

일 반 투 고

스마트 홈 연구 동향 및 전망 (Research Activities on Smart Environment)

장 세 이, 이 승 현, 우 운 택

광주과학기술원 정보통신공학과

I. 스마트 홈의 연구 배경

사람이 가장 편안한 상태로 생활할 수 있는 환경은 바로 가정 환경이다. 이를 위해 원시시대에는 동굴 등을 이용하여 집을 고안해 냈고, 중세 시대에는 물을 쉽게 확보하기 위해 집안에 우물을 설치하였다. 근래에는 자동으로 켜지는 조명, 온도 조절 장치부터 SF영화에 등장하는 집안 일을 대신해 주는 로봇까지 그 변천사가 다양하다.

사람이 집에 들어오면 자동으로 라디오가 켜지고, 가족 구성원들의 취향에 따라 음악 프로그램이 선택되고, 전화가 오면 불륨이 줄어드는 등의 홈 오토메이션(home automation)에 대한 연구는 이미 1940년 중반부터 시작되었다^[1]. 그러나 홈 오토메이션 구축을 위한 기반 구조(홈 네트워크, 가전 기기 제어 기술 등)의 부족으로 홈 오토메이션에 대한 연구는 활성화되지 못하였다. 또한 홈 오토메이션을 위해서는 집에 대한 환경 정보와 거주자에 대한 정보를 파악하여 그에 맞는 적절한 서비스를 제공해야 한다. 그러나 거주자에게 불편함을 주지 않으면서 집과 사람에 대한 정보를 얻는 것은 쉬운 일이 아니다. 이러한 여러 가지 기반 구조 부족으로 홈 오토메이션에 대한 연구는 활성화되지 못하였다.

그러나 1980년 중반이후부터 인터넷의 폭발적 보급으로 2000년 이후에 약 75%의 가정이 PC를 보유하고 있고, 그 사용 목적의 90%가 인터넷을 이용하기 위한 것이다^[2]. 이것은 가전기기간의 연결 및 제어를 하는데 필요한 홈 네트워크를 구성하는 중요한 기반 구조 구축을 의미하는 것

이다. 또한 집에 대한 정보나 거주자에 대한 정보를 얻기 위한 다양한 센서 기술(위치 감지 센서, 사용자 감별 장치 등)의 발달됨에 따라 고가의 장비가 저렴해지고, 이러한 정보를 처리하는 신호 처리 기술 등의 발전으로 인해 집 자체가 환경 변화를 인지하고 그에 맞는 적절한 반응을 보이는 스마트 홈(smart home)을 구축할 수 있는 기반 구조가 마련되고 있다. 이러한 흐름에 맞추어 국내외에서는 스마트 홈에 대한 연구가 활발하게 진행 중이다. 국내에서는 인터넷을 이용하여 가전기기를 제어하는 기술, 즉 홈 네트워크를 중심으로 하는 오토메이션에 대한 연구가 LG, 삼성 등의 대기업을 중심으로 진행되고 있으며, 국외에서는 홈 네트워크를 기반으로 하여 집과 거주자의 환경 정보를 수집하는 환경문맥—인식(context-awareness)에 대한 연구가 기업과 학교를 중심으로 연구되고 있다. 본 논문에서는 현재 진행 중에 있는 스마트 홈에 대한 연구 및 동향을 소개하고, 광주과학기술원에서 연구 중인 스마트 홈에 대한 연구의 방향에 대해 살펴보고자 한다.

II. 스마트 홈에 대한 연구 동향

국외의 스마트 홈에 대한 연구는 거주자에 대한 정보를 파악하는 것과 거주 환경에 대한 정보를 파악하는 것으로 크게 나눌 수 있다. 즉, 거주자의 인식, 거주자의 위치 정보, 거주자의 행동

(의사 표현, 작업 수행) 등을 스마트 홈에서 인식하고 그에 맞는 서비스를 제공하거나 거주 환경(대상물의 인식, 대상물의 위치 정보, 실내 온도, 실내 조명 밝기 등)에 대한 거주 환경 정보를 스마트 홈에서 파악하여 거주자의 정보와 연관 지어 자동화된 서비스를 제공하는 것이다. 스마트 홈에 관련된 연구의 공통된 부분은 거주자와 거주 환경 정보를 수집, 인식, 행동하는 시스템을 개발하는 것이다. 이러한 시스템은 다양한 센서를 이용하여 정보를 수집하고, 수집된 정보를 이용하여 적절한 서비스를 제공하기 위해 퍼지(Fuzzy) 또는 신경망(Neural Networks) 등의 인공지능 기술들이 사용된다. 그러나 정확하고 효과적인 시스템 구축을 위해 거주자와 환경에 대한 최소 정보 단위가 무엇인지, 또한 최소 정보단위를 위해 어떠한 센서들이 사용되어야 하는지에 대한 연구가 개별적으로 진행 중에 있다. 국내의 스마트 홈에 대한 연구는 가정에 있는 가전 기기들을 네트워크로 연결하여 거주자에게 통합/제어 환경을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 홈 네트워크에 집중된 국내의 연구는 거주자의 개성화 된 정보의 중요성을 배제하여 획일화 된 거주 환경을 제공하는 문제점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위해 국외의 스마트 홈 연구와 같이 거주자와 거주 환경에 대한 정보를 적극적으로 이용하는 시스템 개발이 절실히 필요하다.

광주과학기술원 U-VR 연구실에서는 Ubiquitous Computing^[3]과 스마트 홈의 개념을 결합한 'UbiHome'을 정의하고 이를 구현하기 위해 다양한 센서들을 통합(hybrid)하여 정확한 Context를 수집 및 인식하는 기반 구조를 Ubiquitous Computing 환경에 맞게 구성한다. 또한 수집된 Context를 바탕으로 거주자의 의도를 파악하여 거주자에게 편리한 서비스를 제공하는 애플리케이션을 개발함으로써 편리한 거주 환경을 구현한다.

본 장에서는 국내외에서 진행중인 스마트 홈에 대한 개념, 시나리오, 특징 및 애플리케이션에 대해 알아본다.

1. Adaptive House

Colorado Univ.는 'Adaptive House'라는 스마트 홈 환경을 구현하고 있다. Adaptive House의 개념은, 거주 환경의 상태(status)를 디스플레이(display)하거나 터치 스크린이나 음성명령을 인식하여 거주 환경을 제어(control)하는 기존의 홈 오토메이션과 달리, 거주자의 생활 패턴 및 거주자의 요구사항을 거주 환경에 설치된 센서를 통해 데이터를 관찰하여, 거주 환경 스스로 그 관찰한 데이터의 결과에 맞게 환경 변화를 프로그램하고 신경망 이론을 적용하여 거주 환경 변화에 대한 학습능력 기능을 수행함으로써 거주자가 필요한 것들을 미리 예측할 수 있는 집을 말한다^[4].

이러한 Adaptive House 환경에서 구상하는 시나리오는 다음과 같다. Adaptive House가 거주자의 생활 패턴과 움직임(몇 시에 거주자가 집에 들어오는지, 몇 시에 출퇴근하는지, 혹은 몇 시에 보일러가 작동되어 거주자가 뜨거운 샤워를 사용할 수 있는지 등)에 맞추어 거주 환경의 기능(프로그램)을 변경한다. 예를 들어 거주자가 집에 들어왔을 때 조명을 켜면, 다음날 거주자가 집에 들어오면 자동으로 조명이 켜진다. 또한 켜진 조명의 밝기를 거주자가 조절하면, 다음에 그 밝기로 조명을 자동 조절한다. 거주자와 거주 환경 사이에 이러한 상호작용이 반복되어짐에 따라 Adaptive House는 거주자가 직접 거주 환경을 제어하는 수고를 줄임으로써 자동화된 환경 조절 기능을 제공한다. 위와 같은 시나리오를 구축하기 위해 Adaptive House는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- Residential Comfort Systems : 거주 환경의 기본 요소가 되는 실내온도, 조명, 환기, 물 온도 제어 기능을 거주자의 행동 패턴과 연결하였다. 이러한 제어 기능은 TV, 오디오 같은 가전 기기에 비해 상대적으로 제어가 쉽고, 집에서 주로 소모되는 에너지(전기, 수도 등)에 대한 것으로써 에너지 절약 효과를 제공한다.
- Prediction and Control : Adaptive House

는 실내 온도 센서, 조명 밝기 감지 센서, 환풍 센서, 물 온도 센서 등과 시간 센서, 움직임 감지 센서 등을 통해 얻은 거주자의 행동 변화의 데이터 값을 신경망 이론을 적용하여 거주자의 행동 패턴을 인식하고 거주자의 다음 행동을 예측할 수 있게 된다. 홈 자동화 서비스는 거주자의 행동 패턴 학습 정도가 거주자가 만족할 만한 임계값(Threshold)을 넘었을 때에 실행된다.

Adaptive House의 애플리케이션으로는 거주 환경을 자동으로 제어하는 하는 ACHE(Adaptive Control of Home Environments)이 있다. ACHE는 실내 조명 밝기, 실내 온도, 실내 통풍에 대한 거주 환경을 자동으로 조절하여 거주자에게 최적의 만족감을 주는 것이다. 즉, 거주자가 환경 조건을 직접 변화시킬 때, 거주자가 변경한 내용을 학습하고 거주 환경을 자동으로 제어함으로써 거주자의 요구사항을 최대한 만족시킨다. 또한 이와 함께 에너지 사용을 최소화함으로써 에너지 절약에 기여한다. 이를 위해 Adaptive House는 거주자 만족도와 에너지 사용비에 대한 비율(trade-off)을 정량화 하였다^[6].

2. AwareHome

Georgia Tech. 에서 구현하고 있는 'Aware-Home'이란, 집과 집 주변의 정보, 그리고 거주자의 행동에 대한 정보를 인식하는 능력을 가진 거주 환경을 의미한다. 특히 AwareHome은 사람의 인지 능력(Human-Like Perception)이라는 개념을 이용하여 고령자를 위한 다양한 서비스를 개발하고 있다. 거주 환경에서 인식해야 할 환경 정보의 범위를 구체화함으로써 실제 적용 가능한 스마트 홈의 모델을 제시하였다^{[6][7]}.

AwareHome이 제공하는 시나리오는 다음과 같다. 따로 떨어져 사는 노부모와 자식들 사이의 유대감을 높이기 위해 노부모의 행동 정도를 불이 켜지는 전구의 개수로 정량화하여 이를 디스플레이하고, 또한 약 먹을 시간이나 방금 전에 일어났던 일 등의 일상적인 일 등을 자동으로 알려

주고, 또한 노약자가 위험한 상황에 처하게 되거나 사고를 당하게 되면 AwareHome이 외부로 도움을 요청하는 것 등이다. 위와 같은 시나리오를 구축하기 위해 AwareHome은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- Specification of AwareHome Domain : 포괄적 Context 개념에서 벗어나 고령자라는 특정 관심 대상을 선택하고 그에 맞는 애플리케이션을 개발함으로써, 스마트 홈의 적용 범위를 구체화 하였다. 즉, 스마트 홈이 인식해야 할 일상 생활의 적용 범위인 '구체적 대상'에 대한 필요성도 인지하지 못했던 상황에서 벗어나 스마트 홈이 적용될 수 있는 일상 생활의 구체적 대상에 대한 필요성을 제시하였다.
- Context-awareness and Ubiquitous Sensing : 거주자의 행동을 인식하기 위한 카메라, 위치정보를 인식하기 위해 마루에 부착된 무게 감지센서, 고령자의 심장 박동을 감지하는 센서 등의 다양한 센서가 복합되어 거주자에 대한 정보를 수집한다. 거주 환경 정보 수집에 사용되는 센서가 거주자의 일상 생활에 방해가 되지 않도록 거주자의 눈에 보이지 않는 형태로 설치되며, 또한 목걸이 또는 시계 등과 같은 크기가 작은 형태로 몸에 지니는 형태로도 이용된다.

AwareHome의 애플리케이션으로는 Aging Place(고령자 행동 정도—움직임 활발, 보통, 정지 등—를 나타내는 불빛을 고령자의 액자에 표시함으로써 가족 구성원 간의 유대감을 높임), Finding Lost Object(잃어버리기 쉬운 물건—지갑, 자동차 열쇠, 휴대용 메모리—등에 대한 위치 정보를 나타냄으로써 고령자가 일상 생활에서 겪는 어려움을 쉽게 해결함), Smart Carpet(거주자의 신원정보를 거실에 설치된 무게 감지 센서를 이용하여 판별해 냄) 등이 있다^[8].

3. EasyLiving

Microsoft는 지능형 환경(intelligent environment)을 구축하는 것을 최종목표로 하고 있

다. 지능형 환경의 목표는 휴대용 단말기(mobile device)에 사용자가 원하는 컴퓨팅 자원(computing resource)을 제공하는 것이고, 또한 사용자가 휴대용 단말기가 없을 때에도 사용자의 환경 조건을 고려하여 컴퓨팅 자원에 접근할 수 있게 하는 것이다^[9].

이러한 지능형 환경을 구축하기 위해 진행되고 있는 EasyLiving은 사람과 사람, 사람과 컴퓨터, 사람과 디바이스 사이의 원활한 의사소통을 지원하는 지능형 환경의 프로토타입과 그 기술 개발을 목표로 한다. EasyLiving이 제공하는 시나리오는 다음과 같다. 미래의 가정 또는 사무 환경이 비전(vision)을 이용하여 거주자의 신원 정보를 파악하고, 거주자가 음성이나 몸짓으로 내린 명령에 반응하고, 그 환경의 기하학적 정보(geometry)와 사용 가능한 자원(computer, PDA 등)을 파악한다. 예를 들어, 거주자가 말하고 싶은 상대의 이름을 말하면 EasyLiving은 그 상대에게 자동적으로 전화를 연결한다. 또한 어린 아이와 애완동물의 행동을 감시하여 위험사항에 처하는 것을 사전에 예방할 수 있게 한다. 또한 거주자가 작업 도중에 위치 이동을 하여도 새로운 위치에서 하던 작업을 계속할 수 있게 하는 등의 인터페이스를 제공한다. 위와 같은 시나리오를 구축하기 위해 EasyLiving은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- **Self-Aware space** : EasyLiving은 거주자의 요청에 적절한 반응을 하기 위해 자신의 공간에 있는 환경 정보를 파악한다. 지문 인식과 카메라 기술 등을 사용하여 거주자 신원을 파악하고 기하학 정보를 활용하여 대상물을 인식하고 위치 정보를 파악한다. 또한 현재 거주자가 있는 공간의 자원 정보를 파악한다.
- **Casual Access to Computing** : 컴퓨팅 자원이 장소와 시간에 관계없이 거주자에게 제공된다는 것을 의미한다. 즉, 카메라를 이용한 거주자 행동 인식, 음성 인식 기술을 사용하여 거주자 정보를 관리함으로써 거주자에게 있을 수 있는 불편한 요소를 제거하고 거주자의 행동에

적절한 반응을 제공할 수 있다.

- **Extensibility** : EasyLiving 공간에 새로운 자원이 추가되는 것을 보장하는 것과 동시에 물리적 공간의 확장성을 보장하는 것이다. 예를 들어, 새로운 카메라가 추가될 때, 새로운 자원의 추가와 동시에 카메라를 이용한 EasyLiving의 물리적 인식 공간이 확장된 것을 의미한다^[10].

EasyLiving의 애플리케이션으로 Migrating Windows(거주자의 작업이 PC와 PC사이에서 이동됨), Contact Anyone Anywhere(거주자에게 도착한 메시지를 거주자의 현재 위치에서 사용 가능한 자원에 표시), Child Care Assistant(어린아이, 애완동물이 높은 계단등에 있을 때, 부모에게 알려줌), 그리고 Vision-Based Home Automation(카메라를 이용하여 사용자가 책을 읽을 때 조명이 밝아지고, 방안에 아무도 없을 때 조명이 자동으로 꺼짐) 등이 있다.

4. House_n Project

오늘날의 집은 단순히 가전기기나 가전기기용 배선들을 모아놓은 구조에 지나지 않는다. 이것은 거주자가 원하는 새로운 기술을 집에 적용하기 어렵게 만드는 형태를 가지고 있는 것이다. MIT는 이러한 거주 환경의 한계점을 극복하기 위해 'House_n' 프로젝트를 진행하고 있다. House_n 프로젝트는 집을 건축할 때 거주자가 원하는 홈 시스템(home system)을 포함시켜 거주자에게 맞는 개성화 된 집을 만드는 것을 그 목적으로 한다. 즉, 집을 지을 때 벽이나 건축재료로 홈 네트워크나 다양한 센서 등을 안에 포함시킬 수 있도록 하는 것이다^[11].

House_n에서 제공하는 시나리오는 다음과 같다. 거주자가 원하는 홈 시스템을 포함한 집을 짓기 위해 설계를 의뢰하고 설계자로부터 만족할 만한 결과를 얻는 것은 상당한 비용이 소요되는 일이다. 이러한 비용을 줄이기 위해 사용자가 쉬운 설계 도구를 이용하여 원하는 홈 시스템을 갖춘 주택을 직접 설계하도록 하는 것이다. 위와 같

은 시나리오를 구축하기 위해 House_n은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- **Adaptable, Customized environment** : 거주자에게 맞추어진 홈 시스템(홈 네트워킹, 디지털 가전기기, 새로운 건축재료 등의 기반구조)이 집 환경 구조에 포함된다. 즉 거주자의 사가 집 구조에 반영된 환경을 의미한다.
- **Interactive User Interface environment** : 집 내부 구조에 설치된 센서를 사용하여 거주자의 행동을 인식할 수 있다. 이러한 거주자 행동 정보를 이용하여 홈 네트워크로 연결된 가전기기들을 제어함으로써 거주자와 집이 상호 작용하는 환경을 제공한다.
- **Architectural Design and Visualization environment** : 집 구조에 디지털 인터페이스 등의 발전된 기술을 적용함으로써 집 구성의 다양성을 제공한다. 또한 실제 집을 짓기 전에 거주자 의사가 반영된 디자인을 빠른 시간 내에 시뮬레이션하는 환경을 제공한다^[12].

House_n Project의 애플리케이션으로는 Home-based Preventive Medicine(거주자의 건강유지를 위한 거주자 활동 인식 알고리즘 개발, 약 먹을 시간을 알리는 알람 기능, 심장 마비 증상을 조기에 알리는 기능, 인체 공학 집 디자인 등의 개발), Energy/Resource Consumption and Comfort(새로운 재료로 만든 단열재 개발로 인한 에너지 절약, 에너지 저장 시스템, 거주자 행동 양식에 맞는 에너지 제어 기능 개발), Universal Controller(가정기기의 원격 제어 및 통합 기능, 편재된 디스플레이 기능, 거주자에게 맞추어진 인터페이스 환경 개발) 등이 있다.

5. Dream Home

LG전자는 스마트 홈의 범위를 주부를 위한 주방환경을 구체화하여 인터넷 기술과 주방가전기술을 접목한 Dream Home환경을 개발중이다. 가정 주부를 위한 비서 기능을 담당하는 환경을 구축하기 위해 냉장고, 전자렌지, 세탁기, 에어컨 등의 가전기기들을 인터넷으로 연결하여 거주자

가 가전기기들을 통합/원격 제어를 할 수 있는 주방 환경을 제공한다. 이를 위해 LG는 Dream Home에서 사용될 가전기기를 위한 통신프로토콜—Living Network Control Protocol(LNCP)을 개발하여 홈 네트워크 구축에 주력하고 있다^[13].

DreamHome이 제공하는 시나리오는 다음과 같다. 냉장고에 부착된 인터넷으로 남편과 화상 전화를 하고, 그날 저녁 메뉴를 인터넷에서 검색하여 식단에 맞는 재료를 자동주문하며, 저녁 메뉴를 선택하며 그에 맞는 조리 방법이 전자렌지 등에 다운로드되어 자동으로 요리를 하는 것이 가능하다. 또한 세탁기, 에어컨 등은 자가 진단 기능으로 문제점을 사용자에게 알리고, 거주자의 기호에 맞는 다양한 동작 모드를 제공한다.

Dream Home의 애플리케이션으로는 인터넷 정보가전기기(인터넷 냉장고, 에어컨, 전자렌지, 세탁기, 전기밥솥), Dream Home 서비스(인터넷을 통한 식단 제공 서비스, 선택 요리에 맞는 자동 조리 모듈 제공, 최적화된 동작 모듈 제공) 등이 있다.

6. Digital Home

삼성전자는 가정 생활을 4가지 주제로 분류하여 홈 네트워크로 연결한 거주 환경인 'Digital Home'을 구현하고 있다. 특히 거주자에게 일어나는 일상 생활을 편리하게 해주기 위해 정보 가전 기기를 홈 네트워크에 연결하고 이것을 통합 관리함으로써 행복하고, 재미있고, 놀랍고, 편리한 가정 환경을 거주자에게 제공한다^[14]. Digital Home의 주제는 다음과 같다.

- **행복한 세상** : 거주자의 기본적인 생활 환경 조건(실내 조명, 온도)을 조절해 주며, 인터넷을 이용한 원격 진료 서비스 및 주부에게 식단을 자동으로 제공하는 등의 환경을 구축한다.
- **재미있는 세상** : 고화질 TV와 오디오 시스템을 이용하여 가정에서 즐길 수 있는 엔터테인먼트 환경 구축을 위한 것이다.
- **놀라운 세상** : PC, TV, 오디오 등의 멀티미디어

어 장비를 사용한 원격 교육 등의 에듀테인먼트 환경 구축을 위한 것이다.

- 편리한 세상 : 집 밖에서의 원격 가전 기기 제어 및 운전 중 도로 안내 등과 같은 집 밖에서의 생활에 대한 유용한 정보를 제공하는 환경 구축을 위한 것이다.

III. UbiHome

광주과학기술원 U-VR Lab.은 Ubiquitous Computing과 스마트 홈이 결합된 거주 환경을 'UbiHome'이라 정의하였다. UbiHome이란 다양한 센서를 혼합하여 얻은 거주자 및 거주 환경에 대한 Context가 거주 환경에 편재하고, 이러한 Context들을 혼합하여 거주자의 의도를 파악함으로써 그에 맞는 편리한 서비스를 제공하는 거주 환경이다.

이러한 UbiHome은 거주 환경에 편재된 컴퓨터를 이용하여 센서, Context 및 애플리케이션 등을 관리하는 기반 구조를 제공한다. 또한 무게 감지 센서, 휴대용 메모리, RF/Ultrasonic or Ultrasound TAG, 디지털 카메라 등과 같은 다양한 센서를 통해 얻은 정보를 혼합하여 거주자 위치(location), 거주자 몸짓(gesture), 거주자 신원(identity), 대상물의 인식 및 위치 정보 등의 Context 뿐만 아니라 거주자의 의도(intention)를 파악하고 거주자에게 편리한 서비스를 제공한다.

UbiHome의 특징은 다음과 같다.

- Ubiquitous Computing Environment : 대부분의 스마트 홈 연구는 센서로부터 생성된 Context들이 하나의 서버를 통해 관리되는 중앙 집중 컴퓨팅 환경을 제시하였다. 그러나 UbiHome에서는 센서를 처리하는 해당 프로세서가 Context를 생성하고 직접 관리하는 분산 컴퓨팅 환경을 갖는다. 이것은 컴퓨팅 환경이 생활 곳곳에 편재되어 있는 Ubiquitous

Computing 개념과 부합되는 것이다¹⁵⁾.

- Intelligent Environment : UbiHome은 다양한 센서를 이용하여 거주자에 대한 인식, 위치, 몸짓 정보를 파악하고 대상물의 인식, 위치 등에 대한 정보를 파악하는 지능형 거주 환경을 제공한다.
- Personalized Environment : UbiHome은 거주자 Context를 파악하고 거주 환경을 거주자 Context에 맞게 변화시킴으로써 거주자의 성향이 반영된 거주 환경을 제공한다.

1. UbiHome Architecture

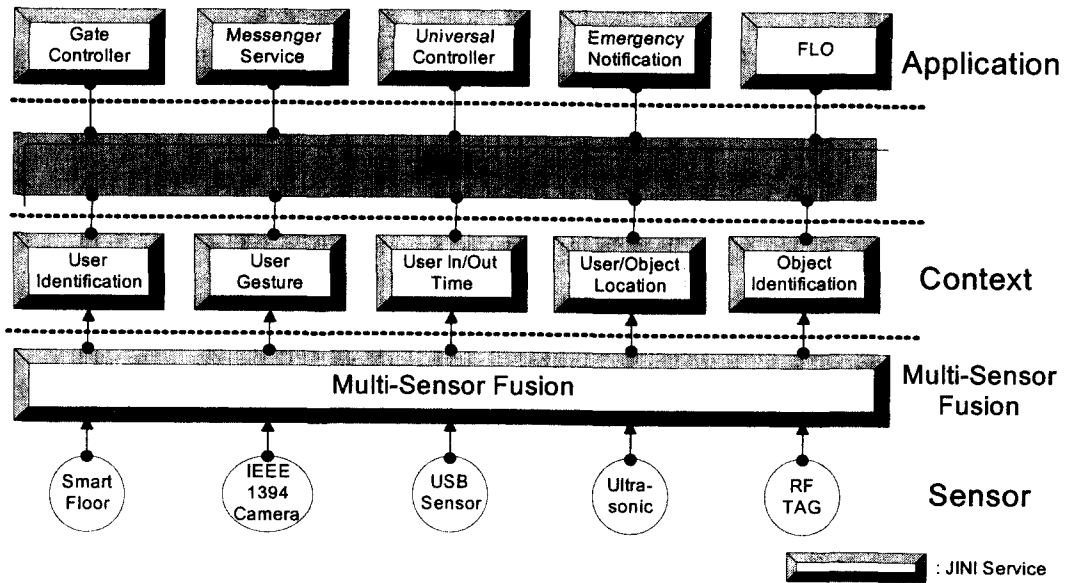
UbiHome은 Application, Context, Multi-Sensor Fusion, Sensor 등의 4가지 구성요소로 되어 있다. <그림 1>은 UbiHome의 아키텍처를 나타낸다.

- Context

Context란 일반적으로 5W1H(Who, Where, What, When, Why, How)에 대한 정보를 의미한다. 실제로 Context를 사용한 연구 동향을 살펴보면 5W1H가 전부 사용되는 것이 아니라, 각 애플리케이션의 목적에 맞게 선택되어 사용되고 있다¹⁶⁾. 현재 거주자/대상물의 인식(Who/What) 및 위치(Where) 정보가 스마트 홈에서 가장 널리 사용되는 Context이다. 스마트 홈에서는 이러한 Who, What, Where에 대한 정보와, '사건이 발생한 시간(When)'과 '사건이 어떻게 발생되었는가(How)'에 대한 정보를 이용한다. 또한 4W1H를 이용하여 '사건이 왜 발생되었는가(Why)'를 인식한다. 이러한 'Why' 정보는 거주 환경을 변화 시키는 이유를 제공하므로 가장 최종적인 Context라고 할 수 있다.

UbiHome에서는 Who(거주자 인식), What(대상물 인식), Where(거주자 및 대상물 위치), When(거주자 출입 시간), How & Why(거주자 몸짓 및 의도) 등을 Context로서 사용한다. UbiHome에서 사용하는 Context는 다음과 같다.

- Who(거주자 인식) : UbiHome은 거주자가



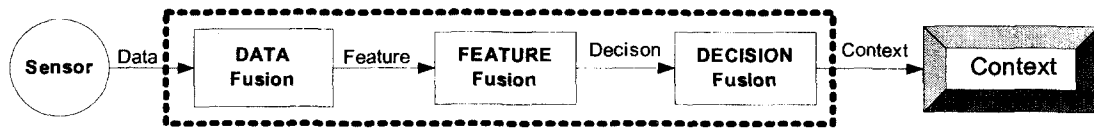
<그림 1> UbiHome Architecture

- 집에 출입할 때 휴대용 메모리에 저장된 개인 정보를 이용하여 거주자를 인식하거나 바닥에 설치된 무게 감지 센서를 통해 거주자의 신원을 파악한다.
- What(대상물 인식) : UbiHome은 대상물에 부착된 센서의 신호(RF/Ultrasonic or Ultrasound)와 기하학 정보를 이용하여 대상물을 인식한다.
 - Where(거주자 및 대상물 위치) : UbiHome은 거주자가 가지고 다니는 대상물에 부착된 RF센서나 무게 감지 센서를 통해 거주자의 위치 정보를 파악하고, 대상물에 부착된 센서의 신호를 이용하여 분석하여 대상물의 위치 정보를 파악한다.
 - When(거주자 출입 시간) : 거주자가 현관을 출입하는 시간 정보를 인식하여 거주자의 정보로 저장됨으로써 개인화(personalization)된 거주 환경을 위해 사용된다.
 - How(거주자 몸짓) : UbiHome은 카메라를 통해 받은 이미지 정보를 처리하여 거주자의 의미있는 행동을 인식한다.
 - Why(거주자 의도) : 4W1H(Who, What,

Where, When, How)를 이용하여 거주자가 하는 행동을 인식한다. 그러나 거주자의 행동을 모두 인식하는 것을 구현하는 것이 현재로서는 쉽지 않으므로, UbiHome에서는 미리 설정한 거주자의 특정한 몸짓에 정보 가전 기기를 제어하는 명령어를 연결하여 정보 가전 기기 제어하는 것으로 한다.

• Multi-Sensor Fusion

UbiHome은 정확하고 안정된 Context를 제공하기 위해 다양한 센서로부터 정보를 받아 이것을 혼합하여 Context를 생성하는 Multi-Sensor Fusion 모델을 사용한다^[17]. 한 종류의 센서만을 사용하여 얻어지는 Context는 제한된 정보만을 제공하여 같은 종류의 Context를 사용하는 애플리케이션이라하더라도 Context가 그 애플리케이션에서 사용될 수 없는 문제가 발생할 수 있으며, 또한 Context의 정확도를 높이기 위해서는 센서로 입력된 노이즈(noise)를 처리하는 데 많은 비용이 발생된다. 따라서 UbiHome은 다양한 센서를 사용하여 Context를 인식하는 혼합(Fusion) 모델을 사용한다. <그림 2>는



〈그림 2〉 Multi-Sensor Fusion

UbiHome이 사용하는 Multi-Sensor Fusion 과정을 나타낸다.

• Sensor

- 휴대용 메모리 : 현관 열쇠 대신에 휴대용 메모리를 이용하여 출입문을 개폐한다. 휴대용 메모리는 개인 정보를 포함하고 사용자가 직접 휴대하여 개인화된 거주 환경을 제공할 수 있다. 또한 개인 정보를 거주자가 직접 휴대함으로써 거주자의 정보가 외부로부터 공격받는 것을 원천적으로 막을 수 있으므로 보안문제를 해결하는 역할도 함께 갖는다. 현재로는 USB 방식을 사용하여 휴대용 메모리를 개폐장치와 직접 접촉하여 출입문을 제어하지만 거주자가 출입문과 직접 접촉하지 않고서 자동적으로 출입문이 제어되는 것이 바람직할 것이다. 이것을 위해 RF TAG를 휴대용 메모리에 부착하여 거주자의 신원 정보를 RF 센서를 이용하여 알아냄으로써 출입문을 제어하는 것을 구현 중에 있다.
- 무게 감지 센서 : AwareHome@GATE의 smart floor는 거주자 인식 및 거주자 위치 정보를 얻기 위해 로드셀(road cell)을 이용하였다⁷⁾. 거주자의 몸무게, 걷는 패턴 및 보폭 패턴을 분석하여 위치정보와 거주자의 신원을 알아낸다. 그러나 로드셀은 단가가 10만원을 넘는 고가의 센서라는 문제점 때문에 거실 바닥에 로드셀을 설치하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 광주과학기술원에서는 On/Off(단가 2천원) 센서를 이용, 걷는 패턴과 보폭 패턴 및 진행방향 등을 분석하여 거주자 신원 및 위치정보를 파악하도록 한다.
- RF/Ultrasonic or Ultrasound TAG : 대

상물에 쉽게 부착될 수 있는 스티커 형식의 RF/Ultrasonic or Ultrasound transmitter이다. RF TAG 센서는 한번에 약 30개의 RF TAG 신호를 읽음으로써 특정 출입문을 통해 이동되는 대상물의 위치 파악에 적합하다. Ultrasonic 또는 Ultrasound 센서는 거실 천장에 일정한 간격으로 설치되어서 대상물에 부착된 TAG의 신호를 처리하여 대상물의 3D 위치정보를 파악한다.

- 디지털 카메라 : IEEE 1394 카메라를 거실 곳곳에 설치하여 거주자의 몸짓 명령을 다각도에서 인식할 수 있다. 카메라는 거주자가 특별한 장비를 몸에 붙이지 않아도 거주자의 신원, 위치정보, 몸짓에 대한 정보를 제공하고 가격도 다른 센서에 비해 저렴하다. 그러나 카메라를 사용하는 것은 privacy 보호 측면에서는 바람직하지 않다. UbiHome 환경에서는 카메라에 의한 privacy 문제가 다른 메카니즘에 의해 해결된다고 가정하고 카메라를 사용한다.

2. UbiHome Networking

• 미들웨어

UbiHome은 분산 환경 미들웨어인 지니(Jini)를 이용하여 UbiHome의 4가지 구성요소-Sensor, Multi-Sensor Fusion, Context, Application-를 서비스 형태로 관리한다. 따라서 각 서비스들은 각각 독립된 컴퓨팅 환경에 분산되어 관리됨으로 UbiHome에서는 Sensor, Context, Application 등이 쉽게 추가되고 삭제가 가능한 유연성을 제공한다. 이러한 기반 구조는 PDA와 같은 이동 디바이스를 사용하는데 적합한 구조를 갖는다.(참고로 UPnP, OSGi, HAVi 등을 이용하여 이러한 기반 구조를 구성할 수도

있다)

• 유무선 통합 네트워크

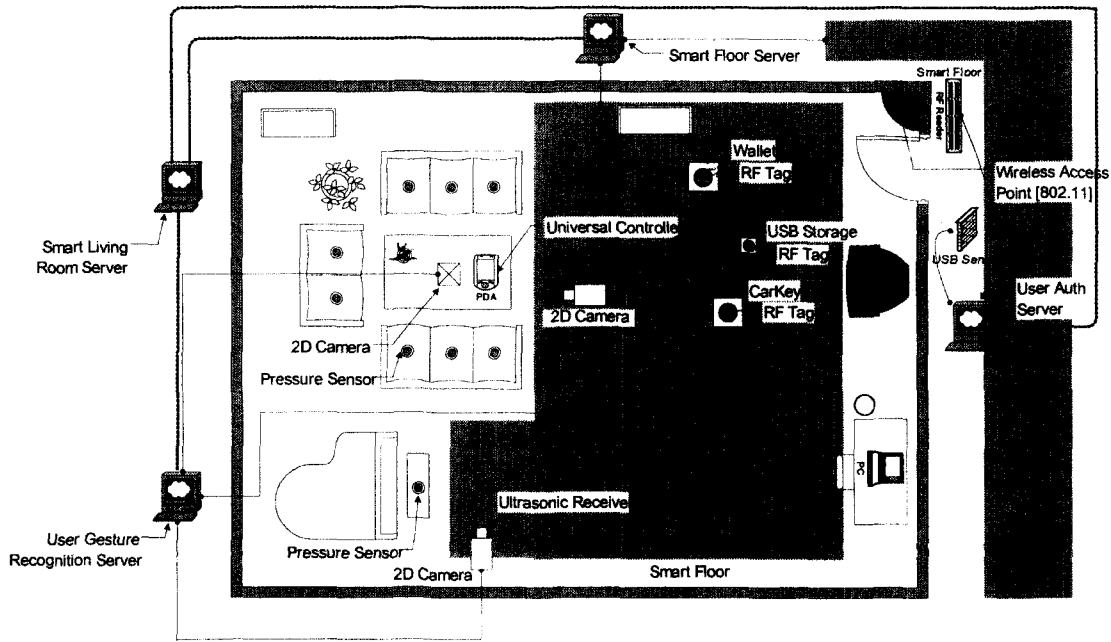
스마트 홈에서의 네트워크는 유무선 통합 환경이 앞으로의 경향이다. 따라서 UbiHome 환경에서는 센서를 담당하는 각 PC들이 LAN으로 연결되고, 거주자가 PDA를 사용하여 거주 환경에 연결하기 위해 IrDA, IEEE 802.11 등의 무선 통신 환경을 제공한다. 또한 휴대용 메모리, 카메라 등의 센서와 PC가 연결되기 위해 USB, IEEE 1394 통신 프로토콜이 지원된다. 따라서 UbiHome은 유무선 통합 네트워크 환경을 테스트하는 환경을 제공할 수 있다.

3. Applications

광주과학기술원 U-VR 연구실에서는 UbiHome을 구현하기 위해 다음과 같은 실험 환경<그림 3>을 바탕으로 출입 제어, 거주 환경 자동 제어, 전자 메일 자동 알림, 위험 방지, 몸짓 명령 인식, Universal Controller 등의 애플리케이션을 구

현한다.

- 출입 제어 서비스 : 출입문 안팎으로 설치된 무게 감지 센서와 사용자 개인 정보를 담은 휴대용 메모리로부터 거주자의 신원 정보를 파악할 수 있다. 출입문으로 접근하는 거주자의 신원 정보를 User Location 서비스로 받아들여 출입문을 자동 개폐할 수 있다. 또한 등록되지 않은 외부인이 접근할 때 휴대용 메모리에서 공개된 정보를 받아들여 출입문을 자동 제어한다. 또한 출입 시간과 신원에 대한 정보를 로그 파일(log file)에 기록한다.
- Finding Lost Object (FLO) : 거실에서 자주 찾게 되는 물건들(리모트 컨트롤러, 지갑, 자동차 열쇠, 이동형 메모리 등)에 대한 위치 정보 신호와 기하학적 정보를 이용하여 거주자에게 대상물의 정확한 위치를 알려줌으로써 대상물을 찾기 위해 겪는 어려움을 덜어 준다.
- 거주 환경 자동 제어 서비스 : 거주자가 집으



<그림 3> UbiHome @ KJIST의 Test Bed

〈표 1〉 국내외 스마트홈 연구의 비교

	시작 년도	목표	특징	환경문맥	사용센서	애플리케이션
Adaptive House @ Colorado Univ.	1926	홈 오토메이션 구현	<ul style="list-style-type: none"> • Prediction (Neural net, Fussy theory) and Control • Residential Comfort systems 	거주자 행동 패턴, 환경 변화 (온도, 빛의 세기 등의 변화)	온도, 조명 밝기, 환풍, 물 온도 감지 센서	<ul style="list-style-type: none"> • ACHE (Adaptive Control of Home Environments)
AwareHome @ GATECH	1995	고령자의 생활에 도움을 주는 스마트 홈 구현	<ul style="list-style-type: none"> • Specification of Aware. Home Domain • Context-awareness and ubiquitous sensing • Aging Place 	거주자 인식, 거주자 및 대상물 위치, 거주자 행동 (움직임 및 자세)	카메라, 무게 감지 센서, 휴대용 맥박 감지센서	<ul style="list-style-type: none"> • Memory reminder • Finding Lost Object • Smart Carpet
EasyLiving @ Microsoft	1998	Intelligent Environment 구현	<ul style="list-style-type: none"> • Self-Aware space • Casual Access to Computing • Extensibility 	거주자 및 대상물 인식, 거주자 위치, 환경 기하학적 정보	3D 카메라, 지문 인식기, 무게 감지 센서 (쇼파)	<ul style="list-style-type: none"> • Migrating Windows • Contact Anyone Anywhere • Child Care Assistant
House_n Project @ MIT	2000	스마트 홈의 집 자체 설계 및 구현	<ul style="list-style-type: none"> • Adaptable, Customized environment • Interactive User Interface environment • Architectural Design and Visualization environment 	집 설계를 위한 거주자의 의사 결정	집 설계를 위한 거주자의 의사를 반영하는 개발 툴	<ul style="list-style-type: none"> • Home based Preventive Medicine • Energy/Resource Consumption and Comfort • Universal Controller
Dream House @ LG	2000	정보 가전기기를 이용한 홈 네트워크 구현	<ul style="list-style-type: none"> • 가정주부를 위한 주방 환경 	인터넷을 이용한 홈 네트워크 환경	인터넷을 이용한 홈 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> • 인터넷 냉장고, 세탁기, 전자렌지 등의 주방기기
Digital Home @ Samsung	2000	정보 가전기기를 이용한 홈 네트워크 구현	<ul style="list-style-type: none"> • 홈 오토메이션, 교육, 엔터테인먼트, 원격제어 서비스 등을 구현하기 위한 환경 	인터넷을 이용한 홈 네트워크 환경	인터넷을 이용한 홈 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> • 인터넷 냉장고, 고화질 TV, 오디오, 무선 제어 장치
UbiHome @ KJIST	2001	Context 수집 및 인식을 위한 Multi sensor fusion 환경 구현	<ul style="list-style-type: none"> • Ubiquitous Computing Environment • Intelligent Environment • Personalized Environment 	거주자 인식, 위치정보, 행동 및 대상물 인식, 위치정보	휴대용 메모리, 무게 감지 센서, RF/Ultrasonic, 디지털 카메라	<ul style="list-style-type: none"> • 출입 제어 서비스 • 거주 환경 자동제어 • Finding Lost Object • 위험방지 서비스 • Universal controller • 몸짓 명령 인식기

- 로 들어올 때 사용된 거주자 신원 정보를 이용하여 그 거주자에게 맞추어진 거주 환경으로 UbiHome을 재설정한다. 따라서 거주자가 집에 들어오면 거주자의 취향에 맞는 조명이 연출되고, TV 및 라디오의 채널이 자동 선택 되는 서비스이다.
- 전자메일 알림 서비스: 거주자 위치정보를 이용하여 가장 가까운 컴퓨팅 디바이스에 전자메일이 도착한 것을 나타낸다. 거주자는 전자메일을 확인하기 위해 특정한 장소로 이동해야 하는 불편함을 해결할 수 있다.
 - 위험 방지 서비스: 위치 정보를 이용하여 어린이나 고령자가 위험한 상태에 처하는 것을 방지하는 것이다. 즉 어린이가 난방기와 같은 위험한 대상물에 가까이 접근하거나 노약자가 거실에 쓰러져서 한 위치에 오래 머무는 등의 사항을 다른 거주자에게 알린다.
 - 몸짓 명령 인식기: 거주자 몸짓을 파악하여 거실 조명, TV 및 오디오 볼륨을 조절하는 것 등의 거주 환경을 제어하게 한다.
 - Universal Controller: 거실에 있는 정보 가전 기기를 제어하기 위해 여러 개의 리모트 컨트롤러가 사용되어야 하는 문제점을 해결하기 위해 하나의 PDA가 모든 정보 가전 기기를 제어할 수 있도록 한다.

IV. 결 론

본 논문에서는 국내외에서의 스마트 홈에 대한 연구 동향을 소개하고 기존의 스마트 홈에 대한 연구들을 비교하였다. 국외에서는 거주자와 거주 환경에 대한 정보를 이용한 자동화된 서비스를 제공하는 것이고 국내에서는 네트워크로 가전기기들을 연결한 통합 제어 환경을 구축하는 것이었다. 또한 광주과학기술원 U-VR Lab에서 구현하고 있는 UbiHome의 개념과 기본 아키텍처 등에 대해 살펴 보았다.

국내외 모든 연구 기관들이 스마트 홈 환경이

미래의 거주 환경을 편리하게 변화시킬 것이라고 예측하고 있지만, 스마트 홈을 실현하기 위해 풀어야 할 문제점들을 정리하면 다음과 같다.

- 애플리케이션에 종속된 기반 구조: 센서와 Context를 위한 기반 구조가 애플리케이션의 목적에 의해 종속화되어 새로운 센서나 Context를 추가하기 위해서는 기반 구조를 변경해야 하는 문제가 있다¹⁸⁾.
- 부정확한 Context 인식 방법: 하나의 Context를 인식하기 위해 한 종류의 센서를 사용하여 거주 환경에 따라 부정확한 Context를 제공하는 문제가 있다.
- 사생활 보호 및 보안: 외부에서 거주자의 개인 정보가 고의적으로 유출하거나, 거주 환경을 임의로 제어할 수 있는 문제가 있다.

위의 문제점들을 해결하기 위해 UbiHome @ KJIST에서는 다음과 같은 문제 해결 방법으로 연구를 진행 중에 있다.

- 애플리케이션에 독립된 기반구조: 지니(JINI)와 같은 플랫폼을 사용하여 분산 기반구조를 구현함으로써 센서, Context, 애플리케이션이 독립된 구조를 갖게 한다.
- 정확한 Context 인식 방법: 사람이 Context를 인식하는 것을 살펴보면, 하나의 Context를 인식하기 위해 여러 가지 감각기관을 사용하는 것을 알 수 있다. 마찬가지로 다양한 종류의 센서를 혼합하여 정확한 Context를 생성하게 한다.
- 사생활 보호 및 보안: 거주자 정보가 저장된 휴대용 메모리를 거주자가 직접 가지고 다니게 한다. 이것은 개인 정보의 유출을 원천적으로 봉쇄할 수 있는 장점이 있으며, 휴대용 메모리의 전원을 끄으로써 거주자가 원하지 않은 경우에 UbiHome이 거주자를 인식하는 것을 방지하는 메커니즘을 갖게 한다.

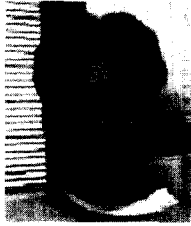
또한 현재 스마트 홈에 대한 연구가 활성화가 이뤄지기 위해서는 일반 가정의 거주자들이 스마트 홈의 필요성을 납득할 수 있는 Killing Appli-

cation의 개발이 반드시 필요하다. 이러한 Killing Application은 거주자가 최고의 만족감을 느낄 수 있는 것에 대한 것과 거주자와 거주 환경 사이에 자연스러운 상호작용을 제공하는 것을 특징으로서 포함하여야 한다.

참고 문헌

- [1] <http://www.cs.colorado.edu/~mozer/nnh/index.html>
- [2] <http://internetmat.co.kr>, “인터넷 이용자 수 및 이용행태 조사 결과”, 2001년 10월 23일
- [3] Mark Weiser, “The Computer for the Twenty-First Century,” *Scientific American*, pp. 94-10, September
- [4] <http://www.eurekalert.org/releases/mozer-house.html>
- [5] Mozer, M. C.(1998). The neural network house: An environment that adapts to its inhabitants. In M. Coen (Ed.), *Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Intelligent Environments*(pp. 110-114). Menlo, Park, CA : AAAI Press.
- [6] “Sensing the Subtleties of Everyday Life” This article is a good general overview of the project. It appeared in the Winter 2000 issue of *Research Horizons*, the research magazine of Georgia Tech.
- [7] “A Context-based Infrastructure for Smart Environments” Anind K. Dey, Daniel Salber and Gregory D. Abowd. In *Proceedings of the 1st International Workshop on Managing Interactions in Smart Environments(MANSE '99)*, Dublin, Ireland, December 1999
- [8] “The Smart Floor : A Mechanism for Natural User Identification and Tracking” Robert J. Orr and Gregory D. Abowd To appear in the *Proceedings of the 2000 Conference on Human Factors in Computing Systems(CHI 2000)*, The Hague, Netherlands, April 1-6, 2000
- [9] “The EasyLiving Intelligent Environment System”. Shafer, S., Brumitt, B., and Meyers, B. *CHI Workshop on Research Directions in Situated Computing*, April 2000
- [10] “The New EasyLiving Project at Microsoft Research”. Shafer, S., Krumm, J., Brumitt, B., Meyers, B., Czerwinski, M., and Robbins, D. *DARPA/NIST Workshop on Smart Spaces*, July 1998
- [11] House_n Living Laboratory Introduction
- [12] http://architecture.mit.edu/house_n/web/projects/projects.htm
- [13] <http://www.dreamlg.com/>
- [14] <http://www.sec.co.kr/index.jsp>
- [15] Mark Weiser, “Hot Topics : Ubiquitous Computing” *IEEE Computer*, October 1993.
- [16] G.D. Abowd, E. D. Mynatt, “Charting Past, Present, and Future Research in Ubiquitous Computing,” *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 7, no.1, pp.29-58, Mar. 2000.
- [17] B. V. Dasarathy, “Sensor fusion potential exploitation : Innovative architectures and illustrative approaches”, *Proc. IEEE*, vol.85, pp.24-38, Jan. 1997
- [18] <http://graphics.stanford.edu/projects/iwork/paper/humcent/index.html>

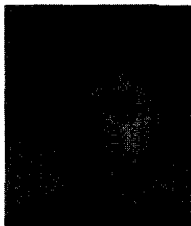
저자 소개



張世二

1973년 12월 19일생, 1997년 2월 서강대학교 전자계산학과 (학사), 1999년 2월 서강대학교 전자계산학과 (석사), 1999년~현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정, <주관심 분야 :

Context-Awareness, Ubiquitous Computing, Information Appliance for Smart Home Environment, Home Networking, Human Computer Interaction email : darkblue@kjist.ac.kr



李承憲

1975년 11월 25일생, 1999년 2월 인하대학교 전자계산공학과 (학사), 2001년~현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정, <주관심 분야 : Ubiquitous Computing & Wearable

Computing, Information Appliance for Smart Home Environment email : slee@kjist.ac.kr



禹雲澤

1967년 1월 10일생, 1989년 2월 경북대학교 전자공학과 (학사), 1991년 8월 포항공과대학교 전기전자공학과 (석사), 1998년 12월 University of Southern

California, Electrical Engineering-System (박사), 1991년 8월~1992년 2월 : 삼성종합기술연구소 연구원, 1999년 8월~2001년 2월 : ATR MIC Labs. 객원 연구원, 2001년 2월~현재 : 현재 광주과학기술원 정보통신공학과 조교수, <주관심 분야 : Ubicomp/Wearcomp, HCI, 3D Vision, Mixed Reality email : wwoo@kjist.ac.kr