

## 임베디드 증강현실 기술 동향 및 전망

이영호\* · 이상돈\*\*

### 1. 서 론

최근 컴퓨터와 멀티미디어 기술의 발전으로 증강현실 (Augmented Reality) 기술에 대한 관심이 급증하고 있다. 증강현실은 실세계 기반의 사용자 인터페이스를 생성하는 기술로 가상현실과 달리 현실공간과 물체에 인간의 오감을 자극하는 멀티미디어를 증강시켜 인간의 삶을 풍요롭게 하기 위한 기술이다. 증강현실은 가트너에 의해 2011년의 신기술(emerging technology)로 발표되었다[1].

밀그램 발표한 현실-가상 연속체에 의하면 증강현실은 혼합현실(Mixed Reality)의 한 부분이다[2]. 가상현실 (Virtual Reality)이 사람을 컴퓨터에 의해 생성된 가상환경에 몰입시키는 기술이라면, 증강현실은 현실환경에 부분적인 가상의 정보를 증강시키고 사용자가 상호작용할 수 있도록 한다. 최근에는 유비쿼터스 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅 등의 패러다임과 결합되어 유비쿼터스 가상현실, 크로스 리얼리티 (Cross Reality) 등의 개념으로 발전하고 있다[9-11]. 또한 소프트웨어와 범용 시스템에 의존해 구현되던 증강현실 시스템의 한

계를 극복하기 위해서 임베디드 증강현실(Embedded Augmented Reality) 이 시도되고 있다.

본 논문에서는 변화하는 증강현실의 정의와 응용분야를 살펴보고, 범용시스템으로 구현되는 증강현실의 한계를 극복하기 위한 임베디드 증강현실의 예를 살펴본다. 증강현실은 초기의 실험실에서 개발되는 과정을 거쳐 스마트폰 등의 상용 모바일 장치에 다양한 응용프로그램으로 개발되고 있으며 임베디드 시스템으로 확장될 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 증강현실의 역사와 유비쿼터스 가상현실의 개념을 설명한다. 3장에서는 임베디드 증강현실을 다룬다. 4장에서는 현재까지 연구되어온 임베디드 증강현실의 예를 살펴본다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

### 2. 증강현실의 역사와 유비쿼터스 가상현실

첫 번째 증강현실 시스템은 1960년대 컴퓨터 그래픽의 선구자인 이반 서덜랜드에 의해 See-through Head Mounted Display (HMD)를 이용하여 개발되었다[3]. 이 시스템은 HMD가 무거워 천장에 연결되어 지탱되어야 했고, 그래픽은 선으로 이루어진 원시적인 형태를 갖추고 있었다. 1992년 보잉사의 톰 코넬은 최초로 증강현실이란

\* 교신저자(Corresponding Author) : 이영호, 주소 : 전남 무안군 청계면 도립리 목포대학교 컴퓨터공학과 ED301호, 전화: 061)450-2448, E-mail : youngho@mokpo.ac.kr

\* 국립목포대학교 컴퓨터공학과

\*\* 국립목포대학교 멀티미디어공학과  
(E-mail : sdlee@mokpo.ac.kr)

용어를 사용하였으며, 기술자의 정비작업을 돕기 위한 시스템을 선보였다. 또한 실세계의 물체와 가상의 물체를 정합하기 위한 방법도 제안하였다.

1994년 밀그램은 현실-가상 연속체를 정의하였으며, 이 연속체를 이용하여 증강현실이 현실세계와 가상환경 사이에 존재한다고 설명하였다. 1997년 아주마는 증강현실의 3가지 특징을 제시하여 증강현실을 정의하였으며, 가장 널리 받아들여지고 있다.

레키모토는 컬러코드를 인식하는 휴대형 시스템인 NaviCam을 개발하였다. 또한 2D Matrix 마커를 개발하여 카메라 추적에 이용한 증강현실 시스템을 선보였다. 이러한 마커 기반의 추적방식은 다양한 형태의 마커와 추적 알고리즘으로 발전하고 있으며, 그 중 히로유키 가토와 마크 빌링허스트가 1999년에 발표한 ARtoolkit이 유명하다.

GPS를 이용한 실외용 위치추적 시스템을 개발되면서 모바일 증강현실 시스템이 개발되기 시작하였다. 스티브 파이너(Steve Feiner)는 모바일 증강현실 시스템(MARS: Mobile Augmented Reality System)을 개발하여 3차원 그래픽을 이용한 여행 가이드 시스템을 선보였다. 브루스는 PC 게임인 Quake을 증강현실로 옮긴 AR Quake를 선보였다. AR Quake는 착용형 컴퓨팅 플랫폼과 GPS, 디지털 나침반, 영상 기반 위치 추적 등의 기술을 이용하여, 사용자가 HMD를 착용하고 야외에서 게임을 할 수 있는 시스템이다. 이와 같이 모바일 증강현실의 초기 장비는 배낭을 이용한 큰 시스템이었으나 최근 장비가 소형화 되면서 스마트폰을 이용한 모바일 증강현실 시스템이 등장하고 있다.

이러한 증강현실은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로 확장되고 있다. 유비쿼터스 가상현실은 가상/증강현실을 유비쿼터스 컴퓨팅 환경으로도 확장

하는 개념이다. 맥락인식 모바일 증강현실은 맥락 인식 개념을 도입하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 모바일 증강현실 사용자 인터페이스의 활용에 대해 논의하고 있다.

증강현실의 확장 개념인 유비쿼터스 가상현실의 핵심 특징은 (1) 현실과 가상의 연결, (2) 실감 오감 증강, (3) 실시간 양방향 상호작용으로 정의된다[12]. 이러한 개념을 구현하기 위해서는 하드웨어, 소프트웨어 (알고리즘), 그리고 유무선 네트워크 기술이 종합적으로 발전되어야 한다.

### 3. 임베디드 증강현실

현재까지 등장한 증강현실 시스템의 형태로는 데스크탑 형태의 고정형, 스마트폰 등 휴대형 장치를 이용한 착용형 또는 휴대형으로 분류할 수 있다. 하지만 범용 시스템을 사용하여 증강현실 응용 시스템을 개발함으로써, 알고리즘 개발과 응용 분야에 제한을 받고 있다. 최근에는 주어진 컴퓨터 환경을 사용하는 것이 아니라 최적화된 컴퓨터 환경을 증강현실을 위해 임베디드 시스템을 제작하기도 한다. 예를들어, 현재의 HMD의 모습은 컴퓨터의 출력을 보여주는 디스플레이 역할을 하기 때문에 컴퓨터가 따로 필요하지만, 스마트폰은 프로세서와 각종 센서가 장착되어 있다. 만약 HMD가 스마트폰처럼 프로세서와 네트워크 기능을 갖춘 소형 기기로 개발된다면 그 응용 범위는 넓어질 것이다. 즉, 응용 분야에 따라 하드웨어와 소프트웨어를 함께 최적화 하여 성능을 향상시킬 수 있을 것이다.

증강현실을 위한 임베디드 시스템 제작의 주요 문제점은 프로세싱 능력의 제한 조건 때문에 어려운 일이다. 또 다른 문제점은 타깃 시스템의 프로그래밍 방법이 다양하다는 것이다. 일반적으로 데스크탑 기반의 응용프로그램을 개발하는 것과 달

리, 임베디드 시스템에서는 고급 프로그래밍 언어나 API를 사용하기 어려운 경우가 많다. 예를들어, 스마트폰이나 PDA에서 개별할 경우 최적화된 성능을 보장하기 위해서는 그 회사에서 제공하는 API를 사용해야 한다. FPGA (Field-Programmable Gate Array)를 이용할 경우, VHDL와 같은 프로그래밍 언어를 사용해야 한다.

최근에는 센서로부터 입력을 인식하고 이에 따라 다양한 기능을 수행하는 능력을 갖춘 임베디드 컴퓨터 비전 시스템이 개발되고 있다 [4]. 컴퓨터 비전과 증강현실 알고리즘의 차이점 중 하나는 증강현실은 정보의 획득부터 가시화까지 일련의 과정을 다룬다는 것이다. 즉, 컴퓨터 비전 알고리즘은 전체 응용프로그램의 한 부분을 다룬다. 그러므로, 임베디드 컴퓨터 비전 응용 예 중에서 증강현실을 찾기란 쉽지 않다.

#### 4. 임베디드 증강현실 기술 동향

Wikitude World Browser는 스마트폰의 실시간 영상에 사용자 주변이나 근처의 랜드마크 혹은 관심에 따른 정보를 증강하여 보여준다(그림 1) [5]. Wikitude의 개발자는 마커리스 증강현실 개발을 위한 API를 제공하고 있으며, 개발자들은 이를 이용하여 안드로이드 앱을 개발하거나 기존의 앱에 증강현실 응용을 추가할 수 있도록 하였다



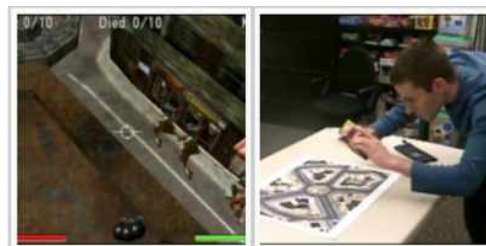
그림 1. Wikitude World Browser

[6]. Wikitude와 유사한 Layar Mobile Augmented Reality Browser도 있다. Layar는 사용자 주변의 정보를 실시간으로 카메라 영상에 정합하여 보여준다. 하지만 Wikitude나 Layar는 단순히 현재 위치의 콘텐츠를 스크린에 아이콘으로 표시한 것으로 완전한 증강현실로 보기에는 부족한 점이 많다. 이 응용 앱들은 증강현실의 핵심 기술인 추적과 인식 과정을 스마트폰의 GPS를 이용하여 최소한의 처리만 수행하기 때문이다. 우선 GPS나 디지털컴퍼스, 자이로 센서 등의 성능이 충분하지 못한 문제가 있고, 프로세서의 연산능력도 부족하여 추적과 인식을 실시간으로 처리하기 어렵기 때문이다.

AR Tower Defense는 심비안 운영체제에서 개발되었으며, 마커를 사용한 증강현실 게임이다 [13]. 핸드폰을 이용해서 책상위에 놓인 마커를 촬영하면, 디스플레이에 가상의 타워가 생성되고 핸드폰을 3D 마우스처럼 이용하여 게임을 진행한



(a)



(b)

그림 2. (a) AR Defense Tower 앱 실행 장면, (b) ARhrrrr 앱 실행 장면

다. ARhrrrr은 좀비들이 나타나는 3차원 가상도시를 보여주며, 사용자는 스크린을 터치하여 좀비를 맞출 수 있다[8]. 이 게임은 특정 하드웨어에서 동작하며, 아직 상용 소프트웨어로 개발되지는 않았다. 그림 3은 두 게임의 실행모습을 보여준다. AR Drone은 무선 조종 쿼드콥터로서 아이폰 애플리케이션으로 조정되며, 기체 안에 내장된 비디오 카메라를 통해 실시간 비디오 영상을 전송하고, 증강현실 게임도 가능하다 [14]. AR Drone은 ARM9 RISC 프로세서를 이용하여, 두 대의 카메라와 각종 센서를 장착하고 있다. 또한 무선 네트워크 기능을 갖추고 있으며, 리눅스를 운영체제로 사용한다. 이 플랫폼은 마커의 위치를 추적할 수 있으며, 아이폰에 시각적 효과를 표현한다. 그림 3은 AR Drone의 외형과 아이폰에서의 실행화면을 보여준다.

MarkerMatch 프로젝트에서는 FPGA를 이용한 하드웨어 기반의 마커를 추적하기 위한 ARCam 프레임워크를 사용한다[15]. AR Drone이 일반적인 목적의 프로세서를 사용하여 소프트웨어 기반

으로 동작하는 것과 달리 마커기반의 증강현실 시스템 개발을 위해 특화된 임베디드 시스템이다. ARCam 프레임워크는 레지스터에 직접 명시된 몇 개의 하드웨어 모듈을 개발자에게 제공함으로써, 마커 기반의 증강현실에 필요한 기능을 수행할 수 있도록 한다. 그림 4는 FPGA로 구현된 MarkerMatch 시스템이다.

임베디드 증강현실의 또 다른 예로 2005년에 발표된 모바일 증강현실 시스템을 위한 FPGA를 이용한 hand tracking 시스템이다[16]. 이 시스템은 Tinmith [17]시스템의 노트북에서 소프트웨어로 실행되던 기능을 FPGA로 구현하여 성능을 향상시키고, 크기를 소형화 시키기 위한 노력이었다.

Sixth Sense는 임베디드 증강현실의 미래를 보여준다. Sixth Sense는 MIT 미디어랩에서 발표한 착용형 컴퓨팅 플랫폼으로 카메라와 프로젝터를 사용자가 착용하고 사용하는 시스템이다 [18]. 사용자의 손동작을 카메라가 인식하여 다양한 기능을 수행하며, 프로젝터로 손, 벽, 신문 등 여러곳에 정보를 디스플레이 하는 기능도 있다. 여기에

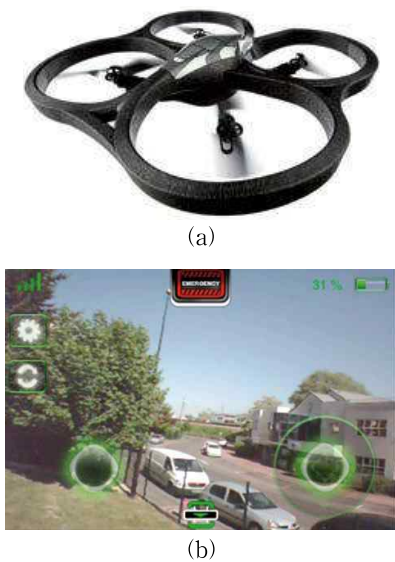


그림 3 (a) AR Drone, (b) AR Drone 앱 실행 장면

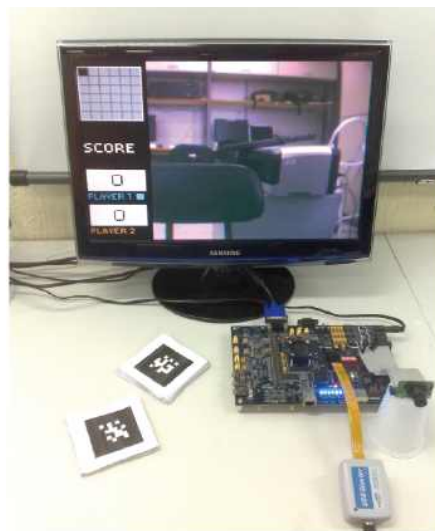


그림 4. ARCam 프레임워크를 이용한 Marker-Match 게임 시스템

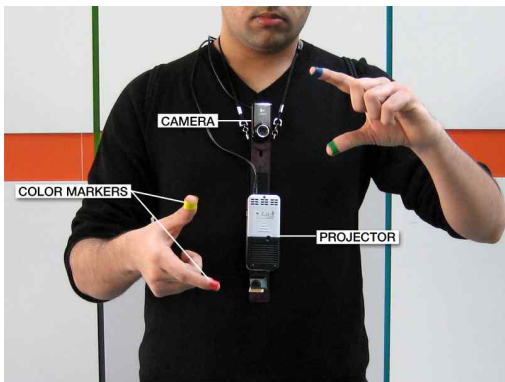


그림 5. MIT 미디어랩에서 발표한 착용형 컴퓨팅 플랫폼인 Sixth Sense

사용된 장치는 그림 5에서처럼 카메라, 소형프로젝터, 모바일 컴퓨팅 장치, 마이크론, 그리고 손가락에 부착된 마커이다. 미래에는 이 시스템보다 더 많은 기능을 수행하면서 크기가 작은 시스템이 개발될 것이다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 증강현실에 대해 살펴보고 임베디드 증강현실에 대해 살펴보았다. 증강현실은 초기의 실험실에서 개발되는 과정을 거쳐 스마트폰 등의 상용 모바일 장치에 다양한 응용프로그램으로 개발되고 있다. 하지만, 범용시스템을 이용하여 개발함으로써 발생하는 다양한 한계점을 극복하기 위해 임베디드 시스템을 이용한 증강현실이 임베디드 시스템으로 확장될 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

[ 1 ] E.Jonietz. TR10: Augmented Reality. <http://www.techreview.com/special/emerging/>, Oct. 10 2011.  
 [ 2 ] R. Azuma, A Survey of augmented reality, Presence-Teleoperators and Virtual Environ-

ments Vol.6., No.4, 1997, pp. 355-385.  
 [ 3 ] I. Sutherland, A Head-Mounted Three-Dimensional Display, Fall Joint Computer Conf. Proc. 33, Thompson Books, Washington, D.C., 1968, pp. 757-764.  
 [ 4 ] B.Kisacaqin, S.S.Bhattacharyya, S.Chai, Embedded Computer Vision, Springer Publishing Company, Incorporated, 2008.  
 [ 5 ] M.M.Software, Wikitude world browser, Nov. 2011.  
 [ 6 ] Google. Android open source project, Nov. 2011.  
 [ 7 ] Wikitude. <http://www.wikitude.com>  
 [ 8 ] Blair MacIntyre, Kimberly Spreen, David Cochard, Tony Tseng, Richard Summers, Kelli Baskett, VR2010 Video Submission: ARhrrrr!! A First-Person, Fast-Action TableTop Augmented Reality Game, VR2010.  
 [ 9 ] Joshua Lifton, Mathew Laibowitz, Drew Harry, Nan-Wei Gong, Manas Mittal, Joseph A. Paradiso, "Metaphor and Manifestation&#8212;Cross-Reality with Ubiquitous Sensor/Actuator Networks," IEEE Pervasive Computing, pp.24-33, July-September, 2009  
 [ 10 ] Youngho Lee, Sejin Oh, Choonsung Shin and Woontack Woo, "Ubiquitous Virtual Reality and Its Key Dimension," International Workshop on Ubiquitous Virtual Reality, pp.5-8, 2009  
 [ 11 ] Youngho Lee, Sejin Oh, Choonsung Shin, and Woontack Woo, "Recent Trends in Ubiquitous Virtual Reality," International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality, pp.33-36, 2008  
 [ 12 ] 강창구, 하태진, 오유수, 우운택, 유비쿼터스 가상현실 구현을 위한 증강현실 콘텐츠 기술과 응용, 대한전자공학회, pp.025-031, 2011.  
 [ 13 ] Cellagames. Augmented reality tower defense, Jan. 2010.  
 [ 14 ] Parrot. Parrot ar.drone, <http://ardrone.parrot.com>, Nov. 2011.  
 [ 15 ] B. Reis, P. Borges, LA Vasconcelos, JM Teix-

eira, V. Teichrieb, and J. Kelner, "Marker-match:an embedded augmented reality case study," in Proc. of the XII Brazilian Symposium on Virtual and Augmented Reality-SVR 2010, Natal, RN, Brasil, 2010

[16] Ross Smith, Wayne Piekarski, and Grant Wigley. 2005. Hand tracking for low powered mobile AR user interfaces. In Proceedings of the Sixth Australasian conference on User interface-Volume 40 (AUIC '05), Mark Billinghamurst and Andy Cockburn (Eds.), Vol. 40. Australian Computer Society, Inc., Darlinghurst, Australia, Australia, 7-16.

[17] Wayne Piekarski, Bruce H. Thomas, "Tinmith-Metro: New Outdoor Techniques for Creating City Models with an Augmented Reality Wearable Computer," Wearable Computers, IEEE International Symposium, p. 31, Fifth International Symposium on Wearable Computers (ISWC'01), 2001

[18] P. Mistry, P. Maes. SixthSense-A Wearable Gestural Interface. In the Proceedings of SIGGRAPH Asia 2009, Sketch. Yokohama, Japan. 2009



이 영 호

- 1999년 KAIST 수학과(이학사)
- 2001년 광주과학기술원 정보통신공학과(공학석사)
- 2008년 광주과학기술원 정보통신공학과(공학박사)
- 2009년~현재 국립목포대학교 교수
- 관심분야 : 가상/증강현실, HCI, 유비쿼터스 가상현실 등



이 상 돈

- 1984년 서울대학교 전자계산기공학과(공학사)
- 1986년 서울대학교 전자계산기공학과(공학석사)
- 1991년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1987년~1997년 한국통신 멀티미디어연구소 선임연구원
- 1997년~현재 국립목포대학교 멀티미디어공학과 교수
- 2001년~2002년 미국 Brown 대학교 객원교수
- 관심분야 : 유비쿼터스 데이터관리, 스마트미디어 응용 등