

혼합현실 기술 연구개발 동향 및 전망

이 상국

가톨릭대학교 디지털문화학부 멀티미디어시스템공학과
sg.lee@catholic.ac.kr

Survey on Mixed Reality R&D

Sang-Goog Lee

Department of Multimedia System Engineering
School of Digital Content and Culture
The Catholic University of Korea

요 약

본 논문에서는 혼합현실 기술과 관련된 국내·외의 최근 연구개발 동향과 사례들을 살펴보고, 사용된 기술내용과 기술적 한계 극복을 위한 발전 방향을 논한다. 혼합현실 기술은 실 세계와 가상 세계를 실시간으로 혼합하여 사용자에게 제공함으로써 정보 사용의 효율성과 효과성을 극대화하는 기술이며, 이는 향후 IT 기술 전문분야의 발전과 변화에 많은 영향을 줄 '주목해야 할 기술'이다. 혼합현실 기술이 사용자들에게 쉽게 받아들여지고, 보다 적극적으로 널리 활용되기 위해서는 HMD(Head Mount Display), 트래킹 시스템, 실시간 렌더링 및 정합 등 기술적 한계의 극복과 혼합현실에 특화된 사용자 상호작용 기술 개발 및 응용 서비스 창출 그리고 사회적인 용인 한계의 극복 등이 요구된다.

Abstract

In this paper, we review relevant technologies of MR (Mixed Reality) and show important components of perspective that can overcome technical limitations of the current MR. An MR technology combines real and virtual objects in a real environment, and runs interactive in real time, and is regarded as an emerging technology in a large part of the future of IT (Information Technology). We've grouped the major obstacles limiting the wider use of MR technologies into three themes: technological limitations (i.e., tracking, rendering, authoring, and registration), user interface limitations(i.e., UI metaphor for MR interaction), and social acceptance issues.

키워드(국문): 혼합현실, 증강현실, 착용형 컴퓨터, 트래킹, 렌더링, 상호작용

Keywords(영문): Mixed Reality, Augmented Reality, Wearable Computer, Tracking, Rendering, Interaction

1. 서론

혼합현실(Mixed Reality or Augmented Reality, 이하 MR 또는 AR) 기술이란 실제 환경의 객체에 가상으로 생성한 정보(예, Computer Graphic 정보, 소리 정보, Haptic 정보, 냄새 정보 등)를 실시간으로 혼합하여 사용자와 상호작용 하도록 함으로써, 정보

의 사용성과 효율성을 극대화하는 차세대 정보처리 기술이다[1][2]. 혼합현실 기술은, 또한, 현실 세계의 정보를 없애거나 단순하게 만들어 '멀티미디어 콘텐츠 정보를 더 정확하고 더 효율적으로 전달'하는 중요한 기술로 인정 받고 있다.

혼합현실 연구의 시작은 1960년대 Ivan

Sutherland의 See-through HMD에 관한 연구로 여겨지고 있으며[3], Milgram은 혼합현실 연구에서 현실감이 느껴지는 정도를 실제 세계와 가상 세계 사이에서의 연속 관계, 모델링 되는 정도, 사물을 보는 시점 및 사용 하드웨어와 기술 등으로 고찰한 바 있다[4]. 최근 Gartner사는 그림 1에서 보이는 바와 같이 그들의 연례 기술 분석 보고서에서 유망 기술의 하이프 곡선상의 '유발 기술(Technology Trigger)' 부문에 혼합현실 기술을 위치시키고 있으며, 향후 IT 기술 전분야의 발전과 변화에 미칠 파급효과가 매우 큰 '주목해야 할 기술'로 표현하고 있다[5].

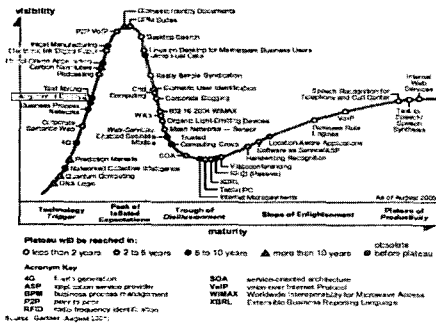


그림 1. 유망 기술의 하이프 곡선(Hype cycle for emerging technologies 2005)[5]

혼합현실 기술의 전통적인 응용 분야는 조립가공(Assembly), 검사(Inspection), 의료(Medical) 부문 등이며, 그 중 자동차 및 로봇 산업 부문에서의 Assembly MR 기술 응용은 이미 산업계(Industrial MR)에서 수익 창출을 위한 기술의 성숙 단계에 이르고 있다[6]. 또한 혼합현실 기술 연구 개발에 많은 투자를 하고 있는 산업체 및 연구소들(Cannon, Volkswagen, BMW, Daimler Chrysler, Audi, Intersense, BBC, ART GmbH, Siemens, Metaio, Total immersion,

RSC, GIT 등)의 대부분이 현재 IIG (Industrial Interest Group) AR 활동의 주축을 이루고 있으며, 향후 Tracking H/W & S/W, Rendering, Authoring, Visualization & Modeling 등 혼합현실 기술 관련 표준화를 위한 예비 멤버로 활동 중이다. 우리나라에서는 SigArt (Special interest group on Augmented Reality technology; 가톨릭대학교, 광주과학기술원, 고려대학교, 국민대학교, 삼성종합기술원, 서강대학교, 세종대학교, 한양대학교, 홍익대학교, Independence co., KAIST, KIST 등)와 같은 혼합현실 기술 전문가 그룹 및 IT 분야의 산업계와 학계에서 전략 통합형 4세대 R&BD 연구 방법론을 도입하여 MR Killer Application 기회발굴 및 새로운 패러다임의 상호작용 개념도출 노력과 함께 차세대 IT 산업을 이끌어 갈 중요한 가능 기술(Enabling Technology)인 혼합현실 기술 연구개발에 큰 관심을 보이고 있으며, 2010년도 ISMAR (International Symposium on Mixed & Augmented Reality) 학회가 한국에서 개최될 예정이다.

본 고의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 혼합현실과 관련된 국내·외 최근 연구개발 사례들에서 활용된 기술과 응용 분야에 대해서 살펴 본다. 마지막으로 3장에서는 결론을 맺고, 혼합현실 연구개발 분야의 향후 발전 방향을 전망한다.

2. 국내의 혼합현실 R&D 동향 및 사례

본 장에서는 혼합현실과 관련된 최근 국내·외 연구개발 동향과 사례들에 대해서 간단히 언급하고, 사용된 기술과 응용 분야들에 대한 특징을 살펴본다.

2.1 전략 통합형 4세대 R&BD(Research & Business Development) 연구방법론을 적용한 혼합현실 기획 발굴

가톨릭 대학교 Interaction Lab.과 삼성 종합기술원 Mobile Augmented Reality System 팀은 시나리오기반 기술 지도(Scenario-based Technology Roadmap), 기술 트리 (Technology Tree), 기회발굴(Opportunity Search) 및 창의적 문제 해결 기법(TRIZ, Theory of Inventive Problem Solving) 등의 과학적 연구 방법론과 6시그마 연구 방법론(Design For Six Sigma)을 적용하여 혼합현실 핵심 기술 발굴 및 신사업 창출을 목표로 ‘MR R&BD’를 수행하고 있다.

그림 2는 다양한 불확실성을 고려한 복수의 시나리오 별로 로드맵을 전개하여 미래를 대비하고 상황변화의 징후를 감지(Signpost)하며, 미래에 대한 일반적인 전망(General View)에 의한 것이 아니라 특정 사업·기술개발 분야의 미래 상황에 집중하여 분석하는 전략 (Specific decision-focused views of the future)구축 방법인 시나리오 기반 기술 지도(Scenario-based Technology Roadmap) 수립 과정을 보여주고 있다. 또한 그림 3은 100여건의 MR 응용 아이디어(Application Idea)를 13개의 군(Cluster)으로 묶은(Grouping) 후 최종적으로 4건의 Application Cluster (실감형 Navigator, Mobile Input Device, 교육/정보 전달용 디바이스, 착용이 편리한 HMD)를 선정하는 기회 발굴 과정을 보여주고 있다 [9]. 그들은 이와 같은 방법론을 이용하여 모바일(Mobile) 혼합현실 응용을 위한 핵심 요소기술로서 Tracking/Orientation Sensor를 설정하였고, 이러한 기술의 한계점을 극

복 할 수 있는 특화된 혼합현실 응용 서비스 발굴이 중요함을 지적하고 있다[5]. 또한 혼합현실 기반 콘텐츠 서비스 지원용의 운영 플랫폼 기술 개발 시 MR의 사용자 인터페이스(User Interface)는 VR(Virtual Reality)의 경우와는 다르게 “상호작용(Interaction) 기술의 변화 추이”[8]를 고려한 “4개의 지능(Intelligence) 기술 즉, 인식(Cognitive), 협력(Collaborative), 환경(Ambient), 진화(Evolutionary) 기술의 발전”[8]과 연동하여 R&BD가 이루어져야 함을 지적하고 있다.

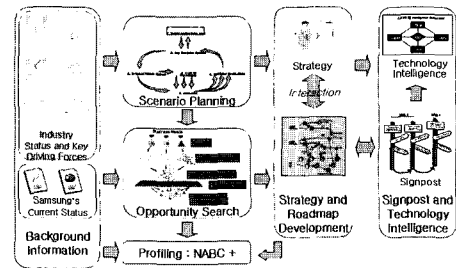


그림 2. 시나리오 기반 기술 지도(Scenario-based Technology Roadmap) 수립 과정 [9]

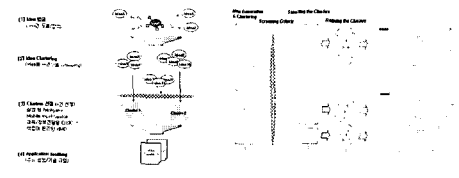


그림 3. 혼합현실 기획 발굴(Opportunity Search) 과정 [9]

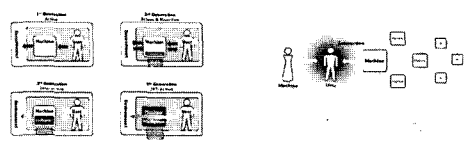


그림 4. 상호작용(Interaction) 기술의 변화

추이 및 지능(Intelligence) 기술의 구성도 [8]

2.2 혼합현실 기반 u-체험형 콘텐츠 운영플랫폼

최근 정보통신부는 디지털 콘텐츠 분야 2007년도 성장동력으로 혼합현실 기반 u-체험형 콘텐츠 운영플랫폼 기술을 선정하며 있으며, 한국전자통신연구소(ETRI)는 혼합현실 기반 u-체험형 콘텐츠 서비스 지원을 위한 운영 플랫폼 기술 (운영 미들웨어, 저작 도구 및 네트워크 인프라 연동 등) 개발을 최종 목표로 3년간의 과제를 시작하였다. 그림 5는 본 과제의 개발 목표인 u-체험형 콘텐츠 운영플랫폼의 개념도이며, 최종 확보 및 개발 기술로는 ‘다중 센서 정보 기반 하이브리드 방식 트래킹 기술’, ‘모바일 정보기기 플랫폼 기반 실제-가상 공간 정합 기술’, ‘혼합현실 가시화용 실시간 실제-가상 영상 합성 기술’, ‘혼합현실 환경 기반 실제-가상 객체 간 상호작용 기술, u-체험형 콘텐츠를 위한 상황연계 체험기술’ 및 ‘u-체험형 콘텐츠 저작 도구’ 등을 설정하였다. 그림 6은 본 과제에서 개발 될 u-체험형 콘텐츠 운영 플랫폼 기술을 활용하여 u-체험 투어, u-레포트, u-실감회의와 같은 서비스들이 가능함을 보여주고 있다.

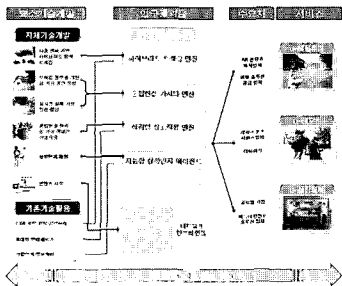


그림 5. u-체험형 콘텐츠 운영플랫폼 개념도

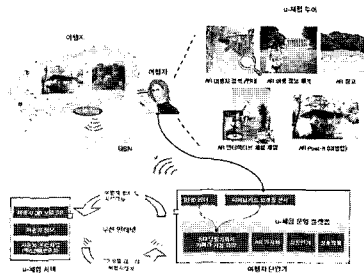


그림 6. u-체험 투어 서비스 시나리오

2.3 맥락 인식 모바일 혼합현실

광주과학기술원 u-VR Lab.은 유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅 환경에서의 사용을 목적으로 맥락 인식 모바일 혼합현실 (CAMAR: Context-aware Mobile Augmented Reality)을 실현할 수 있는 플랫폼을 개발하고 있다. 그림 7은 CAMAR Core 플랫폼의 구조도이다. 이것은 사용자 중심 맥락의 모델링·획득·처리 및 개인화된 콘텐츠 증강 기술을 통하여 개발자들이 맥락 인식 모바일 혼합현실을 쉽게 구현할 수 있는 소프트웨어 플랫폼이며, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 ‘이음매 없는(Seamless)’ 사용자 상호작용을 지원할 수 있는 프레임워크로 기대된다[10] [11].

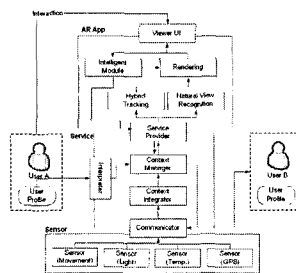


그림 7. CAMAR Core 플랫폼

2.4 혼합현실 기반 콘텐츠 저작 도구 및 상호작용

혼합현실용 저작도구는 세계적으로도 연구·개발이 초기 단계에 있으며, 대부분의 혼합현실 기반 콘텐츠들은 각 연구개발 기관에서 제 각각 개발 되거나 오픈 소스로 사용 가능한 AR Toolkit류의 API를 이용하여 개발되고 있다. 국내에서는 2006년부터 수행된 정통부 지원 혼합현실 형 E-Learning 콘텐츠 개발 사업을 통하여 저작 도구 개발이 시도 되고 있으며, 최근 한국 문화콘텐츠 진흥원에서 지원하는 각종 사업에서 혼합현실을 기반으로 하는 특화된 콘텐츠의 저작도구 및 상호작용에 관한 연구 개발이 시도되고 있다. 혼합현실 기반 콘텐츠 저작 도구 및 상호작용 연구개발 사례들은 아래와 같다.

① 오스트리아 Upper University의 AMIRE 프로젝트는 혼합현실 시스템을 개발하기 위한 여러 가지 해법들과 컴포넌트들을 모아 프레임워크를 만들고, 다이어그램 형태의 명세도구를 통하여 혼합현실 콘텐츠 저작 도구를 개발하였으나, 가상객체의 복잡한 행위 모델과 상호작용 모델을 명세하기 위한 상세 도구 개발이 충분치 않아, 비전문가가 사용하기에는 다소 어려움이 있다[12].

② 비엔나 공대에서는 StudierStube라는 AR/MR Toolkit을 개발하고, 이를 기반으로 하여 APRIL이라는 정형화 된 콘텐츠 표현 기법과 스크립팅을 통하여 손 쉽게 혼합현실 콘텐츠를 저작 할 수 있는 연구를 수행하고 있으며, 모바일 기기가 아닌 범용 데스크톱/HMD기반 시스템을 채용하고 있어 여러 가지 제약을 갖고 있다[13-15].

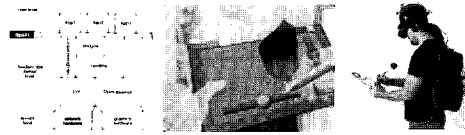


그림 8. StudierStube의 구조도 및 콘텐츠 저작 사례

③ 뉴질랜드 HIT Lab.에서는 증강현실 콘텐츠 저작의 용이성 향상을 위하여 OpenSceneGraph라는 Open-source 가상현실 Toolkit에 AR Toolkit을 통합하여 OSGAR을 개발 하였다[16][17]. 이러한 노력으로, 가상현실·그래픽스 분야에서 개발된 특수효과, 그림자, 충돌 감지 등 여러 계산적 리소스를 혼합현실 분야에서도 쉽게 쓸 수 있게 되었으며, Georgia 공대에서도 AEL 프로젝트를 통하여 이와 비슷한 시도를 하였다. 그러나, Toolkit 수준에서만 통합이 이루어져 아직 일반 사용자가 저작도구를 사용하기에는 불편하며, 모바일 기기 기반에서 저작도구를 사용하려면 H/W의 성능향상을 포함하여 더욱 많은 R&D가 요구된다.



그림 9. OpenSceneGraph와 AR Toolkit으로 저작된 결과물 사례

그림 10은 캠브리지 대학에서 개발한 지도 증강 시스템의 구조도와 사용화면을 보여준다. 이 시스템은 카메라 기반 트래킹 기술과 여러 명이 동시에 사용할 수 있는 사용자 인터페이스 기술 및 임베디드 된 지역 정보 등을 이용하여 종이로 된 지도 위

에 컴퓨터로부터 생성한 부가 정보를 중첩함으로써, 종이 지도와 디지털 지도의 장점을 모두 사용할 수 있도록 만든 사례이다 [18].

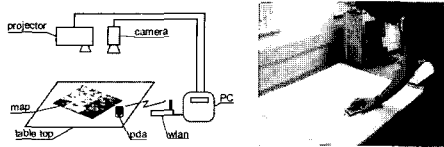


그림 10. 지도 증강 시스템 구조도와 사용 사례

④ 고려대학교는 Digital Experience Lab.은 그림 11에서 보이는 바와 같은 수행을 하는 혼합현실 콘텐츠의 저작 시스템을 개발하여 여러 가지 저작 관련 명령(Command)을 수행할 수 있도록 Occlusion 기반 상호작용을 구현 하였다. 이와 함께 3차원 공간 속에서 콘텐츠 조작을 통한 새로운 객체의 생성 및 모양 변경, 조작 위치·자세 장면(Scene)의 구성 및 움직임 행동(Motion Behavior) 획득과 공간적 조건을 이용한 행동(Behavior) 저작 등의 혼합현실 콘텐츠 저작을 가능하게 하였다[19][20].



그림 11. Immersive Authoring 개념의 혼합현실 저작 도구 사례

⑤ 홍익대학교 Interactive Media Lab.에서는 기존의 ‘빠른 디자인 견본 제작(Rapid Prototyping)’ 과정에서 실제적(Tangible)인 인터페이스를 제공하기 위하여 3차원 CAD 모델을 기반으로 블루 폼(Blue Foam)을 제작한 후 그 위에 사용자

나 디자이너가 원하는 색상, 텍스처, UI(User Interface) 등을 인터랙티브 하게 바꾸어 볼 수 있게 하는 기술을 개발하였다. 그림 12는 개발된 기술을 이용하여 제품 디자인을 손쉽게 변경하는 모습을 보이고 있으며, 다양한 제품을 적절한 시간에 설계(Time to Market)하여야 하는 Digital Media 디자인, 개발 및 생산 분야에서 인력, 시간 및 비용 감축을 위한 효과적인 방법으로 많이 사용될 것이다[21].



그림 12. 증강 현실을 이용한 제품의 디자인 변경

⑥ 세종대학교 Mixed Reality & Interaction Lab.은 모델링과 교육, 게임분야에서 혼합현실과 상호작용을 결합하는 연구를 하고 있다. 모델링 분야에서는 혼합현실 환경에서 사용자가 간단한 모델 손쉽게 제작할 수 있는 툴을 제공하는 것을 목적으로 하고 있으며[22], 이러한 모델링 툴을 통해 사용자가 직접 콘텐츠 제작이나 기획자가 개념 파악에 필요한 모델을 다른 사람의 도움 없이 손쉽게 표현할 수 있다.

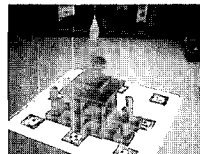


그림 13. 모델링 툴을 이용하여 제작한 다보탑

교육분야에서는 유아와 초등학생들을 위하여 혼합현실 환경을 통해 교육의 흥미를 유발하고 이해를 쉽게 할 수 있는 보조 시스템을 개발하고 있으며, 기하학 등 시각화를

통해 개념이해를 도울 수 있는 분야에서 혼합현실 기반 교육용 시각화 시스템도 개발하고 있다. 게임분야에서는 테이블 탑 환경에서 혼합현실을 이용한 게임을 개발하였고 [23, 24, 25], 혼합현실 환경에 체감형 인터페이스를 적용하여 사용자에게 직관적인 상호작용 방법을 제공하고 게임의 현실감을 높이는 것을 주 목적으로 하고 있으며, 이를 위하여 혼합현실 기반 테이블 탑 시스템을 개발하고 있다[26].

⑧ KIST 영상 미디어 연구센터에서는 HMD기반의 혼합현실 응용을 위한 인터페이스로 핸드폰이나 PDA 등의 모바일 장치를 사용하는 것을 제안하였다[27]. 모바일 장치의 화면은 다양한 형태의 마커(Marker) 디스플레이를 통하여 가변 마커의 효과를 낼 수 있기 때문에 다양한 혼합현실 응용이 가능하며 이것은 사용자에게 익숙한 혼합현실 인터페이스로 자리매김할 것으로 기대된다. 그림 14는 HMD용 MR 인터페이스로 PDA를 사용하여 MR 3D Tetris를 구현하는 모습을 보이고 있다.



그림 14. PDA를 인터페이스로 사용한 MR 3D Tetris

또한 그들은 HIT Lab. NZ와 같이 음성과 패들(Paddle)제스처를 사용한 MR을 위한 멀티모달 인터페이스를 제안하였다. 여기서는 다른 멀티모달 MR 응용과는 달리 사용자 음성과 제스처 해석의 모호성을 제거하기 위하여 시간과 시멘틱(Semantic) 정보를

결합하였다. 그림 15에서는 음성과 패들 제스처를 사용하여 가상의 방에 가상의 가구를 배치하는 모습을 보이고 있으며, 이에 대한 사용성 테스트도 실시하여 그 효용성을 보였다[28][29].

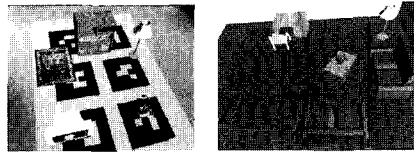


그림 15. 가상 가구 메뉴와 가상가구가 배치된 모습

⑨ 한양대학교 가상현실 연구실에서는 직접 투사형 혼합현실(Direct-Projected AR) 기술을 개발하고 있다. 이것은 프로젝터를 사용하여 현실 공간에 직접 부가 정보를 투사해 줌으로써, 사용자가 거추장스러운 장비를 착용하지 않고서도 증강현실을 향유할 수 있게 해주는 기술이다. 그림 16은 정보가 투사되는 표면을 사용자가 알아채지 못하게 3차원 기하·광학 모델링을 하면서 사용자 시점에 맞춰 영상의 왜곡이 없도록 기하 보상(Geometric Compensation) 및 광학 보상(Radiometric Compensation)을 하여 디스플레이 한 것이며[30][31], 지능형 수술 시스템 [32], 차세대 프로젝터 개발 등에 응용될 수 있는 요소기술로 기대된다.

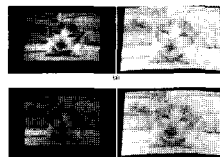


그림 16. 기하·광학 모델링을 이용한 프로젝션 영상의 왜곡 보상

2.5 실외 이동 환경에 적용 가능한 트래킹

Columbia 대학의 Touring Machine 및 MARS(Mobile Augmented Reality System) [33] 그리고 미국 해군의 BARS(Battlefield Augmented Reality System)와 같은 초기의 트래킹 시스템들은 위치와 방향 추적이 부정확한 문제점들이 있었으며, 이와 같은 문제점들을 해결하기 위해 다중 센서를 사용하여 위치와 방향 추적의 정확성과 안정성을 향상시키는 시스템 연구개발이 여러 곳에서 진행되고 있다

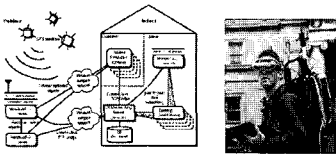


그림 17. MARS 소프트웨어 아키텍처 및 장치

또한 대부분의 시스템에서는 카메라 센서를 이용하여 정확성을 향상시키려는 노력을 하고 있는데 그 대표적인 방법들은 아래와 같다.

첫 째, 참조 이미지를 기반으로 트래킹 하는 방법이다. 이것은 데이터베이스에 저장되어 있는 이미지와 입력된 이미지를 비교하여 추적하거나, 데이터베이스에 저장되어 있는 이미지를 사전에 알고 있는 위치와 방향에서 실사를 획득하여 정보의 정확성을 높이는 방법이다. 독일 Fraunhofer Institute에서는 Fourier Transform 기반의 트래킹 방법을 개발하였고 미국 USC에서는 트래킹 시간을 줄이기 위하여 소수의 파노라믹 이미지를 사전에 획득하여 입력된 파노라믹 이미지와의 관계를 근거로 추적하는 방법을 개발하였으나, 이 두 시스템 모두 참조해야 하는 이미지 숫자 및 이미지 획득 수가 증가하면 트래킹 속도가 느려지는 문

제점을 가지고 있다.

두 번째 방법으로는 이미지에 존재하는 선분(Edge)의 정보를 이용한 트래킹 방법이다. 이것은 3차원 모델이 화면에 투영되어 명확히 보이는 선분을 찾고 이들 선분을 점으로 샘플링 하거나, 입력 이미지에서 영상처리를 하여 선분을 찾아내고 선분과 샘플링 된 점들 사이의 거리를 이용해서 추적을 하는 방법이다. 독일 Fraunhofer Institute에서는 3차원 도시 모델에서 선분 정보를 추출하는 기술을 개발하였고[34], 미국 Rockwell Science Center에서는 지형의 고도에 대한 정보를 사전에 획득하여 입력된 이미지에서 보이는 지평선의 윤곽선과 비교하는 방법을 개발하였다. 이들의 문제점은 세부 정보가 모델링 되기 때문에 3차원 모델이 복잡하고, 추출된 선분들이 많아 입력 이미지의 선분과 부정확한 맵핑(Mapping)을 야기하는 등 특징 점이 많지 않은 환경에서 정확성이 다소 떨어지는 단점이 있다.

세 번째 방법으로는 이미지에 존재하는 선분과 점 정보를 이용한 트래킹 방법으로서, 이미 알고 있는 3차원 모델이 투영된 이미지와 입력 이미지 사이의 유사성 관계를 이용하여 추적하는 방법이며, 스위스의 EPFL(Swiss Federal Institute of Technology)에서 개발된 방법이 대표적인 사례이다. 이것은 세부 정보가 모델링 되기 때문에 3차원 모델이 복잡하고, 3차원 모델에서 보이는 선분을 추출하는데 시간이 많이 소요되는 약점이 있다.

이 밖에 정확한 3차원 모델을 사용하는 방법과 달리 대략적인 모델 정보를 기반으로 트래킹 하는 방법이 있으며, 이것은 대략적으로 큰 외관을 모델링하고 세부모델은

텍스처로 대체하며, 텍스처가 입혀진 모델을 추측된 카메라 위치와 방향에서 투영하고 투영된 모델의 선분 정보와 입력된 이미지의 선분 정보를 비교하여 입력된 이미지의 카메라 위치와 방향을 추적하는 방법이다. 그림 18은 영국 캠브리지 대학에서 개발한 모바일 AR 디바이스와 대략적인 모델을 이용한 실험 장면을 보여주며, 여기서는 건물의 벽면에 있는 창문 등과 같은 세부 정보는 모델링 하지 않았다. 이 방법은 세부 모델이 없는 지역이나 건물에서는 트래킹 정확도가 떨어지는 단점이 있다[35].

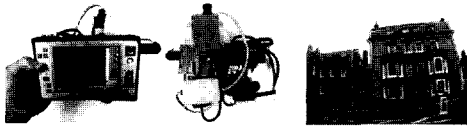


그림 18. 모델 기반 트래킹

그림 19는 Nokia Research Center 에서 Nokia S60 단말기에 구현한 휴대용 (Hand-held) MR 디바이스와 See Through Mode 및 Map View Mode 작동 화면을 보여준다. 이 시스템은 위치, 상대적 방위각 및 방향을 탐색할 수 있는 GPS 수신기, 가속도 센서 및 틸트가 보상된 자기센서를 장착하여 사용하고 있으며, 카메라 및 스크린을 장착한 휴대용 혼합 현실 영상 디바이스의 플랫폼으로서 MR의 거대 시장(Mass Market) 창출을 목표로 개발되었다[36].

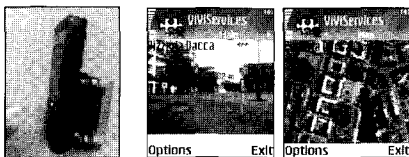


그림 19. 센서 기반 휴대용 MR 영상 디바이스와 작동 화면

그림 20은 Bauhaus-University

Weimar에서 개발된 휴대폰 가이드 시스템의 작동 화면이며, 이것은 휴대폰을 이용하여 사용자가 박물관의 전시물품을 촬영하면 전시품과 관련된 페이지를 자동으로 연결시켜 준다[37][38]. 이 시스템은 MR 마커나 별도의 서버와 네트워크 지원 없이 휴대폰 자체적으로 오브젝트를 인식하고, 블루투스 송신기를 이용하여 사용자의 위치에 따라 인식 대상의 범위를 한정시켜 인식 정확도를 향상시키고 작동 수행시간을 단축하는 경량화된 알고리즘을 사용하고 있다.



그림 20. 휴대폰 가이드

다중 센서를 통합하여 트래킹을 하는 방법에서는 Kalman Filter의 Non-linear 특성을 보상하기 위하여 EKF (Extended Kalman Filter)를 주로 사용하고 있다. EKF를 사용한 통합은 여러 가지 다양한 시스템에서 그 유용성이 증명된 상태이다. Azuma와 Bishop은 LED beacon 기반의 Optical 트래킹과 관성 센서 기반 트래킹을 통합하여 동적 정합의 정확도를 향상시키는 방법을 개발한 바 있고, You와 Neumann은 입력 이미지의 특징 점 기반의 Optical 트래킹과 관성 센서 기반 트래킹을 통합하여 방향 추적의 안정성과 정확성을 향상 시켰다. 그 밖에 마그네틱 트래킹 방식과 Optical 트래킹 방법이 통합되어 사용되기도 하나 Gaussian 모델을 가정하므로, 이 가정에 맞지 않는 경우에는 통합의 오류가 발생할 수 있다[39].

국내에서는 SigARt(Special Interest

Group in Augmented Reality Technology) 그룹의 멤버인 가톨릭대학교 Interaction Lab, 홍익대학교 Interactive Media Lab., 세종대학교 Mixed Reality & Interaction Lab., 서강대학교 Digital Media Design Lab., 광주과학기술원 u-VR Lab. 등에서 비전(Vision) 기반의 트래킹 방법[40]과 다중 위치 및 자세 센서를 이용한 트래킹 기술을 통합하여 실외 이동 환경에 적용 가능한 트래킹 기술을 연구 중이며, ‘다중 위치 및 자세 센서의 장점과 비전 기반 트래킹 방법의 장점을 통합하여 활용’, ‘기존의 방식에 비하여 초기화를 쉽게 하도록 설계’ 그리고 ‘세부적인 모델을 요구하지 않고 대략적인 모델과 텍스처 정보를 이용하여 모델 정보가 없는 환경에서도 안정적인 트래킹’ 등을 개발 목표로 설정하고 있다. 그들은 마커를 사용하지 않고 공간에 존재하는 특징 점과 선분의 정보만을 사용하는 비전 기반의 트래킹 방법과 초기화 시점에는 L-infinity error norm을 사용하여 이전 측정값의 부제로 인한 초기화의 문제를 감소시키는 방법을 연구하고 있으며, 현재 많이 사용되고 있는 EKF를 기반으로 Gaussian 모델의 가정을 극복하기 위하여 파티클 필터(Particle Filter) 방식도 적용하고 있다. 실감성을 강조하는 자동차 네비게이션 시스템과 퍼스널 네비게이션 시스템 및 웨어러블 입력 장치와 HMD를 사용하는 착용형 컴퓨터 시스템 등 위치기반 응용(Location-aware application 또는 Location-based service) 분야에서 실외 이동 환경에 적용 가능한 트래킹 기술을 이용하여 혼합현실 응용 신규사업(New Business)들이 창출될 것으로 기대된다.

3. 결론 및 전망

혼합현실 기술은 실 세계와 가상 세계를 실시간으로 혼합하여 사용자에게 제공함으로써 정보 사용의 효율성과 효과성을 극대화하는 기술이며, 이는 향후 IT 기술 전 분야의 발전과 변화에 많은 영향을 줄 ‘주목해야 할 기술’이다. 현재 전반적으로 미국 보다는 유럽이 혼합현실 기술 R&D 및 그 응용 분야 발굴에 있어 더 주도적이며, 특히 유럽의 자동차, 건설, 로봇, 방송 및 엔터테인먼트 등의 산업계에서 혼합현실 기술 채용 수준은 상당히 높다. 또한 과거 ARVIKA (Augmented Reality for Development, Production and Servicing)[41] 컨소시엄을 주도 했던 멤버들은 현재 IIG (Industrial Interest Group) AR 활동을 통하여 Tracking H/W & S/W, Rendering, Authoring, Visualization & Modeling 등 혼합현실 기술 관련 미래 표준화 수립과 제정을 추진 중이며, 국내 혼합현실 전문가들의 능동적이고 발 빠른 참여가 요구된다. 또한 혼합현실 기술은 우리나라가 강세를 보이는 휴대폰 등 모바일 장치의 대량 교체 변곡점 창달에 매우 중요한 가능기술(Enabling Technology)임을 직시하고, 그 초기시장 선점을 위한 지적 재산권(Intellectual Property and Right) 확보에 주력하는 것이 바람직하다[5][6]. 그러나 이와 같은 기술이 사용자들에게 쉽게 받아들여지고, 보다 적극적으로 널리 활용되기 위해서는 다음과 같은 장애 요소들의 극복이 요구된다.

3.1 기술적 한계 극복

혼합현실을 응용한 서비스들을 가능하게 하는 많은 기본 기술의 발전과 진보에도

불구하고 HMD, Tracking 시스템, 실시간 Rendering 및 환경 변화에 관계없이 정확한 정합(Registration) 등 아직 극복해야 할 기술적 한계와 관련하여 다음과 같은 요소 기술의 개발이 요구된다.

첫 째, 역량이 충분하지 않은 개발자(Non-expert Developers)들을 위하여 혼합현실 서비스 응용의 개발과 사용이 쉽고 간편한 소프트웨어 구조(Vision 및 다중센서 활용 S/W Infrastructure) 기술의 국내·외 기술표준 추진과 제정이 이루어져야 한다[7]. 둘째, 중앙처리장치(CPU), 기억장치(Memory) 및 해상도(Resolution)등에 제한 받지 않는 정확하고 강건한 트래킹 기술(Robust Tracking Solution)이 개발되어야 한다. 셋 째, 마커를 사용하지 않는 경우에 추적(Tracking) 속도와 정확도(Accuracy)의 상보(Trade-off)가 이루어지는 정확한 Markerless 2D-3D 트래킹 기술이 개발되어야 한다. 이밖에 혼합현실 화상 처리(Image/Vision Processing & Rendering)를 위한 전용 DSP 또는 GPU의 성능향상도 요구된다.

3.2 사용자 인터페이스 및 상호작용 한계 극복

사용자로 하여금 보다 향상된 몰입감과 현실감을 갖도록 하기 위해서는 혼합현실에 특화된 사용자 상호작용 기술(UI Metaphor for MR Interaction)이 요구된다[5]. 이것은 사용자와 실제 또는 가상 환경 물체와의 정확한 상호작용을 위하여 사물의 깊이 정보와 관련된 Density 및 Occlusion 기술의 향상, AR system을 구성하는 Sensor나 Tracker의 사양을 결정하는데 도움이 되는 정합 기술의 향상을 필요로 한다. 또한 가

상 물체를 더욱 실감 나게 인지하기 위하여 혼합현실기술을 청각(Hearing), 촉각(Touch), 후각(Smell) 및 미각(Taste)등 오감으로의 확장이 요구된다[5].

3.3 사회적 용인(Social acceptance) 한계 극복 및 Killer application 발굴

마지막으로 극복해야 할 사항은 ‘혼합현실 기술의 사회적인 용인 한계의 극복’과 그로부터 일상에서 일반 사용자도 항상 사용할 수 있는 ‘Auto-calibration이 제공되는 MR System의 활용 방안과 혼합현실 응용 서비스를 도출’하는 것이다.

최근 TV, 영화 및 광고 등에서 혼합현실에 대한 많은 사례를 쉽게 접하고 있지만 혼합현실 시스템의 사용시 발생 가능한 착용성 및 사용성 등 패션관련 문제에서부터 추적(Tracking)과 시각화(Visualization)와 같은 혼합현실 기술의 적용으로 야기될 수 있는 개인의 사생활 프라이버시 침해 문제까지 극복 해야 할 문제는 많으며, 이러한 한계점을 상보 할 수 있는 특화된 혼합현실 응용 서비스 (예, Consumer MR 분야)의 창출이 매우 중요하다. 그림 21은 혼합현실 기술의 약진(Breakthrough) 및 신 사업 창출 (또는 Killer application 발굴)의 단서로서 ‘혼합현실 기술과 위치기반 응용(Location-aware application) 서비스와의 연동’을 표현하고 있다[7].

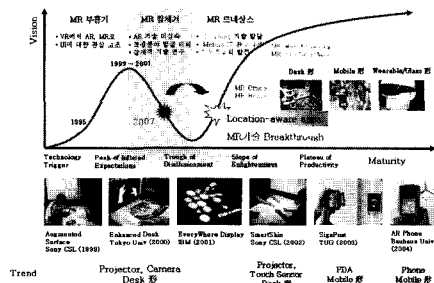


그림 21. 혼합현실 기술의 약진(Breakthrough) 방안

참고문헌

- [1] R. T. Azuma. A survey of augmented reality. In Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6(4) pp.355-385, 1997.
- [2] Ron Azuma, Yohan Baillet, Reinhold Behringer, Steven Feiner, Simon Julier and Blair MacIntyre, Recent Advances In Augmented Reality, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.25 No.6 pp.34-47 Nov-Dec. 2001.
- [3] I. Sutherland, A Head-Mounted Three-Dimensional Display, Fall Joint Computer Conf., Am. Federation of Information Processing Soc. (AFIPS) Conf. Proc. 33, Thompson Books, Washington, D.C., 1968, pp. 757-764.
- [4] P.Milgram and F. Kisoruno, A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, IEICE Trans. Information Systems, vol. E77-D, no.12, 1994, pp.1321-1329.
- [5] Sang-Goog Lee, Recent Advances in Augmented Reality, SAIT (Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report Feb-2005, pp. 72-76, 2005
- [6] Sang-Goog Lee, Industrial Augmented Reality, SAIT (Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report Oct-2005, pp. 2-23, 2005
- [7] Sang-Goog Lee, Handheld Augmented Reality, SAIT (Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report May-2005, pp. 10-11, 2005
- [8] 이상국, 'Tutorial: Recent Innovations in User Interfaces', 차세대 컴퓨팅 학회 논문집 pp. 35-51, 2006년 11월 16~17일, KINTEX
- [9] 이상국, 전략 통합형 4세대 R&BD를 위한 연구방법론, 과학기술부 2007년 제3차 R&D 인력교육자료 pp. 131-236 대전 KAIST, 2007.4
- [10] Y. Suh, Y. Park, C. Shin, H. Yoon, Y. Chang, and W. Woo., Context-aware mobile AR system for personalization, selective sharing, and interaction of u-contents in u-space. KHCI 2007, pp. 598-605, 2007.
- [11] 이민경, 우운택, 증강현실 기술 연구 동향 및 전망, 정보처리학회지 제11권 제11호, pp. 29-40, 2004.1
- [12] Jurgen Zauner, Michael Haller, Alexander Brandl, Werner Hartmann, Authoring of a Mixed Reality Assembly Instructor for Hierarchical Structures, The Second IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality p. 237
- [13] D. Schmalstieg, A. Fuhrmann, and G. Hesina. Bridging multiple user interface dimensions with augmented reality. IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality,

- 2000 (ISAR 2000), pages 20–29, 2000.
- [14] G. Reitmayr and D. Schmalstieg. Location based applications for mobile augmented reality. Australasian User Interface Conference (AUIC2003), 2003.
- [15] G. Reitmayr and D. Schmalstieg. Collaborative augmented reality for outdoor navigation and information browsing. Symposium Location Based Services and Tele Cartography, 2004.
- [15]
- [16] ARToolkitPlus 2.0 of handheld AR Project. http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handheld_ar/artoolkitplus.php
- [17] ARToolkit 2.7.1 Library. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>
- [18] Gerhard Reitmayr, Ethan Eade, Tom Drummond, Localisation and Interaction for Augmented Maps, , ISMAR (The 4th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality) 2005 Proceeding pp.120–129, Vienna, Austria, Oct. 2005
- [19] Sangyoon Lee, Tian Chen, Gerard J. Kim, Effects of Tactile Augmentation and Self-Body Visualization on Affective Property Evaluation of Virtual Mobile Phone Designs, MIT Presence, 16:1:45–64, 2007년 1월
- [20] Gun Lee, Mark Billinghurst, Gerard J. Kim, What You eXperience Is What You Get(WYXIWYG) Communications of the ACM 48:7:76–81, 2005년 6월
- [21] Woohun Lee, Jun Park Augmented Foam: A Tangible Augmented Reality for Product Design, ISMAR (The 4th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality) 2005 Proceeding pp.106–109, Vienna, Austria, Oct. 2005
- [22] Park Ja Yong, Lee Jong Weon, “Tangible Augmented Reality Modeling,” Entertainment Computing, Lecture Notes in Computer Science, No. 3166, pp. 254–259, September 2004
- [23] Wonwoo Lee, Woontack Woo, and Jongweon Lee, “TARBoard: Tangible Augmented Reality System for Table-top Game Environment,” 2nd International Workshop on Pervasive Gaming Applications, PerGames 2005, Munich, Germany, May 2005
- [24] Jong Weon Lee and Byung Chul Kim, “AR Pueblo Board Game,” Entertainment Computing, Lecture Notes in Computer Science, No. 3711, pp. 523–526, September 2005
- [25] Usman Sargaana, Hossein S. Farahani, Jongweon Lee, Jeha Ryu, and Woontack Woo, “Collaborative billiARds: Towards the Ultimate Gaming Experience,” Entertainment Computing, Lecture Notes in Computer Science, No. 3711, pp. 357–367, September 2005
- [26] ByongChul Kim, JinGuk Kim, and Jong Weon Lee, “AR-Table System

- for Communication," International Conference on Human-Computer Interaction, HCI International 2007, Beijing, P.R. China, 22-27 July 2007
- [27] Kyong Joon Lee, Sang Chul Ahn, Hyoung-Gon Kim, "Using a Mobile Device as an Interface Tool for HMD-based AR Applications," ACE 2006, June, 2006.
- [28] Sylvia Irawati, Scott Green, Mark Billinghurst, Andreas Duenser, and Heedong Ko, "Move the Couch Where?": Developing an Augmented Reality Multimodal Interface, In Proceedings of the 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Santa Barbara, USA, October 2006, pp. 183-186
- [29] Sylvia Irawati, Scott Green, Mark Billinghurst, Andreas Duenser, and Heedong Ko, "An Evaluation of an Augmented Reality Multimodal Interface Using Speech and Paddle Gestures", Accepted paper for the 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, Hangzhou, China, November 2006, published in LNCS, vol. 4282, pp. 272 - 283.
- [30] Hanhoon Park, Moon-Hyun Lee, Sang-Jun Kim, and Jong-Il Park, "Surface-independent direct-projected augmented reality," Proc. of ACCV, pp.892-901, Hyderabad, India, Jan. 2006.
- [31] Hanhoon Park, Moon-Hyun Lee, Byung-Kuk Seo, and Jong-Il Park, "Undistorted projection onto dynamic surface," Lecture Notes in Computer Science 4319, Intelligent Vision Application, pp.582-590, Proc. of Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT'06), Hsinchu, Taiwan, Dec. 2006.
- [32] Center for Intelligent Surgery System, <http://ciss.hanyang.ac.kr>.
- [33] T. H"ollerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid, and D. Hallaway. Exploring MARS: Developing indoor and outdoor user interfaces to a mobile augmented reality system. Computers & Graphics, 23(6):779 - 785, 1999.
- [34] Harald Wuest, Florent Vial, Didier Stricker, Adaptive Line Tracking with Multiple Hypotheses for Augmented Reality, ISMAR (The 4th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality) 2005 Proceeding pp.?-?, Vienna, Austria, Oct. 2005
- [35] Gerhard Reitmayr, Tom W. Drummond, Going out: Robust Model-based Tracking for Outdoor Augmented Reality, ISMAR (The 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality) 2006 Proceeding pp.109-118, Santa Barbara, USA, Oct. 2005
- [36]<http://research.nokia.com/research/projects/mara/>
- [37] P. F"ockler, T. Zeidler, B. Brombach,

- E. Bruns, and O. Bimber. PhoneGuide: Museum guidance supported by on-device object recognition on mobile phones. International Conference on Mobile and Ubiquitous Computing, pages 3–10, 2005.
- [38] E. Bruns, B. Brombach, T. Zeidler, and O. Bimber. Enabling mobile phones to support large-scale museum guidance. IEEE MultiMedia, 2007.
- [39] S.You, and Neuman. Fusion of Vision and Gyro Tracking for Robust Augmented Reality Registration, IEEE VR2001, pp.71–78, March 2001
- [40] Youngjin Hong, Sang-Goog Lee, Yongbeom Lee, Sangryong Kim. Mobile Pointing & Input System Using Active Marker, ISMAR (The 5th IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality) 2006 Proceeding pp.237–238, Santa Barbara, USA, Oct. 2006
- [41] <http://www.arvika.de/www/index.htm>