CAMAR 2.0: 사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실

CAMAR 2.0: User-driven Context-aware Mobile Augmented Reality

신춘성 · 이원우 · 오유수 · 서영정 · 김혜진
최아영 · 윤효석 · 이영호 · 우운택
Choonsung Shin · Woonwoo Lee · Yoosoo Oh · Youngjung Suh
Hyejin Kim · Ahyoung Choi · Hyoseok Yoon · Youngho Lee · Woontack Woo

본 논문에서는 사용자들이 모바일 증강현실 환경에서 자유롭게 콘텐츠를 소비하고 생산에 참여함으로써 자율적으로 콘텐츠 생태계를 형성하고 유지하게 하는 사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실 통합 플랫폼을 제안한다. 제안하는 사용자 참여형 맥락 인식 증강현실 플랫폼은 사용자 및 주변으로부터 센싱된 다양한 정보를 융합하여 얻어진 통합 맥락 정보를 활용하여 영상내 대상물을 인식 및 추적하고 개인화된 콘텐츠를 현실공간에 이음매 없이 증강한다. 그리고 모바일 증강현실 환경에서 현장 저작과 매쉬업을 통해 사용자의 경험과 지식이 반영된 콘텐츠의 생성, 변형 및 확장을 가능하게 한다. 이러한 통합 플랫폼을 통해 사용자들은 현실 공간에서 콘텐츠를 자유롭게 소비 및 생산하고 통합 맥락을 활용하여 커뮤니티 구성원들과 실시간으로 공유와 협업을 통해 지속적으로 유지되고 발전되는 콘텐츠 환경구성이 가능해진다. 제안하는 통합 플랫폼을 모바일 단말기에 적용한 결과 실시간으로 증강 및 매쉬업이 가능하였음을 보였고 응용 시나리오를 통해 사용자가 참여하는 참여형 투어 가이드로써의 활용가능성을 제시하였다. 따라서 제안하는 사용자 맥락 인식 모바일 증강현실 플랫폼은 사용자들이 참여해서 유비쿼터스 지능공간의 콘텐츠와 서비스를 소비하고 지속적으로 생산하게 하여 콘텐츠와 서비스 생태계를 자율적으로 형성하고 유지하는데 기여할 것으로 기대된다.

주제어: 맥락 인식 모바일 증강현실, 유비쿼터스 컴퓨팅, 맥락 인식 컴퓨팅, 가상현실, 모바일 컴퓨팅, 인간-컴퓨터 상호작용

In this paper, we propose Context-Aware Mobile Augmented Reality (CAMAR) 2.0 platform which allows users to participate in creation and consumption of contents for a sustainable content ecosystem of community. For this purpose, the proposed CAMAR 2.0 platform augments the contents over the real world by recognizing and tracking and objects with contextual information such as location time, profile, history and social relation ship. It also allows users to author contents and mashup various types of services over the real objects with the contents in mobile augmented reality environment. Therefore, users not only can freely consume and create the contents but also selectively share them with community members. In order to validate the effectiveness of the proposed CAMAR 2.0 platform, we applied it to various mobile platforms and possible scenarios. Consequently, we expect that the proposed CAMAR 2.0 platform will play a vital role in creating and maintaining autonomous content ecosystem of community users for future computing environments.

Keywords: Context-aware mobile AR, Ubiquitous computing, Context-aware computing, Virtual reality, Mobile computing, HCI

신춘성, 이원우, 오유수, 서영정, 김혜진, 최아영, 윤효석, 우운택: 광주과학기술원
이영호: 국립목포대학교

I. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅 및 정보통신 기술의 발전으로인해 인간과 콘텐츠 간의 상호작용 방법이 변화하고 있다. 웹 2.0을 지향하는 인터넷 환경은 사용자의 참여와 이들 간의 사회적 관계를 기반으로 한 새로운 형태의 웹서비스 환경을 목표로 하고 있다[1]. 사용자들은 웹 브라우저를 통해 가상세계에 존재하는 콘텐츠와 서비스의 소비자임과 동시에 자신의 경험과 지식을 자유롭게 표현하고 콘텐츠를 생성하는 생산자 역할을 한다. 또한 사용자들은 사회적 관계를 활용하여 생성한 콘텐츠를 다른 사용자와 공유하며 협업을 통해 공동의 결과물을 이끌어낸다. 더 나아가 사용자들에 의한 콘텐츠의 생산과 소비 그리고 이들간의 공유와 협업은 인터넷 서비스 환경이 자율적인 생태계를 형성하고 유지하도록 하고 있다. 따라서 인터넷 환경 변화와 함께 나타난 사용자 참여는 콘텐츠와 정보를 다양화하고 풍부하게 하는데 중요한 역할을 하고 있다.

이러한 변화속에 가상세계와 현실세계를 연동하는 새로운 컴퓨팅 개념이 제안되고 있다. 메타버스(Metaverse)는 가상세계와 현실세계, 증강현실 공간 등을 융합한 환경의 가능성을 제시하고 있다[2]. 듀얼 현실 (Dual reality)은 현실세계과 가상세계 간의 맥락과 콘텐츠를 공유함으로써 상호영향을 주도록 하고 있다[3]. 뿐만 아니라 유비쿼터스 가상현실은 가상현실을 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 접목하여 사회적으로 지혜로운 매개현실 구현을 목표로하고 있다[4],[5]. 이러한 가상과 현실의 융복합 환경에서의 콘텐츠는 단순한 정보 제공에서 시작하여 환경의 변화를 반영하여 다양한 반응과 재미를 주도록 변화하고 있다. 차세대 실감 지능형 모바일 콘텐츠인 u-콘텐츠는 유비쿼터스 가상현실 환경에서 자유롭게 이동하고 실감성을 제공하며 지능적인 반응을 제공한다[6]. 국제표준화기구인 ISO에서도 현실세계와 가상세계간의 상호연동을 위한 표준인 MPEG-V(MPEG for Virtual World)와 이 환경에서의 제공되는 콘텐츠 표현인 RoSE(Representation of Sensory Effect)를 마련하고 있다[7]. 따라서 사용자들은 가상세계와 현실세계가 융합된 지능적인 환경에서 보다 풍부한 경험과 지식을 습득하는 것이 가능해지고 있다.

이러한 컴퓨팅 개념을 현실화하기 위한 방법으로써 모바일 증강현실에 대한 많은 연구가 진행되었다. 초창기에는 배낭에 컴퓨터와 각종 장비를 넣어 맥락 인식 모바일 증강현실 시스템을 제작하였다. 하지만 당시의 고가의 장치와 큰 컴퓨터로 인해 일반 사용자들이 사용하기에는 휴대성이 부족하였다. 이후 휴대용 PC를 활용한 맥락 인식 모바일 증강현실 시스템이 등장하였다. 휴대용 PC를 활용하여 이동성 문제가 어느정도 해소되었지만 여전히 사용자들이 활발하게 이용하는 데에는 어려움이 있었다. 최근에는 모바일 단말기를 활용한 맥락 인식 모바일 증강현실 시스템이 출현하여 사용자들에게 한층 더 가까이 다가와 개개인의 모바일 단말기를 활용해 증강현실을 접할 수 있게 되었다. 하지만 기존의 증강현실 시스템에서는 콘텐츠 생산, 소비 그리고 공유에 있어 사용자들의 참여가 제한되어 있어 사용자들이 이용하는 콘텐츠가 한정되고 콘텐츠 환경이 지속적으로 유지 발전하는데 어려움이 있다.

본 논문에서는 변화하는 컴퓨팅 환경에서 사용자들이 콘텐츠를 소비하고 저작과 재생산을 통해 참여하는 맥락 인식 모바일 증강현실(CAMAR: Context-Aware Mobile Augmented Reality) 2.0 플랫폼을 제안한다. 제안하는 CAMAR 2.0 플랫폼은 사용자 및 주변 환경의 상황을 파악하기 위한 맥락 인식(context-awareness), 카메라로부터 수집된 영상내에서 객체를 식별하고 위치를 파악하기 위한 객체 인식 및 추적(object recognition and tracking), 콘텐츠를 적절한 형태로 제공 및 가공하기 위한 콘텐츠 적응(adaptation) 및 저작(authoring) 그리고 다양한 콘텐츠를 적절하게 구성하기 위한 콘텐츠 가시화(content visualization)로 구성된다. 또한 통합 플랫폼은 이러한 기술을 유기적으로 연동함으로써 다양한 모바일 단말기에서 동작가능한 응용을 개발하도록 일반화된 프레임워크를 제공한다. 현실세계와 가상세계를 맥락 인식 모바일 증강현실을 통해 융합하고 사용자들이 관심을 갖는 콘텐츠를 현실공간에 이음매 없이 증강한다. 뿐만 아니라 사용자들은 현장 매쉬업과 저작을 통해 자신의 경험과 지식을 실시간으로 생성 및 표현하고 커뮤니티 구성원들과의 선택적인 정보 공유와 협업이 가능해진다. 제안하는 CAMAR 2.0 플랫폼의 성능을 평가하기 위해 다양한 모바일 단말기에 적용하였으며 문화재 안내와 미술관 안내 시나리오를 통해 활용가능성을 제시하였다. 따라서 CAMAR 2.0 플랫폼 기반의 응용을 이용하는 사용자들은 증강된 콘텐츠를 통해 자유롭게 참여하고 공유와공동의 작업을 위해 협업하는 과정을 통해 커뮤니티 내 자율적인 콘텐츠 생태계 형성과 유지를 가능하게 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 맥락 인식 모바일 증강현실 관련 연구에 대해서 살펴본다. III장에서는 사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실의 개념과 핵심 기술에 대해서 기술한다. IV장에서는 구현 및 응용 시나리오에 대해서 논의한다. 마지막으로 V장에서는 향후 계획과 함께 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

맥락 인식 모바일 증강현실은 모바일 증강현실에서 출발하여 지속적인 발전을 거듭해오고 있다. 초창기는 데스크탑 컴퓨터나 노트북을 활용해 모바일 증강현실을 구현하였다. MARS(Mobile Augmented Reality

System)는 증강현실 기반으로 한 투어 가이드 시스템이다[8]. 사용자 인터페이스와 관련된 모바일 컴퓨팅과 혼합현실 기술을 접목하였으며 혼합현실 가시화를 위해 뷰 관리 기법을 개발하여 어노테이션(Annotation)할 때 발생하는 겹침 현상과 가림 현상을 제거하였다. DEWARF(Distributed Wearable Augmented Reality Framework)는 분산된 서비스와 협력을 통해 정보를 수집하여 투어와 관련된 콘텐츠를 제공하는 모바일 증강현실 프레임워크이다[9]. DEWARF는 CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 기반으로 분산된 콤포넌트간에 메세지를 교환하고 있어 다양한 모바일 장치에서 상호운용이 가능한 응용을 쉽게 개발할 수 있도록 하였다. ARCHEOGUIDE(Augmented Reality-based Cultural Heritage On-site Guide)는 증강현실 기반의 문화유적지 안내 시스템이다[10]. ARCHEOGUIDE는 관람객의 위치와 방향을 기반으로 3D 시각화 기술과 멀티모달 인터랙션 기술을 이용하여 관람객에게 좀 더 흥미롭고 편리하게 문화유적지에 관한 정보를 제공한다. LIFEPLUS는 고대 프레스코 화법의 그림을 증강현실 환경에서 가상의 캐릭터들의 재현을 통해 3D 복원을 목표로 하는 프로젝트이다[11]. LIFEPLUS는 증강현실 환경에서의 실시간 실감 가상 라이프 구현, 임의의 환경에서의 실시간 자동 카메라 추적 기술 구현, 가상 캐릭터 디자인 및 가상환경에서의 영화촬영기법(cinematography) 구현 등을 제공한다.

이후 컴퓨팅 기술의 발전과 함께 UMPC(Ultra Mobile Personal Computer)와 PDA(Personal Digital Assistant) 형태에서의 모바일 증강현실 기술과 응용이 나타났다. AR-PDA는 PDA와 서버로 이루어진 증강현실 시스템이다[12]. PDA에는 영상을 수집하여 서버로 전달하고 서버는 영상내 대상물을 인식하고 관련 정보를 PDA에 전달함으로써 증강현실을 구현하였다. UMAR(Ubiquitous Mobile Augmented Reality)는 Tabletop 환경에서 사용자가 업무를 직관적으로 수행할 수 있도록 지원하는 센서블 테이블(SensibleTable) 시스템이다[13]. UMAR는 일상생활에 존재하는 객체를 이용하여 가상의 콘텐츠를 직관적으로 편집, 수정 및 제어 기법을 제공한다. 상호작용형 증강 지식 도우미인 Mr. Virtuoso는 전시관에서 사용자에게 전시 유물에 관한 지식을 제공하는 증강현실 에이전트이다[14]. 사용자가 특정 유물 앞에 부착된 마커를 인식하면 관련된 에이전트가 증강되고 증강된 에이전트는 특정 유물에 대한 정보를 전달함으로써 해당 유물에 대한 전문적인 지식을 요구하는 형태의 상호작용을 지원한다. ubiAgent는 현실공간 및 가상공간의 변화에 따라 사용자에게 적절한 형태의 시각적 반응을 표현하는 증강현실 에이전트 시스템이다[15]. ubiAgent는 가상적인 시·청·촉각 능력을 자체적으로 가지고 있어 상호작용을 수행하는 사용자의 동작 등을 센싱하며 물리적인 객체와 이음매없는 증강 및 반응을 통하여 사용자로 하여금 일상생활에서 자유롭게 상호작용 할 수 있도록 지원한다. iTACITUS(Intelligent Tourism and Cultural Information through Ubiquitous Services)는 문화유적지에서 다양한 정보를 증강현실 기술을 이용하여 효과적으로 제공하는 것을 목적으로 하는 유럽연합 프로젝트이다[16]. iTACITUS 관람객들에게 맥락정보(관람객의 위치나 관심 분야 등)를 제공함에 있어 모바일 장치를 이용해 제공한다. AR-guide는 박물관 내에 다양한 증강현실 콘텐츠를 제공하여 관람을 안내하는 시스템이다[17]. AR-guide는 센서 융합형 비마커 기반 추적 기술 활용하여 전시물에 대한 지식과 다양한 경험을 관람자들에게 제공한다.

최근에는 일상 생활에서 휴대하는 모바일 단말기를 활용한 증강현실 기술 및 응용이 나타나고 있다. MARA(Mobile Augmented Reality Application)는 모바일 환경에서 증강현실 기반으로 정보를 제공하기 위한 시스템이다[18]. MARA는 Plug-in이 가능한 펌웨어(firmware)를 통해 휴대폰에 내장된 가속도 센싱 정보를 바탕으로 사용자의 활동(activity)을 모니터링하고 시청각 정보를 증강하여 사용자와 상호작용을 지원한다. 또한 많은 양의 디지털 정보를 관리하기 위해 맥락, 콘텐츠 및 커뮤니티를 기반으로 정보를 선택적으로 제공한다. 또한 노키아 연구소에서는 휴대 단말기를 이용하여 원하는 장소를 카메라로 가리키면 해당 지역의 정보를 제공하는 모바일 증강현실 시스템인 Point & Find 시스템을 제안하였다[18]. 이 시스템은 휴대폰 카메라로 인식된 이미지 특성과 GPS를 통해 획득한 위치를 활용하여 원하는 정보와 콘텐츠를 데이터베이스에서 검색하여 사용자에게 제공한다. Graz 대학에서는 모바일 단말기에서 마커를 기반으로 콘텐츠를 증강에서 시작하여[19] 최근에는 자연 영상을 기반으로 모바일 증강현실을 기술을 개발하였다[20]. Sekai 카메라는 모바일 단발기에서 위치정보를 기반으로 소셜 태깅을 제공하는 증강현실 안내 서비스이다[21]. 휴대폰 카메라를 통해 주변의 모든 장소, 물체들에 대한 정보를 실시간으로 제공하고 사용자들간에 공유할 수 있도록 서비스를 제공한다.

하지만 변화하는 컴퓨팅 환경을 고려해보면 지금까지의 맥락 인식 모바일 증강현실은 여러가지 문제점을 안고 있다. 먼저 서비스 제공에 있어 사용자의 참여가 제한되어 있어 사용자들은 정해진 콘텐츠나 정보를 이용만하고 자신들의 생각과 정보를 자유롭게 표현하는데 어려움이 있다. 또한 사용자들과 환경 및 콘텐츠간의 상호작용은 특정 공간에 국한되어 있어 사용자들이 생성하고 변형한 정보나 콘텐츠가 실시간으로 공유되지 않고 있다.

이러한 제약사항을 극복하기 위해 제안하는 사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실은 사용자 및 주변 환

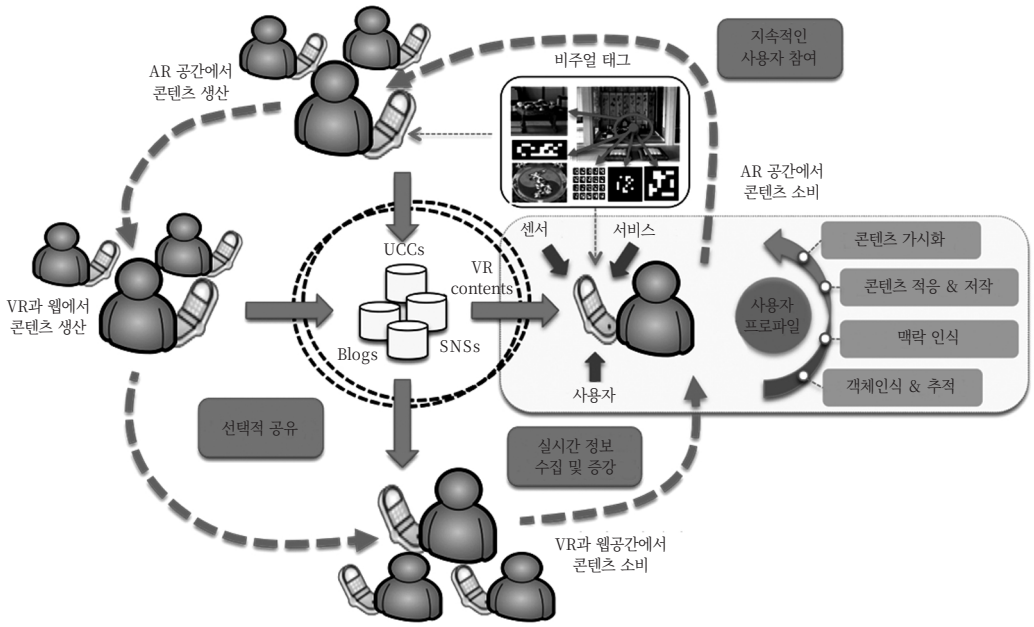


그림 1. CAMAR 2.0 개념도

경을 인식하고 객체를 인식 및 추적하여 관련된 정보를 증강한다. 또한 사용자들이 증강된 콘텐츠를 변형하고 의견을 나타낼 수 있도록 하여 자유로운 참여를 가능하게 한다. 더 나가아 사용자가 있는 장소와 시간 그리고 사회적 관계와 문화적 배경 등을 포함한 통합 맥락을 통해 커뮤니티 구성원 간에 실시간으로 정보공유를 가능하게 한다.

Ⅲ. 사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실

1. 개념 및 정의

변화하는 컴퓨팅 환경에서 맥락 인식 모바일 증강현실을 통해 사용자의 참여를 극대화하기 위한 방법으로 CAMAR 2.0을 제안한다. 특정 상황에서의 콘텐츠 증강과 상호작용에 중점을 둔 이전의 CAMAR[22],[23] 및 선행 연구와는 달리 CAMAR 2.0에서는 사용자의 자유로운 참여를 통한 콘텐츠 생산, 소비 및 이들간의 선택적인 공유를 중요한 요소로 다룬다. CAMAR 2.0은 사용자들의 참여를 바탕으로 커뮤니티 내의 콘텐츠 생태계를 지속적으로 향상시키기 위한 맥락 인식 증강현실 기술로 정의하며 사용자들이 콘텐츠를 생성/소비하고 이들간에 선택적인 공유와 협업을 가능하게 한다. 사용자들이 언제 어디서든지 맥락 인식 모바일 증강현실을 통해 자유로운 참여를 위해서는 다음과 같은 세가지의 특징을 갖는다. 첫째, 주변 환경과 대상물에 대한 정보를 실시간으로 획득하고 대상물에 증강한다. 둘째, 사용자들이 모바일 증강현실을 통해 지속적으로 콘텐츠를 생산하고 소비할 수 있도록 한다. 셋째, 사용자 및 주변 환경에 대한 인식과 더불어 사용자간의 사회 · 문화적 관계를 수집하고 이해하여 이들간의 선택적인 공유를 가능하게 한다. 그림 1은 이러한 특징을 갖는 CAMAR 2.0의 개념을 나타내고 있다.

1.1. 실시간 정보 수집 및 증강

CAMAR 2.0은 사용자들이 자신의 현재 상황과 관련된 정보를 실시간으로 수집하고 주변 대상물에 증강한다. 현재 상황과 관련된 정보는 주변 센서, 서비스, 사용자로부터 수집되는 정보 뿐만 아니라 현재 사용자가 있는 현실공간과 대응되는 가상공간의 콘텐츠가 포함된다. 수집된 정보는 사용자 주변의 대상물을 중심으로 사용자들이 대상물을 이해하고 상호작용할 수 있도록 사용자의 뷰에 적합하게 증강된다. 현실공간에 존재하는 대상물의 특징정보나 태그는 대상물과 이들의 위치를 인식하고 정보를 증강하는데 활용된다. 다른 사용자들이 변경한 정보들은 실시간으로 반영되어 즉각적인 상호작용으로 이루어진다.

1.2. 지속적인 사용자 참여

CAMAR 2.0은 사용자들이 관심 대상물과 관련된

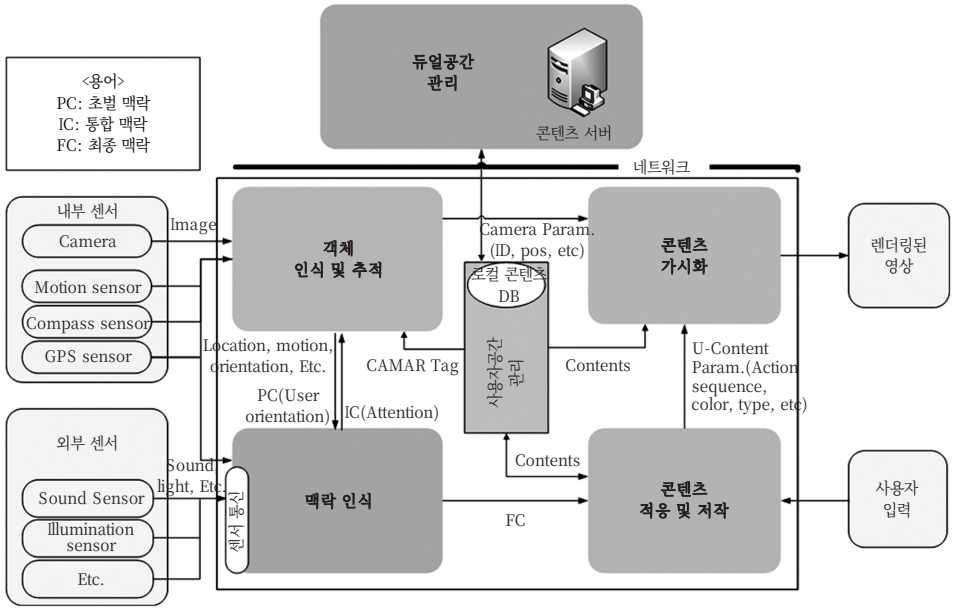


그림 2. CAMAR 2.0을 위한 통합 플랫폼

정보를 생산하고 소비를 가능하게 하여 이들의 커뮤니티내에서 지속적인 참여를 돕는다. 사용자들은 증강된 정보를 바탕으로 대상물 및 주변 상황을 이해하고 상호작용을 한다. 또한 사용자들은 증강된 정보에 대해 자신의 의견 및 생각을 다양한 형태로 표현하여 지능공간의 지식과 정보의 향상에 기여한다. 뿐만 아니라 사용자들은 기존의 서비스와 콘텐츠를 변경 및 확장함으로써 자신이 원하는 형태로의 서비스 환경을 구축한다.

1.3. 선택적인 공유

CAMAR 2.0은 사용자들이 생성한 콘텐츠를 커뮤니티 구성원들과 선택적으로 공유를 가능하게 한다. 사용자들이 생성하고 변형한 콘텐츠와 정보는 관련 맥락과 함께 저장되어 커뮤니티를 형성하는데 활용된다. 커뮤니티는 시간과 장소 그리고 사회적 관계와 문화적 배경 등을 포함한 통합 맥락을 통해 동적으로 형성된다. 사용자들은 현재의 통합 맥락을 중심으로 커뮤니티를 구성하여 원하는 정보를 주고 받는다.

다음 절에서는 이러한 특징을 갖는 자율적인 콘텐츠 생태계를 형성하기 위해 필요한 CAMAR 2.0 통합 플랫폼과 핵심 기술에 대해서 기술한다.

2. CAMAR 2.0을 위한 통합 플랫폼

맥락 인식 모바일 증강현실에서 사용자 참여가 가능한 통합 플랫폼은 모바일 장치와 주변 환경에 있는 서버 및 센서와의 유기적인 협력을 통해 사용자들이 자유롭게 정보를 활용하고 참여를 가능하게 한다. 전체적인 틀은 유비쿼터스 가상현실에서 통합 응용 프레임워크를 제 공 하 는 UCARF(Unified Context-Aware Augmented Reality Application Framework)의 구조를 따른다[24]. 본 논문에서는 모바일 환경에서 사용자의 콘텐츠 저작, 공유 및 재생산에 중점을 둔 CAMAR 2.0 통합 플랫폼을 다룬다. 제안하는 CAMAR 2.0 플랫폼은 먼저 주변 환경에 설치된 다양한 센서로부터 환경 및 사용자의 변화를 수집하여 맥락을 생성한다. 모바일 장치에서는 이 맥락을 수집 및 분석하여 환경 및 대상물을 인식하고 주변 서버를 통해 관련된 정보와 콘텐츠를 수집한다. 이를 통해 얻어진 콘텐츠는 환경의 기하학 정보를 바탕으로 이음매 없이 증강된다. 사용자는 증강된 콘텐츠와 상호작용 뿐만 아니라 관련된 콘텐츠를 융합하여 새로운 형태의 콘텐츠를 매쉬업한다.

그림 2와 같이 통합 플랫폼은 모바일 장치의 내부와 외부에 설치된 다양한 센서로부터 맥락을 수집하고 서버와의 연동을 통해 관련된 콘텐츠를 수집한다. 수집된 맥락은 맥락 인식을 통해 통합 및 인식되며 카메라를 통해 획득된 영상은 객체 인식 및 추적 부분에 전달되고 영상내 객체를 인식 및 추적하는데 활용된다. 콘텐츠 적응 및 저작 단계에서는 수집 및 인식된 맥락을 활용하여 적절한 정보와 콘텐츠 반응을 생성한다. 콘텐츠 가시화 단계에서는 3차원 공간에서 대상물의 위치와 방향을 고려하여 선택된 정보와 반응을 렌더링한다. 듀얼 공간 관리(dual space management)는 해당 스마트 공간과 관련된 가상 콘텐츠, 웹페이지 그리고 매쉬업 서

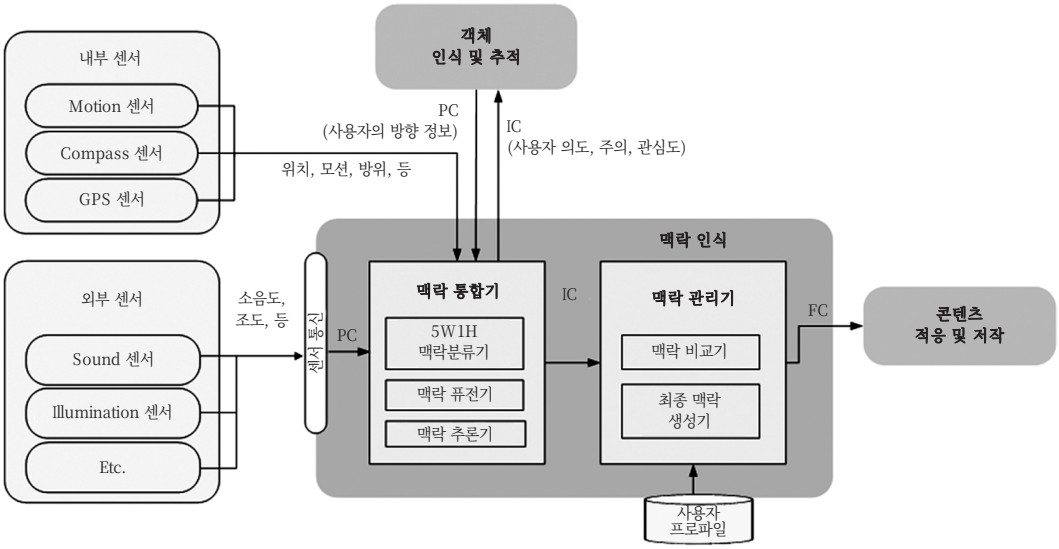


그림 3. 맥락 인식

비스를 관리하고 있으며 사용자의 모바일 장치에서 필요로 하는 콘텐츠를 전달한다. 사용자 공간 관리(user space management)는 앞서 소개한 바와 같이 서버와의 연동 즉 듀얼 공간 관리 내의 콘텐츠 서버와의 연동을 통해 관련된 콘텐츠를 수집하여 로컬 콘텐츠 데이터베이스로 저장하고 사용자 자신의 모바일 장치에서 관리한다. 이렇게 모든 사용자가 공유하는 듀얼 공간 관리와 자신에게 해당하는 사용자 공간 관리라는 두 계층 구조를 통해 사용자들은 커뮤니티 내 다른 사용자와 콘텐츠를 선택적으로 공유한다. 센서 통신부는 소셜 네트워크를 기반으로 커뮤니티 관리를 수행한다[25]. 커뮤니티는 사용자에게 서비스를 제공하는 공통의 목표를 달성하기 위한 소프트웨어 개체들의 집합으로 정의된다. 이 소프트웨어 개체들은 사용자, 센서, 서비스의 커뮤니티 멤버로 구성된다. 커뮤니티 멤버로서의 센서는 사용자와 환경의 변화를 인식하고 서비스는 최종 맥락 정보에 따라서 사용자와 환경에 반응한다. 이와 같은 커뮤니티 멤버들 간의 관계는 맥락정보에 따라서 결정되며 멤버 간 소셜 네트워크를 형성해준다[26].

2.1. 맥락 인식

맥락 인식에서는 모바일 장치 내부에 장착된 센서와 환경에서 설치된 센서로부터 초벌 맥락을 수집 및 통합하고 상황에 알맞는 최종 맥락을 생성한다. 이를 위해 정형화된 맥락과 이를 기반으로 한 UCAM (Unified Context-aware Application Model)의 일부를 활용한다[27]. UCAM에서처럼 초벌 맥락(PC: Preliminary Context)은 5W1H (Who, What, When, Where, How and Why) 형태로 표현되며 종류에 따라 알맞는 방법으로 융합된다[28]. 입력된 초벌 맥락은 센서에서 얻어진 초벌 맥락의 각 속성에 따라서 5W1H 맥락 분류기를 통해서 6개(5W1H)의 맥락요소들(context elements)로 나뉘어진다. 이렇게 나누어진 맥락요소들은 계층 구조(hierarchy)로된 세부 맥락(sub-context)으로 센서 입력의 각 특성을 나타낸다. 계층 구조로 된 맥락요소들은 맥락 퓨전기를 통해서 각각의 특성에 맞는 퓨전 방법으로 융합하는 과정을 거친다. 예를 들어 가속도 센서로부터 입력되는 맥락정보는 사용자 혹은 센서가 부착된 대상물의 움직임(motion)을 나타냄으로 사용자 혹은 대상물의 움직임 정보를 얻는데 이용될 수 있다. 가속도 센서의 특성상 입력되는 값이 자주 변하므로 입력된 값 자체만으로는 움직임 정보를 쉽게 알 수 없다. 이와 같은 경우 실시간으로 센서 값을 받아서 사용자 혹은 대상물의 움직임 정보를 얻기 위해서는 통계적 추론(statistical reasoning)을 이용할수 있다. 즉 나이브 베이지안 분류기(Naïve Bayesian Classifier)를 이용해서 사용자 혹은 대상물의 ID, 센싱된 3축 가속도값, 방위(orientation)의 독립된 초벌 맥락요소들로 사용자 혹은 대상물의 움직임(motion) 정보를 추론한다. 그리하여 맥락 통합기는 다수의 초벌 맥락을 연결하여 고수준의 맥락을 추론하여 통합 맥락(IC: Integrated Context)을 생성한다. 또한 사용자의 상호작용과 관련된 맥락 히스토리와 규칙은 맥락 인식 단계에서 사용자의 의도나 행동을 판단하는데 활용된다(그림 3 참조).

이렇게 생성된 통합 맥락은 객체 추적과 최종 맥락(FC: Final Context)을 생성하는 데 활용된다. 맥락 관리기에서는 통합 맥락과 사용자의 프로파일과 매칭하여 현재 상황에 적절한 반응을 포함하는 최종 맥락

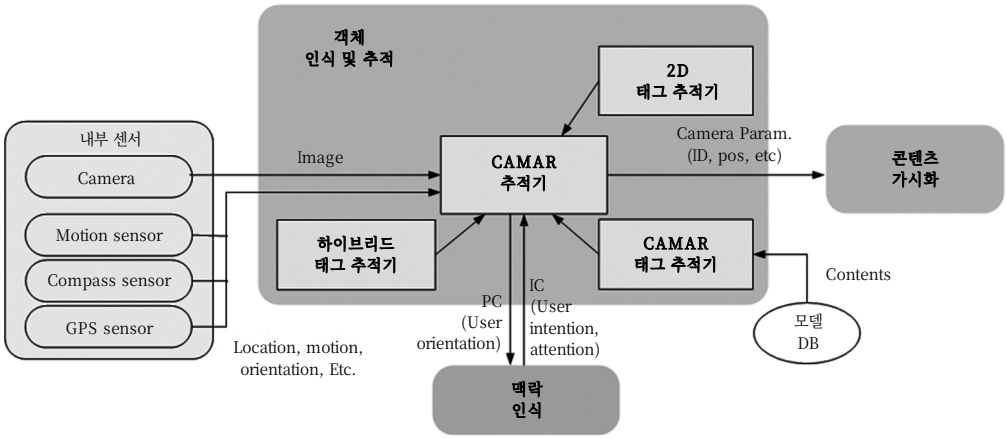


그림 4. 객체 인식 및 추적

(FC)을 생성한다[29]. 사용자 프로파일은 사용자의 다양한 상황을 기술하고 있어 통합 맥락에 따라 필요한 정보 및 상황을 선택하는데 활용된다. 통합 맥락과 사용자 프로파일과의 매칭은 맥락 비교기를 통해서 이루어지며 5W1H의 각 맥락요소들의 특성을 독립적으로 모두 비교한다. 맥락 비교 결과에 따라서 최종 맥락 생성기는 콘텐츠 적응에 이용될 수 있는 최종 맥락을 생성해낸다.

2.2. 객체 인식 및 추적

객체 인식 및 추적은 카메라로부터 획득한 영상위에 콘텐츠를 합성하기 위해 필요한 정보를 얻는 과정이다. 이 과정에서는 영상 뿐만 아니라 모바일 장치에 탑재된 다양한 센서정보를 함께 활용함으로써 다양한 환경에서 객체 인식 및 추적이 강건하게 이루어질 수 있도록 한다. 일반적으로 환경에는 다양한 종류의 객체가 존재할 수 있으므로 하나의 인식하고 추적하는 방법으로는 적절한 성능을 얻기 어렵다. 따라서 객체 인식 및 추적을 위해서 본 논문에서는 서로 다른 객체 인식 및 추적 방법을 선택적으로 사용하는 방법을 취하였다. 영상 기반 객체 인식 및 추적 기술로는 증강현실에서 많이 쓰이는 태그 인식 및 추적 기술과 대상물의 특징점 기반 인식 및 추적 기술이 사용되었다. 2D 태그 추적기와 하이브리드 태그 추적기는 입력된 영상에서 사각형의 비주얼 태그(visual tag)를 인식하고 태그와 카메라 사이의 기하학적 관계를 추정한다. 태그의 인식은 태그에 부여된 고유한 ID를 통해 이루어지며 ID는 태그에 이진화된 패턴으로 저장되어 있다. 하이브리드 태그 추적기는 2D 태그 추적기와 유사하나 2D 태그와 태그 주변의 특징점을 추적할 때 함께 활용하여 태그의 일부가 가리 는 경우에도 강건한 추적을 수행한다[30]. CAMAR 태그 추적기는 입력된 영상에서 대상물이 갖는 특징점을 추출하고 이를 데이터베이스에 저장되어 있는 정보와 비교하여 객체를 인식한다. 대상물 인식 후에는 영상의 특징점들에 대응하는 3D 점 데이터로부터 카메라와 대상물간의 기하학적 관계를 추정한다 [31].

그림 4와 같이 모바일 장치의 센서들로부터 얻은 데이터는 CAMAR 추적기로 전달되고 CAMAR 추적기에서는 맥락 인식이 필요한 데이터인 경우 맥락 인식 모듈에 전달하여 통합 맥락 생성에 활용하고(예, 사용자의 위치, 방향 등) 그렇지 않은 경우 데이터를 직접 처리한다(예, 카메라로부터 들어오는 영상). 데이터의 종류에 따라 CAMAR 추적기와 맥락 인식 모듈 양쪽 모두에서 사용되기도 한다. (예, 모션 센서로부터 들어오는 사용자의 움직임 정보) CAMAR 추적기에서는 맥락 인식 모듈로부터 얻는 통합 맥락정보에 따라 적절한 객체 인식 및 추적 모듈을 선택하여 사용한다. 예를 들어 사용자의 현재 위치, 방향정보를 기반으로 주변 환경에 분포하고 있는 객체들의 종류를 데이터베이스로부터 알아내고 이를 통해 해당 객체들을 인식하는 데 필요한 모듈을 선택한다. 인식 및 추적의 대상이 태그인 경우 2D 태그 추적기 및 하이브리드 태그 추적기를 사용한다. 일반적인 객체인 경우 데이터베이스에 미리 저장된 특징점 정보와 비교하여 객체 인식 및 추적을 수행한다. 또한 맥락 인식 모듈을 통해 수집된 통합 맥락은 사용자의 현재 상황을 고려하여 영상 기반 객체 인식 및 추적의 성능을 높이기 위해서도 활용된다. 예를 들어 모바일 장치의 움직임이 큰 경우 모션 센서를 통해 객체 추적 단계에서 오류를 보정하거나 주변 환경의 밝기 정보를 기반으로 객체 인식 및 추적 전에 영상의 밝기 및 노이즈를 보정한 후 객체 인식 및 추적 알고리즘을 적용한다. 객체 인식 및 추적의 결과로 주변 환경과 모바일 장치의 카메라와의 관계를 얻을 수 있으며 이 정보는 콘텐츠 합성을 위해 콘텐츠 가시화 단계로 전달된다.

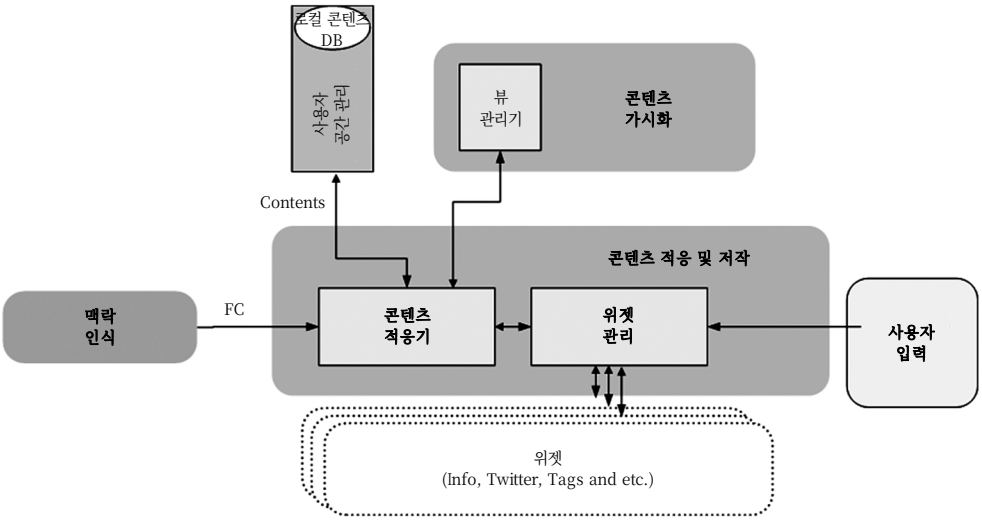


그림 5. 콘텐츠 적응 및 저작

2.3. 콘텐츠 적응 및 저작

최종 맥락이 생성되면 이를 활용해서 콘텐츠를 선택하고 사용자와 환경에 알맞게 조정한다. 콘텐츠 적응 및 저작 단계에서는 맥락 인식 단계에서 생성된 최종 맥락에 따라 적절한 콘텐츠를 선택하고 이들의 반응을 결정한다. 최종 맥락은 현재 사용자 및 사용자 주변에 대한 상황과 선택되어야 하는 콘텐츠 및 반응형 에이전트를 기술하고 있다. 따라서 증강될 콘텐츠는 최종 맥락에 따라 선택되고 맥락에 포함된 주변 상황에 알맞게 조정된다. 특히 콘텐츠 적응 모듈은 에이전트가 상황에 따라 알맞는 안내를 제공할 수 있도록 적절한 행동을 계획하고 반응하도록 동작을 생성한다. 뿐만 아니라 사용자들이 직접 콘텐츠를 수정하거나 새로운 콘텐츠를 매쉬업할 수 있도록 상호작용을 제공한다[32]. 사용자 인터페이스는 대상 객체를 중심으로 현재 증강된 콘텐츠를 활용해 새로운 정보를 추가하거나 다른 형태의 콘텐츠를 매쉬업함으로써 새로운 형태의 콘텐츠를 생성하도록 돕는다.

그림 5는 콘텐츠 적응 및 저작 과정을 나타낸다. 콘텐츠 적응기는 맥락 인식 단계에서 전달된 최종 맥락을 활용해 관련된 콘텐츠를 사용자 관리 공간 내 로컬 콘텐츠 데이터베이스에서 검색하여 얻어온다. 선택된 콘텐츠는 최종 맥락에 포함된 반응조건에 따라 알맞게 조정하여 파라미터들과 함께 콘텐츠 가시화에 전달된다. 또한 선택된 위젯을 통해 사용자가 선택한 콘텐츠를 변형 또는 추가적인 정보를 기입하거나 대상 객체에 연결하도록 인터페이스를 제공한다.

2.4. 콘텐츠 가시화

콘텐츠 가시화는 모바일 단말기의 화면상에 카메라로부터 획득된 실제 영상을 배경으로 렌더링하고 그 위에 가상정보를 증강시켜 현실공간과 이음매 없는 콘텐츠의 시각화를 제공한다. 이를 위해서 가상정보를 증강시킬 위치와 자세 등의 값을 카메라로부터 들어오는 실제 영상이미지에서 획득하고 3D 렌더링 소프트웨어에서 제공하는 프로젝션과 모델뷰 행렬에 해당 값을 계산하여 위치 및 자세정보를 갱신해야 한다. 그러나 현재 출시되는 모바일 단말기 중에는 하드웨어 가속기가 내장되어 3D 렌더링이 빠르게 처리되는 것도 있지만 그렇지 못한 단말기도 많이 있는 실정이다. 따라서 본 플랫폼에서는 3D 렌더링을 지원할 뿐만 아니라 하드웨어 가속기가 내장되지 않은 단말기에서는 렌더링 속도를 이용가능한 수준으로 확보하기 위해 2D 렌더링 모드로 전환하여 실행한다.

그림 6에서 보는 바와 같이 카메라 영상내 객체추적의 결과인 객체 식별자가 뷰 관리기로 입력되면 뷰 관리기는 콘텐츠 적응 모듈로부터 콘텐츠와 해당 콘텐츠의 행동이나 색상, 타입과 같은 파라미터를 가져오게 된다. 그리고 이를 최종으로 화면에 렌더링하기 위해 모바일 장치의 하드웨어 특성에 따라 2D 또는 3D 렌더링 모드를 결정하게 된다. 3D 렌더링인 경우 카메라 자세 정보로부터 카메라 내부 파라미터(intrinsic parameter)를 추출하여 투영 행렬(projection matrix), 외부 파라미터(extrinsic parameter)를 모델뷰 행렬(modelview matrix)로 설정해주고 월드 좌표(world coordindation)로 렌더하게 된다. 반면 2D 렌더링인 경우 비트맵 기반 렌더링을 하기 때문에 카메라 행렬을

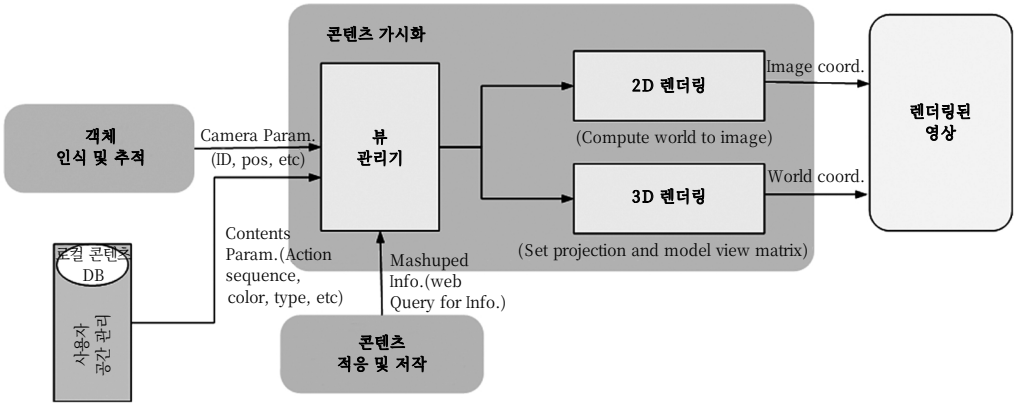


그림 6. 콘텐츠 가시화

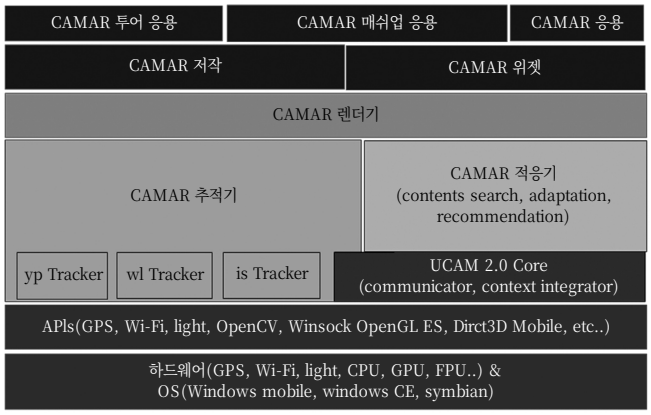


그림 7. CAMAR 2.0 통합 프레임워크

설정할 수 없다. 따라서 카메라 자세정보를 바탕으로 월드 좌표를 이미지 좌표로 변환하여 계산하고 그 결과인 이미지 좌표(image coordination)로 렌더링한다.

IV. 구현 및 활용 시나리오

1. 구현

다양한 모바일 단말기가 출시되고 있어 특정 환경에 국한된 플랫폼을 개발하기 보다는 다양한 모바일 단말기에 동작이 가능하도록 개발되어야 한다. CAMAR 2.0 플랫폼은 다양한 모바일 단말기 환경에서 응용 개발을 가능하도록 계층형 라이브러리 형태로 구성된다. 또한 개발되는 라이브러와 인터페이스가 재활용되고 동적인 로딩이 가능하도록 Plug&Play를 지원한다.

그림 7과 같이 통합 프레임워크는 다양한 모바일 단말기에서의 응용 개발을 지원하기 위해 계층형태로 이루어진다. 하드웨어는 다양한 플랫폼에서 동작하고 해당 플랫폼에서 지원하는 하드웨어를 사용할 수 있다. API는 널리 사용되고 있는 라이브러리를 동적으로 활용할 수 있도록 한다. CAMAR 추적기(tracker)는 해당 라이브러리와 이를 활용한 모듈로 이루어진다. CAMAR 적응기(adapter)는 인식된 맥락을 활용하여 알맞는 정보와 에이전트의 반응을 생성한다. CAMAR 렌더기(render)는 맥락을 반영해 관련된 정보 및 에이전트의 반응을 현실공간의 좌표와 영상을 활용하여 시각화한다.

이러한 핵심 기술은 CAMAR 저작(authoring)과 위젯(widget)형태로 나타난다. CAMAR 저작은 사용자들이 증강현실을 환경에서 콘텐츠를 추가, 변경 및 삭제할 수 있도록 한다. CAMAR 위젯은 혼합현실 공간에서 생성된 콘텐츠를 하나의 위젯으로 생성 및 관리하여 사용자들이 공유하고 새로운 형태로 확장할 수 있도록 한다. CAMAR 응용은 저작과 위젯을 기반으로 나타

표 1. 모바일 단말기 규격

단말기	운영체제	CPU	3D가속
노키아 N95	Symbian	322MHZ	O
삼성 M480	Window Mobile 6.1	600MHZ	X
삼성 M490	Window Mobile 6.1	800MHZ	X

표 2. 모바일 단말기 간의 성능 비교(fps)

	조건	V+R	R+MT	R+MT+C	R+NFT
노키아 N95	OpenGL ES for Symbian	28~30	18~20	-	-
삼성 M480 (렌더링: 320x320)	Win32 Native+Direct 3D Mobile (SW)	20~23	12~18	12~18	-
	Console GLUT|ES)+OpenGL ES (SW)	10~15	6~10	6~10	15[sec]
삼성 M490 (렌더링 : 480x800)	Win32 Native+Direct 3D Mobile (SW)	15~17	7~10	7~10	-
	Console (GLUT|ES)+OpenGL ES (SW)	6~9	1~2	1~2	0.5~1

난다. CAMAR 투어응용은 사용자가 처해있는 환경을 이해하고 관련된 정보를 증강함으로써 알맞는 정보와 대상물을 찾도록 도움을 준다. 매쉬업 응용은 기개발된 다른 위젯과 연동되어 새로운 형태의 서비스를 제공한다.

제안하는 CAMAR 2.0 플랫폼을 구현을 위해 다양한 모바일 단말기를 활용하였다. 이중에서 최근에 출시되었으면서도 가장 많이 사용되고 있는 노키아 단말기와 삼성전자의 단말기를 활용하였다. 삼성 M490과 이전 모델인 M480은 Window Mobile 6.1을 운영체제로 하는 단말기로써 맥락 인식 모바일 증강현실 응용을 개발 및 테스트하는데 필요한 개발 환경을 제공한다. 객체 추적을 위해서는 OpenCV1.1을 사용했으며[33] 렌더링을 위해서는 OpenGL ES 1.1을 사용하였다[34]. 이러한 라이브러리를 통해 핵심 기술을 구현하고 플랫폼을 활용해 통합하였다.

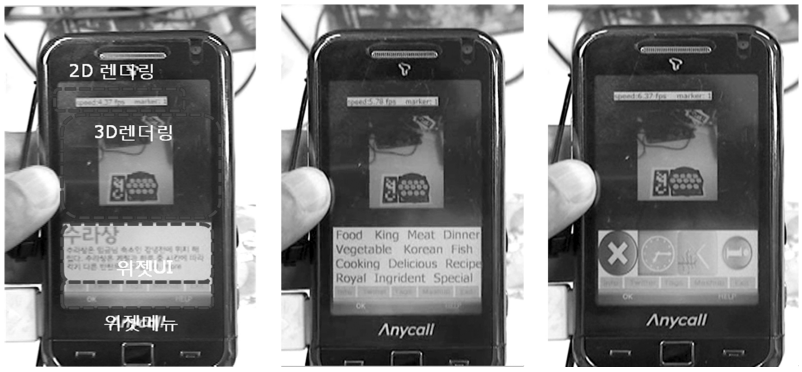
그림 8(a)와 같이 통합 플랫폼은 위젯 메뉴, 위젯 UI, 2D 렌더링 그리고 3D 렌더링으로 구성된다. 위젯 메뉴는 등록된 위젯들을 표시하며 위젯 UI는 선택된 위젯의 UI를 나타낸다. 2D 렌더링은 2차원 좌표를 바탕으로 텍스트를 표시하며 3D 렌더링은 인식된 대상물을 중심으로 3차원 공간상에 콘텐츠를 증강한다. 플랫폼을 기반으로 구현된 사용자 인터페이스는 대상물과 관련된 정보를 제공하고, 태그 내비게이션과 매쉬업을 가능하게 한다. 그림 8(b)처럼 태그를 선택하면 인식된 대상물과 연관된 다양한 키워드가 시각화되어 나타나고 특정 태그를 선택하면 관련된 다른 전시물 목록이 나타난다. 또한 매쉬업에서는 사용자들이 원하는 형태로 콘텐츠의 증강 스타일을 변경할 수 있다. 그림 8(c)과 같이 사용자가 증강된 콘텐츠에 위젯을 붙이면위젯에 해당하는 콘텐츠의 다른 모습이 나타난다.

구현과 더불어 모바일 단말기에 따른 성능 측정을 위해 표 1에 보인 것과 같은 3종류의 모바일 단말기를 활용하였다.

노키아의 N95는 3D 가속 기능이 있는 반면, 삼성의 M480 및 M490은 하드웨어 3D 가속 기능을 가지고 있지 않다. 따라서 N95에서는 플랫폼이 지원하는 OpenGL ES 1.1을 렌더링에 사용하였고 M480 및 M490 에서는 윈도우 모바일이 지원하는 Direct3D Mobile과 소프트웨어로 구현된 OpenGL ES를 함께 사용하였다. 이 모바일 단말기에 적용된 CAMAR 2.0 플랫폼의 객체 인식 및 추적 모듈, 콘텐츠 가시화 모듈 및 맥락 인식 모듈의 성능 비교 결과는 표 2와 같다.

표 2와 같이 노키아 N95의 경우 하드웨어 3D 가속칩을 탑재하고 있으므로 빠른 렌더링 속도를 보였다. M480과 M490의 경우 Direct3D Mobile 에서는 약 15~20 fps의 렌더링 속도를 보인 반면 OpenGL에서는 보다 느린 속도로 렌더링을 하였다. M480이 M490보다 렌더링 속도가 빠른 것은 M490이 렌더링하는 해상도가 M480의 해상도 보다 크기 때문이다. 기본적인 렌더링에 마커 추적을 함께 하는 경우 마커 추적에 소요되는 시간 때문에 성능이 약간 저하되는 것을 볼 수 있다.

전반적인 성능은 N95가 가장 높았는데 그 이유는 N95에 3D 가속 기능이 빠른 렌더링을 가능케 하였으며 또한 N95에 탑재된 부동소수점 연상 장치(Floating-point Processing)가 마커 추적에 필요한 연산을 빠르게 수행하도록 하였기 때문이다. M490은 높은 CPU 클럭에도 불구하고 낮은 성능을 보이고 있는데 그 이유는 많은 시간을 고해상도의 화면 렌더링하는데 소모하고 있기 때문이다. 이것은 렌더링을 위한 그래픽 가속 장치 (GPU: Graphic Processing Unit)가 없기 때문이다. M480의 경우 상대적으로 렌더링하는 화면 해상도가 작기 때문에 보다 빠른 성능을 보이고 있다. 따라서 다양한 콘텐츠를 화면에 보여주는 CAMAR 2.0 응용을 위한 모바일 장치는 빠른 속도로 렌더링을 담당할 GPU가 탑재되어야 할 필요가 있다.



(a) 화면구성 (b) 태그 (c) 매쉬업

그림 8. 구현된 CAMAR 2.0 통합 플랫폼

(a) 카메라 영상 (b) 지능적 안내

(c) 지능형 에이전트 (d) 서비스 매쉬업

그림 9. CAMAR 문화재 가이드

2. 활용 시나리오

2.1. 문화재 안내

문화재 안내는 사용자들에게 문화재와 관련된 유용한 정보를 제공하는 도우미로써 널리 활용되고 있다. 일반적인 안내 시스템은 음성 안내를 중심으로 하지만 맥락 인식 모바일 증강현실 가이드는 시청각 정보 증강을 통하여 사용자들이 문화재 체험의 경험을 극대화하는데 기여하고 사용자 참여적인 측면에서는 사용자들이 단순히 정보를 이용하는 것에 더하여 정보를 추가하고 재구성하도록 함으로써 보다 폭넓은 체험을 가능하도록 지원한다.

본 논문에서는 대표적인 문화유적지로써 경복궁을 선택하였고 그중에서도 사용자들에게 단순히 안내와

(a) 카메라 영상 (b) 지능적 안내

(c) 사용자 참여 (d) 선택적 공유

그림 10. CAMAR 미술관 가이드

설명 제공에 그치고 있는 강녕전의 수라상을 선정하였다. 강녕전은 경복궁 내에 위치한 임금님의 숙소이며 수랏상은 강녕전에 임금님의 수랏상을 놋그릇 모형으로 차려져 있다. 하지만 문화재 보호 차원에서 사용자들로 하여금 직접 수라상의 형태를 체험하지 못하도록 제한을 두고 있다. 이러한 환경에서 맥락과 증강현실을 활용한 지능적 안내, 사용자의 다양한 참여 그리고 사용자들의 공유와 협업을 지원하는 사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실 기술을 통해 보다 유용한 안내를 제공한다.

수라상에 대한 안내 시나리오는 지능적 안내, 사용자 참여 및 선택적인 공유를 핵심으로 한다. 먼저 빈그릇에 음식물 및 정보를 증강하고 시각, 청각, 촉각 디스플레이를 이용하여 계절별, 시간별, 개인별 선호도에 따라 수라상에 관련된 정보를 매쉬업을 하도록 한다. 또한 수라상궁, 기미상궁, 전골상궁 등 모바일 상궁 에이전트를 통해 사용자들의 수라상에 대한 이해도를 높이고 직관적인 상호작용을 가능하게 한다. 그림 9는 CAMAR 수라상에 안내 시나리오를 나타내고 있다.

- 맥락 기반 정보 제공(그림 9(b)):현재 상황을 자동으로 인지하고 사용자의 상황에 맞는 음성 설명과 관련 시각정보를 제공한다. 사용자가 강령전에서 수라상을 주시하고 있으므로 수라상이 음식을 채워져 있는 원래의 모습을 증강하고 상황에 대해서 안내한다.
- 상황 및 행동 재현(그림 9(c)): 주어진 환경과 검출된 맥락에 따른 모바일 에이전트의 반응 및 행동을 자동으로 생성한다. 사용자가 임금 수라상 상황 재현을 선택하면 수라상과 관련된 에이전트들이 나타나고 이들이 어떻게 수라상을 구성하는지를 보여준다.
- 서비스 매쉬업(그림 9(d)): 사용자가 위젯을 활용해 자신이 선호하는 형태로 콘텐츠를 변형하여 콘텐츠와 상호작용한다. 사용자가 초기의 수라상 증강화면에 시간과 계절 등의 위젯을 연결하면 관련된 수라상의 다른 모습이 나타난다.

이러한 형태의 CAMAR 문화재 안내 응용은 다양하게 활용될 수 있다. 수라상에서의 혼합현실 체험 및 교육은 관람객들에게 시청각 정보를 기반으로 수라상에 얽힌 이야기를 제공 및 재현함으로써 관련 지식과 풍부한 경험을 제공한다. 또한 수라상 시뮬레이션 및 매쉬업 서비스를 통해 관련된 정보를 추가하고 변경함으로써 사회적 관계와 문화적 배경에 따라 맞추어진 정보를 제공하는 것이 가능해진다.

2.2. 미술관 안내

미술관 안내는 다양한 작품들이 전시되고 있는 공간에서 관람자들의 작품에 대한 이해도를 높이고 효율적인 공간 내 이동을 가능하도록 지원한다. 사용자들은

미술관에 전시된 다양한 작품을 이해하기 위해 설명서나 가이드 장치를 활용해 해당 작품에 대한 자세한 설명을 듣는다. 하지만 단순 음성 안내 중심의 가이드는 작품을 이해하는데 충분하지 않다.

사용자 참여형 맥락 인식 모바일 증강현실 가이드는 사용자들에게 시청각 형태의 콘텐츠를 증강하여 지능적인 안내를 제공하고 이들이 참여를 통해 작품 감상과 의견을 교환할 수 있도록 한다. 또한 이러한 정보는 사용자들의 시간 및 장소 뿐만 아니라 이들이 속한 사회적 관계와 문화적 배경 등을 고려하여 컨텐츠 및 경험을 선택적으로 공유할 수 있도록 한다. 그림 10은 CAMAR 미술관 안내 시나리오를 나타낸다.

- 지능적 안내(그림 10(b)): 사용자 및 주변 맥락을 수집하고 사용자들이 관심을 갖고 있는 전시물과 방향을 안내한다. 사용자가 미술관의 특정한 전시실 입구에 있으므로 사용자가 방문하는 경로와 주변 전시물 정보를 증강한다.
- 사용자 참여(그림 10(c)): 사용자가 해당 전시물에 대해 감상평, 태그 등을 남김으로써 작품에 대한 해석과 분류를 가능하게 한다.
- 선택적 공유(그림 10(d)): 사용자들의 사회적 관계 및 문화적 배경등을 고려하여 관련된 정보를 선택적으로 제공하고 이를 통해 작품에 대한 의견을 공유한다.

이러한 형태의 CAMAR 미술관 안내는 다양한 형태로 활용될 수 있다. 미술관에서 혼합현실 체험 및 교육은 관람객들에게 미술 작품에 얽힌 이야기 및 작가에 대한 정보를 시청각 형태로 제공 및 재현함으로써 지식과 경험을 습득하도록 지원한다. 또한 미술관 시뮬레이션 및 매쉬업 서비스를 통해 기존 미술관에 새로운 형태의 맥락이 반영되는 경우 관련된 정보를 추가하고 변경함으로써 맞춤형 정보를 제공하는 것이 가능해진다.

V. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 변화하는 컴퓨팅 환경에서 사용자들의 참여를 통해 콘텐츠 생태계를 형성하고 유지하기 위한 CAMAR 2.0 플랫폼을 제안하였다. 제안하는 CAMAR 2.0 플랫폼은 사용자들이 맥락 인식 모바일 증강현실 기술이 탑제된 모바일 장치를 활용하여 언제 어디서든지 콘텐츠를 소비하고 생산하도록 하였다. 또한 다른 사용자와 실시간으로 공유와 협업할 수 있도록 사용자 및 사용자 주변에서 수집된 통합 맥락을 활용하여 커뮤니티를 구성하고 콘텐츠 및 정보를 교환할 수 있도록 하였다. 제안하는 CAMAR 2.0 플랫폼은 다양한 모바일 단말기에 적용되었으며 문화재와 미술관 안내 시나리오를 통해 체험 투어에서 사용자의 참여, 실시간 정보 수집 및 증강 그리고 선택적인 공유의 유용함을 보였다.

향후 계획으로는 제안한 CAMAR 2.0 기반의 응용 시스템을 개발하고 실제 사용자들에게 제공하여 사용자들에 의해 형성되고 유지되는 콘텐츠 생태계가 모바일 체험 투어에서 유용함을 검증할 예정이다.

감사의 글

본연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 2009년도 문화콘텐츠 산업기술지원 사업의 연구 결과로 수행되었음.

[참고문헌]

[1] T. O 'Reilly, "What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the next Generation of Software," http://ww.oreillynet.com/pub/a/oreilly/time/news/2005/09/30/what-is-web-20.html.

[2] J. Smart, J. Cascio and J. Paffendorf, "Metaverse Roadmap Overview," 2007.

[3] J. Lifton, M. Laibowitz, D. Harry, N. W. Gong, M. Mittal and J. A. Paradiso, "Metaphor and Manifestation: Cross-Reality with Ubiquitous Sensor/Actuator Networks," IEEE Pervasive Computing, Vol. 8, No. 3, Jul.-Sep., 2009, pp. 24-33.

[4] S. Kim, Y. Suh, Y. Lee and W.Woo, "Toward ubiquitous VR: When VR Meets ubiComp," In Proc of ISUVR 2006, pp. 1-4.

[5] Y. Lee, S. Oh, C. Shin and W. Woo, "Ubiquitous Virtual Reality and Its Key Dimension," In Proc. of IWUVR 2009, pp. 5-8.

[6] K.Kim, S. Oh, J.Han and W. Woo, "u-Contents: Describing Contents in an Emerging Ubiquitous Virtual Reality," In Proc. of IWUVR 2009, pp. 9-12.

[7] MPEG-V, http://www.chiariglione.org/mpeg/working_documents.htm#MPEG-V

[8] 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," Computers and Graphics, 23(6), Elsevier Publishers, Dec. 1999, pp. 779-785.

[9] M. Bauer, B. Bruegge, G. Klinker, A. MacWilliams, T. Reicher, S. Riß, C. Sandor and M. Wagner, "Design of a Component-Based Augmented Reality Framework," In Proc. of ISAR 2001.

[10] V. Vlahakis, N. Ioannidis, J. Karigiannis, "ARCHEOGUIDE: Challenges and Solutions of a Personalized Augmented Reality Guide for Archaeological sites," Computer Graphics in Art, History and Archaeology Special Issue of the

IEEE Computer Graphics and Applications Magazine, Sep.-Oct. 2002, pp.52- 60.
[11] G. Papagiannakis, M. Ponder, T. Molet, S. Kshirsagar, F. Cordier, N. Magnenat-Thalmann, D. Thalmann, "LIFEPLUS: Revival of life in ancient Pompeii," Virtual Systems and Multimedia (VSMM2002), Oct. 2002, pp. 25-27.
[12] C. Geiger, B. Kleinnjohann, C. Reimann, and D. Stichling, "Mobile AR4ALL," IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality 2001, pp.181-182.
[13] Henrysson and Ollila, "UMAR - Ubiquitous Mobile Augmented Reality," In Proc. of MUE, 2004, pp. 41-45.
[14] D. Wagner, M. Billinghurst, and D. Schmalstieg, "How real hould virtual characters be?," in Proc. of ACE '06, 2006, p. 57.
[15] I. Barakonyi and D. Schmalstieg, "Augmented reality agents for user interface adaptation," Computuer Animation and Virtual Worlds, Vol. 19, No. 1, 2008, pp. 23-35.
[16] iTACITUS project, http://itacitus.org/component/option,com_frontpage/Itemid,27/
[17] T. Miyashita, P. Meier, T. Tachikawa, S. Orlic, T. Eble, V. Scholz, A. Gapel, O. Gerl, S. Arnaudov, S. Lieberknecht, "An Augmented Reality museum guide: Mixed and Augmented Reality," In Proc. of ISMAR 2008, pp. 103-106.
[18] Mobile Augmented Reality Applications project, http://research.nokia.com/research/projects/mara/index.html
[19] D. Schmalstieg and D. Wagner, "Experiences with Handheld Augmented Reality," In Proc. of ISMAR 2007, pp. 3-15.
[20] D. Wagner, G. Reitmayr, A. Mulloni, T. Drummond, and D. Schmalstieg, "Pose tracking from natural featureson mobile phones," In Proc. of ISMAR 2008, Cambridge, UK.
[21] Sekai Camear, http://sekaicamera.com/
[22] 서영정, 박영민, 윤효석, 우운택,“ 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인화된 스마트 오브젝트 제어 및 미디어 컨텐츠 제공을 위한 맥락인식 모바일 증강 현실 시스템, ”대한전자공학회논문지, 44권, CI편 제 3호, 2007, pp. 57-67.
[23] 우운택, 전문구, 남택진, 이상국, 조위덕, CAMAR: 맥락인식 모바일 증강 현실 기술, Jinhan M&B, 05, 2009.
[24] 이영호, 신춘성, 하태진, 우운택,“ 스마트 환경을 위한 유비쿼터스 가상 현실 구현기술 및 응용, ”한국 멀티미디어학회지, 제 13권, 제 3호, 2009, pp. 1-11.
[25] M. Kumar, B. Shirazi, S. K. Das, M. Singhal, B. Sung, and D. Levine, "PICO: A Middleware Framework for Pervasive Computing," IEEE Pervasive Computing, July-September, 2003, pp. 72~79.
[26] 한종현, 우운택,“ 컨텍스트 기반사용자간 소셜 네트워크 구성 방법, ”KHCI2009, 1, Vol. 1, 2009, pp. 011-014.
[27] 오유수, 신춘성, 서영정, 윤효석, 한종현, 우운택, “ UCAM2.0: U-city 환경구축을 위한 맥락인식 응용 모델, ”한국멀티미디어학회지, 제11권 제3호, 2007, pp. 039-056.
[28] D. Hong, H. Shimidke and W.Woo, "Linking Context Modelling and Contextual Reasoning," In Proc. of the 4th International Workshop on Modeling and Reasoning in Context (MRC), 2007,pp. 37-48.
[29] Y. Suh and W. Woo, "Context-based User Profile Management for Personalized Services," ubiComp workshop (ubiPCMM), 2005, pp. 64-73.
[30] W. Lee and W.Woo, "Real-time Color Correction for Marker-based Augmented Reality Applications," International Workshop on Ubiquitous Virtual Reality 2009,pp. 32-25.
[31] H. Kim, W.Lee and W. Woo, "CAMAR Tag Framework: Context-Aware Mobile Augmented Reality Tag Framework for Dual-reality Linkage," International Symposium on Ubiquitous VR 2009, pp. 39-42.
[32] H. Yoon and W. Woo, "CAMAR Mashup: Empowering End-user Participation in U-VR Environment," International Symposium on Ubiquitous VR 2009, pp. 33-36.
[33] OpenCV,http://opencv.willowgarage.com/wiki/
[34] OpenGLES, http://www.khronos.org/opengles/

신 춘 성
(Choonsung Shin)

1997 ~ 2004: 숭실대학교 컴퓨터학부 학사
2004 ~ 2006: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2006 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 맥락 인식 컴퓨팅,
인간-컴퓨터 상호작용, 모바일 증강현실
E-mail: cshin@gist.ac.kr

오 유 수
(Yoosoo Oh)

1997 ~ 2002 경북대학교 전자전기공학부 학사
2002 ~ 2003: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2003 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신 공학과 박사과정
관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 맥락 인식 컴퓨팅,
인간-컴퓨터 상호작용, 맥락 통합 및 추론 등
E-mail:yoh@gist.ac.kr

이 원 우
(Woonwoo Lee)

1996 ~ 2003: 한양대학교 기계공학부 학사
2003 ~ 2004: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2004 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 가상/증강현실,
컴퓨터 비전
E-mail: wlee@gist.ac.kr

서 영 정
(Youngjung Suh)

1997 ~ 2001: 전남대학교 컴퓨터공학과 학사
2001 ~ 2003: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2004 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 인간-컴퓨터 상호작용, 유비쿼터스 컴퓨팅,
맥락 인식 컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅
E-mail: ysuh@gist.ac.kr

김 혜 진
(Hyejin Kim)

2001 ~ 2006: 숭실대학교 정보통신전자공학부 학사
2006 ~ 2007: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2007 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 컴퓨터 비전, 모바일 증강현실,
인간-컴퓨터 상호작용, 유비쿼터스 컴퓨팅
E-mail: hjinkim@gist.ac.kr

윤 효 석
(Hyoseok Yoon)

2003 ~ 2005: 숭실대학교 컴퓨터학부 학사
2005 ~ 2007: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2007 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 인간-컴퓨터 상호작용,
모바일 컴퓨팅, 매쉬업
E-mail: hyoon@gist.ac.kr

최 아 영
(Ahyoung Choi)

2000 ~ 2004: 이화여자대학교 전자공학과 학사
2004 ~ 2005: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2005 ~ 현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정
관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 가상/증강현실,
생체신호 수집 및 분석 등
E-mail: achoi@gist.ac.kr

이 영 호
(Youngho Lee)

1995 ~ 1999: 한국과학기술원 수학과 학사
1999 ~ 2001: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2002 ~ 2008: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
2008 ~ 2009: 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소
박사후연구원
2009 ~ 2009: 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소
연구교수
2009 ~ 현재: 국립목포대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야: 가상현실, 증강/혼합현실, 인간-컴퓨터
상호작용, 문화콘텐츠기술, 맥락 인식 컴퓨팅,
유비쿼터스 컴퓨팅 등
E-mail: ylee@gist.ac.kr
Tel: +82-62-970-2226
Fax: +82-62-979-2249

우 운 택
(Woontack Woo)

1985 ~ 1989: 경북대학교 전자공학과 학사
1989 ~ 1991: 포항공과대학교 전기전자공학과 석사
1991 ~ 1992: 삼성종합기술원 연구원
1993 ~ 1998: Univ. of Southern California(USC)
Electrical Engineering-Systems 박사
1999 ~ 2001: ATR MIC Lab. 초빙 연구원
2001 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 교수
2005 ~ 현재: 광주과학기술원 문화콘텐츠 기술연구 소장
관심분야: 문화콘텐츠기술, 3D 컴퓨터 비전,
증강/혼합현실, 인간-컴퓨터 상호작용,
감정인식, 맥락 인식 컴퓨팅,
유비쿼터스 컴퓨팅 등
E-mail: wwoo@gist.ac.kr
Tel: +82-62-970-2226
Fax: +82-62-979-2249