

# 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 유형 분석\*

김희진\*, 서정근\*\*\*, 최유주\*\*\*,†

\*서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 미디어공학전공

\*\*서울미디어대학원대학교 실감미디어 연구소, †교신저자

e-mail : [ggaegury@naver.com](mailto:ggaegury@naver.com), [jksuh@smit.ac.kr](mailto:jksuh@smit.ac.kr), [yjchol@smit.ac.kr](mailto:yjchol@smit.ac.kr)

## Category Analysis of Dynamic Projection Mapping Content

Hee-Jin Kim\*, Jun-Kyun Suh\*\*\*, Yoo-Joo Choi\*\*\*,†

\*Dept of New Media, Seoul Media Institute of Technology

\*\*Immersive Media Lab, Seoul Media Institute of Technology, † Corresponding Author

### 요 약

본 논문에서는 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작 도구의 설계를 위해 동적 프로젝션 매핑의 유형과 그에 따른 인터랙션, 이펙트 효과, 그리고 적용되고 있는 객체 추적 방법을 분석하였다. 움직임이나 형태가 고정된 대상체에 영상을 투영하던 정적 프로젝션 매핑의 방법과는 다르게 최근 소개되고 있는 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠들은 다양한 객체 추적 방법을 적용하여 프로젝션 매핑의 적용 대상 및 내용이 다양화되고 있다. 그러나 이에 따른 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작도구의 부재로 사용하기 편리한 인터랙티브 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작도구의 개발이 요구되고 있다. 이에 향후 저작도구의 설계를 위한 사전연구로 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠의 특성을 분석하였다.

### 1. 서론

2018년 2월 평창 동계 올림픽의 개/폐회식에서는 ICT 강국다운 다채로운 우리나라의 기술을 선보였다. 드론 오륜기 그리고 프로젝션 매핑 기술들을 활용한 공연들이 전세계 사람들에게 감동을 선사했다.

프로젝션 매핑(Projection Mapping)은 건물이나 오브젝트 또는 유연성을 가진 표면에 빛으로 이루어진 영상을 프로젝션하여 변화를 주어 현실에 존재하는 것이 다른 성격을 가진 것처럼 보이도록 하는 기술을 말한다[1]. 미디어아트 쪽에서 프로젝션 기반의 공간 증강 현실 기법을 프로젝션 매핑(Projection mapping)이라 부르고 있다. 프로젝션 매핑 기법은 대상 객체의 3차원 특징들을 분석하여 영상이나 이미지를 프로젝션 하여 다른 세계를 증강하여 보여준다[1,2]. 초기의 프로젝션 매핑은 미디어 파사드와 같은 정적인 형태로 큰 건물의 외벽이나 오브젝트에 투영하는 것이었다면,

최근의 프로젝션 매핑 콘텐츠는 사용자(관객)의 동작이나 소리 등에 반응하는 인터랙션이 추가된 동적인 프로젝션 매핑으로 이루어 지고 있는 추세이다[2-6].

본 논문의 목적은 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작 도구의 설계를 위한 사전 연구로서 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠의 유형과 사용자와의 인터랙션 특성을 분석하고자 한다.

### 2. 콘텐츠 수집방법

본 콘텐츠는 2018년 5월 기준으로 IOS, 안드로이드 앱 100위 안에 AR 및 공간증강현실 앱이 얼마나 되는지와 어떤 카테고리에서 사용되고 있는지 그리고 YouTube 및 Vimeo에서 최근 5년 이내 1000건 이상 조회된 프로젝션 매핑 프로젝트에서 특징 및 인터랙션 유무에 대해 조사하였다. 그중 동적 프로젝션 매핑의 인터랙션 연구를 위해 2010년 이후 작성된 논문의 검색어 ‘동적 프로젝션

\* 본 연구는 한국연구재단 이공학개인기초연구지원사업 (NRF-2017R1D1A1B03035718)에 의하여 수행됨

매핑(Dynamic Projection Mapping)' 을 검색하여 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 유형에 따른 인터랙션과 그에 따른 이펙트 및 객체 추적 방법의 특성을 조사하였다.

### 3. 프로젝션 매핑의 분류

#### 1) 정적 프로젝션 매핑

정적 프로젝션 매핑은 고정된 대상체에 고정된 프로젝터를 통하여 이미지나 동영상을 투영시키는 것으로서, 정적 프로젝션 매핑에는 건축 외벽을 통해 불거리를 제공하는 미디어 파사드와 정적인 소형 오브젝트를 매핑 시키는 형태가 있다.

표 1. 정적 프로젝션 매핑 사례

프로젝트명	특징	인터랙션
[8] 라스베이거스의거대한벽면 프로젝션매핑 	미디어 파사드 건물 외벽에 미디어 영상을 투영하여 다양한 효과를 냄	X
[9] 오페라 하우스 프로젝션 매핑 	입체스�크린에 3D 영상을 투영하는 방식	X
[10] 뉴 밸런스 스니커즈 프로모션 	운동화 모형에 프로젝션을 매핑시켜 다이나믹한 장면을 연출	X
[11] 르뽀티엥 셰프 (Le Petit Chef) 	음식 주문 후 대기하는 고객의 지루함을 달래기 위해 제작한 작품. 흰 테이블 위에 드레그나 터치시 재미있는 증강 현실이 펼쳐짐	X
[12] SONY FUTURE LAB 2 - Symphony 	테이블 또는 실제 객체의 표면에 인터랙티브한 공간을 생성, 사용하는 공간에 투영된 이미지 및 정보를 조작하여 실험 할 수 있음	○ 터치시 소리가 나거나 색깔이 변함

표 1은 정적 프로젝션 매핑 사례들을 보여준다. 미디어 파사드의 대표적인 사례인 [9]은 매년 연례 행사로 돛(sail)에 다양한 미디어 영상을 매핑시켜 화려함과 아름다움을 선보이고 있다.

[10]과 같이 광고 영역에서도 프로젝션 매핑이 사용되어지고 있다. 최근에는 정적인 오브젝트에 인터랙션을 넣어 재미있는 요소를 주려고 하는 시도들이 있었다[11]. [12]는 소니의 차세대 프로젝트로 테이블 탑에 손으로 터치시 색깔이 변하면서 음악이 연주된다.

#### 2) 동적 프로젝션 매핑

최근 프로젝션 매핑의 흐름은 동적 공연이나 전시 교육, 광고 등에서 활발히 이루어 졌고 사용자 중심이라는 방법론이 등장하면서 인터랙션이 반영되어 사람들의 참여를 이끌어 내었다

표 2. 동적 프로젝션 매핑 사례

프로젝트명	특징	인터랙션
[12] 인터랙티브 테이블탑 놀이터 "이상한 나라의 앨리스" 책 	테이블 위의 '이상한 나라의 앨리스' 책 소재로 책과 테이블 커피잔 등을 매핑시켜 스토리를 만들어냄	○ 손으로 끌기, 터치
[13] River of Grass: Virtual Reality Interactive Everglades Tunnel Exhibit 	사람의 움직임에 따라 이동을 하거나 강의 물의 흐름을 막기 위해 통나무를 이용함. 후레쉬를 이용해 기상의 숨은 동물을 찾음.	○ 사람의 움직임, 빛
[15] Real Time Tracking & Decision Making 	공연, 연주, 연기 등에 활용 이미 짜여진 스토리에 영상을 투시하므로 치밀하게 짜여진 각본에 맞춰 움직임 *파나소닉 프로젝터 이용	○ 제스처 포함 사람의 움직임
[16] OMOTE REAL TIME FACE TRACKING & PROJECTION MAPPING 	실시간 얼굴 추적 및 투영 매핑. 얼굴에 있는 작은 점들은 3D 스캐너로 얼굴을 찾는 데 사용됨.	○ 실시간 얼굴추적
[17] 인터랙티브 샌드박스 (등고선) 	모래의 높낮이에 따라 색이 구분되어짐.	○ 쌓아 올리고 내리기, 평평하게 펴기 등
[18] INTERACTIVE WALL AND FLOOR PROJECTIONS! 	고정된 벽면이나 바닥 그림에 프로젝션을 쏘아 터치나 걸을 때 마다 움직임이 있음	○ 제스처 포함 사람의 움직임

동적 프로젝션 매핑 유형에는 ① 대상 객체의 형태를 유지하면서 위치 이동하는 경우와, ② 대상 객체의 형태와 위치 모두 이동하는 유형이 있는데 사용자(관객)가 참여하는 인터랙션이 일어난다. 표 2 는 정적 프로젝션 매핑 사례들을 보여준다. [16]과 같이 대상 객체의 형태는 유지하면서 움직이는 각도나 위치에 따라 모양이 변하는 것이 ①유형의 사례이다. [17]과 같이 모래의 높낮이나 위치에 따라 색이 변경되거나 음영이 생기는 것이 ②유형의 사례이다.

4. 동적 프로젝션 매핑의 주요 이펙트 분석

표 2 에서는 동적 프로젝션 매핑의 사례 분석에 따른 인터랙션을 알아 보았다면 표 3 에서는 인터랙션에 따른 이펙트 효과를 분석하였다.

표 3. 동적 프로젝션 매핑의 인터랙션에 따른 이펙트

프로젝트명	인터랙션	이펙트
[12] 인터랙티브 테이블탑 놀이터 "이상한 나라의 앨리스" 책	○ 손으로 끌기, 터치	증강된 이미지를 손으로 끌었을 때 움직이는 효과
[13] River of Grass: Virtual Reality Interactive Everglades Tunnel Exhibit	○ 사람의 움직임, 빛	유연한 객체와 빛에 반응하는 피사체의 움직이는 효과
[14] Interactive Projections to make any Surface to become life by Vertigo Systems	○ 제스처 포함 사람의 움직임	윤곽선에 물려드는 피사체의 움직이는 효과
[15] Real Time Tracking & Projection Mapping	○ 제스처 포함 사람의 움직임	유연한 객체의 움직임에 따른 파티클(패턴)이나 영상이 변하는 효과
[16] OMOTE REAL TIME FACE TRACKING & PROJECTION MAPPING	○ 실시간 얼굴추적	대상객체의 움직임에 따라 패턴이 변하는 효과
[17] 인터랙티브 샌드박스 (등고선)	○ 쌓아 올리고 내리기, 평평하게 펴기 등	높낮이에 따라 색깔이 변하는 효과
[18] INTERACTIVE WALL AND FLOOR PROJECTIONS!	○ 제스처 포함 사람의 움직임	대상 객체의 형태가 변형됨에 따라 색이나 패턴이 변화하며 투사됨

표 3의 조사내용을 기반으로 하여 표 4에서는 동적 프로젝션 매핑의 유형에 따른 이펙트를 정리해 보았다. 대상 객체의 형태를 유지하면서 위치 이동하는 경우의 사례인 [14]에서는 사람의 움직임에 반응하여 프로젝션의 피사체가 따라다니거나 모양이 변형되는 영상인데 윤곽선에 물려드는 피사체의 움직이는 효과를 보여주고 있다.

표 4. 동적 프로젝션 매핑의 유형에 따른 이펙트

대상 객체의 형태를 유지하면서 위치 이동하는 경우	① 유연한 객체와 빛에 반응하는 피사체의 움직이는 효과 ② 윤곽선에 물려들거나 흘러지는 파티 클 효과
대상 객체의 형태와 위치 모두 이동	③ 대상 객체의 움직임에 따라 패턴이 변화하여 투사됨 ④ 높낮이에 따른 색깔로 변화를 주는 효과

앞서 언급했던 대상 객체의 형태와 위치 모두 이동하는 사례인 [17]는 모래를 쌓아 올리고 내리고 평평하게 펴는 인터랙션을 구사할 때 그 높낮이에 따라 색깔로 구분 짓는 등고선이 생기고 깊이에 따라 음영이 생긴다.

5. 동적 프로젝션 매핑의 객체 추적방법 분석

본 논문은 동적 프로젝션 매핑의 인터랙션에 대한 객체 추적방법을 알아보기 위해 관련 연구들을 표 5와 같이 분석하였다.

표 5. 동적 프로젝션 매핑의 객체 추적 방법

연구명	특징	인터랙 션	객체추적방법
2014 유연한 형태를 갖는 동적 객체 대상의 실시간 프로젝션 매핑 [3]	공연장에서의 다이나믹한 배우의 의상같은 유연한 객체에 프로젝션 매핑 시스템 도입. 관객 몰입에 방해되는 대기시간에 대한 오차를 줄이기 위한 방안으로 제시됨.	○ 사람의 움직임	실시간마스킹 기법, 적외선 카메라
2017 유연한 변형 물체에 대 한 인터랙티브 프로젝 션 매핑 [19]	유연한 물체를 정확히 트래킹 할 수 있는 방안 제시	○ 제스처 포함 사람의 움직임, 빛(후레 쉬)	Marker-based Flexible moving objects projection mapping
2014 프로젝션 매핑을 활용한 관람객 체험형 전시 시스템 [20]	관람객 얼굴의 디지털 탈 콘텐츠 생성으로 휴대폰 플래시를 사용하여 다양한 효과를 연출할 수 있는 전시 시스템 제안	○ 휴대폰 플래시 (빛)	웹캠(얼굴획득 , 어인덴즈 (조명 실시간 추적) -> 광원 추적 시스템
2017 Dynamic Projection Mapping using DDCM [4]	다이나믹한 표면을 추적하기 위해 높은 프레임 속도의 카메라를 사용한 마커 시스템을 제시함 (DynaFlash: 고속프로젝터, 고속비강제 표면 추적기술).	○ 사람의 움직임	DDCM (Deformable Dot Cluster Marker) - 비 강제 표면을 고속으로 추적 가능

최근 동적인 모션을 추적하기 위해 다양한 연구들이 활발히 진행되고 있다. [3]의 연구에서는 공연장에서 다이나믹한 배우의 의상같은 유연한

## 참고문헌

객체에 프로젝션 매핑 시스템을 도입하였는데 관객 몰입에 방해되는 대기시간에 대한 오차를 줄이기 위한 방안으로 실시간 마스크 기법과 적외선 카메라로 대상 객체를 추적하는 기술을 사용하였다. [4]의 연구에서는 좀 더 다이내믹한 표면의 움직임을 가지는 객체를 정밀하게 추적하기 위하여 DDCM (Deformable Dot Cluster Marker)을 제시하였다. 동적인 움직임을 가지는 객체의 표면에 IR 마커인 DDCM을 부착하고 적외선 카메라 영상을 통하여 객체표면의 변형을 세밀하게 인지한다. 객체 표면이 일부 가려지거나 구부러지는 형태를 인식하기 위하여 네 종류의 점(Dot)의 집합으로 구성된 마커가 격자위치에 배치하도록 한 마커를 제안하고 있다. 이 기술은 고속 프로젝터인 DynaFlash를 이용하여 고속으로 비강체 표면을 추적할 수 있기 때문에 다이내믹한 모션을 자연스럽게 추적하기에 적합한 기술이다.

## 6. 결론

본 논문은 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작 도구의 설계를 위한 사전 연구로 동적 프로젝션 매핑의 유형과 그에 따른 인터랙션 및 이펙트 효과, 그리고 적용되고 있는 객체 추적 방법을 분석해 보았다. 정지되어 있고 형태가 변화하지 않는 대상체에 대하여 프로젝션 매핑을 수행하는 정적 프로젝션 매핑기법들에는 대부분 단순 관람만이 가능하고 사용자와의 실시간 인터랙션이 이루어지는 사례는 드물었다. 하지만 최근 활발히 연구되고 있는 동적 프로젝션 매핑의 경우, 사용자의 움직임 추적에 따른 투영되는 영상의 다양한 효과들이 시도되고 있었다. 최근 연구에서는 프로젝션 지연을 줄이고, 자유롭게 변형되는 객체의 형태를 추적하기 위한 방법에 대한 연구가 제시되고 있었다. 그러나 이러한 최신 기술들이 적용된 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작 도구의 적용사례는 찾기 어려웠다. 이에 다양한 분야에서 동적프로젝션 매핑 기술을 적용하기 위해서는 사용하기 편리한 인터랙티브 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작도구의 개발이 요구됨을 파악할 수 있었다. 이에 향후 연구로서, 프로젝션 매핑 콘텐츠 유형들에서 제시된 효과들을 쉽게 구현하도록 하는 인터랙티브 동적 프로젝션 매핑 콘텐츠 저작 도구를 설계 구현하고자 한다.

- [1] 위키백과 ‘프로젝션 매핑의 정의’  
[https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%94%84%EB%A1%9C%EC%A0%9D%EC%85%98\\_%EB%A7%B5%ED%95%91](https://ko.wikipedia.org/wiki/%ED%94%84%EB%A1%9C%EC%A0%9D%EC%85%98_%EB%A7%B5%ED%95%91)
- [2] 조인재, 최유주, 프로젝션 매핑 콘텐츠의 유형 및 소프트웨어 분석 2018, 한국HCI학회 (2018)
- [3] 이재운, 김연진, 김동호, 유연한 형태를 갖는 동적 객체 대상의 실시간 프로젝션 매핑. 한국HCI학회 학술대회, 187-190 (2014)
- [4] Narita, G., Watanabe, Y., & Ishikawa, M., Dynamic projection mapping onto deforming non-rigid surface using deformable dot cluster marker. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 23(3), 1235-1248 (2016)
- [5] 김동아, 심현아, 이석준, 배우 위치기반 인터랙티브 프로젝션 매핑을 위한 실감공연 통합제어시스템 개발. 한국HCI학회 학술대회, 869-872 (2017)
- [6] hashimoto, Dynamic Projection Mapping with a Single IR Camera. Hindawi International Journal of Computer Games Technology Volume Article ID 4936285 (2017)
- [7] 노선, 이재중, 박진완\_라이브 프로젝션 매핑 공연을 위한 실시간 VJing 시스템 구현. 한국콘텐츠학회논문지 13(6), 55-66 (2013)
- [8] <https://youtu.be/93wiNPh4WFw>
- [9] <https://www.youtube.com/watch?v=cFTVt2CofRo>
- [10] <https://www.youtube.com/watch?v=xrJCSJudmEg>
- [11] <https://youtu.be/LXyX-0vZ1Ug>
- [12] <https://youtu.be/k-gTqrR9rKI>
- [13] <https://youtu.be/m9tK4W0xevs>
- [14] <https://youtu.be/cB9K0mrEu6M>
- [15] [https://youtu.be/XkXrLZmnQ\\_M](https://youtu.be/XkXrLZmnQ_M)
- [16] <https://vimeo.com/103425574>
- [17] <https://youtu.be/PyJfIdNbtv4>
- [18] <https://youtu.be/AZA6X3mPdtg>
- [19] 김효정, 박진호, 유연한 변형 물체에 대한 인터랙티브 프로젝션 맵핑, 한국HCI학회 학술대회, 209-212 (2017)
- [20] 김용휘, 박민기, 이종훈, 이관행, 프로젝션 맵핑을 활용한 관람객 체험형 전시 시스템, 한국 HCI학회 학술대회, 143-144 (2014)