

프로젝션 맵핑에서의 3D 그래픽 활용과 시각 연출 분석

Analysis of 3D Graphics Utilization and Visual Composition in Projection Mapping

김기범¹

Ki-Bum Kim¹

요 약

본 연구는 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽이 시각적으로 어떻게 활용되는지를 분석하고, 그 시각 연출 기법을 공간적 연출, 색채 및 조명, 모션그래픽, 몰입형 연출 등의 네 가지 요소로 체계화하였다. TeamLab의 Borderless, Disney의 Happily Ever After, Amon Tobin의 ISAM Live 세 작품을 주요 사례로 문헌 및 프레임 분석을 수행한 결과, 3D 그래픽은 물리적 공간의 확장, 감성적 분위기 형성, 리듬감 있는 움직임, 몰입형 경험 제공에 핵심적으로 작용함이 확인되었다. 각 작품은 상호작용, 스토리텔링, 음악 동기화 등 특징적인 시각 연출 전략에 따라 차별화된 시각적 경험을 제공하였으며, 기술적 구현보다 연출 전략의 차별성에 따라 관객 경험을 유도하며, 3D 그래픽은 연출 설계의 주요 수단으로 활용하였다. 본 연구는 고전 시각 예술 이론을 디지털 미디어 환경에 확장 적용한 분석틀을 통해 프로젝션 연출 분석에 대한 이론적 기여를 하였으며, 향후 실감 콘텐츠 디자인 및 미디어아트 분야에서의 시각 연출 전략 개발에 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

핵심어 : 프로젝션 맵핑, 3D 그래픽, 시각 연출, 시각 요소, 프레임 분석

Abstract

This study analyzes how 3D graphics are visually utilized in projection mapping and systematizes their visual composition techniques into four categories: spatial composition, color and lighting, motion graphics, and immersive design. Through literature review and frame analysis, three representative cases-Borderless by TeamLab, Happily Ever After by Disney, and ISAM Live by Amon Tobin-were examined in depth. The findings reveal that 3D graphics play a crucial role in expanding physical space, shaping emotional atmospheres, creating rhythmic movement, and enhancing immersive experiences. Each work presents a distinct visual strategy, emphasizing interaction, storytelling, or synchronization with music, and focuses on compositional direction rather than technical implementation. This study contributes to the theoretical understanding of projection-based visual composition by extending classical visual art theories into the digital media environment. It is expected to serve as a foundational reference for developing visual composition strategies in immersive content and media art production.

Keyword : Projection Mapping, 3D Graphics, Visual Composition, Visual Elements, Frame Analysis

¹ Department of Visual Communication Design, Chosun University, Gwangju, Korea [Professor]
e-mail: p00841@chosun.ac.kr

Received(April 3, 2025), Review Result(1st: April 22, 2025), Accepted(June 9, 2025), Published(June 30, 2025)



© 2025 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

프로젝션 맵핑(Projection Mapping)은 디지털 기술을 활용하여 건축물, 전시 공간 등 대상물의 표면 위에 그래픽 이미지나 영상을 투사하는 기술이다 [1]. 특히 3D 이미지나 영상으로 가상의 공간을 만들어 착시 및 움직임을 주고 오디오와 결합하여 내러티브를 연출할 수 있다 [2]. 현재 프로젝트 맵핑은 3D 그래픽과 결합하면서 더욱 몰입감 있는 시각적 경험을 제공한다. 최근에는 3D 제작 기술이 발전하면서 정교한 공간적 표현과 상호작용이 가능해지고 있다. 이러한 변화는 프로젝트 맵핑이 단순한 시각적 콘텐츠를 넘어 새로운 형태의 미디어아트로 발전되고 있음을 의미한다.

프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽의 활용은 공간과 조화를 비롯하여 상호작용 등 작품마다 독특한 연출을 통한 몰입 경험 디자인의 다채로운 측면에서 시도되고 있으며, 이와 관련한 시각 연출 디자인의 세부 전략 또한 요구된다. 그러나 기존 연구들은 주로 특정 기술 구현 방식이나 개별적인 사례 분석에 집중되어 있으며, 3D 그래픽이 프로젝트 맵핑에서 어떤 시각 연출 기법을 통해 활용되는지에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 대표적인 프로젝트 맵핑 작품의 분석을 통해 3D 그래픽이 어떠한 방식으로 활용되며, 시각 연출 기법이 어떤 원리에 따라 설계되고 적용되는지를 분석하고자 한다. 이를 위해 3D 그래픽의 시각 연출 요소를 중심으로 분석하고, 이를 통해 효과적인 프로젝트 맵핑 디자인 전략을 살펴보고자 한다. 이를 통해 3D 그래픽의 시각적 활용과 다양한 연출 기법의 이론적 토대를 제공하고자 하며, 사회적으로는 미디어아트, 공연 등 다양한 분야에서 프로젝트 맵핑 연출 전략을 제시할 수 있는 기초 자료로서 역할을 기대한다.

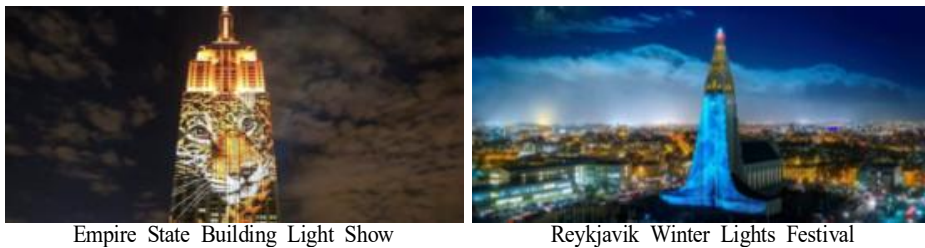
1.2 연구 방법 및 범위

본 연구는 프로젝트 맵핑에서 3D 그래픽이 시각적으로 연출되는 방식과 그 특징을 체계적으로 분석하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 대표 사례를 선정하고, 각 작품의 연출 전략과 특징에 대해 비교·분석한다. 본 연구는 문헌 연구를 통해 프로젝트 맵핑과 3D 그래픽의 개념적 틀을 정리하고, 사례 연구를 통해 분석을 진행하는 방식을 따른다. 연구의 흐름은 다음과 같다. 2장에서는 프로젝트 맵핑과 3D 그래픽의 개념 및 기존 선행연구를 검토하여 이론적 배경을 마련하고, 3장에서는 분석 틀을 설정하여 사례 연구의 기준을 정의한다. 4장에서는 선정된 작품들을 비교·분석하여 프로젝트 맵핑에서 3D 그래픽의 시각 연출 기법을 탐구하고, 5장에서는 연구 결과를 종합하여 시각 연출 전략을 정리한다. 본 연구는 기술적 구현보다는 시각 연출 기법에 집중하며, 구체적인 연구 방법론과 분석 절차는 3장에서 설명할 예정이다.

2. 이론적 배경

2.1 프로젝션 맵핑의 개념과 기술 발전

프로젝션 맵핑은 대상의 표면 구조에 맞게 빛으로 이루어진 영상을 투사함으로써 입체적인 효과 표현이 가능한 디지털 미디어이다 [3]. 이는 1960~70년대 실험적 미디어아트에서 시작되어 2000년대 이후 3D 그래픽, 실시간 렌더링 기술 등이 결합하면서 보다 동적이고 몰입적인 연출이 가능해졌다. 이에 따라 현실 공간을 3차원 입체적인 가상 공간으로 변화시키며, 가상 현실을 구현하는 하이퍼 리얼리티의 몰입형 실감 콘텐츠로 제작되고 있다 [1]. 프로젝션 맵핑 작품은 개방된 공간에서 극적인 시각적 효과와 함께 다른 매체에 비해 짧은 시간에 최대의 몰입을 주는 미디어로서 프로모션 광고 또는 홍보 영상, 공연, 인터랙티브 미디어아트 등 산업에서의 활용이 확대되고 있다 [4]. 최근에는 진보한 3D 기술을 활용한 입체감 있는 연출로 더욱 강한 시각적 효과를 통해 한계를 초월한 연출이 등장하며, 다양한 창작 영역으로 확대 강화되고 있다 [5].



[그림 1] 공공 미디어아트 분야의 3D 프로젝션 맵핑 사례

[Fig. 1] Examples of 3D projection mapping in public media art

[그림 1]은 건축 및 미디어아트 분야에서 건축물 외벽에 투사된 프로젝션 맵핑 사례로써, 이는 도시 브랜딩 및 공공 예술의 형태로 활용되고 있다. 이러한 작품은 건축물의 구조적 특성을 반영한 3D 프로젝션 기법을 통해 기존의 공간을 변형하고 재해석하는 시각적 효과를 창출한다. 공연 및 무대 연출에서는 몰입형 경험을 제공하는 요소로 활용되며, 브랜드 마케팅 측면에서는 기업의 제품 출시 이벤트 및 프로모션에서 강력한 시각적 브랜딩 도구로 활용되고 있다. 이처럼 프로젝션 맵핑은 3D 그래픽 기술과 결합하여 다양한 산업에서 시각적 경험을 확장하며, 몰입형 연출 기법을 통해 관객과의 상호작용을 극대화하는 방향으로 발전하고 있다.

2.2 3D 그래픽과 프로젝션 맵핑의 융합

3D 그래픽 기술은 프로젝션 맵핑에서 공간적 깊이감의 입체적 표현을 구현하여 시간과 공간 표

현에 있어 새로운 연출 가능성을 제시하며, 새로운 표현의 범주 및 가상 현실과 같은 시공간 확장의 몰입적 경험을 가능하게 한다 [6]. 프로젝션 매핑이 적용되는 과정은 현실 오브젝트와 일치하는 3D 모델을 생성하고, 렌더링 이미지가 현실의 프로젝터, 오브젝트 간의 위치와 일치하도록 구성하여 렌더링함으로써 현실 오브젝트와 정확하게 맞는 투사 이미지를 생성한다 [7].

3D 그래픽 콘텐츠를 제작하는 방식은 사전 제작과 실시간 렌더링 콘텐츠로 구분된다. 사전 제작은 3D 그래픽을 미리 렌더링하여 활용하는 방식이다. 이 방식은 고품질의 애니메이션과 정밀한 표현이 가능하지만, 실시간 상호작용이 어렵다는 한계를 가진다. 반면, 실시간 방식은 3D 그래픽을 실시간으로 생성하고 조작하는 방식으로, 관객의 움직임이나 환경 변화에 반응하는 프로젝션 매핑에 활용된다. 이 방식은 단순 관람을 넘어 관객 참여로 완성되는 프로젝션 매핑의 형태이다 [8].

[표 1] 3D 그래픽 제작 방식에 따른 콘텐츠 구분

[Table 1] Categorize content based on how 3D graphics are created

구분	사전 제작	실시간 렌더링
콘텐츠 생성 방식	미리 렌더링한 영상 활용	실시간으로 3D 그래픽 생성
그래픽 품질	높은 품질의 정밀한 표현 가능	실시간 반응성 우선, 하드웨어 성능에 따른 품질
상호작용 가능성	제한적(미리 제작된 영상 활용)	높음(관객 반응 및 환경 변화 적용 가능)
활용 사례	영화, 파사드 매핑, 대형 공연	인터랙티브 아트, 게임 기반 프로젝션

[표 1]은 3D 그래픽 제작 방식과 콘텐츠 차이를 요약한 것으로써, 이러한 각 기술의 특징과 장점은 프로젝션 매핑의 시각적 표현력을 확장하는 데 핵심적인 역할을 하고 있다. 이러한 기술의 적절한 활용에 따른 시각 연출은 몰입형 미디어 환경을 조성하는 방향으로 더욱 진화하고 있다.

2.3 시각 연출 기법

시각 연출은 프레임 내에서 다양한 이미지 구성 요소들을 사용해 극적 표현을 만드는 행위를 말한다. 관객들이 지각할 수 있는 가장 익숙한 것은 시각적 요소이며, 이를 통해 의미를 전달한다. 연출된 영상의 시각적 요소는 의미와 주제를 완성하기 때문에 매우 중요하다 [9]. 이러한 연출은 다양한 시각 요소의 결합체이며, 이러한 요소들이 총체가 되어 관객의 정서와 지각에 영향을 준다 [10]. 미디어아트, 공연 등 다양한 분야에서 시각 연출 기법이 활용되며, 특히 프로젝션 매핑에서는 정적인 공간을 동적으로 변화시키고 관객과의 몰입감을 형성하는 데 핵심적인 역할을 한다. 대표적인 시각 요소로는 색채, 조명, 형태, 움직임, 깊이감 등이 있으며, 각 요소는 개별적으로 작용하기도 하고 상호 결합하여 특정한 감성적 효과를 창출한다. 기존 연구에서는 이러한 요소들이 관객의 심리적 반응과 몰입도를 결정하는 주요 요인으로 작용한다는 점을 강조한다 [11][12].

이러한 시각 연출의 주요 요소는 Kandinsky(1926)와 Arnheim(1974)의 시각 구성 이론을 통해 살

펴볼 수 있다. Kandinsky(1926)는 저서 「Point and Line to Plane」에서 시각 표현의 기본 단위인 점, 선, 면의 조형적 힘과 효과를 체계적으로 분석하였다. 그는 시각 요소들이 운동성, 방향성, 시각적 리듬을 통해 감성적·공간적 인상을 전달할 수 있음을 강조하였다. 이러한 관점은 프로젝션 맵핑에서 움직임과 공간 왜곡을 통한 시각적 몰입 연출에 대한 이론적 근거로 활용될 수 있다. 또한 Arnheim(1974)는 「Art and Visual Perception」에서 시각 요소들의 영향을 분석하였다. 그는 균형, 대비, 강조, 색채, 조명, 공간 구성, 움직임 등의 요소가 관객의 심리적 반응을 유도하는 데 핵심적인 역할을 한다고 보았다. 이러한 시각은 프로젝션 맵핑에서 색채 및 조명의 효과, 공간 구성의 시선 유도, 움직임의 리듬감 등을 분석하는 이론적 기반을 제공한다. 본 연구는 위와 같은 시각 예술 이론을 기반으로 삼고, 이를 현대 디지털 미디어 환경에 맞게 확장하여 활용하고자 한다.

[표 2] 시각 예술 이론 기반에 따른 프로젝션 맵핑의 주요 시각 요소

[Table 2] Key visual elements of projection mapping based on visual art theory

프로젝션 맵핑의 시각 요소	Kandinsky (1926)	Arnheim (1974)
공간적 연출	면의 확장성, 시각 구조	공간 구성, 시선 유도, 깊이감
색채 및 조명	감정 표현을 위한 색채 대비	색채와 조명의 심리적 반응 분석
모션그래픽	선·형태의 운동성, 시각적 리듬	움직임의 조직화, 리듬과 균형
몰입형 연출	시각적 몰입 구조의 리듬성	감각 지각, 심리적 몰입 요소

[표 2]는 분석을 위한 프로젝션 맵핑의 주요 시각 연출 요소를 정리한 표로써, 공간적 연출, 색채 및 조명, 모션그래픽, 몰입형 연출의 네 가지 요소로 구분하였다. 이 네 가지 요소는 전통적인 시각 예술 기반 이론의 구성 요소와 활용 방식 및 원칙을 현대 미디어 기술의 응용으로 확장한 개념으로, 각 요소는 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽 활용과 시각 연출의 분석 기준으로 작용한다.

3. 연구 방법론

3.1 연구 설계

본 연구는 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽이 시각적으로 연출되는 방식을 체계적으로 분석하기 위해 문헌 연구, 사례 연구, 프레임 분석을 병행하는 방식으로 설계되었다. 먼저, 연출 기법에 대한 문헌 연구를 수행하고, 다음으로 사례 연구 방법을 적용한다. 이를 통해 실제 작품에서 사용된 시각 연출 기법을 분석하고, 3D 그래픽과 프로젝션 맵핑의 융합 방식을 탐구한다. 분석을 더욱 정밀하게 수행하기 위해 프레임 분석(Frame Analysis) 방법을 적용한다. 프레임 분석은 영상에서 특정 장면을 추출하여 주요 시각적 특징을 데이터화하는 방식으로, 본 연구에서는 각 사례에서 프로젝션 맵핑의 시각 연출 기법에 관한 장면을 프레임 단위로 캡처하여 분석을 진행한다.

[표 3] 프로젝션 맵핑 사례 연구의 시각 연출 분석틀

[Table 3] Visualization analysis framework for projection mapping case studies

분석 항목	분석 내용	세부 요소	분석 기준
공간적 연출	공간 확장 및 변형 방식	- 3D 활용 공간 연출 - 투사 표면과 그래픽 조화	- 물리적 구조와 가상 요소의 융합 방식 - 착시 효과를 통한 공간 확장 방식
색채 및 조명	색상 및 조명의 연출	- 색상 조합 및 색채 분석 - 조명과 프로젝션의 작용	- 특정 색상과 조명의 영향 - 색채 대비와 조명의 강도 연출 효과
모션그래픽	움직임 활용 방식	- 3D 그래픽 움직임 패턴 - 음악과의 동기화	- 움직임과 음악 및 내러티브 연동 여부 - 동적인 모션그래픽과 공간 연출 조화
몰입형 연출	상호작용 및 연출 방식	- 실시간 반응형 콘텐츠 - 상호반응의 그래픽 변화	- 상호작용 요소와 시각 연출의 변화 - 몰입감을 높이기 위한 기술

[표 3]은 사례 연구의 분석틀로써 공간적 연출은 공간을 확장하거나 변형하는 표현 방식을 분석하고, 색채 및 조명은 특정한 감성을 유도하는 색상 및 조명의 활용을 의미하며, 모션그래픽 요소는 3D 애니메이션이 활용되는 형태를 분석한다. 몰입형 연출은 상호작용의 연출 전략을 살펴본다. 이러한 분석을 통해 각 사례에서 나타나는 시각적 패턴을 데이터화하고, 이를 비교·분석하여 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽이 활용되는 공통된 특징과 차별점을 도출할 예정이다.

3.2 분석 대상 및 선정 기준

본 연구는 프로젝션 맵핑의 사례 연구를 위해 다음과 작품을 연구 대상으로 선정하였다. 이들 작품은 프로젝션 맵핑과 3D 그래픽이 결합한 대표적인 사례이다.

[표 4] 분석 대상 작품의 기본 정보

[Table 4] Basic information about the artwork being analyzed

작품명	제작	연도	특징	연출 개요
Borderless	TeamLab	2018	몰입형 디지털 아트 전시	공간 확장 및 인터랙티브 연출
Happily Ever After	Disney	2017	스토리텔링 중심 프로젝션	3D 그래픽과 건축 구조 융합
ISAM Liv	Amon Tobin	2011	음악과 프로젝션 결합	기하학적 패턴과 리듬감 연출

[표 4]는 선정 작품의 기본 정보를 정리한 표로써, TeamLab의 Borderless는 2018년 공개된 몰입형 디지털 아트 전시로, 인터랙티브 기술을 결합하여 공간을 확장하는 연출이 특징이다. Disney의 Happily Ever After는 2017년부터 시작된 디즈니의 대표적인 프로젝션 맵핑 쇼로, 건축 구조를 기반으로 3D 그래픽을 정밀하게 투사하는 방식이 돋보인다. Amon Tobin의 ISAM Live는 2011년 처음 선보인 공연으로, 음악과 동기화된 기하학적 패턴과 조명 효과를 활용하여 무대 전체를 변형하는 독창적인 연출이 구현되었다. 이들 작품을 연구 대상으로 선택한 이유는 다음과 같다. 첫째, 연구

의 주제에 적합하도록 3D 그래픽을 기반으로 한 연출 기법을 활용하고 있다. 둘째, 시각 연출 기법을 비교·분석하기 위해서는 서로 다른 연출 방식을 대표하는 작품을 선정하는 것이 필요하다. 각각 공간 확장과 인터랙티브, 스토리 중심의 프로젝션 맵핑, 음악과 동기화를 기반으로 한 기하학적 패턴 연출이 다르게 나타나므로 이를 통해 서로 다른 특징과 공통점을 분석할 수 있다. 셋째, 연구 대상 작품들은 프로젝션 맵핑의 대표적인 사례로, 국제적인 평가와 인지도를 고려하여 선정되었다.

4. 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽과 시각 연출 분석

4.1 Borderless의 시각 연출 분석

TeamLab의 Borderless는 몰입형 디지털 아트 전시로, 프로젝션 맵핑과 3D 그래픽 기술을 결합하여 물리적 공간을 빛으로 이루어진 가상의 공간으로 바꾸는 시각 연출이 구현된 작품이다.



[그림 2] Borderless 작품의 주요 이미지

[Fig. 2] Featured image from Borderless artwork

[그림 2]는 Borderless 작품의 주요 이미지로써, 가장 눈에 띄는 점은 투사 이미지를 통해 건축적 공간의 경계를 허물어 물리적 공간을 확장하고 왜곡하는 공간적 연출 효과이다. 3D 기술을 활용하여 전시 공간 전체에 유기적인 형태의 시각적 콘텐츠를 투사함으로써, 물리적 공간의 변화 연출을 만들어 낸다. 색채 사용에 있어서는 높은 채도와 명도를 활용하여 강렬한 시각 이미지를 형성하면서도, 색상이 유기적으로 변화하며 공간 분위기를 지속해서 전환한다. 조명 역시 공간 전체에 고르게 투사되기보다는 특정 장면에서 명암 대비를 활용해 시선을 유도하며, 관객의 움직임에 따라 색채와 조명의 변화가 실시간으로 발생하는 상호작용이 특징이다. 모션그래픽 요소에서는 입자 시스템과 유체 시뮬레이션을 기반으로 한 3D 그래픽의 모션이 적극적으로 활용된다. 꽃이 피고 지거나 물결이 흐르는 등의 움직임이 자연스럽게 유기적으로 표현되며, 이는 공간, 조명, 색채 변화와 긴밀하게 연동된다. 이 작품의 또 다른 핵심 연출은 관객의 움직임과 상호작용하는 인터랙티브 시스템이다. 공간 곳곳에 설치된 센서와 모션 인식 기술은 관객의 위치, 속도, 방향 등을 실시간으로 감지하고, 이에 따라 프로젝션 콘텐츠가 변화한다. 관객이 벽면을 스쳐 지나가면 꽃이 흩날리거나 나비 떼가 방향을 전환하는 등, 시각 요소가 관객의 행동과 직결되어 있다. 이는 관객이 단순히 수

동적인 감상자가 아닌, 콘텐츠 일부로서 참여하게 되는 몰입 경험을 제공할 수 있다.

[표 5] Borderless의 3D 활용과 시각 연출 분석 정리

[Table 5] Recapping Borderless' use of 3D and visual production analysis

분석 항목	주요 특징	적용 방식
공간적 연출	경계 없는 공간 확장	3D 모델링과 전면 투사, 구조물과 그래픽 일체화
색채 및 조명	색채와 조명의 감성적 분위기 전환	색상 변화와 조명 조절, 관객 움직임과 실시간 연동
모션그래픽	유기적 자연 요소, 실시간 반응	입자·유체 기반 애니메이션, 관객 동선에 따라 변형
몰입형 연출	관객과 상호작용, 몰입감 극대화	센서로 관객 위치·행동 인식, 콘텐츠 실시간 반응

[표 5]는 Borderless 작품의 시각 연출 분석 내용을 정리한 표로써, 3D 그래픽의 융합을 통해 물리적 공간을 확장하며 색채, 조명, 모션그래픽, 인터랙티브 요소가 유기적으로 결합한 대표적인 사례임을 확인할 수 있다. 이 작품은 공간적 연출, 감성적 색채 사용, 유기적인 모션그래픽, 관객과의 상호작용이 연결되어 몰입형 미디어아트의 대표적 연출 방식을 제시하고 있다.

4.2 Happily Ever After의 시각 연출 분석

Disney의 Happily Ever After는 플로리다 디즈니월드의 메인 성을 중심으로 진행되는 프로젝션 맵핑 공연으로, 3D 그래픽과 건축 구조를 정밀하게 결합한 스토리텔링 중심의 몰입형 작품이다.



[그림 3] Happily Ever After 작품의 주요 이미지

[Fig. 3] Featured image from Happily Ever After artwork

[그림 3]은 Happily Ever After 작품의 주요 이미지로써, 디즈니월드의 상징인 고유한 건축 구조에 3D 그래픽 이미지를 정확히 맵핑하여 건물의 형태와 일체화된 연출을 구현하고 있으며, 성의 구조가 변형되는 착시 효과가 특징이다. 이 작품에서는 스토리 전개에 흐름에 따라 색채와 조명의 분위기가 유기적으로 변화한다. 주요 장면에서는 고채도의 강렬한 색상이 사용되어 클라이맥스를 강조하고, 서사 전환 구간에서는 따뜻하거나 차분한 색조로 감정선을 조율한다. 성 전체에 다양한 색채와 명암 조명이 결합하여 등장인물과 상황을 시각적으로 부각시키며, 조명 연출은 불꽃놀이, 레이저 등 실물 효과와 함께 일치되어 몰입감 있는 연출로 구성되어 있다. 프로젝션 콘텐츠에는 디즈니 애니메이션 캐릭터와 배경 그래픽이 동기화되어 구성된다. 3D 애니메이션 캐릭터들이 건축

구조에 맞춰 자연스럽게 움직이며, 내러티브의 흐름에 따라 시각 이미지가 연속으로 전환된다. 특히 음악과의 동기화를 통해 리듬감 있는 그래픽 연출이 이루어지며, 캐릭터와 배경의 유기적인 움직임이 시각적 몰입도를 높인다. 관객과의 상호작용 요소는 적지만, 디즈니 고유의 서사와 시각 효과를 결합하여 스토리 전개에 맞춰 불꽃놀이, 사운드, 조명 효과가 동시에 작동하며, 관객은 거대한 무대 일부로서 공연에 참여하는 감각적인 연출이 특징이다.

[표 6] Happily Ever After의 3D 활용과 시각 연출 분석 정리

[Table 6] Recapping Happily Ever After's use of 3D and visual production analysis

분석 항목	주요 특징	적용 방식
공간적 연출	건축 구조와 3D 그래픽의 정밀한 융합	성의 구조에 맞춘 3D 모델링 및 맵핑
색채 및 조명	스토리 전개에 따른 색채 변화, 감정 유도	고채도 색상, 명암 대비, 실사 조명과 결합
모션그래픽	캐릭터 애니메이션, 배경 그래픽 서사 연동	캐릭터 움직임과 배경 효과, 음악과 동기화
몰입형 연출	서사 중심 몰입, 시각 청각 효과의 결합	스토리텔링과 불꽃놀이, 조명, 사운드 통합

[표 6]은 Happily Ever After 작품의 시각 연출 분석 내용을 정리한 표로써, 3D 그래픽과 건축 구조의 정밀한 결합, 색채 및 조명의 감성적 활용, 내러티브와 연동된 모션그래픽, 스토리텔링 중심의 몰입 연출을 통해 프로젝션 맵핑의 시각 연출 기법을 효과적으로 구현한 사례로 분석된다.

4.3 ISAM Live의 시각 연출 분석

Amon Tobin의 ISAM Live는 음악과 3D 프로젝션 맵핑이 결합한 공연으로, 무대 자체를 입체적 구조물로 구성하고 그 위에 기하학적 3D 그래픽을 투사하는 혁신적인 시각 연출이 특징이다.



[그림 4] ISAM Live 작품의 주요 이미지

[Fig. 4] Featured image from ISAM Live artwork

[그림 4]는 ISAM Live 작품의 주요 이미지로써, 무대가 단순한 구조물이 아닌 3D 큐브 형태의 입체 형상으로 구성되어 있으며, 이 구조물의 표면 전체에 정교한 프로젝션 맵핑이 이루어진다. 공연 중 무대 구조가 끊임없이 변형되는 듯한 착시 효과가 강조되며, 3D 모델링과 프로젝션이 무대 공간 자체를 역동적으로 변화시키는 방식으로 활용된다. 본 공연에서는 명확한 색상 대비와 조명

변화가 음악과 긴밀히 연결되어 강한 시각적 리듬을 형성한다. 주로 고채도 색상과 강렬한 대비 색상을 활용하여 무대에 투사되는 기하학적 그래픽이 명확하게 드러나며, 조명은 음향의 변화에 맞춰 밝기와 색상이 빠르게 전환된다. 이는 음악의 에너지와 시각적 긴장감을 동시에 극대화하는 역할을 수행한다. ISAM Live의 핵심은 기하학적 형태의 3D 모션그래픽이 음악과 실시간으로 동기화된다는 점이다. 그래픽 패턴은 정적이지 않고, 리듬과 비트에 따라 큐브 표면에서 확장, 수축, 회전하는 식으로 끊임없이 변화한다. 관객은 음악적 흐름에 맞춰 움직이는 시각적 패턴을 통해 청각과 시각의 완벽한 일치를 경험하며, 이는 몰입감을 배가시키는 핵심 요소이다. 이 작품에서 직접적인 상호작용 요소는 없지만, 프로젝션 그래픽과 음악이 완벽히 일치하는 공간과 디지털 콘텐츠의 융합을 통해 감각적 몰입을 유도하는 대표적 연출 사례로 볼 수 있다.

[표 7] ISAM Live의 3D 활용과 시각 연출 분석 정리

[Table 7] Recapping ISAM Live's use of 3D and visual production analysis

분석 항목	주요 특징	적용 방식
공간적 연출	입체 구조물과 3D 그래픽의 융합	구조물 전체에 정밀한 3D 프로젝션 맵핑
색채 및 조명	고대비 색상과 조명으로 리듬감 강조	색상 대비와 조명 밝기 변화가 음악과 연동
모션그래픽	기하학적 패턴, 음악 비트에 동기화	패턴의 확장, 수축, 회전 등 애니메이션 적용
몰입형 연출	시각·청각 통합, 무대와 관객 경계 허물기	음악과 시각 효과 일체화, 감각적 몰입 유도

[표 7]은 ISAM Live 작품의 시각 연출 분석 내용을 정리한 표로써, 입체 구조물과 3D 그래픽의 융합, 고대비 색상 및 조명 변화, 기하학적 모션그래픽과 음악의 실시간 동기화, 몰입형 공연 공간을 통해 기존의 공연 연출 방식과 차별화되는 혁신적인 프로젝션 맵핑 사례로 평가된다.

5. 결론 및 논의

5.1 연구 결과 요약

본 연구에서는 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽의 시각 연출 기법을 분석하기 위해, 대표적인 세 작품을 주요 사례로 선정하고, 공간적 연출, 색채 및 조명, 모션그래픽, 몰입형 연출의 네 가지 시각 연출 요소를 중심으로 분석을 진행하였으며, 다음과 같은 공통점과 차별점이 도출되었다.

공간적 연출 측면에서는 세 작품 모두 3D 그래픽을 통해 물리적 공간의 경계를 확장하거나 변형하는 방식을 적용하고 있다. Borderless는 공간을 유기적으로 연결하여 경계 없는 공간 속에 있는 듯한 경험을 제공하며, Happily Ever After는 건축 구조와 3D 그래픽을 정밀하게 결합하여 공간의 변형을 연출한다. 반면, ISAM Live는 입체 구조물 자체를 활용해 무대 공간이 끊임없이 변하는 착시 효과를 극대화하였다. 이처럼 세 작품은 각기 다른 방식으로 공간의 확장성과 가변성을 강조하

고 있다. 색채 및 조명에서는 색채 대비와 조명 효과를 적극적으로 활용한 몰입과 장면 전환이 돋보인다. Borderless는 색채와 조명의 유기적 변화를 통해 자연 요소의 흐름과 감정선을 조율하였고, Happily Ever After는 스토리텔링 전개에 맞춰 색채와 조명을 변화시켜 관객의 감정 이입을 유도하였다. ISAM Live는 음악과의 연동을 통해 색채 대비와 조명을 빠르게 변화시키며 시각적 리듬을 강조하는 방식이 두드러졌다. 모션그래픽 측면에서는 3D 애니메이션을 통해 시각적 변화를 적극적으로 구현하였다. Borderless는 유기적 자연 요소의 움직임과 관객 반응에 따른 실시간 변형이 특징적이며, Happily Ever After는 캐릭터 애니메이션과 배경 그래픽이 내러티브에 맞춰 정밀하게 동기화되어 있다. ISAM Live는 기하학적 패턴의 확장과 수축, 회전을 통해 음악 비트와 시각 연출을 일치시키고 있다. 몰입형 연출에서는 접근 방식의 차이가 나타났다. Borderless는 관객의 움직임과 직접적으로 상호작용하는 인터랙티브 시스템을 통해 몰입감을 극대화한 반면, Happily Ever After와 ISAM Live는 관객과의 직접적 상호작용 요소는 적지만, 스토리텔링과 시각-청각 효과를 통해 수동적 몰입을 유도하는 방식을 택하고 있다. 이상의 비교 결과, 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽은 공간 확장, 감성적 조명, 동적 애니메이션, 몰입형 경험 제공을 위한 핵심적 도구로 활용되고 있으며, 작품의 성격과 목적에 따라 시각 연출 방식에 차별성이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

5.2 연구의 의의 및 한계

본 연구는 프로젝션 맵핑에서 3D 그래픽이 시각 연출에 어떻게 융합되어 활용되고 있는지를 네 가지 요소로 정리하여 비교 분석하였다. 기존 연구들이 기술적 측면이나 개별 사례 중심의 논의에 집중한 반면, 본 연구는 대표적인 작품들을 공통된 분석 틀을 적용해 비교함으로써 프로젝션 맵핑과 3D 그래픽의 융합이 관객 경험에 어떠한 영향을 미치는지를 도출하였다. 이는 향후 프로젝션 맵핑 콘텐츠 디자인에서 실무적·이론적 기초 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 본 연구는 몇 가지 한계가 존재한다. 첫째, 연구 대상이 대표적인 3개 작품으로 제한되어 있다는 점이다. 다양한 지역, 문화적 배경에서 제작된 보다 다양한 작품들을 포함했더라면 더 폭넓은 논의가 가능했을 것이다. 둘째, 본 연구는 시각적 요소의 분석에 초점을 맞추었기 때문에 관객의 실제 반응이나 체험적 데이터는 포함되지 않았다. 관객 인터뷰나 현장 데이터가 수집되었을 경우, 더 구체적인 몰입 경험의 효과를 입증할 수 있었을 것으로 판단된다. 마지막으로, 본 연구는 기술적 구현 방법보다는 연출 기법에 초점을 맞췄기 때문에, 프로젝션 맵핑에 활용된 구체적 소프트웨어, 하드웨어, 제작 과정에 대한 심층적 기술 분석은 포함되지 않았다. 향후 연구에서는 이러한 한계를 보완하여 다양한 사례 확대, 관객 체험 데이터 수집, 기술적 구현 프로세스에 대한 심층적 연구가 함께 이루어진다면 프로젝션 맵핑과 3D 그래픽의 융합 가능성에 대한 보다 종합적이고 실질적인 논의가 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] J. S. Jang, "A Study on Meditation Contents Using Projection Mapping Technology and Generative Artificial Intelligence Images", Doctoral thesis, Department of Multimedia, Dongguk University, Republic of Korea, 2025.
- [2] J. H. Cho, "Media Art Depending on the Change of Art Medium and Production of Projection Mapping Using Special Medium -Focused on the Author's Artworks-", Doctoral thesis, Department of Imaging Science, Chung-Ang University, Republic of Korea, 2023.
- [3] N. H. Yook, "A Study on the Features of Projection Mapping Combination Appeared in a Dance Creation-Focusing on the Performance <The Existential Vacuum>-", Doctoral thesis, Department of Performing Arts and Multimedia, Kookmin University, Republic of Korea, 2020.
- [4] S. Y. Lee, "A study of 3D animation using projection mapping in the space on the utilization", *Cartoon and Animation Studies*, no. 33, December 2013, pp. 449-467, doi: 10.7230/KOSCAS.2013.33.449.
- [5] M. M. Jang, "A Study on the Expression Characteristics and Application of Architectural Projection Art Using 3D Projection Mapping", *The Journal Of Humanities and Social Sciences* 21, vol. 13, no. 6, December 2022, pp. 3407-3420, doi: 10.22143/HSS21.13.6.235.
- [6] S. E. Hong, "The visual effect of ballet works Utilizing 3D Projection Mapping", Master's thesis, Department of dance Graduate School, Pusan National University, Republic of Korea, 2017.
- [7] M. N. Kim, J. J. Lee, "Analysis of Manual 3D Projection Mapping Processes Using 3D Mesh Models", *Journal of the Korea Computer Graphics Society*, vol. 29, no. 3, July 2023, pp. 1-12, doi: 10.15701/kcgs.2023.29.3.1.
- [8] C. Lim, C. J. Park, K. W. Jung, "A Study of Interactive Projection Mapping and Its Realization of Types of UX Interface", *Journal of Digital Interaction Design*, vol. 11, no. 2, June 2012, pp. 135-146, doi: 10.21195/JIDR.2012.11.2.010.
- [9] H. J. Kim, "The Film <The Last Trip> -A Study on Storytelling and Visual Directions-", Doctoral thesis, Department of Film and Video Production, Dongguk University, Republic of Korea, 2023.
- [10] B. T. Ahn, "Analysis of Visual Characteristic of Directing For Dramatic Narrative -Focusing on Composition Technique of <SILENCE>", *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 12, no. 9, pp. 68-79, September 2012, doi: 10.5392/JKCA.2012.12.09.068.
- [11] W. Kandinsky, *Point and Line to Plane*, Dover Publications, 1979.
- [12] R. Arnheim, *Art and Visual Perception*, University of California Press, 1974.