

공간증강현실 기반 스마트 프로젝션 서비스

김형선* · 이주행** · 이아현***

목 차

요약	개념
1. 서론	3.2 프로젝터-카메라 동작 구조
2. 관련연구	3.3 카메라와 프로젝터 캘리브레이션
2.1 ETRI 미래형 로봇 컴퓨터	4. 스마트 프로젝션 서비스 구현 사례
2.2 MIT Media Lab의 Sixth Sense	4.1 응용 서비스 시나리오
2.3 Microsoft의 LightSpace	4.2 응용 서비스 개발 및 실험 환경
2.4 Intel & Washington University	4.3 응용 서비스 구현
OASIS	5. 결론
3. 스마트 프로젝션 기술	참고문헌
3.1 스마트 프로젝션 서비스 기술	Abstract

요약

공간증강현실(Spatial Augmented Reality, SAR) 기술은 초소형 프로젝터와 카메라로 구성되어 실제 사물을 인식하고, 물체 표면이나 주변에 상황에 적합한 정보 및 사용자 인터페이스를 투사(projection)하는 기술이며, 최근에는 소형 프로젝터의 등장으로 더욱 각광 받고 있는 기술이다. 본 논문에서는 공간증강현실 기술이 새로운 IT 패러다임으로 부각됨에 따라 이 기술을 이용하여 스탠드 형 모양에 프로젝터-카메라-프로세서를 설치하여 스마트 프로젝션(Smart Projection) 서비스 시스템을 구현하고, 적용한 서비스 구현사례를 소개 하고자 한다.

표제어: 공간증강현실, 증강현실, 스마트 프로젝션 기술

접수일(2015년 3월 9일), 수정일(1차: 2015년 3월 23일), 게재확정일(2015년 3월 24일)

* 교신저자, 한국전자통신연구원 공간정보기술연구실, kimhs@etri.re.kr

** 한국전자통신연구원 지능형인지기술연구부 인간로봇상호작용연구실, jooaeng@etri.re.kr

*** 한국전자통신연구원 지능형인지기술연구부 인간로봇상호작용연구실, azsure@etri.re.kr

1. 서론

최근 클라우드 컴퓨팅의 발전으로, 일상 사물, 환경, 사용자 등의 수많은 정보가 가상정보공간으로 입력되고 있지만, 실제 물리공간으로 적절히 표출되고 있지 못하고 있는 실정이다.

현재의 대부분의 상호작용은 스크린으로 표출된 정보에 기반한 인간-기계간의 인터페이스가 중심이며, 최근 사물과의 새로운 인터랙션 기법으로 Tangible Interface가 제시된 바 있으나, 이는 기존의 사물을 새로운 정보로 기기화하여 인터랙션을 하는 개념이고, 증강현실(Augmented Reality, AR) 기술 역시 정보 증강을 위한 별도의 디스플레이 장치를 매개로 상호작용이 이루어지고 있다.

또한 최근 컴퓨팅 환경은 기존의 PC와는 다른 형태의 컴퓨팅 기술을 요구하고 있으며, 가까운 미래의 새로운 상호작용 기술은 우리의 실생활 공간에서 실 사물에 정보를 지능적으로 증강하는 새로운 형태의 인터페이스가 요구될 것으로 예측되고 있다.

이러한 추세에 부각되고 있는 공간증강현실 기술(Spatial Augmented Reality, SAR)은 초소형 프로젝터와 카메라로 구성되어 실제 사물을 인식하고, 물체 표면이나 주변에 상황에 적합한 정보 및 사용자 인터페이스를 투사(projection)하는 기술이다[2, 7].

증강현실 기술은 컴퓨터 비전, 실시간 컴퓨터 그래픽스, 사용자 상호작용 기술이 결합한 흥미로운 기술 분야이다. 카메라를 통해 물리공간의 영상을 얻고, 영상내의 공간정보와 의미정보를 해석하여 여기에 추가적인 정보를 컴퓨터 그래픽스 기술을 이용하여 실시간으로 합성하여 사용자의 디스플레이에 제시한 것이 기본적인 기법이다. 특히, 최근 스마트 폰의 보급과 모바일 컴퓨팅의 계산능력의 증가로 기술적 장벽이 낮아지면서 더욱 각광을 받고 있으며, 스마트 폰의 킬러 앱의 하나로 주목 받고 있기도 하다.

증강현실과 비교해 보면 공간증강현실 기술은 기

존 증강현실 기술에 비해 프로젝터를 디스플레이 장치로 사용한다는 점에서 가장 큰 차이가 있다[8, 9]. 실제 사물의 표면에 정보가 직접 투사하여 지기 때문에 사용자는 모니터를 바라보거나 HMD와 같은 장치에 의존하지 않아도 되는 편리함이 있다. 최근 손바닥 크기의 초소형 프로젝터의 등장과 더불어 공간증강현실 기술은 새로운 사용자 상호작용 기법으로 많은 주목을 받고 있다. 특히, Microsoft Kinect와 같은 깊이 카메라가 보급되면서, 그 동안 문제가 되었던 환경에 대한 기하학적인 정보를 보다 쉽게 얻을 수 있게 되어 공간증강현실 기술의 도입이 가속화될 전망이다.

따라서 이런 변화하는 정보기술의 상황에 따라 공간증강현실 기술이 새로운 IT 패러다임으로 부각됨에 따라 본 논문에서는 이 기술을 이용하여 스탠드형 모양에 프로젝터-카메라를 설치하여 스마트 프로젝션(Smart Projection) 시스템의 시범 서비스 구현 사례를 소개하고 하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장의 관련 연구에서는 기존의 공간증강현실 서비스에 대하여 소개하고, 제 3장에서는 스마트 프로젝션 기술에 상세하게 설명한다. 제 4장에서는 공간증강현실 기반 스마트 프로젝션 시범 서비스 구현사례를 소개 하고, 제 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 ETRI 미래형 로봇 컴퓨터

ETRI에서는 2개의 카메라/프로젝터 쌍이 5개 모터로 움직이며 사용자 시점 기반 공간증강현실 기술로 구현하였으며, 사용자 및 위치, 제스처, 물체 인식을 하여 사용하여 테이블 위나 가장 적합한 벽을 찾아 투사하여 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공하는 기술을 개발하였다[7].



그림 1. ETRI 미래형 로봇컴퓨터
Fig. 1. ETRI Future Robotic Computer

2.2 MIT Media Lab의 Sixth Sense

MIT Media Lab에서 발표한 ‘Sixth Sense’는 실세계에 디지털 정보를 보다 편리하게 연결하여 사용할 수 있도록 개발된 새로운 형태의 착용형 컴퓨터로, 마커로 표시된 손가락 및 움직임 인식하고 제스처를 통해 사용자 명령을 인식하는 제스처 기반 인터페이스 기술을 개발 하였으며, 사용자가 프로젝터와 카메라를 목걸이 형식으로 착용하고, 카메라는 사용자의 동작 및 사물을 인식하여 상황에 맞는 정보를 증강하여 보여주는 연구를 하였다[8].



그림 2. MIT의 식스 센스 프로젝트
Fig. 2. MIT's Sixth Sense Project

2.3 Microsoft의 LightSpace

공간에 장착된 다수의 프로젝터와 깊이 카메라를 이용하여, 상황을 이해하여 벽, 책상, 손바닥 등 다양한 실제공간에 정보 및 인터페이스를 표시하며, 2대의 프로젝터로 곡면형 스크린에 입체 영상을 투영하고, 환경 내 센서로 사용자 동작 및 시점, 물체를 인식/추적하여 몰입감 있는 상호작용을 제공하는 연구를 수행 하였다[5].

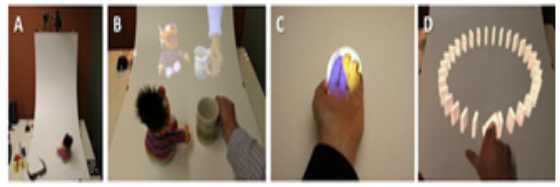


그림 3. MS “라이트스페이스” 프로젝트
Fig. 3. Microsoft's Light Space Project

2.4 Intel & Washington University OASIS

이 연구는 고정형 소형 프로젝터, 카메라 및 깊이 카메라를 사용하여 공간증강현실, 사물인식 및 동작 인식 기술을 결합한 새로운 상호작용기법을 제시하고 있으며, 실 사물 DB를 바탕으로 주방 및 놀이공간에서 사용되는 실 사물을 인식하고 적합한 정보 및 인터페이스를 증강하는 연구를 수행 하였다[14].



그림 4. 인텔과 워싱턴 대학의 오아시스
Fig. 4. OASIS of Intel & Washington University

3. 스마트 프로젝션 기술

공간증강현실 기반 스마트 프로젝션 기술은 스텐드 전등 모양에 프로젝터-카메라를 설치하여 모듈의 위치와 방위를 기구학적으로 결정해야 하며, 컴퓨터 비전과 그래픽스 기술을 이용하여 사물의 표면을 인식하고, 인식된 사물의 표면에 맞게 상황에 적합한 정보 및 사용자 인터페이스를 투사(projection)하는 기술이다[1, 3].

3.1 스마트 프로젝션 서비스 기술 개념

본 논문에서 제안하는 스마트 프로젝션 서비스 기술은 테이블 위에 실 사물(Real Object)과 가상 콘텐츠(Virtual Contents)를 결합하는 기술이며, 그림 5에서 보는 바와 같이 카메라-프로젝터-프로세서로 구성된 스마트 디바이스로 기존 온라인 가상 콘텐츠를 현실공간인 테이블 위에 직접 투사하여 가상이 아닌 실제 콘텐츠(실사물)와 가상 콘텐츠가 결합되어 함께 즐길 수 있는 디지털 놀이 공간을 구현하는 기술이다[3].

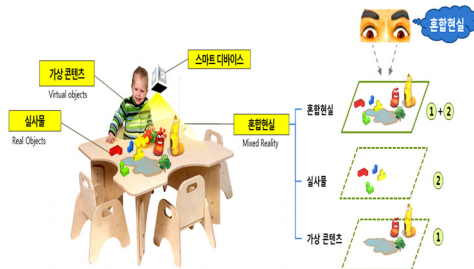


그림 5. 공간증강현실 서비스 개념도
Fig. 5. Concept of Spatial Augmented Reality

3.2 프로젝터-카메라 동작 구조

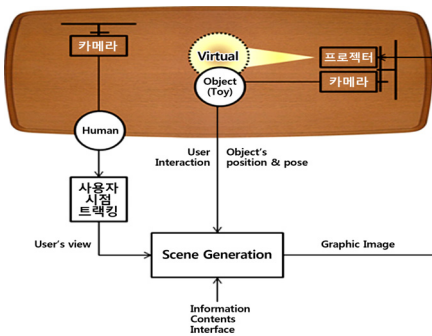


그림 6. 스마트 프로젝션 서비스 아키텍처
Fig. 6. Architecture of Smart Projection Service

그림 6의 중간 부분인 (1) 프로젝터로 투사하여 증강하는 기능은 출력 장치인 프로젝터를 이용하여

물리적 사물 및 환경인 테이블 위에 가상콘텐츠의 정보를 그림 7과 같이 투사하게 된다. 이를 통해 (2) 스마트 프로젝션의 응용(그림 6 중하단)의 인터페이스가 Scene Generation을 거쳐 사용자에게 시각적으로 인터페이스가 제시된다. 일반적으로 스마트 프로젝션 서비스 응용은 정보/콘텐츠와 사용자 인터페이스로 구성된다. (3) 그림 7에서 사용자는 스마트 프로젝션 서비스 응용이 테이블 위에 투사되는 인터페이스를 통해 상호작용을 하게 된다.

상기 상호작용에서 카메라로 얻은 영상이 (4) 스마트폰의 프로세서로 입력 값으로 전달된다. (5) 입력된 영상정보를 응용의 상황에 맞게 분석하여 관심 있는 물체의 형태나 공간좌표를 계산하고, 카메라의 촬영 방향과 프로젝터의 투사 방향변경이 필요한 경우 그 초기값을 결정한다[4]. (6) 프로젝터의 투사 방향과 카메라의 촬영 방향이며, 정교한 응용에서는 3차원 공간상의 위치와 영역이 함께 정의된다[10].

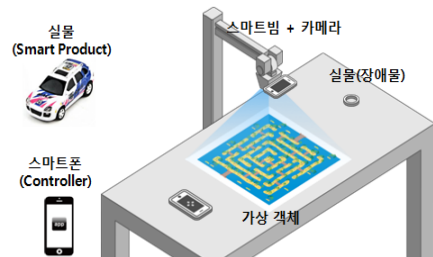


그림 7. 스마트 프로젝션 서비스 환경
Fig. 7. Environment of Smart Projection Service

(7) 정의된 프로젝터의 투사 방향과 카메라의 촬영 방향을 얻기 위해 전통적인 역기구학(inverse kinematics) 및 역 투사(inverse projection), 영상생성(image warping) 기법을 통해 동작 변수 값을 설정한다. 역 투사 기법은 공간증강현실 기법의 도입과 더불어 새롭게 연구되고 있는 분야이다. (8) 주요 동작변수로는 프로젝터/카메라 동작 값, 영상의 형태 등을 보정할 그래픽스 라이브러리의 동작변수 등이

있다. 이러한 일련의 변수 값은 수학 모델에 의해서 결정되는데, 조건을 만족하는 값이 없거나, 복수개의 값이 존재하는 경우가 있다. 또한, 응용의 상황이나 시스템적 제약요건에 의해서 값이 한정될 수 있는데, (9) 최적화 과정을 통해서 (10) 최종 동작 변수 값이 결정된다. 이 값이 기구부, 영상 생성부에 전달되면 프로젝터에 의한 정보 증강 및 카메라에 의한 사용자 입력 값 수집이 반복해서 수행된다.

공간증강현실에서는 물체의 표면이나 주변에 정보 및 인터페이스를 증강시키는 것을 목표로 하고 공간증강현실에서는 빛의 투사와 영상의 입력이 효과적이 되도록 프로젝터, 카메라, 그래픽 파이프라인을 제어하는 것이 중요하다.

3.3 카메라와 프로젝터 캘리브레이션

스마트 프로젝션 시스템에서는 카메라와 프로젝터의 기하학적 관계가 매우 중요하다. 카메라로 인지한 객체의 위치에 프로젝터가 가상의 정보를 투사하려면, 둘 사이의 기하학적 관계를 풀어야 해결할 수 있다.

카메라 캘리브레이션은 Zhang[13]의 방법을 사용하고, 해상도의 명시를 요구하는 Zhang의 방법과 달리 Tsai[12]의 방법은 초기화된 해상도가 필요하지 않아, 카메라의 위치가 변동되는 경우 lens shift가 발생이 존재하는 프로젝터 캘리브레이션에 적합하다.

3.3.1 카메라 캘리브레이션

카메라는 내부, 외부 파라미터와 렌즈 왜곡 변수로 구성되며 카메라 외부 파라미터는 지정된 실세계 좌표의 원점에서 카메라의 위치를 정의한다.

그림 8에서 실 세계 좌표 (X, Y, Z) 는 카메라 좌표계의 (x, y) 와 대응된다. 대응 관계를 풀기 위해서는 먼저, 카메라에서 취득된 이미지를 렌즈 왜곡 변수를 사용해 평평하게 변환한다. 다음, 카메라 내부 파라미터와 외부 파라미터를 결합한 3×4 카메라 호모그래피 행렬을 사용해, 3차원의 실세계 좌표계의

값을 2차원의 카메라 좌표계의 값으로 변환하는 방법을 사용한다.

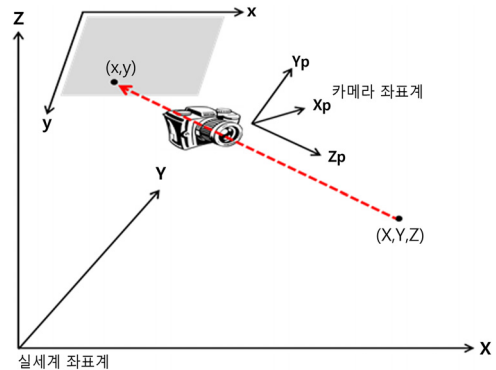


그림 8. 카메라 캘리브레이션
Fig. 8. Camera Calibration

3.3.2 프로젝터 캘리브레이션

프로젝터 캘리브레이션은 카메라와 같은 방법으로 수행하기 어렵다. 구조적으로 반대의 특성을 갖는 프로젝터는 실 세계에 프로젝터의 이미지를 투사한다. 때문에 투사되는 위치에 따라 프로젝터 이미지와 좌표는 각기 변화한다. 이때 캘리브레이션된 카메라를 사용하면 문제를 해결할 수 있다.

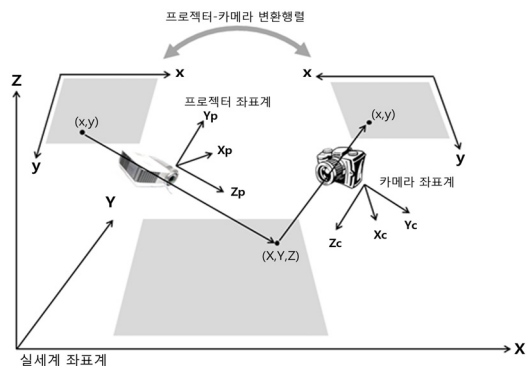


그림 9. 프로젝터-카메라 캘리브레이션
Fig. 9. Projector-Camera Calibration

카메라 캘리브레이션의 경우 실제 종이로 프린팅된 실세계 평면 패턴의 코너점과 이를 촬영한 카메라

라 이미지의 코너점 간의 관계를 사용하였다. 프로젝터는 실세계 좌표계 상의 값을 알 수 없기 때문에 (투사 거리 및 위치에 따라 각기 값이 변함) 투사된 결과 이미지를 카메라로 촬영하여 실세계 좌표계 상의 값을 계산한다.

프로젝터 캘리브레이션은 캡처된 카메라 이미지 상의 평면패턴의 코너점과 프로젝터 좌표계 상의 투사되기 전의 이미지 상의 코너점을 사용해 계산하는 방법을 사용한다.

4. 스마트 프로젝션 서비스 구현 사례

4.1 응용 서비스 시나리오

게임을 좋아하는 철수는 자신이 원하는 아이템과 디자인을 자유롭게 업그레이드 하고, 기분에 따라 게임 종류를 변경하곤 한다.

매번 다른 게임을 즐길 수 있고, 친구들과 SNS를 통해 정보도 공유 한다.

1. 나만의 게임을 하기 위해 스마트 폰 App.을 실행한다.
2. 스마트 폰 화면에서 다양한 Smart 게임을 선택한다.(예: 블록게임, 자동차 경주 게임 등)
3. 선택한 게임의 블록과 장애물을 프로젝터로 테이블 위에 투사한다(그림 10).
(이 때 게임 프로젝터로 다양한 블록과 장애물을 테이블 위에 투사할 수 있다.)
4. 테이블 위에 투사한 사용자 인터페이스가 카메라를 통해 손의 위치와 마커를 인식할 준비가 되어 있다.
5. 테이블 위에 투사한 블록과 장애물을 피해 마커를 놓으면 프로젝터로 커브를 만든다(그림 10).
6. 쥐는 만들어진 커브 길로 목적지 까지 장애물을 피해 무사하게 목적지까지 도착하여 치즈를 먹을 수 있다(그림 11).

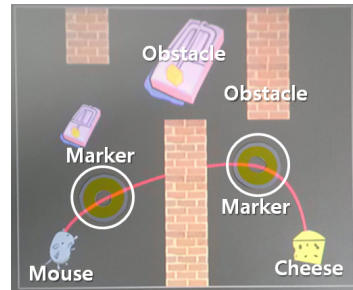


그림 10. 경로 만들기 실패
Fig. 10. Create a Path Failure

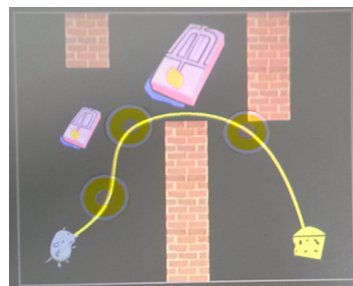
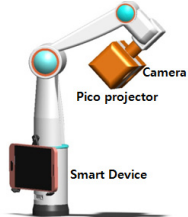


그림 11. 경로 만들기 성공
Fig. 11. Create a Path Success

4.2 응용 서비스 개발 및 실험 환경

표 1. 응용 서비스 개발 및 실험 환경
Tab. 1. Development & Test Environment

스마트 프로젝션 H/W 구성품	<ul style="list-style-type: none"> · Camera: Resolution: 640×480 · Pico Projector: Resolution: 800×600 · Smart Device: 안드로이드 2.3 이상 스마트폰 · Frame Rate: 30 fps
Tool	<ul style="list-style-type: none"> · OpenCV, OpenGL, · Matrix TCL Pro
스마트 프로젝션 H/W 프로토타입	 <ul style="list-style-type: none"> · 프로젝터-카메라-스마트 디바이스로 구성된 수동적 자유도를 가진 일체형 장치에서 구동

4.3 응용 서비스 구현

그림 14와 같이 위의 응용 서비스 시나리오는 곡선을 이용한 길 찾기 게임이며, 이 게임은 사용자가 실 사물을 이용하여, 벽돌과 쥐뿔 같은 복잡한 미로와 장애물을 피해 쥐가 이동할 수 있는 경로를 만들고, 쥐가 피해갈 수 있는지의 게임 미션 성공 여부를 판단한다.

이 게임에서는 공간증강현실 시스템을 이용하여 실 세계 객체인 곡선의 제어점과 프로젝트 투사 이미지를 정합한 곡선 디자인 방법을 구현 하고자 하였다[11].

다른 게임 예와 마찬가지로 첫 단계는 카메라와 프로젝터 캘리브레이션이다. 프로젝터가 투사하는 이미지가 실사물의 표면에 정합되기 위해서 카메라와 프로젝터의 내외부 인수 계산을 위한 캘리브레이션이 필요하며, 프로젝터에서 투사한 이미지와 실세계 사물과의 위치 정합은 2차원 좌표 값에 대한 3차원 공간으로의 역사영(back-projection)을 통해 계산되어 투사되고, 자세한 알고리즘은 본 논문에서는 생략하기로 한다.

그림 12, 그림 13과 같이 사용자는 테이블 위에서 실 사물을 제어하여 쥐의 경로를 만든다. 벽돌과 쥐뿔 같은 복잡한 미로와 장애물을 피해 디자인된 곡선의 결과에 따라 게임 미션 성공 여부가 결정되며, 제안하는 응용예제를 이용하면 다양한 게임에 활용할 수 있고 어린이와 노인의 공간 인지력 향상을 위한 프로그램으로 사용될 수 있다.



그림 12. 쥐의 경로 만들기 실패
Fig. 12. Create a Path Failure in Mouse

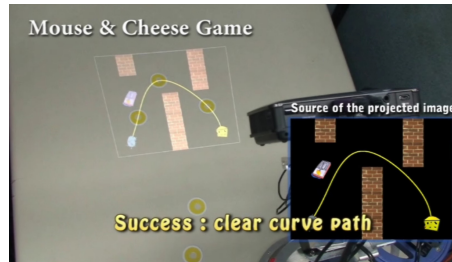


그림 13. 쥐의 경로 만들기 성공
Fig. 13. Create a Path Success

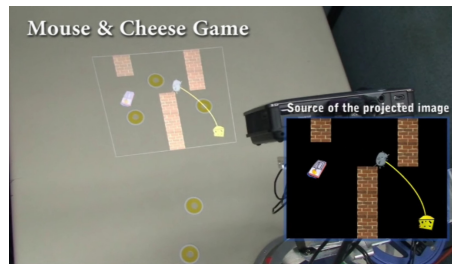


그림 14. 쥐가 먹이를 먹으러 가는 장면
Fig. 14. Mouse Scene goes Out To Feed

5. 결론

공간증강현실 기술을 이용하여 가상 공간과 현실 공간을 결합한 공간에 가상 콘텐츠를 직접 투영하여 결합하는 스마트 프로젝션 서비스 구현 사례를 소개 하였으며, 실제 7세 이하 유치원 어린이에게 시범적으로 적용한 결과 모니터로 디스플레이 하는 게임보다 좋은 반응을 보였다.

본 논문에서 제안한 스마트 프로젝션 서비스는 손으로 직접 만지며 체험하는 기존의 오프라인 멀티미디어 서비스의 효용을 활용하면서도 온라인 멀티미디어 서비스 기술과 접목하는 기술을 구현 한 것이다.

스마트 프로젝션 서비스는 사용자 체험을 높일 수 있도록 실 사물에 멀티미디어 서비스를 직접 증강하는 인터랙티브 멀티미디어 서비스용 새로운 상호작용인 스마트 장치 및 이와 관련된 응용 멀티미디어 서비스를 개발함으로써 타 산업과의 융합이 가능해 지면서 시장의 활성화와 모바일 증강현실보다

적용 가능한 산업이 다양하기 때문에 시장에서 더욱 각광받을 것으로 예상된다.

향후 연구는 기술상에 약간의 문제가 있는 영상 투사, 투사체의 특성 인식 등의 기술적 문제가 해결하면 모바일 단말기와와의 융합 등 기술의 발전으로 인해 타 산업과의 융합이 가능해 지면서 시장의 활성화가 예상됨에 따라 실제 적용 분야는 다양하며 아래와 같다.

- 어린이/유아의 학습 분야: 공간인지 능력 향상 시킬 수 있는 어린이 집, 학교, 키즈카페, 어린이 병원 등
- 전문 학습 분야: 공학, 의료 분야에서 형상의 이해에 관련된 학습 콘텐츠와 SW를 적용한 스마트빔 장치(체험관, 국공립 과학관)
- e-러닝 분야: 공간증강현실 기반 e-러닝 시장 매출 증대 기대학습 내용을 쉽게 이해할 수 있도록 풍부한 학습교재 및 직접 체험할 수 있는 기회 제공
- 노인 복지 분야: 인지 능력 측정 및 향상을 위한 콘텐츠와 적용한 스마트 빔 장치
- 아날로그형 게임: 칠교놀이, 보드게임, 카드게임 등

참 고 문 헌

[국내 문헌]

- [1] 이아현, 정연구, 서정대, 이주행, (2014), “멀티 스레드 방식 기반의 움직이는 객체 검출 및 추적 방법”, 한국HCI학회 학술대회, 183-185.
- [2] 이주행 (2014), “프로젝터를 이용한 사용자 상호작용 기술”, 한국CAD/CAM학회 학회지 18(2), 18-21.

[국외 문헌]

- [3] Bimber, O. and Raskar, R. (2005), Spatial

Augmented Reality: Merging Real and Virtual Worlds, AK Peters.

- [4] Huber, J., Steimle, J., Liao, C., and Liu, Q. (2012), “LightBeam: nomadic pico projector interaction with real world objects”, CHI’12 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, 2513-2518.
- [5] Jones, B. R., Benko, H., Ofek, E., Wilson, A. D. (2013), “IllumiRoom: peripheral projected illusions for interactive experiences”, Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, 869-878.
- [6] Lee, A. Suh, J. D., and Lee, J. H. (2013), “Interactive design of planar curves based on spatial augmented reality”, In Proceedings of the companion publication of the 2013 international conference on intelligent user interfaces companion, ACM, 53-54.
- [7] Lee, J. H., Kim, H., Suh, Y. H., and Cho, J. (2011), “Issues in control of a Robotic Spatial Augmented Reality System”, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 16(6), 437-448.
- [8] Lee, J. H., Maegawa, K., Iwamoto, K., Park, J., Lee, J. H., and Kim, H. (2013), “FRC based augment reality for aiding cooperative activities”, In RO-MAN, IEEE, 294-295.
- [9] Lee, J. H., Maegawa, K., Park, J. S., and Lee, J. H. (2012), Calibration issues in FRC: camera, projector, kinematics based hybrid approach, In Proc. URAI, 218-219.
- [10] Martinez, D. Plasencia, J., Knibbe, A., and Haslam, D. (2014), “ReflectoSlates: personal overlays for tabletops combining camera-projector systems and retro reflective

- materials”, CHI’14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM, 2071–2076.
- [11] Park, H. J. and Lee, J. H. (2006), “B-spline Curve Approximation Based on Adaptive Selection”, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 11(1), 1–10.
- [12] Tsai, R. Y. (1987), “A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses”, Robotics and Automation, IEEE Journal of, 3(4), 323–344.
- [13] Zhang, Z. (2000), “A flexible new technique for camera calibration. Pattern Analysis and Machine Intelligence”, IEEE Transactions on, 22(11), 1330–1334.
- [웹사이트]**
- [14] <https://software.intel.com/en-us/videos/oasis-object-aware-situated-interactive-system>.



김형선 (Hyoung-Sun Kim)

광운대학교 대학원에서 컴퓨터공학 전공으로 석사학위를, 대전대학교 대학원에서 컴퓨터공학 전공으로 박사학위를 취득하였고, 현재 한국전자통신연구원 지능형인지기술연구부 공간정보연구실에서 책임연구원으로 재직 중이다. 관심분야는 상황인식 컴퓨팅, 공간증강현실, 시맨틱 웹, 홈서비스 로봇 연구 등이다. 주요 논문은 ETRI 저널의 SCI 논문, 정보처리학회 등의 국내외 학술지와 주요 국내외 학술대회에서 다수의 논문을 발표하였다



이주행 (Joo-Haeng Lee)

포항공과대학교에서 컴퓨터 공학 학사, 석사, 박사학위를 취득하였고, 현재 한국전자통신연구원 지능형인지기술연구부 인간로봇상호작용연구실에서 책임연구원으로 재직 중이다. 관심분야는 컴퓨터 그래픽스, 공간증강현실, 증강현실 연구 등이다. 주요 논문은 ETRI 저널의 SCI 논문, 국내외 학술지와 주요 국내외 학술대회에서 다수의 논문을 발표하였다.



이아현 (Ah-Hyun Lee)

중앙대학교에서 컴퓨터 공학 학사, 석사학위를 취득하였고, 현재 과학기술연합대학원에서 박사과정 중에 있으며, 한국전자통신연구원 지능형인지기술연구부 인간로봇상호작용연구실에서 UST 학생으로 재직 중이다. 관심분야는 컴퓨터 그래픽스, 공간증강현실, 증강현실 연구 등이다. 주요 논문은 ETRI 저널의 SCI 논문, 국내외 학술지와 주요 국내외 학술대회에서 다수의 논문을 발표하였다.

Spatial Augmented Reality based Smart Space Projection Services

Hyoung-Sun Kim* · Joo-Haeng Lee** · Ah-Hyun Lee***

ABSTRACT

Spatial Augmented Reality (SAR) technology perceives real world objects, and their contexts and augments appropriate information and user interfaces on or around the surface of the objects is a technique of projecting. A SAR device typically consists of a small projector and a camera and a processor, and this technology is becoming more widespread along with the advent of subminiature project

In this paper, as the spatial augmented reality technology is being magnified as a new IT paradigm, we introduce our stand-type installation of projector-camera-processor components, discuss our implementation of smart projection service system, and present its use cases

Keywords: Spatial Augmented Reality, Augmented Reality, Smart Projection

* Corresponding Author, ETRI, Intelligent Cognitive Technology Research Department, kimhs@etri.re.kr

** ETRI, Intelligent Cognitive Technology Research Department, HRI Research Section, joohaeng@etri.re.kr

*** ETRI, Intelligent Cognitive Technology Research Department, HRI Research Section, azsure@etri.re.kr