



# 한국멀티미디어학회지

특집 : 가상 및 증강현실 기술

9 • 2009

## CONTENTS

### 특 집

스마트 환경을 위한 유비쿼터스 가상현실 구현기술 및 응용 / 이영호 · 신춘성 · 하태진 · 우문택 .....	1
증강현실과 비전 기반 SLAM Vision-Based SLAM in Augmented/Mixed Reality / 이영민 · 서용덕 .....	12
증강현실에서 몰입감 증대를 위한 물리시뮬레이션의 적용 / 채창훈 · 고광희 .....	21
가상 캐릭터의 자율 주행을 위한 지능형 가상 환경 구축 / 이윤길 · 김성아 · 최진원 .....	34
가상현실을 위한 3차원 실감방송 기술 / 호요성 · 강운석 .....	43
컴퓨터를 사용한 고대 유물 복원 / 김진태 · 문상호 · Andrew Willis .....	53
가상 휴대용 전자제품과의 햅틱 상호작용 시스템 / 김영미 · 차종은 · 서용원 · 이관행 · 류제하 .....	63
작업 환경의 은유적 매핑을 이용한 실제와 가상세계의 임시적 융합 / 이영호 · 이영희 · 권은 · 김정현 .....	74
상호작용형 증강현실 기반 디지로그 북의 연구 동향 및 전망 / 하태진 · 이영호 · 우문택 .....	89
논문초록 .....	99
학회소식 .....	116
원고 및 논문 모집안내 .....	118
학회지 투고규정 .....	119
논문지 투고규정 .....	120
연회비 납부 회원 명단 .....	122
입회 안내 .....	123



## 스마트 환경을 위한 유비쿼터스 가상현실 구현기술 및 응용

이영호\* · 신춘성\*\* · 하태진\*\*\* · 우운택\*\*\*\*

### 1. 서 론

가상공간과 현실공간을 연동한 사용자 참여형 콘텐츠 생태계 조성에 대한 관심이 집중되고 있다. 최근, 가상현실 기술이 녹색기술 (Green IT)의 무공해 지식기반 산업으로 선정되어, 혼합현실 기반 체험형 콘텐츠 서비스, 제조업, e-러닝, 각종 의료·군사·재난훈련 등 다양한 무공해 지식기반 산업에 적용될 예정이다. 최근의 가상현실 기술은 실험실이나 특수한 시뮬레이션의 목적으로 한정되어 이용되던 것에서 벗어나 가상과 현실을 연동한 유비쿼터스 가상현실 분야로 확장되고 있다. 구글어스 (google earth)와 세컨드라이프 (second life) 등은 가상공간을 현실공간과 연계하여 다양한 사회적 활동을 보여주고 있다. 사용자가 직접 가상공간에 자신의 사진이나 정보를 삽입하거나 가게를 열어 생산 활동을 한다. 또한 증강현실 기

술과 연동되어 모바일 단말기로 현장에서 이러한 서비스를 제공받을 수 있는 다양한 기법이 연구되었다. 이러한 서비스들은 가상과 현실을 연동하는 기술이 사용자의 참여를 지향하여 산업화될 수 있음을 보여주는 예이다.

최근 연구의 특징은 사용자 참여형 생태계를 조성함으로써 사용자가 직접 서비스와 콘텐츠를 생산하는 생산자의 역할과 그것을 소비하는 소비자의 역할을 동시에 한다는 것이다. 사용자 참여형 콘텐츠 생태계는 사용자가 콘텐츠를 저작하여 생성하며, 다른 사용자와 공유하여 새로운 콘텐츠를 만들어 내고, 콘텐츠가 스스로 지능적으로 진화하는 생태계이다. 웹 2.0은 참여, 공유, 개방을 통해 사용자의 자발적이고 참여적인 활발한 활동을 지원한다. 그 예로 플리커 (flickr)나 네이버 지식인 같은 서비스는 사용자가 제공된 저작도구를 이용하여 새로운 콘텐츠를 개발하는 참여, 공유, 개방의 기초형태를 갖추고 있다. 이러한 연구 흐름은 데스크탑 기반의 웹에서 뿐만 아니라 모바일 컴퓨팅, 가상/증강현실, 유비쿼터스 컴퓨팅, 유비쿼터스 가상현실 등에서도 이루어지고 있다.

본 논문에서는 유비쿼터스 가상현실과 이를 구현하기 위한 기술, 그리고 응용 예를 다룬다. 유비쿼터스 가상현실은 지능형 혼합현실 공간에

\* 교신저자 (Corresponding Author): 우운택, 주소: 광주 북구 오동동(300-712), 전화: 062)970-2226, FAX: 062)970-2204, E-mail: wwwoo@gist.ac.kr

• 목포대학교 컴퓨터공학과 전임강사

(E-mail: yuungho@mkpo.ac.kr)

\*\* 광주과학기술원 정보기전공학부 박사과정

(E-mail: eshin@gist.ac.kr)

\*\*\* 광주과학기술원 정보기전공학부 박사과정

(E-mail: tha@gist.ac.kr)

\*\*\*\* 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수

※ 본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소유상사업과 2009년도 문화콘텐츠사업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음

서 통합패락을 이용하여 스마트 환경을 구성하는 기반구조의 개념이다. 이를 위해서는 사용자 참여를 위한 저작 기능, 맥락과 콘텐츠 공유, 그리고 콘텐츠를 위한 인공지능이 필요하다. 통합형 맥락인식 증강현실 프레임워크는 유비쿼터스 컴퓨팅과 가상현실을 연결하는 맥락인식기반 혼합현실 에이전트 기술을 기반한 프레임워크이다. 이를 통해 사용자는 현실공간(아날로그)과 가상공간(디지털)의 장점을 융합한 유비쿼터스 가상현실에서  $u$ -콘텐츠를 확대/재생산하고 실감 체험할 수 있다.

유비쿼터스 가상현실은 현실공간과 가상공간이 유기적으로 통합하여 양방향으로 정보 및 상호작용이 이루어질 수 있도록 한다[1,2]. 현실 공간에서의 경험과 가상공간에서의 상호작용이 통합될 때 디지로그형  $u$ -콘텐츠와 상호작용하는 사용자는 보다 폭넓은 경험이 가능해진다. 특히 웹 2.0 패러다임처럼 사용자들이 참여, 공유가 가능하도록 개방형 프레임워크를 개발함으로써, 사용자들이 직접 디지로그형  $u$ -콘텐츠를 만들고 다른 사람과 공유하며, 콘텐츠 스스로 진화가 가능해질 것으로 예상된다. 뿐만 아니라, 사용자들이 주변의 정보와 다른 사용자들과 유기적으로 커뮤니티를 형성하고 교류할 수 있도록 소셜네트워크(Social Networking)이 수반된다. 그 외에도 인문학, 사회학, 심리학, 디자인 등 개방학문 분야가 융합됨으로써 유비쿼터스 가상현실에서의 디지로그형  $u$ -콘텐츠가 일상생활 곳곳에서 사용자에게 만족과 경험을 주는 차세대 융합형 콘텐츠로 거듭 진화할 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 유비쿼터스 가상현실의 개념과 그 구현기술을 소개한다. 3장에서 유비쿼터스 가상현실 기술 응용 예를 살펴보고, 4장에서 결론을 요약한다.

## 2. 유비쿼터스 가상현실 구현기술

### 2.1 유비쿼터스 가상현실

유비쿼터스 가상현실은 미래의 컴퓨팅 환경의 변화에 필요한 기반구조를 제안하는 패러다임이다[3]. 초기의 유비쿼터스 가상현실은 '가상현실과 유비쿼터스 컴퓨팅을 결합하는 새로운 패러다임'의 필요성으로부터 시작되었으며, 이때 이 두 공간을 연결하기 위해서, 사용자와 환경의 맥락 정보가 핵심 요소로 활용될 것이라 부각되었다[4]. 그 후, 유비쿼터스 가상현실 환경을 구축하기 위한 개념으로 가상현실과 새로운 패러다임인 유비쿼터스 컴퓨팅 기반구조를 융합하여 가상현실을 우리의 일상생활에 편제되게 하는 것"이라 제정의 되었다[5,6].

유비쿼터스 가상현실에서는 가상공간의 시뮬레이션 결과 등을 이용하여 현실공간의 객체(물체, 사람, 콘텐츠)에 고급정보를 제공되며, 이들이 갖추고 있는 서비스를 통해 직접적으로 사용자의 활동에 영향을 미친다. 또한, 현실공간의 변화는 각종 센서를 통해 획득되고 처리되어 가상공간에 필요한 정보를 제공, 저장, 처리된다. 따라서 두 공간 사이에 맥락과 콘텐츠가 지속적으로 공유되고 유지됨으로써 현실공간과 가상현실이 이음매 없이 연동 된다.

유비쿼터스 가상현실은 실감성, 맥락, 사회성의 세 축으로 표시될 수 있다[7]. 실감성은 밀그램(Milgram)의 가상-현실 연속체이며, 가상공간으로부터 현실공간으로 이동할수록 증가한다. 맥락은 변화가 고정되어 있는 정적(static)인 상태와 계속 변화하는 동적(dynamic)인 상태로 분류할 수 있다. 기존의 가상공간이 현실의 변화하는 맥락이 반영되지 않은 정적 맥락 환경이라면, 현실공간은 동적 맥락 환경이다. 또한, 사회성은 단일

사용자를 위한 것인지 여러 사용자를 위한 것인지에 따라 분류될 수 있다.

유비쿼터스 가상현실은 반영세계(mirror world)와 유비쿼터스 컴퓨팅의 중간에 위치한다[7]. 반영세계는 가상현실에 현실공간의 맥락과 사회성을 부가한 가상공간이며, 유비쿼터스 컴퓨팅 세계는 현실세계에 유비콥 기반기술을 접목하여 맥락과 사회성을 극대화 시킨 공간이다. 유비쿼터스 가상현실은 가상공간의 콘텐츠를 현실공간으로 끌어 오면서, 현실공간의 맥락과 사회성을 유지하기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅과 반영세계의 중간에 위치한다.

### 2.2 통합형 맥락 인식 증강현실 응용 프레임워크

유비쿼터스 가상현실에서 스마트 환경을 구성하기 위해 통합형 프레임워크가 필요하다. 통합형 맥락 인식 증강현실 프레임워크(UCARF: Unified Context-aware Augmented Reality application Framework)는 유비쿼터스 가상현실 환경에서 증강현실과 맥락 인식을 기반으로 u-콘텐츠를 자

유롭게 생성, 공유, 상호작용할 수 있도록 지원하는 프레임워크이다. 통합형 맥락인식 증강현실 프레임워크는 유비쿼터스 가상현실 환경에서 u-콘텐츠를 중심으로 상호 연동이 가능한 다양한 응용을 개발할 수 있도록 체계적인 방법을 제공한다

유비쿼터스 가상현실 환경에서 사용자 참여를 통한 u-콘텐츠 생태계를 위한 통합 플랫폼은 모바일 장치와 주변 환경에 있는 서버 및 센서와의 유기적인 협력을 통해 사용자들이 자유롭게 정보를 활용하고 다른 사용자들과 공유와 협업을 가능하게 한다. 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 이유때 없이 증강된다. 사용자는 증강된 콘텐츠와 상호작용뿐만 아니라, 관련된 콘텐츠를 융합하여 새로운 형태의 콘텐츠를 매쉬업한다. 그림 1은 통합 플랫폼의 전체 구조를 나타내고 있다.

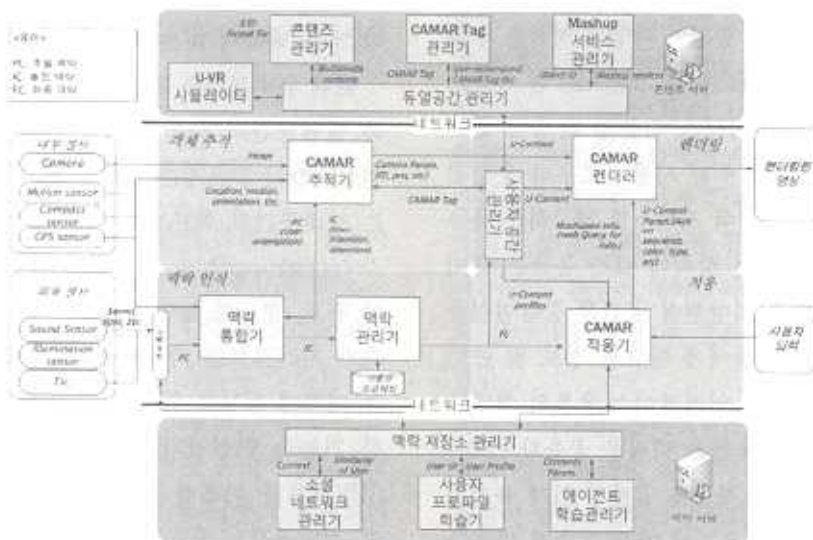


그림 1. 통합형 맥락 인식 증강현실 응용 프레임워크

그림 1과 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 추적 부분에 전달되고 영상 내 객체를 인식 및 추적하는데 활용된다. 적용 단계에서는 수집 및 인식된 맥락을 활용하여 적절한 정보와 콘텐츠 반응을 생성한다. 렌더링 단계에서는 3차원 공간에서 대상물의 위치와 방향을 고려하여 선택된 정보와 반응을 시각화 한다. 듀얼 공간 관리자(dual space manager)는 해당 스마트 공간과 관련된 가상 콘텐츠, 웹페이지 그리고 매쉬업 서비스를 관리하고 있으며 사용자의 모바일 장치에서 필요로 하는 콘텐츠를 전달한다. 다수의 사용자들은 사용자 공간 관리자(user space manager)와 듀얼 공간 관리기를 통해 콘텐츠를 공유한다.

이 프레임워크를 기반으로 한 응용은 가상현실, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경, 그리고 모바일 사용자 환경에 맞게 구현되며 이들 간에는 맥락과 u-콘텐츠를 통해 이음매 없이 연동된다. 가상현실에서는 가상공간과 현실 공간의 다양한 맥락을 수집하여 가상 콘텐츠를 렌더링을 기반으로 한 응용으로 가시화된다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 있는 서비스는 가상공간과 주변 사용자로부터 수집된 맥락을 처리 및 인식하여 서비스를 제공하는 응용으로 나타난다. 모바일 장치에 있는 응용은 유비쿼터 컴퓨팅 환경과 가상현실 공간을 증강현실을 통해 통합하고, 사용자에게 필요한 정보 및 콘텐츠를 제공하는 형태의 인터페이스 응용의 형태로 나타난다. 이러한 응용들은 맥락을 공유함으로써 u-콘텐츠들 간의 상호작용을 일관성 있게 유지하며 이 주변 상황과 사용자에 따라 맞춤형 반응과 상호작용을 제공한다. 또한, 특정 사용자에 의해

서 생성된 u-콘텐츠는 사용자들의 관계와 활동에 따라 자유롭게 공유되어지며 또 다른 형태로의 확장되며 진화한다. 따라서, 이 프레임워크는 유비쿼터스 가상현실 환경에서 u-콘텐츠들이 자유롭게 생성되고, 사용자들의 활동과 상황에 따라 알맞은 형태로 제공할 있도록 하는 프레임워크를 제공한다.

### 2.3 현실공간과 가상공간의 이음매 없는 연결

유비쿼터스 가상현실을 보편적으로 구현하기 위해 현실공간과 가상공간의 맥락과 콘텐츠를 공유하도록 하는 통합된 형태의 프레임워크가 수반된다. 정형화된 맥락인식 응용 모형은 유비쿼터스 가상현실의 u-콘텐츠를 재현하기 위해 가상과 현실공간 사이의 맥락과 콘텐츠의 공유를 지원한다 [8]. 디지털로그형 u-콘텐츠를 재현하기 위해서는 맥락 획득, 수집, 분석 및 결정, 실행의 과정이 필요하며, 이 모형은 이러한 과정을 포함한다. 현실공간의 센서와 가상공간의 센서가 정보를 획득하여, 네트워크를 통해 가상과 현실공간의 콘텐츠(서비스)로 전송하고, 이를 수신 받은 콘텐츠(서비스)는 맥락에 따른 지능형 서비스를 제공한다.

또한 유비쿼터스 가상현실을 만들기 위해 가상과 현실공간의 물리적 좌표계를 일치시키 준다. 현실공간의 좌표계는 크기는 전지구 좌표계, 작게는 실내공간의 좌표계를 예로 들 수 있다. 구글어스(google earth)는 전지구의 위성사진을 이용하여 위도, 경도와 높이를 좌표계로 이용하여, 사용자가 지리정보를 파악할 수 있을 뿐만 아니라 특정 지역에 정보를 입력할 수 있게 되어있다. 이러한 기능을 현실공간으로 옮겨와 융합하기 위해 GPS정보를 이용한 많은 연구가 진행되었다. 한편, 실내공간의 좌표를 동기화시키기 위해서는 실내에서 적용될 수 있는 다양한 위치추적 기술을

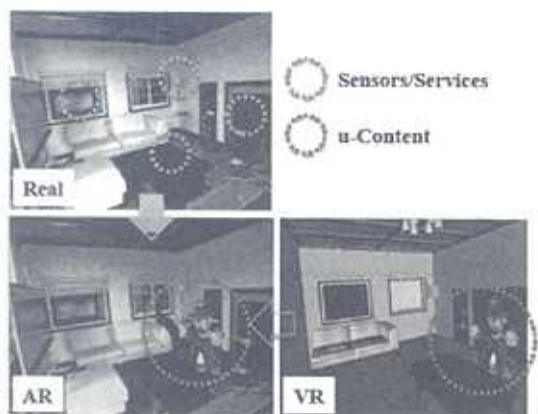


그림 2. 유비쿼터스 가상현실에서 디지털그형 u-콘텐츠

이용 한다.

그림 2는 유비쿼터스 가상현실에서 디지털그형 u-콘텐츠의 예로써 스마트 홈에서의 응용 예이다[9]. 실제 스마트홈(그림 2 위)에는 캐릭터가 없지만 가상의 스마트홈(그림 2 왼쪽)에는 캐릭터가 존재한다. 유비쿼터스 가상현실의 한 형태인 증강현실 공간에서(그림 2 중앙)는 현실 공간과 이에 관련된 가상현실의 콘텐츠를 컴퓨터 비전 기술을 이용하여 동기화하여 결합하였다. 따라서 증강된 캐릭터는 현실 공간의 환경 맥락(예 조명)의 영향을 받아 가상현실 공간에는 없는 그림자를 갖고 있다.

#### 2.4 디지털그형 u-콘텐츠의 정의와 특성

컴퓨팅 환경의 변화와 더불어 콘텐츠도 변화하고 있다. 컴퓨팅 환경과 기술이 발전함에 따라 초기의 문자와 선분으로 그려진 간단한 그림을 보여 주던 컴퓨터 기술이 그림과 사진도 보여주게 되었으며, 최근에는 동영상까지 포함된 멀티미디어로 발전하게 되었다. 앞에서 설명한 유비쿼터스 가상현실이라는 새로운 기반구조를 갖추게 됨으로써 그 위에 활용될 새로운 개념의 콘텐츠 개념이 요

구되고 있다.

u-콘텐츠는 유비쿼터스 가상현실에서 통용되는 콘텐츠라 정의된다[10,11]. u-콘텐츠는 u-실감성(u-Realism), u-지능성(u-Intelligence), 그리고 u-이동성(u-Mobility)의 특성을 갖는다. u-실감성은 사용자 혹은 환경의 맥락을 고려하여 가상의 콘텐츠를 실제 객체나 환경에 증강하여 콘텐츠의 실감성을 높이는 특성을 의미한다. u-실감형 콘텐츠는 실제 물체와 콘텐츠를 현실공간에서 이음매없이 결합하며 인간의 오감을 자극하는 콘텐츠이다. u-지능성은 사용자의 직접적 혹은 간접적 의도를 반영하여 콘텐츠가 지능적 반응을 생성하는 특성을 의미한다. u-이동성은 콘텐츠가 선별된 스마트 객체(Smart Entities) 사이를 자유롭게 이동하는 특성이다. 이러한 특성을 갖춘 u-이동형 콘텐츠는 스스로 사용자, 장비 그리고 장소를 이동할 수 있는 정보를 내재하고 있다.

- u-실감성: 유비쿼터스 가상현실에서 인간의 오감을 자극하는 콘텐츠의 실감적인 재현과 관련이 있다. 시각적인 관점에서 3차원 콘텐츠를 현실 공간의 객체에 결합하는 문제를 고려해보면, 기존의 카메라 보정(calibration), 추적(tracking), 그리고 등록(registration) 기술에 현재의 사용자와 환경의 맥락을 적용하여 현실감을 높일 수 있는 가능성을 갖는다. 예를 들어, 콘텐츠의 실제 공간에서의 증강 시에, 현재 공간 자체의 조명, 크기, 시간 등의 환경적 맥락들의 활용은 증강된 콘텐츠의 실감성을 높일 수 있는 한 방법이라고 할 수 있다.

- u-지능성: 유비쿼터스 가상현실에서 사용자와 환경의 맥락에 따른 개인화된 콘텐츠 제공과 관련이 있다. 기존의 인공지능이 컴퓨터의 계산력에 노력을 기울인 기술이라면, u-지능성은 사용

자의 상황과 개인에 따라 적절한 지능적 반응을 생성해 내는 것이 목표이다. 이를 위해, 사용자와 환경으로부터 획득된 맥락을 분석해 내는 기법과 이를 적용하여 콘텐츠 반응을 생성해 내는 기술이 필요하다.

• u-이동성: 유비쿼터스 가상현실에서 콘텐츠가 현재의 장치에서 다른 장치로 선택적으로 이동할 수 있는 것을 의미한다. 이때 서로 다른 종류의 객체로의 이동뿐만 아니라 동일한 기능을 갖춘 다른 객체로의 이동도 포함한다. '선택적' 이동은 콘텐츠가 사용자와 환경의 맥락에 따라 결정된다는 것을 의미한다. 예를 들어, 오감을 재현하는 u-콘텐츠가 스마트 홈과 같은 대형 디스플레이 환경에서도 재현될 뿐만 아니라 모바일 장치와 같은 소형 디스플레이에서도 재현될 수 있다.

u-콘텐츠의 u-절감성, u-지능성, u-이동성을 유비쿼터스 가상현실의 기반구조에서 동작시키기 위해서는 이러한 특성을 명시한 설명자가 필요하다[9]. 기본적으로, u-콘텐츠는 설명자와 콘텐츠 자체 내용을 이루는 몸체로 구성된다. 설명자는 세 가지 u-콘텐츠 속성에 관한 파라미터를 구조화해 저장하고 있다. 그림 3은 본 논문에서 정의한 u-콘텐츠와 그 설명자가 유비쿼터스 가상현실 응용(U-VR Application)에 사용될 때의 흐름을 보여준다. 우선, 유비쿼터스 컴퓨터 환경에서의 다양한 센서와 서비스(ubi-Service)로부터 맥락 정보가 추출되고, 통합 맥락 인식 모델(Unified Context-Aware Model)을 통해 분석된다. 그 후, 분석된 맥락과 u-콘텐츠 설명자에서 추출된 맥락 간의 융합이 맥락 증강 툴킷(Context-aware Augmented Reality Toolkit) 속에서 이루어진다. 융합된 정보는 기 개발된 유비쿼터스 가상현실 응용에서 사용된다.

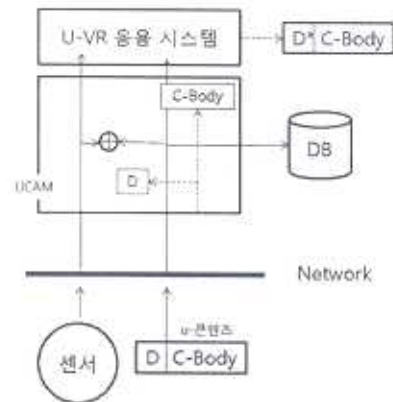


그림 3. u-콘텐츠를 지원하기 위한 유비쿼터스 가상현실 응용시스템 예

각 맥락간 융합을 용이하게 하기 위해, u-콘텐츠 설명자는 육하원칙(5W1H)과 같은 정형화된 형식을 이용하여 정의된다[10]. 특히, "what" 필드에는 u-콘텐츠의 정의된 세 가지 특성에 관한 파라미터들이 저장되며, 파라미터는 크게 동적(Dynamic)인 것과 정적(Static)인 것들로 나뉘게 된다. 동적인 파라미터들은 맥락간 융합시 다시 정의될 수 있는 값들이며, 정적인 파라미터들은 u-콘텐츠에 종속되어 변하지 않는 고유값을 의미한다.

### 3. 유비쿼터스 가상현실 응용 예

#### 3.1 저작을 통한 사용자 참여

U-VR 시뮬레이터는 유비쿼터스 가상현실 응용 시스템을 가상환경에서 시뮬레이션 할 수 있으며, 현실공간의 센서, 액추에이터, 서비스와 같은 새로운 가상 개체들을 기존의 실제 개체에 추가할 수 있게 한다[12,13]. 이러한 저작 기능을 이용하여 기존의 장치와 시뮬레이션 할 장치를 동시에 활용함으로써 빠른 개발과 비용 절감의 효과가 있다. 또한, 스마트 홈, 스마트 빌딩 등 응용 시스

템 개발자들이 유비쿼터스 가상현실 응용시스템을 쉽고 빠르게 개발할 수 있게 도와준다.

U-VR 시뮬레이터는 그림 4에서 보는 것처럼 코어를 중심으로 가상 센서와 서비스, 실제 센서와 서비스로 구조를 가진다. 시뮬레이터 코어는 U-VR 시뮬레이터의 환경을 구성 및 제어하고, 개체들의 동작 히스토리를 저장하고 반영한다 [12]. 실제 서비스와 센서는 앞서 유비쿼터스 센서나 임베디드 시스템 등 물리적인 장치 위에서 동작한다. 시뮬레이터 코어는 UCAM 기반의 네트워크를 통하여 현실 환경과 가상 시뮬레이션 환경이 연동되도록 하는 중요한 역할을 한다.

디지털로그 북은 출판물 (종이책)에 인간의 시각, 청각, 촉각을 자극하는 멀티미디어 콘텐츠를 융합시켜 종이책에서 제공할 수 없는 부가적인 정보를 제공하는 책이다[14]. 독자의 시각, 청각, 촉각을 자극함으로써 책의 내용을 읽기만 하는 것이 아니라 체험할 수 있도록 한다. 그림 5의 디지털로그 북 - <범종>은 독자가 한국의 범종을 공부하면서, 종이책에서는 체험해 볼 수 없는 종의 입체 모습, 타종 방법, 종소리를 체험할 수 있다[15].

아틀렛 (ARtalet)은 이러한 디지털로그 북을 개발하기 위한 저작 도구로서 증강(혼합)현실 기술

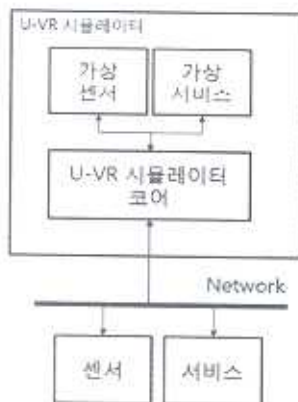


그림 4. U-VR 시뮬레이터 구조

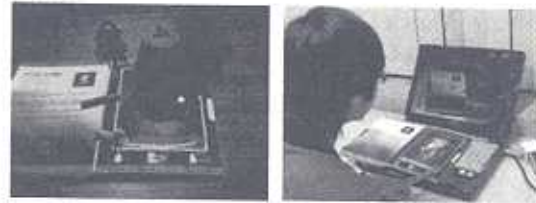
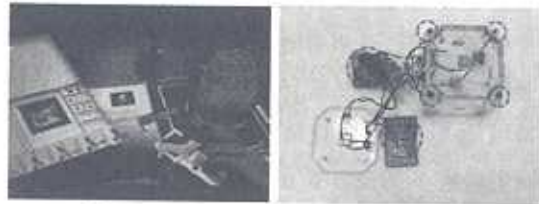


그림 5. 디지털로그 북 <범종>



(a) 저작도구 아틀렛 (b) 큐브 사용자 인터페이스  
그림 6. 디지털로그 북 저작도구 아틀렛 (ARtalet)

을 이용하여 일반 사용자가 디지털로그 북을 저작 및 출판 할 수 있도록 하는 것을 목표로 한다[16]. 즉, 일반 사용자들이 아틀렛을 이용하여 콘텐츠를 증강, 이동, 변환 등의 저작과정을 통하여 디지털로그 북을 저작할 수 있도록 한다. 그림 6 (a)는 아틀렛 저작 시스템 원형을 보여주며, 그림 6 (b)는 큐브 사용자 인터페이스 (Cubical User Interface)를 이용한 자동차 모델 조립 예이다[17]. 아틀렛 (ARtalet)은 3차원 사용자 인터페이스를 활용함으로써 기존 2차원 사용자 인터페이스로 쉽게 할 수 없는 작업을 직관적이고 간편하게 할 수 있게 도와준다.

디지털로그 북의 응용분야는 교육, 광고, 홍보, 오락 등 다양한 것으로 예상된다. 특히, 사용자가 직접 책에 가상의 콘텐츠를 삽입/편집하고 이를 인터넷을 통해 공유함으로써 사용자 참여형 생태계 조성에 일조할 것으로 기대된다.

### 3.2 맥락 및 콘텐츠 공유

맥락인식 모바일 증강현실(CAMAR: Context-

aware Mobile Augmented Reality)에서는 핸드폰과 같은 휴대형 단말기를 이용하여 언제 어디서나 가상공간의 콘텐츠를 현실공간으로 옮겨와 증강시키며, 현실공간의 사용자의 경험과 기록을 가상공간에 저장할 수 있다[18,19]. 또한, 가상공간에서는 모의실험과 인공지능 기술이 접목되어, 현실공간의 콘텐츠는 지능화(개인화)된 반응을 표출할 수 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 모바일 증강현실의 접목으로, 사용자의 프로파일을 반영하여 동일 대상에 대해서도 각 사용자가 원하는 개인화된 디지털형 u-콘텐츠를 증강하고 활용할 수 있도록 하는 시스템이다.

맥락인식 모바일 증강현실 기술은 사용자에게 맥락인지 정보를 제공하고, 이를 기반으로 상황에 적합한 서비스를 제형/제공한다. 또한 자연스런 사용자 상호작용을 제공함으로써, 사용자가 매쉬업 기능을 이용하여 자신이 선호하는 서비스를 손쉽게 이용할 수 있도록 한다[18,19]. 그림 7은 이 기술을 이용한 스마트 홈 도우미 시나리오를 보여준다. 사용자는 자신의 모바일 단말기를 이용하여 스마트 홈에 배치된 센서와 응용 시스템의 종류와 상태를 실시간으로 볼 수 있다. 이를 이용하여 사용자는 스마트 홈 곳곳에 숨겨져 있는 센서와 응용 시스템을 관리할 수 있게 된다.



그림 7. 맥락인식 모바일 증강현실 기술을 이용한 스마트 홈 도우미 시나리오

미니어처 AR 시스템은 모델하우스나 박물관, 전시관에 사용되는 미니어처용 증강현실 시스템을 이용하여 콘텐츠를 융합시켜 미니어처의 활용도를 극대화 하는 시스템이다[20]. 이 시스템을 이용하면 정적인 미니어처에 환경변화, 교통량, 그림자, 건물의 외관변경, 새로운 건물 추가 등 다양한 시뮬레이션을 실행해 볼 수 있다. 그림 8은 관람하고자하는 지역을 미니어처로 제작한 후 카메라 추적기술을 이용하여 미니어처에 생동감 있는 콘텐츠를 융합시켜 디지털형 u-콘텐츠를 상영하는 모습이다. 그림 8은 사용자가 미니어처 AR 시스템을 자신의 손동작을 이용하여 제어하는 모습이다.

또한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자들은 처한 상황에 따라 적합한 서비스를 선택적으로 제공받게 된다. 주위 환경에 존재하는 다수의 자원과 정보들을 효과적으로 이용하기 위해 공통의 관심사를 가지는 사용자들을 커뮤니티로 구성하는 기술이 필요하다. 이를 위해 사용자 중심의 맥락 정보와 사용자 프로파일에 기반한 소셜 네트워크 구성 기법을 제안되었다[21]. 이 기법은 사용자 및 주변 환경의 변화를 맥락 통해 유사도를 계산하고, 이 값을 이용하여 구성된 소셜 네트워크 연결선의 가중치를 결정한다. 그리고 맥락의 변화에 따라 구성된 소셜 네트워크의 연결선의 가중치



그림 8. 미니어처 AR 시스템

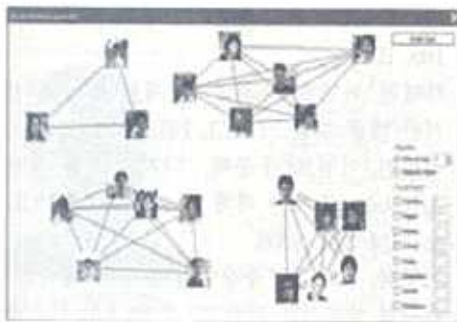


그림 9. 소셜 네트워크 가시화 응용 시스템

및 환경에 위치하고 있는 노드의 변화가 그림 9와 같이 가시화 응용 프로그램을 통해 나타내어진다.

### 3.3 유비쿼터스 가상현실을 위한 지능성

개인화된 증강현실 정보 도우미는 모바일 사용자가 존재하는 공간에 모바일 사용자의 맥락에 적합한 콘텐츠를 지속적으로 제공하는 것을 목적으로 한다[22-24]. 이 도우미는 크게 모바일 맥락 인식 모듈, 개인화 모듈, 그리고 증강 모듈로 구성된다. 모바일 맥락 인식 모듈은 사용자의 맥락 정보를 인식하고 이에 따른 사용자의 프로파일을 추론한다. 그리고 개인화 모듈은 모바일 사용자의 맥락에 따라 사용자에게 제공되는 콘텐츠를 개인화한다. 증강 모듈은 그림 10처럼 물리적인 객체를 인식하고 객체와 연관된 콘텐츠를 자연스럽게 증강시킨다.



그림 10. 개인화된 증강현실 도우미

## 4. 결 론

본 논문에서는 스마트 환경 구성을 위한 유비쿼터스 가상현실과 이를 구현하기 위한 기술, 그리고 응용 예를 설명하였다. 이러한 기술들은 유비쿼터스 증강, 고수준의 맥락 인식, 사용자들의 지속적인 참여를 지원할 수 있도록 연구되어야 한다. 사용자 어디에서나 실제 환경에 증강된 정보나 콘텐츠를 체험할 수 있어야 하며, 고수준의 맥락 인식 기술이 개발되어 다양한 센싱 정보로부터 사용자 및 주변 관계를 통해 맥락을 인식해야 한다. 또한, 사용자의 참여를 높이기 위해 콘텐츠를 생성/소비하고 다른 사용자와 선택적으로 공유를 가능하게 하기 위한 사용자 인터페이스와 상호작용 기법도 연구되어야 한다. 미래의 유비쿼터스 가상현실의 사용자는 현실공간과 가상공간의 장점을 융합한 u-콘텐츠를 확대/재생산하고 실감 체험 할 수 있을 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이영호, 김기영, 신춘성, 우운택, "유비쿼터스 가상현실에서 디지로그형 u-콘텐츠 기술동향 및 응용," 정보과학회지 제 26권 제 12호, pp. 6-17, 2008, 12.
- [2] 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.
- [3] Bruce Thomas, "Roadblocks: Current Technology Challenges for Ubiquitous Virtual Reality," *International Workshop on Ubiquitous VR*, pp. 1-4, 2009.
- [4] 서영정, 이영호, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 가상현실 및 상호작용," 정보과학회지, 제 24권, pp. 072-083, 2006.
- [5] Sehwan Kim, Youngjung Suh, Youngho Lee,

- Woontack Woo, "Toward ubiquitous VR: When VR Meets ubiComp," ISUVR 2006, pp. 1-4, 2006.
- [6] Sehwan Kim, Youngho Lee, Woontack Woo, "How to Realize Ubiquitous VR?," Pervasive:TSI Workshop, pp. 493-504, 2006.
- [7] 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.
- [8] Youngho Lee, Sejin Oh, Youngjung Suh, Seije Jang, Woontack Woo, "Enhanced Framework for a Personalized User Interface based on a Unified Context-aware Application Model for Virtual Environments," IEICE TRANS. INF. & SYST, E90-D, paper No.6, pp. 994-997, 2007.
- [9] Kiyoung Kim, Sejin Oh, Jonghyun Han and Woontack Woo, "u-Contents: Description and Representation of Contents in Ubiquitous VR," International Workshop on Ubiquitous VR 2009, pp. 9-12, 2009.
- [10] Kiyoung Kim, Dongpyo Hong, Youngho Lee, Woontack Woo, "Realization of u-Contents: u-Realism, u-Mobility and u-Intelligence," International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality, pp. 3-4, 2007.
- [11] 오세진, 이원우, 박영민, 우운택, "u-콘텐츠: u-지능공간(USS)에서의 실감형 감성 콘텐츠," 한국멀티미디어학회지, Vol.10, No.2, pp. pp.73-83, 2006.
- [12] 강장구, 오유수, 우운택, "현실 환경과 가상 환경을 연동하는 맥락 인식 기반 U-VR 서물레이터," 한국HCI학술지, pp. 310-314, 2009.
- [13] Changgu Kang, Yoosoo Oh, Woontack Woo, "An Architecture for Flexible Entity Configuration in A Simulation Environment," Lecture Notes in Computer Science, Volume 5670, pp. 38-48, 2009.
- [14] 이영호, 하태진, 이형복, 김기영, 우운택, "디지로그 북 - 아나로그 책과 디지털 콘텐츠의 융합," 정보통신분야학회 공동학술대회, 14권, pp. 186-189, 2007.
- [15] 하태진, 이영호, 우운택, "디지로그 북: 증강현실 기반 범용 체험," KHCI, 1권, pp. 456-460, 2008.
- [16] 하태진, 이영호, 우운택, "디지로그 북 저작도구 ARtalet - 3 차원 객체 속성 저작," KHCI, 1권, pp. 314-318, 2008.
- [17] 이형복, 우운택, "증강현실 콘텐츠 제작을 위한 감각형 상호작용 기반 3D 모델 조립 시스템," 신호처리합동학술대회 논문집, 1권, pp. 88, 2008.
- [18] 서영정, 박영민, 윤효석, 우운택, "유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인화된 스마트 오브젝트 제어 및 미디어 콘텐츠 제공을 위한 맥락 인식 모바일 증강 현실 시스템," 대한전자공학회 논문지, 44 권, CI편 제 3호, pp. 57-67, 2007.
- [19] Choonsung Shin, Wonwoo Lee, Youngjung Suh, Hyoseok Yoon, Youngho Lee, Woontack Woo, "CAMAR 2.0: Future Direction of Context-Aware Mobile Augmented Reality," International Symposium on Ubiquitous VR 2009, pp. 21-24, 2009.
- [20] 김기영, 박영민, 백운희, 우운택, "미니어처 AR: 증강 현실 기반 차세대 디지로그형 콘텐츠 체험 전시 시스템," 한국차세대컴퓨팅학회 논문지, 5, 2, pp. 35-41, 2009.
- [21] 한종현, 우운택, "컨텍스트 기반 사용자 간 소셜 네트워크 구성 방법," KHCI2009, pp. 011-014, 2009.
- [22] Sejin Oh and Woontack Woo, "CAMAR: Context-aware Mobile Augmented Reality in Smart Space," International Workshop on Ubiquitous Virtual Reality 2009, pp. 48-51, 2009.
- [23] Sejin Oh and Woontack Woo, "CAMAR Companion : Context-aware Mobile AR System for supporting the Personalization of Augmented Content in Smart Space," KHCI'09, pp. 673-676, 2009.
- [24] SejinOh, AhyoungChoi, Woontack Woo, "Sketch on Lifelong Learning AR Agents in U-VR Environments," International Symposium on Ubiquitous VR(ISUVR'09), pp. 47-50, 2009.



이 명 호

- 1996년 ~ 1999년 원주과학기술원 수학과 학사
- 1999년 ~ 2001년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2002년 ~ 2008년 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사
- 2008년 ~ 2009년 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소 박사후연구원
- 2009년 ~ 2009년 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소 연구교수
- 2009년 ~ 현재 국립목포대학교 컴퓨터공학과 교수
- 관심분야 : 가상현실, 증강/혼합현실, 인간 컴퓨터 상호작용, 문화콘텐츠기술, 맥락 인식 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅 등



하 태 진

- 2001년 ~ 2005년 동국대학교 정보통신공학부 학사
- 2005년 ~ 2007년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2007년 ~ 현재 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사과정
- 관심분야 : HCI, 증강/혼합 현실, 저작도구, 3D 사용자 인터페이스, 사용자 평가



신 준 성

- 1987년 ~ 2004년 숭실대학교 컴퓨터학부 학사
- 2004년 ~ 2006년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
- 2006년 ~ 현재 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사과정
- 관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 맥락 인식 컴퓨팅, 인간 컴퓨터 상호작용, 모바일 증강현실



우 윤 택

- 1985년 ~ 1989년 경북대학교 전자공학과 학사
- 1989년 ~ 1991년 포항공과대학교 전기전자공학과 석사
- 1991년 ~ 1992년 삼성종합기술원 연구원
- 1993년 ~ 1998년 Univ. of Southern California (USC) Electrical Engineering Systems 박사
- 1999년 ~ 2001년 ATR MIC Lab. 초빙 연구원
- 2001년 ~ 현재 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 교수
- 2005년 ~ 현재 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소장
- 관심분야 : 문화콘텐츠기술, 3D 컴퓨터 비전, 증강/혼합현실, 인간 컴퓨터 상호작용, 감정인식, 맥락 인식 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅 등