

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.2.105>

JCCT 2023-3-13

평면 스크린의 한계를 벗어나기 위한 디지털 아트에서의 현실적 공간 표현에 대한 연구

A Study on the Realistic Spatial Expression in Digital Art to Escape the Limitations of Flat Screens

정세빈* 최두현** 임수연***

Sebin Jung* Doo-Hyun Choi**, Sooyeon Lim***

요약 3차원의 세계를 작품으로 구현해내려는 시도는 시대와 매체를 구분하지 않고 계속되어왔으며, 그 목적은 현실의 재현보다도 몰입 상태의 구현이다. 본 연구는 디지털미디어아트에서 최종적으로 관람자와 마주하는 매체인 평면 스크린이 완전한 몰입을 방해한다고 보고, 스크린의 한계를 벗어나 공간의 현실감을 주는 작품들의 사례를 조사하고 분석하였다. 분석한 결과를 작품 제작에 활용한 결과, 디지털미디어아트 분야에서 현실적 공간의 제시와 몰입의 강화는 스크린 내의 시각적 영상 콘텐츠뿐만 아니라 전시 환경에 맞는 설치, 결과적으로 구성되는 공간 그 자체까지 작업으로 보아야 한다는 것을 알 수 있었다.

주요어 : 평면 스크린, 디지털미디어아트, 현실적 공간 표현, 몰입

Abstract Attempts to embody the three-dimensional world into works have continued without distinguishing between the times and the media, and the purpose is to realize an immersive state rather than the reproduction of reality. It was considered that the flat screen, which is the medium that finally faces the viewer in digital media art, hinders complete immersion, and this study investigated and analyzed the cases of works that give a sense of reality of space beyond the limits of the screen. Using the results of the analysis to produce the work, it was found that the presentation of the realistic space and enhancing immersion in the digital media art field should be viewed not only as visual video content on the screen, but also as an installation suitable for the exhibition environment and the resulting space itself.

Key words : Flat screen, digital media art, realistic spatial expression, immersion

1. 서론

눈의 착시를 이용하여 평면 위에 공간을 입체적으로 표현하는 일은 미술사에서 흔하게 찾을 수 있다. 원근법을 사용해 그려진 마사초(Masaccio, 1401~1428)의

<성 삼위일체(Santa Trinità)>를 시작으로 3차원의 현실을 구현하려는 욕망은 시대를 막론하고 계속되어왔다(그림 1 참조). 이러한 표현 욕구가 실제 현실과 완전히 같은 공간을 만들어 내고자 하는 것인지, 아니면 현실과 같이 몰입할 수 있는 공간을 요구하는 것인지는 생각해볼 필요가 있다. ICT를 기반으로 하여 인간의 감

* 경북대학교 대학원 디지털미디어아트학과 석사과정 (제1저자) Received: January 25, 2023 / Revised: March 1, 2023

** 경북대학교 IT대학 전자전기공학부 교수 (공동저자)

*** 경북대학교 예술대학 미술학과 교수 (교신저자)

접수일: 2023년 1월 25일, 수정완료일: 2023년 3월 1일

게재확정일: 2023년 3월 8일

Accepted: March 8, 2023

***Corresponding Author: sylim@knu.ac.kr

Dept. of Fine Arts, Kyungpook National Univ, Korea

각기관과 인지능력을 자극하여 실제와 유사한 경험 및 감성을 느낄 수 있게 해주는 유형의 콘텐츠를 실감형 콘텐츠라고 하는데[1], 이러한 ‘실감형 콘텐츠’, ‘실감형 미디어아트’라는 용어의 빈번한 사용과 최근 미디어아트 작품의 동향을 살펴보았을 때 궁극적으로 표현하고자 하는 공간은 실제적이 아닌 현실적 공간임을 알 수 있다.

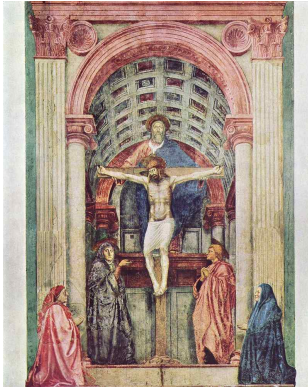


그림 1. '성 삼위일체', 마사초, 1426-1428
Figure 1. 'Santa Trinità', Masaccio, 1426-1428

기술의 발달로 3D 그래픽 프로그램을 사용해 3차원의 가상공간을 다룰 수 있게 되었으며, 그래픽으로 만들어진 가상공간은 현실의 3차원 입체 세상을 모방하고 있어 작업자에게 마사초가 원근법을 통해 공간을 그려낸 것과 같은 특별한 기술을 요구하지 않는다. 현실 세계에서 비디오 촬영을 하는 것처럼 가상공간에 사물을 배치하고, 가상의 카메라를 통해 다양한 형식으로 출력해낼 수 있게 된 것이다.

하지만 전통적 회화에서 공간을 그려내는 방식과 3D 그래픽 프로그램에서 공간을 제시하는 방식에는 분명한 차이가 존재한다. 전통적 회화에서 평면의 캔버스 혹은 벽에 입체인 가상을 표현하고자 했다면, 가상의 입체 공간에서는 입체물을 다루더라도 결과적으로 관람자에게 작품으로 관계하는 매체는 평면의 스크린이다. 오히려 입체의 공간을 평면으로 압축하는 현상이 일어나는 것이다. 이러한 현상은 보여지기 위해 스크린이 필요한 작업에서 공통적인 한계로 나타난다. 따라서 삼차원을 다루는 프로그램을 사용해 몰입감 있는 3차원 입체 공간을 작품으로 제시하려면, 2차원을 3차원으로 보이도록 표현해 몰입감을 주는 것과는 또 다른 방안이 필요하다. 가장 손쉽게 3차원을 경험할 수 있는 방법으

로 HMD(Head Mounted Display)를 사용하여 가상의 공간을 표현하는 VR(Virtual Reality)을 들 수 있다. 다양한 분야에서 VR 기술을 적용하여 사용자에게 현실에 가까운 3차원 가상 환경을 제공하고 있으나[2], HMD를 착용하지 않으면 그것을 온전하게 체험할 수 없고 다수의 관람을 위해서는 보조적으로 스크린이 필요하다는 점에서 분명한 한계를 보인다[3].

본 연구는 해결의 방안이 평면 스크린을 벗어나는 것이라고 보고, 이러한 시도가 적용된 디지털미디어아트 작품의 유형을 매체 특성에 따라 평면 스크린의 물리적 입체화, 아나몰픽 기법을 활용한 몰입강화, 환경의 스크린화로 분류했다.

II. 디지털미디어아트에서의 현실적 공간 표현

1. 평면 스크린의 물리적 입체화

먼저 스크린 자체의 구조적 변화를 통하여 평면 스크린의 물리적 입체화를 시도한 경우가 있다. 최근 옥외 광고판을 대체하여 도시에서 흔히 볼 수 있는 디지털 사이니지를 그 예시로 들 수 있다. 디지털 사이니지란 공공장소나 상업공간에서 인터넷 및 모바일 미디어와 연동해 다양한 광고, 마케팅, 공공서비스 정보 등을 제공하는 디지털 미디어 플랫폼을 의미하는 것으로, 디지털 정보 디스플레이(DID, Digital Information Display)를 통해 정보가 제공되고, 양방향 커뮤니케이션이 가능하므로 TV, PC, 스마트폰에 이어 제4의 스크린 미디어로 여겨지면서, 광고뿐 아니라 문화 콘텐츠를 구현하는 수단으로 활용되거나 도시 경관의 품격을 높이는 데 기여하는 매체다[4]. LED 패널을 사용하여 구조적 형태를 자유롭게 구성할 수 있으며 대형화가 가능해 기존의 디스플레이와는 구분되는 특징을 가진다. 스크린은 평면이라는 고정관념을 깨고 그 자체가 입체의 구조를 가질 수 있게 된 것이다.

류재하 作 <미디어 침성대>는 LED 패널을 사용하여 실제 침성대 크기의 입체 조형물을 제작, 구조적 변화를 통해 스크린의 한계를 벗어났다(그림2 참조).



그림 2. '미디어 첨성대', 류재하, G20, 2010
Figure 2. 'Media Cheomseongdae', Lyu Jaeha, G20, 2010

2. 아나몰픽 기법을 활용한 몰입강화

평면 2차원으로 여겨지던 스크린이 입체의 부피감을 가지면 스크린 내의 영상 콘텐츠도 필수적으로 변화가 요구된다. 관람자의 시점이 한정된 평면과 달리 입체는 관찰할 수 있는 시점이 다양해져 실제로 입체 형상을 가져다 놓지 않는 이상 왜곡되는 현상이 발생하기 때문이다. 물론 그 자체를 작업으로 해석해낼 수도 있지만, 현실과 같은 몰입감을 주기 위해서는 일그러진 상을 바로잡아 새롭게 인식할 수 있는 기술이 필요하다. 그러한 예시로 아나몰픽(Anamorphic) 기법을 들 수 있다.

아나몰픽이란 특정 지점에서 또는 적절한 거울이나 렌즈로 볼 때 정상적으로 보이는 왜곡된 투사 또는 그림, 혹은 그러한 기술로 정의되는데, 영화 산업에서는 촬영된 영상이 관객에게 보이기 위해 비디오로 출력될 때 4 대 3의 비율로 변화하는 과정에서 손실되는 시야 각을 회복하기 위한 노력으로 시도한 것을 유래로 찾을 수 있다. 촬영에 사용되는 아나몰픽 렌즈는 일반적으로 사용되는 렌즈와 달리 정면에서 보면 위아래로 긴 타원 형태를 하고 있어 왜곡된 상으로 촬영되며, 상을 원래의 비율로 처리하는 과정에서 육안과 비슷한, 기존보다 더 넓은 시야를 얻을 수 있다. 몰입에 방해가 되는 요소인 왜곡을 거꾸로 이용하는 것이다. 디지털미디어아트 분야에서도 아나몰픽이라는 용어는 왜곡을 활용해 스크린 너머에 입체의 공간이 있는 것처럼 착각하게 하는 기술을 가리킨다.

스크린 내의 영상 콘텐츠를 제작할 때 관람자의 시

점을 미리 설정해두는데, 그 특정한 시점에서 관람했을 때 더욱 몰입도 있는 감상이 가능하다(그림3 참조). 이러한 방식은 관람자의 위치를 다시금 고정하는 한계를 가지고 있어 다른 시점으로 감상했을 때 몰입도가 깨질 수 있다는 한계를 가지고 있지만, 실외에 설치되는 디지털 사이니지의 경우 매체 자체의 크기가 워낙 크기 때문에 이를 보완할 수 있다.



그림 3. 영국 런던 피카딜리 광장의 디지털 사이니지, 2022
Figure 3. Digital signage in Piccadilly Square, London, UK, 2022

3. 환경의 스크린화

HMD를 사용하는 VR 분야에서 그러하였듯이, 고정된 시점에서 인간의 눈이 인식할 수 있는 화각 이상을 보여주면 뇌는 그것을 환경으로 인식해 평면 스크린 그 이상으로 받아들여지게 된다. 하지만 디스플레이를 쓰거나 눈에 가까이 대는 방식은 전혀 새롭게 없고 매우 오래된 몰입의 방식이기도 하다. 인류는 상당히 오래전부터 앞서 언급한 바와 같이 몰입적인 건축물 안에서 가상현실을 경험했던 것과 더불어 이미지로 눈의 시야를 포위하는 방식으로 이미지 몰입해왔다[5]. 빔 프로젝터를 벽면 전체에 투사하거나 바닥까지 표현해냄으로써 관람자가 환경 자체에 들어온 것처럼 몰입을 피하는 작업 방식 또한 같은 효과를 볼 수 있다.

2020~2021년 동대문 디자인 플라자(DDP)에서 진행된 일본의 미디어 융합 콜렉티브 팀 팀랩(teamLab)의 'teamLab:LIFE'전은 국내에서 큰 인기를 끌었다. 팀랩의 작업은 전시 환경 그 자체를 스크린으로 사용한다. 이것은 2.1에서 밝힌 '스크린의 물리적 입체화' 사례와 비슷하다고 여겨질 수 있으나, 작가가 따로 입체의 구조물을 만들어내는 것이 아니라 환경으로 존재하는 벽과 바닥

공간을 스크린으로 사용해 관람자로 하여금 작품 안으로 들어온 것처럼 느끼게 한다는 점에서 구분된다.

관람자와 분리되어 타자화될 여지가 있는 다른 방식과 달리 둘러싸고 있는 환경 자체를 작품으로 인식하게 함으로써 작품과 관람자의 관계를 재설정한다.



그림 4. '물 입자의 우주, Transcending Boundaries', 팀랩, 2017

Figure 4. 'Universe of Water Particles, Transcending Boundaries', teamLab, 2017

2017년 작 <물 입자의 우주, Transcending Boundaries>를 보면, 인터랙션이 가능한 작품의 특성상 관람자의 위치에 따라 물줄기의 흐름이 달라지며 영상 콘텐츠 자체로서도 충분히 작품과 관람자 사이의 관계를 강화하고 있지만, LED 패널이 아닌 빔 프로젝터를 사용한다는 점도 몰입을 강화하는 하나의 요소로 작용한다(그림 4 참조). 빛의 직진하는 성질에 의해 빔 프로젝터가 투사하는 빛은 신체를 통과하지 못해 그림자를 만들어 내고 텍스처로써 관람자의 신체에 존재하게 되는데, 관람자인 '나'의 존재가 작품에 영향을 주며 작품이 된 환경에 실제로 존재하고 있음을 느끼게 한다.

위 작품은 벽면 또는 바닥면 자체로만 보았을 때 입체감을 느끼게 하는 다른 요소를 사용하지 않기 때문에 스크린 너머 공간의 존재를 암시하고 있지는 않지만, 아이러니하게도 그 평평함이 또 다른 공간성을 느끼게 한다고 설명한다. 이들의 표현에 따르면 선적인 물줄기는 "납작하게 되어(flattened)" 그 결과 "초주관적인 공간"을 만들어내며, 실제 물에 젖지 않으면서 흐르는 물줄기의 역동성을 보다 흥미로운 방식으로 체험할 수 있게끔 해준다. 이들이 말하는 "초주관적 공간"은 관람자가 가지는 인종, 지역, 성별, 연령 등 구체적인 삶의 형태들의 상이함에도 불구하고, 동일한 관람조건 속

에서 공동의 감각을 느낄 수 있는 기회를 제공하는 것이다[6].

III. 환경의 스크린화를 활용한 작품제시

1. 설치 공간의 표현

공간의 표현을 위해 본 연구자는 작업에서 위에서 언급한 방법 중 환경의 스크린화를 사용했다. <경계: 영에서이십사까지>(2021)는 가로 8m, 세로 3m 규모로 벽면에 빔 프로젝터 두 개를 사용하여 벽면을 스크린화했다(그림 5 참조). 성인 남성의 평균 신장을 웃도는 큰 규모를 통해 관람자가 고개를 돌려 시야가 바뀌더라도 환경으로 인식할 수 있다. 또한 광원이 두 개이기 때문에 빛이 엇갈리는 지점에서는 독특한 방식으로 그림자가 맺혀 관람자에게 색다른 경험을 제공하기를 기대할 수 있다.

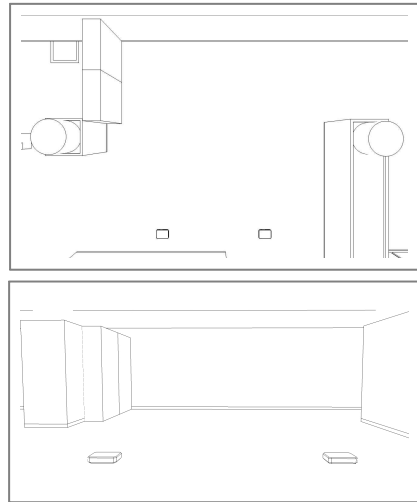


그림 5. <경계: 영에서이십사까지>(2021) 설치 계획도
Figure 5. <경계: 영에서이십사까지>(2021) installation plan

<경계>(2022)는 전 작업 <경계: 영에서이십사까지>와는 달리 2m 남짓의 작은 공간에서 진행되었기 때문에 환경 자체를 스크린화하더라도 큰 규모에서 오는 압도감을 주기는 어려웠다. 하지만 옛 가옥을 전시장으로 꾸민 공간의 특성상 환경 자체에 대한 개성적인 감성과 작은 규모에서 오는 몰입감

을 활용할 수 있었다. 빔 프로젝터 두 개를 사용하여 한 벽면이 아닌 ‘ㄷ’자의 삼면에 걸쳐 영상을 투사하고, 모서리에 상이 맺힐 때 발생하는 왜곡을 줄이면서도 환경 자체의 형태에 집중하게 되는 것을 막기 위해 천을 매달아 설치했다. 벽에 붙어 곡선의 스크린을 구성한다기보다, 천의 형태가 그대로 드러나며 입체였던 가상 공간이 평면의 천에 묻어나오는 듯한 느낌을 준다. 공간으로써 존재하도록 설치한 <경계: 영에서이십사까지>와 다르게 여러 형태로 평면과 입체를 드나드는 실험적 구조를 시도하였다(그림 6 참조).

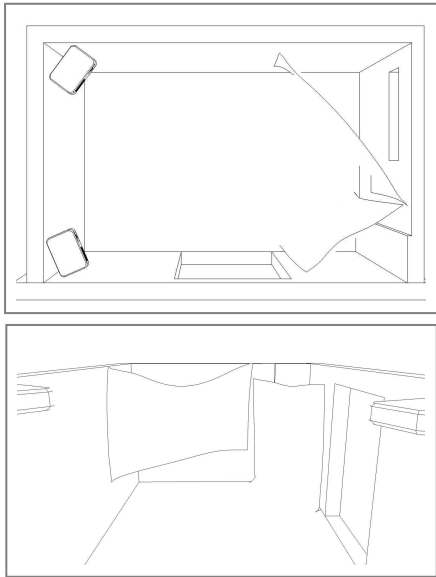


그림 6. <경계>(2022) 설치 계획도
 Figure 6. <경계>(2022) installation plan

2. 현실적 공간의 표현

<경계: 영에서이십사까지>는 3차원 게임 엔진 프로그램인 언리얼 엔진을 사용해 현실감 있는 자연의 모습을 구현했다. 스크린 너머에 공간이 있는 것처럼 표현하기 위해 3차원 가상공간 안에서 사실적인 언덕과 하늘을 만들고, 3차원 스캐너로 실제 물체를 스캔해 만든 3D 모델 식물을 환경에 배치하여 육안과 흡사하도록 설정된 가상 카메라를 통해 포착한 장면을 빔 해상도에

맞게 출력했다. 이렇게 만들어진 영상 형식의 가상 평야 공간은 바닥부터 천장까지 큰 규모로 투사해 실제처럼 보이는 고품질의 가상 환경의 자연물이 실제와는 다른 압도적인 크기로 관람자를 맞이한다. 이는 위에서 분류한 세 가지 방식 중 환경의 스크린화에 해당한다.

또한 스크린 내 공간의 분위기와 그림자를 변화시키는 빛의 움직임이 빔 프로젝터가 제시하는 스크린 외의 규모와 시간의 흐름을 짐작하게 하여 관람자에게 보이는 것 이상의 거대한 공간을 암시하는 효과를 얻을 수 있다. 팀랩의 ‘물 입자의 우주, Transcending Boundaries’처럼 직접적으로 관람자와 소통하며 관계를 맺고 있지는 않지만, 간접적으로 관람자가 가상의 장소에 실제와는 다른 상황으로 실제한다는 착각을 주며 다른 종류의 몰입감을 느낄 수 있다.

작품의 제목에서 암시하듯 4분 남짓의 영상은 24시간 동안 해의 움직임에 따라 생겨나는 그림자의 변화를 압축적으로 담고 있다. 하지만 풀의 움직임은 자세히 보아야 알아챌 수 있을 정도로 느리게 변화한다. 이러한 논리적 모순은 영상 재생 시간 동안 지속적으로 관찰하는 관람자에게 현실의 논리와는 다른 경험을 제공한다. 또한 전시장의 메인 공간에 위치하여 어떤 동선으로 관람하더라도 작품을 지나칠 수밖에 없는데, 관람자가 작품을 관람하는 찰나의 이미지는 기억 속에서 빠르게 휘발되어 같은 작품을 감상하더라도 관람자마다 다른 시공간의 경험을 제공하고, 다른 인상을 느끼도록 한다(그림7 참조).

<경계> 역시 자연의 모습을 담고 있으며, 하루가 가는 모습을 5분가량의 압축적인 영상의 형식으로 표현해 뒤틀린 가상의 시공간을 제시한다. 하지만 앞뒤로 긴 직사각형 비율의 좁은 전시장 환경은 관람자에게 이전의 작업과는 다른 감상을 남긴다. 이동하며 지나치거나 자유로이 움직일 수 없는 작은 공간에서 관람자는 제한된 위치와 시점을 가지고 작품을 대하게 된다. 공간 자체로 존재하며 실제 공간이 그러하듯 관람자인 ‘나’와 작품 사이의 관계를 간접적으로 설정하던 <경계: 영에서이십사까지>와 다르게, <경계>는 공중에 떠있는 것처럼 환경에 덧대어진 천과 중첩된 빔 프로젝터 스크린 같은 요소로 관람자에게 공간에 대한 질문을 제시한다.



그림 7. <경계: 영에서이십사까지>, 정세빈, 2021
 Figure 7. <경계: 영에서이십사까지>, Jung Sebin, 2021

실제 현실에서는 볼 수 없는 현상이 육안의 화각 안에서 주어졌을 때도 몰입이 가능한지, 가능하다면 그러한 몰입은 어디에서 오는 것인지 관람자에게 자유로운 답변을 요구한다(그림8 참조).

<경계: 영에서이십사까지>가 실제와 다른 시점과 규모를 통해 차이를 주었다면, <경계>에서는 그림자를 변화시키는 광원인 태양이 거대한 모습으로 스크린 내에 등장한다. 풀과 나무가 뻗은 수풀 사이로 직접적으로 비치는 태양의 모습은 약 1억 5천만km로 알려진 태양과 지구 사이의 거리를 전시 공간 안으로 압축해온 것만 같은 심미적 경험을 제공한다.

언덕 아래에 감춰져 있던 태양은 관람자의 정면에서 떠올라 수직으로 움직이면서 풀과 나무의 그림자를 통해 관람자의 후면 공간으로 이동하고 있음을 암시한다. 빛이 투사되는 방향과 태양이 비추는 방향이 일치되는 순간, 관람자는 빔 프로젝터에 의해 앞에 있는 바닥 또는 천에 맺힌 그림자가 마치 가상의 광원이 내뿜는 빛이 자신의 신체를 통과하지 못하고 그림자를 만들어낸다고 착각하여 작품의 환경 안에 존재하는 것처럼 느낄 수 있다.

IV. 결론

3차원의 세계를 작품으로 구현해내려는 시도는 시대와 매체를 구분하지 않고 계속되어왔으며, 그 목적이 현실의 재현보다도 실제로 존재하는 것처럼 몰입하여 느끼는 상태의 구현은 부정할 수 없을 것이다. 이러한 몰입을 연구한 학자로 그라우(Oliver Grau, 1965~)를 들 수 있다. 그라우는 ‘매체’의 의미를 작품의 물적 토대로부터 환영과 몰입이라는 관람자의 심리적 상태와 지각적 경험으로 확장함으로써 전통적인 미술사의 서술에서 상대적으로 고립되어 왔던 미디어아트의 역사성을 확보하고자 했다. 그의 논의에 따르면 미술의 근본적 원칙으로서의 환영, 즉 2차원의 평면인 회화에 3차원의 대상을 재현하는 ‘눈속임’이 순전히 시각적으로 경험되는 ‘회화적 가상성’이었던 반면, 몰입은 환영이 공간으로 확산되어 ‘다감각적인 현상’을 만들어내는 것이라고 했다[7]. 하지만 그 몰입을 위해 3차원 현실 세계와 같은 논리로 만들어진 3D 그래픽 프로그램을 사용하여 가상공간을 만들어내더라도 최종적으로 관람자와 마주하는 매체인 평면 스크린이 그 몰입을 방해한다고 보고, 그 해결책으로 스크린의 한계를 벗어나야 한다고 주장했다.



그림 8. <경계>, 정세빈, 2022
Figure 8. <경계>, Jung Sebin, 2022

스크린의 한계를 벗어나기 위해 디지털미디어아트 작품 사례를 분석한 결과, 몰입감 있는 공간을 표현하기 위한 방법으로 평면 스크린을 물리적으로 입체적 구조를 갖게 하여 현실 공간에서 입체화하는 방법과 스크린 내에 재생되는 영상을 아나몰픽 기법을 통해 입체인 것처럼 착시 효과를 주어 몰입을 강화하는 방법, 그리고 작품이 제시되는 환경 자체를 스크린화하여 관람자와 작품의 관계를 재설정하는 방법으로 분류할 수 있었다.

본 연구는 분류한 세 가지 방법 중 ‘환경의 스크린화’를 통해 다감각적인 현상인 몰입을 제공하고자 했다. 3차원 그래픽 프로그램으로 만들어진 가상의 자연 공간을 전시 환경의 벽면에 빔 프로젝터로 투사했고, 더불어 스크린 내 영상 콘텐츠에서 그림자의 움직임을 이용해 스크린 외의 공간을 암시하여 결과적으로 실제와는 다른 가상의 시공간을 관람자에게 몰입도 있게 제시할 수 있었다.

디지털미디어아트 분야에서 이러한 현실적 공간의 제시는 스크린 내의 시각적 영상 콘텐츠뿐만 아니라 전시 환경에 맞는 설치, 결과적으로 구성되는 공간 그 자체까지 작업으로 보아야 한다는 점을 시사한다.

HMD의 소형화나 대형 미디어 월의 등장, 특별한 장치 없이 제스처를 이벤트를 처리할 수 있는 기술 혹은 카메라의 시점 변화에 따라 스크린 내 영상 콘텐츠의 시점이 따라 변화하는 기술 등 몰입에 방해되는 요소들을 하나씩 없애고 이를 빠르게 대중화하는 추세로 볼 때, 스크린을 벗어나려는 미술계의 시도는 적절해 보인다. 주어진 기술을 가지고 시각을 넘어 현상을 경험할 수 있도록 실험적인 작품이 시도되기를 기대한다.

References

- [1] Y.S. Shim, “Technology Trends of Realistic Contents and Application to Educational Contents”, *Journal of the Convergence on Culture Technology*, Vol. 5, No. 4, pp. 315-320, 2019. DOI : 10.17703/JCCT.2019.5.4.315
- [2] S.H. Lee, B.S. Jung, “Development of electric vehicle maintenance education ability using digital twin technology and VR”, *International Journal of Advanced Culture Technology*, Vol. 8, No. 2, pp. 58-67, 2020. DOI :

- 10.17703/IJACT.2020.8.2.58
- [3] C.I. Park, “A Study on the Development Direction of New Media Art Using Virtual Reality”, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 21, No. 1, pp. 97-102, 2020. DOI : 10.5762/KAIS.2020.21.1.97
- [4] D.W. Kim, M.I. Choi, and H.S. Kim, “Exploring the Components for the Evaluation of Digital Signage Effectiveness : Focusing on Indoor Digital Signage,” *Journal of Outdoor Advertising Research*, Vol. 1, No. 1, pp. 75-102, 2022. DOI: 10.22993/joa.19.1.202202.75
- [5] C.C. Jeong, J.C. Moon, “A Genealogy of Human Beings with a Display - Immersive, Interactive, VR”, *CONTENTS PLUS*, Vol. 20, No. 4, pp. 97-113, 2022. DOI : 10.14728/KCP.2022.20.04.097
- [6] S.H. Paek, “Digitalized Nature, or an Ethics of Flatness : Focused on the Installation Work of teamLab,” *Journal of the Association of Western Art History*, Vol. 50, pp. 57-82, 2019. DOI : 10.16901/jawah.2019.02.50.057
- [7] J.A. Woo, “The Discursive Genealogy of Immersion and a Potential Utopia: Comparative Study of James Turrell, Olafur Eliasson, and teamLab’s Artworks,” *Journal of the Association of Western Art History*, Vol. 53, pp. 119-153, 2020. DOI : 10.16901/jawah.2020.08.53.119

※ 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2022R1A2C2C1092941).