우, 기업의 유사 사업 수행 실적 및 인력 등의 기업 역량이나 기업의 사업 수행 적합성보다는 기획 역량(개발자 집단 66.0%, 학예사 집단 53.3%), 디자인 및 연출 역량(62.0%, 학예사 집단 60.0%), 기술구현력(개발자 집단 64.0%, 학예사 집단 80.0%)이 다른 항목에 비해 높았고, 개발자 집단은 기술보다 기획 역량, 학예사 집단은 기술구현력에 비중을 두었다. 두 집단(개발자 집단 76.0%, 학예사 집단 80.0%) 모두 실감콘텐츠 과정에서 사용성 평가를 실행하지 않는 것은 상당히 주목할 만한 사실이다.

표 9. 실감콘텐츠 사용성 평가 항목

Table 9. Components of usability test for immersive content

Component of Usability Test	Developer Group(%)	Curator Group(%)
Level of interest	64.0	73.3
Understandability	44.0	66.7
Presence	22.0	0.0
Degree of immersion	64.0	40.0
Interactivity	32.0	6.7
Participation	34.0	33.3
Degree of fatigue	12.0	0.0
Uniqueness	10.0	20.0
Degree of satisfaction	28.0	40.0
Content quality	32.0	6.7
Intention to see cultural heritage	14.0	6.7
Intention to revisit immersive content	16.0	0.0

사용성 평가를 실행한 경우, 개발자 집단은 내부 인력(88.2%)의 정성적 방법(87.5%)에 대한 의존도가 높았던 반면, 학예사 집단은 내부 인력과 외부전문가에 대한 동일한 수준(50.0%)으로 의존했으며, 개발자 집단은 달리 정량적 방법을 선호했다. 23개의 사용성 평가 항목 가운데 상위 5개 항목을 살피면 결과(표 9), 개발자 집단은 흥미도 = 몰입도 > 이해도 >, 학예사 집단은 흥미도 > 이해도 > 몰입도 = 만족도로 제시되었다.

향후 실감콘텐츠에 적용될 주요 핵심 기술(표 10)을 살펴 보면, 개발자 집단은 XR > 프로젝션 맵핑 > AI > AR > 미디어 파사드, 학예사 집단은 XR = 홀로그램 = AI > AR = MR 순으로 제시되었다. 두 집단 모두 VR 보다는 XR이나 AR 기술 기반의 콘텐츠 개발을 선호했으며, AI 기반의 실감콘텐츠 개발에 대한 필요성에 공감했다.

표 10. 향후 실감콘텐츠에 적용될 핵심 기술

Table 10. Core technology to be applied to the future immersive content

Technology used	Developer Group(%)	Curator Group(%)
VR	10.0	6.7
AR	18.0	26.7
MR	16.0	26.7
XR	36.0	40.0
Hologram	16.0	40.0
Projection mapping	22.0	20.0
Media facade	18.0	13.3
CG	14.0	20.0
Sound technology	8.0	6.7
Lighting technology	6.0	6.7
Data visualization	18.0	6.7
AI	20.0	40.0
Others	2.0	0.0

개발자 집단의 과반수 미만(42.0%)의 개발자들이 참여했던 기존의 문화 원형 기반의 실감콘텐츠 사업의 예산 규모는 10억 미만이었었는데, 일부 개발자들(26.0%)은 10-20억 정도의 대형 과제에 참여한 경험을 보유했다. 향후 추진되는 실감콘텐츠 사업의 경우, 전문가 집단은 기존과 사업 규모와 동일한 수준에 해당하는 1억-10억(개발자 집단 40.0%, 학예사 집단 33.3%)만큼이나 10억-20억(24.0%, 학예사 집단 26.7%) 또는 20억-30억(개발자 집단 20.0%, 학예사 집단 20.0%)의 수준으로 예산이 증액되기를 희망했다.

실감콘텐츠 개발자 집단과 학예사 집단에게 실감콘텐츠 기술의 개발을 위해 예산 지원 이외에 정부 지원이 필요한 것에 대한 의견을 수집한 결과(표 11), 실무적 차원에서 실감콘텐츠 개발에 응용 가능한 고품질의 문화재 IP와 예셋 제공(개발자 집단 44.0%, 학예사 집단 26.7%)과 디지털 복원이 가능한 전문 인력 양성(개발자 집단 16.0%, 학예사 집단 13.3%)에 대한 지원 필요성이 우선적으로 실행되어야 할 것으로 제시되었다.

표 11. 실감콘텐츠 개발을 위한 정부의 지원

Table 11. The need for government support for the development of immersive content

Needs	Developer Group	Curator Group
Space	14.0	0.0
Human resources	10.0	40.0
Re-educational program for museum professionals	4.0	13.3
High quality cultural heritage IP & assets	44.0	26.7
Overseas market pathway supporting or international cooperation	4.0	0.0
Nurturing experts capable of digital restoration	16.0	13.3
Formation of a consultative body with companies/curators to develop immersive content	0.0	6.7
Others	8.0	0.0

3-3 상관 분석 결과

본 연구에서는 일반인 대상의 설문조사의 타당성을 검증하기 위한 목적으로, 선호하는 문화유산의 유형을 중심으로 연령대, 문화유산에 대한 지식 수준, 문화유산에 대한 지식 수준과 연간 관람 빈도, 그리고 유형문화유산의 이용 빈도와 무형문화유산의 이용 빈도간의 상관관계를 분석했다. 또한 유형문화유산의 유형, 무형 문화유산의 유형과 문화유산 기반의 실감콘텐츠에 대한 만족도, 문화유산을 활용한 실감형 콘텐츠의 만족 요인과 문화유산 기반의 실감콘텐츠에 대한 만족도의 관계성 측정을 위해 상관분석을 실행한 후, 신뢰구간 유의 확률 검정(p-value)을 기준으로 가설을 검증했다. 이를 위해 설정된 연구 가설은 다음과 같다(표 12).

표 12. 연구 가설

Table 12. Hypothesis setting

No.	Hypothesis
H1	Preferred type of cultural heritage has a correlation with period
H2	Preferred type of cultural heritage has a correlation with knowledge of cultural heritage
H3	Knowledge of cultural heritage has a correlation with frequency of museum visits
H4	Frequency of tangible cultural heritage visits has a correlation with frequency of intangible cultural heritage
H5	Preferred type of tangible cultural heritage has a correlation with degree of satisfaction with immersive content
H6	Preferred type of intangible cultural heritage has a correlation with degree of satisfaction with immersive content
H7	Satisfaction factors of immersive content using cultural heritage has a correlation with degree of satisfaction with immersive content

연령대별 선호 문화유산의 유형의 세부 항목에 편차가 있는지 파악하기 위해 T-test를 실행한 결과(표 13), 평균의 동일성에 대한 통계적 관계가 도출되지 않았다. 지식수준과 선호하는 문화유산의 유형의 세부 항목간 분석에서도 동일한 결과가 도출됨에 따라(표 14), H1과 H2는 기각되었다.

표 13. 선호하는 문화유산 유형과 연령대간 상관관계

Table 13. Correlations between preferred type of cultural heritage and age

	Detailed Factors	Age
Preferred type of cultural heritage	Tangible cultural heritage	-.163
	Intangible cultural heritage	.106
	Natural cultural heritage	.094

(*p<.05, **p<.01)

표 14. 선호하는 문화유산 유형과 지식수준간 상관관계

Table 14. Correlations between preferred type of cultural heritage and knowledge of cultural heritage

	Detailed Factors	Knowledge of cultural heritage
Preferred type of cultural heritage	Tangible cultural heritage	1.859
	Intangible cultural heritage	-.847
	Natural cultural heritage	-1.296

(*p<.05, **p<.01)

표 15에서 보는 바와 같이, 문화유산에 대한 지식수준과 연간 관람 빈도간의 상관관계를 일반인, 학예사, 개발자의 세 집단으로 구분해서 피어슨 상관계수(Pearson's Correlation Coefficient)를 도출한 결과, 학예사 집단을 제외한 일반인 집단(r=.403, p<.01)과 개발자 집단(r=.625, p<.01)에서 유의미한 상관관계가 도출되었으므로, H3은 채택되었다. 유형문화유산의 이용 빈도와 무형문화유산의 이용 빈도의 상관관계를 분석한 결과(표 16), 유형 문화유산의 이용 빈도가 높아질수록, 무형 문화유산의 이용 빈도(r=.438, p<.01) 또한 높게 제시되었기 때문에, H4는 채택되었다.

표 15. 문화유산에 대한 지식수준과 연간 관람 빈도간 상관관계

Table 15. Correlation between knowledge of cultural heritage and annual frequency of museum visit

	Public Group	Curator Group	Developer Group
Visit frequency of museums	.403**	.000	.625**

(*p<.05, **p<.01)

표 16. 유형문화유산의 관람 빈도와 무형문화유산의 관람 빈도간 상관관계

Table 16. Correlation between annual frequency of tangible cultural heritage and annual frequency of intangible cultural heritage

	Frequency of using intangible cultural heritage
Frequency of using tangible cultural heritage	.438**

(*p<.05, **p<.01)

한편 선호하는 유형문화유산과 문화유산 기반의 실감콘텐츠에 대한 만족도(표 17), 그리고 선호하는 무형문화유산과 문화유산 기반의 실감콘텐츠에 대한 만족도(표 18)를 분석한 결과, 문화유산의 유형별 세부 항목은 실감콘텐츠에 대한 만족도에 영향력으로 작용하지 않았으므로, H5와 H6는 기각되었다.

표 17. 선호하는 유형문화유산 유형과 문화유산 실감콘텐츠 만족도의 상관관계

Table 17. Correlation between preferred type of tangible cultural heritage and degree of satisfaction immersive contents using cultural assets

	Type of Cultural Heritage	Degree of Satisfaction immersive contents using cultural assets
Type of tangible cultural heritage	Architecture	.136
	Pagoda and budo	1.203
	Sculpture	-.160
	Craft	1.414
	Documents	.020
	Painting	1.082
	Ceramics & porcelain	-.725
	Tombs and shell mounds	-.160
	Clothing	1.203
	Others	-.262

(*p<.05, **p<.01)

표 18. 선호하는 무형문화유산 유형과 문화유산을 활용한 실감형 콘텐츠 만족도의 상관관계

Table 18. Correlation between preferred type of intangible cultural heritage and Degree of Satisfaction immersive contents using cultural assets

	Type of Cultural Heritage	Degree of Satisfaction immersive contents using cultural assets
Type of intangible cultural heritage	Traditional performing arts	.774
	Traditional techniques	.353
	Traditional knowledge	-1.668
	Oral traditions and expressions	1.347
	Traditional lifestyle	1.214
	Traditional ritual ceremony	.029
	Traditional plays and martial arts	-.774

(*p<.05, **p<.01)

문화유산 기반의 실감콘텐츠 만족 요인(표 19)이 실감 콘텐츠 만족도에 대한 영향력을 확인하기 위해 다중선형회귀분석을 실행했다. 만족 요인은 질적 변수이기에 이를 통계에서

활용하기 위해 0과 1로 표현된 더미 변수로 변환했으며, 더미 변수는 준거 집단을 기준으로 다른 요인들의 상대적인 영향력을 알 수 있으므로, 만족 요인 D1을 준거집단으로 하여 이외의 요인들 중 D1에 비해 상대적으로 어떤 요인이 만족도에 대해 가장 큰 영향력으로 작용하는지를 파악했다. 상수인 D1은 비교 대상이 없었으므로, 표준화 계수의 β값이 표시되지 않았다.

표 19. 문화유산을 활용한 실감형 콘텐츠의 만족 요인

Table 19. Satisfaction factors of immersive content using cultural heritage

No.	Detailed Factors
D1	Implementation of social-cultural values of cultural heritage
D2	Increasing insights of cultural heritage
D3	Interest and enjoyment arose from the reinterpretation and storytelling of cultural heritage
D4	Using a variety of technologies to provide a unique experience
D5	Interactive or immersive features of digital content
D6	Integrity of cultural properties that have been lost in whole or in part through digital restoration

표 20. 문화유산을 활용한 실감형 콘텐츠 만족요인과 만족도간 회귀모형의 적합성

Table 20. Appropriateness of regression model for immersive content satisfaction factors and satisfaction using cultural heritage

	Public Group	Curator Group	Developer Group
Satisfaction factors of immersive content using cultural heritage	.338	.0923	4.69**

(*p<.05, **p<.01)

표 21. 문화유산을 활용한 실감형 콘텐츠 만족요인이 만족도에 미치는 영향(개발자 집단)

Table 21. Effect of immersive content satisfaction factors using cultural heritage on satisfaction (developer group)

Variable	B	SE	β	t	VIF
(Intercept)	1.00	.547		1.83	1.00
D2	2.60	.647	2.68	4.02***	1.00
D3	2.71	.585	2.79	4.64***	1.00
D4	2.71	.620	2.79	4.38***	1.00
D5	3.00	.773	3.09	3.88***	1.00
D6	2.67	.706	2.75	3.78***	1.00

F=4.69(P<0.01), R²=0.465, Adjusted R²=0.366, Durbin-Watson=2.11, Reference group : D1 (*p<.05, **p<.01, ***p<.001)

세 집단은 중복 응답을 통해 만족 요인을 평가했는데, 만족 요인과 만족도간 회귀 모형의 적합성을 검증한 결과(표 20), 일반인과 학예사 집단에서는 유의미한 값을 얻지 못한 반면 개발자 집단에서는 회귀 모형의 적합성($F=4.69(p<.01)$)이 입증되었으며, 설명력은 약 36.6%(Adjusted. $R^2=0.366$)로 나타났다(표 21). Durbin-Watson 통계량은 2.11으로 2에 근사한 값을 보여 잔차의 독립성 가정에 문제가 발생하지 않았다.

또한 분산팽창지수(VIF)는 10 미만으로 다중공선성에 대한 문제 또한 제기되지 않았다. 상술한 회귀모형의 적합성에서 채택된 개발자 집단에 대한 문화유산을 활용한 실감형 콘텐츠 만족요인이 만족도에 미치는 영향(표 21)을 분석한 결과, 만족 요인 중 $D2(\beta=2.68, p<.001)$, $D3(\beta=2.79, p<.001)$, $D4(\beta=2.79, p<.001)$, $D5(\beta=3.09, p<.001)$, $D6(\beta=2.75, p<.001)$ 만이 유의미한 상관관계가 도출되었으며, $D1$ 의 유의확률은 0.05 이상으로 나타나 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타났다. 또한 $D2$ - $D6$ 모두 $D1$ 보다 상대적으로 높은 영향력을 미치는 것으로 제시되었으나, 세 집단 중 개발자 집단에서만 만족요인과 만족도에 대한 적합성이 나타났기 때문에 결론적으로 $H7$ 은 기각되었다.

IV. 결 론

본 연구는 문헌 연구를 통해 디지털 유산에 대한 개념, 실감콘텐츠 적용 기술 및 사례에 대한 이해를 제공하고, 향후 수요자 중심의 실감형 문화유산 콘텐츠 개발에 대한 방향성 진단과 일반인과 전문가 집단의 문화유산과 실감형 콘텐츠에 대한 시각 탐색을 위해 설문조사를 실행했다. 빈도 분석을 통해 이용 빈도와 선호도 관점에서 설문참여자의 문화유산에 대한 향유는 유형문화유산에 집중되어 있다는 사실이 확인되었다. 일반인 집단과 개발자 집단의 경우에는 문화유산에 대한 지식수준과 관람 빈도 간 유의미한 상관관계가 도출되었다. 일반인 대상의 설문조사에서 도출된 주요 시사점은 실감 콘텐츠에 대한 관람 동기나 관람 빈도뿐만 아니라 실제 실감 콘텐츠에 대한 관심 수준도 매우 낮았다. 이 결과는 일반인 집단이 실감콘텐츠보다 문화 원형에 대한 관심이 높다는 것을 의미하는 한편 실감콘텐츠에 대한 낮은 노출 빈도나 선입견에 기인한 것으로 해석할 수 있다.

설문조사를 통해 실감콘텐츠에 대한 만족도 및 만족 요인을 측정된 결과, 일반인 집단의 실감콘텐츠에 대한 만족도는 전문가 집단에 비해 다소 높았다. 만족 요인과 만족도간 회귀 모형의 적합성을 검증한 결과, 개발자 집단에서만 만족요인과 만족도에 대한 적합성이 입증되었다. 만족 요인 및 개선 사항의 관점에서 일반인의 실감콘텐츠에 대한 만족도를 증진시키기 위해서는 과도한 실감 기술의 사용을 지양하고, 문화 원형에 충실한 스토리텔링 및 콘텐츠 서비스의 품질 향상에 주력해야 한다. 전문가 집단의 과반수 이상은 실감콘텐츠의 사업

결과물에 대해 만족했는데, 전문가 집단에서는 실감콘텐츠의 기술구현력이 기획 및 디자인보다 주요 만족 요인으로 작용했다. 전문가 집단이 실감콘텐츠 사업 진행 과정에서 직면한 문제점에 대한 시각은 명백히 상이했다. 예컨대, 개발자 집단은 실감콘텐츠 사업 내용과 직접적으로 관련된 업무보다 빈번한 변경 요구 등 학예사와의 협업이나 커뮤니케이션에 대한 문제점을 지적한 반면, 학예사 집단은 실감콘텐츠 기술구현력과 유지 보수에서 어려움에 직면했다. 하지만 박물관학 및 전시기술학의 학술적 관점에서[58], 전시만족도에 영향력으로 작용하며 실감콘텐츠의 핵심적 특성에 해당하는 상호작용성이나 몰입감에 대한 중요도는 현저하게 낮게 평가되었다.

향후 개발될 실감콘텐츠의 대상에 대한 적합성을 측정할 결과, 세 집단에서 공통적으로 각각 건축물(유형문화유산)과 전통 공연(무형문화유산)에 대한 적합성이 우위를 점했는데, 이 결과는 문화유산에 대한 선호도 결과와 일치했다. 실감콘텐츠 개발 사업의 우선 고려대상의 경우, 세 집단에서 공통적으로 데이터 추출 및 디지털 복원이 가능한 훼손 문화재에 대한 적합성이 가장 높은 비율을 획득했는데, 이 결과는 문화재청이 추진해 온 데이터 구축 및 에셋 라이브러리 구축 사업 덕분에 실행 가능성이 높다고 판단된다. 실감 기술 적합성 측면에서는 XR 및 AR 기술에 대한 적합성이 높았으며, 문화 원형 디지털화 및 3차원 복원·재현 데이터 구축에 힘입어 AI 또한 다양한 방식으로 데이터와 융합될 것으로 전망된다.

전문가 집단을 대상으로 한 실감콘텐츠 지원 사업에 대한 평가 항목의 경우, 실감콘텐츠의 기술구현력, 기획 및 디자인에 대한 중요도가 공통적으로 높게 제시되었으나, 개발자 집단은 기획 역량을, 반면에 학예사 집단은 기술구현력의 중요성을 강조했다. 이러한 결과는 거의 모든 개발자 집단 참여자가 기획 및 디자인 업무를 담당했으며, 학예사 집단의 기술구현력에 대한 높은 기대에서 비롯된 것으로 해석할 수 있다. 상술한 전문가 집단의 시각적 편차는 사용자 평가의 주제 및 방법론에서 재확인되었다. 본 연구의 도출된 주요 결과 가운데 하나는 전문가 집단의 4/5 정도가 실감콘텐츠 개발 후 사용자성 평가를 실행하지 않았다는 것인데, 이는 사용자성 평가의 핵심 요소에 해당하는 만족도와 상호작용에 대한 중요성에 대한 전문가 집단의 인지가 미흡하다는 것을 방증해준다.

상술한 사용자성 평가 관련 문제점은 두 가지 측면에서 접근해 볼 수 있다. 첫 번째는 전문가 집단의 문화유산 및 실감 기술 관련 전문인력의 보유와 연관된다. 예컨대, 개발자 집단의 과반수 정도는 문화유산 관련 전공자를 보유하지 못했으며, 관련 전공자를 보유한 경우라도 그 수가 매우 제약적이기 때문에, 외부전문가에 의존도가 상대적으로 매우 높았다. 이러한 이유로 인해 개발자나 학예사가 현실적으로 사용자성 평가의 수행이 용이하지 않다. 두 번째는 실감콘텐츠 사업의 제안 요청서 및 과업지시서 내용 가운데 사용자성 평가가 배제되어 있기 때문이다. 실감콘텐츠에 대한 만족도 제고 및 사업 효과성 검증을 위해, 향후 문화재청이나 문화체육관광부 등 발주기관의 차원에서 심도 있게 논의될 필요성이 제기된다. 예산

이외에 실감콘텐츠 개발에 응용 가능한 고품질의 문화재 IP와 에셋과 실감콘텐츠 전문 인력 양성에 대한 지원 또한 병행되어야 한다.

문화재청이 대국민을 대상으로 실행한 ‘문화재청 인지도 제고 및 홍보 강화를 위한 대국민 설문조사(2007)’와 ‘문화유산 향유 및 인식 실태조사(2008)’ ‘문화재 돌봄 사업 가치 인식도 조사(2021)’는 대부분 문화유산에 대한 인지도에 비중을 두었던 설문조사이다. 그러나 본 연구에서 실행된 설문조사는 실감콘텐츠 향유를 다룬 인식 조사를 집단별로 구분해서 최초로 실행, 집단에 따른 시각차이를 해석하여 수요에 맞는 전략을 세우고, 실감콘텐츠 기획하기에 용이하게 하였다. 또한 국내의 최근 문화유산 기반 실감콘텐츠 정책, 기술 및 사례에 대해 정리하며 정책적인 방향성과 실제 활용 콘텐츠 요소 및 기술에 대한 이해를 제공하였다.

그러나 본 연구에서의 한계는 두가지 측면으로 정리할 수 있다. 첫 번째로 전문가 집단, 문화재청의 독려에도 불구하고, 국립박물관 학예사의 설문 참여가 매우 제약적이었다는 한계가 있다. 향후 심화 연구에서는 원격의 심층 인터뷰(Focus Group Interview)의 방식을 차용, 좀 더 자유롭게 전문가 집단을 중심으로 토의가 병행될 예정이다. 두 번째로 최근 2년 동안 코로나가 가져온 비대면 현상으로 인해 온라인 플랫폼 중심의 ‘언택트(Untact)’ 소비가 이루어졌던 반면, 2022년 하반기부터는 포스트 코로나의 시작으로 인해 전시관람을 비롯한 다양한 문화행사의 개최가 전반적으로 상승 추이를 보이며 ‘온택트(Ontact)’가 글로벌 메가트렌드로 자리잡고 있다. 본 연구가 진행되었던 시점은 언택트 소비 문화가 확산되던 때였기 때문에, 향후 연구팀은 온택트 시점에서의 실감콘텐츠 기반의 전시 서비스에 대한 이용 현황, 실감콘텐츠의 사용성 평가 및 사용자 경험에 대한 분석을 통해 실증적 데이터의 정확성, 신뢰성, 최신성을 보완할 예정이다.

본 연구는 학술적 차원에서는 국내 문화유산 실감콘텐츠 기술의 적용, 실감콘텐츠 개발 및 이용 현황, 대표적인 사례로부터 시사점을 도출하고, 정책적 측면에서는 향후 문화재청이나 문화체육관광부 등 유관 기관이 수요자 중심의 실감형 문화유산 콘텐츠의 정책 및 중장기 대응 전략을 수립하는데 기여할 것으로 전망한다. 한편 실무적 측면에서는 실감콘텐츠 개발에 대한 고려 사항, 사용자의 실감콘텐츠에 대한 시각 및 이용 방식 등에 대한 이해를 제공할 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2021년 문화콘텐츠 R&D 전문인력 양성(문화기술선도 대학원) 사업으로 수행되었음(과제명: 버추얼 프로덕션 기반 콘텐츠 제작 기술 R&D 전문인력양성, 과제번호: R2021040044 기여율: 20%)

이 논문은 2023년도 중앙대학교 CAU GRS 지원에 의하여 작성되었음(기여율: 30%)

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2023년도 문화기술 연구개발 사업으로 수행되었음(과제명: 초고정밀 문화재 복원을 위한 미세구조의 3차원 정밀 정보 획득 및 저작 기술 개발. 과제번호: RS-2023-00227749, 기여율: 50%)

참고문헌

- [1] UNESCO World Heritage Centre. World Heritage [Internet]. Available: <http://whc.unesco.org/en/about/>.
- [2] Korea Legislation Research Institute, Basic Principle of Protection of Cultural Heritage, Author, Sejong, Cultural Heritage Protection Act Article 3, June 2020.
- [3] Korea Legislation Research Institute, Duties of the State and Local Governments, Etc., Author, Sejong, Cultural Heritage Protection Act Article 4, June 2020.
- [4] S. H. Oh, "Introduction and Application of Preservation Policy of UNESCO Digital Heritage," in *Proceedings of Intangible Heritage Association 2019 Autumn Conference*, Seoul, pp. 161-185, November 2019.
- [5] UNESCO, Charter on the Preservation of Digital Heritage: Article 1 - Scope, Author, Paris, France, October 2003.
- [6] S. T. Hong, Concepts and Significance of Digital Heritage, in *A Basic Study on the Preservation of Digital Heritage*, Seoul: National Library of Korea, pp. 3-17, 2004.
- [7] J. Wang and C. Lu, "Research on the Development and Practice of Digital Technology in Architectural Heritage," in *Proceedings of 2022 International Conference on Culture-Oriented Science and Technology (CoST)*, Lanzhou, China, pp. 146-150, August 2022. <http://doi.org/10.1109/CoST57098.2022.00039>
- [8] C.-S. Lee, "Research on Digital Restoration of Culture Archetype," *Journal of Korea Society of Industrial Information Systems*, Vol. 15, No. 1, pp. 25-36, March 2010.
- [9] H. Ahn and K. C. H. Kim, "A Study on the Interaction of Immersive Contents Focusing on the National Museum of Korea Immersive Digital Gallery and Arte Museum Jeju," *Journal of Digital Convergence*, Vol. 20, No. 4, pp. 575-584, April 2022. <https://doi.org/10.14400/JDC.2022.20.4.575>
- [10] The Science Times. Cultural Heritage, Science and Technology to Restore Disappearing History [Internet]. Available: <https://bit.ly/3rLVXxQ>.
- [11] Cultural Heritage Administration. Digital Transformation

- of Cultural Properties 2030 [Internet]. Available: <https://bit.ly/3Kmk1aj>.
- [12] Cultural Heritage Administration. Open and Promote Private Use of Digital Heritage [Internet]. Available: <https://bit.ly/3rM4pgy>.
- [13] J. H. Park, Digital Heritage Use Cases and Perspectives, KCISA(Korea Culture Information Service Agency), Seoul, Culture Information Issue Report No. 2021-9, November 2021.
- [14] YTN. Cultural Heritage Administration Builds and Opens 1 Million Digital Cultural Heritage Data [Internet]. Available: https://www.ytn.co.kr/_ln/0106_202112131042180371.
- [15] Yonhapnews. Cultural Heritage Administration Establishes and Opens 1 Million Digital Cultural Heritage Data [Internet]. Available: <https://www.yna.co.kr/view/AKR20211213045300005>.
- [16] Cultural Heritage Administration. Cultural Heritage Administration Operates Mobile Digital Cultural Heritage Content Experience Center [Internet]. Available: <https://bit.ly/3OyBTrF>.
- [17] Cultural Heritage Administration. Cultural Heritage Administration Revised 「Cultural Heritage Charter」 for the First Time in 23 Years [Internet]. Available: <https://bit.ly/3OwvQnn>.
- [18] Cultural Heritage Administration, 2021 Cultural Heritage Immersive Digital Contents Production and Distribution Business Plan, February 2021.
- [19] K. J. Chae, H. R. Park, and Y. S. Kang, Administration of Cultural Heritage for a Sustainable Future, Cultural Heritage Administration, Daejeon, 11-1550000-002097-01, November 2021.
- [20] Cultural Heritage Administration. Donuimun Gate of Hanyangdoseong, Which Has Been Revived with Digital(AR·VR) for the First Time in 104 Years [Internet]. Available: <https://bit.ly/43FES69>.
- [21] Cultural Heritage Administration, 2022 Cultural Heritage Digital Information Window Resource Production Fund Project Proposal, September 2022.
- [22] M. S. Park, Y. H. Choi, and S. B. Lim, “Case Study for the Applications of Digital Heritage Projects,” *Review of Korea Contents Association*, Vol. 6, No. 2, pp. 42-47, June 2008. <https://doi.org/10.20924/CCTHBL.2008.6.2.042>
- [23] C. O. Chu and G. H. Lee, “Evaluation and Future Development of the Cultural Prototype Digitization Project,” *KOCCA Focus*, No. 50, April 2012.
- [24] Ministry of Culture, Sports and Tourism. 22 Regional Museums and Art Galleries Renovated with Immersive Contents [Internet]. Available: <https://bit.ly/3Ofkrar>.
- [25] B. A. Rhee, A Study on the Establishment of a Basic Plan for the Production and Distribution of Immersive Cultural Heritage Content, Cultural Heritage Administration, January 2021.
- [26] C. Lee, A Study on the Effects of Media Facade’s Experience on the Recognition and Promotion of Cultural Heritage - Focused Media Facade with Cultural Heritage -, Ph.D. Dissertation, Kyung-Hee University, Seoul, February 2018.
- [27] X. Zhang, N. Y. Oh, and J. W. Park, “A Study on the User Experience According to Material Differences of Objects in Projection Mapping,” *The Korean Society of Science & Art*, Vol. 41, No. 1, pp. 313-322, January 2023. <http://doi.org/10.17548/ksaf.2023.01.30.313>
- [28] H. S. Lee, J. H. Ryu, K. J. Lee, and S. J. Yang, “A Study on the Impact of Media Façade Performances on the 10-Story Gyeongcheonsa Pagoda,” *Conservation Science in Museum*, Vol. 28, pp. 51-64, November 2022. <https://doi.org/10.22790/conservation.2022.28.0051>
- [29] C. S. Lee and S. M. Nam, “The Effects of Characteristics of Media Facade on Customer’s Preference,” *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 6, No. 1, pp. 335-341, February 2020. <https://doi.org/10.17703/JCC T.2020.6.1.335>
- [30] National Institute of Korean History. Monument for Martyr Ichadon [Internet]. Available: http://contents.history.go.kr/front/hm/view.do?levelId=hm_022_0050.
- [31] A. Baldominos, Y. Saez, and C. G. del Pozo, “An Approach to Physical Rehabilitation Using State-of-the-Art Virtual Reality and Motion Tracking Technologies,” *Procedia Computer Science*, Vol. 64, pp. 10-16, September 2015. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.457>
- [32] Korea Cultural Heritage Foundation. Documentary Heritage Immersive Contents with IT Technology, ‘Immersive Uigwe: Yeonhyang’ Presented [Internet]. Available: <https://www.chf.or.kr/brd/board/715/L/menu/373?brdType=R&bbIdx=115377>.
- [33] Ministry of Personnel Management. [Cultural Heritage Administration] Meet Uigwe of the Joseon Dynasty as Immersive Digital Contents [Internet]. Available: <https://bit.ly/3Yj2Jaz>.
- [34] H. W. Nam, “The Current Status of XR Technology and Metaverse Platform,” *Broadcast and Media Magazine*, Vol. 26, No. 3, pp. 30-40, July 2021.
- [35] Virnect. Examples of XR Technology Applied in Cultural/Exhibition Areas [Internet]. Available: <https://ww>

- w.virnect.com/value/culture_exhibition.
- [36] K. T. Kim, "Creation of Space Based XR Content for Immersive Experience and Utilization of Unreal Engine," *Broadcast and Media Magazine*, Vol. 27, No. 4, pp. 59-65, October 2022.
- [37] Korean Spirit. Valuable Cultural Heritage Appreciated through Immersive Contents [Internet]. Available: <http://www.ikoreanspirit.com/news/articleView.html?idxno=67622>.
- [38] Y.-H. Kim, "Interactive Media Contents Suggestion Based on Geumgang Painting Concept from Jeong seon," *Journal of Next-Generation Convergence Information Services Technology*, Vol. 9, No. 1, pp. 61-72, March 2020. <https://doi.org/10.29056/jncist.2020.03.06>
- [39] Samsung Display Newsroom. The Principle and Display of Hologram (Digital Holographic Display) [Internet]. Available: <https://news.samsungdisplay.com/1640/>.
- [40] ETRI Webzine. Hologram Technology that Transcends Time and Space, an Invitation to a New World of Art [Internet]. Available: <https://www.etri.re.kr/webzine/20190118/sub02.html>.
- [41] dongA.com. 'Baekbeom Kim Gu Talk Concert' Revived with Hologram and Motion Capture Technology [Internet]. Available: <https://www.donga.com/news/Culture/article/all/20191112/98325738/2>.
- [42] Hecto Data Blog. Understanding Artificial Intelligence Technology: Types of AI Technology and Use Cases [Internet]. Available: <https://blog.hectodata.co.kr/ai/>.
- [43] National Museum of Korea. National Museum of Korea Unveils 9 New Immersive Contents for the 2nd Anniversary of the Opening of the Digital Reality Theater [Internet]. Available: https://www.museum.go.kr/site/main/archive/post/article_18364.
- [44] Newsis. It's Like Entering a Goguryeo Tomb...National Museum of Korea's Immersive Digital Gallery [Internet]. Available: https://newsis.com/view/?id=NISX20220708_0001936838.
- [45] S. J. Eo, T. S. Jung, N. W. Cho, K. B. Moon, D. H. Jeon, S. B. Lee, and T. Y. Kim, Study on Social Psychological Factors of Users within the Metaverse through Game, Korea Creative Content Agency(KOCCA), Naju, KOCCA 21-24, January 2021.
- [46] S. Seo, "A Study on R&D Trends and Prospects of Metaverse," in *Proceedings of HCI Korea 2008*, Pyeongchang, pp. 1450-1457, February 2008.
- [47] B.-K. Lee, "The Metaverse World and Our Future," *The Korea Contents Association Review*, Vol. 19, No. 1, pp. 13-17, June 2021.
- [48] J. D. N. Dionisio, W. G. Burns III, and R. Gilbert, "3D Virtual Worlds and the Metaverse: Current Status and Future Possibilities," *ACM Computing Surveys*, Vol. 45, No. 3, 34, July 2013. <http://doi.org/10.1145/2480741.2480751>
- [49] P. Capriotti and H. P. Kuklinski, "Assessing Dialogic Communication through the Internet in Spanish Museums," *Public Relations Review*, Vol. 38, No. 4, pp. 619-626, November 2012. <http://doi.org/10.1016/j.pubrev.2012.05.005>
- [50] Fortune. Museums are Not History. They're Embracing Gamification, NFTs, and the Metaverse [Internet]. Available: <https://fortune.com/2022/04/28/museums-history-gamification-nfts-metaverse-tech-art-yizan-he/>.
- [51] J.-S. Park, S.-J. Park, S.-E. Park, J.-H. Shin, and B.-A. Rhee, "A Study on User Experience of the Metaverse Exhibition: Focusing on Prayer for Life Metaverse," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 27, No. 11, pp. 89-98, November 2022. <http://doi.org/10.9708/jksci.2022.27.11.089>
- [52] I. Yeom, H. Yoon, and W. Woo, "Digital Twin Museum as a Creativity Support System for Curators," in *Proceedings of HCI Korea 2021*, Online, pp. 426-429, January 2021.
- [53] Google Forms. Survey of the Public [Internet]. Available: https://docs.google.com/forms/d/12ZbohFUvLHx8OfRIZT_wB4ecbyBhRa9W91pXA_qx15U/edit.
- [54] Google Forms. Survey of Developers [Internet]. Available: https://docs.google.com/forms/d/1_ykz_PaZQQS6kR1SVhQjphEb-vRZUJkBaTCP7G1G2k/edit.
- [55] Google Forms. Survey of Curators [Internet]. Available: https://docs.google.com/forms/d/11VxqIyWVNWkts42DevNxV6QXrxKd3wo4I7kAjly1Wtc/edit?usp=drive_web.
- [56] Hyundai Research Institute, 2018 Cultural Heritage Enjoyment and Awareness Survey Report, Cultural Heritage Administration, Daejeon, May 2018.
- [57] Information & Communication Technology. Time to Pay Attention to Metaverse's Core Technology 'XR (Expanded Reality)' [Internet]. Available: https://www.kca.kr/hot_clip/s/vol73/sub02.html.
- [58] J. S. Song and M. J. Lee, "A Study on the Usability Evaluation of Online Exhibitions Incorporating VR Technology -Focusing on UX Design Elements According to User Experience-," *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol. 28, No. 1, pp. 213-223, March 2022. <https://doi.org/10.18208/ksdc.2022.28.1.213>



최주호(Ju-Ho Choi)

2023년 : 중앙대학교 역사학과 (문학사)

2023년~현 재: 중앙대학교 대학원 문화재학과 디지털 문화유산학 석사과정

※관심분야 : 디지털 헤리티지(Digital Heritage), 실감콘텐츠(Immersive Content), 인터랙티브 미디어(Interactive Media)



문솔미(Sol-Mi Moon)

2018년 : 계원예술대학교 건축인테리어디자인학과 (예술학사)

2023년~현 재: 중앙대학교 대학원 문화재학과 디지털 문화유산학 석사과정

※관심분야 : 실감콘텐츠(Immersive Content), 인터랙티브 미디어 사용자 경험 디자인(Interactive Media UX Design), 디지털 헤리티지(Digital Heritage)



박지수(Ji-Su Park)

2022년 : 중앙대학교 예술공학대학 컴퓨터예술학부 (공학사)

2019년~2022년: 중앙대학교 예술공학대학 컴퓨터예술학부

2022년~현 재: 중앙대학교 첨단영상대학원 영상학과

※관심분야 : 디지털 헤리티지(Digital Heritage), 빅데이터 기반의 문화소비자 연구(Cultural Consumer Study based on Big Data Analysis), 사용자 경험(User Experience)



이보아(Bo-A Rhee)

1990년 : 성균관대학교 일반대학원 (미술학 석사)

1997년 : Florida State University (예술경영학 박사)

2015년~현 재: 학술이사, 한국컴퓨터정보학회

2017년~현 재: Member of Editorial Board, International Journal of Art and Culture Technology

2018년~현 재: 중앙대학교 예술공학대학 교수

2021년~현 재: Member of Editorial Board, Journal on Computing and Cultural Heritage

※관심분야 : 인공지능 및 빅 데이터 기반의 관람객 예측 모델 개발 (AI based Museum Visitor Platform), 미술관정보학(Museum Informatics), 실감콘텐츠 및 인터랙티브 미디어 사용자 경험 디자인(Immersive Content & Immersive Media UX Design) 등