

An Empirical Analysis on the UX in VR Application of Artworks: A Case Study on <Mona Lisa: Beyond the Glass>

Jisu Kang*, Hanna No**, Boa Rhee**

*Master's Course, Dept. of Art & Technology, Chung-Ang University, Seoul, Korea

**Undergraduate Student, College of Art & Technology, Chung-Ang University, Seoul, Korea

**Professor, College of Art & Technology, Chung-Ang University, Seoul, Korea

[Abstract]

This study empirically investigated the user's experience with <Mona Lisa: Beyond the glass> based on the Technology Acceptance Model. According to the frequency analysis results, the usability for learning was evaluated relatively higher than that for appreciation from the perspective of perceived usefulness and the technical factors such as graphics and modeling raised the issue for the quality improvement. According to the results of the correlation analysis, the usability for learning correlated with the degree of satisfaction. In addition, all detailed factors of perceived ease of use positively influenced on the degree of satisfaction and the impact of the environmental factor on the degree of satisfaction was greatest. The degree of satisfaction with the VR application significantly correlated with the degree of immersion and behavioral intention to the VR application. Therefore, this study proved the suitability for the Technology Acceptance Model as a tool for evaluating a VR application.

▶ **Key words:** VR application, Technical Acceptance Model(TAM), User experience(UX), Perceived Usefulness(PU), Perceived Ease of Use(PEOU)

[요 약]

본 연구는 기술수용모델을 기반으로 <Mona Lisa: Beyond the glass> VR 앱에 대한 사용자 경험을 실증분석했다. 빈도분석 결과에 의하면, 인지된 유용성의 경우, 학습적 유용성이 감상적 유용성보다 상대적으로 높게 평가되었으며, 기술적 요인인 그래픽 및 모델링에 대한 품질 개선의 필요성이 제기되었다. 상관관계 분석결과에 따르면, VR 앱의 학습적 유용성은 만족도에 유의미한 영향을 미쳤다. 인지된 이용용이성의 경우, 모든 세부 요인이 만족도와 상관관계를 가졌으며, 환경적 요인의 만족도에 대한 영향력이 가장 크게 나타났다. 또한 만족도는 몰입도 및 행동적 이용의사에 긍정적 영향을 미침으로써, 기술수용모델의 VR 앱 평가 도구로서의 적합성이 제시되었다.

▶ **주제어:** VR 애플리케이션, 기술수용모델(TAM), 사용자 경험(UX), 인지된 유용성(PU), 인지된 이용용이성(PEOU)

-
- First Author: Jisu Kang, Corresponding Author: Boa Rhee
 - *Jisu Kang (kritik.sowieso@gmail.com), Dept. of Art & Technology, Chung-Ang University
 - **Hanna No (shgkssk1222@gmail.com), College of Art & Technology, Chung-Ang University
 - **Boa Rhee (boa.rhee@gmail.com), College of Art & Technology, Chung-Ang University
 - Received: 2021. 03. 30, Revised: 2021. 05. 18, Accepted: 2021. 05. 18.

I. Introduction

가상현실(Virtual Reality, 이하 VR)기술은 1990년대 초반 부족한 전시 공간에 대한 문제를 해결하거나 일부 또는 전체가 유실된 유물이나 전시할 수 없는 유물을 가상으로 복원하기 위한 목적으로 박물관에 도입되었다[1]. 초기에 VR 기술은 CAVE 시스템에서 적용되었으나, 아키비전(Archivision)에서 개발한 3D 박물관처럼 점차 웹 브라우저에서 360도 전시 투어가 가능한 3D 갤러리의 형태로 발전했다[2]. 2015년 영국의 국립박물관과 자연사박물관이 각각 고대의 주거 환경과 표본물을 VR 애플리케이션(이하 VR 앱)으로 제작한 이후, 몇몇 게임 스튜디오가 주도적으로 예술 작품을 VR 기술로 재매개한 앱을 개발하기 시작했다. 기존에 박물관에서 제공했던 VR 콘텐츠는 오프라인 관람을 위한 학습 보조 도구로써 특성이 강했다[3]. 반면 근래에는 360도 실사 기반의 박물관 VR 앱뿐만 아니라 엔진 기반의 예술 작품 VR 앱 개발이 확산되면서 사용자와 실시간 인터랙션이 가능하고 몰입감이 강화된 경험을 제공해주고 있다[4].

2019년 후반기부터 시작된 코로나19 바이러스(COVID-19)의 확산 및 장기화로 인해 VR 기술 기반의 비대면 관람 방식이 활성화됐다[5]. 루브르박물관(Louvre Museum)을 비롯 해외 유명 박물관[6] 등이 VR 앱을 개발하여 소장품과 전시 공간을 둘러볼 수 있도록 하여 온라인상의 박물관과 관람객의 커뮤니케이션을 확대했다. 국내의 경우, 국립중앙박물관[7], 국립현대미술관[8], 국립고궁박물관[9]은 VR 전시 투어를 제공해 주고 있다.

현재 정부 차원의 실감 미디어 제작 지원이 확대됨에 따라 박물관의 VR 플랫폼과 앱 개발이 추진되고 있다[10]. 예컨대, 문화체육관광부는 4차 산업혁명 시대의 기술을 활용한 관람 만족도 증진을 위해 2021년 100억 원 규모의 스마트 박물관 미술관 기반조성사업으로 21개 공립 박물관과 미술관의 실감 콘텐츠 제작 및 체험 공간 조성을 지원해주고 있다[11].

산업 및 실무적 차원에서 VR 기술 기반 실감 미디어의 제작과 사용은 증가하고 있지만, 실제로 이러한 미디어의 사용자 경험에 대한 학술적 접근은 상대적으로 매우 제약적이다. 특히 박물관 VR 앱은 그 특성상 관람객이나 관람 행태에 대한 통찰력, 그리고 예술 작품이나 유물에 대한 심도 있는 이해를 기반으로 기획되어야 독자적인 미디어로써 또는 보조적인 도구로써 가치를 지닐 수 있다.

이에 본 연구는 루브르박물관이 2020년에 출시한 VR 앱인 ‘Mona Lisa: Beyond the glass(이하 모나리자 VR

앱)’의 사용자 경험의 특성을 실증적으로 분석하고자 한다. 학술적 측면에서, 본 연구는 전시나 박물관의 기술수용평가에 사용되었던 기술수용모델(Technology Acceptance Model, 이하 TAM)을 차용, 예술 작품 기반 VR 앱의 사용자 경험 평가에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하고, 학습 및 감상 도구로써 VR 앱의 적합성을 검토한다는데 그 의의를 둘 수 있다. 또한 실무적 차원에서는 예술 작품이나 유물 등 박물관 및 미술관 소장품 기반의 VR 앱 기획 시 사용자 만족도 증진을 위해 예술전문가와 공학전문가 간의 긴밀한 협업에 대한 필요성, 그리고 이들 전문가들의 실질적인 고려 사항 및 평가 방법을 제공해줄 것으로 기대한다.

II. Preliminaries

1. Theoretical background

1.1 VR Application of Artworks

예술 작품 기반의 VR 앱은 가상의 공간에서 예술 작품에 대한 인터랙션, 몰입감, 현존감 등이 내재된 환경을 구현함으로써, 박물관의 시공간적 제약을 뛰어넘어 예술 작품과 사용자와의 새로운 관계를 형성하고 있으며, 특히 예술작품에 대한 이해를 증진시키는 학습도구로서의 가치가 내재해 있다[12][13]. 국내외적으로 예술 작품을 재매개한 VR 앱에 관한 연구는 매우 적은 편이다. 반 고흐(Vincent van Gogh)의 예술 작품을 기반으로 제작된 VR 앱[14]과 클림트(Gustav Klimt)의 ‘스토클렛 저택의 장식 벽화(Stoclet Frieze)’를 기반으로 제작된 VR 앱[15], 영국 국립박물관(British Museum)의 청동기 주거환경을 구현한 VR 앱[16]과 일본 아즈치성 VR 앱[17]에 관한 선행 연구를 종합한 결과, 다음과 같은 시사점이 도출되었다: 첫 번째, 고해상도의 작품 이미지와 3D 그래픽으로 구현된 VR 앱은 다감각적 경험, 상호작용성, 현존감, 유희성이 내재하는 반면, 낮은 그래픽 품질은 사용자의 경험을 저해한다. 두 번째, VR 앱은 감상 도구로써 적합성보다는 학습 도구로써 적합성이 우위를 차지하며, 원작 감상에 대한 내적 동기 형성에 긍정적인 영향력을 미친다. VR 앱의 감상 도구로서의 성능을 개선하기 위해서는 원작에 대한 통찰력과 사용자 경험 기획 및 스토리텔링에 전문가의 참여가 필수적으로 요구된다. 마지막으로, 만족도와 함께 VR 앱 이용 태도를 나타내는 몰입도는 만족도와 유의미한 상관 관계를 갖는다.

1.2 Mona Lisa: Beyond the Glass

2019년 루브르박물관의 연구 결과에 의하면, 관람객의 80% 이상은 모나리자의 유인력으로 인해 방문한다[18]. 하지만 모나리자는 보안을 위해 특수 장치 안에 전시되어 있으며, 관람객의 과포화 상태로 인해 평균 30초 미만의 낮은 보유력을 지닌다[19]. 이러한 보유력 개선 및 작품에 대한 접근성을 증진시키기 위해, 루브르박물관은 레오나르도 다빈치의 서거 500주년을 기념, ‘Mona Lisa: Beyond the glass(이하 모나리자 VR 앱)’를 제작했다(fig. 1).

모나리자 VR 앱은 가상현실 전문 스튜디오 에미시브(Emmissive), 바이브 아트(VIVE Arts), 루브르박물관의 협업으로 개발됐다. 사용자는 3D 그래픽, 사운드, 인터랙티브 디자인이 결합된 다감각적인 가상 환경에서 <모나리자>가 작품을 둘러싼 다양한 스토리텔링에 접근할 수 있다[20]. 이 VR 앱의 기획은 루브르박물관의 학예 연구 및 문화 프로그램 기획팀 디렉터 도미니크 폰 레올(Dominique de Font-Réaulx)이 주도했으며, 학예팀의 철저한 사실 검증을 통한 역사 및 과학적 정보를 담은 스토리텔링[21]으로 미학적 지식에 대한 사용자의 접근을 확대하고자 했다[22].



Fig. 1. ‘Mona Lisa: Beyond the glass’ (source: HTC VIVEPORT)

VR 앱을 실행하면 루브르박물관의 피라미드 입구부터 그랑 갤러리 복도까지 연결된 동선이 펼쳐진다. 이 갤러리 공간에서는 다빈치의 다수의 걸작이 전시되어 있으며, 작품에 대한 설명이 제공된다. 이러한 기획 방식은 <모나리자>에 대한 단편적 접근을 지양하고, 다빈치의 화가로서의 긴 여정을 드러내 주었다[23]. 사용자가 그랑 갤러리를 통과하면, 모나리자 룸(Salle de la Joconde)에 작품 주변의 수많은 관람객이 시야에서 점차 사라지면서 <모나리자>로 초점이 맞추어진다. 이윽고 루브르박물관이 이 작품을 소장하게 된 경위와 패널 뒷면의 균열 등 보존 상태에 대한 상세 설명이 내레이션을 통해 제공된다. 그다음 단계에서는 작품 전경을 배경으로 의자에 앉아 있는 3D 모델링 형태의 모나리자가 인물 배경과 미소 등에 대해 간단한 동작과 함께 작품에 대한 설명을 제공해 준다(fig. 2.).



Fig. 2. 3D Modeling of Mona Lisa’s whole body using x-ray and infrared imaging of <Mona Lisa> (source: VR studio Emmissive)

루브르박물관에서 원작을 직접 관람하는 것과 VR 앱의 차별성은 모델링 된 형태의 모나리 전신을 볼 수 있다는 데 있다. 이를 위해 모나리자 VR 앱 개발팀은 디지털 이미징 기술로 추출된 표면 굴곡 데이터를 사용해서 모나리자의 외형적인 특성, 체형, 옷의 질감 등과 관련된 연구 결과를 모델링에 적용했다[24]. 또한, 다빈치의 고유한 스푸마토(sfumato) 기법을 설명하기 위해, 적외선 스캔을 포함한 디지털 이미징 기술로 촬영된 작품의 이미지를 레이어별로 분리시켜 펼쳐주었다(fig. 3.). 이를 통해 사용자는 회화 기법뿐만 아니라 작품의 외형적 변천사를 이해할 수 있다. 마지막으로 작품의 배경이 되는 시대적 환경을 재구성해 보여주며, 사용자의 시선은 다빈치가 설계한 글라이더를 타고 당대 자연경관을 감상하는 것으로 앱은 종료된다.



Fig. 3. Differentiated layers to explain Sfumato technique of <Mona Lisa> (source: VR studio Emmissive)

III. The Proposed Scheme

3. Research Model

3.1 Research Methodology

연구팀은 모나리자 VR 앱의 사용자 경험을 실증적으로 분석하기 위해 비대면 방식의 온라인 설문 조사를 시행했다[25]. 이를 위해 VR 앱 사용 경험이 있는 예술 공학 관련 학부생과 대학원생이 모집단으로 구성되었다(n=33). 본 연구는 기술 수용에 따른 사용자의 이용 태도와 이용 의사에 영향을 미치는 요인을 실증적으로 분석하는 도구로 인

정받고 있는[26] 프레드 데이비스(F. D. Davis)의 기술 수용 모델(Technology Acceptance Model, 이하 TAM)을 기반으로 연구 모형을 개발했다. 이 연구 모형은 <모네, 빛을 그리다展>등의 디지털 전시[27]와 반 고흐와 클림트의 작품을 재매개한 예술 작품 기반의 VR 앱 사용자 경험 평가에 적용되면서, 박물관 기술 수용에 관한 연구 모형으로써 적합성이 입증되었다.

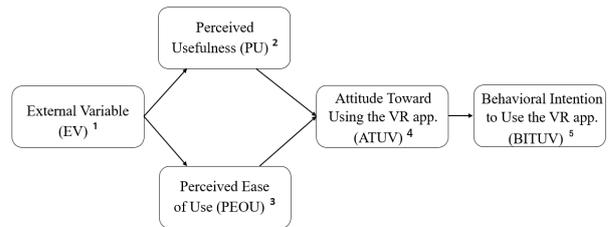
상술한 선행 연구와 마찬가지로, 본 연구에서도 인지된 유용성(Perceived Usefulness, 이하 PU)과 인지된 이용 용이성(Perceived Ease of Use, 이하 PEOU)이 주요 변인으로 구성되었다. 또한 PU는 학습적 유용성(usability for learning, 이하 UFL)과 감상적 유용성(usability for learning, 이하 UFA)으로 조작적으로 정의되었고, 각각 세부 요인에 따라 유용성이 측정되었다(Table 1). 또한 PEOU는 스토리텔링 요인(storytelling factor, 이하 SF), 기술적 요인(technical factor, 이하 TF), 환경적 요인(environmental factor, 이하 EF)으로 구분되었고, 세부 요인을 중심으로 이용용이성이 측정되었다(Table 1).

Table 1. Detail factors of PU and PEOU

	factors	description
P U	Usability for learning (UFL)	- promoting understanding toward the artwork - evoking interest/ curiosity in the artwork
	Usability for art appreciation (UFA)	- artistic and aesthetic properties to the original - replacing appreciation of the original by using a VR app.
P E O U	Technical factors (TF)	- sophistication of graphics and modeling - resolution of the artwork
	Storytelling factors (SF)	- storytelling based narrative and information - the amount of information and the degree of difficulty of information
	Environmental factors (EF)	- guide circulation in VR environment - optimization of VR environment

또한, 모나리자 VR 앱의 PU와 PEOU는 VR 앱에 대한 이용 태도(Attention to Use VR application, 이하 ATUV), VR 앱에 대한 행동적 이용 의사(Behavioral Intention to Use VR application, 이하 BITUV) 등에 영향을 미칠 것[28]이라는 전제하에 연구 모형이 수립되었다 (fig. 4.). VR 앱에 대한 이용 태도(ATUV)는 만족도(DOS), 몰입도(DOI) 그리고 피로도(DOF)로, 그리고 VR 앱에 대한 행동적 이용 의사(BITUV)는 모나리자 VR 앱의 재사용 의사(Intention to reuse the Mona Lisa VR app., 이하

ITRMVA), 예술 작품 감상을 위한 VR 앱의 재사용 의사(Intention to reuse the VR app. for appreciation, 이하 ITRVAFA), 타인에 대한 모나리자 VR 앱 추천 의사(Intention to recommend the Mona Lisa VR app. to others, 이하 ITRMVATO)로 세부 요인이 구성되었다.



- ¹ previous viewing experiences with the image of <Mona Lisa>
- ² Usability for art appreciation (UFA) & Usability for learning (UFL)
- ³ Technical factors (TF), Storytelling factors (SF), Environment factors (EF)
- ⁴ Degree of satisfaction (DOS), degree of immersion (DOI), degree of fatigue (DOF)
- ⁵ Intention to reuse the Mona Lisa VR app. (ITRMVA), Intention to reuse the VR app. for appreciation (ITRVAFA), Intention to recommend the Mona Lisa VR app. to others (ITRMVATO)

Fig. 4. Research model

설문 항목은 총 26개 문항으로 구성되었으며(Table 2), 각 문항은 리커트 5점 척도 방식으로 측정되었다. 연구팀은 빈도 분석과 상관 분석을 실행한 후 신뢰구간 유의확률 검정(p-value)을 통해 가설을 검증했다.

Table 2. Components of the Questionnaire

Elements		Number of question(%)
EV	- previous viewing experiences with the image of Mona lisa	4 (15)
PU	- usability for learning (UFL)	12 (46)
	- usability for appreciation (UFA)	
PEOU	- storytelling factors (SF)	12 (46)
	- technical factors (TF)	
	- environmental factors (EF)	
ATUV	- degree of satisfaction (DOS) - degree of immersion (DOI) - degree of fatigue (DOF)	3 (12)
BITUV	- intention to reuse the Monalisa VR app. (ITRMVA)	3 (12)
	- intention to reuse the VR app.for appreciation (ITRVAFA)	
	- intention to recommend Monalisa VR app. to others (ITRMVATO)	
other	- experiential values of VR app. - using time - factors of technical dissatisfaction - personal information	4 (15)

3.2 Hypothesis

앞서 제시한 연구 모형을 기반으로 모나리자 VR 앱의 DOS에 대한 요인별 영향력을 검증하기 위해 수립된 가설은 아래와 같다(Table 3.).

Table 3. Hypotheses

No.	Hypotheses
H1.	DOI has a correlation with DOS
H2.	DOF has a correlation with DOS
H3.	PU has a correlation with DOS
H4.	PEOU has a correlation with DOS
H5.	DOS has a correlation with BITUV

IV. Finding and Discussion

4.1 Frequency Analysis

모나리자 원작을 본 응답자는 15.0% 정도로 나타났으며, 모집단의 60.6%는 모나리자 VR 앱을 8분 45초 이상 이용했다. 모나리자 작품에 대한 내레이션의 재생 시간이 7분 45초임을 고려했을 때, 비교적 긴 사용 시간을 나타냈다고 볼 수 있다. 모집단의 과반(50%) 정도는 모나리자 VR 앱의 전체 만족도(DOS, M=2.97)에 대해 긍정적으로 평가했다. 또한, 정보 획득에 대한 기대가 컸던 응답자가 예술작품 감상에 대한 기대를 가진 응답자보다 만족도가 높은 것으로 나타났다. 구체적으로, 모나리자 작품에 숨겨진 비밀(27.4%)을 기대했던 응답자의 VR 앱 만족도(M=3.12)가 가장 높게 제시되었으며, 모나리자 미소(11.3%)에 대한 정보를 기대한 집단이 가장 낮은 만족도(M=2.43)를 나타냈다(Table. 4.). 이 결과는 예술작품에 대한 정보 욕구의 충족이 VR 앱 만족도에 영향을 미친다는 것을 의미한다.

Table 4. DOS according to pre-expectation with VR app.

No	Pre-expectation with VR app.	ratio (%)	DOS
1.	secret of the artwork	27.4	3.12
2.	technical background of the artwork	25.8	2.78
3.	personal information of Mona Lisa	21.0	2.86
4.	preservation of the artwork	14.5	2.56
5.	Mona Lisa's smile	11.3	2.43

PU의 경우, 학습적 유용성(UFL, 60.6%, M=2.67)이 감상적 유용성(UFA, 37.9%, M=2.02)보다 높게 평가되었다. 우선 UFL의 세부 요인으로 예술 작품에 대한 이해 증진(85.7%)과 작품에 대한 호기심의 유발(84.6%)이 가장 높게 제시되었다. 또한, VR 앱 사용 후 원작 관람에 대한 욕구 증가(56.5%)와 루브르박물관 방문에 대한 동기 부여(45.8%)가 높은 비율을 차지하며 학습 도구로써 VR 앱의 적합성을 보였다. 이는 VR 앱을 통해 예술 작품을 접했을 때, 작품에 대한 흥미 및 원작 관람에 대한 욕구 증진[12], 그리고 관람에 대한 동기 부여[29] 등의 학습적 유용성이 높게 평가되었던 다수의 선행 연구 결과와 일치한다.

다음으로 UFA의 세부 요인으로 예술성 및 심미성(47.8%)과 원작 관람 대체(27.6%)에 대한 평가는 낮게 제시되었다. 그뿐만 아니라 VR 앱에 내재된 가치 중 학습적 가치(41.5%)가 가장 높은 평가를 획득했고, 두 번째로는 엔터테인먼트적 가치(32.6%)가 제시된 반면 심미적 가치(25.9%)는 가장 낮은 평가를 획득했다. 이는 VR 앱이 회화적 동일성(pictorial sameness)은 존재했으나 기술적 재매개로 인해 미학적 동일성(aesthetic sameness)은 보장되지 못한 반 고흐 VR 앱과 구스타프 클림트 VR 앱[15] 등의 선행 연구 결과와 일치한다.

PEOU의 경우, 스토리텔링 요인(SF, 71.2%)이 가장 높은 비율을 차지했으며, 정보의 양과 난이도(84.0%), 스토리텔링 기반의 내레이션과 정보 전달(58.3%)에 대한 긍정적 평가 비율이 높게 제시되었다. 이어서 환경적 요인(EF, 57.0%)의 경우, 최적화된 VR 전시환경(64.0%)과 VR 환경에서의 동선 가이드(50.0%)가 긍정적으로 평가되었다. 한편, 요인 가운데 가장 낮은 평가를 받았던 기술적 요인(TF, 41.4%)의 경우, 이미지 해상도(50.0%)는 모집단의 과반수로부터 긍정적 평가를 받은 반면, 그래픽 및 모델링의 정교함(42.9%)은 비교적 낮은 평가를 획득했다. 특히 세부 항목에서는 전신 모델링 수준(37.0%)보다는 그래픽 수준(12.0%)이 상대적으로 낮게 평가되어 불만족 요인으로 작용했다(Table. 5.).

Table 5. An Evaluation of PU and PEOU

	factor	details	ratio (%)
P U	UFL1	promoting understanding toward the artwork	85.7
	UFL2	evoking interest/ curiosity in the artwork	84.6
	UFA1	artistic and aesthetic properties to the original	47.8
	UFA2	replacing appreciation of the original by using a VR app.	27.6
P E O U	TF1	sophistication of graphics and modeling	42.9
	TF2	resolution of the artwork	50.0
	SF1	storytelling based narrative and information	84.0
	SF2	the amount of information and the degree of difficulty of information	58.3
	EF1	guide circulation in VR environment	64.0
	EF2	optimization of VR environment	50.0

ATUV의 몰입도(DOI, 54.5%, M=2.36)에 대해 공간 이동에 따른 효과음(62.5%)과 주제 전환을 위한 장면 전환의 자연스러움(64.0%)은 긍정적 평가 결과를 제시했지만, 현존감의 부재(30.3%)와 원작 충실성 미흡(27.3%)은 몰입을 저해하는 요인으로 확인되었다. VR 앱의 피로도(DOF, 22.7%, M=1.67)는 비교적 낮게 제시되었으며, 가상 공간에서의 움직임과 이동(24.2%)과 어지럼증 등의 육체적 불편함(21.2%)이 피로도에 주된 영향을 미친 것으로 나타났다. BITUV의 경우, 예술 작품 감상을 위한 VR 앱의 재사용 의사(ITRVAFA, 66.7%), 타인에 대한 모나리자 VR 앱 추천 의사(ITRMVATO, 64.0%) 모두 모집단의 과반수 이상의 참여자로부터 긍정적 평가를 획득했다(fig. 5).

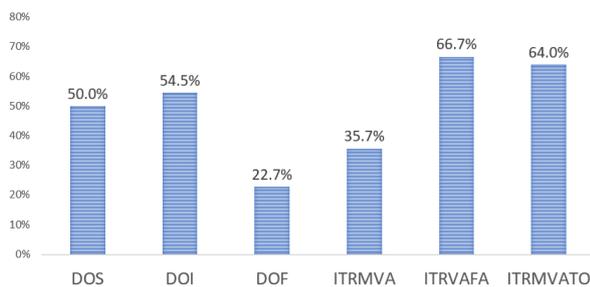


Fig. 5. An evaluation of ATUV and BITUV

4.2 Correlation Analysis and Results

H1. DOI(.374*, p<0.05)와 DOS는 유의 수준에서 상관관계를 가졌으므로, 가설 1은 채택되었다. 이 결과는 VR 앱 이용 태도의 특성에 관한 선행 연구의 결과와 일치하는데, VR 앱의 대표적인 특성인 몰입적 경험이 강화될수록 만족도 또한 높다는 점이 본 연구에서 재입증되었다.

H2. DOF(-.224)와 DOS 간 상관관계는 도출되지 않았다. 그뿐만 아니라 DOI에 대해서도 DOF(.043)는 영향을 미치지 않는 것으로 확인되어 가설 2는 기각되었다.

H3. PU의 UFL1(.514**, p<0.01)과 UFL2(.591**, p<0.01)는 유의 수준에서 상관관계가 도출되었다. 하지만 UFA의 경우, UFA1(.436*, p<0.05)만 DOS에 대한 영향력이 입증되었지만, UFA2(.331)와 DOS 간 상관관계가 도출되지 않아 가설 3은 기각되었다.

상술한 빈도 분석과 가설 검증을 종합해보면, 학습 도구로써 VR 앱은 유의 수준에서 만족도에 높은 영향력 가졌다. 한편, 감상 도구로써 VR 앱은 원작 관람을 대체할 수 없으나 사용자는 재매개를 통한 예술 작품 VR 앱에 내재된 엔터테인먼트적 가치와 예술적 가치를 획득함으로써 만족도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

H4. PEOU의 TF1(.527**, p<0.01), TF2(.421*, p<0.01) SF1(.378*, p<0.05)와 SF2(.395*, p<0.05), EF1(.449**, p<0.01)와 EF2(.538**, p<0.01) 모두 DOS와 유의 수준에서 양의 상관관계가 도출되었으므로, 가설 4는 채택되었다.

앞서 빈도 분석에서는 모나리자 VR 앱의 SF의 긍정적 평가 비율이 가장 높게 제시되었지만, 상관 분석에서는 EF가 만족도에 대한 영향력이 가장 크게 나타났다. 전자의 경우, 모나리자 VR 앱 개발에 예술 전문인력이 참여함으로써 작품의 예술적 혁신성과 과학적 연구 및 보존 내용이 담긴 스토리텔링의 중요성을 주지할 수 있으며, 후자의 경우에는 VR 환경에서 장면 전환을 위한 효과음이나 예술 작품 감상에 최적화된 VR 동선 가이드 등을 통해 다감각적 경험을 증진한 EF의 중요성을 제시해 주었다.

H5. 모나리자 VR 앱의 DOS에 대한 요인별 상관 분석 결과를 종합하면 아래의 표와 같다(Table. 6.). DOS는 ITRMVA(.560**, p<0.01)와 ITRVAFA(.372*, p<0.05) 그리고 ITRMVATO(.444**, p<0.01)에 대하여 모두 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났으므로, 가설 5는 채택되었다. 결론적으로 모나리자 VR 앱 사용 경험은 향후 작품에 대한 관람 및 학습 욕구의 증진뿐만 아니라 재사용 및 추천 의사와도 긍정적 상관관계를 가짐으로써 예술 작품을 재매개한 독자적 미디어 내지 보조 도구로써 사용성이 입증됐다.

Table 6. results of correlations with DOS
 (*p<.05, **p<.01)

	correlations with DOS					
	DOI			DOF		
ATUV	.374*			-.224		
PU	UFL1	UFL2	UFA1	UFA2		
	.514**	.591**	.436*	.331		
PEOU	TF1	TF2	SF1	SF2	EF1	EF2
	.527**	.421*	.378*	.395*	.449**	.538**
BITUV	ITRMVA		ITRVAFA		ITRMVATO	
	.560**		.372*		.444**	

V. Conclusions

본 연구는 TAM을 기반으로 <모나리자>를 재매개한 예술 작품인 VR 앱 ‘Mona Lisa: Beyond the glass’의 사용자 경험 평가를 다루었다. PU와 만족도 간 상관 분석 결과에 의하면, UFL이 UFA보다 만족도에 대한 영향력이 크게 나타났다. 이 결과는 VR 앱이 예술 작품에 대한 사용자의 흥미를 불러일으키고, 원작에 대한 호기심과 질문을 유발해 학습 동기를 촉진시키는 학습적 유용성을 제시한 선행 연구[30]의 결과를 재입증해 주었다. PEOU의 경우, 모든 세부 요인이 만족도와 유의미한 상관관계를 가졌다. 특히 VR 앱의 특성을 활용하여 회화적 특성이나 보존 상태 등을 디지털 이미징 기술을 활용해 입체적이고 다감각적으로 전달하여 SF 부분에서 긍정적 평가를 획득했다. 또한, 예술 작품과 VR 기술에 대한 융합적 이해를 바탕으로 개발된 EF 또한 긍정적으로 평가되었다. 하지만 TF에 대한 평가는 다른 요인에 비해 비교적 낮게 제시되었는데, 이는 그래픽 및 모델링 수준, 해상도 관련 기술 성능 요인 뿐만 아니라 VR 앱 특성을 활용하여 원작 재현에 대한 구현력 개선에 대한 필요성을 제기해 주었다. 마지막으로 DOS는 BITUV의 모든 요인에 대해 상관관계를 가짐으로써, VR 앱 사용성 평가를 위한 TAM의 연구 모형으로써의 적합성이 재확인되었다.

연구 결과를 종합해 보면, 비대면 관람의 한 가지 방법으로써 예술 작품 기반의 VR 앱은 사용자의 예술 작품에 대한 내적 동기 부여 등 학습 도구로서의 잠재력을 갖고 있다. 하지만 전신 모델링 및 그래픽 구현 등의 기술적 문제점으로 인해 선행 연구에서 제기되었던 ‘미학적 동일성’이나 감상 도구으로써의 적합성에 대한 문제가 본 연구에서도 동일하게 제기되었다. 동일한 맥락에서, 원작 충실성의 미흡은 몰입을 저해하는 요인으로 드러났다. 이는 VR 앱의 심미적 특성을 강화하고, 만족도와 몰입도를 증진시키

기 위해 VR 앱의 기획 및 개발 단계에서 주요 변인을 중심으로 심도 있는 사용자 평가가 필수적으로 수반되어야 한다는 것을 의미한다. 본 연구에서 한 가지 주지할만한 결과는 예술작품에 대한 정보 욕구 충족의 만족도에 대한 영향력인데, 이는 루브르박물관 학예연구팀이 오랜 기간 검증한 미술사 및 과학적 연구 결과가 가상 세계에서의 스토리텔링 내러티브로 확장된 성과라 할 수 있다.

REFERENCES

- [1] Alonzo C. Addison, “Virtual heritage trends”, IEEE Multimedia, Vol. 7, pp. 22-25, May 2020. DOI: 10.1109/93.848421
- [2] TimVR, “Museum of the future - by Archi Vision and Europeana”, oculus vr forums, <https://bit.ly/2Mifjjo>
- [3] Rhee, B., Kim, S. H., & Shin, S. M.. “Applying the Technology Acceptance Model to the Digital Exhibition: A Case study on <Van Gogh Inside: Festival of Light and Music>” Journal of the Korea Society of Computer and Information, 21(10), 21-28. Oct. 2016. DOI: 10.9708/JKSCI.2016.21.10.021.
- [4] B. Koo, “Art Museum Experience Using Digital Technologies”, Korea Art Education Association, Vol. 21(2), pp.323-340, Aug. 2007
- [5] D. Lee & K. Lee, “A Study on Web Virtual Museum UX Design Guidelines to Improve the History Learning Effect”, Journal of Museum Studies, Vol.38, pp.27-58, Jun. 2020. DOI : 10.22884/jo ksms..38.202006.002
- [6] C. Coates, “Virtual Reality is a big trend in museums, but what are the best examples of museums using VR?”, MuseumNext, <https://bit.ly/3q7fySD>
- [7] National Museum of Modern and Contemporary Art, Korea, "Lively enjoy with 360° VR! National Museum of Modern and Contemporary Art Exhibition VR video service", <https://bit.ly/3gCv2ge>
- [8] Ministry of Culture, Sports and Tourism, “A museum experience with ‘realistic’ content - 5. 19. The Minister of Culture, Sports and Tourism attended the opening ceremony of the National Museum of Digital Reality -”, <https://bit.ly/2NSNFRre>
- [9] Cultural Heritage Administration, “[New royal ceramics, Western-style ceramics used by the Joseon Dynasty] on-line display”, <https://bit.ly/3kEhelj>
- [10] Ministry of Science and ICT, “Ministry of Science and ICT create a 32 billion won digital content fund in 2020”, <https://bit.ly/3bV6DPe>
- [11] Ministry of Culture, Sports and Tourism, “104 museums and art galleries provide unique cultural experiences - 86 public and 18 private museum and art museums selected as the target institution

- for the intelligent museum and art museum foundation project -", <https://bit.ly/3e00wvy>
- [12] B. Rhee & J. Kim. "A study on users' experiences with VR applications of artworks: The future of VR Applications in Art Museums." KOREA SCIENCE & ART FORUM, 25 pp. 273-284. Sep. 2016. DOI : 10.17548/ksaf.2016.09.25.273
- [13] S. Park & J. Kim. "Converting 2-D Artworks into 2.5-D Content for More Immersive HMD VR Exhibition Experience". Journal of Digital Contents Society, 21(4), pp. 653-661. Apr. 2020. DOI : 10.9728/dcs.2020.21.4.653
- [14] B. Rhee & J. Kim, "The Suitability of VR Artwork as an Immersive Learning Tool", KSCI, Vol. 24, pp. 223-226, Jan. 2016.
- [15] B. Rhee & Y. Choi & D. Jeong & S. Park, "An Evaluation of Users' Experiences with Gustave Klimpt VR Application Using the Technology Acceptance Model(TAM)", KSCI, Vol. 25, pp. 298-301, July, 2017.
- [16] J. Rae & L. Edwards, "Virtual reality at the British Museum: What is the value of virtual reality environments for learning by children and young people, schools, and families?", Museum and the Web 2016, <https://bit.ly/383XgeP>
- [17] H. Choi, "A Proposal on MR-Audience Content Design Model for Art Appreciation", Ph.D dissertation, Ehwa womans university, 2019.
- [18] Musée du Louvre External Relations Department, "Réouverture de la salle des États rénovée La Joconde retrouve sa place", <https://bit.ly/3bNCIZa>
- [19] K. Marchese, "The Louvre recreates the mona lisa in 3D for da vinci exhibition", <https://bit.ly/3b9ThPG>
- [20] Emissive, "MONA LISA VR PROJECT", <https://bit.ly/2QpmK> Om
- [21] HTC Vive Arts, "Art & Photography - Mona Lisa: Beyond the glass", <https://bit.ly/3bXN8FP>
- [22] HTC Vive Arts, "An Intimate Encounter: Standing Alone with the Mona Lisa", <https://bit.ly/3uOUJII>
- [23] M. Cole, "'Mona Lisa' Is Brought to Life at the Louvre's First VR Experience", <https://bit.ly/3sRy0Af>
- [24] S. Dent, "HTC recreated the 'Mona Lisa' in 3D for the Louvre's da Vinci exhibition", <https://engt.co/3e2yEHk>
- [25] VR Application <Mona Lisa: Beyond the glass> UX Google survey, Nov. 2019. <https://forms.gle/AFykE2TRv5tTx4cT8>
- [26] J. You & C. Park. "A Comprehensive Review of Technology Acceptance Model Researches", Entru Journal of Information Technology, 9(2), pp. 31-50, July, 2010.
- [27] B. Rhee, S. Choi & Y. Seok Hong. "A Study on Differences of Aesthetic Experience in the Exhibition of Artworks and the Remediated Exhibition of Artworks: A Comparative Study between <Monet's Impressionism Exhibition 2016> and <Impressionist Landscapes>". JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION, 17(5), pp. 153-164. May, 2017. DOI : 10.5392/JKCA.2017.17.05.153
- [28] E. So, "A Study on the Revisit Intention of Convergence Exhibition according to the Moderating Effect of Memory -Focused on Interactive Exhibition -", The Korean Society of Science & Art, Vol. 37(4), pp. 161-175, Sep. 2019. DOI : 10.17548/ksaf.2019.09.30.161
- [29] A. Damala, I. Ruthven, & E. Hornecker. "The MUSETECH Model: A Comprehensive Evaluation Framework for Museum Technology". Journal on Computing and Cultural Heritage. Vol. 12(1), pp.7:1-7:22. Feb. 2019. DOI: 10.1145/3297717
- [30] C. McIntyre. "Museum and Art Gallery Experience Space Characteristics: an Entertaining Show or a Contemplative Bath?", International journal of tourism research, Vol. 11, pp. 155-170, Mar/Apr 2009. DOI: 10.1002/jtr.717

Authors



Jisu Kang received the B.A. degree in German from Hankuk University of Foreign Studies in 2016. From 2020, she has been working as a Master's student and researcher Art & Technology in GSAIM Chung-Ang

University. Her research interests include online exhibition and museum visitor analysis using big data technology.



Hanna No is an Undergraduate Student in Department of Art and Technology, Chung-Ang University, South Korea. She is interested in machine learning, computer vision and data mining.



Boa Rhee received the B.A. degree in Library Science from Sung Kyun Kwan University in 1987, M.A. degree in Art Studies from Graduate School of Sung Kyun Kwan University in 1990 and Ph.D. degree

in Art Management from Florida State University, U.S., in 1997. Dr. Rhee is currently a professor at the College of Art and Technology, Chung-Ang University, South Korea. She is a museum technology and informatics researcher. Her works have focused on transdisciplinary approaches, hyper-connected museum, mediation between digital surrogates (i.e. digital exhibitions, VR and AR) and viewers, social media, and museum 3.0.