

지능형 정보 공간에서 u-콘텐츠의 개인화, 선택적 공유 및 상호작용을 위한 맥락 인식 증강 현실 시스템¹

Context-aware Mobile AR System for Personalization, Selective Sharing, and Interaction
of u-Contents in u-Space

서영정, Youngjung Suh*, 박영민, Youngmin Park*, 신춘성, Choonsung Shin*, 윤효석, Hyoseok Yoon*,
장윤제, Yoonje Chang**, 우운택, Woontack Woo*

* 광주과학기술원 U-VR 연구실

** 광주과학기술원 문화기술연구센터

요약 본 논문에서는 지능형 정보 공간에서의 모바일 증강 현실 기반 환경 제어, u-콘텐츠의 개인화, 선택적 공유 및 협업의 개념을 포함하는 맥락 인식 모바일 증강 현실 (Context-aware Mobile AR) 시스템을 제안한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 인프라의 발전으로 눈에 보이지 않는 컴퓨팅 리소스들로부터 획득되는 환경 및 개인의 맥락정보와 u-콘텐츠 활용의 용이성이 증가하고 있다. 하지만 사용자들이 눈에 보이지 않는 수많은 스마트 오브젝트들을 인지하기가 어려우며, 인터페이스의 복잡성으로 인하여 스마트 오브젝트들을 제어하는 것 역시 쉽지 않다. 또한, 다양한 u-콘텐츠의 획일적인 증강은 사용자에게 혼란만을 가중시키는 문제를 유발한다. 따라서, 제안된 시스템은 맥락 인지 기술과 모바일 증강 현실 기술을 접목하여 개인화된 스마트 오브젝트 컨트롤과 개인화된 u-콘텐츠의 증강 및 선택적인 공유를 가능하게 하고자 한다.

핵심어: 맥락 인식, 모바일 증강 현실, 지능형 정보 공간, u-콘텐츠, 개인화, 선택적 공유

1. 서론

모바일 증강 현실 분야에서는 이동성이라는 특성으로 인해 발생하는 기술적인 난제들의 해결에 주로 많은 관심을 두어 왔다. Columbia 대학에서 수행했던 MARS (Mobile Augmented Reality Systems) 프로젝트는 증강현실과 모바일 컴퓨팅이라는 두 분야의 접목을 시도하였다[1]. 하지만 이러한 모바일 증강 현실 관련 연구들은 유비쿼터스 환경에 대한 고려 없이 사용자의 취향과는 상관없이 일방적이고 일괄적인 미디어 콘텐츠를만을 제공한다. 이러한 기존 연구의 단점을 보완하고자 맥락 인식(Context-awareness) 개념을 도입하여 증강현실 기술과 접목하려는 연구들이 이루어져 왔다 [2].

Bruns E. et al. 은 대규모의 전시관 및 박물관에서 다수의 전시물을 인식 및 추적하여 멀티미디어 콘텐츠를 모바일 폰에 증강시킴으로써 해당 전시물에 대한 정보를 제공하는 시스템을 개발하였다[3]. Daniel Wagner et al.은 실시간 다수 사용자 협업용 증강현실 게임을 개발하였다[4].

¹본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천 기반기술개발사업의 원에 의한 것임

Studierstube은 이동성, 협업 및 유비쿼터스 컴퓨팅의 개념을 도입하여 증강현실 어플리케이션의 개발에 적합한 소프트웨어 프레임워크를 제안하였다[5]. UMAR는 맥락 인지 기반의 정보 검색 및 개인화 기법을 활용하여 실제 세계와 가상 세계를 모바일 증강현실 기술을 이용하여 잘 연결한 개념적인 프레임워크를 개발하였다[6]. 하지만 이러한 연구들은 증강현실 기술을 기반으로 컨텍스트를 활용하는 개인화, 상호작용, 공유, 협업에 대한 개념이 아직 부족하다. 이러한 제약성을 극복하기 위해 컨텍스트에 기반한 정보 공유가 가능하고, 실감형 정보를 제공할 수 있는 컨텍스트 기반 정보 증강 및 공유 시스템 (aPost-it)이 제안되었다[7]. 하지만 aPost-it은 해당 오브젝트로부터 획득한 웹 페이지를 통한 미디어 콘텐츠의 개인화만을 지원하며 오브젝트 제어 인터페이스에 대한 개인화는 고려하지 않았다는 단점이 있다. 또한 사용자가 웹 페이지를 통하여 콘텐츠 공유 여부를 명시적으로 설정하는 방법으로 선택적 공유를 지원한다.

위에 언급한 기존 연구들의 한계점을 극복하기 위하여 본 논문에서는 맥락 인식 모바일 증강현실 (Context-aware Mobile AR) 시스템을 제안한다. 제안된 시스템에서는 사용자가 휴대하고 다니는 모바일 증강현실 장치 상의 개인화된 제어 인터페이스를 통하여 사용자가 스마트 오브젝트와 개인화

된 방식으로 상호작용하도록 한다. 또한, 환경 및 사용자의 맥락정보를 분석하여 공통 관심사를 추출함으로써 콘텐츠의 암묵적 선택적 공유를 지원한다. 제안된 시스템은 현실 공간에 정보 증강 및 협업을 통한 회의 시스템, 다양한 스마트 오브젝트의 리모컨 서비스 등 모바일 기기로 개인화된 서비스를 제공하여야 하는 서비스 분야에 적용될 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 맥락 인식 증강 현실 시스템에 대한 개요를 기술한다. 3장에서는 응용 가능한 시나리오 사례, 4장에서는 응용 시나리오 기반 시스템 구현에 대해서 살펴본다. 5장에서는 구현한 응용 시스템의 사용성 평가 및 고찰을 다룬다. 마지막으로 6장에서는 제안된 시스템의 향후 연구 방향에 대해 언급함으로써 결론을 맺는다.

2. 시스템 개요

제안된 시스템은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경과 모바일 증강 현실의 접목으로, 사용자의 프로파일을 반영하여 동일한 대상에 대해서도 각 사용자가 원하는 개인화된 미디어 정보를 증강하고 활용할 수 있도록 하는 시스템이다. 그림 1은 지능형 TV(ubiTV), 지능형 창(MR Window), 지능형 테이블(ARTable) 등으로 구성된 지능형 정보 공간에서 모바일 증강 현실 기반 환경 제어, u-콘텐츠의 개인화, 선택적 공유 및 협업의 개념을 포함하는 맥락 인식 모바일 증강 현실(Context-aware Mobile AR) 시스템을 보여주는 개념도이다.

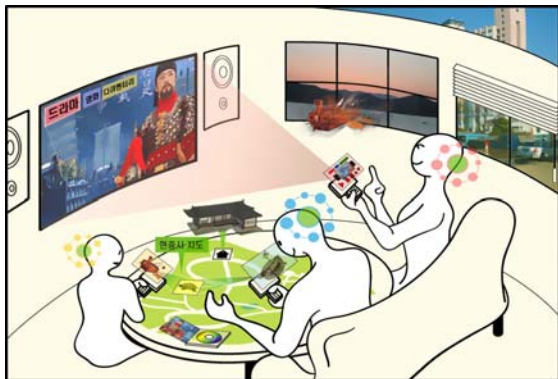


그림 1. 맥락 인식 모바일 증강 현실 시스템 개념도

이는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 다양한 스마트 오브젝트를 모바일 증강 현실 장치를 통해 인식하고, 컨트롤러를 증강시켜서 모바일 장치만을 이용하여 다양한 스마트 오브젝트를 제어할 수 있다. 또한, 동일 환경 내에서 공통 관심사를 가진 커뮤니티를 구성하여 동일 커뮤니티 내에서 선택적으로 u-콘텐츠를 공유함으로써 정보 활용도를 향상시킨다. 마지막으로 여러 사용자가 증강된 u-콘텐츠를 공유하고, 각 사용자의 조작에 대한 u-콘텐츠의 반응을 공유하여 사용자간 협업을 지원한다. u-콘텐츠란 실감성, 이동성, 지능성을 가지는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 활용될 콘텐츠이다[8].

3. 응용 가능 시나리오 사례

3.1 시나리오 사례 #1 - 개인화된 USS 컨트롤러

회사에서 퇴근한 강영민은 집에 돌아와 부인 이자경이 근

처 마트에 갔다는 사실을 알았다. 영민씨가 거실에 들어서자 거실의 조명은 그가 평소에 좋아하는 그린색으로 준비된다. 오늘은 날씨가 더워 영민씨는 파란색이 더 어울릴 것 같다는 생각에 파란색으로 조절하여 집안 전체를 좀 더 시원하게 만든 후, TV를 보기 위해 ubiTV 앞으로 이동한다. 강영민이 가까이 왔음을 인식한 ubiTV는 화면에 프로그램 실행 아이콘을 시작, 평소 강영민이 즐겨보던 프로그램 선호도를 중심으로 한 개인화된 recommendation 메뉴를 강영민에게 보여 준다. 강영민은 컨트롤러를 이용하여 저녁 스포츠 뉴스 채널을 선택, TV를 시청하기 시작한다. 이자경이 마트에서 돌아왔다. 이자경은 강영민이 스포츠 뉴스를 시청하고 있다는 것을 확인한 후, TV를 보기 앞서 잠시 PDA를 이용하여 운주사로 가상 나들이를 간다. 자경은 MRWindow로 이동한다. 우선 service discovery 내용을 확인한 후, MRWindow 서비스를 시작하려고 한다. MRWindow를 자주 사용하지 않아 사용법을 잊어버린 그녀는 PDA를 통해 사용법을 다시 한번 확인하고 MRWindow를 직접 제어하기 시작한다. MRWindow를 통해 가상 공간을 마음껏 돌아 다닌 이자경은 강영민이 시청하고 있던 스포츠 뉴스가 끝났음을 알고 강영민이 있는 ubiTV로 이동한다. MRWindow에는 자경씨가 평소 좋아하는 몬드리안의 그림들이 나타난다. 이자경이 ubiTV 앞에 서자 강영민의 컨트롤러에는 권한 위임 버튼이 나타났고, 강영민은 이자경에게 자신의 권한을 위임한다. 강영민의 컨트롤러를 위임 받은 이자경에게 ubiTV는 새롭게 자경씨의 기호와 선호도를 반영한 recommendation 메뉴를 보여 준다. 이에 자경은 요리 채널을 선택, TV를 시청하기 시작한다. 자경씨가 식탁으로 이동, 거실의 ubiTV와 전등은 꺼지게 된다.

3.2 시나리오 사례 #2: u-콘텐츠 개인화된 증강 및 공유

지난주에 운주사에 다녀온 강영민씨,

강영민씨는 지난주에 가족과 함께 운주사[9]에 다녀왔다. 사진 찍는 것을 무엇보다도 좋아하는 영민씨는 운주사 경내 곳곳에서 사진을 찍었다. 회사 동료 김철원에게 운주사 여행을 추천하기로 마음먹고 자신이 찍은 사진을 함께 보기 위해 그를 집으로 초대했다. 일주일 사이에 다시 보려고 하니 어디서 어떤 사진을 찍었는지 기억이 가물가물하다. 영민씨는 ARTable[10]을 이용하여 운주사에 갔던 그 느낌을 재연하고 사진을 보며 갔던 길을 되돌아 보려고 한다. ARTable 위의 지도를 보니 내가 어디에서 사진을 찍었는지 한 눈에 알 수 있다. 사진을 다시 보기 위해 UMPC로 그 곳에 가져갔다. 증강된 사진들은 UMPC에 나타나고 영민씨가 선택하자 확대되어 나타난다. 부분부분 꼼꼼히 살펴보면 그 때의 느낌을 가져본다.

강영민씨 집에 놀러 온 회사 후배 김철원씨,

철원씨는 운주사에 한번도 가 보지 못했다. 다른 사찰과는 다른 느낌을 준다는 영민씨 말에 ARTable을 이용하여 한 번 가보기로 한다. ARTable 위의 운주사 지도 위에는 영민씨가 운주사에서 사진을 찍었던 장소들이 표시되어 있었다. 와불이라는 곳에 가장 큰 표시가 되어있었고 UMPC를 가져가 와불을 보기로 한다. 강영민씨가 찍은 사진이 멋있었고 그에 관한 설명을 볼 수 있어 마치 내가 직접 운주사에 온 것 같았다. 설화에 관한 설명을 들어보니 더더욱 운주사에 대한 흥미가 커졌다. 곧이어 칠성바위와 공사바위까지도 가보기로

한다. 다음주에 가족들과 운주사에 가서 자신만의 새로운 경험을 할 것을 다짐한다.

지난주에 운주사로 수학여행을 다녀온 구현민의 학교 교실,

담임선생님은 HMD를 착용하여 운주사 탐들의 세세한 부분을 설명한다. 특히 기단의 비레나 각 탐신석과 옥개석의 모습을 통해 각 시대의 탐과 어떻게 다른지를 설명한다. 선생님은 돌들을 하나하나 움직여가며 학생들에게 설명 한다. 선생님을 통해 보는 탐들은 무척 섬세하고 마치 탐을 그대로 옮겨 놓은 듯 하다. 선생님은 탐들의 돌을 분리시켜 다시 순서대로 쌓는 시범을 보인다. 탐이 무너지지 않기 위해서는 돌의 모양과 크기에 맞춰 쌓아야 한다는 것을 알았다. 선생님이 탐을 잘못 쌓으면 진동이 와서 탐이 무너질 수 있다는 것을 미리 알려준다.

구현민은 UMPC를 들고 선생님이 상호작용하고 있는 ARTable을 UMPC를 통해 바라본다. 현민의 UMPC에는 다른 탐들과 탐의 모양을 쉽게 비교 할 수 있도록 형태 중심의 탐들이 놓여있다. 이렇게 보니 돌들의 모양이 각각 어떻게 다른지 쉽게 알 수 있었다. 각각의 돌들의 크기와 무게의 정보가 화면에 나타난다. 현민은 각각의 탐들이 과학적인 원리에 의해 만들어졌음을 알 수 있었다. 이지연 학생도 UMPC를 들고 선생님이 상호작용하고 있는 ARTable을 UMPC를 통해 바라본다. 지연 학생의 UMPC에는 각각의 돌들이 다른 색으로 나타나 있다. 각 돌들의 색은 위치를 나타내고 있었다. 아래쪽의 돌들은 진한 색을 위쪽의 돌들은 흐린 색을 나타내고 있었으며 탐의 꼭대기로 갈수록 색이 변화는 것을 볼 수 있었다. 각각의 색은 무게나 크기를 암시하기도 하여서 지연학생은 물체의 크기와 비례에 따른 색감에 대해서도 공부 할 수 있었다.

4. 응용 시스템 구현

우리는 맥락 인식 모바일 증강 현실 시스템의 유용성을 증명하기 위하여 사용자가 개인화된 제어 인터페이스를 통하여 환경에 존재하는 스마트 오브젝트들을 제어할 수 있는 개인화된 스마트 오브젝트 AR 컨트롤러와 문화재 답사 시에 방문자가 획득한 사진, 동영상 등으로부터 추출된 맥락정보 기반의 개인화된 u-콘텐츠의 증강 및 공유를 위한 시스템을 구현하였다.

4.1 모바일 AR 장치를 통한 개인화된 스마트 오브젝트 제어

개인화된 스마트 오브젝트 AR 컨트롤러는 사용자가 휴대하고 다니는 모바일 장치 상의 개인화된 제어 인터페이스를 의미하며, 사용자가 스마트 오브젝트와 개인화된 방식으로 상호작용할 수 있도록 지원한다. 대부분의 사용자가 모바일 장치를 하나씩 휴대하여 활용한다는 특성은 모바일 장치가 개인화된 사용자 인터페이스를 제공하기 용이하다는 점을 설명한다. 예를 들어, 하나의 모바일 AR 장치는 사용자가 익숙하게 사용해 왔거나 선호하는 제어 인터페이스를 개인화된 인터페이스로써 사용자에게 제공하는 것이 용이하면서도 자연스럽다. 우리는 사용자가 개인화된 제어 인터페이스를 통하여 환경에 존재하는 스마트 오브젝트들을 제어할 수 있는 개인화된 스마트 오브젝트 제어를 디자인하고 구현하였다.

이는 사용자가 스마트 오브젝트를 제어하고자 하는 의도가 있을 때, 사용자는 자신의 모바일 AR 장치에 부착되어 있는 카메라로 해당 스마트 오브젝트를 촬영하기만 하면 제어가 가능하도록 지원한다. 사용자가 스마트 오브젝트를 모바일 장치의 카메라로 촬영하면 사용자의 모바일 장치는 해당 스마트 오브젝트로부터 그 오브젝트가 제공 가능한 기능들에 대한 정보를 포함하는 맥락 정보를 받아서 사용자에게 적합한 제어 인터페이스를 생성해 내는데 활용한다.

개인화된 스마트 오브젝트 AR 컨트롤러는 네 가지 기능을 제공한다. 첫째, 사용자의 선호도를 반영한 사용자 인터페이스를 생성 및 제공하는 모바일 장치의 개인화 기능이다. 둘째, 사용자가 위치한 홈 네트워크 상에서 연결된 장치와 서비스를 발견하여 사용자에게 알려주는 사용 가능한 서비스 알림 기능이다. 셋째, 그림 2 에서 볼 수 있듯이 하나의 PDA로 TV, 전등, MRWindow 및 ARTable등과 같은 여러 장치 및 서비스 제어를 가능하게 하는 유니버설 리모콘 기능이다. 마지막으로 사용하고자 하는 서비스를 다른 사용자가 사용하고 있을 시, 서비스 추천 및 제어권 이양 및 획득을 가능하게 하는 서비스 추천 및 제어권 획득 기능이다.



그림 2. 증강 현실 컨트롤러를 이용한 스마트 오브젝트 제어

이를 위해 개인화된 스마트 오브젝트 AR 컨트롤러는 스마트 오브젝트와 사용자를 연계시킬 수 있는 통합 프레임워크와 컨트롤러 구현 사례 (AR Controller)로 구성된다. 그림 3은 스마트 오브젝트와 이를 제어하는 컨트롤러로 구성된 스마트 오브젝트 컨트롤러 시스템의 전체 구조를 나타내고 있다.

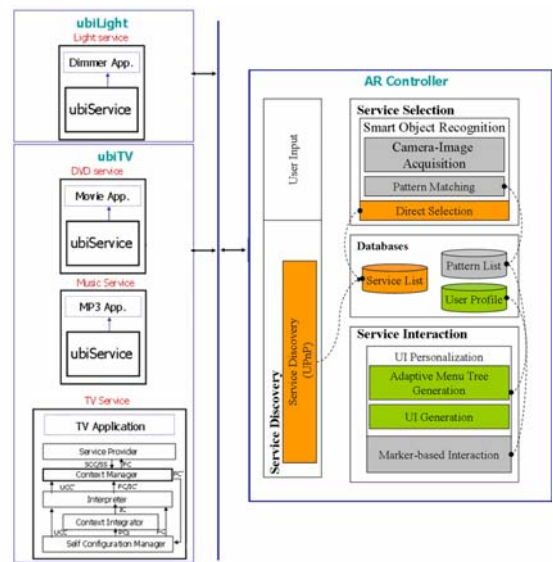


그림 3. 스마트 오브젝트 AR 컨트롤러 시스템

그림 2와 같이 스마트 오브젝트는 공유하는 장치에 따라 ubi-UCAM (Unified Context-aware Application Model for Ubiquitous Computing Environment)[11]을 기반으로 한 다

양한 맥락 인식 서비스가 배치된다. 스마트 오브젝트에 설치되는 맥락인식 서비스는 사용자의 맥락을 수집하고 이를 통합, 해석 및 관리를 거쳐 개인화된 서비스를 제공한다. ubiTV는 디스플레이 및 오디오 장치를 공유하면서 실시간 방송, 영화, 음악 등을 제공하는 다양한 맥락인식 미디어 서비스로 구성된다. ubiLight는 전등 장치를 기반으로 사용자의 상황에 알맞은 밝기를 제공하는 전등서비스 및 전등제어기로 구성된다. 보다 원활한 서비스 사용을 위해 각 사용자의 선호도 및 서비스 상황을 인지함으로써 충돌을 인지한다. 이렇게 인지한 충돌을 해결하기 위해서 등록된 응용의 프로파일과 사용자의 맥락을 활용하여 서비스를 추천하는 맥락을 생성한다. 마지막으로, 최종 맥락 전달기는 충돌이 해결된 맥락을 서비스 제공기와 서비스 환경 내의 다른 응용에 전달한다. 사용자들은 이러한 스마트 오브젝트를 AR 컨트롤러를 통해 제어한다.

AR 컨트롤러는 사용자가 휴대하는 모바일 장치이며 설치된 서비스 발견 모듈을 통해 이용가능한 서비스를 시각화해줄 뿐만 아니라 내장된 카메라를 통해 관심 있는 스마트 오브젝트를 인식하고 개인화된 인터페이스를 제공한다. 제어 인터페이스 획득 과정에서 필요한 AR 기술 관련 마커 인식 부분은 가시적인 마커를 환경에 스며들게 하여 환경의 일부로 인식되도록 하는 마커를 제작하여 활용하였다. TV, MRWindow, ARTable의 경우 사용자가 다가가면 평상시의 액자형태에서 마커로 변화하는 스크린 세이버 형태이다. 전등 스위치의 경우 조명스위치 덮개인 동시에 마커의 역할을 수행하는 테두리 형태로 개발하였다.

AR 컨트롤러는 PDA와 UMPC 두 가지 플랫폼에 구현된다. PDA는 UMPC에 비해 소형이고, 가격이 저렴하며 휴대성이 뛰어난 반면, 이미지 프로세싱처럼 많은 연산이 필요한 작업에 대해서는 처리속도가 현저히 떨어진다. 반면, UMPC는 노트북과 대동소이한 연산능력을 가지고 있지만, 가격, 크기 면에서는 PDA보다 떨어진다. 따라서 두 가지 플랫폼에 모두 적용하여 각각의 장단점을 절충한다. 그림 4는 각 플랫폼에 구현된 AR 컨트롤러를 보여준다.

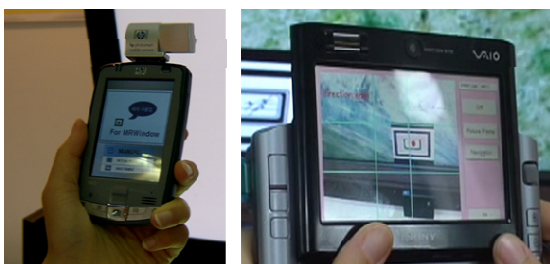


그림 4. (좌) PDA 플랫폼의 AR 컨트롤러, (우) UMPC 플랫폼의 AR 컨트롤러.

AR 컨트롤러를 실행을 하면, 우선 환경의 스마트 오브젝트와 서비스를 주기적으로 검색하고 서비스의 알림(Announcement) 메시지를 확인한다. 이를 위해 UPnP[12]의 메시지를 입력으로 받고 발견된 서비스 목록을 서비스 DB에 저장한다. 사용자가 서비스를 사용할 때에는 목록에서 선택하거나 관심 스마트 오브젝트를 모바일 장치의 카메라로 촬영을 하여 제어 인터페이스를 얻을 수 있다. 이 때에는 촬영된 스마트 오브젝트를 입력 받아 패턴 리스트와 비교하여 높은 유사도를 지니는 스마트 오브젝트로 인식한다. 사용

자가 선택한 스마트 오브젝트와 서비스가 확인이 되면, 사용자의 선호도, 행동 패턴에 따라 모바일 장치의 사용자 인터페이스를 개인화한다. 이를 위해 사용자 프로파일 정보를 활용하며, 사용자가 자주 사용하는 메뉴의 가중치를 부가하여 사용자에게 적합한 메뉴 트리를 생성한다. 이러한 방식으로 우리는 모바일 AR 장치상에 ubiTV 컨트롤러, MRWindow 컨트롤러, Light 컨트롤러, 그리고 ARTable 컨트롤러와 같은 개인화된 스마트 오브젝트 AR 컨트롤러들을 구현하였다.

대표적 예로서, ubiTV 컨트롤러는 사용자가 TV 서비스 영역에 들어와서 2초 이상 서 있을 경우, 사용자의 위치 및 방위 정보를 ubiTV 서비스에 대한 명시적인 사용 의도를 파악하는데 활용한다. 이 때, 서비스 추천 메뉴와 마커가 동시에 TV에 디스플레이된다. 사용자는 TV 화면에 디스플레이된 마커를 PDA/UMPC의 카메라로 촬영함으로써 PDA/UMPC 화면에 ubiTV AR 컨트롤러를 증강시킬 수 있다. 사용자의 ubiTV AR 컨트롤러상의 제어 항목 목록은 사용자의 프로파일이나 선호도 정보와 같은 사용자 맥락에 따라 적절한 순서대로 정렬되어 디스플레이 된다. 사용자는 AR 컨트롤러를 활용하여 ubiTV 내의 특정 서비스 항목을 선택하여 자신이 원하는 형태로 제공받을 수 있다. 또한, 두 사람 이상이 ubiTV 서비스를 동시에 사용하려고 하는 경우는 다음과 같은 방식으로 동작한다. 사용자 A가 ubiTV 서비스를 사용하고 있었을 때, 사용자 B가 ubiTV의 서비스 영역 내에 들어오게 되면 사용자 A의 PDA/UMPC 상의 ubiTV AR 컨트롤러에 권한 이입 버튼이 나타난다. 사용자 A는 ubiTV 제어에 대한 그의 권한을 사용자 B에게 이입할 수 있다. 사용자 B는 권한 획득을 위하여 마커를 자신의 PDA/UMPC의 카메라로 찍음으로써 ubiTV에 대한 제어에 대한 권한을 이입받을 수 있다. 이제부터 사용자 B의 PDA/UMPC 상에 권한 획득 후 증강된 ubiTV AR 컨트롤러를 통하여 ubiTV의 원하는 서비스 항목을 자유롭게 선택하여 사용할 수 있다. ubiTV는 사용자 B가 사용자 A로부터 ubiTV에 대한 권한을 이입 받았음을 인식하여 사용자 B의 평소 선호도 정보에 기반하여 서비스 추천 리스트를 제공한다.

4.2 맥락정보 기반 u-콘텐츠 증강 및 공유

모바일 AR 기술을 활용한 u-콘텐츠의 증강 및 공유 기술을 보여 주기 위하여 우리는 사용자들이 문화 유적지에서 찍은 사진들을 증강하고 공유할 수 있는 하나의 에듀테인먼트 시스템을 구현하였다. 실생활의 꽃말이나 지도의 모형들을 직접 활용하는 방법을 통하여 실제 운주사 환경의 유적지를 표시하는데 어울리는 증강 현실용 마커를 디자인하고 추적하여 해당 콘텐츠를 증강시켰다. 문화재 답사 시에 방문자에 의해 획득되는 사진, 동영상 등으로부터 맥락을 추출하고, 이를 모바일 증강 현실 시스템을 활용하여 다른 사용자와 선택적으로 공유할 수 있는 “Context Copy”의 개념을 구현하였다. 그림 5는 ARTable상의 특정 지역에 사용자의 맥락 정보에 기반하여 개인화된 멀티미디어 콘텐츠를 증강하고 선택적으로 공유하는 장면을 보여준다.

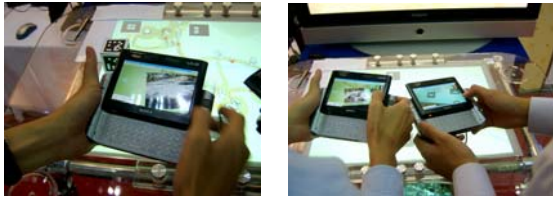


그림 5. 맥락 기반 콘텐츠 증강 및 공유

그림 6는 사용자의 모바일 기기에서 동작하는 플랫폼 및 ARTable을 포함한 전체 시스템의 중요 컴포넌트의 구조를 보여준다.

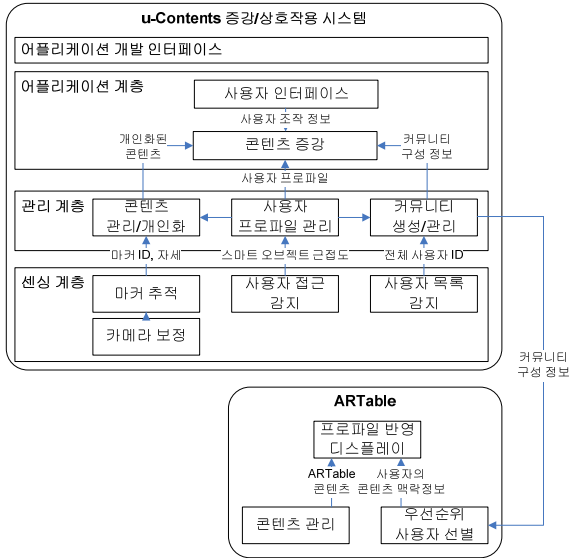


그림 6. u-콘텐츠 증강/상호작용 시스템 및 ARTable의 중요 컴포넌트 다이어그램

우리는 문화 유적지로 운주사를 증강하고 공유할 콘텐츠로서 사진 콘텐츠를 선택하였다. 운주사와 운주사 내의 지역과 길이 표시되는 지도가 ARTable에 디스플레이된다. 지도상의 특정한 지역을 표시하기 위해서, 지도 주변의 실제 환경과 어울릴 만한 특정한 AR 마커를 디자인하고, 시스템이 마커를 인식하도록 하였다. 사용자 맥락에 기반하여 지도내 특정 지역을 표시하는 특정 마커에 해당 콘텐츠가 증강된다. 그림 7은 ARTable 에 AR 마커로 표시되어 있는 몇 군데의 유적지를 포함한 운주사 지도를 보여주고 있다.



그림 7. 스마트 테이블에 증강된 지도와 AR 마커

서로 다른 관심사, 선호도, 경험 등과 같은 맥락 정보를 가지고 있는 각각의 사용자는 자신의 모바일 장치인 UMPC에서 관리되는 자신만의 맥락 정보를 ARTable의 가상 네비

게이션 시스템에 전달한다. 각 사용자의 맥락 정보에 따라 두 사용자는 동일한 가상 콘텐츠를 보다라도 질적, 양적 측면에서 서로 다른 수준의 정보를 제공받게 된다.

4.2.1 맥락정보 복사 (Context Copy)

문화 유적지 탐방 시, 사람들은 추억을 간직하거나 다른 사람들과 자신들의 경험을 공유하기 위해서 유적지의 문화재 사진을 찍어서 자신의 모바일 장치에 저장 및 관리하는 성향을 가지고 있다. 이러한 면에서 획득할 수 있는 맥락 정보는 유적지에서 사진을 찍은 시간과 장소 정보이다. 시간, 장소 등과 같은 개인적인 맥락 정보는 UMPC와 같은 개별적인 모바일 장치에서 관리된다. 우리는 사용자가 운주사를 방문한 경험이 있는지 없는지에 따라 두 사용자에게 서로 다른 콘텐츠를 보여주는 시스템을 디자인하고 구현하였다.

Context Copy는 어느 특정 시점, 공간에서의 사용자와 사용자의 상황에 해당하는 맥락정보를 획득하여 다른 시점에 다른 공간에서 재현하고, 또 다른 사용자와 공유하는 경우 공유한 사용자에게도 동일하게 재현되는 개념이다. 이러한 개념이 구현된 u-콘텐츠 증강 및 상호작용 시스템에서는 사용자가 찍은 사진에 표 1에 나타난 것과 같이 사진과 관련된 중요 맥락정보를 첨부한다. 맥락정보가 첨부된 사진은 사진이 찍힌 지역의 지도가 보여지는 ARTable을 중심으로 사용자가 휴대한 모바일 장치를 통해 재현된다.

표 1 콘텐츠에 첨부된 맥락정보

항목	내용	구체화
Who	사용자 ID	아빠, 엄마, 자녀
When	콘텐츠 획득 시간	사진 촬영 당시의 시간
Where	콘텐츠 관련 지역	지역 ID (symbol)
What	콘텐츠 ID	사진 ID
How	콘텐츠의 개인화 정도	High: 공유하지 않음 Low: 공유 가능

ARTable은 사용자의 상호작용에 따라 동적으로 반응하여 영상을 보여주며[10] 구현된 시스템에서는 서비스 제공의 공간 및 다수 사용자의 상호작용 공간을 구성한다. 사진을 찍은 장소를 특정 유적지로 가정하여, ARTable에는 유적지의 전체 지도가 표시된다. 지도에는 사진들이 찍힌 장소의 주요 유적지를 나타내는 마커를 표시한다. 각 사용자가 휴대하는 모바일 기기에는 지도에 표시된 마커에 자신이 가지고 있는 사진 중 해당 지역에서 찍은 사진만이 증강된다.

이때 지도상에 표시되는 마커에는 사진의 맥락정보가 반영된다. 먼저, 서비스의 우선권을 가진 사용자를 선별하여 해당 사용자가 소유한 사진들이 찍힌 장소에만 마커를 표시한다. 또한, 동일한 장소에서 찍은 사진의 수가 많을수록 마커의 크기를 상대적으로 크게 표시하여 사용자가 소유한 콘텐츠의 상태를 파악하기 쉽도록 암시한다. 그림 8은 맥락정보가 반영되어 지도상에 표시된 마커를 보여준다.



그림 8. 사진 맥락정보에 기반하여 사용자가 사진을 소유한 지역에만 마커를 표시, 사진의 수에 비례하여 마커의 크기를 조절

우리는 사용자 A는 운주사를 가 본 적이 있으며, 그 사용자가 운주사에서 찍은 사진들이 UMPC에 저장되어 있다고 가정하였다. 사용자 A가 손에 들고 있는 UMPC의 카메라로 ARTable의 지도상의 특정 AR 마커를 들여다 보았을 때, 지도 위의 그 마커가 표시하고 있는 지역에서 찍었던 사진들이 UMPC 모니터 화면에 증강된다. 사용자 A는 화면상의 버튼을 클릭하면서 사진들을 차례로 넘겨 보거나 확대해 볼 수 있다. 그림 9는 ARTable 상의 특정 지역에 개인화된 사진 콘텐츠를 증강시키는 장면을 보여준다.



그림 9. 맥락 기반 콘텐츠 증강

사용자 A와는 달리, 사용자 B는 운주사를 방문한 적이 없으며 자신의 UMPC에 운주사에서 찍은 사진이 없다고 가정한다. 따라서 사용자 B가 자신의 UMPC의 카메라로 ARTable의 지도상의 사용자 A가 보고 있는 동일한 지역을 표시하고 있는 AR 마커를 보았을 때, 그 마커로 표시된 지역에 관련된 사진 콘텐츠는 증강되지 않는다. 구현된 시스템은 사용자 B는 운주사 방문 경험이 없기 때문에 사용자 B가 바라보고 있는 마커에 개인화된 사진 콘텐츠를 증강시키지 않고 마커가 표시하고 있는 지역에 대한 일반적인 정보만을 제공한다. 그림 10은 사용자 A에게 개인화된 콘텐츠가 증강되고 있는 ARTable상의 특정 지역에 사용자 B에게 개인화된 콘텐츠는 증강되지 않고 있음을 보여주고 있다.



그림 10. 맥락 기반 개인화된 사용자 인터페이스

서비스를 이용중인 다수의 사용자 중 공통된 관심사를 가진 사용자는 사용자 커뮤니티가 구성되어 개인의 사진을 공유할 수 있다. 즉, 모바일 장치를 통해 동일한 지역을 보고 있는 사용자들은 공통 지역에 대한 관심을 갖고 있으므로, 사용자 커뮤니티가 자동으로 구성된다. 커뮤니티 내 특정 사용자가 요청을 통해 우선권을 획득하는 경우, 앞에서 설명한 것과 같이 ARTable에 표시된 지도에는 우선권을 가진 사용자의 사진 맥락정보가 반영된다. 다음으로 커뮤니티의 멤버들의 모바일 장치에는 우선순위 사용자의 사진이 공유하여 증강된다. 그림 11은 두 사용자가 공통 관심 커뮤니티로 형성되어 사진을 공유하는 장면을 보여준다.



그림 11. 두 사용자 사이에 커뮤니티가 형성되어 오른쪽 사용자의 사진이 왼쪽 사용자와 공유되는 장면

이 시스템은 사용자의 u-콘텐츠에 대한 선호도를 해석하여 해석된 결과에 따라 그 사용자에게 개인화된 u-콘텐츠를 제공한다. 추가적으로 둘 이상의 사용자들의 통합된 맥락과 그들 간의 관계를 분석함으로써 공통된 선호도 및 관심사를 추출하여 그룹 맥락을 생성 및 관리한다. 그룹 맥락의 관리를 통하여 공통 관심사를 가진 사용자들 간에 u-콘텐츠를 선택적으로 공유할 수 있도록 지원한다.

4.2.2 u-콘텐츠와의 3차원 상호작용 (3D Interaction with u-Contents)

문화 유적지를 탐방할 때 사람들은 보통 추억과 경험을 간직하기 위해 인상 깊은 문화재에 대한 시각 및 청각적 요소를 재현해 보고자 한다. 사용자가 증강된 가상 객체와의 상호작용을 수행할 수 있도록 시스템이 지원한다면, 사용자는 경험의 세부적인 요소까지 생생하게 되살릴 수 있을 것이다. 사용자 경험의 재현 및 확장을 위한 u-Learning 서비스의 일환으로 탐방기 서비스를 구현하였다. 여기서 우리가 획득할 수 있는 맥락 정보는 사용자들의 경험이나 지식 정도의 차이일 것이다. 상호작용 부분은 전통적인 AR 응용에서 주로 사용되는 3차원 상호작용 기법을 그대로 활용하여 구현하였다. 본 시스템에서 활용한 context5W1H 정보는 다음과 같다. 'who'의 경우 전문가인지 아동인지 정도를 구분한다. 'where'의 경우 실제 운주사에서 사진을 찍은 장소 정보와 ARTable에 디스플레이 되는 가상 운주사를 네비게이션 할 때의 위치 정보를 포함한다. 'when'의 경우 사용자의 상호작용이 일어난 시점과 사진을 찍었던 시점에 대한 정보이다. 'what'의 경우 상호작용의 대상에 대한 정보이다. 'why'는 상호작용의 목적에 대한 정보로써 회상, 공유 등과 같은 목적정부가 있다. 이러한 서비스 시나리오는 맥락 정보가 적절히 잘 적용될 수 있도록 수정, 보완이 되어야 한다.

5. 시스템 사용성 평가 및 고찰

문헌고찰 및 사용자 설문조사, 전문가 면접을 통하여 구현 기술과 콘텐츠간의 적합성, 기기 조작의 편리성, 기술에 대한 만족도를 중심으로 평가 항목을 도출하였다. 그에 따른 세부 평가항목은 다음과 같으며 이를 이용하여 2006년 11월 한국 경기도 KINTEX에서 열린 차세대컴퓨터 산업 전시회에 참여한 관람객을 대상으로 본 시스템의 만족도 평가를 시행하였다. 참여한 실험자는 30명 이었으며 각각의 설문 항목들은 5단계로 평가되었다. 1은 가장 낮은 단계를 나타내고, 5은 가장 높은 단계의 값을 나타낸다 (1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 보통이다, 4: 그렇다, 5 매우 그렇다).

표 2는 CAMAR 장치의 사용성 평가항목을 나타낸다.

표 2 사용성 평가 항목

평가 항목	세부 항목	
구현기술과 콘텐츠간의 적합성	제공되는 정보의 유용성	CAMAR 장치로 사진을 찍어 원하는 사진 또는 정보를 제공 받는 사용방법과 이에 대한 서비스는 유용하다고 생각하십니까
	개인화된 콘텐츠의 만족도	CAMAR 장치로 사진을 찍어 자신만의 개인화된 정보를 제공받는 사용방법과 이에 대한 서비스는 유용하다고 생각하십니까 ARTable에서 타인과 본인이 원하는 공통의 정보 혹은 데이터(EX.사진)를 공유하는 것이 유용하다고 생각하십니까
	기타의견	현재 개인화된 채널 정보 외에 어떤 정보를 더 받고 싶은가
기기 조작의 편리성	시스템 접근 방식의 용이성 (마커증강)	UbiTV, 전등 앞의 마커를 찍어 본인의 CAMAR 장치에 개인화된 메뉴를 제공받는 방식에 대해 어떻게 생각하십니까
	AR Table interface	AR Table에서 지도 위의 마커를 통한 AR Table의 사용방법에 대해 어떻게 생각하십니까
	ubiTV 컨트롤	CAMAR 장치를 이용해 ubiTV를 컨트롤 하는 조작방법이 용이하다고 생각하십니까
기술에 대한 만족도	전등컨트롤	CAMAR 장치를 이용해 전등을 컨트롤 하는 조작방식이 편리하다고 생각하십니까
	전체 시스템 인터페이스의 일관성	전체적으로 인터페이스가 일관성있고 사용하기 편리하다고 생각하십니까
	기타의견	현 인터페이스의 조작방식이 유용하다고 생각하십니까 그러한 경우와 그렇지 않은 경우 왜 그렇습니까
기술에 대한 만족도	하나의 컨트롤러로 여러개의 매체를 컨트롤 하는 것에 대한 편리성	현재 사용하는 CAMAR 장치 사용방법 및 형태가 이해하기 쉽고 사용하기 쉽다고 생각하십니까

만족도 평가 및 분석은 크게 구현기술과 콘텐츠간의 적합성, 기기 조작의 편리성, 기술에 대한 만족도로 분류하여 이루어졌으며 이에 따라 제시된 기준들을 바탕으로 본 시스템의 사용자 만족도 평가 및 전문가의 의견을 참고하여 평가 및 분석을 할 수 있었다.

5.1 구현기술과 콘텐츠간의 적합성

구현기술과 콘텐츠간의 적합성 측면에서 자신의 CAMAR 장치에 ubiTV의 개인화된 채널을 제공받는 것에 있어 개인화된 서비스가 만족스러운가? 라는 질문에서 64%정도가 그러하다고 답을 해주었다.

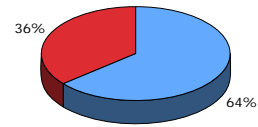


그림 12. 구현기술과 콘텐츠 간의 적합성 측면 (CAMAR 장치를 통해 서비스의 개인화를 제공받는 것에 대한 만족도)

자신만의 개인화 메뉴를 자동적으로 제공 받는 것은 편리하지만 사용자 본인이 직접 선택할 수 있는 부분도 있어야 한다는 의견과 개인의 특성과 환경을 잘 분석하여 사용자가 진정으로 원하는 메뉴를 제공해 주어야 한다는 의견이 있었다. ARTable에서 타인과 본인이 원하는 공통의 정보 혹은 데이터(사진)을 공유하는 것이 유용한가?- 라는 질문에 75%가 그러하다고 답하였다.

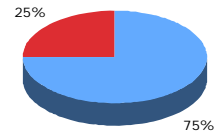


그림 13. 구현 기술과 콘텐츠간의 적합성 측면 (사진 공유의 유용성)

기타의견으로는 흥미는 있지만 유용하지는 모르겠다는 의견이 있었고 개인의 기억을 더듬어서 개인의 경험을 구체화시킬 수 있는 콘텐츠를 제공해줬으면 좋겠다는 의견과 가족개인의 스케줄 등 정보 공유의 기능과 가족이 함께 즐길 수 있는 엔터테인먼트 기능의 콘텐츠가 제공되었으면 좋겠다는 의견 등이 있었다. 또한 마커를 찍는 방법이 어렵게 느껴졌다는 의견과 증강할때의 화면이 자꾸 끊겨서 불편했다. 공유하는 방식이 명확하게 이해되지 않는다 등의 의견이 있었다.

5.2 기기조작의 편리성

기기조작의 편리성 측면에서 현CAMAR 장치가 이용하기 쉽고 사용하기 쉽고 편리할 것 같습니까? 라는 질문에 68%가 그러하다고 답하였다.

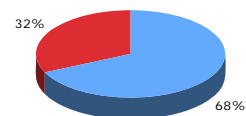


그림 14 기기조작의 편리성 측면 (CAMAR 장치 사용의 편리성)

사용하기 어려운 부분으로는 마커를 찍는 것이 어려울 것 같다는 의견과 손으로 터치해서 조작하기에 화면 속 그래픽 인터페이스가 너무 작은 것 같아 정확성이 떨어질 것 같다는 점이다.

CAMAR 장치를 통해 가전기기들 앞의 마커를 찍어 개인화된 정보를 제공 받는 것이 유용한가?- 라는 질문에 79%가 그러하다 라고 답하였다.

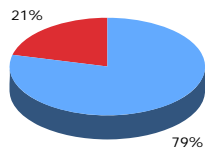


그림 15 기기조작의 편리성 측면 (마커 촬영의 유용성)

단순히 전등을 제어 할 경우의 유용성은 크지 않지만 전등 여러 개가 존재할 경우 각각의 전등을 찍어서 컨트롤 하는 방식은 굉장히 유용할 것 같다는 의견이 있었다. 또한 개인의 기분이나 심리적인 측면을 자동적으로 인식하여 그것을 전등 색깔 제어에 반영했으면 좋겠다는 의견도 있었다.

5.3 기술에 대한 만족도

기술에 대한 만족도를 평가에서 홈 환경에서CAMAR 장치라는 하나의 가전제품으로 여러가지 기기들을 제어하는 것이 유용한것인가? - 라는 질문에 88%가 그러하다 라고 답하였다.

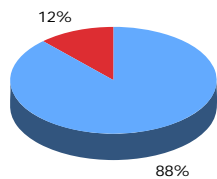


그림 16 기술에 대한 만족도 측면

이에 대한 기타의견으로는CAMAR 장치를 가지고 가전제품(보일러, 에어컨 등) 전원제어를 하고 싶다는 의견과 실내 실시간 동영상을 확인하고 싶다는 의견, 도어락 잠금 여부 체크등 시큐리티 기능을 이동을 강조하여 제어할 수 있는 기능들을 사용하고 싶어했다.

6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 제안한 맥락 인식 모바일 증강 현실 (Context-aware Mobile AR) 시스템은 지능형 정보 공간에서 사용자의 프로파일과 맥락정보에 기반하여 u-콘텐츠를 개인화시키고, 공통 관심사를 가진 사용자 커뮤니티 내에서 선택적으로 공유할 수 있다. 또한, 지능형 정보 공간 내에서

사용자는 모바일 증강 현실 장치로 환경 내에 존재하는 스마트 오브젝트들을 찍어서 개인화된 방식으로 제어할 수 있다. 추후 연구로서 구현 기술과 콘텐츠간의 적합성을 고려하여 CAMAR 장치를 통하여 개인의 경험을 구체화 시킬 수 있는 콘텐츠를 선정하고자 한다. 또한 구현 기술에 대한 사용자들의 만족도를 높이기 위해서CAMAR 장치를 통해 스마트 홈 환경에서의 가전 기기 제어 뿐만 아니라 다양한 종류의 서비스 제어의 가능성을 보여줄 필요가 있다.

참고문헌

- [1] T. Höllerer, S. Feiner, J. Pavlik, Situated Documentaries: Embedding Multimedia Presentations in the Real World, Proc. ISWC '99 (Third Int. Symp. On Wearable Computers), San Francisco, CA, October 18-19, 1999, 79-86
- [2] G. Reitmayr, D. Schmalstieg Collaborative Augmented Reality for Outdoor Navigation and Information Browsing To appear in Proc. Symposium Location Based Services and TeleCartography 2004
- [3] Bruns, E., Brombach, B., Zeidler, T., and Bimber, O. Enabling Mobile Phones To Support Large-Scale Museum Guidance Submitted to IEEE Multimedia, 2005
- [4] Daniel Wagner, Thomas Pintaric, Florian Ledermann, Dieter Schmalstieg Towards Massively Multi-User Augmented Reality on Handheld Devices Proceedings of the Third International Conference on Pervasive Computing (Pervasive 2005), Munich, Germany
- [5] E. Umlauf, H. Piringer, G. Reitmayr, D. Schmalstieg, "ARLib: The Augmented Library", Poster paper in Proc. ART'02, Darmstadt, Germany, Sept. 29, 2002.
- [6] Henrysson and Ollila. "UMAR - Ubiquitous Mobile Augmented Reality". To appear at 3rd Mobile Ubiquitous Multimedia 2004, Washington, USA
- [7] Y.Oh, M.Lee, S.Jung, W.Woo, "Dynamic Contents Provision of Context-based Information Augmentation & Sharing System," ACM/IEEE ICAT04, pp. 594-597, 2004.
- [8] 오세진, 이원우, 박영민, 우운택, "u-콘텐츠: u-지능공간(USS)에서의 실감형 감성 콘텐츠," 한국멀티미디어학회지, vol.10, paper no.2, pp.73-83, 2006.
- [9] Y. Lee, S. Oh, B. Lee, J. Park, Y. Park, Y. Oh, S. Lee, H. Oh, J. Ryu, K. H. Lee, H. Kim, Y-G. Lee, J.Kim, Y-S Ho, and W. W, "Responsive Multimedia System for Virtual Storytelling," PCM, 3767, pp. 361-372, 2005.
- [10] Y.Park, W.Woo, "The ARTable: A AR-based Tangible User Interface System," LNCS (Edutainment), vol.3942, pp. 1198-1207, 2006.
- [11] Y. Oh, C. Shin, S. Jang, W. Woo, "ubi-UCAM 2.0: A Unified Context-aware Application Model for Ubiquitous Computing Environments", The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems (UbiCNS05), 2005.
- [12] UPnP, <http://www.upnp.org>