

## HMD 기반의 VR 전시 경험 향상을 위한 2.5-D 전시 콘텐츠 재구성에 관한 연구

박시은<sup>1</sup> · 김주섭<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>서강대학교 아트&테크놀로지학과 석사과정

<sup>2</sup>서강대학교 아트&테크놀로지학과 부교수

### Converting 2-D Artworks into 2.5-D Content for More Immersive HMD VR Exhibition Experience

Sieun Park<sup>1</sup> · Jusub Kim<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Master's course, Department of Art & Technology, Sogang University, Seoul 04107, Korea

<sup>2</sup>Associate Professor, Department of Art & Technology, Sogang University, Seoul 04107, Korea

#### [요 약]

가상공간에서 예술 작품을 전시하는 VR 전시는 기존 전시와 달리 관람에 있어 시간과 공간의 제약이 없으면서도 작품을 현실감 있게 관람할 수 있는 경험을 제공할 수 있다. 하지만 현재 대다수의 HMD 기반 VR 전시는 실제 갤러리에서 전시할 때 사용하는 전통적인 큐레이팅 방식으로 이루어지고 있다. 기존의 큐레이팅 방식은 모든 것을 실시간으로 생성, 변형, 소멸시킬 수 있는 가상 현실 기술이 제공할 수 있는 가능성을 간과하고 있다. 본 논문에서는 2-D 예술 작품을 원본성을 유지하며 공간감을 지니는 콘텐츠로 쉽게 변형이 가능하며 VR 전시에서의 사용자 경험을 관조적에서 수행적이며 다감각적으로 전환하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법의 효과성을 알아보기 위해 20~30대 40명을 대상으로 기존 VR 전시와 비교 실험을 진행하였다. 실험 결과, 사용자들은 기존 VR 전시와 비교해 제안한 VR 전시 방식에서 통계적으로 유의한 차이를 보이며 몰입도 등에서보다 긍정적인 경험을 보고하였다. 본 연구는 점점 더 수요가 증가할 것으로 예상되는 VR 전시에서 더 몰입할 수 있는 경험을 제공하는 데 유용하게 사용될 수 있다.

#### [Abstract]

Unlike physical galleries, VR exhibitions can provide an experience that allows visitors to view the works realistically without any time and space constraints. However, the vast majority of HMD based VR exhibitions use the traditional curating method used in physical galleries. The traditional curating method overlooks the possibility that virtual reality technology that can create, transform, and destroy everything in real time can provide. In this paper, we propose a method that can easily transform 2-D artworks into content that has a sense of 3-D space while maintaining originality providing users with performative and multi-sensory experience rather than contemplative experience in VR exhibition. In order to examine the effectiveness of the proposed method, a comparison experiment with a typical VR exhibition method was conducted on 40 people in their 20s and 30s. In the experiment results, users reported more immersive experiences with statistically significant differences in the proposed VR exhibition method. This study can be used to provide a more immersive experience in VR exhibitions, which are expected to increase in demand.

색인어 : 가상현실, 가상현실 콘텐츠, 디지털 콘텐츠, 가상 전시, 2.5-D

Key word : Virtual Reality, VR Content, Digital Content, VR Exhibition, 2.5-D

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.4.653>



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 02 February 2020; Revised 15 April 2020

Accepted 25 April 2020

\*Corresponding Author; Jusub Kim

Tel: +82-2-705-7976

E-mail: [jusub@sogang.ac.kr](mailto:jusub@sogang.ac.kr)

## I. 서론

최근 머리에 착용하는 가상현실(Virtual Reality; VR) 기기(Head Mounted Display; HMD)의 발전이 성능과 가격 모두에서 대중화될 수 있는 여건을 갖추어 따라 게임 산업을 필두로 영화, 전시, 공연, 광고, 교육, 국방, 제조, 의료 등 산업 전 분야에서 다양하게 활용되기 시작하였다[1]. VR 기술은 기존 기술이 제공하기 어려웠던 현실감 있고 몰입감 있는 새로운 경험을 제공하는 것을 넘어 지리적, 경제적 여건 등으로 발생하는 교육 격차, 문화 격차를 해소하는 중요한 도구로서 그 가능성을 인정받고 있다[2].

이러한 VR 플랫폼을 활용한 많은 새로운 응용 중 가상공간에서 예술 작품을 전시하는 VR 전시는 기존의 물리적인 갤러리와 다르게 관람에 있어 시공간의 제약 없이 작품을 관람할 수 있는 경험을 제공하는 장점을 지닌다. 특히, 문화적 소외 지역에 거주하는 학생들이 물리적 이동을 위해 필요한 경제적 부담 없이 높은 수준의 예술 작품을 실감 나게 경험할 수 있기에 교육 분야에서 높은 가치를 지닌다[2].

하지만 현재 대다수의 HMD 기반의 VR 전시는 물리적인 갤러리에서 전시할 때 사용하는 전통적인 큐레이팅 방식으로 이루어지고 있다. 즉, 가상공간에 실제의 복제본을 만들어 실제와 유사한 경험을 유도한다. 관람객은 실제와 유사하게 만들어진 갤러리에 들어가 현실 세계에서 관람하는 방식과 유사하게 가상으로 돌아다니며 관조적으로 콘텐츠를 체험한다[3]. 이러한 기존의 큐레이팅 방식은 모든 것을 실시간으로 생성, 변형, 소멸시킬 수 있는 가상현실 기술이 제공할 수 있는 가능성을 간과하고 있다. 또한 이러한 기존 방식은 관람자가 VR 전시에서 작품에 더 몰입하여 더 만족스러운 경험을 할 수 있는 가능성을 충분히 활용하지 못하고 있다.

본 논문에서는 HMD 기반의 VR 전시에서의 사용자 경험을 관조적(Contemplative)에서 수행적(Performative)이며 다감각적(Multi-sensory)으로, 따라서 보다 몰입적으로 전환하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 회화 등 2-D 예술 작품을 원본성을 유지하면서 공간감을 지니는 콘텐츠로 쉽게 변형시킬 수 있는 것이 특징이다. 콘텐츠에 대한 사용자의 경험 몰입도를 높이는 것은 해당 콘텐츠에 대한 흥미와 만족도를 높이는 것을 넘어, 체험 중인 콘텐츠와 연결된 다른 콘텐츠나 관련 지식으로 지적 호기심을 발생 시켜 교육적인 효과까지 높일 수 있음을 의미하기에 중요하다.

본 논문에서 제안하는 방법의 효과성을 알아보기 위해 20~30대 40명을 대상으로 기존 HMD 기반의 VR 전시와 비교 실험을 진행하였다. 실험 결과에서 사용자들은 기존 VR 전시와 비교해 제안한 VR 전시 방식에서 경험 몰입도, 지적 호기심 유발도, 만족도, 지속 사용성 여부에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이며 더 높은 긍정적인 경험을 보고하였다. 본 연구는 점점 더 수요가 증가할 것으로 예상되는 VR 전시에서보다 몰입적인 경험을 제공하는 데 유용하게 사용될 수

있을 것이다.

## II. 관련 연구

물리 공간이 아닌 가상의 공간에서 이루어지는 가상의 전시는 온라인 전시, 디지털 전시, 사이버 전시, 가상 박물관, 가상 갤러리 등의 용어로 지칭되며 컴퓨터 기기와 인터넷으로 구현되는 전시라는 특징을 지닌다.

최근의 HMD 기반 VR 전시에 앞서 먼저 연구되었던 가상 공간을 활용한 전시는 웹(WEB) 기반 전시라고 할 수 있다. 웹 전시는 컴퓨터 등의 디지털 장치상에서 웹 브라우저로 접근할 수 있는 사이버공간에서의 전시를 의미한다[4]. 이는 주로 실재하는 작품을 2-D 또는 3-D 형태로 디지털화하여 관람객이 웹 브라우저를 통해 관람할 수 있도록 하는 방식으로 이루어진다. 웹 전시에서 발전된 사례인 ‘Google Art Project’는 전 세계의 명작들을 온라인에서 고해상도로 감상할 수 있는 서비스이다[5]. 관람객은 초고화질 이미지를 확대하여 재질, 붓 터치, 물감 균열까지 생생하게 감상할 수 있다. 또한, 관람객은 ‘Google+’에서 작품에 대한 의견을 공유하고 채팅방에서 특정 작품에 대한 의견을 교류할 수 있다. 이러한 사례는 사이버 공간상의 전시가 기존 물리 공간상에서의 전시가 가지는 한계점인 공간, 시간, 비용의 제약을 극복하고 새로운 작품 감상 경험을 제공할 수 있음을 보여준다.

가상 전시에 HMD 기반 VR 기술이 들어간 대표적인 사례로는 미국 피츠버그의 ‘Dali Museum’이 있다[6]. 관객은 가상 현실 HMD 기기를 착용하고 Dali의 그림에 갇히는 완전한 몰입을 경험하게 된다. 관객은 움직이는 이미지, 청각적인 풍경, 정교한 개별 그림의 변형적인 분위기 등을 다양한 감각을 이용해 체험할 수 있다.

최초로 가상공간에만 존재하는 가상 박물관인 ‘The Kremer Collection VR Museum’도 대표적인 HMD 기반 VR 전시 사례라고 할 수 있다[7]. 이 박물관은 Photogrammetry 기술을 이용하여 수 천 번의 촬영을 통해 초고해상도로 작품을 디지털화하였다. 관람객은 최신 VR 기술을 사용해 작품 질감과 색감을 보다 가까이에서 실감 나게 감상할 수 있다.

많은 박물관에서는 소장품에 대한 보다 높은 접근성을 제공하기 위해 각 박물관의 소장품을 별도로 온라인에 올리고 있다. 베르사유 박물관은 Google Art & Culture 팀과 협력하여 Photogrammetry 기술을 이용하여 베르사유 궁전을 VR 투어로 선보였다[8]. 구글이 수집한 대용량의 데이터를 기반으로 궁전의 유명한 왕립 그랜드 아파트, 채플, 오페라, 거울의 홀과 그 안에 보관된 보물들을 실물처럼 보이게 만들었다. 이 애플리케이션에는 마리 앙투아네트가 소장하고 있는 장식 미술품, 희귀한 왕실 초상화 등 고화질 사진들이 포함되어있다.

국내 HMD 기반 VR 전시 콘텐츠 사례로는 ‘루브르(ROOVR)’ 앱이 있다[9]. 루브르는 국내외에서 열리는 다양한

아트갤러리와 박물관을 360° VR로 촬영하여 모바일 앱을 통해 제공한다. 각 전시는 3-D 모델링을 통해 실제 전시 공간에 있는 것처럼 제작되었고, 관람객은 1m 단위로 이동하며 작품과 공간을 감상할 수 있다. 또 다른 국내 사례로 360° VR 기술을 이용해 국내의 전시를 Full HD로 감상할 수 있는 ‘K-VR museum’이 있다[10]. 이 박물관은 공공누리 관련 데이터를 적극적으로 활용하여 관련 정보와 함께 전시를 볼 수 있는 360° VR 영상을 제공한다. 관람객은 시간·장소와 관계없이 웹과 모바일에서 자유롭게 전시를 감상할 수 있다.

이와 같은 HMD 기반 VR 전시는 시간과 공간에 대한 물리적 제약이 없어 예술 작품에 대한 관람객의 접근성을 높이고, 다수의 참여자를 필요에 따라 탄력적으로 수용할 수 있으며, 작품 설치, 운송, 유지보수 등에 대한 문제점도 거의 존재하지 않는 장점을 지닌다. 또한 참여자의 선호도, 신체적 조건, 문화적 특성 등에 따라 개별화된 방식으로 경험을 제공할 수 있으며, 시각만이 아닌 청각과 촉각을 포함한 인터랙션을 통해 새로운 작품 감상 경험을 제공할 수 있는 특징을 지닌다.

위에서 언급한 사례를 포함한 기존 VR 전시 사례들에서의 전시 연출은 전통적인 화이트 큐브 구조의 갤러리에서의 관람방식을 모방하여 연출되는 경우가 대부분이다. 즉, 실제와 가깝게 디지털화한 회화 작품 등을 3-D 모델로 만들어진 갤러리 공간 안에 실제 갤러리에서 배치하는 방식대로 연출하는 방식이 대부분이다. 그에 따라 VR 전시 공간 내에서 관람객들은 물리적 갤러리에서 본인이 관람하던 방식대로 작품을 감상하게 요구받게 된다. 즉, 관람객들은 작품을 관조하며 시각적으로 감상하게 된다.

이러한 전시 연출 방법은 관람객에게 현실에서 경험할 수 있지만, 지리적, 신체적, 경제적 여건 등으로 경험하기 어려운 것을 유사하게 경험하게 해준다는 측면에서는 유의하지만 VR 기술이 지니는 잠재력을 간과하고 있다. 즉, 관람객에게 현실 세계에서 제공이 매우 어렵거나 불가능한 새로운 경험을 제공할 수 있는 VR 기술을 충분히 활용하지 못하고 있다. 그로 인해, 관람자는 VR 기술로 만들어진 가상의 공간 안에서 여전히 물리적 공간에서와 같은 행동을 요구받고 있으며, 관람객에게 제공할 수 있는 사용자 경험도 그에 따라 물리적 공간에서 받을 수 있는 사용자 경험에 간히는 결과를 초래하고 있다.

본 연구에서는 디지털화된 작품 원본의 예술성을 최대한 유지하면서 관람객에게 수행적이며 다감각적인 새로운 관람 경험을 제공할 수 있는 가능성을 지니는 콘텐츠 재구성 방식을 사례와 함께 제안하고 그 효과성을 검증하였다.

### III. 2.5-D 변환 기반의 전시 콘텐츠 재구성

#### 3-1 2.5-D 전시 콘텐츠 재구성 방법

2.5-D 변환 기반의 전시 콘텐츠 재구성은 크게 다음의 5단계로 이루어진다.

- ① **Segmentation**: 작품 내 요소들을 구별하여 별도의 이미지들로 분리하는 단계
- ② **Depth Layout**: 분리된 각 작품 요소에 깊이 정보를 할당하는 단계
- ③ **Geometry Conversion**: 각 작품 요소를 3차원 공간상에 배치할 수 있는 도형으로 만드는 단계
- ④ **Animation**: 흥미와 몰입감을 높이기 위해 특정 작품 요소에 움직임을 생성하는 단계
- ⑤ **Spatial Sound**: 2.5-D 변환으로 작품 내 생성된 3-D 공간에 가상의 사운드 소스를 설치하는 단계

2.5-D 콘텐츠는 사진이나 이미지 같은 2-D 형태의 콘텐츠를 구성하는 각 픽셀에 색상 정보 외에 깊이 정보를 더하는 것으로 구현된다. 즉,

- 2-D:  $p(x, y) = (r, g, b)$
- 2.5-D:  $p(x, y) = (r, g, b, depth)$

이렇게 생성된 콘텐츠는 깊이 정보만 가질 뿐이어서 보는 각도에 따라 입체로 보이지 않기에 3-D 콘텐츠와 분명한 차이를 지닌다. 하지만 원본 이미지를 최대한 보존하면서 쉽게 2-D 콘텐츠를 입체적 공간감을 지니는 콘텐츠로 창조해 내는 장점을 지닌다.

변환의 첫 단계인 **Segmentation** 단계에서는 작가가 작품에 담은 의도를 충분히 이해하고 도상학 등에 대한 지식이 풍부한 전문가의 역할이 매우 중요하다. 이때 디자인 결정 사항은 무엇을 분리할 것인가이다. 분리된 요소들이 너무 많으면 관람객의 감상 경험은 파편화되기 쉬우며 요소 수가 너무 적으면 콘텐츠 재구성의 효과를 기대하기 어렵다. 한 요소에 같이 존재하는 이미지들은 그 연결성이 뚜렷하고 분리되었을 때 보다 작가의 의도를 더 살릴 수 있는 이미지들로 구성해야 한다.

두 번째 단계인 **Depth Layout** 단계는 분리된 각 요소를 3차원 가상 공간 안에서 배치하는 단계다. 관람객의 감상 방향을 깊이 축(**depth axis**)으로 하였을 때 분리된 각 요소는 깊이 축에서 서로 다른 위치에 배치되게 된다. 이때 결정해야 하는 중요한 사항은 분리된 요소 간에 순서를 정하는 일이다. 3차원 공간에서 배치되는 순서는 관람객의 동선을 결정하고 작품의 이해에 큰 영향을 미칠 수 있기에 역시 작품을 충분히 이해하고 있는 전문가의 역할이 중요하다.

세 번째 단계인 **Geometry Conversion** 단계는 분리된 각 요소를 3차원 공간 속에 실제로 구현하기 위해 필요한 단계로 만약 분리된 한 요소를 구성하는 픽셀들의 깊이 값이 모두 같다면 간단히 직사각형에 텍스처를 입혀 구현되지만, 그렇지 않고 한 요소 내에서 깊이감을 다르게 하여 입체감을 더 자세히 구현한다면 3-D 모델링으로 메쉬(Mesh)를 생성한 후 텍스처를 입혀 구현하게 된다.

네 번째 단계는 이렇게 입체적으로 재구성된 콘텐츠에 애니메이션을 넣는 단계로 2.5-D 변환으로 독립적으로 가상 공간을 점유하는 요소들이 생기기어 이러한 애니메이션 작업은 새롭게 생성된 객체들에 생기를 불어넣는 작업에 비유할 수 있다. 움직이는 이미지들은 관람객의 주의를 끌어당기는 강력한 힘을 가지고 지나치게 사용될 경우 경험을 산만하게 만들기어 무엇에 어떤 움직임 요소를 넣을 것인가를 디자인하는 작업은 작가의 의도를 파악하고 있는 전문가에 의해 결정되어야 한다. 정적인 회화에 추가되는 이러한 움직임의 요소는 적절하게 사용될 경우 관람객의 흥미와 몰입감을 증가시킬 수 있다.

2.5-D 변환을 통해 새롭게 작품 내에 생성된 3차원 공간들이 제공할 수 있는 또 다른 장점은 관람객에게 새로운 청각적 경험을 가능하게 한다는 점이다. 작품 내 이미지 요소와 관련된 사운드를 새롭게 생성된 3차원 공간에 입체적으로 배치함으로써 관람객들은 작품을 시각뿐 만 아니라 청각으로도 경험할 수 있게 된다. 변환의 마지막 단계는 이러한 입체 사운드를 디자인하는 단계다.

HMD 기반 VR 전시 공간상의 특정 요소에 가상으로 설치된 입체 사운드는 관람객이 그 요소에 가까이 이동함에 따라 소리가 커지는 효과를 통해 관람객의 동선을 유도하는 역할을 할 수 있으며, 설치된 사운드 간의 소리의 강약 조절을 통해 작가는 작품의 요소 간 중요도를 암시적으로 전달할 수 있다. 또한 소리의 질감을 통해 전달하고자 하는 감정을 보다 심층적으로 전달할 수 있다. 이렇듯, 2.5-D 콘텐츠 재구성으로 인해 구현이 가능해지는 입체 사운드는 단순히 감각을 하나 늘리는 것을 넘어서 공간감, 현존감, 몰입감을 극대화할 수 있는 중요한 장치가 될 수 있다[11].

위에서 제시한 방법론을 적용하기에 적절한 작품은 주로 원래 공간감이 있었던 대상을 2차원 회화 작품으로 재현하거나 표현한 작품일 수 있지만, 어떤 작품도 위와 같은 2차 창작 과정을 통해 관람객이 가상공간에서 작품 안을 돌아다니며 체험하도록 디자인 할 수 있다. 관객은 가상 전시관 안에서 프레임 안에 배치된 원경, 중경, 근경뿐만 아니라 원한다면 기존의 프레임 외부로 이탈할 수 있으며, 연출에 따라서는 프레임 내부의 일부처럼 위치하고 자신의 모습과 작품이 결합된 결과물을 볼 수도 있게 된다. 따라서 관람객이 관조적 시점에서 벗어나 수행적이며 보다 몰입적으로 작품을 경험할 수 있도록 유도한다.

### 3-2 Case Study: VR Nostalgia 5

제안하는 방법의 효과성을 알아보기 위해 사례연구를 진행하였다. 사례연구를 위하여 Tiffany Lee의 *Liquid Nostalgia* 시리즈 중 *Liquid Nostalgia 5* 작품을 사용하였다(그림 1). 이 시리즈는 지구상에 존재하는 대부분의 거리를 보여주는 구글 지도의 스트리트 뷰(Street View)에서 영감을 받아 창작되었다. 구글 스트리트 뷰는 거리 사진들을 재구성하여 실제 거리를



그림 1. 사례연구: Liquid Nostalgia 5 원본  
Fig. 1. Case Study: *Liquid Nostalgia 5* Original Painting

돌아다니는 경험을 제공한다. 그러나 이 거리는 현재의 거리가 아닌, 과거 어느 시점에 찍힌 모습이다. 이 지도 서비스는 롤랑 바르트가 제시한 사진의 노에마(noema), 즉, “그것은 존재했다”와 닮았다[12]. 즉, 그것은 감상자가 과거의 거리를 돌아다니게 한다. 본 사례 연구에서는 이 회화 작품을 HMD 기반의 VR 전시에서 관람객이 수행적이며 다 감각적으로 감상할 수 있는 2.5-D 콘텐츠로 변환해 보았다.

2.5-D 변환을 위한 첫 번째 단계인 작품 속 요소들의 분리(Segmentation)는 작품 내 객체 (예, 자동차, 나무, 우체통 등)들을 근경, 중경, 원경에 따라 그룹화(Grouping)하여 정하였다. 분리된 요소들은 실제 구글 지도의 스트리트 뷰에서의 공간 실측 거리를 참고하여 3차원 공간에 재배치되었다(Depth Layout). 하지만 실제 거리를 그대로 이용하지 않고 관람자가 시야에 방해 없이 돌아다니며 감상할 수 있도록 작품 요소 간의 거리와 지형(Terrain)을 디자인하여 새로운 공간을 창조하였다(그림

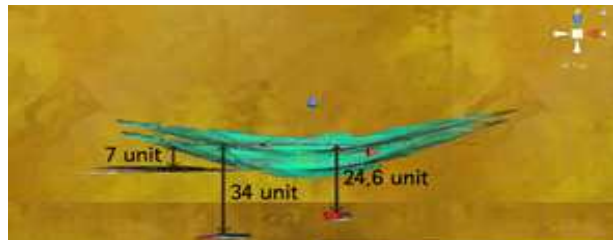
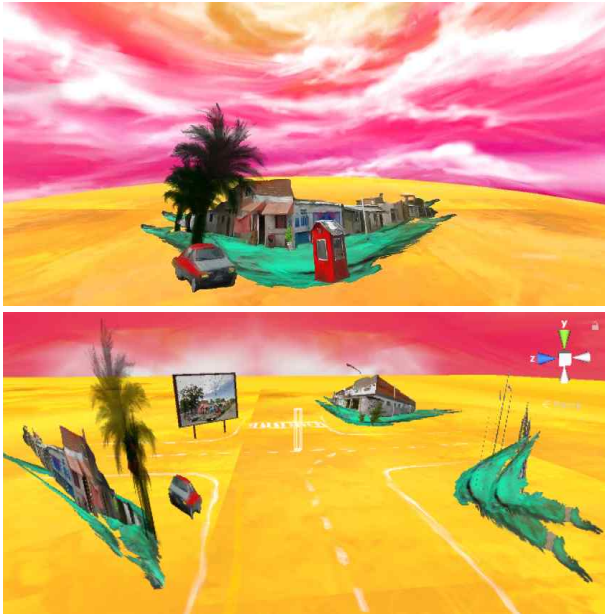


그림 2. 실제 공간의 실측거리를 참고한 깊이감 디자인(위에서 본 모습)  
Fig. 2. Depth Layout referring to actual distance (Top View)



그림 3. 입체 사운드 설치  
Fig. 3. Installation of Spatial Sound Sources

2).  
위와 같이 2.5-D 변환으로 새롭게 생성된 3차원 공간에 에



**그림 4.** 공간감을 지닌 2.5-D 콘텐츠로 변환된 VR Nostalgia 5 (위: 원본과 같은 시선 방향 이미지, 아래: 다른 시선에서 보이는 이미지)

**Fig. 4.** VR Nostalgia 5 created by converting Liquid Nostalgia 5 into 2.5-D Content (Top: view from the same camera angle as in the original painting, Bottom: other view)

니메이션과 입체 사운드를 구현하여 새로운 감각적 경험을 제공하도록 디자인하였다. 3차원 공간에 존재하는 하늘의 구름에 움직임(animation)을 구현하였으며, 일부 작품 요소에 입체 음향 소스를 구현하였다. 자동차에 다가갈수록 경적이 점차 크게 들리고 나무 근처로 다가가면 까마귀 울음소리가 들리도록 연출하였다(그림 3). 이러한 2차 창작 과정의 디자인은 원본 그림의 작가가 직접 관여하여 본인이 원본에서 전달하고자 했던 바를 발전시키는 방향으로 이루어졌다.

#### IV. 사용자 경험 평가

##### 4-1 실험 대상 및 실험 과정

제안한 방법의 효과성을 알아보기 위하여 앞의 사례 연구에서 재창작한 작품을 원본 작품과 비교하여 사용자 경험을 조사하는 실험을 진행하였다.

실험에서 2.5-D 변환으로 3차원 공간감이 생성된 VR 콘텐츠를 2.5-D 콘텐츠로(그림 4), 원본 작품을 가상의 전시 공간에 일반적인 갤러리에서의 전시 방법으로 전시장 벽에 걸어 놓은 VR 콘텐츠를 2-D 콘텐츠로 지칭하였다(그림 5).

실험은 인터넷을 통해 HMD VR 기기를 주로 접하는 연령층



**그림 5.** 2-D 콘텐츠: 가상 전시 공간에 전시된 원본 2-D 작품  
**Fig. 5.** 2-D Content: Original 2-D artwork installed in a virtual gallery

인 20~30대 중 VR 콘텐츠를 한번이라도 경험한 사용자 40명(평균연령 25세, 남녀성비 2:1)을 무작위로 모집하여 진행하였다. 실험은 콘텐츠를 체험하는 순서에 따른 영향을 최소화하기 위해 역균형화(Counter-balancing) 방식으로 진행되었다. 즉, 전체 실험 참가자를 A, B 두 그룹으로 각 20명씩 나눈 후 A 그룹은 2.5-D 콘텐츠를 먼저, B 그룹은 2-D 콘텐츠를 먼저 체험하게 한 후 다른 콘텐츠를 체험하도록 하였다. 두 그룹의 나이와 성별 분포에서 동질성 여부를 확인하기 위한 t-검정[23] 결과에서 두 그룹 간 유의한 차이는 없었다(표 1).

실험 참가자들은 교내 연구실에 내방하여 실험에 참여하기 전에 두 가지 VR 콘텐츠에 대한 간단한 설명을 안내받고 각 VR 콘텐츠를 5분 동안 체험하였다. 관람자는 HTC-VIVE의 HMD를 착용하고 손으로 컨트롤러를 조작하여 실물 갤러리에서 관람하듯이 VR 공간 안에서 돌아다니며 작품을 원하는 거리와 방향에서 감상할 수 있었다. 실험 참가자들은 각 콘텐츠 체험을 마친 후에 설문조사에 응답하였으며 참가자 중 일부에 대해서는 심층 인터뷰를 별도로 진행하였다.

##### 4-2 평가 항목

설문조사 항목은 총 네 가지로, 각 콘텐츠 사용 후 사용자 경험을 몰입도, 지적 호기심, 콘텐츠 만족도, 지속 이용 의도 항목에서 7점 척도의 리커트 스케일로 조사하였다. 본 실험에

**표 1.** 콘텐츠 체험 순서가 다른 그룹 A와 B의 연령 및 성별 분포 동질성 테스트 결과 (독립표본 t-검정)

**Table 1.** Independent t-test results for homogeneity of Age and Sex distribution between group A and B. (M: Mean, SD: Standard Deviation, t: t-value, p: Probability)

	Group A (n=20)		Group B (n=20)		t	p
	M	SD	M	SD		
Age	25.35	3.746	24.8	2.262	0.562	.577

<b>Gender (Male:1, Female:2)</b>	1.35	0.489	1.30	0.470	0.330	.744
----------------------------------	------	-------	------	-------	-------	------

서 사용한 실제 설문조사 문항들은 [14]에서 확인할 수 있다.

VR 콘텐츠에 대한 몰입도(Immersion)는 Witmer와 Singer가 개발한 Immersive Tendency Questionnaire (ITP)[13]의 항목 중에서 본 연구와 관련되는 10개의 문항을 선별하여 사용하였다.

지적 호기심 요인은 새로운 지식을 습득함으로써 문제해결을 위한 개인적인 욕구를 의미한다[15]. 체험전시는 흥미와 지적인 호기심을 자극하여 관심을 유발하고, 적극적인 참여를 유도하는 결과로 이어진다. 콘텐츠 이용자가 체험 후에 콘텐츠에 대한 흥미가 생기고 이 콘텐츠에 대해 더 알아보고 싶은 생각이 생겼는지를 5개의 문항으로 측정하였다.

콘텐츠 만족도는 콘텐츠의 질적인 만족, 재미, 창의성, 유익성에 대해 측정한다. 이는 지속 이용 의도와도 상관관계를 가진다. 본 실험에서는 장형준과 김광호의 연구[16]를 참조하여 4개의 항목으로 만족도를 측정하였다.

콘텐츠의 지속 이용 의도 요인 평가를 위해서는 Davis의 연구[17]에서 사용한 측정 문항과 최민수의 연구[18]에서 사용한 측정 문항 등 관련 논문[19]-[21]을 참조하여 그 중 관련되는 네 문항을 선별하여 사용하였다.

### 4-3 정량 결과 분석

실험에 참여한 총 40명의 참가자를 대상으로 몰입도, 지적 호기심, 만족도, 지속 이용 의도 항목에서 두 가지 다른 VR 콘텐츠 간 사용자 경험에 유의미한 차이가 있는지 대응표본 t-검정(Paired t-test)으로 분석하였다.

몰입도 측정 결과, 제안하는 2.5-D 콘텐츠(M= 5.49)가 2-D 콘텐츠 방식(M=3.97)보다 통계적으로 유의하게 높은 점수를 보였다(t(39)=7.25, p<0.001). 지적호기심도 2.5-D 콘텐츠(M= 5.98)가 2-D 콘텐츠 방식(M=4.01)보다 통계적으로 유의하게 높은 점수를 보였다(t(39)=7.05, p<0.001). 콘텐츠 만족도는 2.5-D 콘텐츠(M= 6.14)가 2-D 콘텐츠 방식(M=4.62)보다 역시 통계적으로 유의하게 높은 점수를 보였다(t(39)=7.05, p<0.001). 지속이용여부도 2.5-D 콘텐츠(M= 6.10)가 2-D 콘텐츠 방식(M=4.61)보다 통계적으로 유의하게 높은 점수를 보여(t(39)=7.05, p<0.001), 실험 참가자들은 네 가지 항목 모두에서 2.5-D로 변환한 작품에서 기존의 2-D 기반 콘텐츠보다 높은 사용자 경험을 보고하였다(표 2).

### 4-4 정성 결과 분석

콘텐츠 체험 후 응답한 설문 조사 주관식 의견에서 좋았던 점의 다수 의견으로는 2.5-D VR 콘텐츠 방식이 작품으로 들어가 직접 체험할 수 있어 흥미롭고 몰입할 수 있었다는 응답

**표 2.** 2.5-D 콘텐츠(제안방식) v.s. 2-D 콘텐츠(원본) 간 사용자 경험 설문 항목에서의 대응표본 t-검정 결과

**Table 2.** Paired t-test results in user experience questions between 2.5-D Content (proposed method) and 2-D Content (original) (M: mean, SD: standard deviation, t: t-value, p: probability, df: degree of freedom)

	2.5-D Content (proposed method)		2-D Content (original)		t	p	df
	M	SD	M	SD			
<b>Immersion</b>	5.49	0.90	3.97	1.32	7.25	<.001***	39
<b>Intellectual curiosity</b>	5.98	0.94	4.01	1.46	7.05	<.001***	39
<b>Content satisfaction</b>	6.14	0.83	4.62	1.36	7.14	<.001***	39
<b>Continued usage intention</b>	6.10	0.77	4.61	1.41	6.49	<.001***	39

이 가장 많았다.

“(2-D 콘텐츠와 비교해) 직접 작품 안을 돌아다니는 느낌이 들어 재밌고 흥미로웠다.”(25세, 남)

“VR 작품을 더 몰입할 수 있었던 새로운 경험이었다. 작가의 다른 작품도 이러한 방식으로 체험하고 싶었다.”(25세, 여)

아쉬웠던 점으로는 작품 설명과 콘텐츠 양이 부족했다는 응답이 나왔다.

“내가 이 작품과 작가에 대한 이해도가 낮아서 좀 더 정확한 답을 주지 못한 것 같다. 작품 옆에 설명이 있었으면 좋았을 것 같다.”(26세, 남)

“콘텐츠 안에서 즐길 거리가 조금 없었다.”(28세, 남)

설문지에서의 정성 평가에 추가로 보다 구체적인 의견을 듣기 위해 심층 인터뷰를 추가로 시행하였다. 심층 인터뷰는 성별, 연령, VR 이용 빈도, 각 콘텐츠에 대한 선호도 등을 고려하여 임의로 선정한 5명의 참가자에 대해 추가로 진행하였으며 심층 인터뷰 대상자의 나이, 성별, 직업, 평소 월 VR 이용 빈도 정보는 표 3과 같다.

인터뷰 질문으로는 1. 각 콘텐츠의 어떤 요소가 다른 콘텐츠와 비교해 더 몰입하게 만들었다고 느꼈는지, 2. 이러한 콘텐츠를 실제 전시장 혹은 학교와 같은 교육 현장에서 체험하게 된다면 어떨지, 3. 앞으로 이러한 콘텐츠가 나온다면 이용할 의도가 있는지를 주로 질문하였다.

첫 번째 질문 ‘각 콘텐츠의 어떤 요소가 다른 콘텐츠와 비교해 더 몰입하게 만들었다고 느꼈는지’에서 심층 인터뷰 참가자들은 2.5-D 콘텐츠는 2-D 콘텐츠와 비교했을 때 직접

작품 속을 들어가서 체험한다는 점, 소리, 둘러싼 환경 등의 요소가 몰입도를 높여주었다고 응답하였다.

“소리의 상호작용이 더 몰입할 수 있게 도와준 것 같다. 또한 (2D 콘텐츠에서) 벽에 걸린 그림보다 더 그림에 집중하고 세세하게 ... 작품 안에 들어가 움직이면서 볼 수 있다는 점도 더 몰입할 수 있었던 요소였다.”(25세, 남)

“둘러싼 환경이 몰입에 도움이 되었다. ... 작품 세계를 확장하게 시켜줘서 몰입감이 높았다.”(26세, 여)

“작품을 관람하는 환경이 먼저 주어지는 2D 콘텐츠가 오히려 온라인화, 디지털화된 미술관 느낌을 줘서 좋았다. 하지만 2.5D 콘텐츠보다 몰입감이 떨어지는 ... 2D 콘텐츠의 형태에서 2.5D 콘텐츠로 들어가는 형태가 되면 좋을 것 같다.”(29세, 남)

두 번째 질문 ‘실제 전시장 혹은 학교와 같은 교육 현장에서 체험하게 된다면 어떨지’에서는 전시 현장이나 교육 분야의 전시 콘텐츠로서 학생들의 집중도, 동선, VR의 특성상 멀미의 문제가 있지만, 다양한 참여자에게 작품을 감상할 수 있는 체험의 기회, 다른 교육 콘텐츠와는 차별화된 경험 제공 등이 장점이라는 의견을 주었다.

“아직은 제한적인 것 같다. ... 이 콘텐츠는 동선 짜기가 어려울 것 같다. 방해물이 없어야 하고 서로 부딪히지 않게끔 구성해야 하는 등을 고려해야 할 것이다. 하지만 ... 모든 계층에게 (작품을 감상할 수 있는) 체험의 기회를 줄 수 있다는 점은 교육 콘텐츠로서의 장점을 가진 것 같다.”(28세, 남)

“좀 더 와 닿고 몰입감이 있고 그 상황을 체험할 수 있어서 교육 콘텐츠에 좋을 것 같다. 멀미하는 사람은 오래 하지 못한다는 점만 단점일 것 같다.”(27세, 여)

“좋을 것 같다. 구글에서 이미 (2D 콘텐츠와 같은) 이러한 서비스를 진행하고 있으니, 2.5D 콘텐츠는 작품 속을 들어가는 색다른 콘텐츠라 이것이 장점이 돼서 교육용으로도 차별화되는 ...”(29세, 남)

세 번째 질문 ‘향후 이런 콘텐츠가 나온다면 이용할 의도가 있는지’에서는 이러한 콘텐츠가 전시의 접근성을 높여주고, 참여자는 감상에 방해받지 않고 혼자서 작품을 집중해서 볼 수 있다는 점, 기존의 전시 콘텐츠와 다른 새로운 관람 경험을 할 수 있다는 점에서 5명의 인터뷰 대상자 모두 매우 긍정적인 반응을 보고하였다.

“이용할 의도가 있다. 실제 전시장은 ... 접근성이 떨어지는데, 이러한 콘텐츠는 직접 안 가도 되고, 전시장에 사람이 나 밖에 없다는 점이 좋았다. 2D 콘텐츠와 같은 일반적인 전시 콘텐츠는 늘 많았어서, 그에 비해 새로운 자극을 주는 콘텐츠라 더 좋았다.”(25세, 남)

“VR은 게임 산업에서만 많이 이용해서 게임을 안 좋아한다면 VR 체험의 장이 없었는데, 이런 (전시) 산업에서 VR을 적용시키면 더 많은 사람이 이 분야에 관심을 가질 수 있을 거고, 재미의 부분이 늘어나니까 좋은 것 같다. 앞으로도 (이러한 콘텐츠를) 이용하고 싶다.”(26세, 여)

“이용할 의도가 있다. 관람할 때 게이미피케이션 (Gamification) 요소가 있어서 흥미로웠다. 사용자의 경험을 확장하게 시켜주는 이러한 창의적인 관람 방법이 많아져야 하는 것이 아닌가하는 생각이 든다. 시각적 요소에만 머무르는 게 아니라 VR을 이용한 확장된 시각, 청각 등이 있으니, 이러한 콘텐츠는 다른 감각을 더 증강함으로써 작품 관람에 있어서 더 기억에 남을 것이다.”(29세, 남)

#### 4-5 논의

Marshall McLuhan이 ‘하나의 감각에 편중된 지각이 아니라 모든 감각이 함께 동원되어 인지되는 지각이야말로 진정한 지각’[22]이라고 언급하였듯이 인간은 다중 감각을 통하였을 때 훨씬 더 만족스러운 경험을 할 수 있는 가능성이 커진다. 2.5-D 콘텐츠로 변환하였을 때 사용자들의 경험이 몰입감과 만족도를 포함한 여러 측면에서 높게 나온 것은 2.5-D 변환으로 작품 내 새롭게 생성되는 3차원 공간이 그런 다감각적 경험을 가능하게 하였기 때문인 것으로 추측할 수 있다.

현재의 VR 기술은 청각, 후각, 촉각 등의 다감각 (Multisensory)으로 확장된 복합적인 피드백을 제공할 수 있다. 이는 VR 전시가 현실 세계의 전시를 복제하는 방식의 전시를 넘어 온전히 독립된 새로운 방식의 전시를 구성할 수 있음을 의미한다. 2.5-D 변환에 의한 콘텐츠 재구성은 최소한의 추가 재창작 노력으로 이러한 VR 기반 새로운 전시 가능성을 탐구하는 방법이라고 할 수 있다.

본 연구는 몇 가지 한계를 지닌다. 우선, 실험에서 기존의 콘텐츠보다 단지 새롭다는 이유로 2.5-D 콘텐츠에 더 높은 점수를 줄 수 있는 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 추후, 보다 장기적인 기간에 걸친 실험이 필요하다. 또한, 본 연구는 비교적 젊은 연령을 대상으로만 진행하여 일반적으로 전통적인 방식을 좋아하는 연령대로까지 결과를 확장해서 해석하기 어

표 3. 심층 인터뷰 대상자 정보

Table 3. In-depth Interview Participants information

Participants	1	2	3	4	5
Age	25	26	27	28	29
Sex	Male	Female	Female	Male	Male
Occupation	Undergraduate Student	Graduate Student	Graduate Student	Office Worker	Graduate Student
VR Usage Frequency per month	0~1	0~1	2~3	2~3	0~1

럽다. 마지막으로, 하나의 작품에 대한 사례 연구 실험 결과에기에 다양한 형태의 다른 작품들을 대상으로 한 추후 후속 연구가 필요하다.

## V. 결론

인간의 경험 세계를 확장하는 VR 기술의 등장은 교육, 예술, 엔터테인먼트 등의 많은 영역에서 새로운 콘텐츠와 그에 따른 새로운 경험의 가능성을 열고 있다. 본 논문에서는 HMD 기반의 VR 전시에서 더 나은 경험 제공을 위한 2.5-D 콘텐츠 변환 방법을 제안하고 사례 연구와 실험을 통해 그 효과성을 알아보았다.

20-30대 40명을 대상으로 진행한 비교 실험에서 제안한 방법은 작품의 원본성을 최대한 유지하면서 쉽게 원본 작품을 보다 몰입적이며 지적호기심을 유발하는 콘텐츠로 변환시킬 수 있음을 확인할 수 있었다. 관객들은 2.5-D 변환으로 새롭게 생기는 3차원 공간에서 관조적 감상이 아닌 보다 수행적이며 능동적 감상을 할 수 있었고 같은 이유로 입체적 청각 자극을 통해 더 만족스러운 감각적 경험을 할 수 있었다.

이 방법은 예술 또는 교육 분야에서 전시 콘텐츠의 접근성을 높여주고, 참여자의 경험과 교육적 효과를 향상해주는 방법으로 사용될 수 있다. 향후 연구로는 다양한 사례 연구를 통해서 2.5-D 변환 방식의 가이드라인을 보다 구체화하는 것이 필요하다. 또한, 계속해서 발전하는 VR 기술 및 관련 플랫폼에 특화된 보다 다양한 전시 기획과 연출 방법에 대한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] H. I. Kwon, S. G. Jung, and B. R. Jeong, "Research on Deduction of Service and Criticality Analysis for Revitalization of Virtual Reality Industry", *Journal of Korea Service Management Society*, vol. 17, pp. 307-326, 2016.
- [2] E. S. Seo, "A study on interactivity of fusion contents based on VR-technology: Focusing on image expansion change", *Korean Cinema Association*, vol. 79, pp. 183-216, 2019.
- [3] K. S. Han, "The Effect of Presence and Interactivity of Digital Signage Using 3D Virtual Reality on Brand Experience and Attitude", *Journal of Digital Convergence*, vol. 17, no. 4, pp. 299-307, 2019.
- [4] H. K. Kim, "A Study on the Plan and Development of the Cyber Exhibition", *Humanities Contents*, vol. 7, pp. 51-72, 2006.
- [5] Google Arts & Culture [Internet]. Available: <https://artsandculture.google.com/>.
- [6] Dreams of Dali in Virtual Reality [Internet]. Available: <https://thedali.org/exhibit/dreams-of-dali-in-virtual-reality/>.
- [7] The Kremer Collection [Internet]. Available: <http://www.thekremercollection.com/the-kremer-museum>.
- [8] Versailles: The Palace is Yours [Internet]. Available: <https://artsandculture.google.com/project/versailles>.
- [9] ROOVR [Internet]. Available: <http://roovr.kr/>.
- [10] K-VR museum [Internet]. Available: <https://360vrmuseum.com/>.
- [11] Y. H. Baek, An Efficient Acoustic Distance Rendering Algorithm in Virtual Reality System, Ph.D. dissertation, Yonsei University, Seoul, AU, 2017.
- [12] Zygmunt Bauman, Liquid modernity, *Kang*, 2009.
- [13] B. G. Witmer and M. J. Singer, "Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire," *Presence*, vol. 7, no. 3, 1998.
- [14] S. E. Park, A Study on 2.5-D-based Content Reconstruction Method for More Immersive Experience in Virtual Reality Exhibitions, Master Thesis, Sogang University, Seoul, 2019.
- [15] Litman, J. A., "Interest and deprivation factors of epistemic curiosity", *Personality and Individual Differences*. vol. 44, no. 7, pp. 1585-1595. 2008.
- [16] H. J. Jang and K. H. Kim, "Study on the Influence of VR Characteristics on User Satisfaction and Intention to Use Continuously - Focusing on VR Presence, User Characteristics, and VR Sickness -", *Journal of the Korea Contents Association*, vol. 18, no. 5, pp. 420-431, 2018.
- [17] Davis, F. D., "Perceived usefulness, easy of use, and the user acceptance of information technology", *MIS Quarterly*. vol. 13, no. 3, pp. 319-340, 1989.
- [18] M. S. Choi, A Study on the Influence of Factors Such as Personal Innovativeness, Social Influence and User Interface on Smart Phone Acceptance: Based on an Expanded Technology Acceptance Model, Ph.D. dissertation, Ewha Womans University, Seoul, JA, 2011.
- [19] Pitt, L., Watson, R., and Kavan, C., "Service Quality: A Measure of Information Systems Effectiveness", *MIS Quarterly*, vol. 19, no. 2, pp. 173-187. 1995.
- [20] John Fiske, British cultural studies and television. In Channels of Discourse, reassembled: Television and Contemporary Criticism, Robert C. Allen. ed. *The University of North Carolina Press*, p. 284, 2010.
- [21] H. Y. Shin, A Study on the Factors Affecting the Continued Usage Intention of Internet Portal Site, M.A. dissertation, Yeungnam University, Gyeongbuk, DE, 2009.
- [22] Marshall McLuhan, Understanding Media -The Extensions of Man-, *MIT Press*, p. 46, 1994.
- [23] Student's t-Distribution [Internet], Available:



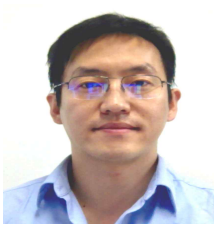
<http://mathworld.wolfram.com/Studentst-Distribution.html>



**박시은(Sieun Park)**

2018년 : 숭실대학교(공학사-미디어)

※ 관심분야 : VR, Digital Content, Virtual Exhibition, Art&Technology



**김주섭(Jusub Kim)**

2000년 : 연세대학교(공학사-전자공학)

2002년 : 연세대학교 대학원(공학석사-전자공학)

2008년 : 미국 메릴랜드대 대학원(공학박사-컴퓨터공학)

2008년~2012년 : 미국 Rhythm & Hues Studios

2012년~현재 : 서강대학교 아트&테크놀로지 학과 교수

※ 관심분야 : Creative Computing, HCI, New Media 등