

I S S N 1598 - 2319

한국연구재단 등재학술지

디지털디자인학연구

Journal of Digital Design

2013.07 Vol.13 No.3 통권39호

김명하 홍현기	중앙대학교	장면 구조를 이용한 2D-3D 영상 변환 시스템의 설계 및 구현	413-422
김경선 전지윤	한국미디어대학원대학교	브랜드 인지도 향상을 위해 스토리텔링을 이용한 Visual Merchandising(VMD) 디자인 구현 사례 및 분석	423-432
이동민	경희대학교	소셜 커머스 환경에서 사용자 특성 이해를 위한 유저다이어리 연구	433-442
엄경희 표재연	한양대학교 동양대학교	벽지디자인 제품에 반영된 트렌드 연구 - 'Heimtextil 2013/14' 트렌드를 중심으로 -	443-451
김주섭	서강대학교	디지털 물을 이용한 퍼포먼스의 안무 및 공연 기법에 관한 연구	453-462
한혜정 장성희 김승인	홍익대학교	서비스디자인 방법론을 활용한 서울시 보행 활성화 방안 연구 - '피맛골 테마거리'를 중심으로 -	463-473
정광호 박문형	백석대학교 건국대학교	디자인경영 확립을 위한 서비스디자인과 KPI의 디자인컨설팅 구조 체계	475-484
이종선 구만재	디자인스튜디오 젠 가천대학교	사용자 경험(UX)을 중심으로 한 디자인 프로세스 연구 - 암환자를 위한 PHR(Personal Health Record)서비스 사례를 중심으로 -	485-494
이상옥	전주대학교	전통 중국 가구(家具) 디자인의 현대화 - 디자인의 중국화를 중심으로 -	495-504
최승락 김현기	남서울대학교	애니어그램을 활용한 사이코패스 캐릭터 분석	505-516
김현조	경기대학교	피지컬 컴퓨팅을 이용한 애니메이션 인터랙션에 관한 연구	517-530
김성윤	상암커뮤니케이션즈	인터넷 기사의 맥락과 광고 소구유형에 따른 광고 주목도와 광고태도에 관한 연구	531-541
최진식 박억철	영산대학교 건국대학교	해양디자인을 위한 기술프로세스에 관한 연구	543-552
장승은 김상욱	경북대학교	공공장소에서 관람자 인터랙티브 3D 프로젝션 매핑 디자인	553-558

공공장소에서 관람자 인터랙티브 3D 프로젝션 맵핑 디자인

A Design of Audience Interactive 3D Projection Mapping in Public Place

주 저 자 : 장승은 (Jang, Seungeun)
경북대학교 대학원 디지털미디어아트학과

교신저자 : 김상욱 (Kim, Sangwook)
경북대학교 IT대학 컴퓨터학부
kimsrw@knu.ac.kr

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 콘텐츠산업기술지원사업
(실감 게임 콘텐츠 문화기술공동연구센터)으로 수행되었음

■ 접수일 : 2013년 05월 23일 / 심사일 : 2013년 06월 25일 / 개재확정일 : 2013년 07월 01일

1. 서론

- 1-1 연구의 배경 및 목적
- 1-2 연구의 범위 및 방법

2. 제작과정을 통한 3D 프로젝션 매핑 기법의 표현적 특성

3. 스마트 미디어를 연동한 소셜 인터랙션 디자인

4. 작품 제작 : 'Design of Social Interactive Facade'

5. 결론

참고문헌

(요약)

디지털 미디어 기술의 발달은 예술작품에 인터랙티브한 기능을 부여하는데 결정적인 역할을 했다. 최근 건축 등 다양한 분야에서 각광받고 있는 3D 프로젝션 매핑 작품은 아직까지 실외에서 다수의 관람자가 참여할 수 있는 인터랙티브한 요소가 부족하여 활용 폭이 제한되어 있다. 기존의 아트 표현도구로서는 한계성이 있기 때문에, 진정한 의미의 관람자 인터랙션 디자인은 기술적 형식 미를 갖출 때 가능하다.

본 논문에서는 혼합현실로서의 3D 프로젝션 매핑기법의 표현적 특성과 스마트 미디어를 연동한 작품제작을 통해 확장된 관람자 인터랙션 환경을 연구하였다. 이를 통해 시공의 제약 없이 실외환경에서 프로젝션 매핑 영상을 대상으로 상호작용이 가능하고, 작품을 매개체로 다른 공간의 관람자들과 소통할 수 있는 새로운 인터랙션 디자인을 제시하는 것을 목적으로 한다.

스마트 미디어를 인터랙션 매체로 하는 경우 물리적으로 떨어진 공간을 연결시켜주며 동시에 그것을 이용하는 관람자들을 연결시켜 관람환경에 있어 기존보다 확장된 소통환경을 형성해준다. 현대인의 주요 소통 매체인 스마트 미디어를 이용하여 미디어아트의 새로운 인터랙션 환경을 디자인하는 연구는 가치가 있다.

본 연구는 인터랙티브 프로젝션 매핑아트의 발전 가능성을 모색하고 공공영상예술에 적용할 수 있는 방안으로 연구의 범위를 확장하고자 한다.

(Abstract)

In contemporary art, the Projection Mapping Technique has been using a lot. 3D Projection Mapping Technology is coated exquisitely with image at the actual objects surface. It is perceived as cube like a real world. Represents a cubic ~~the~~ and spatial depth because to project manufactured image based on actual data. Realize immersive environment through the virtual shape. Projection Mapping Technology can be variously used because there is no need for a separate projection device. This technique is appreciation method effective by the visually. In this paper, understand of 3D content-based Projection Mapping Technology. Analyze the case that Projection Mapping Technology has been utilized in art. Through this, this study explore the possibility of the development of the Social Interactive Projection Mapping Art. Study for ways to apply to public visual art.

(Keyword)

Digital Media Art, 3D Projection Mapping, Interactive Projection Mapping, Smart Device, Multi-User Interaction

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

디지털 미디어 기술의 발달은 예술작품에 인터랙티브한 기능을 부여하는데 결정적인 역할을 했다. 최근 건축 등 다양한 분야에서 각광받고 있는 3D 프로젝션 매핑은 아직까지 실외에서 다수의 관람자가 참여할 수 있는 인터랙티브한 요소가 부족한 실정이다. 일부 작업에서 인터랙티브한 방법이 시도되고 있지만, 인터랙션 매체의 특성상 인식거리나 공간적 제약으로 인해 그 활용도나 확장성이 있어 한계를 가진다¹⁾. 특히 국내에서는 스마트기기 활용한 인터랙션 연구 결과가 나와 있지 않다²⁾. 모바일을 인터랙션 매체로 하는 경우 물리적으로 떨어진 공간을 연결시켜주며 동시에 그것을 이용하는 관람자들을 연결시켜 관람환경에 있어 시공을 넘나드는 인터랙티브한 소통환경을 형성해준다. 진정한 의미의 관람자 인터랙션 디자인은 기술적 형식미를 갖출 때 가능하다.

본 논문에서는 혼합현실로서의 3D 프로젝션 매핑기법의 표현적 특성과 스마트 미디어를 연동한 작품제작을 통해 확장된 관람자 인터랙션 환경을 연구하였다. 이를 통해 시공의 제약 없이 실외 환경에서 프로젝션 매핑 영상을 대상으로 상호작용이 가능하고, 작품을 매개체로 다른 공간의 관람자들과 소통할 수 있는 새로운 인터랙션 디자인을 제시하는 것을 목적으로 한다.

3D 프로젝션 매핑 기법은 가상의 형상을 통해 공간의 깊이감을 확장시켜 보다 실감 있는 환경을 만들어준다. 대상에 별도의 물리적 장치를 필요로 하지 않아 활용 면에서 다양성을 가지며, 시각적으로도 가장 효과적인 감상 방식으로 영상예술에 있어 작품 표현 범위가 넓다. 또한 스마트기기는 현대인들의 주요 휴대 단말기로 언제 어디서든 원하는 정보에 접근할 수 있고, 무선 네트워크 서비스와 다양한 센서 탑재로 시공의 제약을 받지 않는 인터랙션 도구가 될 수 있다. 현대인의 주요 소통 매체인 스마트 미디어를 이용하여 미디어아트의 새로운 인터랙션 환경을 디자인하는 연구는 가치가 있다.

본 연구는 인터랙티브 프로젝션 매핑아트의 발전 가능성을 모색하고 다수의 관람자 참여가 가능한 공공영상예술에 적용할 수 있는 방안으로 연구의 범위를 확장하고자 한다.

1-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 현실과 가상이 혼합된 공간에서 관람자의 주도

1) S. Boring, S. Gehring, A. Wiethoff, A. M. Blockner, J. Sohoning and A. Butz, "Multi-User Interaction on Media Facades through Live Video on Mobile Devices", Proceedings of CHI'11, 2011.

2) M. Bohmer, S. Gehring, M. Lochtefeld, M. Ostkamp, and G. Bauer, The Mighty Un-touchables – Creating Playful Engagement on Media Facades, 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 2011.

적 참여와 폭넓은 소통 환경을 위하여 스마트 미디어를 인터랙션 매체로 활용하였다. 무선 네트워크 서비스가 제공되는 스마트 미디어는 다수의 관람자가 동시에 참여할 수 있으며, 물리적으로 떨어진 공간 연결이 가능하다. 무엇보다 갤러리에서 벗어나 실외에서 다수의 대중을 대상으로 인터랙션이 가능한 점에서 인터랙션 매체로 가치를 가진다. 다수의 관람자는 소셜 미디어를 이용하여 쉽게 건물 외벽 등에 프로젝션 매핑된 영상을 변형할 수 있고, 하나의 프로젝션 매핑 영상이 아닌 두 개 이상의 프로젝션 매핑 영상을 대상으로 인터랙션할 수 있어 물리적으로 떨어져 있는 관람자가 작품을 매개체로 연계되어 소통할 수 있다.

본 연구는 3D 프로젝션 매핑 환경에 있어 소셜 인터랙션이라는 새로운 해석을 가능하게 한다. 이는 공공장소에서 건축을 이용한 관객 참여형 프로젝션 매핑 퍼포먼스로 확장하기 위한 기초 연구이며, 공연, 건축, 게임 등 다양한 분야에 응용할 수 있다.

본 논문의 제 2절에서는 3D 프로젝션 매핑기법의 표현적 특성에 대해 기술하고 제 3절에서는 3D 프로젝션 매핑 영상에 스마트 미디어를 연동한 관람자 인터랙션 디자인을 제시한다. 제 4절에서는 구현된 작품을 통해 소셜 인터랙션이 가능한 공공영상예술로 확장 가능성을 고찰한다. 마지막으로 제 5절에서 결론을 맺는다.

2. 제작과정을 통한 3D 프로젝션 매핑 기법의 표현적 특성

최근 영상기기의 발달로 프로젝션 매핑 기법이 많이 사용되고 있다. 특히 단순한 매핑 형식이 아닌 보다 피시체의 특징을 이용할 수 있도록 입체적인 영상 기법으로 구현되기도 하는데, 이를 3D 프로젝션 매핑이라고 한다.

본 절에서는 3D 콘텐츠 기반의 프로젝션 매핑 제작 과정을 통해 프로젝션 매핑의 표현적 특성을 고찰한다. 기본적으로 프로젝션 매핑을 위한 과정은 크게 세 과정으로 분류된다. 먼저 매핑할 공간이나 사물에 대한 이해와 함께 스토리텔링을 위한 분석이 선행되어야 한다. 그 다음 매핑대상의 3D 모델링과 영상 제작 및 편집 과정이 이루어진다. 마지막으로 최종 편집된 영상을 다양한 프로젝션 매핑 기술을 통해 프로젝션 대상에 투사하게 된다. 미디어 파사드와 같은 실외 공간에 투사할 경우 경관조명으로 적합한 연출과 빛 공해 조건 등의 지역적 특성을 여러모로 고려하여야 한다.

프로젝션 매핑을 위해서는 투사 대상의 레이아웃이나 질감, 왜곡, 명암, 색채 등을 고려하여야 실외 환경에서 사실적인 매핑이 가능하다. 그림 1은 투사 대상의 실측 데이터를 바탕으로 한 3D 모델링 결과이다. 베타스 기반의 폴리곤 생성으로 입체형태가 완성된다.

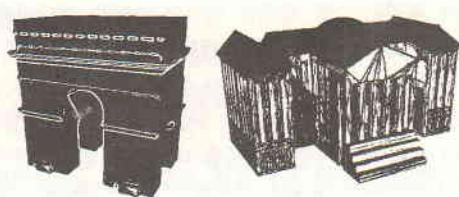


그림 1) 투사 대상의 3D 모델링 예

영상을 투사할 건축물의 면들을 선정하고 그에 맞는 3D 콘텐츠 제작 과정과 영상 편집 과정이 있다. 콘텐츠 제작 단계에는 3D 모델링 외에도 텍스처 매핑, 애니메이션을 위한 리깅, 컨트롤러, 라이팅, 이펙트, 카메라, 렌더링 등의 단계가 있어 다양한 소프트웨어를 통한 복합적인 제작과정을 거친다. 그림 2)는 모델링한 3D 건축물을 바탕으로 그 표면에 재질을 입히는 텍스처 매핑의 단계 예이다. 실감적인 텍스처 표현을 위해 매핑좌표와 반사, 굴절, 범프 등의 물리적 계산을 통해 표면을 처리한다. 텍스처의 정교함에 따라 프로젝션 매핑 시 실감적인 환경을 연출할 수 있다.

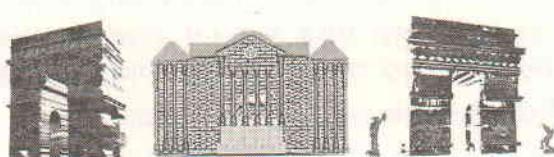


그림 2) 텍스처 매핑 예

그림 3)은 3D 영상의 애니메이션을 위한 캐릭터 모델링 및 리깅, 컨트롤러, 텍스처 매핑, 애니메이션, 사운드, 라이팅 등 일부 제작과정이다. 애니메이션 제작은 스토리텔링을 위한 중요한 단계이다. 높은 퀄리티의 캐릭터를 완성하는 데는 많은 시간이 투자된다. 캐릭터의 경우 리깅과 키가 중요하다. 이는 애니메이션의 완성도뿐만 아니라 관람자의 실감적인 가상 환경과 직결되는 부분이다. 또한 3D 오브젝트를 생성하는 것뿐만 아니라 이들을 배치하는 부분도 중요하다. 콘텐츠를 영상에 배치하고 의도한 대로 표현되는지를 확인해야 하며, 영상 전반의 흐름에 잘 맞는지도 확인해야 한다. 이 과정에서 반복 수정이 필요하다.



그림 3) 3D 콘텐츠 제작 과정 예

애니메이션 영상은 이펙트와 합성 등의 편집 단계를 거쳐 렌더링 하여 영상으로 출력된다. 출력된 영상은 매핑 프로그램을 통해 투사할 대상의 원하는 위치에 정확하게 매핑이 가능하다.

실감적인 영상 매핑을 위해서는 높은 사양의 빔 프로젝터 기가 요구된다. 빛으로 표현하는 이미지나 영상의 경우 해도와 명도에 따라 물입의 효과에 큰 차이를 기진다. 즉 해도와 과를 극대화하기 위한 것이다. 이러한 영상의 특성을 고려하여 가상공간을 물리적 공간에 현실화함으로 역동적인 시공간으로 텔바꿈시킬 수 있다.

3D 프로젝션 매핑은 사람이 인식하는 특정 사물의 공간을 깨뜨리고, 가상의 형상을 통해 공간의 깊이감을 확장 보다 실감 있는 환경을 만들어준다. 다채로운 영상 빛과 물리적 깊이의 합작은 또 다른 공간의 실체에 대한 착각을 불러일으킨다. 이는 관람자로 하여금 가상과 현실의 경계를 넘나들며 시각적 자극을 통한 공감각적 인지과정을 경험하게 한다.

본 작품의 3D 콘텐츠는 Autodesk 3D Max, Photoshop, After Effect, Pixologic ZBrush 등의 그래픽 소프트웨어로 제작되었으며, Madmapper 소프트웨어가 프로젝션 매핑 단계에 활용되었다.

3. 스마트 미디어를 연동한 소셜 인터랙션 디자인

본 논문에서는 인터랙티브 아트 환경에 있어 보다 폭넓은 관람자 소통 방식을 위해 3D 프로젝션 매핑 영상과 스마트 기기를 연결하는 인터랙션 시스템을 설명하고, 구현된 시스템을 통해 새로운 인터랙티브 공공디자인 아트 환경을 제시한다.

본 시스템의 목적은 다수의 관람자가 스마트 폰 등 관람자 단말기를 이용하여 쉽게 건물 외벽 등에 프로젝션 된 영상을 변형할 수 있고, 특히 물리적으로 떨어져 있는 관람자 간 작품을 매개체로 연계되어 소통할 수 있는 새로운 인터랙션 디자인을 제시하는데 있다.

본 인터랙션 시스템은 컴퓨터 IP를 통한 원격 무선 네트워크 통신 시스템에 기반 한다. 휴대용 단말기와 영상출력 프로그램을 연결하기 위해서 무선 네트워크 통신 모듈을 구축하고, 다중 관람자가 입력하는 데이터 처리를 위해 서버를 구축하였다. 즉 스마트 기기와 서버, 그리고 매핑을 위한 영상 출력 프로그램은 무선 네트워크 통신을 통해 연동된다. 본 시스템은 크게 데이터 입력부인 스마트 기기, 데이터 저장 및 전송부인 서버 컴퓨터 그리고 데이터 출력부인 영상출력 장비로 분류된다. 이러한 시스템 구조는 그림 4)와 같다. 관람자 단말기의 기기로 송수신 된다. 무선 네트워크 통신 시스템에 기반하기 때문에 기기의 추가 연결로 여러 명의 사용자와 여러 매핑 영상을 대상을 인터랙션이 가능한 것이 특징이다. 또한 관람자 단말기에 설정된 어플리케이션 실행 시, 자동으로 프로젝션 매핑 영상 프로그램에 연결되는 것이 특징이다. 스마트 기기에서 어플리케이션을 다운받으면 누구나 참여 가능하다. 콘텐츠를 전송하는 단계는 관람자 단말기에 설정된 어플리케이션이 실행되는 경우에 전송이 가능하다.

복수의 관람자가 동시에 참여하였을 경우, 제 1 관람자 단말

기로부터 콘텐츠 제작 명령이 수신되면, 제 2 관람자 단말기 각각의 단말기에 대응되는 영상 출력 장치로 콘텐츠 제작 명령이 전송된다. 즉, 관람자 A가 입력한 데이터는 서버로 전송되고, 서버를 거쳐 영상 디스플레이 A, B 그리고 관람자 B의 디스플레이에 그 결과가 실시간으로 시각화 된다.

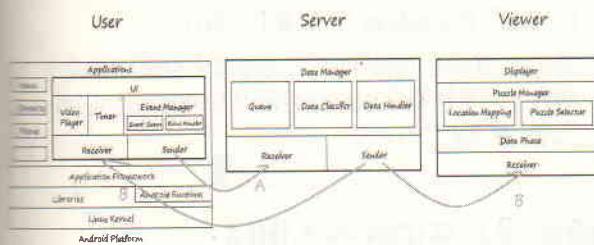


그림 4) 휴대용 단말기와 매핑 영상 연동을 위한 시스템 구조

영상 디스플레이를 위한 프로그램 및 서버 프로그램은 JAVA로 구현되었고, 스마트 기기의 어플리케이션 역시 JAVA 기반의 안드로이드 플랫폼을 기반으로 구현하였다.

4. 작품 제작 : 'Design of Social Interactive Facade'

본 인터랙티브 프로젝션 매핑 시스템을 적용한 작품 'Design of Social Media Facade'는 여러 명의 관람자들이 함께 프로젝션 매핑 영상과 인터랙션 하는 시스템이다³⁾. 도시 공간의 미디어 파사드를 미니어처로 제작하여 실험한 작품이다. 여러 명의 관람자가 동시에 접속할 수 있으며, 관람자 간 실시간으로 데이터를 주고 받을 수 있다. 본 작품에서는 두 개의 프로젝션 매핑 영상을 대상으로 두 명의 관람자가 참여하여 각각의 개인 단말기에 대응하는 영상의 3D 콘텐츠를 조작하는 인터랙션 환경이 형성된다. 관람자 간의 인터랙션 환경을 위해 3D 콘텐츠로 경쟁 및 협업이 가능한 퍼즐 게임 어플리케이션을 제작하여 연동하였다. 본 작품의 전체 시스템 구조는 그림 5)와 같다. 3D 영상 퍼즐 게임을 도입하여 관람자는 싱글 혹은 멀티로 파사드에 매핑된 영상을 대상으로 게임이 가능하다.

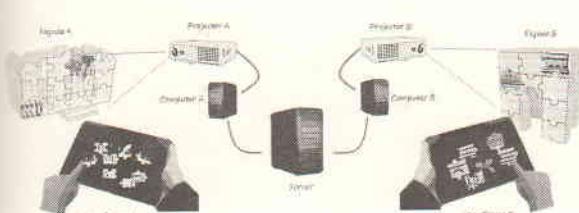


그림 5) 'Design of Social Media Facade' 시스템 구조

3) 장승은, 탕지아메이, 김상욱, 스마트 기기를 활용한 다중 관람자 참여형 프로젝션 파사드 시스템, 한국콘텐츠학회 춘계종합학술대회, Vol 11, No.1, 2013.

어플리케이션 실행과 동시에 관람자의 단말기는 영상과 연결된다. 즉 단말기의 IP 정보가 서버에 전송된다. 관람자는 인터랙션 할 파사드를 선택할 수 있으며, 동시에 게임은 시작된다. 선택한 파사드는 각각 10~12개의 퍼즐 조각으로 분리되면서 관람자의 스마트기기 화면에 배열된다. 관람자는 스마트기기의 퍼즐 조각 이미지를 실제 파사드에 매핑된 영상에 맞출 수 있다. 스코어와 타이머를 통한 몰입형 게임 환경을 만들어준다. 관람자 개인 단말기를 통해 입력된 정보는 서버를 거쳐 해당하는 영상 디스플레이 프로그램으로 전송되며, 입력된 정보에 따라 영상의 콘텐츠가 변화한다. 또한 그 결과는 동시에 다른 관람자의 단말기와 그에 대응하는 영상에 피드백 된다. 게임이 실행되지 않은 대기상태에서는 프로젝션 매핑 영상이 파사드에 매핑되어 재생되면서 영상예술로서 공간을 연출한다. 파사드 하나를 대상으로 한 관람자들의 공동 창작이 아니라 네트워크 시스템을 통해 물리적으로 떨어진 파사드 간의 인터랙션 및 연결, 콘텐츠 공유, 다중 관람자 참여라는 점에서 의미를 지닌다.

그림 6)은 관람자들이 퍼즐 게임에 참여하고 있는 전시 환경을 보여준다. 단순한 매핑 영상물이 아닌 게임 시스템의 도입으로 관람자들은 큰 흥미를 보였으며, 전달 받는 것에 익숙한 영상이미지를 자유자재로 변화시킬 수 있다는 점과 예상하지 못하는 인터랙션 결과에 만족감을 나타내었다. 또한 접근하기 쉬운 스마트 기기를 인터랙션 매체로 활용하여 관람자들은 흥미 있는 반응을 나타냈으며, 익숙한 조작 환경으로 인해 거부감 없이 쉽게 작품에 몰입하는 양상을 보였다. 3D 오브젝트에 사운드를 연동하여 보다 실감적인 환경을 연출하였다. 관람자간 협업 및 경쟁 시스템이 가능한 작품으로 참여형 공공 예술의 가능성을 볼 수 있는 결과물이다.

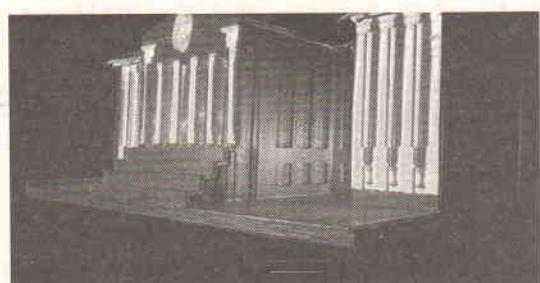


그림 6) 장승은, 탕지아메이, 'Design of Social Media Facade', 2012

5. 결론

현대 예술은 디지털 영상기술과 만나 예술적 표현 영역이 확장되어 관람자들과 다양하게 소통을 한다. 소통 공간 또한 갤러리에서 벗어나 공공 영역으로 확대되고 있다. 이에 따라 매체예술은 컴퓨터로 매개된 커뮤니케이션을 통해 자발적 참여가 가능한 자유로운 소통 시스템을 생성하여 창의적인 방식으로 정보를 전달하고 작품화시키는 역할이 필요하다. 3D 프로젝션 매핑 기법은 좁은 공간의 한계를 극복할 수 있는 시각적

표현이 가능하기 때문에 관람자의 상상력을 다양하게 시각화 할 수 있으며 장소에 구애 받지 않고 공간을 연출할 수 있어 공공예술에 적합한 아트환경이다. 사람들 사이를 연결해주는 네트워크 환경은 디지털 미디어를 활용하는 현대예술에서 같은 맥락으로 작품과 소통할 수 있다. 관람자의 터치행위를 통해 공간과 공간이 연결되고 그 연결을 통해 콘텐츠를 공유하며 소통할 수 있는 환경을 형성한다. 작품과 소통하고 작품을 통해 다른 관람자와 소통하기도 하며, 공간 아닌 공간에서 새로운 가상세계와 소통하기도 한다. 그 연결의 중심이 관람자이다. 터치하나로 시공을 넘어 여러 공간에 있는 사람들과 연결이 되어 상호간에 다양한 형태의 미디어를 주고받으며 소통하는 것이다.

본 연구에서 제시한 프로젝션 매핑과 스마트 미디어를 연동한 관람자 인터랙션 디자인은 다수의 관람자가 동시에 여러 개의 프로젝션 매핑 영상 콘텐츠와 인터랙션이 가능한 소셜 인터랙션이라는 새로운 해석을 가능하게 한다.

향후에는 다양한 플랫폼의 연동과 사회적 네트워크 서비스 연동으로 좀 더 원활하고 자연스러운 인터랙션 환경으로 확장하고자 한다. 또한 인터랙티브 프로젝션 매핑아트의 발전 가능성을 모색하고 다수의 관람자가 참여 가능한 공공영상예술에 적용할 수 있는 방안으로 연구의 범위를 확장하고자 한다.

참고문헌

- Ta Huynh Duy Nguyen, Tran Cong Thien Qui, Ke Xu, Adrian David Cheok, Member, IEEE, Sze Lee Teo, ZhiYing Zhou, Asitha Mallawaarachchi, Shang Ping Lee, Wei Liu, Hui Siang Teo, Le Nam Thang, Yu Li, and Hirokazu Kato, Real-Time 3D Human Capture System for Mixed-Reality Art and Entertainment. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol 11, No 6, 2005.
- Sherri Lynn Mayo, Emergent Objects at the Human-Computer Interface(HCI): A case study of artists' cybernetic relationship and implecations for critical consciousness, Ph.D. Dissertation of Columbia University, 2004.
- James Patrick Werner, Immersive Installation Art: Digital technology, its philosophies, and the rise of a new genre in fine art, Ph.D. Dissertation of Columbia University, 2007.
- M. Brynskov, P. Dalsgaard, T. Ebsen, J. Fritsch, K. Halskov and R. Nielsen, Staging Urban Interaction with Media Facades, *INTERACT'09 Proceedings of the 12th IFIP TC 13 International Conference on Human-Computer Interaction: Part I*, 2009.
- M. Bohmer, S. Gehring, M. Lochtefeld, M. Ostkamp, and G. Bauer, The Mighty Un-touchables – Creating

Playful Engagement on Media Facades, 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services, 2011.

- S. Boring, S. Gehring, A. Wiethoff, A. M. Blockner, Sohoning and A. Butz, "Multi-User Interaction on Media Facades through Live Video on Mobile Devices", *Proceedings of CHI'11*, 2011.
- 장승은, 김상욱, 미디어파사드 환경에서 다중 관람자에 의한 인터랙션 확장가능성, *한국콘텐츠학회논문지*, 제 12권, 제 9호, 2012.