

UbiController: 스마트 홈 환경의 가전기기 제어를 위한 통합 모바일 시스템

윤효석^{*}, 김혜진^{**}, 우운택^{***}, 이상국^{****}

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자는 많은 수의 장치 및 서비스를 언제, 어디서나 손쉽게 사용할 수 있다. 이를 위해서 사용자에게 대상 장치 및 서비스의 사용자 인터페이스를 쉽고 직관적으로 제공할 필요가 있다. 기존의 방법에서는 각각의 장치 및 서비스를 위해 개별적인 사용자 인터페이스를 제공하기 때문에 사용자는 사용법을 학습하기 위해 많은 시간을 투자해야했다. 또한 지금까지 개발된 시스템은 제한된 시나리오에서만 검증되어, 일반적인 사용자 인터페이스로서의 확장성에 대한 고려가 부족하다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 개인 모바일 단말기를 사용하여 확장된 모바일 상호작용을 지원하는 시스템인 UbiController를 제시한다. 먼저, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 모바일 시스템의 기능을 정의하기 위해, 기존의 관련연구를 분석하고 세 가지 필수 기능인 서비스 발견, 선택 및 상호작용을 지원할 수 있는 시스템 구조를 설계하고, 이를 통해 UbiController는 스마트 홈 환경의 다수의 서비스를 자동으로 발견하고, 직/간접적 선택된 서비스에 대응하는 GUI 인터페이스를 통해 홈 환경의 가전기기를 직관적으로 제어하는 방법을 제공한다. 마지막으로, UbiController의 보편성과 확장성을 검증하기 위하여, 스마트 홈 테스트베드에서 다양한 응용 시나리오를 가지고 UMPC기반의 프로토타입을 구현하고 사용자 스티디를 통해 UbiController를 정성적으로 평가한다.

UbiController: Universal Mobile System for Controlling Appliances in Smart Home Environment

Hyoseok Yoon^{*}, Hyejin Kim^{**}, Woontack Woo^{***}, Sang-Goog Lee^{****}

ABSTRACT

Users in ubiquitous computing environment can easily access and use a multitude of devices and services anywhere and anytime. The key technology to realize this scenario is the method to intuitively provide proper user interfaces for each device and service. Previous attempts simply provided a designated user interface for each device and service or provided an abstract user interface to control common functions of different services. To select a target appliance, either user directly specified the target device or depended on sensors such as RFID tags and readers limiting the applicable scenarios. In this paper, we present UbiController which uniquely uses camera on the mobile device to recognize markers of appliances to acquire user interface for controlling task. UbiController aims to provide automatic discovery of multiple services in the smart home environment, support traditional GUI and novel camera-based recognition method as well as intuitive interaction methods for users. In this paper, we show experiments on the performance of UbiController's discovery and recognition methods and user feedback on interaction methods from a user study.

Key words: Ubiquitous Computing(유비쿼터스 컴퓨팅), Service Discovery (서비스 발견), Service Selection (서비스 선택), Service Interaction (서비스 상호작용), Appliance Control(가전기기 제어), User Interface(사용자 인터페이스)

※ 교신저자(Corresponding Author): 이상국, 주소: 경기도 부천시 원미구 역곡 2동 산 43-1(420-743), 전화: (02)2164-4909, FAX: (02)2164-4991, E-mail: sg.lee@catholic.ac.kr
접수일: 2008년 3월 13일, 완료일: 2008년 6월 25일

^{*} 준회원, 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사과정
(E-mail: hyoon@gist.ac.kr)

^{**} 준회원, 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과

박사과정

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

^{***} 종신회원, 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수
(E-mail: wwoo@gist.ac.kr)

^{****} 종신회원, 가톨릭대학교 디지털문화학부 조교수

※ 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크인프라기반기술개발사업의 08B3-O1-20S 과제로 지원된 것임

1. 서 론

최근 소형기기를 휴대하는 사용자의 수가 크게 증가하고 있다. 노트북을 비롯하여, 휴대전화, PDA, MP3 플레이어, DMB, 동영상 플레이어와 같은 다양한 크기와 종류의 기기를 하나 이상 소지하는 사용자를 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있다. 사용자가 사용할 수 있는 서비스와 콘텐츠는 증가하는 반면, 각 기기의 서로 다른 사용자 인터페이스로 인해 이를 원활히 사용하기 위해 필요한 학습시간 또한 증가하고 있다. 이러한 문제는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 사용 편리성 저하등의 현실적인 문제로 다가오고 있다. 따라서 수 없이 많은 일상생활의 스마트 오브젝트와 상호작용을 하기 위해서는 보다 직관적이고 새로운 방법이 요구된다. 이러한 방법의 한 예로 Mark Weiser가 제시한 일상생활로 스며드는 기술을 발굴하고 개발할 필요가 있다[1].

현 시점에서 우리에게 친숙한 기술로 모바일 기기를 꼽을 수 있다. 전 세계적으로 휴대전화 판매량은 8억대에 도달하였고[2], 이중 카메라를 포함한 휴대전화의 판매량만도 2009년을 기준으로 9억대에 이를 것으로 예상되고 있다[3]. 또한 노트북을 비롯하여 UMPC(Ultra Mobile Personal Computer)와 MID(Mobile Internet Device)도 최근 몇 년 사이에 많은 제품이 소개되고 있으며 우리 주변에서도 이를 사용하는 모습을 찾아볼 수 있다. 이러한 동향을 고려해볼 때에, 모바일 기기는 이제 언제, 어디서나 손쉽게 사용할 수 있는 일상생활의 기기로 볼 수 있다.

연구기관과 학계, 그리고 일반 사용자들이 갖는 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 기대와 관심 또한 증가하고 있다. 이런 관심을 반영하여, 많은 사용자층을 확보하고 있는 휴대전화, PDA, 스마트 폰 등의 휴대용 기기를 활용하여 개인화된 그리고 사용하기 쉬운 서비스를 제공하는 연구가 진행되고 있다.

본 논문에서는, 기존 모바일 시스템의 인식 기법 및 상호작용에 대한 요구사항을 분석하고 이를 통합하여 유비쿼터스 컴퓨팅 시나리오에 적용한 새로운 시스템을 제시한다. 이러한 시스템을 사용하면, 모바일 기기가 갖는 이동성 및 모바일 기기의 카메라를 센서로 활용하여 다양한 상호작용 기법을 제공할 수 있으며, 통합적이고 체계적인 시스템을 구축할 수 있다. 빠른 프로토타입 구현 및 사용자 스터디를 위해

모바일 기기로는 UMPC(Ultra Mobile PC)를 기본 플랫폼으로 사용하고, 가전기기 인식 및 상호작용 기법에 대한 실험과 구현 예를 통해 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 모바일 제어 시스템의 역할을 살펴본다. 본 논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 2장의 관련 연구에서는 이전에 진행되었던 모바일 시스템 관련 프로젝트를 통해 기능 및 시나리오에 대한 응용 현황을 분석한다. 3장에서는 앞장에서 도출된 요구사항에 기반을 두어 새로운 시스템을 설계하고, 4장에서는 이와 같이 설계된 시스템의 프로토타입 구현에 대해 설명한다. 5장에서는 제안한 시스템에서 사용된 기능들에 대한 실험 결과를 정량적, 정성적으로 분석하고 6장에서는 결론과 향후 연구에 대하여 논의한다.

2. 관련 연구

유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 모바일 시스템에 대한 연구의 역사는 최근 10년간 중점적으로 이루어지고 있다. 초창기 Mark Weiser의 Tab, Pad, Board의 분류로 시작하여[1], 그림 1과 같이 Pad 사이즈를 대표하는 노트북 크기로부터 Tab의 크기인 PDA, 스마트폰으로 연구의 중심이 이동하면서 다양한 기술과 기능이 추가되었다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경 또는 시나리오를 선정하고 있는 시스템을 살펴보면 몇 가지 공통적인 기능을 도출할 수 있다. 첫째, 환경의 서비스를 발견하는 기능으로 사용자에게 상호작용이 가능한 서비스 또는 장치를 알려주는 기능이 있다. 둘째, 다수의 서비스 중에서 사용자가 관심을 가지는 서비스를 선택하는 기능이 있다. 셋째, 선택된 서비스를 중심으로 상호작용 하는 기능이 있다. 본 논문에서는 이 세 기능을 중심으로 관련연구를 분석하였고, 분석결과를 요

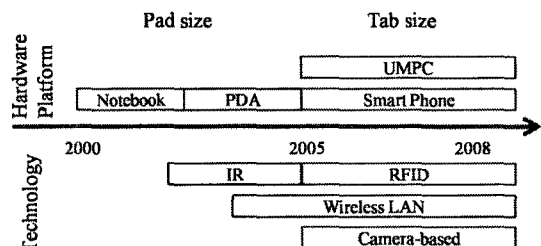


그림 1. 모바일 시스템 발전 동향

표 1. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 모바일 시스템: SCN: 스캐닝, PNT: 포인팅, TAG: 태그 기반, SAU: 세미-오토, MAN: 수동, U2U: 사용자-사용자, U2S: 사용자-서비스

시스템	서비스 발견			서비스 선택		서비스 상호작용	
	SCN	PNT	TAG	SAU	MAN	U2U	U2S
Camera phone framework			O		O		O
ContextPhone	O				O		O
Distributed Interface Bits	O			O	O		O
EMI2let Player	O		O		O		O
FReCon		O			O		O
Huddle				O	O		O
Nintendo Wii Controller	O	O			O		O
Nokia N95 Smart Phone	O				O	O	O
PECo	O				O		O
Personal Universal Controller			O	O	O		O
SmartContacts	O				O		
Ubiquitous Communicator			O		O		O
UNIFORM				O	O		O
u-Photo			O		O	O	O
Vidgets			O		O		O

약한 내용은 표 1과 같다.

표1에서 볼 수 있듯이 대부분의 시스템이 하나 이상의 서비스와 상호작용 또는 제어를 할 수 있도록 구성 되어있는 반면, 세부 기능에서 채택하고 있는 방법은 각기 다르다. 서비스 발견 방법으로는 최근 들어 모바일 기기의 무선 인터넷 기능과 블루투스 기능을 활용한 스캐닝 기법이 많이 사용되고 있다. 특히 UPnP[2]와 같은 서비스 디스커버리 프로토콜을 사용하는 연구로는 Distributed Interface Bits[3], EMI2let player[4], PECO[5]등이 있으며, 스마트 폰 시스템인 ContextPhone[6], Nokia N95[7], SmartContacts[8]에서도 기본적으로 네트워크를 통한 스캐닝 및 블루투스를 통해 주변기기를 발견하는 기능을 제공하고 있다. 좀 더 수동적인 방법으로는 서비스 발견과 선택을 하는 연구로는, IR기반의 FReCon[9]과 Nintendo Wii Controller[10]를 들 수 있다. 태그 기반의 발견 기법은 스캐닝, 포인팅에 비해 좀 더 직접적인 발견 방법으로 사용자의 모바일 기기의 리더(카메라, 바코드 리더기)와 대상의 거리가 가까워야 하는 제약점이 있지만, 카메라 폰의 보급으로 인해 스마트 폰을 사용한 여러 응용[4,11]에서 사용하고 있다. Ubiquitous Communicator[12]에

서는 RFID 태그를 이용하여 제품 또는 약품을 식별하여 추가적인 정보를 제공하는 연구를 진행하고 있다. U-Photo[13]에서는 현재의 UMPC 개념의 소형 PC와 여기에 부착한 카메라를 이용하여 스마트 오브젝트에 부착된 LED 또는 가시적인 마커를 인식함으로써 제어할 수 있는 인터페이스를 획득하였다. 이를 위해 U-Photo에서는 촬영한 사진에 세 가지 기능 계층을 구축하였다. Vidgets[14] 또한 가시적인 마커를 통해 제공되는 증강현실과 이를 통한 상호작용을 통해 서비스를 제어할 수 있는 인터페이스를 제공하고 있다. EMI²let player[4]는 무선랜, 블루투스 및 카메라를 사용하여 제어 대상의 TRIP 태그를 인식하고 이에 따른 상호작용을 지원하고 있다.

서비스 선택 방법은 두 가지의 방법으로 분류할 수 있다. 사용자가 직접 명시적으로 서비스를 선택하는 것과 서비스의 추천 또는 반자동적인 방법을 통해 선택할 수 있다. 일반적으로 대부분의 시스템이 수동적으로 서비스를 선택할 수 있도록 GUI 기반의 메뉴를 지원하고 있는 반면, 서비스의 추천을 통해 지능적으로 서비스를 선택할 수 있는 시스템[3,15-18]의 수는 많지 않다.

서비스 상호작용 방법은 상호작용에 참여하는 대

상에 따라 구분할 수 있다. 한 예로, 단순히 서비스를 제어하는 시나리오에서는 참여하는 대상이 단일 사용자와 단일 서비스로 구성이 된다. 이런 시나리오들은 기존 시스템에서 지원을 하고 있지만 사용자와 사용자간 모바일 시스템을 통해 상호작용을 하는 경우는 상대적으로 적었다. 사용자와 서비스간 상호작용을 지원한 연구로는 카메라폰 기반의 프레임워크[11]가 제안되었다. 이를 통해 다양한 제스처를 기반으로 사용할 수 있는 상호작용 기법이 연구되었다. 상용제품에서도 모션 기반의 상호작용을 지원하는 Nintendo Wii Controller[10]가 소개되었다. 스마트 폰을 활용한 ContextPhone[6]에서는 개인의 정보, 위치, 전화번호 등의 컨텍스트 정보를 활용하는 모바일 시스템을 구현하였다.

3. 시스템 설계

본 논문에서는 관련 연구를 토대로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 스마트 오브젝트를 비롯한 가전기기를 제어하기 위한 모바일 시스템의 요구사항을 다음과 같이 도출하였다. 일반적으로 모바일 시스템을 사용하여 특정 환경의 어떠한 기기 및 서비스가 있는지 알아야 하고, 사용자는 특정한 방법을 통해 관심 있는 대상을 선택할 수 있어야 하며, 선택한 대상을 제어할 수 있어야 한다. 따라서 이러한 요구사항을 수용할 수 있고 UMPC 플랫폼에서 동작 가능한 모바일 시스템을 설계 및 구현하였다.

3.1 요구사항

첫 째, 모바일 시스템에서 특정 환경에 편재하는 기기 및 서비스를 자동적으로 발견할 수 있어야 한다. 서비스 발견이란 사용자에게 어떠한 서비스가 제공되고 있는지 알려주는 방법을 말한다. 이를 통해 무형의 서비스나 논리적인 서비스도 가시적인 서비스로 형상화할 수 있다. 예를 들면 사용자는 거실에 있는 TV를 보았을 때, 어떠한 서비스가 제공될 수 있는지는 직관적으로 알 수 있는 반면, 모바일 시스템은 TV가 존재하는 것과 어떠한 서비스를 제공할 수 있다는 정보를 구체적으로 제공받아야 한다. 이런 역할을 하는 프로토콜로는 UPnP, Jini 및 블루투스가 있고, 이를 기반으로 근거리 또는 네트워크상의 서비스 발견을 지원하는 시스템[5-8]이 제안되어 있

다. 이와 같이 서비스 발견의 장점으로서는 사용자의 직접적인 간섭 없이 시스템 상에서 필요한 정보를 수집하고 구축한다는 점에 있다.

둘째, 서비스를 선택할 수 있는 기능이 필요하다. 서비스 선택은 두 가지로 나뉜다. 하나는 서비스 발견단계에서 발견한 다수의 서비스 중에서 특정서비스를 선택하는 것이고, 다른 하나는 자동적인 서비스 발견 단계가 없는 시스템에서 수동적으로 대상 서비스를 선택하는 것이다. 서비스 발견단계에서 발견한 서비스는 보통 특정한 목록의 형태로 사용자에게 제공되고, 그 중에서 하나를 선택하는 방법이 사용되고 있다. 이와 같은 유형의 단점은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 서비스의 수가 많을 때 생성되는 긴 목록은 사용성과 효용성이 떨어지고, 특히 리스트 상의 서비스와 실제 환경의 대상과 연관관계를 짓기 어렵다. 발견단계를 거치지 않는 예로는 적외선을 사용하는 시스템[11], RFID 태그를 인식하는 시스템, 모바일 기기의 카메라를 사용하여 대상을 인식또는 선택하는 시스템이 있다. 카메라를 사용하여 대상을 인식하는 시스템은 특히 서비스 인식을 용이하게 하기 위해 가시적인 마커를 사용하고 있다. 하지만 RFID는 근거리에서 다 수의 대상이 발견되었을 때 식별문제성이 있고, 영상기반의 인식 방법은 근거리 인식률이 뛰어난 반면, 거리가 멀어질수록 인식률이 감소하여 일반적인 스마트 홈에서 가전기기를 제어하기 위한 목적으로 사용하기 어려운 점이 있다. 따라서 근거리에서 인식할 수 있는 인식 방법 외에도 사용자에게 시각적인 방해요인을 제공하지 않으면서도 더 먼 거리에서의 인식을 지원하는 방법이 필요하다.

셋째, 다양한 상호작용이 가능해야 한다. 단순히 스마트 오브젝트를 제어하는 용도 외에도 모바일 시스템을 통해서 다양한 상호작용이 가능해야 한다. 일차적으로 환경의 장치와 서비스의 제어와 다른 사용자와의 상호작용도 요구된다. 앞 절에서 살펴본 관련 연구들은 아직까지 서비스 중심의 상호작용을 진행하여 모바일 단말기 자체를 하나의 입력 장치로 사용했지만 사용자와 사용자간의 상호작용에 대한 지원이 미흡하였다.

3.2 전체 시스템 구성도

앞서 언급한 세 가지의 요구사항을 중심으로 다음과 같이 모바일 시스템을 UMPC 플랫폼에서 동작

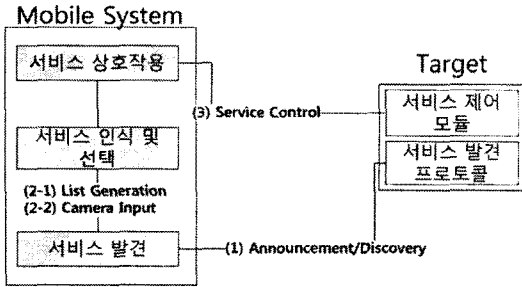


그림 2. 전체 시스템 구성도

가능하도록 설계하였다. 서비스 발견기능으로는 UMPC에서 지원할 수 있는 무선랜 기능을 활용하여 UPnP와 같은 서비스 프로토콜을 활용한다. 서비스 선택 및 인식기능으로는 다양한 응용을 위해 서비스 발견 후 리스트 생성 기법과 카메라를 이용한 마커 인식 방법을 채택하였다. 서비스 상호작용에서는 서비스 제어 시나리오를 보여주는 제어기의 기능을 위해, 단말기 자체를 이용한 콘텐츠 제어 및 다수 사용자간 서비스 권한 양도 기능을 제공한다.

그림 2를 기반으로 전체 시스템 구성을 설명하면 다음과 같다.

- (1) 대상 서비스 및 장치는 네트워크상으로 알릴 메시지를 전송하고, 모바일 시스템은 이를 통해 네트워크에 연결된 대상을 발견한다. 모바일 시스템과 대상 서비스간에는 동일한 서비스 발견 프로토콜이 사용된다.
- (2-1) 발견된 서비스는 사용자에게 목록형태로 제공된다. 이를 통해 사용자는 특정 서비스를 메뉴에서 명시적으로 선택할 수 있다.
- (2-2) 모바일 시스템의 카메라를 통해 들어온 영상에서 대상 서비스를 인식하면, 해당 서비스가 선택된다.
- (3) 모바일 시스템에서 선택된 기능에 대응하는 서비스의 제어 명령을 제어 대상 (Target) 기기에 전달함으로써, 서비스 기능을 제어한다.

제안하는 시스템은 위와 같은 세 단계의 프로세스를 포함하며, 다수의 대상 서비스 및 기기에 동일하게 적용된다. 각 단계에 대한 자세한 설명은 다음 장에서 설명하도록 한다.

3.3 서비스 발견

제안하는 시스템은 UMPC에서 동작하도록 설계

되었기 때문에, 기본적으로 무선랜에 기반을 둔 서비스 발견 프로토콜을 사용하였다. 서비스 발견 프로토콜로는 UPnP를 사용하였다. 이를 위해 모바일 시스템은 컨트롤 포인트로서 연결된 네트워크의 서비스와 기기를 발견할 수 있다. 모바일 시스템을 통해 제어할 수 있는 서비스와 기기 또한 UPnP 프로토콜을 따르는 UPnP 서비스로 인터페이스를 맞추어 양방향 통신이 이루어질 수 있도록 하였다. 모바일 시스템을 소유하는 사용자가 스마트 홈 환경에 들어오면, 모바일 시스템은 자동으로 연결된 네트워크를 스캔하게 되며 이때 발견한 서비스와 기기의 목록을 생성하게 된다. 이때에는 발견된 각 서비스와 기기의 기능정보도 같이 획득되지만, 사용자의 직접적인 선택이 있기 전에는 서비스/기기 명만 사용자에게 제공된다. 서비스 발견 프로세스는 모바일 시스템이 처음 구동될 때에 수행되며, 이 후에는 주기적으로 네트워크를 검색하여 새로운 기기가 발견되었는지 확인한다. 서비스 발견 프로세스의 입력으로는 UPnP를 통해 들어오는 서비스 알릴 메시지가 있고, 이에 대한 출력으로는 서비스에 대한 고유 식별자와 서비스 자료 구조가 생성된다. 그림 3은 서비스 발견 프로세스를 나타낸다. 서비스 발견 프로세스에서는 UPnP의 구조에서 정의한 고유의 Addressing, Discovery, Description, Control, Eventing, Presentation의 세부 단계를 수행한다.

3.4 서비스 인식 및 선택

UbiController에서는 2가지의 인식 및 선택 방법을 제공한다. 첫 번째 방법에서는 서비스 발견 프로세스를 통해 생성된 목록에서 선택하는 방법이다. 모바일 시스템의 GUI를 통해 목록을 제공하고 사용자의 명시적인 선택을 받게 된다. 이때에는 별도의 인식단계가 필요하지 않다. 하지만 이 방법은 목록의 항목이 늘어남에 따라 모바일 시스템의 한 화면에서

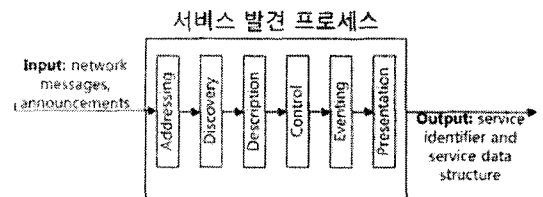


그림 3. 서비스 발견 프로세스

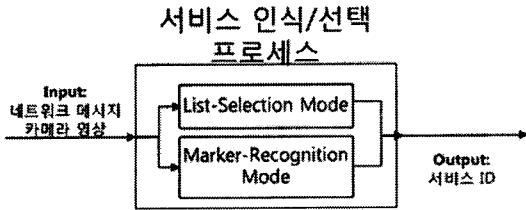


그림 4. 서비스 인식/선택 프로세스

보여줄 수 있는 항목에 제한이 있고, 대상 서비스 및 기기와 목록에서 표시되는 기기를 직관적으로 연관 지을 수 없는 단점이 있다. 이를 보완한 것이 두 번째 인식 방법으로써, 모바일 장치의 카메라를 이용한 인식 및 선택 방법이다. 모바일 기기의 카메라를 이용해서 대상을 인식할 때에는 가시적인 마커를 사용한다. 이 방법은 마커의 인식률이 보장되는 단거리 응용에 적합하며, 사용자가 대상 기기의 사진을 찍을 때 해당기기에 부착된 마커를 인식하게 되고 그 결과를 해당기기의 식별자를 얻게 된다. 그림 4는 서비스 선택 프로세스에서 제공하는 두 개의 모드와 입력, 출력을 나타내고 있다.

3.5 서비스 상호작용

UbiController의 주된 사용 목적은 스마트 홈 환경에서의 다양한 서비스 및 기기를 제어하는 것에 있다. 이를 위해 UbiController는 기본적인 메뉴기반 인터페이스 이외에도 모바일 단말기 자체를 일종의 입력 장치로 사용하는 것이 가능하다. 모바일 단말기의 카메라를 사용하여 대상 서비스/기기/콘텐츠의 마커를 인식한 후, 좌우로 이동할 때 생기는 상대적인 차

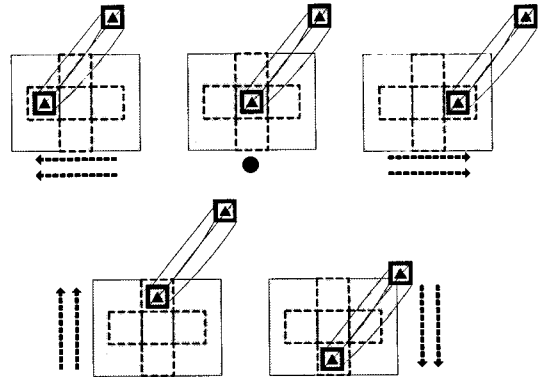
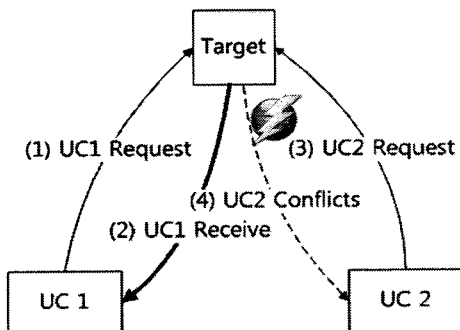


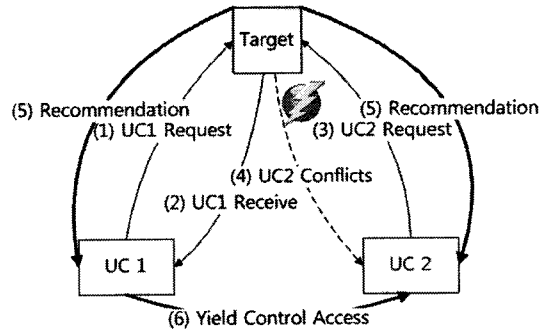
그림 5. 모바일 단말기를 이용한 방향 입력

이를 이용하여 4방향 입력 정보를 생성할 수 있다. 이를 응용하면 가상현실의 콘텐츠를 내비게이션 하거나 간단한 게임의 캐릭터를 조작하는 것이 가능하다. 그림 5에서처럼 모바일 기기의 화면에 보이는 마커의 위치를 조정함으로써 다양한 방향에 대한 입력정보를 줄 수 있다. 사용자의 모바일 시스템의 화면에는 그리드 형태로 영역이 구분되고, 사용자는 모바일 기기를 움직이면서 해당 마커를 이 그리드 안에 위치 시킴으로써 4방향을 입력할 수 있다.

UbiController는 단순한 서비스 제어와 입력 장치의 기능 외에도, 다 수 사용자간 서비스를 사용할 때 생기는 충돌을 중재할 수 있다. 그림 6에서처럼 사용자가 사용하고 있는 서비스를 다른 사용자가 사용하고자 할 때에는 이를 사용자에게 미리 알리는 기능을 제공한다. 이를 통해 서비스간 충돌을 막을 수 있도록 두 사용자에게 공통의 서비스를 추천하거나 서비스에 대한 권한을 이양하여 충돌을 해결할 수 있다



(a) 다중 서비스 충돌



(b) 추천 및 권한 이양

그림 6. 다중 사용자를 지원하는 서비스 상호작용

[19]. 단일 사용자가 서비스를 사용할 때에는 모든 권한이 사용자에게 있기 때문에 아무 문제가 일어나지 않는다. 하지만 다수의 사용자가 같은 서비스를 사용하고자 할 때에는 충돌이 생길 수 있다. 예를 들어, 사용자1이 TV서비스의 드라마 채널을 보려고 하고, 사용자2는 스포츠 채널을 보려고 할 때 어떤 사용자에게 우선권을 제공해야 할지는 풀기 복잡한 문제이다. 따라서 우리는 일반적으로는 사용자에게 서비스를 시간 순으로 제공을 하되, 서비스 충돌이 생기면 사용자의 모바일 기기를 통해 이런 충돌이 일어났음을 알리고 공통적으로 사용할 수 있는 아이템을 추천한다. 충돌 알림 메시지에는 어떤 사용자가, 어떤 서비스를 사용하고자 하는지를 명시하게 된다. 이 메시지와 함께 서비스를 우선적으로 사용하고 있던 사용자의 모바일 화면에는 사용자가 그 서비스에 대한 권한을 다른 사용자에게 이양할 수 있는 버튼을 표시하게 된다. 이를 통해 사용자간 추천된 서비스를 선택하거나, 서비스의 충돌을 중재하게 되고, 우선적으로 서비스를 사용하고 있는 사용자는 서비스를 지속적으로 받거나 다른 사용자에게 권한을 이양할 수 있다. 이러한 구조를 지원하기 위해서는 각 서비스에서 사용자의 모바일 시스템을 통해 들어오는 입력을 사용자 별로 구분하게 되고, 충돌발생 시 해당하는 사용자의 모바일 시스템에 메시지를 전송하도록 ubi-UCAM[20] 프레임워크를 통해 구성되어 있다.

4. 시스템 구현

이 장에서는 앞서 살펴본 세 가지의 요구사항의 기능을 제공하는 시스템인 UbiController의 구현에 대해서 설명한다.

4.1 시스템 개발 고려사항

UbiController는 사용자의 이동성과 유비쿼터스 컴퓨팅환경에 대한 지원을 중점으로 효율적이고 직관적인 인터페이스를 제공하기 위해 다음과 같은 가이드라인을 따른다. 향상된 효율성을 위해 사용자가 선호하는 기능과 콘텐츠는 개인화를 통해 초기단계에서 제공한다. 추가적인 기능과 콘텐츠는 단축 메뉴를 통해 제공된다. 또한 일관성이 있는 인터페이스를 제공하기 위하여 자주 사용하는 기능키를 사용자 인터페이스 화면의 오른쪽 부분에 고정 배치한다. 기본

메뉴는 아이콘과 이를 설명하는 간단한 텍스트로 표현한다. 또한 시스템의 유연성을 위해서는 사용자가 인터페이스의 외형(폰트, 색상, 메뉴 스타일)을 선택할 수 있게 한다. 본 시스템의 중요 기능으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 서비스를 발견하고, 선택/인식 및 상호작용을 지원하도록 설계하였다.

4.2 시스템 개발 환경

표 2는 시스템 개발 환경을 나타낸다. 기본적으로 UMPC 플랫폼을 사용하였고, UPnP 기반의 네트워크 프로토콜, 그리고 OpenCV 및 OpenGL을 사용하였다.

4.3 사용자 인터페이스

그림 7은 UbiController의 사용자 인터페이스를 보여준다. 사용자 인터페이스는 크게 카메라 영상을 획득하고 보여주는 영상부와 서비스를 제어할 수 있는 인터페이스가 제공되는 제어부로 나누어져 있다. 사용자는 영상부를 통해 제어하고자 하는 서비스의 영상을 촬영하게 되고, 그 영상에서 서비스가 발견되

표 2. UbiController의 개발 명세서

분류	세부 사항
플랫폼	UMPC
	Sony Vaio UMPC-VGN-UX-17LP
운영체제	Microsoft Windows XP
개발 툴	Microsoft Visual Studio 2005
	ARToolkit Plus
	Intel UPnP Authoring Tools/Device Builder
	OpenCV
	OpenGL

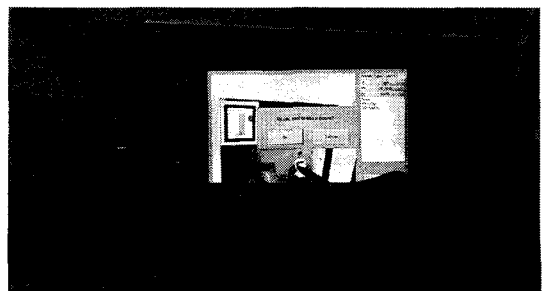


그림 7. UbiController의 사용자 인터페이스

면 이에 해당하는 제어 인터페이스가 제어부에 제공이 된다. 또한 처음 UbiController가 구동이 될 때에 모바일 기기에 저장된 사용자 프로파일을 통해 사용자 인터페이스를 구성하는 색상, 글꼴 및 메뉴 스타일을 사용자에게 맞게 개인화할 수 있다.

4.4 스마트 오브젝트 및 서비스 구현

UbiController에서는 서비스 발견을 위해 서비스 발견 프로토콜의 하나인 UPnP(Universal Plug and Play)를 사용한다. 이때에는 UbiController는 UPnP 컨트롤을 포인트로 사용되며 환경의 서비스를 UPnP 서비스로 인식하고 통신을 할 수 있다. UPnP 프로토콜만으로는 맥락정보(Context)를 사용할 수 없기 때문에, 맥락 인식 프레임워크인 ubi-UCAM을 같이 사용한다. 이를 통해 처음 UbiController가 실행되면, 연결된 네트워크에서 서비스를 검색하여 환경의 서비스를 발견한다. 이렇게 발견된 서비스 정보는 서비스 데이터베이스에 저장되어 추후 사용자가 그 서비스를 선택할 경우에 사용된다. 또한 발견된 서비스는 빠른 접근성을 보장하기 위해 탭 메뉴(Tab Menu) 형태로 사용자에게 제공이 된다. 앞의 단계에서 서비스가 발견되고 선택이 되면, 사용자는 UbiController를 통해 다양한 상호작용을 할 수 있다. UbiController는 두 가지의 상호작용 모드를 지원한다. 첫 번째 모드로는 사용자-서비스간 상호작용으로, 사용자는 UbiController를 통해 환경의 서비스를 제어할 수 있는 명령을 내린다. 그림 8은 가상환경을 내비게이션하기 위한 입력장치로 사용된 ubiController의 인터페이스를 보여준다. 선택된 내비게이션 시스템을 제어할 수 있는 명령 버튼이 화면 오른쪽에 정렬되어



그림 8. 사용자-서비스간 방향 입력을 지원



그림 9. UbiController를 사용하여 가상환경을 내비게이션하는 모습

나타나고, 화면 왼쪽에는 카메라에서 영상이 입력으로 들어온다. 사용자는 영상에 보이는 마커의 위치를 화면에 그려진 그리드의 위치에 맞추으로써 해당 방향 입력명령을 선택한다. 이런 방법을 사용하면, 그림 9에서처럼 모바일 기기를 움직이면서, 가상환경의 콘텐츠를 내비게이션 해보거나, TV 및 전등과 같은 가전기기를 모바일 기기를 통해 제어할 수 있다.

두 번째 상호작용 모드로는 다 수 사용자간 같은 서비스를 사용할 때 생기는 문제점을 해결하기 위해, 공통의 서비스를 사용할 수 있도록 그림 10과 같이 동일한 콘텐츠 및 기능을 추천하거나 서비스에 대한 사용권을 다른 사용자에게 양보할 수 있다. 그림 10은 남자 사용자가 스포츠 채널을 시청중에 여자 사용자가 TV서비스를 사용하려고 할 때 생기는 충돌을 보여주고 있다. 이 시점에서 남자 사용자는 서비스 충돌이 일어났음을 ubiController를 통해 알게 되고, 서비스에 대한 권한을 이양할 것인지 선택하게 된다. 만약 서비스에 대한 권한을 이양하면 그림 10에서처럼, 여자 사용자가 서비스를 제어할 수 있도록 TV화면 오른쪽 상단에 마커가 표시되고 여자 사용자는 이를 통해 TV서비스에 대한 권한을 얻게 된다.

그림 11은 UbiController를 사용해 제어할 수 있는 스마트 오브젝트와 이를 근거리에서 마커모드로 인식하기 위한 마커를 보여준다. UbiController를 통한 상호작용을 위해, 스마트 TV[21], 스마트 테이블[22], 스마트 창문 및 스마트 전등을 구현하였다. 스마트 TV, 스마트 테이블 및 스마트 창문은 별도의

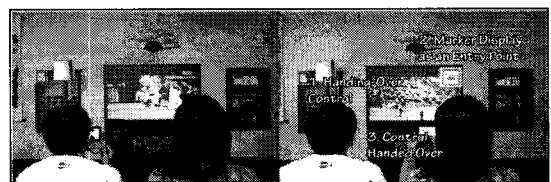


그림 10. 다 수 사용자간 서비스 사용 예

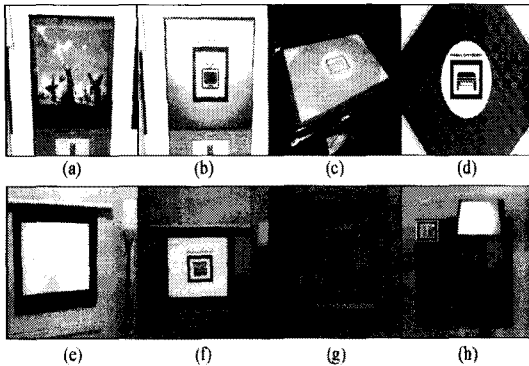


그림 11. 구현된 스마트 오브젝트와 관련 마커

디스플레이를 가지는 장치이기 때문에, 사용되고 있지 않을 때에는 스크린 세이버를 구동하거나 비활성화되어 있다. 하지만 사용자가 서비스 영역에 들어오는 것을 위치 센서를 통해 감지하게 되고, 자동으로 마커를 화면에 보여줌으로써 서비스를 활성화하고 사용자는 이를 통해 서비스를 제어할 수 있게 된다. 이와는 다르게 스마트 전등은 별도의 디스플레이를 가지고 있지 않으므로, 전등의 스위치를 일종의 마커로 디자인하였고, 이를 인식함으로써 전등을 제어할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

5. 실험 결과 및 성능 분석

5.1 정량적 성능 평가

서비스 발견 기능의 수행시간을 측정하기 위하여 UbiController에 로그 기록을 남길 수 있도록 하였다. 그림 12는 이를 위해 사용한 코드와 기록된 로그 정보를 보여준다. 서비스 발견 기능은 UPnP를 통해 구현되었으며, 새로운 서비스나 장치가 발견될 때마다 기록을 남기도록 하였다. 서비스 발견에 걸리는 총 시간은 마지막 서비스가 발견된 시간과 처음 서비스 발견시의 시간의 차를 이용하여 구하였다. 각 서비스의 개수는 스마트 홈 환경 테스트베드에서 3대의 서버를 통해 1에서 10개의 서비스를 구동시키고 측정하였다. 그림 13은 서비스 발견의 성능을 나타낸다. 그래프에서 나타났듯이 서비스의 수가 증가함에 따라 이를 발견하는 시간도 증가하지만, 10개의 서비스가 제공되는 경우 2초 안에 모두 발견할 수 있었다. UPnP 프로토콜을 사용할 경우, 처음 시스템이 실행되었을 때와 그 후로는 주기적으로 네트워크상의

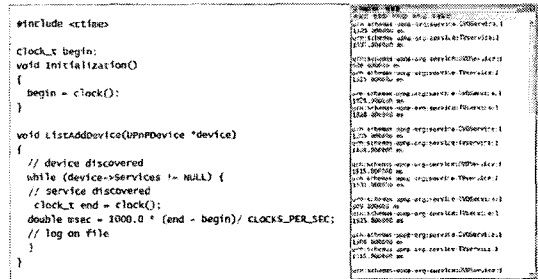


그림 12. 서비스 발견의 로그 기록 기능과 그 예

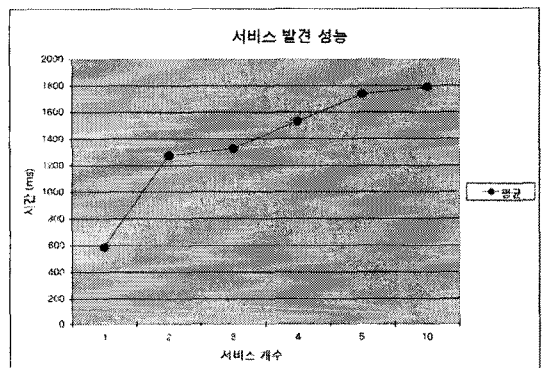


그림 13. 서비스 발견 성능

UPnP 서비스를 검색하게 되는데 UbiController 시스템은 이들은 실시간으로 발견하고 목록을 생성함으로써 사용자가 쉽게 서비스에 접근하고 제어할 수 있게 하였다.

5.2 정성적 성능 평가

본 절에서는 제한한 UbiController의 사용자 스테디를 통하여 얻은 사용자의 사용성과 직관성 수준에 대해서 설명한다. 사용자 스테디에서는 25세에서 28세 사이의 6명에게 4가지의 태스크를 주고 각 태스크를 UbiController를 통해서 수행하도록 하였다. 4가지의 태스크를 통해 본 시스템에서 지원하는 메뉴 기반의 상호작용 기법과 사진을 찍어서 제어하는 기법의 유용성을 검증하였다. 4가지의 태스크는 각기 다른 상호작용 기법을 통해 전등과 TV 서비스의 일련적인 기능들을 제어하도록 구성되었다.

표 3는 4가지의 태스크에서 제시된 시나리오를 보여준다. 평가 항목으로는 각 태스크를 수행하는데 걸린 시간을 측정하였고, 이 과정에서 UbiController의 사용에 익숙한 사용자를 기준 (Baseline)으로 각 사

표 3. 4가지의 태스크

분 류	세부 사항
태스크1	사진을 찍고 TV서비스에서 드라마 채널로 변경, 뉴스 채널로 변경 후 전원 끄
태스크2	메뉴기반으로 TV서비스에서 드라마 채널로 변경, 뉴스 채널로 변경 후 전원 끄
태스크3	사진을 찍고 전등 서비스에서 전등을 키고, 녹색 전등으로 변경 후 전원 끄
태스크4	메뉴기반으로 전등 서비스에서 전등을 키고, 녹색 전등으로 변경 후 전원 끄

용자의 첫 번째 및 두 번째 태스크 수행 시간을 비교하였다. 그림 14는 사용자들의 수행시간을 나타내고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이 사용자들의 첫 번째 수행 시간은 기준에 비해 오래 걸렸지만, 두 번째 수행 시간은 익숙한 사용자의 기준과 비슷한 수행시간을 나타내고 있다. 이를 통해 사용자는 UbiController의 인터페이스에 쉽게 적응함을 알 수 있다.

태스크 수행 후에는 사용자들에게 질문지를 통해 본 시스템의 직관성 및 편의성에 대해 살펴보았다. 직관성과 편의성은 5점 척도의 리커트(Likert) 스케일을 사용하여 측정하였고, 그 결과는 그림 15와 같다. 사용자들은 UbiController의 상호작용 기법 중 메뉴 기반의 기법에 더 높은 점수를 주었다. 그 이유로는 사진을 찍고 제어하는 마커 기반의 방법은 대부분의 사용자에게 새로운 형태의 기법인 반면, 메뉴기반의 방식은 이미 사용자들에게 친숙한 형태이기 때문에 메뉴기반을 더 선호하는 것을 알 수 있었다. 메뉴기반의 장점으로는 시스템에서 제공되는 메뉴를 통

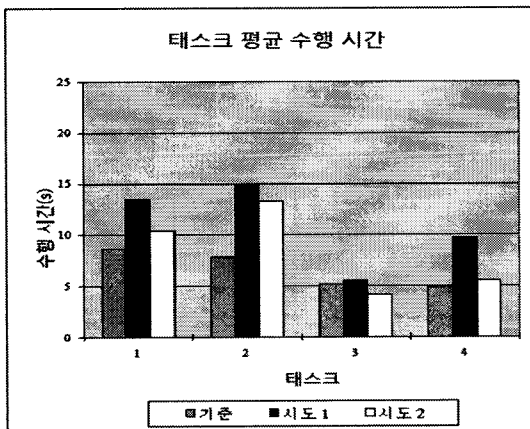


그림 14. 태스크 수행 시간

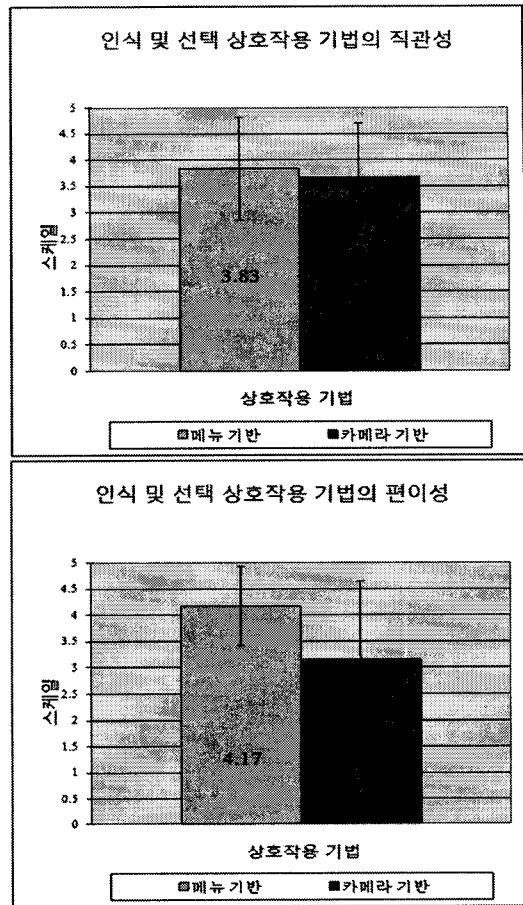


그림 15. 상호작용 방법에 대한 직관성 및 편리성 비교

해 서비스를 바로 선택할 수 있어서 편리하다는 사용자들의 의견이 주를 이루었다. 반면 사진을 찍고 제어하는 마커 기반 기법에 대한 장점으로는 사진을 찍어 제어하는 기법이 배우기 쉽고 직관적이었다는 의견이 있었다. 따라서 UbiController에서는 두 가지의 방법을 다 제공함으로써 사용자에게 확장성을 제공한다.

6. 결 론

현재 모바일 기기를 이용하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 내에서 다양한 서비스를 받는 연구가 진행되고 있다. 모바일 기기는 이동성을 비롯하여 부착된 카메라를 통해 새로운 형태의 상호작용 기법을 제공할 수 있다. 본 논문에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 스마트 홈에서 스마트 오브젝트 및 가전기기를 제어할 수

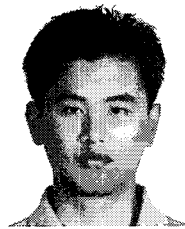
있는 UbiController를 제시하였다. UbiController는 스마트 오브젝트와 서비스를 발견하고, 해당 서비스를 인식 및 선택할 수 있는 기법을 제공함으로써 스마트 오브젝트와 상호작용을 가능케 하였다. 또한 구현된 프로토타입 시스템의 기능들을 실험을 통해 검증하고 사용자 스터디를 통해 사용성 의견을 얻을 수 있었다. 서비스 발견 시에는 홈 환경의 다수의 서비스를 2초 이내에 발견할 수 있었다. 제안한 시스템은 기존의 마커 기반의 인식 기법과 GUI 기반 메뉴를 제공하여 사용자가 편리한 방법을 선택하여 사용할 수 있도록 확장성을 제공하였고, 이에 대한 사용자들의 긍정적인 피드백을 얻을 수 있었다. 향후 연구 과제로는 UbiController상에서 제공할 수 있는 추가적인 모바일 상호작용 기법과 현재 구현된 시스템에 대한 구체적인 사용자 스터디가 요구된다. 또한 현재 미흡한 기능인 보안부분을 강화하고 상호작용을 할 수 있는 서비스와 가전기기의 수를 증가시키고 스마트 홈 환경 외에 다양한 환경을 지원해야 할 것으로 전망한다.

이러한 모바일 기기를 사용하여 유비쿼터스 환경의 상호작용을 지원하는 연구를 통해 사용자들은 보다 새롭고 쉬운 형태로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 지능적인 서비스와 다수의 다른 사용자와 상호작용을 할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] M. Weiser, "The computer for the 21st century," *SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev.*, Vol.3, No.3, pp. 3-11, 1999.
- [2] N. Gohring, "Mobile phone sales topped 800 million in 2005, says IDC," <http://wireless.itworld.com/4267/060127mobsales/>, January 2006.
- [3] "Mobile Imaging - Technology Trends, Consumer Behavior, and Business Strategies," <http://www.capv.com/home/Multiclient/MobileImaging.html>, Jan. 2005.
- [4] Universal Plug and Play, <http://www.upnp.org>
- [5] A. Savidis and C. Stephanidis, "Distributed Interface Bits: Dynamic Dialogue Composition From Ambient Computing Resources," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.9, No.3, pp. 142-168, 2005.
- [6] D. López de Ipiña, J. I. Vázquez, D. García, J. Fernández, I. García, D. Sainz and A. Almeida, "EMI²lets: A Reflective Framework for Enabling Aml," *Journal of Universal Computer Science*, Vol.12, No.3, pp. 297-314, 2006.
- [7] A. A. Shirehjini, "A Generic UPnP Architecture for Ambient Intelligence Meeting Rooms and a Control Point Allowing for Integrated 2D and 3D Interaction," In *Proceedings of the 2005 Joint Conference on Smart Objects and Ambient intelligence*, pp. 207-212, 2005.
- [8] M. Raento, A. Oulasvirta, R. Petit and H. Toivonen, "ContextPhone: A Prototyping Platform for Context-aware Mobile Applications," *IEEE Pervasive Computing*, Vol.4, No.2, pp. 51-59, 2005.
- [9] Nokia N95, <http://www.nseries.com/products/n95/index.html>
- [10] Y. Liu and K. Connely, "SmartContacts: A Large Scale Social Context Service Discovery System," In *Proceedings of PERCOMW 2006*, pp. 388, 2006.
- [11] A. Sanguinetti, H. Haga, A. Funakoshi, A. Yoshida and C. Matsumoto, "FRECon: A Fluid Remote Controller for a FREely Connected World in a Ubiquitous Environment," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol.7, No.3-4, pp. 163-168, 2003.
- [12] Nintendo Wii Controller, <http://wii.nintendo.com/>
- [13] M. Rohs and P. Zweifel, "A Conceptual Framework for Camera Phone-based Interaction Techniques," In *Pervasive 2005*, pp. 171-189, 2005.
- [14] K. Sakamura, "Challenges in the Age of Ubiquitous Computing: A Case Study of T-engine, An Open Development Platform for Embedded Systems," In *ICSE '06: Proceeding of the 28th International Conference on*

- Software Engineering, pp. 713-720, 2006.
- [15] G. Suzuki, S. Aoki, T. Iwamoto, D. Maruyama, T. Koda, N. Kohtake, K. Takashio and H. Tokuda, "U-photo: Interacting With Pervasive Services Using Digital Still Images," In Pervasive 2005, pp. 190-207, 2005.
- [16] E. Tokunaga, H. Kimura, N. Kobayashi and T. Nakajima, "Virtual Tangible Widgets: Seamless Universal Interaction With Personal Devices," In Proceedings of the 7th International Conference on Multimodal Interfaces 2005, pp. 325-332, 2005.
- [17] J. Nichols, B. Rothrock, D. H. Chau and B. A. Myers, "Huddle: Automatically Generating Interfaces for Systems of Multiple Connected Appliances," In Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User Interface Software and Technology 2006, pp. 279-288, 2006.
- [18] J. Nichols, B. A. Myers and B. Rothrock, "UNIFORM: Automatically Generating Consistent Remote Control User Interfaces," In Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computer Systems 2006, pp. 611-620, 2006.
- [19] C. Shin, H. Yoon, and W. Woo, "User-Centric Conflict Management for Media Services Using Personal Companions," *ETRI Journal*, Vol.29, No.3, pp. 311-321, 2007.
- [20] Y. Oh and W. Woo, "A unified Application Service Model for ubiHome by Exploiting Intelligent Context-Awareness," UCS 2004 (LNCS 3598), pp. 192-202, 2004.
- [21] 신춘성, 오유수, 정우진, 윤효석, 김영미, 우운택, "ubiTV Application: 가족을 위한 조화로운 미디어 서비스," KHCI 2006, 1권, pp. 275-280, 2006.
- [22] Y.Park and W.Woo, "The ARTable: An AR-based Tangible User Interface System," Edutainment 2006, pp. 1198-1207, 2006.



윤 효 석

2005년 숭실대학교 컴퓨터학부 학사
2007년 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 석사
2007년~현재 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사과정

관심분야 : Ubiquitous Computing, Human-Computer Interaction, Mobile Computing, Mobile Interaction



김 혜 진

2006년 숭실대학교 정보통신전자공학부 학사
2007년 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 석사
2007년~현재 광주과학기술원 정보기전공학부 정보통신공학과 박사과정

관심분야 : Computer Vision, Augmented Reality, Human-Computer Interaction



우 운 택

1989년 경북대학교 전자공학과 학사
1991년 포항공과대학교 전기전자공학과 석사
1998년 University of Southern California, Electrical Engineering-System 박사

1991년~1992년 삼성종합기술연구소 연구원
1999년~2001년 ATR, Japan 초빙연구원
2001년~현재 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수
2005년~현재 광주과학기술원 문화콘텐츠기술연구소 소장

관심분야 : 3D Computer Vision, Attentive AR/mediated reality, Human-Computer Interaction, Affective Sensing, Context-aware Computing, Ubiquitous Computing



이 상 국

1988년 인하대학교 공과대학 전
기공학과 학사
1990년 인하대학교 공과대학 전
기공학과 석사
1994년 Universite de Rouen,
France, 전자공학 박사

1990년~1999년 프랑스 국립 응용 과학원, PSI 연구소
연구원

1995년~1999년 Universite de Rouen, France 전자공학
과 조교수

1999년~2001년 삼성전자 중앙연구소 수석연구원

2001년~2006년 삼성종합기술원 Master

2002년~2004년 인하대학교 정보통신공학부 겸임교수

2006년~현재 가톨릭대학교 디지털문화학부 조교수

관심분야 : Smart Sensors & Systems, Human-
Computer Interaction, Wearable
Computer, Augmented Reality