

프로젝션 기반 증강현실 기술동향

Technical Trends of Projection-based Augmented Reality

소프트웨어 기술의 미래전망 특집

허기수 (G.S. Heo)	스마트인터페이스연구팀 선임연구원
이동우 (D.W. Lee)	스마트인터페이스연구팀 선임연구원
정현태 (H.T. Jeong)	스마트인터페이스연구팀 선임연구원
박준석 (J.S. Park)	스마트인터페이스연구팀 팀장

목 차

-
- I . 서론
 - II . 요소 기술동향
 - III . 활용 분야별 기술동향
 - IV . 결론

최근 3D 및 증강현실 기술이 발전함에 따라 사용자는 특수한 장비를 착용하지 않고서도 주변의 다양한 서비스 및 콘텐츠가 현실 세계와 결합되어 디스플레이 되며, 손의 감각과 인식에 따라 직접 상호작용하는 것을 요구한다. 이에 따라 기존 see-through HMD(Head Mounted Display)나 모니터 화면을 벗어나 실세계의 객체에 직접 증강된 현실을 보여주고 체험할 수 있는 프로젝트 기반 증강현실 기술의 중요성이 증대되고 있다. 본 고에서는 프로젝트 기반 증강현실을 구현하기 위한 출력보정, 추적 및 정합, 상호작용 및 사용자 인터페이스 기술에 대한 동향을 살펴본다. 더불어 산업, 의료, 교육 및 엔터테인먼트, 모바일 응용 등 각 분야에서 활용되고 있는 최근의 프로젝트 기반 증강현실 기술동향을 소개한다.

I. 서론

증강현실(AR: Augmented Reality)은 사용자가 눈으로 보는 현실 세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술이다. 현실 세계에서 실시간으로 부가 정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(MR: Mixed Reality)이라고도 한다[1]. Ronald Azuma는 다음과 같이 증강현실의 3가지 특징으로 대표적인 증강현실 개념을 정의하였다. 첫째, 현실과 가상이 결합되어야 하며, 둘째, 실시간으로 동작 및 상호작용이 가능해야 하며, 셋째, 3차원으로 현실 세계에 정합되어야 한다[2]. 증강현실이 처음 세상에 이름을 알린 것은 1990년대 미국 보잉사의 항공기 전선 조립에 대한 업무 효율성을 피하고자 시도 하면서 부터이다. 이런 증강현실 기술은 항공분야를 시작으로 제한된 범위의 응용을 중심으로 고성능 단말상에서 구현되었다. 하지만 최근 고성능 카메라 및 GPS, 전자 나침반 등 다양한 센서를 내장한 스마트폰의 확산과 정보통신 기술의 급속한 발전으로 증강현실 기술은 모바일 형태의 다양한 분야로 적용되고 있다[2].

유비쿼터스 환경에서는 사용자에게 일방적이고 획일적인 형태의 서비스 제공이 아니라, 사용자의 요구에 따라 선별적인 서비스를 효과적으로 제공할 수 있는 새로운 형태의 서비스를 요구하고 있다. 따라서 사용자는 주변의 다양한 서비스 및 콘텐츠와 상호작용을 요구하게 될 것이다. 증강현실은 가상현실 분야에서 파생된 기술이지만 현실 세계의 정보 위에 컴퓨터로 처리된 가상의 정보를 결합시켜 정보를 제공함으로써 사용자의 감각과 인식에 따라 상호작용할 수 있다는 점이 다르다.

최근 카메라, GPS, 회전, 전자 나침반과 같은 센서를 내장한 스마트폰의 등장으로 다양한 모바일 증강현실 응용이 급속히 확산되고 있으며, 현실 객체에 가

상 정보를 결합시키기 위한 다양한 기술개발 또한 활발히 진행 중이다. 1998년 Raskar는 사용자가 see-through HMD(Head Mounted Display)를 착용하지 않고 사용자의 물리적인 공간 안에 가상의 객체를 직접 표현하는 Spatially Augmented Reality(SAR)이라는 새로운 패러다임을 소개하였다[3]. 증강현실의 디스플레이 기술 중 프로젝션 기반 기술은 현실 세계와 증강현실을 공간적으로 결합할 수 있는 장점이 있다. 즉 기존 see-through HMD 또는 이동형(handheld) 디스플레이처럼 단순히 모니터 화면 상에 표현되는 증강현실에 비해 실사물에 직접 가상의 콘텐츠를 결합하여 보여줌으로써 사용자 몰입을 극대화 할 수 있다. 더불어 마우스가 아닌 사람의 손이나, 다양한 물체, 도구, 공간 등을 활용하여 증강된 콘텐츠를 만지고, 선택함으로써 실제 환경과 같이 쉽고 자연스럽게 조작 가능하게 할 수 있다[4].

Migram과 Kishino는 현실 세계와 가상 세계 그리고 이 둘 사이를 이어주는 혼합현실에서 사용되는 사용자 인터페이스 관련 기술의 발전을 정리하였다 [5],[6]. 프로젝션 기반 증강현실은 공간 증강현실 디스플레이 기술과 실감형 사용자 인터페이스 기술의 발전과 밀접하게 연관되어 있다.

본 문서는 증강현실 기술 가운데 프로젝션 기반 증강현실을 실현하기 위한 요소 기술과 활용 분야별 기술동향을 소개한다.

II. 요소 기술동향

프로젝션 기반 증강현실 기술은 see-through HMD나 모바일 단말기와 같은 장비를 착용하거나 가지고 있지 않더라도 여러 사람이 같이 증강현실 응용 프로그램을 사용할 수 있는 장점이 있다. 즉, 사용자들에게 다른 장비를 사용하지 않고서도 현실 세계에

가상의 정보를 공간적으로 결합하여 보여 준다. 반면 프로젝터의 크기에 따른 위치 고정 및 주위 환경 밝기에 따른 사용 제약이라는 단점이 있다.

본 고에서는 증강현실을 위한 요소 기술 가운데 프로젝션 기반 증강현실을 위한 요소 기술로 출력 보정, 추적 및 정합, 상호작용 및 사용자 인터페이스 기술에 대한 기술동향을 소개 한다.

1. 출력 보정 기술

프로젝션 기반 증강현실은 직접 벽이나 실제 물체상의 표면에 증강현실을 투사하는 방식으로 스크린상에 디스플레이를 하는 것이 아니기 때문에 해결해야 할 문제들이 존재한다. 기하학적으로 왜곡된 영상 보정(geometric warping)과 주변 조명 환경에 따른 왜곡된 컬러의 광학 보상(radiometric compensation), 영상 투사면이 직교가 아닐 경우 발생하는 Out-of-focus 상태의 포커스 보정이 대표적으로 해결해야 하는 문제들이다[7].

기하학적 왜곡은 투사면이 평면이 아닐 경우나 사용자의 시점이 투사면과 법선상에 존재 하지 않을 경우 발생한다. 이런 기하학적 왜곡은 프로젝터 입력 영상과 사용자 시점 영상 사이의 기하 변환 행렬을 이용하여 보정한다[7].

투사된 영상의 색상은 투사면의 색상, 주변 조명의 색상, 프로젝터의 컬러 특성에 따라 달라진다. 프로젝터의 컬러 특성은 노출 값을 다르게 하여 촬영된 여러 장의 영상으로부터 계산하여 구할 수 있다[8].

Fujii는 프로젝션되는 투사면의 다양한 환경으로 투사된 영상의 색이 변형되는 상황에서 실시간으로 광학 보상을 수행하는 시스템을 소개하였다[9].

2. 추적 및 정합 기술

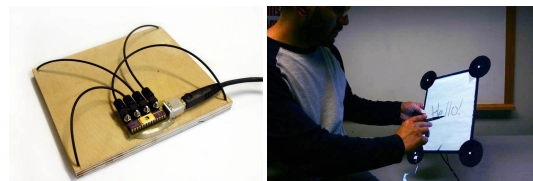
프로젝션 기반 증강현실에서 투사 영상은 실제계

의 투사체 및 객체와 정확하게 일치해야 된다. 이를 위해서는 투사체 및 객체의 위치를 계속적으로 추적(tracking)하고 추적된 객체에 가상의 그래픽 영상을 정확하게 일치시키는 정합(registration) 기술이 중요하다.

추적 기술은 센서 기반, 비전 기반, 하이브리드 추적 기술로 나누어진다[10]. 센서 기반 추적 기술은 적외선, LED 센서 등을 이용하여, 투사체의 움직임, 방향 등을 추적하는 기술이다. 비전 기반 추적 기술은 2차원 마커를 이용한 마커 기반 방식과 투사 객체가 가지고 있는 고유의 특징을 찾아 추적하는 비마커 기반 방식으로 구분한다. 하이브리드 추적 기술은 비전 기반 추적 기술의 단점을 보완하기 위해 센서 기반 추적 기술을 복합적으로 사용하는 방식이다[11].

CMU(Carnegie Mellon University) Human-Computer Interaction Lab.에서는 (그림 1)처럼 움직이는 투사면에 영상을 투사하기 위해 임베디드 광학 센서(embedded optical sensors)를 모서리에 부착한 보드를 제작하였다[5]. 최근에는 프로젝터의 광원에 사람의 눈에 보이지 않는 적외선 패턴을 혼합하여 투사 위치를 찾는 시스템을 선보였다[6].

Marco Tempest는 프로젝터의 투사 영역을 추적



(그림 1) Moveable Interactive Display



(그림 2) Magic Projection

하기 위해 투사면의 모서리에 LED를 부착하였다. 2011년 TEDx Tokyo에서 (그림 2)처럼 ‘Magic Projection’에 손과 가상 펜을 이용하여 그림을 그리고 움직이는 영상 미술을 선보였다[12].



(그림 3) Shader Lamps의 활용 예

3. 상호작용 및 사용자 인터페이스 기술

혼합현실 기술은 실세계의 3차원 정보 공간에 직관적인 인터페이스를 제공함으로써 사용자가 인위적으로 구성된 가상 객체 혹은 공간에 자연스러운 접근을 피하도록 한다. 사용자가 프로젝션된 가상의 디지털 콘텐츠를 다루기 위해서는 사람과 컴퓨터 간의 상호작용이 이루어져야 한다.



(그림 4) The Face Cube

증강현실의 상호작용 및 사용자 인터페이스 기술로는 실감형(tangible), 협업(collaborative), 하이브리드(hybrid) 증강현실이 있다[10]. 실감형 증강현실은 사람의 손을 이용한 제스처 인식 또는 다양한 물체, 도구, 공간 등을 이용하여 상호작용하는 방식으로 현실공간과 가상공간 사이에 벽이 없어 사용자에게 직관적인 반응을 제공할 수 있다.

하여 실제 객체 위에 가상의 색을 칠하거나, 텍스트를 입히게 하여 가상 객체를 보다 실감나게 하는 상호작용을 가능하게 하였다.

한양대학교 Mixed Reality Lab.과 이화여자대학교 Mobile and Tangible Media Lab.에서는 (그림 4)처럼 프로젝션 환경에서 카메라를 이용하여 정육면체에 부착된 마커를 인식하여 다양한 애니메이션 캐릭터를 변화시킬 수 있는 어린이들을 위한 예술 놀이 시스템인 ‘The Face Cube’를 개발하였다[14].

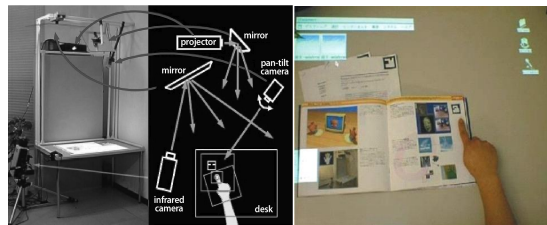
프로젝션 기반 증강현실을 위한 상호작용에 적합한 실감형 인터페이스 방식은 실감형 도구를 이용한 방식에서 맨손(bear hands)을 이용한 방식으로 발전하고 있다.

나. 맨손을 이용한 인터페이스

Tokyo 대학의 Koike는 (그림 5)와 같이 데스크 위의 종이와 디지털 정보를 자연스럽게 통합할 수 있는 증강 데스크 시스템(augmented desk system)인

가. 실감형 도구를 이용한 인터페이스

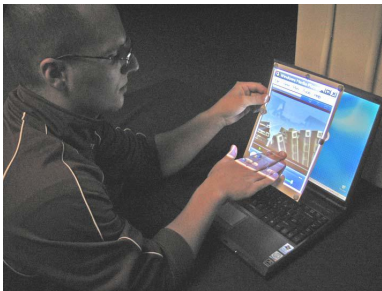
North Carolina 대학의 연구팀에서는 (그림 3)처럼 다중 프로젝터를 이용하여 움직이는 물리적인 3D 객체 표면에 가상의 자연스러운 색체의 객체를 표현하는 시스템을 개발하여 실감형 툴 인터페이스를 활용한 예를 발표하였다[13]. 끝에 작은 구(sphere)를 부착한 페인트 브러시 스타일러스를 이용하여 책상 위에 투사된 가상의 팔레트 위의 색을 사용자가 선택



(그림 5) EnhancedDesk



(그림 6) Everywhere Displays projector 및 응용



(그림 7) PaperWindows 시스템

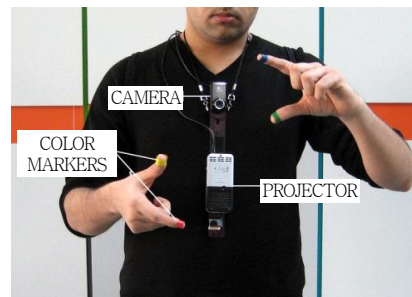
‘EnhancedDesk’를 개발하였다[15]. 디지털 정보에 대한 상호작용을 위해 비전 기반 기술을 이용하여 사용자의 손가락을 실시간 추적 및 인식 한다.

IBM 연구팀은 실세계의 컴퓨터들과 끊임없이 접속하고 통합할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨터에 적합한 조정 가능한 디스플레이 개발을 목표로 (그림 6)처럼 프로젝터와 카메라를 결합하여 어떤 표면에서도 디스플레이 되는 ‘Everywhere Displays projector’를 개발하였다[16],[17]. Everywhere Displays projector는 카메라로 입력된 영상으로부터 사용자의 손을 인식 및 추적하는 컴퓨터 비전 기술을 기반으로 상호작용 한다.

Queen’s 대학 Human Media Lab.은 (그림 7)처럼 물리적인 종이 위에 투사된 영상에 대해 종이의 휘어짐 형태 및 손가락 제스처를 통해 상호작용할 수 있는 ‘PaperWindows’라는 프로토타입 시스템을 개발하였다[18]. 디지털 정보를 종이 위에 디스플레이 함으로써 종이의 장점인 형태에 따른 디스플레이 유연함과 다양한 각도에서 정보 출력이 가능함을 보여 주고 있다.



(그림 8) LuminAR 시스템



(그림 9) SixthSense

MIT Media Lab.에서는 (그림 8)처럼 소형 프로젝터와 카메라를 스탠드 형태의 로봇 팔과 결합하여 자동으로 출력 환경을 결정하며 사용자와 상호작용하는 ‘LuminAR’ 시스템을 개발하였다[19]. 로봇 팔에 의한 동적인 움직임이 가능하여 다양한 위치에 증강 정보를 투사할 수 있는 장점이 있다.

MIT Media Lab.에서는 (그림 9)처럼 소형 프로젝터와 카메라로 구성된 착용형(wearable) 시스템으로 현실 세계에 증강된 디지털 정보를 사람의 다양한 손가락 제스처를 이용해 상호작용하는 ‘SixthSense’를 개발하였다[20]. 이 시스템은 프로젝터를 이용하여 신문, 커피컵, 책 등의 디스플레이 공간에 사용자의 다양한 손가락 제스처를 카메라를 통해 인식한 후 상호작용(인터넷 연결, 사진 찍기, 전화하기 등)하는 다양한 프로토타입을 제시하였다.

CMU와 Microsoft 연구팀은 (그림 10)처럼 착용형 바이오 센싱 암 밴드(wearable bio-acoustic sensing array built into armband)에 연결된 피코 프로젝터를 통해 손바닥이나 팔에 투사된 콘텐츠를 제어



(그림 10) Skininput



(그림 11) Mobile Surface

할 수 있는 시스템을 개발하였다[21]. 이 시스템은 손바닥이나 팔에 투사된 메뉴를 손가락으로 터치했을 때 각 부분의 근육량, 뼈 등의 차이로 인하여 발생하는 고유의 진동파를 분석함으로써 터치한 영역의 메뉴를 인식할 수 있다.

Microsoft 연구팀은 TechFest2010에서 (그림 11)과 같이 카메라와 프로젝터, 모바일폰으로 이루어진 'Mobile Surface' 시스템을 공개하였다[22]. 이 시스템은 기존의 MS Surface와 달리 별도의 패널장치가 없이 사용자의 손의 움직임에 투사된 디지털 오브젝트와 상호작용할 수 있도록 하였다.

III. 활용 분야별 기술동향

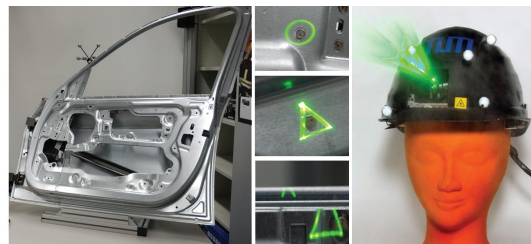
프로젝션 기반 증강현실은 다양한 분야에서 적용되어 활용되고 있다. 이번 장에서는 산업, 의료, 교육 및 엔터테인먼트, 모바일 응용 등 각 분야에서의 활용 사례를 통해 기술동향을 살펴보고자 한다.

1. 산업 분야

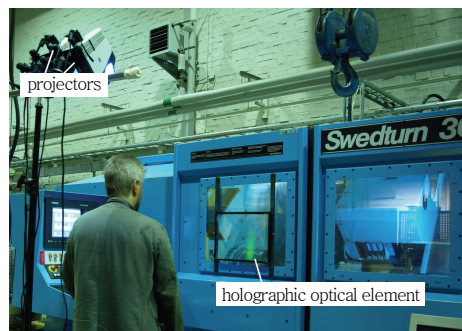
산업 분야에서 증강현실 기술은 제조 현장에서부터 기업 마케팅까지 다양한 영역에서 활용되고 있다. 최근 프로젝션 기반 모바일 증강현실은 건설, 유통, 관광 등 다양한 산업 분야로 그 활용이 발전하고 있다.

Technische Universität München 연구팀에서는 (그림 12)처럼 자동차 문의 용접 부위에 대한 품질 관리를 위해 작업자의 헬멧에 레이저 프로젝터를 부착한 증강현실 시스템을 개발하였다[18]. HMD의 사용에 있어 작업자의 거부감과 기존 프로젝터의 투사 객체와의 낮은 거리 및 각도 정밀도 문제점을 해결하기 위해 레이저 프로젝터를 사용하였다.

KTH 연구팀에서는 (그림 13)처럼 산업용 CNC (Computer Numerical Control) 기계의 작업 상황을 프로젝터를 이용한 홀로그램 3차원 증강 정보를 작업자에게 실시간 보여주는 'ASTOR' 시스템을 개발하였다[23]. CNC 기계 선반의 안전 유리에 증강현실을 이용하여 작업의 진행 상황, 주의 사항 및 부



(그림 12) 용접 품질관리를 위한 Laser Projector 사용



(그림 13) ASTOR



(그림 14) Light Touch

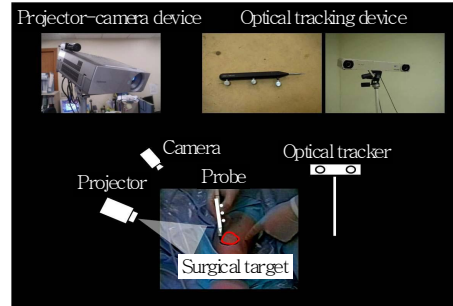
가 정보 등을 실시간으로 보여줌으로써 작업자는 동료 작업자나 학생들에게 작업 전반 안의 중요 사항을 가르쳐 줄 수 있다.

Light Blue Optics에서는 (그림 14)처럼 소형 피코 프로젝터에서 투사된 콘텐츠에 대해 사용자의 터치 반응에 상호작용할 수 있는 시스템을 개발하였다[24]. 주요 응용 서비스로 오프라인 매장에서 상품 검색, face to face 상담 시 프레젠테이션, 게임, 이동형 키보드 등으로 활용될 수 있다.

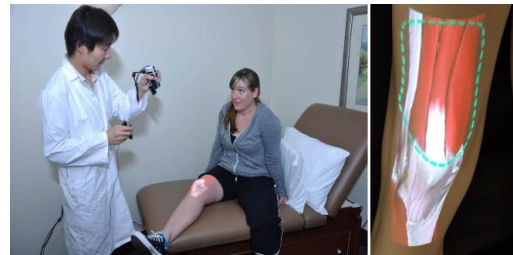
2. 의료 분야

의료 분야는 증강현실 초기부터 활발히 적용되어 온 분야이다. 의료 분야에서의 증강현실 기술은 의사에게는 환자의 상태나 환부에 대한 정보를 실제 환자의 영상과 합성하여 수술 시 정확한 의료 정보를 제공하며, 환자에게는 수술 전 계획과 수술 시 상황 발생에 따른 정보를 제공함으로써 수술 보조 시스템으로 발전하고 있다. 또한 의료교육을 위해 수술 시뮬레이터를 이용한 훈련 도구로 활용되기도 한다.

Tsukuba 대학 연구팀은 의학적 지식이 없는 환자들에게 환자의 상태를 설명하기 위한 보조 수단으로 프로젝션 기반 의료 상담 시스템을 개발하였다[25]. 이 시스템은 의료 상담 시 의료 지식을 가지고 있지 않은 환자에게 의사는 환자의 상태를 직접 보여줄 수 있는 역할을 함으로써 의사의 의학적인 설명에 환자는 쉽고 빠르게 이해할 수 있는 의사소통 수단이 될



(그림 15) Virtual-pen을 이용한 수술 지원 시스템



(그림 16) AnatOnMe

수 있다.

한양대학교 지능형 수술 시스템 개발 연구팀은 (그림 15)처럼 프로젝터와 카메라를 이용하여 3차원 의료 영상을 투사하고 광학 추적 장치(Virtual-pen)를 실시간 추적하여 가상의 수술 부위를 그려주는 시스템을 개발하였다[26]. 기존 잉크를 이용하여 수술 부위에 직접 그리게 되면 수정 및 삭제의 어려움이 있다. 하지만 Virtual-pen을 이용하면 환자의 수술 부위에 가상의 선을 쉽게 그리기 및 수정, 삭제할 수 있어 수술을 위한 보조 수단으로 사용할 수 있다.

Microsoft 연구팀은 (그림 16)처럼 병원 내에서 의사가 환자의 환부 상태를 프로젝터를 이용하여 설명해주는 'AnatOnMe'라는 휴대용 장비를 개발하였다[27]. 피코 프로젝터, 웹 캠, 적외선 카메라로 구성된 시스템으로 이미지 저장, 출력, 카메라 제어 등 사용자 편의를 위한 시스템으로 구성되어 있다. 환자에게 환부를 설명하기 위한 PT 모드에서는 환부에 대한 추가 설명을 화면에 출력하여 환자의 이해를 돕는다.

3. 교육 및 엔터테인먼트 분야

교육 분야에서 증강현실 기술은 학습자에게 실재감을 높여 의미 있는 학습을 가능하게 하고, 실감형 인터페이스를 이용한 상호작용으로 능동적 학습을 할 수 있도록 도와줌으로써 학습 효과를 높여준다. 엔터테인먼트 분야의 경우 휴대용 프로젝터에 비전과 센서 기술이 융합되어 직접 체험할 수 있는 체감형 인터페이스로 발전하고 있다.

Intel 연구팀은 프로젝터와 Kinect 스타일의 카메라를 이용하여 데스크톱 위에 놓여있는 물체를 인식하여 관련 디지털 콘텐츠를 투사하고 사용자의 손가락을 이용하여 상호작용하는 OASIS(Object-Aware Situated Interactive System) 시스템을 개발하였다[28]. (그림 17)은 OASIS 시스템의 활용 예로 데스크톱 위에 사용자가 기차 및 용 레고 블록을 올려놓으면 객체 및 상황을 인식하여 기차역 상황 및 용이 불을 뿜는 콘텐츠를 보여준다.



(그림 17) OASIS



(그림 18) LiveBook



(그림 19) MotionBeam



(그림 20) Guiding Light

한국전자통신연구원은 기존 HMD를 사용하는 MagicBook[29] 시스템과 달리 (그림 18)처럼 인쇄된 교육용 콘텐츠 책 위에 프로젝터를 이용하여 추가적인 디지털 콘텐츠를 증강하여 사용자와 상호작용함으로써 사용자의 몰입을 높일 수 'LiveBook' 시스템을 개발하였다[30].

CMU와 Disney 연구팀은 휴대용 프로젝터와 센서, iPod Touch를 이용하여 사용자의 제스처에 따라 게임 캐릭터가 움직이는 'MotionBeam' 시스템을 개발하였다[31]. (그림 19)처럼 iPod Touch와 휴대용 프로젝터가 결합된 장치를 이용하여 벽면에 투사된 게임은 센서에서 수집된 데이터를 이용하여 사용자의 움직임에 따라 게임 캐릭터가 움직인다. 컴퓨터 비전과 센서 기술이 융합됨으로써 사용자의 움직임에 반응하는 체감형 인터페이스 게임이다.

4. 모바일 응용 분야

최근 고해상도의 이동형 피코 프로젝터는 모바일 장비와 결합되어 휴대 및 출력이 가능하게 됨으로써 다양한 모바일 증강현실 응용 사례가 증가하고 있다.

MIT Media Lab.과 한국과학기술원의 연구팀은 카메라 및 프로젝터, 스마트폰을 이용한 실내 모바일 내비게이션 지원 프로토타입 시스템을 개발하였다 [32]. 서버/클라이언트 시스템으로 서버 단에는 빌딩 내부의 장면을 결정할 수 있는 POIs(Points Of Interest) 정보가 데이터베이스에 저장되어 있어 입력 영상에 대한 영상 처리(SIFT(Scale Invariant Feature Transform) 특징 추출 및 매칭) 기술을 통해 현재 사용자의 위치를 결정한다. (그림 20)처럼 건물 내의 목적지까지 벽면 또는 바닥에 이동 방향을 투사하며, 목적지에 근접할 경우 사무실 입주자 정보를 증강하여 보여준다.

IV. 결론

본 고에서는 프로젝션 기반 증강현실 기술을 구현하기 위해 필요한 핵심 요소 기술 및 활용 분야별 기술동향을 살펴보았다.

최근 스마트폰 등의 모바일 단말기의 빠른 보급과 더불어 모바일 증강현실 기술 또한 빠르게 발전하고 있다. 하지만 작은 모니터 화면을 통한 증강현실은 사용자와의 상호작용 측면에서 현실감을 떨어뜨리는 요인이 된다. 이동형 피코 프로젝터와 모바일 단말기의 융합은 이런 문제를 해결하는 방법으로 떠오르고 있으며, 본 고에서 우리는 이동형 피코 프로젝터와 카메라, 휴대 단말기가 융합된 시스템을 이용하여 이러한 한계를 극복할 수 있음을 국·내외 최근 기술동향을 통해 확인할 수 있었다.

프로젝션 기반 모바일 증강현실을 위해서는 다양한 조명 변화에 영향을 받지 않는 영상 투사, 투사체의 정확한 특성 인식 등 기술적 문제와 프로젝션 기반 모바일 혼합현실 콘텐츠 부족 문제 등 아직도 극복해야 할 많은 기술적 과제가 있다. 하지만 향후 관

련 기술의 발전을 바탕으로 완성도 높은 혼합현실 콘텐츠가 제작되어 산업, 의료, 교육 및 게임 등 많은 분야에서 프로젝션 기반 모바일 증강현실을 이용할 수 있을 것으로 기대된다.

용어해설

증강현실(Augmented Reality): 가상현실의 한 형태로 사용자가 눈으로 보는 현실세계에 가상 물체를 겹쳐 보여주는 기술이다. 현실세계에 실시간으로 부가 정보를 갖는 가상세계를 합쳐 하나의 영상으로 보여주므로 혼합현실(Mixed Reality)이라고도 한다.

약어 정리

AR	Augmented Reality
CMU	Carnegie Mellon University
GPS	Global Positioning System
HMD	Head Mounted Display
MR	Mixed Reality
OASIS	Object-Aware Situated Interactive System
POIs	Points of Interest
SAR	Spatially Augmented Reality
SIFT	Scale Invariant Feature Transform

참고 문헌

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Augmented_reality
- [2] 홍동표, 우운택, “모바일 증강현실 시스템에 대한 연구 동향,” 한국정보과학회지, 제26권 제1호, 2008, pp. 88-97.
- [3] R. Raskar, G. Welch, and H. Fuchs, “Spatially Augmented Reality,” *Int. Workshop Augmented Reality*, 1998.
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Tangible_user_interface
- [5] J. Lee et al., “Automatic Projector Calibration using Embedded Light Sensors,” *Proc. ACM Symp. User Interface Softw. Technol.*, 2004.
- [6] J. Lee, S. Hudson, and P. Dietz, “Hybrid Infra-

- red and Visible Light Projection for Location Tracking,” *Proc. ACM Symp. User Interface Softw. Technol.*, 2007.
- [7] 박한훈 외, “휴대형 지능형 프로젝션 시스템 개발,” 전자공학회 논문지, 제 44권, 2007, pp. 26-34.
- [8] T. Mitsunaga and S.K. Nayar, “Radiometric Self Calibration,” *IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vision Pattern Recognition*, 1999, pp. 374-380.
- [9] K. Fujii, M.D. Grossberg, and S.K. Nayar, “A Projector-Camera System with Real-Time Photometric Adaptation for Dynamic Environments,” *IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vision Pattern Recognition*, 2005, pp. 814-821.
- [10] F. Zhou, H.B. Huh, and M. Billinghurst, “Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR,” *IEEE Int. Symp. Mixed Augmented Reality*, 2008, pp. 193-202.
- [11] 전중홍, 이승윤, “모바일 증강현실 기술 표준화 동향,” 전자통신동향분석, 제26권 제2호, 2011, pp. 61-74.
- [12] <http://tedxtokyo.com/>
- [13] D. Bandyopadhyay, R. Raskar, and H. Fuchs, “Dyanmic Shader Lamps : Painting on Movable Objects,” *2nd IEEE ACM Int. Symp. Augmented Reality*, 2001.
- [14] C.-y. Bang et al., “Tangible Interactive Art Using Marker Tracking in Front Projection Environment: The Face Cube,” LNCS 6243, *Entertainment Comput.*, 2010, pp. 397-403.
- [15] H. Koike, Y. Sato, and Y. Kobayashi, “Integrating Paper and Digital Information on Enhanced-Desk: A Method for Realtime Finger Tracking on an Augmented Desk System,” *ACM Trans. Comput.-Human Interaction*, vol. 8, no. 4, 2001, pp. 307-322.
- [16] R. Kjeldsen et al., “Interacting with Steerable Projected Displays,” *Int. Proc. Autom. Face Gesture Recognition*, 2002.
- [17] C. Pinhanez et al., “Applications of Steerable Projector-Camera Systems,” *Int. Proc. ICCV Workshop Projector-Camera Syst.*, 2003.
- [18] D. Holman et al., “PaperWindows: Interaction Techniques for Digital Paper,” *ACM Int. Conf. Human Factors(CHI)*, 2005, pp. 591-599.
- [19] N. Linder and P. Maes, “LuminAR: Portable Robotic Augmented Reality Interface Design and Prototype,” *ACM symp. User Interface Softw. Technol.*, 2010, pp. 395-396.
- [20] P. Minstry and P. Maes, “SixthSense-A Wearable Gestural Interface,” *Int. Proc. SIGGRAPH Asia*, 2009.
- [21] C. Harrison, D. Tan, and D. Morris, “Skinput: Appropriating the Body as an Input Surface,” *Int. Proc. 28th Annual SIGCHI Conf. Human Factors Comput. Syst.*, 2010.
- [22] <http://research.microsoft.com/en-us/projects/mobilesurface/default.aspx>
- [23] A. Olwal, J. Gustafsson, and C. Lindfors, “Spatial augmented reality on industrial CNC-machines,” *Proc. SPIE 2008 Electron. Imag.*, vol. 6804, 2008.
- [24] <http://lightblueoptics.com/products/light-touch/>
- [25] J. Bluteau et al., “Visual Support for Medical Communication by Using Projector-Based Augmented Reality and Thermal Markers,” *Int. Conf. Artificial Reality Telexistence*, pp. 98-105, 2005.
- [26] B.-K. Seo et al., “Virtual-Pen for Computer Aided Surgery,” *Int. J. Comput. Assisted Radiology Surgery*, vol. 2, pp. S504. 2007.
- [27] T. Ni, A.K. Karlson, and D. Wigdor, “AnatOnMe: Facilitating Doctor-Patient Communication Using a Projection-Based Handheld Device,” *ACM Int. Conf. Human Factors (CHI)*, 2011.
- [28] <http://techresearch.intel.com/ProjectDetails.aspx?Id=84>
- [29] M. Billinghurst, H. Kato, and I. Poupyrev, “The MagicBook: A Transitional AR Interface,” *Comput. & Graphi.*, vol. 25, no 5, pp. 745-753, 2001.
- [30] 한국전자통신연구원, “착용형 컴퓨터를 이용한 맨손(메어핸즈) 사용자 인터페이스 기술,” 2010년도 콘텐츠산업기술지원사업 1차년도 실적보고서, 2011.
- [31] K.D.D. Willis, I. Poupyrev, and T. Shiratori, “MotionBeam: A Metaphor for Character Interaction with Handheld Projectors,” *ACM Int. Conf. Human Factors (CHI)*, 2011.
- [32] J. Chung, I. Kim, and C. Schmandt, “Guiding Light: Navigation Assistance System Using Projection Based Augmented Reality,” *Int. Conf. Consum. Electron.*, 2011.