

CI 멀티미디어 응용 특집호 논문 제출

# 지속 가능한 콘텐츠 생태계 조성을 위한 유비쿼터스 가상현실 프레임워크 및 응용

## (Ubiquitous Virtual Reality Framework and Its Application for Fostering Sustainable Content Ecosystem)

신춘성\*, 하태진\*\*, 김기영\*\*\*, 이원우\*\*\*\*, 이영호\*\*\*\*\*, 우운택\*\*\*\*\*

(Choonsung Shin, Taejin Ha, Kiyoung Kim, Wonwoo, Lee, Youngho Lee, Woontack Woo)

### 요 약

본 논문에서는 가상공간과 현실공간이 융합되는 지능형 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계 조성을 위한 유비쿼터스 가상 현실 프레임워크 및 응용을 제안한다. 유비쿼터스 가상현실 프레임워크는 가상현실과 현실공간을 융합한 환경에서 사용자들이 지속적으로 콘텐츠를 생산하고 다른 사용자와 공유할 수 있도록 데스크톱 저작 플랫폼, 모바일 저작 플랫폼 및 듀얼 공간 관리기로 구성된다. 데스크톱 저작 플랫폼은 서비스 제공자들이 콘텐츠를 저작하기 위한 환경을, 모바일 저작 플랫폼은 일반 사용자들이 콘텐츠를 소비, 생산 및 공유를 가능하게 하는 환경을 그리고 듀얼 공간 관리기는 이들이 생산하는 콘텐츠를 관리하고 사용자에게 제공한다. 사용자들은 제안하는 유비쿼터스 가상현실 프레임워크를 통해 현실공간과 가상공간이 융합된 환경에서 콘텐츠 생산, 소비, 공유 확대 및 재생산 등의 활동에 지속적으로 참여하여 콘텐츠 생태계를 형성하고 유지하는데 기여한다. 제안하는 유비쿼터스 가상현실 프레임워크의 유용함을 보이기 위해 실시간성이 보장되어야 하는 모바일 플랫폼을 중심으로 성능을 측정하였으며 응용 시나리오를 통해 활용 가능성을 제시하였다. 실험결과 그래픽 가속기와 부동소수점 연산이 가능한 모바일 단말기에서 실시간 콘텐츠 증강 및 저적이 가능함을 알 수 있었다. 따라서 제안하는 유비쿼터스 가상현실 프레임워크는 융합되는 지능형 환경에서 사용자들의 참여에 의해 지속 발전 가능한 멀티미디어 서비스 환경 구축에 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

### Abstract

In this paper we propose ubiquitous virtual reality framework and its application for fostering a sustainable content ecosystem in a convergence space of virtual reality and real space. The ubiquitous virtual reality framework supports fundamental infrastructure which is consisted of platforms for end-users and service providers and dual space management. The platform for the service provider allows experts to generate contents related to real objects while the platform for the end-users allows to consume, share and regenerate the contents contextually augmented over real objects. The dual space management stores, visualizes and provides the contents generated and extended by them for connecting different users and service providers. Based on the framework, the contents is continuously generated, shared and extended and thus contributed to making multimedia service environment. We also implemented and evaluated the framework consisting of a desktop authoring platform, mobile authoring platform and a dual space management server. We then introduced a promising application scenario to show how the content ecosystem is empowered by ubiquitous virtual reality framework is realized in our life. Consequently, we expect that the ubiquitous virtual reality technology will play a vital role in building continuously evolving multimedia service environment for future computing environment.

**Keywords:** 유비쿼터스 가상현실, 증강현실, 콘텐츠 생태계, 콘텐츠 저작, 맥락 인식, 모바일 컴퓨팅

## I. 서 론

\* , \*\*, \*\*\*, \*\*\*\* 비회원, \*\*\*\*\* 중신회원, 광주과학기술원 정보  
기전공학부

\*\*\*\*\* 비회원, 국립목포대학교 컴퓨터공학과

※ 본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화  
콘텐츠기술연구소육성사업과 2009년도 문화콘텐츠산업기술지

최근 임베디드/모바일 시스템의 발전과 유무선 인터  
넷 기술의 발전으로 사이버 공간과 현실 환경을 묶어

원사업의 연구결과로 수행되었음.

새로운 서비스를 개발하는 시도가 주목을 받고 있다. 유비쿼터스 가상현실(Ubiquitous Virtual Reality)은 유비쿼터스 컴퓨팅과 가상현실을 연계하고 사용자의 참여를 극대화 하여 콘텐츠 및 서비스 환경을 유지/발전시키고자 하고 있다 [1][2]. 메타버스 로드맵(Metaverse Roadmap) 프로젝트는 가상화(Virtualization)를 통해 향상된 현실공간과 현실공간이 반영된 가상공간의 융합된 환경을 메타버스를 정의하고, 메타버스를 지원하는 기술에 따라 증강현실(Augmented Reality), 라이프로그(Lifelogging), 반사된 세상(Mirror Worlds), 그리고 가상세계(Virtual Worlds) 시나리오를 통해 2017년까지의 컴퓨팅 환경을 전망하였다 [3]. 뿐만 아니라 국제 표준화 기구인 ISO에서는 이를 근간으로 가상공간과 현실공간을 연동하기 위한 표준인 MPEG-V(MPEG for Virtual Worlds)를 준비하고 있다 [4]. 그리고 Cross-Reality는 가상과 현실공간을 연결하고 양방향으로 맥락을 주고받는 듀얼 현실 환경을 제시하고 있다 [5]. 따라서 앞으로의 컴퓨팅 환경은 가상과 현실공간이 융합됨으로써 각각의 단점을 보완하고 장점을 활용하면서 서비스 환경에 큰 변화를 가져올 것으로 예상된다.

또한, 앞서 설명한 컴퓨팅 기반구조의 변화는 사용자의 멀티미디어 콘텐츠 소비 환경을 변화시키고 있다. 초창기의 멀티미디어 콘텐츠는 단순 텍스트, 오디오, 시각정보를 의미했지만, 이제는 지능, 실감성 및 이동성을 겸비함으로써 스마트 공간과 융합되면서 오감을 자극하는 차세대 콘텐츠로의 발전을 거듭하고 있다 [6]. 최근 아마존의 킨들, 아이리버의 스토리 등 이북리더는 무형의 디지털 정보인 전자책을 책과 유사한 이북리더기를 이용하여 언제 어디서나 볼 수 있는 이동성과 책과 유사한 형태를 갖춘 새로운 콘텐츠 소비의 한 예이다. ISO 에서는 융합된 환경에서 상호작용이 가능한 콘텐츠의 표준으로써 RoSE(Representation of Sensory Effect)를 정의하고 있다 [4].

뿐만 아니라 웹 2.0을 지향하는 위키(Wiki), 트위터(Twitter) 등의 웹서비스들은 사용자들이 콘텐츠 생산에 참여하고 다른 사용자와 관계를 맺고 생산한 콘텐츠를 공유하고 재사용 가능하게 하여 사용자들이 콘텐츠 생태계를 유지하고 발전하는데 주도적인 역할을 하고 있다. 웹 환경의 소셜 네트워크 서비스 (Social Network Service)는 콘텐츠를 생산, 소비 유통 과정에 사용자들이 소비자인 동시에 생산자로 참여를 가능하게 함으로써 자생적인 서비스 생태계가 유지되도록 한다. 또한, 서로 웹 기반의 서비스를 매쉬업함으로써 기존의

서비스의 특징을 활용하면서 이들의 시너지를 활용해 새로운 서비스가 형성되고 있다.

이렇듯 컴퓨팅 기반 구조와 콘텐츠 및 서비스 환경이 변화하고 있고 이에 따른 새로운 개념의 콘텐츠와 서비스가 등장하고 있지만, 가상과 현실의 융합으로 사람, 콘텐츠, 컴퓨터가 이음매 없이 연동되어 콘텐츠 생태계를 형성하기 위해서는 기술발전이 이루어져야 한다. 현재는 구글어스(Google earth), 트위터(Twitter) 등 지리 정보와 유무선 인터넷, 그리고 모바일 단말기를 이용하여 간단하지만 유용한 서비스가 개발되고 있다. 하지만 이러한 서비스들이 하나로 융합되어 콘텐츠의 지능, 이동성, 그리고 실감성을 극대화하여 사용자의 맥락에 최적화된 서비스를 제공하도록 발전해야 할 필요가 있다. 가상과 현실이 융합되는 환경에서 사용자의 참여를 가능하게 하여 다양한 콘텐츠를 생산, 선택적으로 융합하고 확대 재생산을 통해 지속적으로 발전되는 콘텐츠 생태계에 대한 연구가 필요하다. 이를 위한 기반기술로 가상과 현실이 융합된 환경을 고려해서 사용자들에 의해 형성되고 유지 발전되는 콘텐츠 생태계를 위한 프레임워크와 기술이 필요하다.

본 논문에서는 가상과 현실공간이 융합되는 지능형 환경에서 자율적인 콘텐츠 생태계 조성을 위한 유비쿼터스 가상현실 프레임워크와 이를 기반으로 한 응용 방법을 제시한다. 제안하는 유비쿼터스 가상현실 프레임워크는 서비스 제공자들이 오프라인을 통해 콘텐츠를 생산하고, 일반 사용자들은 가상현실과 현실공간을 증강현실과 통합 맥락을 활용해 융합을 통해 제공되는 콘텐츠 활용, 재생산, 공유함으로써 지속적인 생태계가 유지되도록 기반 환경을 제공한다. 또한, 이를 기반으로 한 응용은 콘텐츠 생태계를 기반으로 가능한 멀티미디어 서비스 환경의 가능성을 제시한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 사용자들에 참여에 의해 형성되고 유지되고 있는 콘텐츠 생태계와 관련된 연구들을 살펴본다. 3장에서는 지속 가능한 콘텐츠 생태계에 대한 정의와 이를 가능하게 하는 유비쿼터스 가상현실 프레임워크를 소개한다. 4장에서는 지속 가능한 콘텐츠 생태계를 위해 구현된 유비쿼터스 가상현실 프레임워크와 주요 기술에 대한 성능을 평가에 대해 기술한다. 5장에서는 유비쿼터스 가상현실 환경에서 콘텐츠 생태계를 기반으로 하는 응용 시나리오를 제시한다. 6장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

## II. 관련연구

다양한 연구들이 변화하는 컴퓨팅 환경에서 멀티미디어 콘텐츠의 생산, 저장 공유 그리고 상호작용에 주목해왔다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 스마트 폰을 활용해 사용자들이 정보를 생산하고 정보를 공유함으로써 사용자 참여의 필요성을 찾고 있다. 증강현실 환경에서 사용자들은 현실공간에 가상 콘텐츠를 넣음으로 콘텐츠 생산하고 이를 상호작용에 활용해왔다. 웹 2.0에 기반을 둔 소셜 컴퓨팅 사이트에서는 사용자들이 자유롭게 콘텐츠를 생성하고 소셜 네트워크를 활용하여 다른 사용자와 공유함으로써 생태계가 유지되고 있다.

### 1. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 콘텐츠 생태계

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 센싱 정보와 콘텐츠를 중심으로 생태계를 형성하려는 시도가 나타나고 있다. 특히 공공장소에서 모바일장치를 이용한 환경 센싱과 저작을 통한 콘텐츠 생성 및 공유에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있다. 마이크로 블로그(Micro-blog)는 스마트 폰을 하나의 센서를 활용함으로써 사용자들이 현실공간과 관련된 블로그를 만들어 다른 사용자와 공유를 가능하게 한다 [7]. 모바일 사용자들이 여행 중에 스마트 폰에 장착된 무선랜, 가속도 센서, 카메라, GPS를 활용해 해당 지역과 관련된 뉴스, 경고등의 메시지를 작성하여 남기면 인터넷 지도와 연계된 블로그가 형성되고, 관련 사용자들이 연결되어 이들 간의 소셜 상호작용이 형성된다. 대화형 디스플레이에서 사용자가 주도하는 시각적 매쉬업은 사용자들이 경로 및 추천 정보들이 지속적으로 생성하고 재활용을 가능하게 함으로써 공공 디스플레이 기반의 생태계의 가능성을 제시하고 있다 [8]. 사용자들이 모바일 장치 활용해 공공 디스플레이에 있는 지도위에 시각적 매쉬업을 통해 경로를 생성한다. 사용자는 처음부터 설정하는 것이 아니라 이전에 다른 사용자들이 생성한 경로 및 관련된 추천정보를 활용하여 편리하게 설정한다. 맥락 인식 모바일 증강현실은 사용자들이 모바일 장치를 활용해 다른 사용자들과의 사진 공유를 가능하게 하였다 [9]. 객체 블로그 시스템(Object-Blog system)은 환경에 의해서 생성되는 콘텐츠와 이를 활용하기 위한 환경을 제공한다 [10]. 이 시스템은 스마트 환경에 설치된 다양한 센서를 통해 환경에서 벌어지는 상황을 실시간으로 저장하고 태깅하고, 대상물 및 사용자와 관계를 추론함으로써 환경 콘텐츠를 생산하여 웹을 통해 사용자들이 일

상생활 관리, 정보공유 및 기억보조 등에 활용할 수 있도록 한다. 어반 태피스트리스(Urban Tapestries)는 도시에서 대중들이 지역과 관련된 정보와 지식을 함께 생산하고 공유할 수 있는 환경을 제공하기 위한 대중 저작(Public authoring) 시스템이다 [11]. 많은 사용자들은 모바일 장치와 인터넷 지도를 활용해 자신의 지역과 관련된 정보를 생산하고 지역 내 다른 사용자와 공유함으로써 콘텐츠들이 지속적으로 성장하는데 기여하게 된다. MobSens는 사용자들이 모바일 장치를 활용해 센싱 정보를 수집하고 서버에 전달함으로써 다른 사용자들이 그 정보를 특정 목적에 활용하도록 지원한다 [12].

이와 같이 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 사용자들이 스마트 폰을 휴대하면서 다양한 센싱 정보를 포함한 다양한 콘텐츠를 생성하고, 생성된 콘텐츠를 다른 사용자들이 활용할 수 있도록 관리하고 공유를 지원하기 위한 연구들이 진행되고 있다.

### 2. 증강현실 환경에서의 콘텐츠 생태계

기존의 사용자에 의해 일방적으로 사용되는 증강콘텐츠 뿐만 아니라, 사용자가 직접 증강콘텐츠를 생산(창작) 하고자 하는 욕구를 만족시키기 위한 증강현실 저작 기술과 관련된 연구가 현재 진행 중이다.

전통적으로 증강현실 저작도구는 데스크톱 기반으로 하여, 프로그래밍 기반 증강현실 저작 인터페이스로는 프로그래밍 API, XML등 스크립 언어를 이용한 ARToolkit [13], osgART [14], AMIRE [15], APIRL [16] 등이 있으며, 저수준의 프로그래밍을 통한 최적화가 가능하지만 전문적인 사용자를 대상으로 한다는 특징이 있다. 한편 비프로그래밍 기반 증강현실 저작인 비주얼 프로그래밍 기반의 DART [17], Virtool plug-in[18]과 현장(in-situ) 기반의 iaTAR [19], VOMAR [20], ARtalet[21] 등이 있으며, 프로그래밍에 전문적인 지식이 크게 요구 되지 않은 점과 콘텐츠 자체(응용 자체) 구현에 조금 더 완성도를 높일 수 있다는 장점이 있다 [22][23].

최근에는 모바일 컴퓨터 하드웨어의 성능향상에 따라 스마트 폰을 환경에서도 증강현실 저작 소프트웨어가 개발되고 있다. ARML[24]은 구글 어스, 구글 지도 및 기타 응용 프로그램에 쓰이는 XML 기반의 마크업 언어 스키마인 키홀 마크업 언어(KML: Keyhole Markup Language)의 확장 네임 스페이스로 구현되고 있다[25]. 또한 자바버전의 Wikitude API 는 안드로이드 플랫폼 기반의 증강현실 브라우저를 구현하기 위한

소스코드를 제공하고 있다 [26]. Laya (Layar Reality Browser) [27]은 오픈지엘(OpenGL), 가속도센서, GPS, 방위 센서 등을 이용하여 개발자가 좌표계를 기반으로 콘텐츠 레이어에 3D 객체를 저작할 수 있는 소프트웨어이다. 이를 이용하여 사용자는 관심 있는 키워드 검색을 통해서 증강현실 뷰에 있는 POI 리스트 추출하여 URL 를 접속하거나 바로 전화를 걸어볼 수 있다. 한편 독일 Metaio 사의 Junaio [28] 는 자신의 사진 영상에 3D 객체를 다운로드 받아 저작을 완료한 후, 이를 서버에 업로드 하여 다수의 다른 사용자에게 의해 수정/추가가 가능하도록 하는 저작 서비스를 제공하고 있다.

이와 같이 모바일 기반의 증강현실 저작은 대부분 휴대용 통신단말기의 카메라뷰에 지역의 맥락 데이터를 연동한 POI (Point of Interest) 기반으로 하는 지오타깅(GeoTagging) 관련 서비스는 활발하게 제공되고 있다. 그러나 기존 증강현실의 핵심기술인 실시간 카메라 영상해석을 통한 객체 인식 및 추적과 관련된 연구는 모바일 기반 증강현실 환경에서는 아직 실험단계에 머물러있다.

### 3. 웹 2.0 환경에서의 콘텐츠 생태계

웹 2.0 패러다임과 함께 발전하고 있는 인터넷 서비스 환경에서는 사용자들이 다양한 서비스에 참여함으로써 서비스 생태계가 형성 및 유지되고 있다 [29]. 인터넷에서 널리 활용되고 있는 블로그(Blog)는 사용자의 대한 기록과 함께 다른 사용자와 관계를 맺고 정보 공유를 가능하게 하고 있다. 세컨드 라이프(Second life)에서는 사용자들이 가상공간에서 사회적 관계를 형성하고 다양한 활동을 수행한다 [30]. 유튜브(Youtube)와 페이스북(Facebook)과 같은 공유 사이트에서는 사용자들이 갖고 있는 사진과 동영상을 업로드하여 관련된 사람과 공유한다 [31][32]. 또한 링크드인(LinkedIn)에서는 사용자의 프로파일과 직접 설적을 통해 사용자들 간의 관계를 형성하도록 하고 관련된 정보를 추천한다[33]. 이러한 온라인 사이트는 사용자들이 다른 사람의 사회적 관계를 형성하고 정보와 지식을 공유함으로써 개인의 능력을 향상시키고 관계를 발전시키는 데 중요한 역할을 한다. 트위터(Twitter)는 단문자 서비스(Short Message Service)를 중심으로 하는 웹기반의 소셜 네트워킹 서비스로서 사용자들이 메시지를 작성하고 다른 사람들과 실시간으로 메시지를 주고받는 서비스 환경을 제공한다 [34].

뿐만 아니라 오픈된 API를 활용하여 서로 다른 형태

의 서비스를 매쉬업함으로써 기존의 서비스가 생태계가 확장되고 있다. 다양한 서비스들이 서로 다른 서비스(지도, 부동산, 구인구직, 렌트, 사진 등)와 연계하여 서비스를 제공하고 있다.

이처럼 개방된 웹 서비스 환경에서는 사용자들이 자유롭게 참여하여 콘텐츠를 생산하고 소셜 네트워크를 형성하여 다른 사용자들과 콘텐츠를 공유하고 있으며 이질적인 서비스를 연계함으로써 서비스 환경이 지속적으로 유지되고 발전되도록 기여하고 있다.

### 4. 지속 가능한 콘텐츠 생태계

가상현실과 현실공간이 융합되고 있고, 증강현실은 융합 환경을 기반으로 콘텐츠를 생산하고 직관적인 상호작용을 가능하게 한다. 웹 2.0과 소셜 컴퓨팅은 사용자들이 콘텐츠 생산, 소비에 참여하여 콘텐츠 생태계를 유지해오고 있다. 새로운 컴퓨팅 환경에서 지속적인 콘텐츠 생태계를 유지하기 위해서는 이러한 통합된 환경에 사용자들의 참여가 필요하고, 증강현실 기반의 저작은 사용자들이 멀티미디어 콘텐츠를 효과적으로 재생산을 돕기 위한 상호작용 방법이 요구된다. 더 나아가, 스마트 공간이 지속적으로 발전되기 위해서는 변화하는 컴퓨팅 환경에서 서비스의 질을 향상시키기 위한 방법으로 지속 가능한 콘텐츠 생태계가 형성되어야 하고 이를 위한 기반 프레임워크가 개발되어야 한다. 다음 절에서는 가상과 현실공간이 융합되는 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계와 이를 실현하기 위한 유비쿼터스 가상현실 기술을 소개한다.

## III. 지속 가능한 콘텐츠 생태계 조성을 위한 유비쿼터스 가상현실 기술

### 1. 유비쿼터스 가상현실과 u-콘텐츠

유비쿼터스 가상현실은 사용자의 삶의 질을 향상시키는 스마트 환경을 제공하기 위해 가상공간과 유비쿼터스 컴퓨팅 공간을 융합하여 가상현실을 일상생활에 편재하게 만드는 것을 목표로 하고 있다 [1][2]. 유비쿼터스 가상현실 환경에서는 가상공간과 현실공간이 네트워크를 통해 맥락이 공유되고 있어 한 공간에 있는 상호작용이 다른 공간에 영향을 주며 콘텐츠들이 공유된다. 유비쿼터스 가상현실을 통해 기존의 가상현실이 갖고 있는 장점과 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 제공하는 풍부한 컴퓨팅 리소스를 효과적으로 활용이 가능해진다.

유비쿼터스 가상현실 환경에서 사용자에게 경험을

향상시키기 위한 방법으로 u-콘텐츠가 제안되었다. u-콘텐츠는 유비쿼터스 가상현실 환경에서 통용되는 멀티미디어 콘텐츠로써 사용자 혹은 환경의 맥락을 반영하여 가상의 콘텐츠를 실제 객체나 환경에 이음매 없이 결합되어 오감을 자극하는 콘텐츠이다 [6]. 이를 위해 u-콘텐츠는 실감적인 재현하기 위한 요소로써 u-실감성, 사용자와 환경 맥락에 반영하는 u-지능성 그리고 환경에서 자유로이 이동할 수 있는 u-이동성을 갖고 있다. 다음 그림은 유비쿼터스 가상현실 환경에서의 u-콘텐츠를 나타낸다.



그림 1. 유비쿼터스 가상현실 환경에서의 콘텐츠  
Fig. 1. Content in UVR environment.

그림 1과 같이 일반적인 현실공간에는 실제의 사물만이 존재하고, 가상공간에는 가상 객체만이 존재한다. 하지만 유비쿼터스 가상현실 환경에서는 현실공간과 가상공간이 융합되어 나타난다. 유비쿼터스 가상현실의 한 예인 증강현실 환경에서는 사용자가 있는 현실공간에 매핑되는 가상공간의 콘텐츠가 증강된다. 증강되는 콘텐츠는 현실공간의 맥락 정보(조명)의 영향으로 인해 그림자를 갖는다. 또한 현실공간에는 실제 객체가 존재하므로 증강되는 콘텐츠는 가상공간과 현실공간에 있는 객체와 환경 모두의 영향을 받는다.

## 2. 유비쿼터스 가상현실 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계

유비쿼터스 가상현실 환경에서 사용자들이 서비스를 이용하기 위해서는 콘텐츠들이 지속적으로 생산되고 유통되어야 한다. 일반적인 서비스 환경에서는 대부분의 콘텐츠들이 개발자들에 의해서 개발되고 공급되며, 사용자들은 단순히 이용하는 데 그친다. 하지만, 개발자들 중심의 일방적인 공급은 끊임없이 변화하는 서비스 환경과 사용자의 니즈를 반영하기에는 한계가 있다. 서비스 환경이 지속적으로 유지되도록 사용자들이 콘텐츠 생산과 유통과정에 참여할 수 있어야 한다. 사용자의 참여를 중심으로 스마트 환경에서 멀티미디어 서비스 환경을 제공하기 위한 방법으로 지속 가능한 콘텐츠 생

태계를 다음과 같이 정의한다.

**유비쿼터스 가상현실 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계**는 가상공간과 현실공간이 융합된 지능형 환경에서 사용자들의 지속적인 참여에 의해 콘텐츠 생산, 공유, 소비, 확대 및 재생산이 이루어짐으로 해서 형성, 유지 및 발전되는 멀티미디어 서비스 환경.

유비쿼터스 가상현실 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계는 세 가지 특징을 갖는다. 첫째, 현실공간과 가상공간의 장점을 활용하여 콘텐츠 생성을 가능하게 한다. 현실공간에서는 현장의 상황을 반영하여 콘텐츠 제작을 가능하게 하고, 가상공간의 제작은 오프라인 환경에서 콘텐츠를 생성이 가능하다. 둘째, 현실공간의 소셜 네트워크와 가상공간의 소셜 네트워크를 활용하여 사용자 간의 선택적인 콘텐츠 공유가 가능하다. 가상공간에서의 활동에 따라 시간과 장소의 한계를 넘는 소셜 네트워크와 현재의 사용자의 상황에 따라 형성되는 현실공간의 소셜 네트워크가 결합되어 콘텐츠와 사용자들이 연결된다. 셋째, 생성한 콘텐츠는 관련된 사용자에게 실시간으로 전달된다. 이러한 특징을 갖는 콘텐츠 생태계는 스마트 환경에서 멀티미디어 서비스 환경을 지속적으로 유지하고 발전시키는 기반을 제공한다.

## 3. 유비쿼터스 가상현실 프레임워크

유비쿼터스 가상현실 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계 조성을 위한 방법으로 통합형 맥락 인식 증강현실 응용 프레임워크(UCARF: Unified Context-aware Augmented Reality Application Framework)를 확장한다 [35]. UCARF는 콘텐츠 생산, 공유, 상호작용을 위해 듀얼 공간 관리를 하는 서버와 사용자를 위한 플랫폼으로 구성된다. 사용자를 위한 플랫폼은 사용자들이 환경 내 객체를 인식하고 콘텐츠를 증강 제작을 가능하게 한다. 듀얼 공간 관리는 사용자들이 생성한 콘텐츠를 관리하고 다른 사용자들이 공유할 수 있도록 한다. 공간 관리는 사용자 공간과 듀얼공간을 관리함으로써 콘텐츠들이 가상공간과 현실공간을 자유롭게 이동할 수 있으며, 사용자 간의 공유를 가능하게 한다[36]. 그림 2와 같이 사용자 단말기를 위한 플랫폼은 맥락인식, 객체 인식 및 추적, 콘텐츠 적응 및 저작 그리고 콘텐츠 가시화로 구성된다. 맥락 인식은 내부센서와 환경에 있는 센서로부터 초벌 맥락을 수집하여 통합 맥락을 생성한다 [37]. 객체 인식 및 추적은 통합 맥락과 센싱 정보를 활용하여 객체를 인식하고 추적하여 대상물 식별자와 카메라 파라미터를 얻는다. 콘텐츠 적응 및 저작에서는

통합 맥락을 활용하여 콘텐츠를 선택하고 반응을 생성하고 필요에 따라서는 사용자들의 입력을 받아 콘텐츠의 속성을 변경한다. 콘텐츠 가시화에서는 카메라 파라미터를 활용하여 배경 영상 위에 선택된 콘텐츠와 반응을 렌더링 한다.

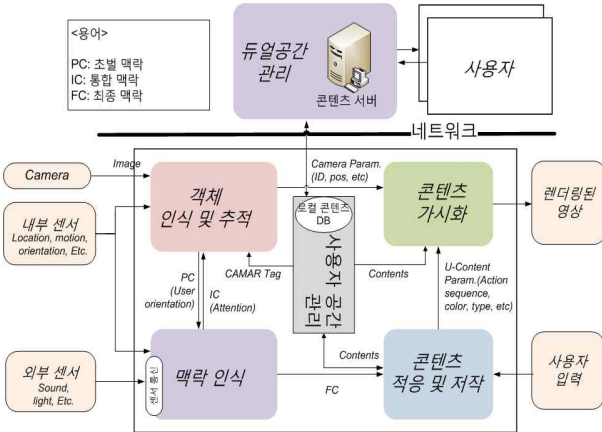


그림 2. 콘텐츠 생태계 조성을 위한 통합 프레임워크  
 Fig. 2. Unified Context-aware Augmented Reality application Framework for Contents Ecosystem.

사용자 단말을 위한 플랫폼에서는 이 처리 과정을 거쳐 관련 콘텐츠를 획득하고, 현재 사용자가 보는 뷰와 사용자가 처한 상황에 따라 콘텐츠의 다양한 반응(직접적인 반응, 반사적인 반응, 계획된 반응)을 생성하여 사용자에게 적절한 정보를 제공하거나 안내를 한다. 또한 사용자들이 가상현실과 증강현실 환경에서의 저작을 통해 콘텐츠를 생성하고 다른 콘텐츠를 매쉬업하여 새로운 서비스를 생성하도록 인터페이스를 제공한다.

새로 생성된 콘텐츠는 사용자 공간 관리기와 듀얼 공간 관리기의 협력으로 관리된다. 공간 관리리는 사용자 공간과 듀얼 공간 간의 교류를 통해 콘텐츠 제작자와 사용자, 그리고 사용자와 사용자 간의 콘텐츠 공유를 가능하게 한다. 사용자 공간 관리리는 어떤 역할을 하고 듀얼 공간 관리리는 어떤 역할을 한다. 이 두 공간 간의 콘텐츠 관리 및 공유는 아래와 같이 수행된다.

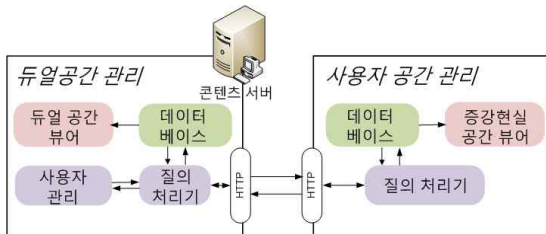


그림 3. 사용자 공간 관리와 듀얼 공간 관리의 연동  
 Fig. 3. Integration of user space management and dual space management

그림 3과 같이 사용자 플랫폼에 있는 사용자 공간 관리에서 질의를 보내면 듀얼 공간 관리 서버는 질의를 분석하고 관련 콘텐츠를 사용자에게 전달한다. 사용자가 콘텐츠를 업로드를 하면 듀얼 공간 서버는 업로드한 콘텐츠를 분석하고 데이터베이스에 있는 콘텐츠를 검색하여 갱신하거나 추가하여 일관성 있는 데이터를 유지한다. 다수 사용자가 동일한 콘텐츠를 공유하는 경우에는 토큰링 방식으로 접근 권한을 관리하여 콘텐츠의 일관성을 유지한다. 즉, 토큰을 갖고 있는 사용자만이 콘텐츠를 수정할 수 있고 그렇지 않은 사용자는 콘텐츠를 볼 수만 있다.

UCARF를 기반으로 하여 사용자를 중심으로 한 콘텐츠 생산, 공유, 소비 및 재생산은 다음과 같이 이루어진다. 먼저, 사용자 중에서도 전문성을 갖는 사용자인 서비스 제공자들은 기본적인 콘텐츠를 저작하여 듀얼 공간에 공급한다. 서비스 제공자들은 현실공간의 대상물과 공간을 활용하여 전문적인 콘텐츠를 생산하여 공급한다. 일반 사용자들은 모바일 단말기를 활용하여 콘텐츠를 이용하고 재생산하고 선택적으로 공유한다. 일반 사용자는 현실공간과 대상물과 관련된 콘텐츠를 획득하여 이용한다. 필요에 따라서는 자신이 직접 콘텐츠를 생성하거나 다른 종류의 서비스를 매쉬업하여 기존의 서비스를 확장한다.

#### IV. 구현 및 실험

##### 1. 구현

유비쿼터스 가상현실 자율적인 생태계를 지원하기 위한 통합 프레임워크인 UCARF는 듀얼 공간 관리 서버, 데스크톱 저작 플랫폼, 그리고 모바일 플랫폼으로 구현되었다. 듀얼 공간 관리 서버는 데이터베이스 관리를 위한 SQL DBMS [38]와 시각화를 위한 OSG(Open Scene Graph)로 구현되었다 [39]. 데이터베이스는 태그, 모델을 관리하는 테이블을 구성하였다. 사용자 단말기와 데이터 공유를 위해 HTTP를 활용하였다.

그림 4는 구현된 듀얼 공간 관리 서버에 등록되어 있는 가상 포스터와 저작된 콘텐츠를 나타내고 있다. 포스터는 현실 공간에 있는 포스터와 동일하게 매핑되어 있다. 반면 포스터에 연결된 콘텐츠는 데스크톱 사용자들에 의해 저작되었으며 모바일 사용자들에게 전달되어 상호작용과 추가적인 저작에 활용된다.

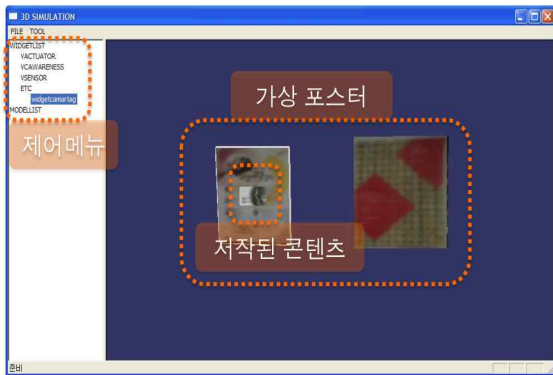


그림 4. 듀얼 공간 관리 서버의 구동 환경  
Fig. 4. Running environment for dual space management

데스크톱 저작 플랫폼은 오프라인 상에서 정밀한 저작을 가능하게 하는 가상현실 뷰와 카메라 영상을 보며 저작 및 증강현실 테스트를 즉각적으로 할 수 있는 in-situ 기반 증강현실 뷰를 동시에 제공하도록 구현되었다. 또한 저작 프레임워크의 GUI는 Visual studio 2008의 Feature Pack [40]기반 리본 컨트롤[41]을 이용하여 저작 도구 UI를 구현하였다. 이는 기존 GUI의 툴바와 메뉴 컨트롤의 단순화를 통한 직관성을 가져올 수 있다 [42]. 상단에 있는 각각의 리본 컨트롤 카테고리에는 증강될 멀티미디어 콘텐츠의 위치/회전/크기, 정렬, 색상 등의 정적인 속성을 설정할 수 있다. 또한 텍스트, 그림, 동영상, 3D 모델, 사운드 파일등의 멀티미디어 콘텐츠를 불러올 수 있으며 3D 객체 움직임을 설정할 수 있는 위젯들도 포함되어 있다. 그림 5는 구현된 데스크톱 저작 플랫폼을 나타내고 있다.

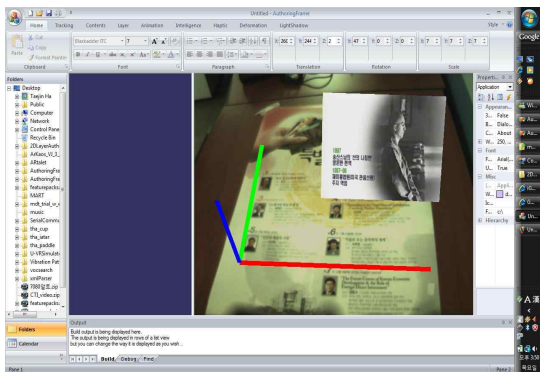


그림 5. 데스크톱 저작 플랫폼의 구동 환경  
Fig. 5. Running environment for desktop authoring platform

사용자는 데스크톱 저작 플랫폼을 이용하여 자신만의 증강현실 어플리케이션을 제작할 수 있고, 제작된 최종 증강현실 결과물은 인터넷을 통해 다수의 사용자

들에게 의해 사용(소비)될 수 있으며 또한 증강현실 저작 사용자들과 공유 및 협업을 통해 기존의 제작된 증강현실 결과물은 조금 더 추가/개선되어 재생산될 수 있다.

데스크톱 저작도구 플랫폼 구동은 조명이 급격하게 변하지 않는 일반적인 실내 환경에서 수행되었다. 카메라는 일반 화상채팅 용도로 흔히 활용되고 있는 USB 카메라를 이용하였고 삼각대 또는 카메라 암(Arm)을 기반으로 고정되었다. 카메라의 초당 영상입력은 30번 이고 영상의 해상도는 640x480픽셀이며 자동노출 및 자동초점 기능이 기본적으로 설정되어있다. 컴퓨터 사양은 인텔 코어2 듀오 CPU, 2.00GHz, 4GB 크기의 메모리, 그리고 NVIDIA GeForce 9400M 그래픽카드를 장착하고 있다. 사용된 라이브러리는 osgART[43]로 장면 그래프(Scene graph) 구조의 렌더링 방식과 컴퓨터 비전 기반 추적 함수를 제공한다.

모바일 사용자를 위한 플랫폼은 삼성 옴니아(Omnia) 단말기를 활용하였다. 옴니아 단말기는 윈도우 모바일 6.1을 운영체제로 하는 스마트 폰으로써 800MHz의 빠른 CPU가 탑재되어 있고 가속도 센서, GPS, 무선랜, 블루투스, 터치스크린 등이 장착되어 있다. 따라서 모바일 증강 현실 기반 저작과 상호작용이 가능한 응용을 개발하기에 적합한 환경을 제공한다. 플랫폼의 모듈을 구현하기 위해 다양한 라이브러리가 사용되었다. 맥락 인식을 단계에서는 내장된 센서를 활용하기 위해 SamsungSDK를 활용하였다 [44]. 그리고 사용자의 방향 정보를 얻기 위해 블루투스 통신을 통해 외장형 나침반을 연동하였다. 객체 인식 및 추적을 위해서는 OpenCV 1.1을 사용하였다 [45]. 렌더링을 위해서는 OpenGL ES 1.1이 사용되었다 [46]. 그리고 콘텐츠 적용 및 저작 모듈에서 사용자의 직접적인 피드백(선택, 이동 등)을 받기 위해 터치스크린 입력을 활용하였다.



그림 6. 모바일 저작 플랫폼의 구동 환경  
Fig. 6. Running environment for mobile authoring platform

그림 6과 같이 모바일 플랫폼은 저작을 위한 아이콘과 터치 화면을 통해 사용자들이 저작을 가능하게 한다. 모바일 플랫폼은 이 인터페이스를 통해 모바일 사용자에게 실시간으로 주변 대상물과 관련된 정보를 제공하고, 대상물에 콘텐츠를 저작 및 다른 데이터베이스를 연동시키는 매쉬업 등의 기능을 제공한다.

앞서 구현된 듀얼 공간 관리기, 데스크톱 저작 플랫폼, 모바일 사용자를 위한 플랫폼은 아래의 그림과 같이 포스터 전시 환경에서 통합되었다.

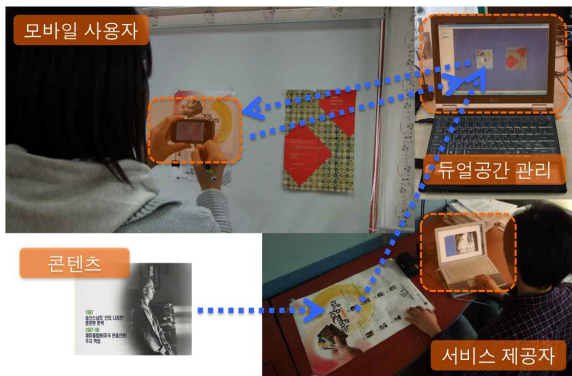


그림 7. UCARF 기반의 콘텐츠 생산, 공유 및 소비의 통합 환경  
Fig. 7. Integrated setting of contents generation, sharing and consumption based on UCARF

그림 7과 같이 데스크톱 환경에서는 전문 사용자책 위에 콘텐츠를 저작하고 듀얼 공간 관리서버에 저장한다. 듀얼 공간 관리 서버는 전문가가 저작한 콘텐츠를 관리하고 사용자들이 요청하면 전달한다. 일반 사용자는 모바일 폰을 이용해 데스크톱 플랫폼에서 저작한 콘텐츠를 불러와 증강 및 상호작용하고 추가적인 저작을 한다.

## 2. 실험

제안한 통합 프레임워크를 성능을 측정하기 위해 실시간 상호작용이 필요한 모바일 플랫폼을 중심으로 실험을 진행하였다. 데스크톱 환경에서 저작은 사양이 높은 컴퓨터를 활용해 오프라인으로 진행되므로 성능에 크게 제약이 발생하지 않는다. 반면, 모바일 환경에서는 제한된 리소스로 인해 실시간 상호작용이 영향을 받는다. 제안한 프레임워크의 성능을 파악하기 위해 다양한 모바일 단말기에 적용하여 시간을 측정하였다. 사용된 단말기는 표 1과 같이 삼성전자와 애플사에서 출시한 최근 단말기를 활용하였다. 삼성 단말기는 아이폰 보다 높은 CPU가 내장되어 있지만 GPU(Graphic Processing

Unit)와 FPU(Floating point Processing Unit)를 탑재하고 있지 않다. 하지만 모바일 환경에서 객체 인식 및 추적과 렌더링에 있어 FPU와 GPU는 중요한 요소임으로 이들을 중심으로 한 성능평가가 필요하다.

이 단말기들의 성능을 비교하기 위하여 통합 플랫폼의 여러 모듈 중에서 객체 추적 및 인식 모듈과 렌더링 모듈의 성능을 측정하였다. 표 1은 단말기별 성능을 나타내고 있다.

표 1. 단말기 스펙

	CPU	GPU	FPU	운영체제
삼성 M480	624M	X	X	윈도우 모바일 6.1
삼성 M490	800M	X	X	윈도우 모바일 6.1
아이폰 3G	412M	O	O	아이폰 OS 3.1
아이폰 3GS	600M	O	O	아이폰 OS 3.1

객체 추적 및 인식 단계에서는 세부 처리 과정에서 성능이 다를 수 있다. 특징점 감지 (F.D.: Feature Detection)와 특징점 매칭 (F.M.: Feature Matching)은 정수 연산만으로 이루어져 있으므로 단말기별 성능 차이가 미미한 반면 자세 갱신(P.U.: Pose Update)는 부동 소수점 연산이 대부분이므로 FPU 유무에 따라 성능 차이가 크게 발생함을 알 수 있다.

표 2. 단말기별 성능 비교(ms)

	객체 추적 및 인식				렌더링	전체
	F.D.	F.M.	P.U.	소계		
M480	3.2	8.9	91.8	103.9	83.3	187.2 (5.5fps)
M490	2.6	7.2	76.0	85.8	138.8	224.6 (4.4fps)
아이폰 3G	4.0	13.1	26.9	44.1	34.4	78.5 (12.7fps)
아이폰 3GS	2.2	7.4	19.7	29.3	25.6	54.9 (18.2fps)

(F.D.: 특징점 감지, F.M.: 특징점 매칭, P.U.: 자세 갱신, 프레임: 300, 특징점 수: 70, 해상도: 320x240)

렌더링 과정은 GPU의 탑재 유무에 따라 역시 성능 차이가 발생함을 알 수 있다. GPU가 탑재되어 있지 않은 M480, M490은 소프트웨어를 통해 구현된 오픈지엘 렌더링을 수행하므로 GPU를 탑재하고 있는 아이폰에 비해 렌더링 시간이 오래 걸리는 것을 볼 수 있다. M490은 CPU 성능이 높음에도 불구하고 M480에 비해 느린 렌더링 속도를 보여주고 있는데, 이는 M490이

M480에 비해 높은 스크린 해상도를 갖고 있기 때문이다. 따라서 콘텐츠 렌더링에 있어서 충분한 성능을 보장하기 위해서는 GPU의 탑재가 필수적이라고 할 수 있다.

통합 프레임워크의 성능을 측정하기 위해 가장 중요한 객체 추적 및 인식과 렌더링 모듈의 처리 속도를 제한적으로 측정하였다. 하지만 조금 더 유의미한 측정을 위해서는 다양한 요소들을 반영하여 통합적인 측정이 이루어져야 한다.

### V. 응용 시나리오

앞 절에서 언급한 유비쿼터스 가상현실을 응용 통합 프레임워크는 스마트 전시장에 적용되어 자율적인 콘텐츠 생태계 환경을 제공할 수 있다. 다음 그림은 전시장에 적용된 지속 가능한 콘텐츠 생태계 활용 시나리오를 나타낸다.



그림 8. 유비쿼터스 가상현실 환경에서의 콘텐츠 생태계 Fig. 8. Content ecosystem in UVR environment.

그림 8과 같이 유비쿼터스 가상현실 환경에서의 콘텐츠 생태계는 현실공간과 가상공간이 융합된 증강현실 공간을 중심으로 이루어진다. 현실공간의 사용자는 일반적인 아날로그 체험을, 가상현실 공간의 사용자는 가상현실에서 체험을 한다. 반면, 증강현실 공간에서는 가상공간과 현실공간을 융합한 환경에서 체험하면서 콘텐츠 생산에 참여하기 가능해진다.

데스크톱 플랫폼과 모바일 플랫폼은 각각의 환경에 따라 콘텐츠를 생산, 공유, 및 소비 및 재생산을 해낸다. 데스크톱 플랫폼은 주로 서비스를 개발함으로써 전문적인 콘텐츠를 제공한다. 반면 모바일 플랫폼을 휴대한 일반 사용자는 현장에서 모바일 단말기를 활용해 관련 정보를 얻고 이를 통해 안내를 받는다. 또한 필요에 따

라서는 자신이 직접 메모를 남기거나 사진 등을 촬영함으로써 콘텐츠를 만들어낸다.

이러한 생태계가 조성되면 사용자들은 다양한 응용을 이용할 수 있다. 전문가는 좌측 상단의 저작 환경을 통해 콘텐츠를 제작하고, 일반 사용자는 우측 상단에 있는 3개의 그림처럼 맥락을 활용하는 모바일 증강현실 기반의 가이드, 매쉬업 및 트위터 응용을 이용하여 안내를 받고 저작에 참여한다. 맥락을 활용한 모바일 증강현실 가이드는 전문가들이 저작한 내용과 이전에 방문한 사용자들의 콘텐츠를 활용하여 전시장에 대한 안내를 제공한다. 맥락이 활용된 모바일 증강현실 기반의 매쉬업은 사용자가 주시하고 있는 전시물을 인식하고 관련된 데이터베이스와 서비스를 검색하여 사용자가 새로운 뷰로 작품을 이해하고 관련된 서비스를 받도록 돕는다. 그리고 맥락이 활용된 모바일 증강현실 트위터는 대상물의 인식하고 커뮤니티 사용자들이 남긴 트윗을 실시간으로 증강함으로써 사용자와 정보 공유와 협업을 가능하게 한다.

### VI 결론

본 논문에서는 융합되는 지능형 환경에서 지속 가능한 콘텐츠 생태계 조성을 위한 유비쿼터스 가상현실 프레임워크를 제안하고 관련된 응용을 제시하였다. 제한하는 유비쿼터스 가상현실 기술은 모바일과 데스크톱 환경에서 사용자들이 증강현실을 통해 자유롭게 콘텐츠를 생산하고 다른 사용자와 공유를 할 수 있도록 상호작용을 제공하였다. 또한, 제안하는 통합 프레임워크와 기술을 기반으로 한 응용 시나리오를 통해 지속 가능한 콘텐츠 생태계를 통해 사용자들이 융합된 공간을 보다 유용하게 활용할 수 있도록 하였다.

콘텐츠 생태계를 위한 유비쿼터스 가상현실에 대한 연구는 시작 단계에 머물러 있어 여전히 해결해야 할 문제들이 남아 있다. 먼저 모바일 환경에서 자연 영상을 기반으로 객체를 추적하기 위해 센서와 융합된 하이브리드 객체 추적 및 인식 기법이 개발되어야 한다. 뿐만 아니라 증강현실 환경에서 다양한 사용자들이 생성하는 콘텐츠들이 공유되고 상호작용에 활용될 수 있도록 일반화 된 콘텐츠 표현기법이 있어야 하고 많은 사용자와 콘텐츠를 위한 듀얼 공간 관리 기법이 개선되어야 한다. 그 외에도 모바일 폰의 작은 화면을 고려한 사용자 인터페이스 및 상호작용 방법, 콘텐츠 필터링 및 태깅 기술이 개발되어야 한다.

## 참 고 문 헌

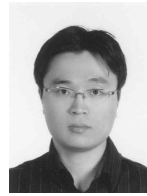
1. S. Kim, Y. Suh, Y. Lee and W.Woo, "Toward ubiquitous VR: When VR Meets ubiComp," In Proc of ISUVR 2006, pp. 1-4.
2. Y. Lee, S. Oh, C. Shin and W. Woo, "Ubiquitous Virtual Reality and Its Key Dimension," In Proc. of IWUVR 2009, pp. 5-8.
3. J. Smart, J. Cascio and J. Paffendorf, "Metaverse Roadmap Overview," 2007.
4. MPEG-V, [http://www.chiariglione.org/mpeg/working\\_documents.htm#MPEG-V](http://www.chiariglione.org/mpeg/working_documents.htm#MPEG-V)
5. 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, pp. 24-33, July-September, 2009.
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. Gaonkar, S., Li, J., Choudhury, R. R., Cox, L., and Schmidt, A. 2008. Micro-Blog: sharing and querying content through mobile phones and social participation. In Proceeding of the 6th international Conference on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys '08), ACM, pp.174-186.
8. Soroker, D., Paik, Y. S., Moon, Y. S., McFaddin, S., Narayanaswami, C., Jang, H. K., Coffman, D., Lee, M. C., Lee, J. K., and Park, J. W. 2008. User-driven visual mashups in interactive public spaces. In Proceedings of the 5th Annual international Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking, and Services, pp. 1-10.
9. 서영정, 박영민, 윤효석, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인화된 스마트 오브젝트 제어 및 미디어 콘텐츠 제공을 위한 맥락 인식 모바일 증강 현실 시스템," 대한전자공학회 논문지, 44권, CI편 제 3호, pp. 57-67, 2007.
10. Maekawa, T.; Yanagisawa, Y.; Kishino, Y.; Kamei, K.; Sakurai, Y.; Okadome, T., "Object-Blog System for Environment-Generated Content," Pervasive Computing, IEEE , vol.7, no.4, pp.20-27, Oct.-Dec. 2008.
11. Alice Angus, Dikaios Papadogkonas, George Papamarkos, George Roussos, Giles Lane, Karen Martin, Nick West, Sarah Thelwall, Zoetanya Sujon, Roger Silverstone, "Urban Social Tapestries," IEEE Pervasive Computing, vol. 7, no. 4, pp. 44-51, October-December, 2008.
12. Kanjo, E.; Bacon, J.; Roberts, D.; Landshoff, P. MobSens: Making Smart Phones Smarter, ;Pervasive Computing, IEEEVolume 8, Issue 4, Oct.-Dec. 2009 Page(s):50 - 57 .
13. ARToolKit, <http://www.hitl.washington.edu/ARToolKit>
14. OSGART, [www.artoolworks.com/community/osgart](http://www.artoolworks.com/community/osgart)
15. P.Grimm, M.Haller, V.Paelke, S.Reinhold, C.Reimann, R.Zauner, "AMIRE - authoring mixed reality," Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop, 2002.
16. F.Ledermann, D.Schmalstieg, "APRIL A High-level Framework for Creating Augmented Reality," the 2005 IEEE Conference 2005 on Virtual Reality, pp. 187 - 194, 2005.
17. B.MacIntyre, M.Gandy, S. Dow and Jay David Bolter, "DART: A Toolkit for Rapid Design Exploration of Augmented Reality Experiences," ISMAR, pp. 172- 181, 2004.
18. C. Geiger, F. Klompaker, J. Stoecklein, R. Fritze, Development of an augmented reality game by extending a 3D authoring system, pp. 230-231, ACE 2007.
19. G.Lee, C.Nelles, M.Billinghurst, G.J.Kim, Immersive Authoring of Tangible Augmented Reality Applications, pp. 172-181, ISMAR 2004.
20. H.Kato, M.Billinghurst, I.Poupyrev, K.Imamoto, K.Tachibana, "Virtual Object Manipulation on a Table-Top AR Environment," ISAR, pp. 111-119, 2000.
21. 하태진, 이영호, 우운택, "디지로그 북 저작도구 ARtalet - 3 차원 객체 속성 저작," KHCI, 1권, pp. 314-318, 2008.
22. 하태진, 김영미, 류제하, 우운택, "증강현실 기반 제품 디자인의 몰입감 향상 기법," JIEEK, 제 44권, paper Ci 편 제 2 호, pp. 37-46, 2007.
23. Hampshire, A., Seichter, H., Grasset, R., Billinghurst, M. "Augmented Reality Authoring: Generic Context from Programmer to Designer," In Proceedings of OZCHI 2006 (Short Paper), ACM International Conference Proceedings Series, Sydney, Australia, November 2006.
24. ARML, <http://www.openarml.org/>
25. KML, <http://www.opengeospatial.org/standards/kml/>
26. Wikitude, [www.wikitude.org](http://www.wikitude.org)
27. Layer, <http://layar.com>
28. Junaio, Metaio, <http://www.junaio.com/>
29. T. O'Reilly, "What Is Web 2.0 - Design Patterns and Business Models for the next Generation of Software," <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/time/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>
30. SecondLife, <http://secondlife.com/>

31. Youtube, <http://www.youtube.com>
32. Facebook, <http://www.facebook.com>
33. LinkedIn, <http://www.linkedin.com>
34. Twitter, <http://www.twitter.com>
35. 이영호, 신춘성, 하태진, 우운택, "스마트 환경을 위한 유비쿼터스 가상현실 구현기술 및 응용," 한국멀티미디어학회지, 제13권, 제3호, pp. 1-11, 2009.
36. Changgu Kang, Yoosoo Oh, Woontack Woo, "An Architecture for Flexible Entity Configuration in A Simulation Environment", The 4th International Conference on E-Learning and Games (Edutainment 2009), LNCS 5670, pp. 38-48, Banff, Canada, August 9-11, 2009 (LNCS).
37. 오유수, 신춘성, 서영정, 윤희석, 한종현, 우운택, "UCAM2.0: U-city 환경구축을 위한 맥락인식 응용 모델," 한국멀티미디어학회지, 제11권 제3호, 2007, pp. 039-056.
38. MySQL, <http://www.mysql.com/>
39. OSG, <http://www.openscenegraph.org/>
40. MFC Feature Pack for Visual C++ 2008, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/bb982354.aspx>
41. Use the Ribbon, <http://office.microsoft.com/en-us/help/HA100898951033.aspx>
42. The Microsoft Office Fluent user interface overview, <http://office.microsoft.com/en-us/products/HA101679411033.aspx>
43. osgART, <http://www.artoolworks.com/community/osgart/>
44. SamsungSDK, <http://innovator.samsungmobile.com/>
45. OpenCV, <http://opencv.willowgarage.com/wiki/>
46. OpenGL ES, <http://www.khronos.org/opengles/>



신춘성  
(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



이원우  
(Woonwoo Lee)

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



하태진  
(Taejin Ha)

2001 ~ 2005: 동국대학교 정보통신공학부 학사  
 2005 ~ 2007: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사  
 2007 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정  
 관심분야 : HCI, 증강/혼합 현실, 저작도구, 3D 사용자 인터페이스, 사용성 평가  
 E-mail: tha@gist.ac.kr



이영호  
(Youngho Lee)

1995 ~ 1999: 한국과학기술원 수학과 학사  
 1999 ~ 2001: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사  
 2002 ~ 2008: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사  
 2008 ~ 2009: 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소 박사후 연구원  
 2009 ~ 2009: 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소 연구교수  
 2009 ~ 현재: 국립목포대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야: 가상현실, 증강/혼합현실, 인간-컴퓨터 상호작용, 문화콘텐츠기술, 맥락 인식 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅 등  
 Email: youngho@mokpo.ac.kr  
 Tel: +82-61-450-2448  
 Fax: +82-61-450-6458



김기영  
(Kiyoung Kim)

1999 ~ 2002: 중앙대학교 컴퓨터공학과 학사  
 2003 ~ 2004: 광주과학기술원 정보통신공학과 석사  
 2004 ~ 현재: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정  
 관심분야: 가상/증강현실, 컴퓨터 비전, HCI  
 E-mail: kkim@gist.ac.kr



우운택  
(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 문화콘텐츠기술연구소장  
 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