

ubiController: ubiHome 을 위한 행동 기반 서비스 제어기*

윤효석, 정우진, 우운택
광주과학기술원 U-VR 연구실
{hyoon, wjung, wwoo}@gist.ac.kr

ubiController: Activity-based Universal Service Controller for ubiHome

Hyoseok Yoon, Woojin Jung, Woontack Woo
GIST U-VR Lab.

요약

본 논문에서는 스마트 홈 환경에서 사용자의 컨텍스트를 사용하여 상황에 적합한 서비스를 제어할 수 있는 ubiController 를 제안한다. 기존의 시스템에서는 서비스마다 개별적인 제어기가 사용되었기 때문에 서비스 전환 시 사용자에게 불편함을 초래하였다. 이런 문제를 개선한 통합 제어기에서도 사용자의 상황을 고려하지 않은 획일적인 인터페이스만이 제공되었다. ubiController 는 홈 환경의 서비스를 발견할 수 있는 서비스 디스커버리 기능, 다양한 서비스를 제어할 수 있는 통합 제어 기능, 직관적이고 시각적인 GUI, 그리고 사용자의 행동과 위치 정보의 활용을 통해 적합한 서비스를 제어 메뉴 형태로 재구성한다. 제안된 시스템은 스마트 홈 테스트베드인 ubiHome 에서 상황에 적합한 서비스 제어 메뉴를 생성하고 해당 서비스를 제어하는데 사용된다. 이러한 시스템을 통해 사용자는 스마트 홈이나 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 편재하는 수 많은 서비스 중에서, 관련있는 서비스를 보다 쉽고 빠르게 접근하여 제어할 수 있다.

Keyword : HCI, activity interpretation, universal controller, service discovery

1. 서론

생활의 중심인 가정에서는 거주자의 편리를 추구하는 다수의 가전기와 다양한 장치를 통해 여러 형태의 서비스가 제공된다. 이러한 특성은 비단 홈 환경에만 국한된 것이 아니라 무수한 서비스가 편재하는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서도 찾아 볼 수 있다. 그 환경의 중심에 위치하는 거주자나 사용자는 어떠한 서비스가 제공되는지 쉽게 알 수 있고 편리하게 사용할 수 있어야 한다. 또한 자율적으로 서비스를 제공하는 스마트 홈 환경에서도, 사용자가 직접 서비스를 제어하고 조작할 수 있어야 한다. 이런 사용자의 요구가 만족될 때, Mark Weiser가 예견한 "인간 환경에 적합한 컴퓨터"가 보조하는, 인간 중심의 컴퓨팅 환경을 이

를 수 있다 [1].

기존 연구에서는 사용자가 쉽게 휴대할 수 있는 소형 컴퓨터, PDA, 휴대폰을 통해 환경의 서비스를 제어하는 연구를 진행하였다. FReCon 에서는 Bluetooth 와 IrDA 를 사용하여 다양한 종류의 가전기의 제어 방법을 소개하였다 [2]. Personal Remote Control (PRC) 는 사용자, 환경과 서비스의 상태에 따라 인터페이스에 변화를 주고 각기 다른 제어기능을 제공하였다 [3]. TRON 프로젝트에서는 Ubiquitous Communicator 를 통해 환경의 오브젝트와 정보를 교류하였다 [4]. Pebbles 프로젝트에서는, 제어 인터페이스를 서비스에 맞게 구성하는 Personal Universal Control 에 대한 연구를 진행하고 있다 [5]. u-Photo 에서는 디지털 이미지를 통해 장치의 제어정보를 얻고 제어하는 연구를 진행하였다 [6]. PECo 는 3D 인터페이스를 사용하여 강의실

*본 논문은 광주과학기술원 문화기술연구소 (CTRC)의 지원에 의한 것임

에서 다 수의 프로젝터를 제어하였다 [7]. Home Service Controller (HSC)에서는 서비스 일괄 수행을 통해 여러 서비스의 순서있는 실행을 제공하였다 [8]. 하지만, 기존의 단일 제어기의 문제점을 개선한 통합 제어 방법도 단순히 하나의 개별적인 시스템으로써 여러 서비스를 통합적으로 관리하는데 중점을 두었다. 또한 대부분의 시스템이 컨텍스트의 사용을 배제 하였기 때문에, 상황에 관계없는 획일적이고 일정한 수동적 인터페이스만을 제공하였다.

본 논문에서는 서비스 디스커버리, 서비스 통합 제어 기능을 지원하고 사용자 컨텍스트를 사용하여 직관적인 GUI 형태로 보여주는 시스템인 ubiController 를 제안한다. ubiController 는 위치 센서를 통해 얻은 사용자의 행동 정보를 활용하여 환경의 서비스와의 관계성을 해석하고, 이를 바탕으로 사용자에게 적합한 서비스 제어 메뉴를 생성한다. 이 메뉴를 통해, 사용자는 현재 행동과 관련이 있는 서비스에 쉽고 빠르게 접근할 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 ubiController 의 전체적인 구성에 대해 설명한다. 3 장에서는 컨텍스트 해석과 사용에 대해 기술한다. 4 장에서는 스마트 홈 테스트베드인 ubiHome [9]에서 사용된 예를 소개한다. 5 장에서는 시스템의 효율성에 대한 실험과 분석을 논의하고, 6 장에서는 결론을 맺고 추후연구에 대해 기술한다.

2. ubiController 의 구성

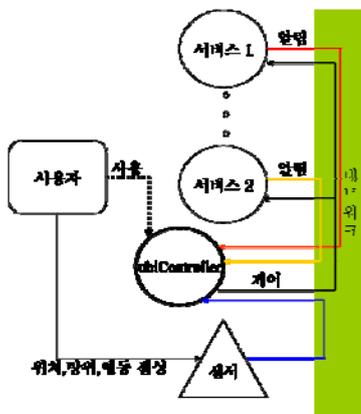


그림 1. ubiController 의 상호작용

제안된 시스템은 센서로부터 생성된 사용자의

정보 활용 부분, 환경에서 다양한 기능을 제공하는 서비스 부분, 그리고 사용자가 이를 쉽게 사용할 수 있는 인터페이스 측면에서 구성이 되었다. 그림 1 은 사용자, 서비스, 센서, 네트워크와 ubiController 의 관계를 나타낸다.

2-1 서비스 디스커버리 및 통합 제어

ubiController 는 사용자의 상황에 적합한 서비스를 결정하기 전에, 우선 환경의 서비스를 발견한다. 이를 위해 컨트롤 포인트, 디바이스, 서비스 세 가지의 컴포넌트로 구성되는 UPnP 프로토콜을 사용한다 [10][11]. 컨텍스트 프레임워크인 ubi-UCAM [12] 과 UPnP 의 호환성을 위해 그림 2 와 같이 유비서비스 내부에 UPnP 서비스 모듈이 위치하고 서비스의 정보를 네트워크에 알린다. ubiController 는 UPnP 구조상 컨트롤 포인트로써 서비스를 발견하고 제어한다.

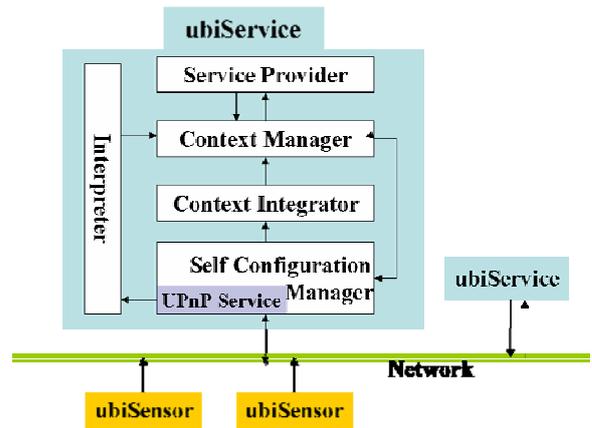


그림 2. ubi-UCAM 의 서비스 디스커버리

2-2 직관적인 GUI

ubiController 는 직관적인 3D GUI 를 사용한다. 그림 3 은 ladybug [13] 카메라로 촬영한 ubiHome 의 전경으로 ubiController 의 배경으로 사용된다.



그림 3. ladybug 카메라로 촬영한 ubiHome 전경

배경사진은 구 매핑을 통해 PDA 에서 회전을 하며 입체적으로 보이거나 사용자의 실제 방위 정보에 따라 다르게 제공된다. 또한 사용자는 배경과 통합된 인터페이스를 통해 실제 환경을 제어할 수 있다. 따라서 환경에 존재하는 장치, 즉 같은 위치에 PDA 배경을 통해 보이는 장치를 직관적으로 선택하여 제어할 수 있다. 예를 들면, 배경화면의 TV 를 클릭하면 TV 를 제어할 수 있는 세부 화면이 제공된다. 이런 간단한 클릭으로 제어하는 방법은 사용자 인터페이스 학습시간을 크게 줄일 수 있다.

2-3 사용자 컨텍스트 활용

사용자의 직접적인 명령을 받고 제어 메뉴를 수동적으로 제공하기 보다는 ubiController 는 제어기로서 가장 적합한 형태로 스스로 준비하고 변화한다. 이를 위해선 사용자의 컨텍스트 정보, 특히 위치 정보와 행동 정보가 요구된다.

2-3-1 ubiTrack 을 통한 위치 정보

사용자의 컨텍스트를 인식하기 위해 제안된 시스템에서는 적외선 기반 실내 위치 추적 시스템인 ubiTrack 을 사용한다 [15]. ubiTrack 은 발신부, 수신부, 클라이언트로 구성되어 있다. 발신부는 천장에 부착되어 있는 적외선 발신기를 통하여 각각의 아이디를 가지고 있는 적외선 신호를 발생한다. 이를 두개의 적외선 수신 센서가 부착되어 있는 수신부가 수신하여 클라이언트로 전달한다. 클라이언트는 수신된 개별 아이디를 실제의 위치 정보로 전환한다. 두개의 적외선 수신 센서에서 각각의 아이디를 수신하였기 때문에 두 점의 중점을 계산함으로 사용자의 실제 위치를 계산한다.

2-3-2 방위 정보

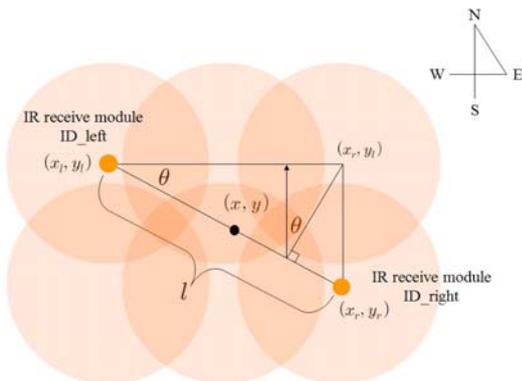


그림 4. 사용자의 위치 및 방위 인식 방법

ubiTrack 은 두개의 적외선 수신 센서를 사용함으로 계산된 각각의 위치를 통해 사용자가 어느 방향을 바라보고 있는지의 정보를 추출할 수 있다. 그림 4 는 사용자의 방위를 계산하는 방법을 나타낸 그림이다. 양쪽의 점은 각각의 적외선 수신 센서를 나타내며 각각의 원은 적외선 센싱 영역을 나타낸다. 아래 식은 사용자의 방위를 계산하는 식을 나타낸다. 그림 4 의 θ 가 다음과 같을 때

$$\theta = \cos^{-1} \frac{|x_l - x_r|}{\sqrt{(x_l - x_r)^2 + (y_l - y_r)^2}}$$

사용자의 방위는 다음과 같이 계산된다.

$$o(\text{orientation}) = \begin{cases} 0^\circ & , x_l < x_r \text{ and } y_l = y_r \\ \theta^\circ & , x_l < x_r \text{ and } y_l < y_r \\ 90^\circ & , x_l = x_r \text{ and } y_l < y_r \\ \theta + 90^\circ & , x_l > x_r \text{ and } y_l > y_r \\ 180^\circ & , x_l > x_r \text{ and } y_l = y_r \\ \theta + 180^\circ & , x_l > x_r \text{ and } y_l > y_r \\ 270^\circ & , x_l = x_r \text{ and } y_l > y_r \\ \theta + 270^\circ & , x_l < x_r \text{ and } y_l > y_r \end{cases}$$

2-3-3 행동 정보 추출

ubiTrack 에서 생성된 위치와 방위 정보를 활용하여 사용자의 몇가지 행동 정보를 추출할 수 있다. 추출된 위치 정보를 활용하여 사용자의 속도 정보를 추출할 수 있으며, 이를 활용하여 사용자가 제자리에 서 있는지, 걷고 있는지, 뛰고 있는지의 정보를 추출할 수 있다. 또한 방위정보를 활용하면 사용자가 어느 방향으로 돌았는지 등의 정보를 알 수 있다. 위치와 속도 정보를 활용하여 사용자가 홈 환경에 들어왔는지 나갔는지의 정보 또한 추출할 수 있다. 사용자의 행동정보는 다음과 같이 계산된다.

$$\text{activity} = \begin{cases} \text{Standing,} & \text{if velocity} = 0 \\ \text{Walking,} & \text{if } 0 < \text{velocity} < 100 \\ \text{Running,} & \text{if velocity} > 100 \end{cases}$$

사용자의 특별한 행동을 추적하기 위해서 기존의 ubiTrack 발신기와는 독립적으로 동작하는 발신기를 사용한다. 기존의 ubiTrack 발신기가 천장에 부착되어 있는 것과는 달리 이 독립형 ubiTrack 발신기는 사용자가 알고자 하는 위치에 부착되어 특별한 아이디를 발신함으로 사용자의

위치를 인식할 수 있다. 특별히 이를 소파 쪽의 벽면에 부착하면 사용자가 소파 위에 누워있는지의(Laying Down) 정보를 알 수 있다.

3. 컨텍스트 해석과 사용

행동 기반 제어기는, 사용자의 현재 행동에 적합한 서비스를 제어할 수 있는 인터페이스를 제공하는데 목적이 있다. 이를 위해서는 사용자의 행동과 서비스간의 관계가 우선 정립되어야 한다. 이러한 행동에 대한 관계정립과 적합한 서비스를 준비하는 단계를 행동 해석이라고 구분하고, 새로운 행동 정보가 추출될 때 재해석을 한다.

3-1 행동 해석을 위한 행동-서비스 연관성

사용자의 현재 행동과 관련이 있는 서비스 제어를 위해 사용자의 행동과 환경의 서비스간의 관계를 먼저 정의한다. 표 1 은 행동-서비스 연관성의 5 가지 유형을 나타낸다.

표 1. 행동-서비스 연관성 유형

연관성 유형	서비스 연관도	설명
무 (Irrelevancy)	없음	서비스에 영향을 미치지 않음
부정 (Negative)	낮음	서비스를 끄거나 비활성화 함
최소 (Minimal)	낮음	서비스를 키거나 활성화 함
가동 (Operational)	중간	다 수의 기능을 필요로 함
최대 (Maximal)	높음	서비스에 직접적인 영향을 줌 대부분의 기능을 필요로 함

3-2 위치, 방위의 해석

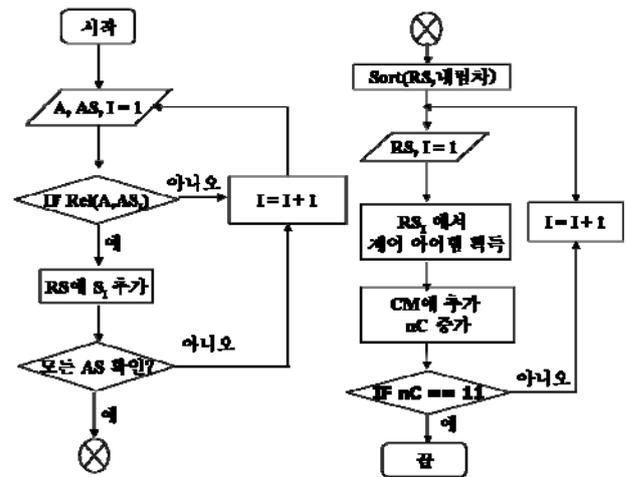
사용자의 현재 상황과 관련이 있는 서비스 제어 메뉴를 제공하기 위해서는 행동 정보와 더불어 사용자의 위치, 방위 정보를 활용한다. 사용자의 위치와 방위가 서비스의 영역안에 있으면, 그 서비스에 대해 최대 연관성을 가지기 때문에 해당 서비스의 모든 제어 기능을 제공한다. 또한 ubiController 의 배경화면도 사용자의 방위에 맞는 화면으로 재구성된다.

3-3 동적 서비스 제어 메뉴의 재구성

사용자 인터페이스는 복잡하거나 사용하기 어렵지 않아야 한다. 특히 휴대용 단말기 처럼 화면크

기에 제약이 있는 경우는 한 화면에 보이는 정보가 적정 수준으로 제한이 되어야 한다. 따라서 본 시스템에서는 서비스 제어 아이템의 수를 최대 11 로 제한한다. 서비스 제어 아이템이란 사용자가 서비스를 제어할 수 있는 서비스 트리거(trigger)를 의미한다. 예를 들면 DVD 서비스의 “정지”를 의미하는 아이콘을 말한다.

서비스 제어 메뉴의 재구성은 사용자의 현재 행동이 검출되면 시작된다. 우선 ubiController 는 행동-서비스 연관성 테이블을 검색하여 사용가능한 서비스들간의 연관성을 찾는다. 그 후, 연관성이 높은 서비스부터, 제어 아이템을 선택하고 GUI 에 재구성한다. 이 단계는 획득한 제어 아이템의 수가 11 이 되거나 모든 서비스를 확인할 때까지 반복된다. 재구성 알고리즘은 그림 5 와 같다.



A-사용자 행동 AS-사용가능한 서비스 RS-관련성 있는 서비스 CM-제어 메뉴 nC-제어아이템 수 ReI-관계성 확인 함수

그림 5. 동적 서비스 제어 메뉴 구성 흐름도

4. ubiHome 에 대한 적용

제안된 시스템은 스마트 홈 테스트베드인 ubiHome 에서 ubi-UCAM 의 유비서비스와 유비센서와 같이 연동되었다. 유비서비스로 구현된 다양한 서비스와 유비센서로 구현된 위치 센서가 생성하는 컨텍스트 정보를 기반으로 ubiController 는 다른 상황에 대해 각기 다른 서비스 제어 메뉴를 생성하였다.

4-1 ubiHome 의 서비스

ubiHome 테스트 베드에는 7 가지의 서비스가있다. ubiTV [14] 어플리케이션은 5 가지의 서비스,

TV 서비스, DVD 서비스, 음악 서비스, 웹 서비스, 앨범 서비스를 제공한다. MRWindow 어플리케이션은 다양한 콘텐츠를 지원하는 디스플레이 서비스를 제공하며, 세 개의 전등을 통해서도 밝기를 조절할 수 있는 전등 서비스가 제공된다.

4-2 정의된 행동

ubiHome 테스트 베드에서는, 6 가지의 기본 행동인 Running, Walking, Standing, Laying Down, Entering, Exiting 이 정의되었다.

4-3 행동-서비스 연관성

표 2 는 ubiHome 의 7 가지 서비스와 6 가지 행동의 연관성을 나타내는 표로서, -1 은 부정 연관성, 0 은 무 연관성, 1 은 최소 연관성, 5 는 가동 연관성, 그리고 10 은 최대 연관성을 의미한다.

표 2. 행동-서비스 연관성 표

Activity	Music	DVD	TV	Web	Display	Lights	Album
Walking	5	0	5	0	5	5	0
Standing	10	10	10	10	10	10	10
Running	1	0	0	0	0	0	0
Laying Down	0	0	0	0	0	5	0
Entering	5	0	0	0	5	10	0
Exiting	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

4-4 활용 예

사용자의 위치와 방위 정보가 사용될 때 ubiController 는 그림 6 과 같은 제어 메뉴를 생성하였다.

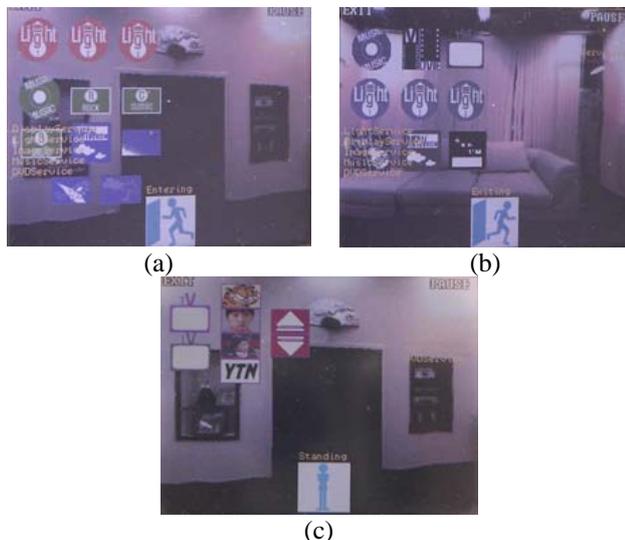


그림 6. 사용자 행동에 따른 서비스 제어 메뉴
(a) Entering (b) Exiting (c) Standing

그림 6(a)와 6(b)는 사용자의 행동, Entering 과 Exiting 에 대해서 생성된 서비스 제어 메뉴이다. 사용자의 방위정보를 활용하여 그에 맞는 화면을 제공하고 행동-서비스 연관성 표를 사용하여 관련된 서비스 제어 아이템을 메뉴 형식으로 제공 하였다. 그림 6(c)에서는 사용자의 행동이 Standing 이고 사용자의 방위정보가 TV 를 향하고 있기 때문에 TV 에 대한 모든 서비스 제어 아이템이 제공 되었다. 또한 사용자가 Walking 상태이고 방위 정보가 특정 서비스를 향할 때, 가동연관성이 있다는 가정을 통해, 해당 서비스 제어 메뉴를 생성 하였다.

5. 실험

컨텍스트의 사용을 통한 사용자의 직접적인 입력의 감소와 향상치를 측정하는 Pervasive Computing Benchmark [16]의 Context-Sensitivity Evaluation 방법을 채용하여 제안된 시스템과 같이 평가하였다. 사용자의 행동정보를 사용하여 서비스 제어화면을 구성하고 제어하는 것과, 사용자의 직접적인 명령을 통한 제어를 비교하였다.

표 3. 기존 제어 방법과 비교

비교 \ 클릭 수	TV	전등	모든 장치 끄기
기존	4	5	23
행동 기반	1	3	9
필요 행동	Standing	Standing 또는 Exiting	Exiting
방위 차이	TV	전등	문
	-3	-2	-14

표 3 에서 나타난 것 같이, 행동 기반 제어기는 사용자가 서비스를 실행 시킬 수 있는 행동과 방위의 활용으로 필요 클릭 수를 줄일 수 있었다. 물론 이 방법은 행동을 인식하고 해석하는 처리가 필요하고 서비스의 수가 증가함에 따라 딜레이가 생길 수 있지만, 사용자의 입력을 줄일 수 있는 이점이 있다. 또한 행동 기반 서비스 제어기는 Exiting 의 경우처럼, 집을 나서면서 모든 서비스를 끌 수 있게 하는 등 행동과 밀접한 관련이 있는 경우에 큰 효율을 나타냈다.

6. 결론

본 논문에서는 홈 환경에서 사용자의 컨텍스트를 기반으로 PDA 또는 PDA 폰을 사용하여 환경의 서비스를 제어할 수 있는 ubiController 를 제안하였다. ubiController 는 홈 환경에서 서비스를 자동으로 발견하여 사용자가 활용 가능한 서비스를 판별할 수 있도록 하였다. 또한 통합된 제어기로써 다수의 서비스를 통합 관리케 하였다. 시각적으로는 3D GUI 화면과 사용자의 컨텍스트에 기반한 서비스 제어 환경을 구성하였다. 특히 기존의 연구에서 미흡했던 컨텍스트 인식 부분에서, 사용자의 위치, 방위, 행동 정보를 활용하여 관련이 있는 서비스를 사용자의 직접적인 입력이 있기 전에 제어할 수 있는 형태로 재구성하여 제공하였다. 이러한 시스템을 통해, 홈 환경에서 사용자가 제공되는 서비스를 쉽고도 간단히 제어할 수 있는 방향을 제시하였다. 앞으로의 연구는, 다양한 사용자의 행동과 서비스의 연관성에 대한 분석을 진행할 예정이다.

7. 참고자료

- [1] M. Weiser, "The computer for the 21st century," Scientific American, 265(3), pp.94-104, September 1991.
- [2] A. Sanguinetti, H. Haga, A. Funakoshi, A. Yoshida, C. Matsumoto, "FRCon: a fluid remote controller for a Freely connected world in a ubiquitous environment," Personal Ubiquitous Comput, 7, 3-4, Jul., pp 163-168, 2003.
- [3] T. Lashina, F. Vignoli, V. Buil, S. van de Wijdeven, G. Hollemans, J. Hoonhout, "The Context Aware Personal Remote Control: A Case Study on Context Awareness," 23rd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'03), p. 322, 2003.
- [4] TRON Web, <http://tronweb.super-nova.co.jp/tronnews04-9.html>
- [5] B. A. Myers, J. Nichols, J. O. Wobbrock, R. C. Miller, "Taking Handheld Devices to the Next Level," IEEE Computer. December 2004. pp 36-43.
- [6] G. Suzuki, S. Aoki, T. Iwamoto, D. Maruyama, T. Koda, N. Kohtake, K. Takashio, H. Tokuda, "u-Photo: Interacting with Pervasive Services Using Digital Still Images," Lecture Notes in Computer Science, Volume 3468, Jan 2005, pp. 190 – 207
- [7] A. A. N. Shirehjini, "PECO: 3D-BASED INTERACTION WITH A UPNP MEETING ROOM," Adjunct Proceedings of the Third International Conference on Pervasive Computing, Vol. 191, 2005.
- [8] H. Yoon, W. Woo, "Home Service Controller with Batch Execution Support," KISS 2005 Fall, Vol.32, No. 2(II), pp 580-582, 2005.
- [9] S. Jang, C. Shin, Y. Oh, W. Woo, "Introduction of 'ubiHome' Testbed," The first Korea/Japan Joint Workshop on Ubiquitous Computing & Networking Systems (ubiCNS), 2005.
- [10] UPnP Forum, <http://www.upnp.org>
- [11] UPnP™ Device Architecture v1.0.1 Draft, <http://www.upnp.org/resources/documents/CleanUPnPDA101-20031202s.pdf>
- [12] 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.
- [13] Ladybug, <http://www.ptgrey.com/prodcuts/ladybug>
- [14] Y. Oh, C. Shin, W. Jung, W. Woo, "The ubiTV application for a Family in ubiHome," 2nd Ubiquitous Home workshop, pp. 23-32, 2005.
- [15] W. Jung, W. Woo, "Orientation tracking exploiting ubiTrack," ubiComp05, pp. 47-50, 2005.
- [16] A. Ranganathan, J. Al-Muhtadi, J. T. Biehl, B. Ziebart, R. Campbell, B. Bailey, "Towards a Pervasive Computing Benchmark," PerWare'05 (Workshop on Middleware Support for Pervasive Computing) at PerCom 2005, Kauai Island, Hawaii, March 8-12, 2005.