

# 모바일 증강 현실 시스템에 대한 연구 동향

광주과학기술원 | 홍동표 · 우운택\*

## 1. 서론

최근 국내 정보통신 기술과 모바일 장치 관련 기반 기술의 급속한 발전과 보급으로, 전 국민의 80% 정도가 카메라가 탑재된 개인 모바일 장치를 소유하고 있다. 모바일 장치의 급속한 보급은 사용자가 언제 어디서나 필요한 서비스를 이용할 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 실현을 가속화시키고 있음을 알 수 있다 [1]. 뿐만 아니라 휴대용 정보 단말기의 대중화로 인해 개인화된 서비스나 새로운 형태의 콘텐츠에 대한 사용자의 요구도 함께 증가하고 있는 추세이다 [2]. 국내·외적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위해서 서비스 자동화와 개인화된 서비스 등에 대한 많은 연구가 이루어지고 있기는 하지만, 현재까지 실질적으로 표준화나 상용화에 대해서는 상대적으로 미비한 실정이다. 특히, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 구현된 환경에서는 사용자에게 일방적이고 획일적인 형태의 서비스 제공이 아니라, 사용자가 관심을 가지고 있는 서비스를 선별하여 효과적으로 제공할 수 있는 새로운 형태의 서비스 패러다임을 필요로 한다. 결국, 사용자는 사용자 자신의 주변에 편재되어 있는 다양한 컴퓨팅 자원들(서비스, 콘텐츠 등)과의 자연스러운 상호작용을 요구하게 될 것이다.

특히, 사용자와 콘텐츠간의 상호작용에 있어서 증강 현실은 가상현실과 달리 사용자가 현실 세계에서 가상의 콘텐츠나 서비스와 직접적이고 직관적인 상호작용을 할 수 있는 장점이 있다 [3]. 그리고 이와 같은 증강 현실이 갖는 상호작용의 특징을 언제, 어디서나 사용자를 대변할 수 있고, 사용자에게 필요한 정보를 효과적으로 제공할 수 있도록 모바일 컴퓨팅과 접목하려는 모바일 증강 현실에 관한 연구가 1990년대 중반부터 진행되어 왔다 [4]. 초기 모바일 증강 현

실 연구에서는 사용자 위치와 같이 단편적인 맥락 정보만을 이용하였지만, 최근에는 사용자 개인 정보뿐만 아니라 주변의 환경 정보도 함께 고려하고 있는 추세이다. 그럼에도 불구하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 모바일 증강 현실 기술을 접목하려는 기존의 연구들은 사용자 측면에서 증강된 정보의 사용성과 효용성의 성숙도가 아직 미흡한 점들이 많다 [5]. 예를 들면, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위해서는 기존의 서비스나 콘텐츠를 사용자 중심의 서비스나 콘텐츠로 개인화할 수 있는 기술, 사용자들 간에 동적 커뮤니티 형성을 통해 콘텐츠를 공유하고 협업을 지원할 수 있는 기술 등 다양한 맥락을 활용할 수 있는 기술이 요구되고 있다. 따라서 기존의 모바일 증강 현실 기술의 한계를 극복하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 융합할 수 있는 새로운 개념의 맥락 인식 모바일 증강 현실 연구가 이루어져야 한다.

본고에서는 모바일 증강 현실과 관련된 선행 연구들의 검토를 통하여 맥락 인식 모바일 증강 현실에 필요한 요소 기술들을 살펴보고, 이와 유사한 개념의 최근 연구 사례들을 소개 하고자 한다. 우선, 맥락 인식 모바일 증강 현실이란 유비쿼터스 컴퓨팅 개념이 구현된 환경(Ubiquitous Smart Space)에서 사용자가 휴대용 개인 모바일 장치를 통해 자신과 주변의 맥락 정보를 수집·관리·활용하여, 서비스나 콘텐츠를 사용자의 맥락에 따라 현실공간에 증강하고, 이를 선택적으로 공유하며, 상호작용과 협업 등이 가능한 이음매 없는 사용자 상호작용을 지원하는 새로운 컴퓨팅 개념이다. 특히, 모바일 증강 현실과 관련된 선행 연구들의 동향 분석에서는 모바일 증강 현실을 실현하기 위해서 사용된 프레임워크나 소프트웨어에 대한 구조와 요소 기술들을 분석하고자 한다. 그리고 동향 분석을 통해서는 맥락 인식 모바일 증강 현실에 필요한 프레임워크와 이를 실현하기 위해 필요한 요소 기술들을 제안한다. 끝으로 제안된 요소 기술들을 실현하고 있는 연구 결과물들을 소개한다.

† 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것이다.

\* 정회원

본고의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 모바일 증강 현실과 관련된 최근 연구들에서 활용된 기술들과 제안된 프레임워크들에서 살펴보고, 3장과 4장에서는 각각 모바일 증강 현실 기술을 응용한 시스템을 소개한다. 그리고, 5장에서는 맥락 인식 모바일 증강 현실에 필요한 요소 기술들과 이를 응용한 시스템들을 소개한다. 마지막으로 6장에서는 맥락 인식 모바일 증강 현실 기술의 문제점을 극복하기 위한 제안과 향후 전망으로 결론을 맺고자 한다.

## 2. 모바일 증강 현실

본 장에서는 모바일 증강 현실과 관련된 최근 연구들에 대해서 간단히 언급하고, 사용된 기술이나 제안된 프레임워크에 대한 특징을 살펴보기로 한다.

### 2.1 MARS

MARS(Mobile Augmented Reality Systems)은 증강 현실과 모바일 컴퓨팅이라는 두 개념에서 사용된 사용자 인터페이스의 장점을 접목한 시스템이다[4]. 1996년부터 개발한 시스템으로써, 3차원 디스플레이를 활용하여 실제 영상에 가상의 모델 혹은 정보를 합성하는데 필요한 증강 현실 기술을 개발하였다. 또한, 저가의 소형 모바일 장치를 활용하여 주변의 많은 컴퓨팅 자원들을 사용자가 손쉽게 활용할 수 있도록 한다는 점에서 모바일 컴퓨팅 기술을 접목하였다. 그리고 Head-worn, Handheld, Palm-top과 같이 서로 다른 디스플레이 장치들을 복합적으로 사용하여 모바일 사용자에게 가장 적합한 모바일 디스플레이 환경을 제공할 수 있는 재사용 가능한 사용자 인터페이스를 개발하였다.

그림 1은 MARS 시스템의 구성 요소 및 소프트웨어 구조에 관한 그림이다. 주요 하드웨어 장비로는 3차원 그래픽 가속이 가능한 컴퓨터, GPS 시스템, See-

through Head-worn 디스플레이 장치, 무선 랜 등을 사용하였다.

### 2.2 AR-PDA

AR-PDA 시스템은 증강 현실 콘텐츠와의 사용자 상호작용을 지원하기 위해 오브젝트 인식과 Markerless 추적(Tracking) 기술을 이용한 PDA 기반의 모바일 증강 현실 시스템이다[6]. AR-PDA는 서버-클라이언트 구조로 되어 있으며, 전체 동작 과정은 다음과 같다.

그림 2(가)에서 보듯이, 클라이언트인 PDA로 획득한 비디오 스트림을 AR-PDA의 서버로 보낸다. 서버에서는 클라이언트로부터 받은 비디오 스트림으로 오브젝트를 인식하고 부가적인 맥락 관련 정보를 생성하여 이를 원본 비디오 스트림의 추적된 위치 및 방향에 증강하여 다시 클라이언트로 보내는 과정을 거친다.

AR-PDA 시스템에서는 별도의 추적 장치를 사용하지 않고 카메라 영상으로부터 2차원 특징점 정보를 추출하여 객체를 추적한다. 객체에 대한 정보가 이미 알려져 있다는 점을 고려하여 모델 기반 방법을 활용하였다. 그리고 추적 알고리즘은 무선 랜을 통하여 PDA와 통신하는 PC 기반 서버에서 구현되었다. 특히, 구현된 알고리즘은 6-8 프레임율(f/s)의 비교적 빠른 처리 속도를 가지는 비전 기반 Markerless 추적 기술을 통하여 모바일 증강 현실 시스템 구현이 가능함을 보여주었다.

### 2.3 DWARF

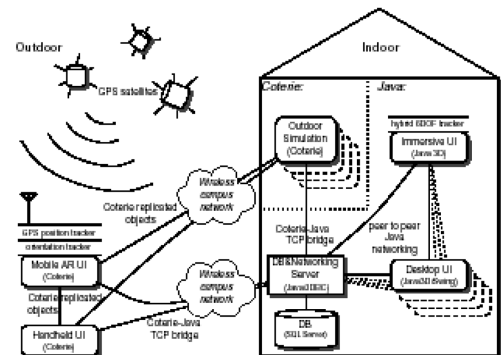
DWARF(Distributed Wearable Augmented Reality Framework)는 분산되어 있는 서비스들이 협력하여 증강 현실 시스템을 개발할 수 있도록 한 프레임워크이다[7]. 서비스들은 서로 독립적이고 필요 사항과 제공 가능한 기능들을 서비스 매니저를 통해 다른 서비스들이



(가) 시스템에서 본 화면

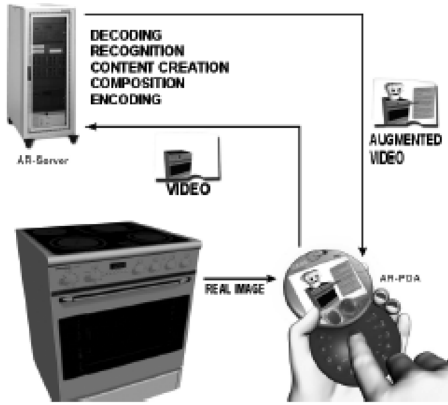


(나) MARS 장치



(다) MARS 소프트웨어 아키텍처

그림 1 MARS 시스템



(가) 시스템 개념도



(나) AR-PDA 데모

그림 2 AR-PDA의 시스템 개념도와 데모 시스템

알 수 있도록 공지한다. DWARF는 중앙 집중식 컴포넌트가 존재하지 않으며, 각각의 네트워크 노드 상에 하나의 서비스 매니저만 존재한다. 서비스 매니저는 로컬 서비스들을 제어하며, 각각의 서비스 매니저는 서비스들 간의 연결을 위해서 네트워크상의 다른 서비스 매니저들과 서로 협력한다. DWARF는 분산형 증강 현실 애플리케이션의 빠른 프로토타입 제작을 지원할 뿐만 아니라, CORBA기반의 프레임워크로서 개발 플랫폼과 언어에 의존적이지 않다는 장점이 있다. 또한, 외부 협력 개발자들에게 다양한 인터페이스를 제공하여, 제안된 시스템과 용이하게 통합시킬 수 있도록 하였다. 특히, 사용자의 이동 정보를 맥락 정보로 활용하여 모바일 증강 현실에 접목하려는 시도를 하였다. 그림 3은 DWARF 모바일 클라이언트 시스템을 보여주고 있다.

## 2.4 AR Phone

AR Phone은 스마트 환경에서 증강 현실의 인터페이스 역할을 수행하는 모바일 폰이다[8]. AR Phone 시스템은 서버-클라이언트 구조이며, 폰에서 수행되는 인터페이스 애플리케이션과 환경에 분산되어 있는 무선 AP(Access Point), 그리고 중앙의 AR 서버 모듈로

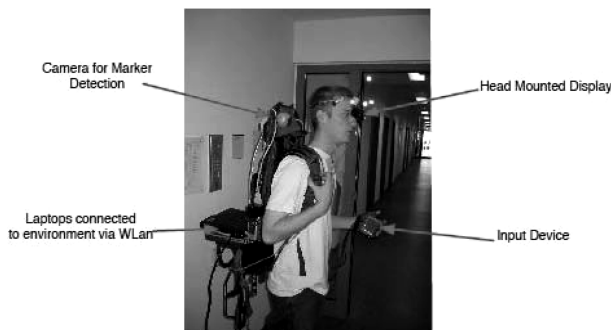


그림 3 DWARF의 모바일 클라이언트

구성된다. AR Phone 에서는 연산의 부하가 걸리는 영상 처리와 같은 작업은 AR 서버에서 진행하고, 모바일 폰은 AR 서버의 뷰어 역할만 수행하도록 하였다. 따라서 폰에 탑재되는 애플리케이션들이 비교적 간단하고 가벼워짐으로써, 다양한 플랫폼으로의 이식과 구현이 용이하였다. 그림 4는 AR Phone에서의 증강 처리 과정을 나타내는 도식도이다. 우선, 모바일 폰으로부터 획득된 비디오 스트림을 스마트 환경에 분포되어 있는 AP 모듈에 무선으로 전송하고, AP 모듈은 폰으로부터 받은 영상 정보를 중앙의 AR 서버로 보내는 역할을 수행한다. AR 서버 모듈은 원본 입력 영상을 받아서 증강 과정을 거친 결과 영상을 다시 AP 모듈에 전송하여, 최종 영상은 모바일 폰을 휴대하고 있는 사용자에게 증강된다.

## 2.5 Studierstube

Studierstube은 착용형 증강 현실 시스템으로 3차원 입체 영상을 지원하며, 일반적인 2차원 사용자 인터페이스인 펜과 패드를 통해 사용자가 가상의 객체와 직접적인 상호작용을 할 수 있는 시스템이다[9-11]. 그리고 데스크 탑용 증강 현실 사용자들과 모바일 증강 현실 사용자들 간의 협업과 관련된 사용자 인터페이스 실험을 위한 기본 테스트 베드으로도 활용되었다.

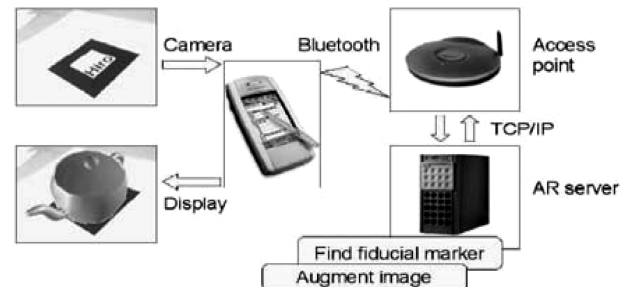


그림 4 AR-Phone에서의 정보 증강 처리 과정



그림 5 하드웨어 구성

그림 5는 Studierstube의 하드웨어 구성 요소들과 이를 장착한 사용자의 모습을 보여주며, 사용자는 등에 업고 있는 노트북(NVidia GeForce2Go video chip 내장, 1GHz processor), 입체 영상 출력 장치(Virtual I/O see-through stereoscopic color display), 방위 센서(InterSense), 그리고 상호작용할 매개물을 추적하기 위한 웹 카메라가 부착된 헬멧을 착용한다. 사용자 인터페이스로는 카메라와 마커를 통해 광학적으로 추적되는 태블릿 패드와 펜을 사용하였다.

## 2.6 UMAR

UMAR(Ubiquitous Mobile Augmented Reality)는 디지털 도메인과 실제 도메인 사이에서 맥락 정보를 매개체로 하여 유비쿼터스 모바일 증강 현실을 수행하는데 필요한 요소들로 구성되어 있는 프레임워크이다[12]. 임의의 맥락 정보로부터 적절한 정보를 추출하고, 그 맥락 정보와 추출된 정보 사이의 공간적인 관계에 따라 적절한 방법으로 콘텐츠를 디스플레이하는 개념을 포함하고 있다. 맥락과 추출된 정보 간의 관계가 밀접

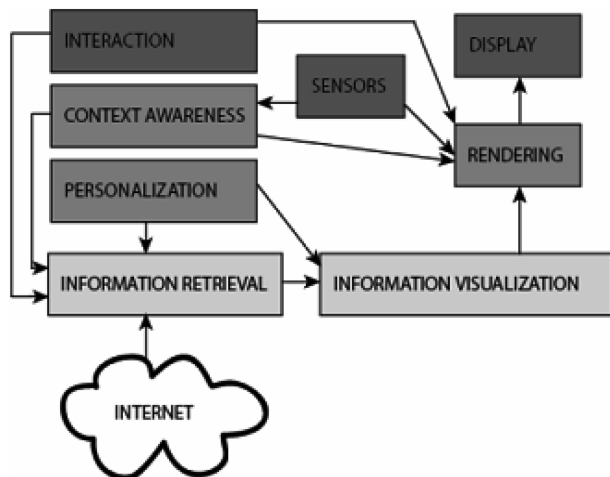


그림 6 UMAR 프레임워크

하다면 AR기술로, 관계성이 좀 더 약하다면 2차원 지도 위에, 그리고 관계성이 거의 없다면 웹페이지나 오디오 형식으로 디스플레이하는 메커니즘을 지원한다. 그림 6은 제안된 시스템의 프레임워크를 나타낸다. UMAR 프레임워크는 맥락과 추출된 정보 간의 공간적인 관계성에 따라, 서로 다른 시각화 기법의 구현을 보여주기 위하여 개념적인 몇 가지 응용 시스템을 구현하였다. 그러나 현재의 플랫폼은 AR을 제공하기 위해 마커 주변의 공간적 지역에 제한된 구현이며, 맥락 인식 모바일 증강 현실과의 접목과정에서 공간적인 맥락 정보만을 활용하는 제약점을 가지고 있다.

## 3. 모바일 증강 현실의 응용

본 장에서는 모바일 증강 현실 기술을 활용한 응용 서비스들을 살펴보고, 사용된 요소 기술들을 알아보기로 한다.

Föckler 등은 카메라가 장착된 모바일 폰을 이용한 박물관 안내 시스템을 개발하였다[13]. 그림 7은 모바일 폰을 이용하여 사용자가 박물관의 전시물품을 촬영하면 전시품과 관련된 페이지를 자동으로 연결시켜 주는 시스템이다.

PhoneGuide시스템은 외부 장치의 지원 없이 모바일 폰 자체적으로 오브젝트를 인식하는 경량화된 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 모바일 폰에서 오브젝트 인식 처리가 되기 때문에, 별도의 서버와 네트워크 연결에 따른 부담을 최소화하였다.

PhoneGuide에서는 조금 더 발전된 방법으로 오브젝트 인식의 범위를 사용자의 근방에 위치한 대상으로 한정시키는 Pervasive Tracking을 제안하였다[14]. 사용된 추적 알고리즘은 블루투스 송신기를 이용하여 사용자의 위치에 따라 인식 대상의 범위를 한정시켜 인식의 정확도를 향상시키고 수행시간을 단축시켰다.



(가) PhoneGuide를 이용

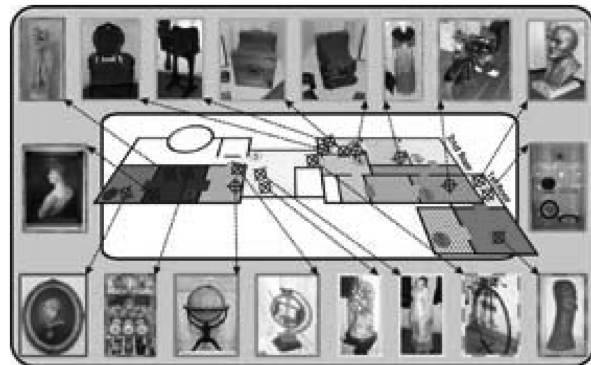


(나) 관련 정보 획득

그림 7 박물관 안내를 위한 PhoneGuide의 응용



(가) 사용자 위치 인식



(나) 박물관의 영역 구분

그림 8 Pervasive Tracking

그림 8에서 (가)는 블루투스를 이용하여 사용자의 위치를 인식하는 모습이고, (나)는 8개의 블루투스를 사용하여 박물관의 영역을 분할한 그림을 나타낸다.

MARISIL(Mobile Augmented Reality Interface Sign Interpretation Language)은 모바일 폰의 인터페이스를 대체할 상호작용 방식으로 증강 현실 기술을 적용하였다[15]. 사용자가 카메라와 디스플레이가 결합된 안경을 착용하고, 자신의 손에 증강된 키패드를 직접 사용하는 것이다. 그림 9는 증강된 키패드를 반대편 손으로 직접 누르는 것이 가능함을 보여준다.

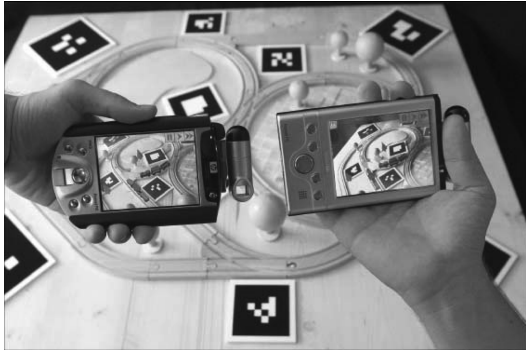


그림 9 MARISIL

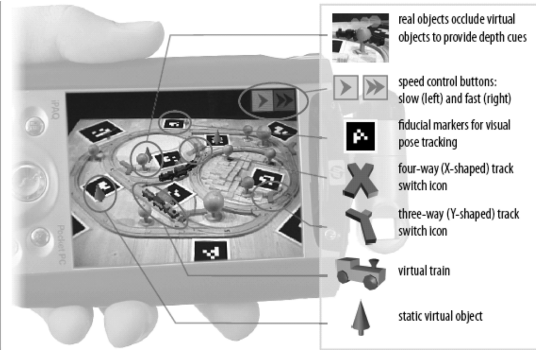
TUG(Graz University of Technology)의 Daniel Wagner 등은 Handheld 장치에서 동작하는 다중 사용자를 위한 증강 현실 게임인 Invisible Train을 개발하였다[16].

그림 10은 다수의 사용자가 실제 선로 모형에 증강되는 가상의 기차를 제어하는 그림이며, 사용자는PDA의 스크린을 통해 증강된 자신의 기차를 볼 수 있으며, 각각의 사용자가 보는 기차의 위치는 무선 랜으로 공유되고 동기화 된다. 이 게임은 Studierstube 프레임워크 상에서 구현되었으며, 기차를 증강하기 위해 PDA에서 AR 마커를 직접 인식하도록 개발되었다. 사용자는 PDA의 스크린에 보이는 아이콘을 클릭하여 기차의 속도와 선로 교차부에서 연결되는 선로의 방향을 제어할 수 있다.

Anders Henrysson 등은 Face-to-Face 협업을 지원하는데 증강 현실 기술을 활용하는 방법을 제시하였다[17]. 또한 모바일 폰을 이용하여 Fact-to-Face 협업을 할 수 있는 증강 현실 애플리케이션을 구현하였고, 오디오-햅틱 피드백의 종류에 따른 사용성 평가를 수행하였다. 특히, ARToolkit을 Symbian 모바일 폰



(가) 게임 셋업

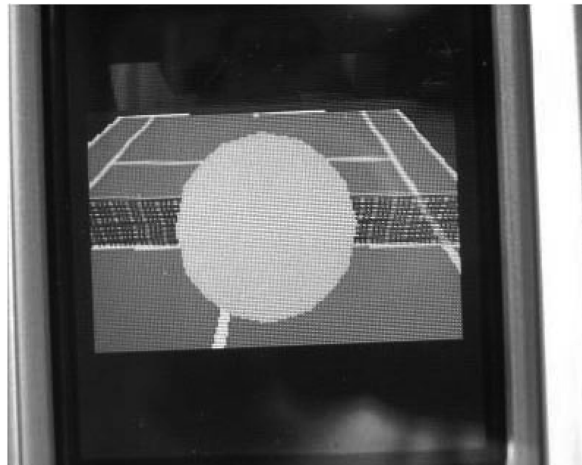


(나) 게임 화면 구성

그림 10 Invisible Train



(가) 게임 셋업



(나) 게임 화면 구성

그림 11 Face to face collaboration

에서 동작하도록 하였으며, 사용성 평가를 위해서 오디오와 햅틱 피드백이 제공되는 경우와 제공되지 않는 경우, 그리고 둘 중 하나만이 제공되는 경우에 대하여 연구를 수행하였다.

#### 4. 맥락 인식 모바일 증강 현실

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 모바일 증강 현실을 융합하기 위해서 필요한 요소기술들이 무엇인지 살펴보고, 이와 유사한 연구들을 소개하고자 한다. 앞에서 살펴보았듯이, 모바일 증강현실에 관한 많은 연구들이 현재 진행 중에 있다. 표1은 앞에서 살펴본 모바일 증강현실 시스템들을 주요 기술에

표 1 모바일 증강 현실 시스템의 특징과 요소 기술들에 대한 비교 표

시스템	특징	추적 방법	장치 타입	장점	단점
MARS (1996)	· 맥락인식 · 재사용가능한 UI	· GPS · Orientation Tracking	· Laptop with HMD	· 다양한 장치 활용 · 실외 모바일 증강 현실	· 장치가 무거움
AR-PDA (2001)	· 서버/클라이언트 모델	· Marker-less	· PDA	· PDA기반의 Marker-less 증강 현실	· 네트워크 상태에 의존적임
DWARF (2003)	· CORBA 기반 · 프로토타입 개발에 용이	· 외부 트래커 장치 지원	· Laptop with HMD	· 다양한 인프라 지원 · 분산 환경 지원	· 개발자 지원에만 국한
AR Phone (2003)	· 클라이언트/서버 모델	· 마커 기반 추적	· PDA	· 블루투스 기반 통신	· 네트워크 상태에 의존적임
Studierstube (2004)	· 모바일 협업 지원 · 맥락 활용	· 마커 기반 추적	· Laptop with HMD	· 실내 모바일 증강 현실	· 장치가 무거움
UMAR (2004)	· 개인화된 정보 추출	· 마커 기반 추적	· 모바일 폰	· 맥락기반 서비스	· 개인화 수준이 약함

따라서 비교한 표이다.

기존의 모바일 증강 현실 시스템들은 모바일 장치의 제한적인 컴퓨팅 능력 때문에, 대부분 서버/클라이언트 시스템 구조를 갖고 있었다. 이는 제한적인 모바일 장치를 위해서는 필요한 시스템 구조이지만, 사용자에게 실시간 상호작용을 제공하기에는 어려움이 많다. 그리고 증강 현실 기술에서 중요한 추적(Tracking) 기술은 대부분 마커를 이용한 추적 방법을 택하고 있다. 비록 이와 같은 방법은 증강 시킬 3차원 가상 객체의 위치를 비교적 쉽고 빠르게 추적할 수 있는 장점이 있지만, 사용자에게는 여전히 부자연스러운 마커들을 사용해야 하는 단점이 있다. 특히, 최근에는 카메라를 탑재한 모바일 폰의 성능이 향상됨에 따라서, 모바일 폰을 활용한 형태의 시스템들도 소개되고 있다 [13,14,17].

그러나 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 모바일 증강현실을 활용하기 위해서는 다음과 같은 제약점들이 있다. 우선, 기존의 모바일 증강현실 시스템에서는 맥락 정보를 활용하지 않거나, 활용하더라도 체계적이지 못하였다. 또한, 부자연스러운 마커를 사용하여 콘텐츠를 증강하기 때문에, 사용자에게 불필요한 정보인 마커까지도 보여주고 있다. 끝으로, 증강된 콘텐츠의 경우 사용자와 상관없이 획일적인 형태를 취할 뿐만 아니라 콘텐츠의 공유에 있어서도 선택적으로 공유할 수 있는 방법이 제시되지 않았다. 그러나 다음 연구들에서는 앞서 언급된 문제에 대한 해결책들을 제시하고 있다.

#### 4.1 맥락 정보 기반 u-콘텐츠 증강 및 공유

맥락 기반의 u-콘텐츠 증강 및 공유 시스템은 사용자 하여금 개인화된 콘텐츠를 경험하고 공통 관심사를 가지는 다른 사용자들과 공유할 수 있도록 지원한다[2,5]. Context Copy 시스템은 사용자들이 문화 유적

지 등에서 촬영한 사진들을 증강하여 사용자들 간에 공유할 수 있는 시스템이다. 즉, u-콘텐츠의 개인화된 증강 및 공유를 위해서 사진, 동영상 등으로부터 관련된 맥락을 추출하고, 이를 다른 사용자와 모바일 증강 현실 시스템을 활용하여 선택적으로 공유를 할 수 있다.

그림 12는 사용자들이 관련된 서비스를 이용하고 있는 모습을 나타내며, Context Copy 시스템은 사용자의 u-콘텐츠에 대한 선호도를 해석하여 그 결과에 따라서 해당 사용자에게 개인화된 u-콘텐츠를 제공한다. 또한, 추가적으로 둘 이상의 사용자들의 통합된 맥락과 그들 간의 관계를 분석함으로써 공통된 선호도 및 관심사를 추출하여 그룹 맥락을 생성 및 관리한다[18]. 또한 그룹 맥락을 활용하여 공통 관심사를 가진 사용자들 간에 u-콘텐츠를 선택적으로 공유할 수 있도록 지원한다.

#### 4.2 모바일 AR장치를 통한 개인화된 스마트 오브젝트 제어

개인화된 스마트 오브젝트 제어기는 사용자가 스마트 오브젝트를 제어하고자 하는 의도가 있을 때, 사용자는 자신의 모바일 AR 장치에 부착되어 있는 카메라로 해당 스마트 오브젝트를 촬영하기만 하면 제어가 가능한 시스템이다[19,20]. 개인화된 스마트 오브젝트 제어기의 기능은 다음과 같다. 첫째, 사용자의 선호도를 반영한 사용자 인터페이스를 생성 및 제공하는 모바일 장치의 개인화 기능이다. 둘째, 사용자가 위치한 홈 네트워크상에서 연결된 장치와 서비스를 발견하여 사용자에게 알려주는 서비스 알림 기능이다. 셋째로는 하나의 PDA로 여러 장치 및 서비스 제어가 가능한 유니버설 리모콘 기능이며, 마지막으로, 사용하고자 하는 서비스를 다른 사용자가 사용하고 있을 때, 서비스 추천, 제어권의 이양 및 획득 기능이다.

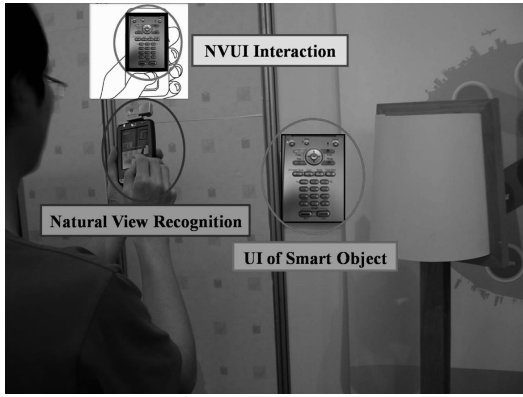


(가) 맥락기반 콘텐츠 증강



(나) 맥락기반 콘텐츠 공유

그림 12 Context Copy 시스템



(가) 전등 제어



(나) 스마트 오브젝트 제어

그림 13 ARController

그림 13은 사용자가 제안된 시스템을 이용해 다양한 장치를 제어하는 모습이며, 개인화된 모바일 AR 제어기는 카메라로 촬영한 스마트 오브젝트의 이미지를 인식하여 스마트 오브젝트를 제어한다. 특히, 디스플레이 장치가 있는 스마트 오브젝트들은 사용자가 다가가면 사용자를 감지하여 적절한 형태의 마커를 화면에 출력시켜주고, 멀어지면 디지털 액자와 같이 저장된 이미지를 화면에 출력한다.

#### 4.3 모바일 AR장치를 통한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 가시화

일반적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 사용자가 원하는 서비스를 언제 어디서나 제공하기 위해서 다양한 센서와 서비스들이 환경에 편재되어 있다. 특히, 이와 같이 수많은 센서나 서비스들이 환경에 편재된 가운데 특정 센서나 서비스가 고장이나 오동작을 하게 될 경우, 어디서 무엇을 어떻게 수리해야 할지 혹은 관리를 해야 할지 등에 대한 어려움이 있다. 따라서, 센서들로부터 직접 데이터를 획득하고, 이에 해당되는 정보를 적절히 가시화하여 보여줄 수 있다면, 사용자

나 관리자는 보다 쉽게 해당 문제를 해결할 수 있을 것이다. 그림 14는 CAMAR 뷰어 시스템의 한 예로서 벽면에 가려서 보이지 않는 배관과 배선에 대한 이상 유무를 센서로부터 획득된 데이터를 분석하여 사용자 보고 있는 모습이다. CAMAR 뷰어는 이와 같이 편재된 센서나 서비스들을 모니터링하고 관리하는데 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 교육적인 목적으로 사용 가능하다. 예를 들면, 공기의 흐름이나 온도 변화와 같이 눈에 보이지 않는 것들을 증강 현실 기술과 센싱된 정보를 바탕으로 사용자에게 가시화하여 보여 줄 수도 있다.

### 5. 결론 및 추후 과제

본고에서는 모바일 증강 현실과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 기존의 모바일 증강 현실의 활용에 대한 대안으로 제시된 맥락 인식 모바일 증강 현실을 살펴 보았다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 맥락 인식 모바일 증강 현실과 같이 기존의 기술에 맥락을 접목하는 기술이 보다 적극적으로 연구될 것으로 기대된다. 그러나 이와 같이 새로운 기술이 사용자들에게 쉽게 받아들여지고, 국내·외적으로 활용되기 위해서는 다음과 같은 요소들이 함께 고려되어야 한다. 첫째, 역량이 충분하지 않은 개발자(Non-expert Developers)들을 위하여 모바일 증강 현실 서비스 응용의 개발 및 사용이 쉽고 간편한 소프트웨어 구조(비전 및 다중센서 활용 S/W Infrastructure) 기술의 국내·외 기술표준 추진과 제정이 이루어져야 한다[21]. 둘째, 중앙처리장치(CPU), 기억장치(Memory) 및 해상도(Resolution) 등에 제한 받지 않는 강건한 추적기술(Robust Tracking Solution)이 개발되어야 한다. 셋째, 마커를 사용하지 않는 경우에 추적(Tracking) 속도(Speed)와 정확도(Accuracy)의 상보(Trade-off)가 이루어지는 강건한 Mar-



그림 14 CAMAR Viewer

kerless 2D-3D 추적기술이 개발되어야한다. 이밖에 증강 현실 화상 처리(Image/Vision Processing & Rendering)를 위한 전용 DSP 또는 GPU(Graphic Processing Unit)의 성능향상과 증강 현실에 특화된 사용자 상호작용 기술(UI Metaphor for AR Interaction)의 연구개발이 시급하다[22]. 마지막으로 모바일 증강 현실기술은 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 매우 중요하다[23].

### 참고문헌

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21st Century," *Scientific American*, Vol.265, No.3, pp.94-104, 1991.
- [2] S.J.Oh, W.Lee, Y.Park, and W.Woo, "u-Contents : Realistic and Affective Contents in Ubiquitous Smart Space," *Korea MultiMedia Society*, Vol.10, No.2, pp.73-83, 2006.
- [3] R. Azuma, Y. Baillet, R. Behringer, S. Feiner, S. Julier, and B. MacIntyre, "Recent Advances in Augmented Reality," *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.21, No.6, pp.34-47, 2001.
- [4] T. Höllerer, S. Feiner, T. Terauchi, G. Rashid, and D. Hallaway, "Exploring MARS: Developing Indoor and Outdoor User Interfaces to a Mobile Augmented Reality System," *IEEE Computers Graphics and Applications*, Vol.23, No.6, pp.779-785, 1999.
- [5] 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.
- [6] C. Geiger, B. Kleinjohann, C. Reimann, and D. Stichling, "Mobile AR4ALL," *IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality 2001*, pp.181-182, 2001.
- [7] M. Wagner and G. Klinker, "An Architecture for Distributed Spatial Configuration of Context Aware Applications," *2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, 2003.
- [8] M. Assad, D. J. Carmichael, D. Cutting, and A. Hudson, "A Demonstration of Mobile Augmented Reality," In *OzCHI Demo Section*, 2003.
- [9] D. Schmalstieg, A. Fuhrmann, and G. Hesina, "Bridging Multiple User Interface Dimensions with Augmented Reality," *IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality 2000*, pp.20-29, 2000.
- [10] G. Reitmayr and D. Schmalstieg, "Location based Applications for Mobile Augmented Reality," *Australian User Interface Conference(AUIC2003)*, 2003.
- [11] G. Reitmayr and D. Schmalstieg, "Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing," *Symposium Location Based Services and TeleCartography*, 2004.
- [12] A. Henrysson and M. Ollila, "UMAR - Ubiquitous Mobile Augmented Reality," *Proceedings of the 3rd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, pp.41-45, 2004.
- [13] P. Föckler, 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*, pp.3-10, 2005.
- [14] E. Bruns, B. Brombach, T. Zeidler, and O. Bimber, "Enabling Mobile Phones to Support Large-scale Museum Guidance," *IEEE MultiMedia*, Vol.14, No.2, pp.16-25, 2007.
- [15] <http://marisil.org/>
- [16] D. Wagner, T. Pintaric, F. Ledermann, and D. Schmalstieg, "Towards Massively Multi-user Augmented Reality on Handheld Devices," *PERVASIVE 2005, LNCS 3468*, pp.208-219, 2005.
- [17] A. Henrysson, M. Billinghurst, and M. Ollila, "Face to Face Collaborative AR on Mobile Phones," *IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality 2005*, pp.80-89, 2005.
- [18] J. Han and W. Woo, "Context-based Community Configuration for Selective Sharing in Ubiquitous Smart Space," *KHCI 2007*, pp.321-327, 2007.
- [19] H.Yoon, H. Kim, and W. Woo, "Personalized User Interface for u-Service Selection and Interaction," *KHCI 2007*, pp.360-366, 2007.
- [20] H. Kim and W. Woo, "Embedded Marker System for Smart Object Recognition and Tracking in Mobile Augmented Reality," *KHCI 2007*, pp.131-136, 2007.
- [21] Sang-Goog Lee, "Handheld Augmented Reality," *SAIT (Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report May-2005*, pp.10-11, 2005.
- [22] Sang-Goog Lee, "Industrial Augmented Reality," *SAIT (Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report Oct-2005*, pp.2-23, 2005.

[23] Sang-Goog Lee, "Recent Advances in Augmented Reality," SAIT(Samsung Advanced Institute of Technology) Technical Report Feb-2005, pp.72-76, 2005.



**홍 동 표**

2001 동아대학교 컴퓨터공학과 학사  
2004 광주과학기술원 정보통신공학과 석사  
2004~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정  
관심 분야 : HCI, Vision-based User Interface, AR, Context-awareness 등  
E-mail : dhong@gist.ac.kr



**우 윤 택**

1989 경북대학교 전자공학과 학사  
1991 포항공과대학교 전기전자공학과 석사  
1998 University of Southern California, Electrical Engineering-System 박사  
1991~1992 삼성종합기술연구소 연구원  
1999~2001 ATR MIC Labs. 초빙 연구원  
2001~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 부교수  
관심 분야 : 3D computer vision and its applications including attentive AR and mediated reality, HCI, affective sensing and context-aware for ubiquitous computing 등  
E-mail : wwoo@gist.ac.kr

---

---