

# 프로젝터를 이용한 사용자 상호작용 기술: 최근 동향 조사

글 \_ 이주행 \_ ETRI 로봇/인지시스템연구부 \_ joohaeng@etri.re.kr

## 1. 들어가는 글

최근 새로운 영상출력 장치에 대한 연구개발이 활발하여, 대화면, 초고해상도, AMOLED, 투명 디스플레이, 휘어지는 디스플레이, 전자잉크, 안경/무안경 3차원 입체영상, 홀로그래피 등 새로운 기술 개발에 대한 소식을 쉽게 접하게 된다. 빔 프로젝터도 영상출력 기기로 활용도가 높아지면서 새로운 특징이 더해지고 계속 진화하고 있다.

Bimber와 Raskar는 프로젝터를 사용자 상호작용에 적극 활용하는 공간증강현실(Spatial Augmented Reality) 기법을 제시하였고 [1], 최근 프로젝터 장치의 소형화[2], 깊이 카메라의 대중화, 제스처/물체/환경 인식기술의 발전과 결합하여 실용적이면서도 흥미로운 다양한 사용자 상호작용 연구들이 제시되고 있다[3-6]. 본고에서는 이러한 프로젝터를 이용한 사용자 상호작용 분야에서 주목할 만한 최신 동향을 정리하여 제시한다.

## 2. 프로젝터를 이용한 상호작용 기술

### 2.1 Light Blue Optics의 Light Touch

미국 Light Blue Optics사는 CES 2010에서 Light

Touch라는 프로젝터 기반의 터치 인터랙션 장치와 기법을 선보여서 많은 주목을 받았다[7].



그림 1. Light Touch를 이용한 상호작용의 예

우선 사용된 프로젝터는 독특한 HLP(holographic Laser Projection)라는 프로젝션 방식을 사용하고 있는데, 이 기법은 이 회사의 창업자인 4명의 캠브리지 출신 박사들의 연구에서 비롯된다. HLP는 마이크로 디스플레이 장치에 회절(diffraction) 패턴을 생성하고 여기에 레이저로 영상을 생성하는 방식이다. 이 방식은 다른 방식에 비해 밝고, 선명하고, 투사화면이 큰 장점이 있다.

이를 원천기술 삼아서, IR 카메라로 손가락의 움직임 감지하고, Adobe Flash Light로 응용을 구동하며, 무선네트워크가 가능한 Light Touch 장치를 개발

하였다. 이 장치는 프로젝터를 상호작용 장치로 사용하는데 많은 영감을 주었으며, 현재, Adobe, Microsoft, Samsung, Toshiba, Foxconn, Interbrand 등과 협력하여 양산 제품을 개발중에 있다고 한다.

## 2.2 MIT LuminAR

MIT Media Lab의 Fluid Interface 연구실은 “정보를 비추는 전구”라는 새로운 개념을 제시하였다[8].

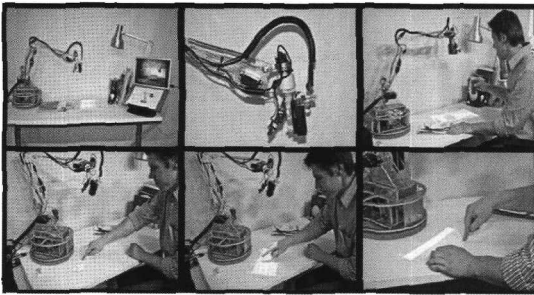


그림 2. LuminAR의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

이 프로젝트에서 소형 프로젝터, 카메라를 기존의 전구 (light bulb) 크기로 결합하고, 이를 로봇팔에 장착하여 컴퓨터와 연결하였다. 이 장치는 사람의 행동을 인식하여 원하는 곳으로 팔을 움직여 정보를 프로젝션할 수 있다. 특히, 로봇팔을 장착했다는 점에서 프로젝터를 사용하는 다른 연구들과 차별성이 있다. 즉, 정밀하고 동적이고 지능적으로 사물을 관찰하고 상황에 적합하게 (예를 들어, 사용자에게 가장 편리한 지점으로) 정보를 프로젝션할 수 있다.

## 2.3 Intel Labs Seattle+Washington U의 OASIS

이 프로젝트는 카메라, 깊이 카메라, 프로젝터, 스피커 등을 결합하여 공간에 고정시켜 배치하고, 작업 공간을 관찰하고 사용자의 제스처를 인식하여 실제 사물의 주변에 적합한 정보와 인터페이스를 프로젝션하는 상호작용 기법을 제시하고 있다[9].

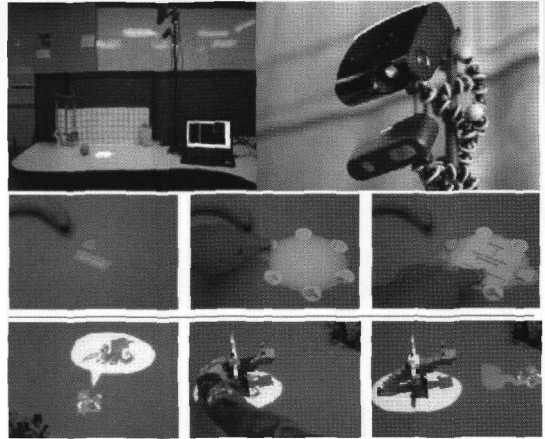


그림 3. OASIS의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

이 프로젝트는 두 가지 시나리오를 제시하고 있는데, 첫번째는 주방에서의 사용이고, 두번째는 레고 블록 놀이 상황이다. 주방에서는 요리 재료를 인식하여 이를 활용하는 정보를 얻을 수 있다. 예를 들어, 쇼팽 정보, 조리법, 보관 수량 등을 프로젝션된 인터페이스로 확인 할 수 있다.

레고 놀이는 실제 사물과 가상의 객체가 결합하는 매우 흥미로운 예를 보여준다. 예를 들어, 카메라가 용을 인식하면 용이 불을 뿜는 영상을, 소방차가 등장하면 물을 뿌리는 영상을, 기차가 등장하면 철로를 사물의 주변에 프로젝션하게 된다. 이를 통해 실제 사물이 갖는 성질(affordance)을 풍부하게 하거나 증강할 수 있고 사용자는 더 흥미로운 인터랙션을 하게 된다. 이 연구는 정식 논문으로는 발표되지 않았지만 기술문서와 동영상을 통해 정보를 확인할 수 있다.

## 2.4 Build Your Own World and Play in It

UIUC에서 수행한 이 연구는 평면점(surface particle) 방식으로 표현되는 콘텐츠를 다양한 일상 사물의 표면에 프로젝션하고 이들과 IR 스타일러스를 이용하여 인터랙션하는 기법을 소개하고 있다[10].



그림 4. [10]의 연구를 이용한 상호작용의 예.

이 기법은 크게 세 단계로 구성되는데, 먼저 블록등을 이용하여 3차원 물체를 구성한다. 이 블록들의 3차원 기하정보를 구조광 방식으로 획득한다. 다음은 스타일러스를 이용하여 3차원 물체 위에 가상의 콘텐츠들을 배치한다. (예를 들어, 골프 게임의 경우 장애물, 홀컵 등을 배치하게 된다.) 이 과정을 통해 물체의 표면에 가상의 정보가 연결된다. 제시된 기법으로 세 가지 콘텐츠(골프 게임, 탱크 게임, 사진 보기)를 세 가지 서로 다른 물리 공간에 프로젝션하여 사용성을 보이고 있다.

### 2.5 Microsoft LightSpace

이 프로젝트는 방 정도 크기의 공간에 다중으로 배치된 깊이 카메라를 이용하여 사용자와 제스처를 추적하고 프로젝터로 정보를 투사하는 기법을 보여주고 있다[11].

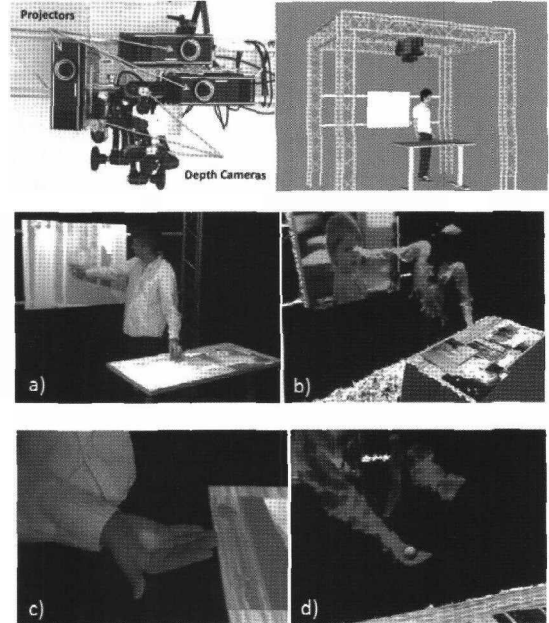


그림 5. LightSpace의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

이 연구에서는 제스처와 공간을 동시에 인식하기 때문에 신체의 표면은 물론 책상과 평면들에 정보를 동적으로 옮겨가면 프로젝션할 수 있다. 예를 들어, 책상에 프로젝션되는 영상을 주변의 벽면으로 옮길 때, 한손으로 책상을, 다른 손으로 벽면을 가르키게 된다. 또한, 동시에 여러 사람의 손을 인식하여 한 사람의 손바닥에 놓인 영상을 다른 사람의 손으로 전달하는 예를 보여주고 있다.

### 2.6 KIST+MIT GuidingLight

이 프로젝트는 실내 네비게이션을 도와주는 손전등의 개념으로, 초소형 프로젝터에 카메라와 각종 센서를 결합한 장치를 사용하고 있다[12].



그림 6. GuidingLight의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

이 프로젝트에서가 제시한 시나리오는 명함에서 목적지를 인식하고, 프로젝터를 주변 벽 등에 향하면 목적지까지의 이동경로를 설명하는 영상을 프로젝션하거나, 지도에 장치를 비추면 지도를 인식하고 목적지를 지도상에 화살표 등으로 알려주게 된다. 또한, 실제 이동중에는 바닥에 화살표를 표시하여 이동경로를 알려주게 된다. 시스템은 장치와 서버로 구별되어 서버쪽에서 카메라로 입력받은 환경의 정보로부터 위치 정보등을 추출하게 된다.

유사한 개념이 Ubiquitous Display 프로젝트에서 모바일로봇에 적용되어 상용자에게 방향을 프로젝션으로 가이드하는 시나리오를 제시한바 있다[4].

### 2.7 CMU+Microsoft OmniTouch

이 프로젝트는 소형 프로젝터, 카메라, 깊이 센서를 어깨위에 휴대가능도록 장착하고 실제 사물에 정보 및 인터페이스를 증강하고 멀티터치가 가능한 상호작용 장치 및 기법을 소개하고 있다[13].



그림 7. OmniTouch의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

유사한 개념이 SixthSense에서 개념적으로 제시되었는데[3]. 이 프로젝트는 그에 비해 훨씬 구현 완성도가 높다. 특히, 캘리브레이션 없이 신체 일부나 환경의 표면에서 손가락의 좌표, 클릭이나 더 복잡한 움직임을 정밀하게 이해하여 다양한 상호작용이 가능하게 한다. 현재 어깨에 크게 장착된 장치가 성냥과 수준으로 작아져서 휴대가 더 간편해지고, 터치가능한 프로젝션 단추의 크기도 더 줄어들 수 있기 때문에, 향후 실제 적용도 가능하리라 예상된다.

### 2.8 Microsoft AnatOnMe

이 프로젝트는 병원에서 의사와 환자 사이의 커뮤니케이션을 도와주는 휴대형 프로젝터 기반의 상호작용 기술을 소개한다[14].



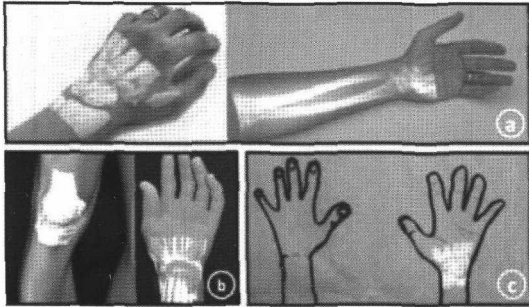


그림 8. AnatOnMe를 이용한 상호작용의 예.

특히, 이 연구에서는 실제로 의료 현장에서 의사가 환자에게 정보를 전달하는 워크플로우를 분석하여 프로토타입 시스템을 개발하였다. 의사는 휴대형 프로젝터를 이용하여 벽, 모델, 환자의 몸에 정보를 직접 증강하여 관련 의료 정보를 설명하게 된다. 이 연구에서는 HCI 관점에서 사용자 사례 연구와 실제 의료 전문가의 의견을 함께 싣고 있다.

### 2.9 Microsoft IllumiShare

이 프로젝트는 원격 사용자간에 일상 사물과 가상의 객체를 혼합하여 통신과 협업이 가능하도록 하기 위해, 프로젝터와 카메라 시스템을 활용한 예를 보여 주고 있다[15].

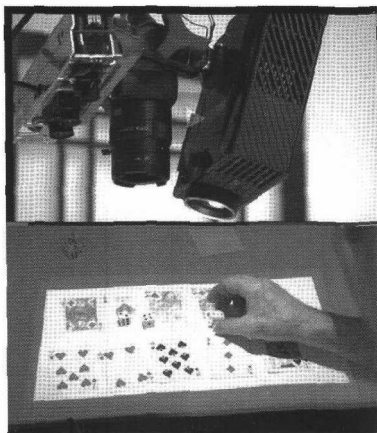


그림 9. IllumiShare의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

장치는 공간에 고정된 카메라, 프로젝터, 깊이 카메라로 구성되어 있는데, 원격 사용자의 각 책상위 적당한 곳에 배치되어 있다고 볼 수 있다. 이 장치는 카메라로 한 작업공간(예, 책상 위)의 상황을 원격 사용자의 작업공간 비디오로 전송하여 프로젝션하게 된다. 이를 통해 두 사용자는 물리적인 사물을 직접 만지면서 가상의 객체를 증강함은 물론, 원격 사용자와 작업 환경 공유가 가능해진다.

예를 들어, 원격 사용자는 내 책상위의 그림을 자신의 책상에 프로젝션 되어 볼 수 있고, 체스처럼 자신의 책상에 그림을 그려서 내 책상위로 프로젝션 시킬 수 있다. 이런 기술은 원격 협업, 학습, 엔터테인먼트 등 수 많은 응용이 가능할 것으로 예상된다.

### 2.10 Microsoft Augmented Projectors

이 프로젝트는 휴대형 프로젝터를 이용하여 실내 환경에 정보를 증강할 수 있는 세가지 종류의 장치와 그 응용을 소개한다[16].

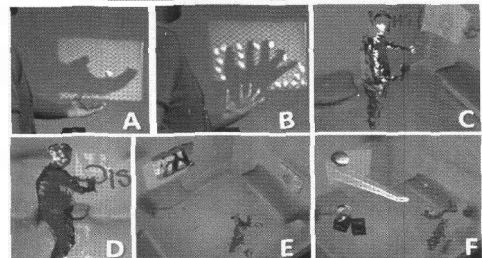
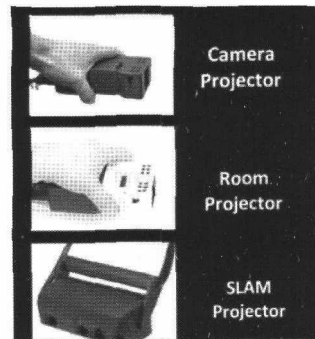


그림 10. Augmented Projectors의 구성 및 이를 이용한 상호작용의 예.

첫번째 카메라 프로젝터 장치는 피코 프로젝터, IR 카메라, IMU 센서를 결합하였다. IMU로 장치의 오리엔테이션을 센싱하고, IR 카메라로 프로젝터 앞에 있는 물체(그림 A, B에서 손)를 인식한다. 이를 통해 프로젝션되는 영상과 제스처 기반의 상호작용이 가능하다.

두번째 실내 프로젝터는 첫번째 장치와 실내에 배치되어 있는 네 대의 키넥트 카메라를 연동하여, 환경의 깊이 정보와 프로젝터의 환경내 절대위치를 동시에 추적하게 된다. 이를 통해 프로젝터가 투사하는 영역의 기하학적 정보를 추정하여 적당한 영상을 실시간 그래픽스로 생성하여 프로젝터로 전달하면, 실제 공간에 가상공간의 정보가 투영되게 된다. 이를 통해 가상 공간의 정보를 실제 공간에 증강시키는 상호작용이 가능하다. (그림 C~F).

세번째 슬랩 프로젝터는 한 장치안에 프로젝터, 키넥트, IMU를 결합한 장치인데, SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) 방식을 통해 정밀한 3차원 환경정보를 실시간에 획득할 수 있고, 환경내 실제 물체에 가상의 정보를 더욱 정교하게 프로젝션하고 제스처 기반의 인터랙션을 할 수 있다.

### 3. 맺음말

이상에서 프로젝터를 이용한 사용자 상호작용 분야에서 주목할 만한 최근 기술들을 살펴 보았다. 본고에서 소개된 것 외에도 국내외에서 진행중인 유사한 연구사례가 매우 많을 것으로 생각되며, 향후 계속 증가할 것으로 예상된다.

관련 기법들은 일상에서의 사용자 상호작용에 우선 많은 도움을 줄것으로 예상되며, 향후 복잡한 3차원 형상을 다루는 CAD/CAM, 컴퓨터 그래픽스, 과학적 가시화, 의료 가시화 분야에서의 활발한 응용이 예상된다.



### 참고문헌

1. Bimber and Raskar, Spatial Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds, A K Peters, 2005.
2. J. Lincoln, "March of the Fico Projectors," IEEE Spectrum, May, 2010.
3. Mistry et al., "SixthSense: A Wearable Gestural Interface," SIGGRAPH ASIA, 2009.
4. Lee et al., "Making Environment as Canvases: Ubiquitous Display from 2D to 3D," IEEE ROMAN, 2009
5. 허기수 외, "프로젝션 기반 증강현실 기술동향" 전자통신동향분석, 26(5), 2011.
6. 이주행, "공간증강현실 기술소개 및 로봇으로의 응용," 한국 캐드캠학회 학술대회 튜토리얼: 증강현실 기술의 이해와 실습, 2012.
7. Light Touch, Light Blue Optics, Inc., 2010. <http://light-blueoptics.com/products/light-touch/>
8. Linder et al., "LuminAR: Portable Robotic Augmented Reality Interface Design and Prototype," UIST, 2010.
9. Ziola et al., "OASIS: Examining a Framework for Interacting with General-Purpose Object Recognition," Intel Labs Seattle Technical Report, 2010.
10. Jones et al., "Build Your Own World and Play in It: Interacting with Surface Particles on Complex Objects," ISMAR, 2010.
11. Wilson et al., "Combining Multiple Depth Cameras and Projectors for Interactions On, Above, and Between Surfaces," UIST, 2010
12. Chung et al., "GuidingLight: Navigation Assistance System using Projection Based Augmented Reality," IEEE Int. Conf. Consumer Electronics, Jan., 2011.
13. Harrison et al., "OmniTouch: Wearable Multitouch Interaction Everywhere," UIST, 2011.
14. Ni et al., "AnatOnMe: Facilitating Doctor-Patient Communication Using a Projection-Based Handheld Device", ACM CHI, 2011.
15. Junuzovic et al., "IllumiShare: Sharing Any Surface," ACM CHI, 2012.
16. Molyneaux et al., "Augmenting Indoor Spaces Using Interactive Environment-aware Handheld Projectors," Submitted to Pervasive 2012.