

# 유비쿼터스 홈을 위한 센서 네트워크 응용

한국전자통신연구원 최은창 · 허재두

경북대학교 김수중\*

## 1. 서 론

최근 무선통신 및 전자공학의 발전은 소형의 단거리 통신이 가능한 저비용, 저전력, 다기능 센서 노드의 개발을 가능하게 하였다. 특히 MEMS(Micro Electro Mechanical System) 기술의 발전에 따라 소형화되고, 센서에 마이크로프로세스 기능이 추가되어 지능화되고 있으며, SAW(Surface Acoustic Wave) 기술을 이용한 IDT(Inter Digital Transducer)는 소형화와 무선화를 동시에 가능하게 하고 있다. 이러한 센서 노드는 센싱, 데이터 처리, 통신 모듈로 구성되며, 센서 네트워크에 대한 기본요소로 활용되고 있다.

센서 네트워크는 미래의 주요 기술로서, 최근 미국의 'BusinessWeek'지는 미래의 기술이라는 특집기사에서 비즈니스 관점에서 주목해야 할 네 가지 기술에 센서를 포함시켰고, MIT의 'Technology Review'지는 세상을 바꿀 10가지 미래 기술의 하나로 "Brain-Wireless Sensor Networks"를 제시하기도 하였다[1,2]. 이러한 센서 네트워크는 최근 일상생활에 산재한 사물과 물리적 대상이 점차 정보의 대상으로 확대됨에 따라 인간과 컴퓨터, 사물이 유기적으로 연계되어 다양하고 편리한 새로운 서비스를 제공해 주는 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 인프라로 주목을 받고 있다.

아직까지 센서 네트워크 기술은 실용화 단계에는 미치지 못하고 있으나 주로 군사, 과학, 공공 분야에 많이 활용되고 있다. 예를 들어, 장기간의 밀접관찰이 필요한 생태계 감시 시스템, 직접 접근이 위험한 적진의 군사동향 감시를 위한 무인정찰 시스템, 화재 지역에서의 인명구출, 위험 지역에서의 원격제어 시스템 등이 이에 해당된다. 상업적 응용으로는 교통의 감시와 제어를 위한 최첨단 지능형 교통 시스템, 빌딩이나 아파트의 원격점검, 대형마트에서의 주차관리 시스템, 그리고 트럭의 타이어 압력 센서와 유압 측정 센서 등을 부착한 후 이를 무선

센서 네트워크로 연결하여 트럭의 타이어 상태감시와 같은 서비스 등이 있다[3].

유비쿼터스 홈에서는 디지털 홈이 점점 구체화되고 홈 내 기기를 원격 제어하는 필요성이 점점 강하게 대두되면서 스마트 센서나 액츄에이터와 같은 장치들이 사용자가 인식하지 못할 정도의 작은 크기로 세탁기, 냉장고, 마이크로 오븐, 전자레인지, 진공청소기, 텔레비전, 비디오 등 모든 기기들에 내장되어 무선으로 홈 서버에 접속하여 서로 통신할 수 있다. 또한 홈 서버는 다른 방의 서버들과 통신하여 프린트, 스캐닝, 팩스 송수신 등과 같은 서비스를 제공하며 인터넷이나 인공위성을 통하여 외부 네트워크와 연결되어 사용자가 집안의 출력장치나 집 외부에서 휴대 단말기를 이용하여 화상으로 집 내부를 점검하고, 만일 집안에 이상이 발생한다면 집 근처의 경찰서 혹은 소방서에 즉각 연락하여 사고 위험을 최소화 할 수 있다.

미래의 주거형태는 일종의 유비쿼터스 공간이 될 것이다. 지금까지는 제어를 통해서 명령을 내려야 홈 오토메이션 시스템 작동이 가능하였지만, 유비쿼터스 주거형태에서는 매일 진화되는 주거의 형태로 사람의 특성에 관한 기본정보를 제공하면, 시스템이 자체적으로 감지, 명령, 행동을 통해 자동으로 홈을 제어하는 형태가 될 것이다. 즉, 사용자와 거실의 형태, 가구배치 등과 같은 사용자 주변에 대한 기본 정보, 거주자의 위치와 행동상황, 시시각각 변하는 환경상황 등에 기반하여 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 제공할 것이다[4].

**본고에서는 센서 네트워크의 기술동향 및 응용분야를 파악하고 센서 네트워크 기반의 유비쿼터스 홈 과제 및 적용사례를 살펴보고 결론을 맺고자 한다.**

## 2. 센서 네트워크 기술동향

노르웨이의 Chipcon에서 최근 개발한 2.4GHz IEEE 802.15.4 기반의 ZigBee RF 소자는 가전, 산업제어, 홈 및 빌딩 오토메이션, 컴퓨터 주변장치의 인

\* 종신회원

터페이스로 응용되고 있다[5]. 미국의 Crossbow는 MICA2와 MICA2DOT 모터를 개발하였고 MICA2 시리즈 제품은 Tiny 운영체제(OS)에서 수행되며 868/916MHz, 433MHz, 315MHz 등 다양한 RF 대역의 송수신기와 Atmel사의 8bit 컨트롤러인 ATmega 128L을 탑재한 플랫폼도 개발하였다. 또한 다양한 센서(온도, 조도, 마이크로폰, 음향)와 데이터 처리기능을 가진 센서 보드도 출시하였다. 2004년 9월에는 2.4GHz ZigBee 소자인 MICAz와 위치인식을 위한 cricket-enabled 위치 센서 모듈을 개발하였다[6]. Sensoria는 WINS 3.0(Wireless Integrated Network Sensors) 무선 센서 플랫폼을 개발하여 보안, 상업에 적용되고 있으며, Timex는 개인 휴대 디바이스에 각종 센서를 추가한 보디링크(body link) 시스템을 제품화하고 있다[7]. 그 외 MicroStrain Inc., Motorola 등이 무선 센서 개발에 주력하고 있으며 Aether Wire & Location, Ember Corp., Matrics, Dust Inc. 등은 무선 센서 네트워크의 인프라 구축과 관련된 제품을 생산하며 Oceana Sensor Technologies, Wilcoxon Research, Helicomm, Millennial Net, Figure 8 Wireless 등은 무선 센서 네트워크의 근거리 및 저속의 소프트웨어 솔루션을 제공하고 있다. 영국의 UbiSense에서는 UWB를 이용하여 위치정보를 획득한 후 상황인지 개념을 접목한 제품을 출시하고 있다[8].

미국 UC 버클리 대학에서는 극소형의 센서들 간의 ad-hoc 망인 PicoRadio에 대한 활발한 연구를 진행하고 있으며, UCLA에서는 초소형 환경감시용 영상센서 네트워크인 WINS에 대한 기반 기술 및 인터넷 액세스 플랫폼에 대한 연구를 진행하고 있다. MIT Microsystems 기술 연구소에서는 전력소비를 최소로 하는 적응 센서 네트워크 플랫폼인 u-AMPS(Micro Adaptive Multi-domain Power aware Sensors)에 대한 연구를 수행하고 있다. 마이크로소프트는 1997년부터 "Easy Living" 과제를 수행 중이며, 2001년에는 e-Home Division을 신설하고 윈도우즈를 기본으로 하는 PC를 홈 엔터테인먼트의 중심으로 설정해 디지털 서비스를 제공하는 e-Home 전략을 추진중이며, 물리적 공간 세계와 전자적인 센싱 및 세계 모델링(Sensing & world modeling) 공간 그리고 분산 컴퓨팅 시스템의 결합을 통해 인간에게 가장 쉬운 삶의 공간을 창조하고자 노력중이다. 그 외에 HP의 Cool Town, MIT의 PlaceLab, 조지아 공대의 Aware Home, UTA(University of Texas at Arlington)의 Mav Home(Managing an adaptive versatile Home), 스탠포드 대학의 Interactive Workspaces 등의 과제

가 진행중이다. 일본에서는 트론 과제와 u-네트워크 과제가 수행중이며 유럽에서는 Smart-Its, EYES 과제 등이 진행중이다[9,10].

### 3. 센서 네트워크 응용

센서 네트워크의 응용 분야는 군사, 건강, 상업, 디지털 홈 등이 있다. 예를 들어, 군사 분야에서 센서 네트워크의 빠른 전개, 스스로 조직화하는 능력, 장애에 대한 내성을 갖는 특성은 군사 분야의 지휘/통제/통신/컴퓨팅 및 첩보/감시/정찰과 표적화(공격) 시스템을 위한 준비된 기술임이 증명되었다. 건강 분야에서는 센서 노드들을 사용하여 환자를 모니터링하고 환자들을 보조할 수 있으며 상업적인 응용으로는 재고관리, 상품품질 감시, 재난지역 모니터링, 장난감과 게임기 등이 있다. 디지털 홈에서는 지능형 센서들이 가전기기 뿐만 아니라 형광등, 창문 등에 장착되어 원격제어 및 방법/방재와 같은 다양하고 편리한 기능을 제공해 줄 수 있으며 가정 내의 유아 지킴이, 노부모 돌보기, 쾌적한 환경 도우미 등과 같은 상황인지 기반의 지능형 에이전트의 활용을 가능하게 하고 유비쿼터스 홈의 근간이 되고 있다. 센서 기반 유비쿼터스 응용 예는 다음과 같다.

- 인증 센서 : 지문인식 등의 물리적 보안, 지불, 티켓팅 서비스 등
- RF 태그 : 판매, 유통 서비스(대형마트), 태그 정보 제공(책, 약병 등), 박물관/놀이공원(입장/관람용 Interactive 휴대 단말 대여) 등
- 건강 센서 : 혈압, 체온, 맥박, 당뇨 관리 등
- 핫키 : 위험통보, 119 호출 서비스 등
- 실시간/위치기반의 상황정보 푸시 서비스 : 텔레메틱스, 핫스팟, 위치기반 정보제공, 상황이슈 포탈 등
- 센서 기반 모니터링 서비스 : 무인경비(열감지, 적외선 센서 등), 위험/구난(유아, 노약자에 대한 LBS 센서, 마이크로폰, 건강센서, 핫키 등), 오염, 대기, 지진 등 실시간 측정(관련 센서 및 계측기 등)

#### 3.1 유비쿼터스 도시

2000년 Estrin이 제시한 "Embedding the internet"에 센서 네트워크 기반의 유비쿼터스 도시에 대한 설명이 그림 1에 잘 나타나 있다.

그림 1의 (a)는 진동, 온도, 습도 등을 모니터링 하고 건물 내의 침입자를 감시하며 길거리 소음을 차단하는 스마트 건축자재, (b)는 약국이나 병원에서 조제된 약을 지정된 위치에 운반하고 생체감지와 진단을 통하여 약의 성분과 양을 제공하는 스마트 알약, (c)는 식기세척기, 토스터기, 디지털 텔레비전, 셋톱박스, 장난감, 냉장고,

전화, 온도조절기, 세탁기 등이 지능화되고 네트워크에 연결되는 디지털 홈 가전, (d)는 텔레메틱스 기능을 탑재하고 비접촉 IC 카드가 부착된 스마트 자동차, (e)는 물 호흡의 측정과 열 감지가 가능한 스마트 소화전, (f)는 교통량, 바람의 부하량 등을 감지, 보고하고 교량의 구조 결함을 감시하는 스마트 교량상판, (g)는 보행 및 자동차 통행량, 순찰구역 등을 감지하는 스마트 가로등, (h)는 무선위치 인식이 가능하고 위치감지 센서와 무선 네트워크 기능이 내장된 옷과 통신이 가능한 스마트 목걸이를 각각 보여 준다. 이러한 각 요소는 센서 기반의 센서 네트워크 기술을 배경으로 구현이 가능한 서비스들이다.

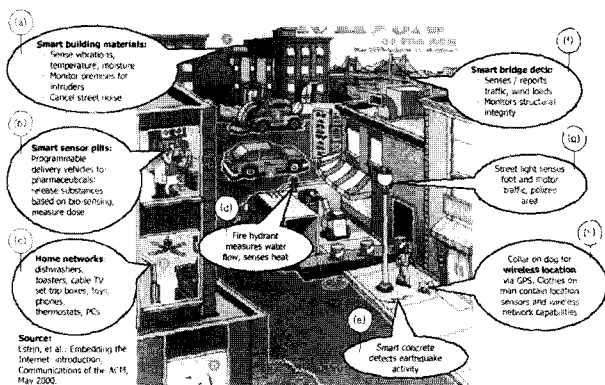


그림 1 센서기반의 유비쿼터스 도시

### 3.2 유비쿼터스 헬스케어

그림 2는 센서기반의 헬스케어에 관한 것으로 미국의 로체스터 대학 미래건강 센터의 스마트 홈 과제에서 제시하는 서비스이다.

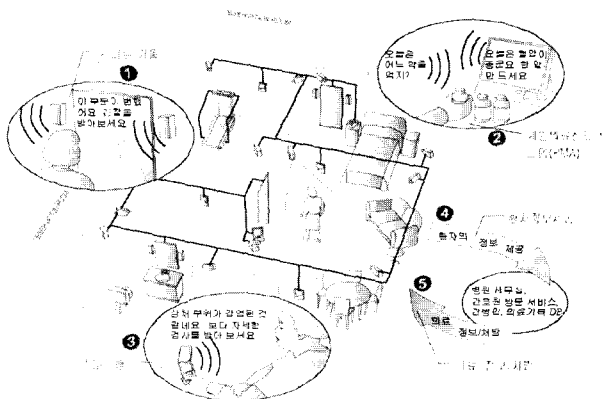


그림 2 센서기반의 헬스케어

그림 2에서, (1)의 스마트 거울을 이용하여 자신의 건강상태를 확인하고 (2)의 개인 의료상담 시스템을 이용하여 사람의 상태에 따라 복용할 약의 수를 조정하며 (3)의 스마트 밴드는 상체부위의 감염정도를 알려주며 (4)와 (5)는 가정과 병원, 사무실 간의 네트워크를 통해

여 환자정보 및 의료정보, 처방을 받을 수 있다.

이와 유사한 분야로 개인건강관리 서비스는 조깅하는 사람이나 운동하는 사람들을 위하여 센서, 감시, 진단기능을 가지는 보행측정기, 맥박기 등을 제공하며 스쿠버다이버들을 위한 수중 잠수시간이나 심도 기록계 등을 제공한다. 또한 매일의 체중, 체온은 측정 장치에서 무선 링크를 통해 쉽게 개인용 PC나 PDA로 전송하여 저장할 수 있고 이러한 정보를 인터넷에서 사용가능 하게 하여 건강관리 전문가가 전송된 데이터에 접근하여 개인의 건강 상태를 원격으로 모니터하게 할 수 있다.

### 3.3 이동 센서 네트워크 플랫폼

ICU(한국정보통신대학교)에서는 그림 3과 같은 무인정찰 센서 네트워크 플랫폼을 활용하여 정찰하고자 하는 목적지에 센서노드를 운반하여 정찰지역에 투하한 후, 정찰지를 비행하며 측정된 데이터를 수집하는 형태의 응용 플랫폼을 구현하였다.

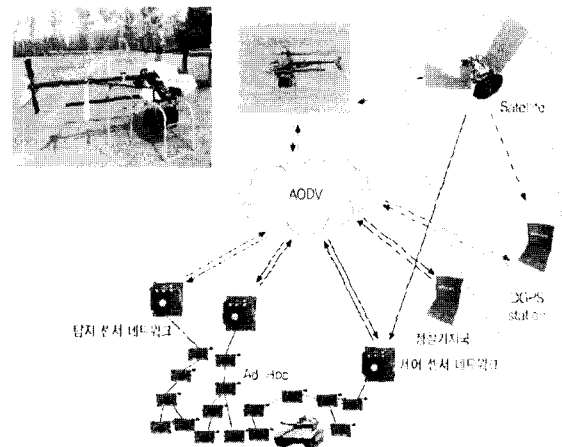


그림 3 무인정찰 센서 네트워크 플랫폼

향후에는 지자기 센서를 이용하여 차량의 이동을 감지할 수 있으며 탐지센서 네트워크에 위치추정 기술을 접목하여 더욱 정교한 무인정찰 기능을 가진 이동 센서 네트워크 플랫폼을 제시할 예정이다.

### 3.4 산업 및 친환경 감시센서

산업이나 정밀농경과 같은 친환경 분야의 무선 연결은 센서와 액추에이터의 설치비용을 감소시키면서 지능형 시스템 구축 환경을 제공한다. 초기에 구현된 이러한 산업 및 친환경 분야에서는 일반적으로 높은 데이터 처리량이나 지속적인 수정을 요구하지 않으면서 지면이 허용되는 응용분야에서 활용 되고 있다. 그러나 한번 필요 공간에 배치된 센서노드는 배터리 전력을 사용하면서 네트워크를 형성함으로써 센서노드의 수명을 연장하기 위한 저전력 소모에 주안점을 두고 있다.

산업 자동화의 대표적인 응용들은 유선 산업용 프로토콜(즉, DeviceNet™, Fieldbus, INCOM™ 등)의 게이트웨이 역할을 하는 무선 AP(Access Point)를 포함하고 있다. 이 AP들은 무선 허브로서 PDA로부터 유선 네트워크에 연결된 장비의 감시와 파라미터 변경을 가능하게 하고 네트워크 단말의 무선 링크를 제공하여 유선에서의 케이블을 대체하고 있다. 또한 지능화된 정밀 농경은 농산물의 양과 품질을 최적화하고, 가격, 인적 관리, 자연의 예측 불가에 따른 변동을 최소로 낮추는 것이다. 농경은 수작업에 의한 하드웨어에 의존하고 연동되지 않는 기계를 현장에서 제어하기 때문에 예측 불가능한 품질과 양을 생산한다.

정밀 농경의 새로운 개념은 점점 정보화되고, 소프트웨어 기반으로 변화되면서, 자동제어와 원격조정, 네트워크된 기계를 사용하는 것이다. 이러한 응용은 수천 개의 센서 노드 장치들로 구성된 대규모 그물 접속형태의 네트워크를 통하여 토양의 습기, 질소 농축도, PH 수준과 같은 정보를 수집한다. 강우 측정, 온도, 습도, 기압 등과 같은 기후 센서는 경작자에게 소중한 정보를 제공한다. 각 센서노드는 측정된 데이터를 센서 네트워크를 통해서 중앙 수집 장치에 전달한다. 센서 데이터가 유용하기 위해서는 각 센서의 위치를 연관시킬 수 있는 위치 인식 기술이 요구된다. 이러한 복합된 정보들을 사용하여 경작자는 잠재적인 위험을 조기에 인식하고 더 많은 수확을 얻을 수 있게 된다.

### 3.5 홈 오토메이션과 네트워크

소비자가 편리하게 이용할 수 있는 홈 오토메이션 시장은 규모 면에 있어서 매우 중요한 잠재력을 가지고 있다. 냉난방과 환기, 보안, 전등 점멸과 커튼, 창문, 출입문의 시건 장치 등의 조정을 포함하는 홈 오토메이션은 가정의 모든 기기를 무선으로 제어할 수 있게 해준다. 무선 온도 조절 장치는 가정에 분산되어 냉난방 환기 조절 장치와 각 방 별로 온도를 조절하기 위해 통신하고 창문 커튼은 주간에 TV가 켜지면 자동적으로 쳐지며, 벽시계는 마스터 기준 시계와 협조하여 정전 후에 자동적으로 시간이 설정되어 "12:00"이라고 깜빡이는 것이 없어지게 된다. 가정용 보안은 열쇠 없는 자동 원격키와 같이 단순해지며, 하나의 단추를 누름으로 모든 문과 창문을 닫고, 연기 검출과 창문 파손 감지센서는 가정용 보안 시스템과 연결 될 수 있다. 실제로 IEEE 802.15.4 무선 송수신기를 전구와 안경기에 통합하는 제품을 생산 계획하는 회사도 있으며 이것은 유선을 대체하는 리모텔링에 아주 중요하고, 벽을 부수는 일이 없이 가정 어디에나 표준 무선 장치를 설치하여 원하는 기기들을 제어할 수 있

게 해준다.

홈 환경에서 기존의 유선을 대체할 LR-WPAN(Low-Rate Wireless Personal Area Network) 단말은 가전기기를 포함하여 개인용 컴퓨터 주변장치들, 상호대화식 장난감이나 게임기, 가정용 보안장치, 조명 장치 제어, 에어컨 등으로 대부분의 응용은 저가격, 저속 무선 데이터 전송이 가능한 산업 그룹들을 가지고 있다. 이러한 산업 그룹은 CEA(Consumer Electronics Association), HomeRF, ZigBee Alliance 등이 있다.

### 3.6 전자제품 및 PC 주변장치

전자제품 분야는 라디오, TV, VCR, CD와 DVD 플레이어, 리모콘 및 일반 가전 등이 포함된다. 이 분야에서 가장 주목받고 있는 응용은 만능 무선 리모콘이 예상되며 LR-WPAN 기반 공통 제어 방식으로 제품과 서비스를 하나로 묶는 시도는 의미 있는 것으로 평가되고 있다. PC와 전자제품 시장 융합으로 LR-WPAN는 최종 사용자에게 리모콘과 같은 친숙하고도 동일한 방법으로 제어할 수 있는 상품을 제공하며 각 전자 제품의 부품으로 제공되는 것이 아니라 각 개인에게 주어지는 리모콘으로 제공이 가능해질 것이다. 개별화와 양방향 리모콘이 가능해지며, 풍부한 프로그래밍과 제어기능이 가능해지고, 단말들 간의 통신링크를 통하여 소리 크기 및 이퀄라이저 조정과 가정에 산재되어 있는 가정용 오락장비의 조정도 가능하게 될 것이다.

무선 마우스, 키보드, 조이스틱, PDA와 게임기 등을 포함하는 PC 주변 장치는 가정 내에서 저속 무선 연결이 요구되는 하나의 큰 분야이다. 추가적으로 PC 제조업체와 소프트웨어 회사는 PC 접속을 변경하려고 하고 있는데, 이는 사용자 중심의 장치로 변경시키기 위한 것이며 리모콘과 PDA 등이 PC를 제어하는 장치가 될 것이다. LR-WPAN 단말들은 이러한 응용 시나리오를 가능하게 하는 저전력, 저비용 해결 방안을 제시할 것이다.

### 3.7 가정용 보안

홈 오토메이션과 비슷하게 보안용 센서들도 가정환경에 분산되어 설치될 수 있다. 이러한 센서들은 전화선을 기준으로 연결할 수도 있으나 설치가 용이한 LR-WPAN 무선 송수신기의 사용이 이용자에게는 편리하다. 가정용 보안에는 창문이나 현관에 자기장 센서나 압점 센서를 설치하고 이를 무선으로 서버와 연동시키도록 한다. IEEE 802.15.4의 MAC 계층에서는 상위 계층에서 무선 기능의 활성화와 비활성화를 조절할 수 있는 인터페이스를 정의하여 가정용 보안 센서와 같이 오랜

시간 지속해야 할 센서 노드들의 전력소모를 효과적으로 관리할 수 있도록 해준다. 또한 네트워크 계층에서 멀티홉 네트워크를 지원하여 무선 접속범위를 효율적으로 증가시켜 줄 수 있다.

### 3.8 장난감과 게임기

저속 무선 네트워크는 장난감이나 게임기 분야에 많은 것을 제공할 수 있다. 특히 장난감들 사이의 통신이나 장난감과 PC 사이에서 유용하다. 장난감은 음성 인식이나 합성 등과 같이 계산이 많이 필요한 기술적인 기능 제공과 전체 하드웨어 가격이 저렴해야 한다. 장난감과 인근의 PC 사이를 무선 링크로 접속하면 장난감의 가격을 낮출 수 있는데 이것은 장난감에 무선 링크와 필요한 센서와 액추에이터(즉, 마이크와 스피커)만 포함하면 되기 때문이다. 이러한 "PC-enhanced" 장난감은 이동 로봇과 같은 정교한 동작을 보이는데, 컴퓨터의 능력과 무선 링크에 의해서만 제한적이 된다. 개인과 그룹, 게임자들 간의 간단한 무선 링크를 사용할 때, 컴퓨터 접속 영역 내에 있는 경우, 자동적으로 "update"를 받을 수 있으며, 컴퓨터 접속 영역 밖으로 벗어나면 새로운 기능으로 동작할 수 있다.

### 3.9 텔레메틱스

자동차 운전자에게 편리하고 여러 기능의 서비스를 제공하기 위해 무선 통신을 자동차에 활용하려는 연구가 활발하다. 이러한 응용 중에 "virtual tire"는 타이어 압력을 감시하는 시스템으로 타이어에 장착된 4개의 압력 센서와 데이터를 수신하여 이를 중앙장치로 전송한다. 이 응용에서는 압력 센서가 타이어에 장착되어야 하기 때문에 어떠한 유선 통신용 선이나 전원선이 허용되지 않아 센서는 한번 부착하면 최소한 3년 이상 사용이 가능하여야 한다. 이것은 전자 부품의 전력 소모에 있어 상당한 제약 사항이며, 특별한 전원 관리 기능을 요구한다. 타이어 압력을 측정하여 통신할 때 요구되는 데이터는 대부분의 경우에 수 비트 정도이며 이 정보는 긴급하지 않은 상황에서는 매 1분에서 10분마다 전송되지만 갑자기 압력이 내려가는 경우에는 중앙 제어장치에 즉시 통보해야 한다. 이 경우 대부분 타이어를 교체하여야 함으로 전력소모는 중요하지 않다. 열악한 자동차 환경 조건과 급속 차체도 RF 설계를 복잡하게 하며 부가적으로 바퀴림의 형태도 무선 센서에서 전파의 방출 형태에 심각한 영향을 준다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 시스템 가격에 큰 영향을 주지 않는 중계 장치가 네트워크에 추가되어 통신의 신뢰도를 높이고 센서와 양방향 통신을 통하여 시스템의 신뢰도를 높이는 것을 고려해야

한다.

그 외에도, 클래스룸 계산 네트워크가 있다. 교사의 워크스테이션이나 PAN 코디네이터가 숙제나 수학 문제를 각 학생들의 그래픽 계산기에게 보내고, 계산이 끝나면 학생들은 자신의 계산내용을 교사의 워크스테이션에 업 로더시킨다. 이 네트워크는 소수의 단말들을 지원하고, 학생들 간에는 교사에게 제출한 내용들이 교환되지 않도록 서로 간의 통신을 금지한다. 대표적인 데이터 양은 100에서 500바이트의 정보이며, 시간당 학생에게 여러 번씩 전송된다. 계산기는 배터리 전원이 요구되며, 수명은 한 학기 동안은 지속해야 한다. 이제까지의 다른 응용에 비해서는 높은 데이터 전송률을 요구하지만 LR-WAPN에서는 수용이 가능한 크기이다. 무선 허브 범주의 또 다른 중요한 응용은 원격검침 및 원격구성이다. 이 형태의 응용은 위험방지를 최소화하여 사용자 편의를 가능하게 하는 것이다.

## 4. 유비쿼터스 홈 응용

IT 기술이 주도한 지금까지의 디지털 홈 연구는 정보 네트워크 중심의 요소 기술들의 개발과 표준이 주요 관심사였다. 1990년대 후반부터 계속된 정보통신 인프라의 구축을 기반으로 IT 기술의 발전은 계속되어 왔으며, 주거 환경에 갖추어진 초고속 정보통신망을 토대로 홈 오토메이션과 홈 네트워크가 결합된 디지털 홈이 개발되었다. 즉 기술 공급 측면에서 디지털 홈 연구가 진행되었다. 그러나 최근에는 정보 네트워크 중심의 요소 기술들이 거주 공간에서 효율적으로 기능을 수행하여, 거주자의 요구조건에 부응하고, 그 사용 가치가 최대로 기여하는 공간 수요 측면에서의 홈 서비스가 대두되고 있다. 또한 초고속 인터넷 서비스와 유비쿼터스 컴퓨팅이 접목되고 수요자 대응형 시스템의 구축을 목표로 하는 컨텍스트 기반의 지능형 에이전트를 통한 유비쿼터스 홈의 실현이 가시화되고 있다[11,12].

유비쿼터스 홈에 관한 주 연구는 미국, 유럽, 일본을 중심으로 이루어지며 산학 협동으로 연구가 진행되고 있는 곳이 대부분이다. 또한 연구소 주변에 모델하우스를 설치하여 연구의 성과를 직접 피드백 받는 등 활기찬 활동을 하고 있다. 또한환경 제어, 헬스 시스템, 작업 공간에서의 환경, 도구 개발에 관한 연구가 진행 중이다. 본 고에서는 조지아 공대의 "Aware Home", MIT의 "PlaceLab", UTA의 "MavHome", 일본 마쓰시다 사의 "eHII"에 대한 연구내용을 기술하고자 한다.

### 4.1 Aware Home

조지아 공대의 Aware Home 과제는택내 사용자의

상황을 파악하여 사용자를 돕는 것을 목표로 한다. 거주자의 신분, 위치, 행동 등을 인지하기 위해 카메라, 마이크, 그리고 각종 센서들을 이용하였다. 이 프로젝트에서는 개발된 기술을 실제 적용, 시험하기 위해 그림 4와 같은 실제 주거용 실험 건축물을 이용하고 있다.



그림 4 Aware Home의 시험 주택

Aware Home에서는 실내 위치인식을 위하여 RFID와 Floor Mats를 이용하고 정교하며 정확하게 거주자의 행동을 파악하기 위하여 다양한 형태의 카메라를 활용하였다. 오디오 센서들은 음성인식, 위치추적 및 사용자 식별, 감정인지를 위해 이용된다. Aware Home은 이러한 다양한 센서에서 취득되는 데이터를 복합적으로 활용하여 거주자의 일상행동을 판단한다[13,14,15].

#### 4.2 PlaceLab

MIT 미디어랩과 건축과가 공동으로 추진 중인 PlaceLab은 4인 가족을 대상으로 실제 거주를 통한 홈 네트워크 성능 및 서비스 시험을 목표로 과제를 진행 중이다[16]. 여기서는, 마이크로 컨트롤러와 각종 센서 및 액추에이터가 결합된 17개의 캐비닛들을 유선으로 연결하고 이들을 베이스로 하여 일정 주변 영역을 커버하는 무선 네트워크 망을 통하여 거주자나 기타 움직이는 물체들을 무선 가속도 센서 등으로 감지하게 된다. 또한 출입문, 냉장고 도어, 창문 등에 부착되어 각 디바이스의 개폐를 감지하게 될 센서들과 거주자의 신체에 부착되어 세면, 취침, 이동 등 신체활동의 유형을 감지하게 될 센서들이 활용되고 있다.

그림 5는 각 센서들을 위치시킨 여러 가지의 캐비닛을 위치시키고, 이곳에 거주하는 사람들의 행동, 상황 등에 관한 자료를 얻기 위한 공간인 House\_n의 모습을 보여준다. PlaceLab의 차별화는 바로 이러한 주거환경 내에서의 거주자들의 실제 생활 기간 중 위치인지, 행위인지, 환경인지와 같은 모니터링을 행하고 이를 통해 얻어지는 데이터를 활용하여 지능형 홈 서비스의 질

을 평가하고 그 방향을 설정하려는 시도에 있다. 참고로 PlaceLab의 각 센서 캐비닛에 설치 중인 기기들에는 스피커, 마이크로폰, CO2 센서, 기압 센서, 습도 센서, 연기감지 센서, IR 및 가시광 센서, 운동 감지 센서, 적외선 송수신기, 개폐 스위치 센서 및 유선 네트워크 케이블과 전력선 등이 있다.



그림 5 PlaceLab의 House\_n 모습

그림 6은 17개의 PlaceLab 캐비닛 중의 하나로서 전형적인 센서 인프라를 보여준다. (a)는 캐비닛의 전체 모습, (b)는 캐비닛 상부모습으로 마이크로 컨트롤러와 빛 감지 센서, 온도 센서, 습도 센서, 연기 감지 센서, IR 조명기, IR 동작 센서, CO2 센서, 기압 센서, 스피커들이 있다. (c)는 캐비닛 하단부 패널로서 1개의 유선 네트워크 연결과 이더넷 연결, 전원을 보여주고 있다. (d)는 캐비닛의 전면부를 측면에서 본 그림으로서 IR 발신기들과 마이크로 폰들이 있다.

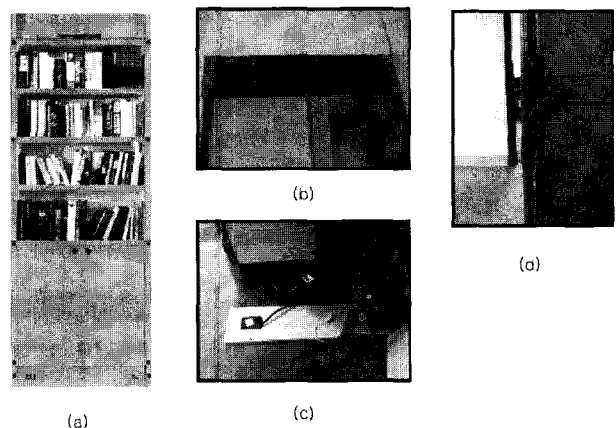


그림 6 캐비닛에 배치된 센서 인프라

그림 7의 (a)와 (b)는 홈 내의 인테리어 구성품들 각각이 마이크로 컨트롤러와 센서를 가지고 있어 전체적으로 25개에서 30개에 달하는 센서들이 네트워크를 포함한 환경을 보여준다. 새로운 센서들은 필요에 의해 신속

하게 네트워크에 더해질 수 있다.

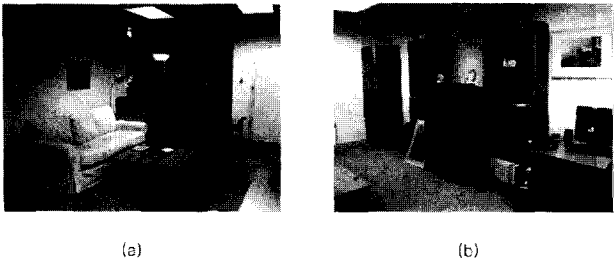


그림 7 센서 및 제어기를 가진 인테리어 구성품

### 4.3 MavHome

MavHome은 “Managing an Adaptive Versatile Home”을 의미하며 University of Texas at Arlington(UTA)의 인공지능 연구실에서 Diane J. Cook 박사의 지도 아래 수행되는 주거 기반의 디지털 홈 과제이다. MavHome은 UTA와 산업체가 공동으로 협력하는 연구 과제로서 혁신적인 기술들이 주거 부문을 위한 상품에 응용하는 것을 목표로 한다.

그림 8은 MavHome의 에이전트 구조를 개략적으로 보여주고 있다. MavHome 과제의 또 다른 목표는 자율적인 지능형 에이전트를 개발하는 것이다. 에이전트는 거주자의 생산성과 안락함을 최대화하고 집의 관리 비용을 최소화하며, 홈과 수집된 개인 정보들의 안전을 최대한으로 보장하는 방식으로 집을 관리한다. 또한 홈의 모든 기능과, 주택에 통합되는 컴퓨터, 센서, 비디오 카메라 등의 중앙 시스템을 통제하고 의사결정을 내리는 ‘brain’을 가진 스마트 기기들을 완전하게 통합하는 방법을 제시하고자 한다.

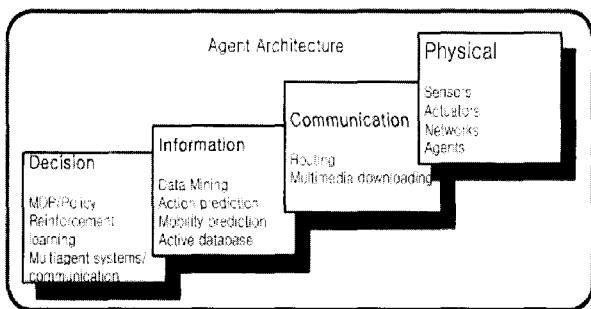


그림 8 MavHome의 에이전트 구조

그림 9는 MavHome의 layout을 보여주며 MavHome에서 제공하는 센싱 요소들과 서비스 내용은 크게 5가지 정도로 구분되며 그 내용은 아래와 같다.

- 거주자의 활동과 생활 패턴을 바탕으로 자동 조절이 가능한 실 조명 시스템
- 에너지 절약을 위한 자동 조절 온도 시스템 : 집에 사람이 없을 경우 에너지를 절약하고 거주자가 돌아

오기 전에 재가동된다. 집은 낭비되는 에너지를 절약하기 위해 경계하고 정전을 방지하기 위해 이웃의 스마트 홈들과 연계한다.

- 감시 시스템이 정기적으로 거주자의 건강에 관한 정보들을 수집하고 건강 상태의 단기적, 장기적 변화들을 경고한다. 로봇과 스마트 기기들을 포함한다. 다른 진보된 기술들이 장년층과 장애인들을 돕기 위해 사용된다.
- 냉장고가 재고 물품의 목록을 만들고 온라인 식료품점에 주문함으로써 물품을 새로 공급한다. 전자레인지가 식사를 위해 온라인 조리법을 검색하고 로봇이 바닥을 청소하며 또 다른 로봇이 잔디를 깎는다.
- 오락 시스템이 자동적으로 거주자들이 흥미를 가질 만한 텔레비전 프로그램들을 기록하며, 직장에서 집으로 돌아오는 가족 구성원이 멀리서 집으로 신호를 발신하여 목욕물을 데우고 조명을 낮추며 부드러운 음악이 나오도록 지시한다.

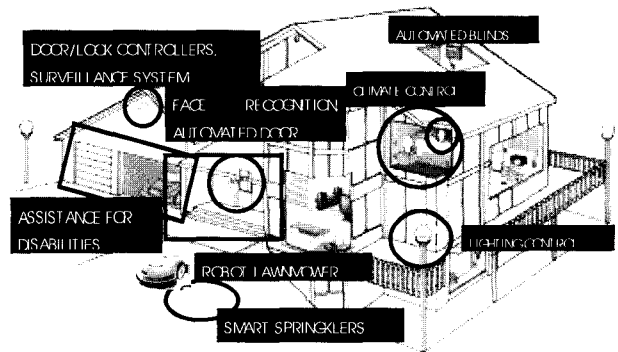
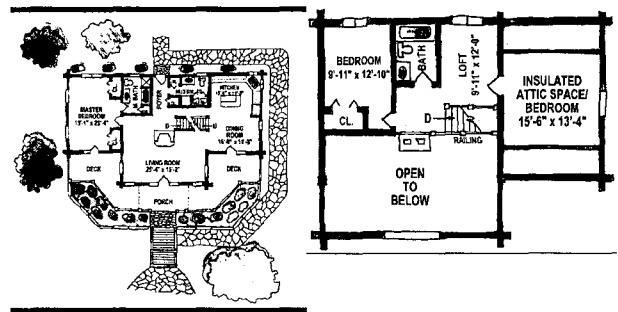


그림 9 MavHome의 layout

MavHome 과제는 여러 학문 분야에 걸친 연구 과제이며 지능형 주거 환경의 개발에 초점을 맞추고 있다. MavHome의 연구는 주거 부문의 고객을 위한 산업체에 상당 부분 적용되고 있으며 세부적인 분야는 에너지, 급수, 전화 시설과 네트워킹, 건설, 가전기계 등이다. MavHome의 연구는 또한 병원과 사무실, 상점, 연구시설 외에 공용으로 사용될 강의실, 회의실, 그리고 연회장에도 적용될 것이다.

현재 UTA의 연구 시설들에 입주해 있는 MavHome

은 Texas Arlington의 UTA 캠퍼스의 북서쪽에 있는 5,500 평방 피트의 UTA Boulevard와 Davis Street의 주거 지역 내에 건설될 계획이다. 첨단 주거 기술들이 적용될 이 전시 주택은 살아 숨쉬는 주택 기능을 구현하기 위해 설계되었고 주택의 기술적 기능성들을 최대화하기 위한 연구의 한 과정으로서 실제로 사람들이 MavHome에 거주하게 될 것이다.

#### 4.4 eHII

일본의 마쓰시다 사는 언제, 어디서나 네트워크에 연결되는 유비쿼터스 정보가전 개념인 HII(Home Information Infrastructure)를 1995년 제창하였다. HII는 가정/방송/통신/공공서비스 등의 사회와 연결되는 가정 내 정보기반을 지칭하고, 동시에 가정 내의 AV/정보기기/주택설비가 사회인프라/서비스와 연결되는 디지털/네트워크/인프라 개념이다.

그림 10은 eHII에서 제공하는 통신과 방송융합, 대용량저장 매체에 의한 서비스, 전자쇼핑 등의 eP 서비스, 전자건강 확인기로 지속적인 건강관리가 가능하고 네트워크를 통해 원격진료가 가능한 재택 헬스케어 시스템, 번기에 앉아 매일의 건강을 확인할 수 있는 건강화장실, 기타 생활에 도움이 되는 생활정보 시스템을 이용한 서비스를 보여준다.



그림 10 eHII에서 제공되는 서비스

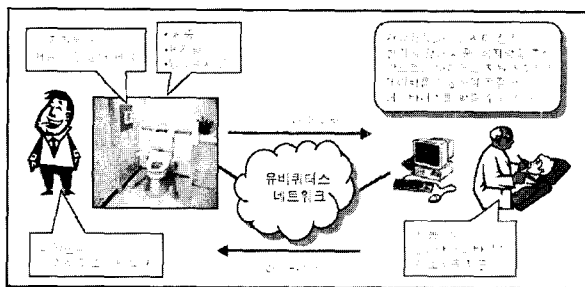


그림 11 재택 헬스케어 시스템

그림 11은 eHII내의 재택 헬스케어 시스템을 좀 더 구체적으로 나타낸 것으로서 매일 자신의 건강 상태(체

중, 체지방, 당뇨수치)를 확인하고 이상이 있는 경우 네트워크를 통하여 주치의나 관련 도우미에게 건강 데이터를 전송하고, 이를 수신한 주치의나 건강도우미는 적당한 어드바이스로 조치를 제공한다.

### 5. 결론

본 고에서는 센서 네트워크 기술과 국외 연구동향을 살펴보았다. 그리고 유비쿼터스 도시, 유비쿼터스 헬스케어, 이동 센서 네트워크 플랫폼, 산업 및 친환경 감시 센서, 홈 오토메이션 과 네트워킹, 전자제품과 PC 주변 장치, 장난감과 게임기, 텔레메틱스 등과 같은 다양한 환경에서의 센서 네트워크 응용을 살펴보고 유비쿼터스 홈과 관련된 응용기술로 국외의 관련 과제에 대하여 알아보았다.

센서 네트워크는 유비쿼터스 컴퓨팅 실현을 위한 새로운 기술로써 기존의 컴퓨팅 환경과 물리적인 실제 환경을 접목 시켜주며 사람, 가정, 자동차, 공공지역, 물류, 포탈, 무인보안 등과 같은 공간별 유비쿼터스에 대한 응용의 기반 기술로 운용될 수 있다. 또한 기존 홈에서의 가스 누출 인식이나, 동작 감지 등의 단순한 감지 수준이 아닌, 거주자의 행동과 위치, 주변 환경 등을 인식하여 주거에 명령을 전달함으로써 주거 전체를 제어하는 유비쿼터스 홈과 산업화 및 친환경 기술에서의 다양한 응용을 제공하는 차세대 핵심 기술로 성장될 것이다.

향후 센서 네트워크 기술이 지속적으로 발전하기 위해서는 인간, 컴퓨터, 사물에 유기적으로 연계되어야 하며 특히 초 저전력, 저가격의 무선 통신 기술, 초소형 마이크로프로세서 기술, 자동 구성이 가능한 ad-hoc 네트워크 기술, MEMS 기술, 다양한 종류의 센서기술, 최적의 운영체제 기술, 통신 프로토콜 기술, 표준화 노력 및 임베디드 시스템 기술 등의 발전이 필수적으로 수반되어야 할 것이다. 이러한 센서 네트워크 기술이 유비쿼터스 환경에서가정내의 기기나 휴대폰이나 PDA와 같은 핸드헬드 디바이스와 통신되고 상황인지 기반의 지능형 에이전트와 연동되면 언제 어디서나 사용자의 편의에 맞는 서비스를 제공하는 유비쿼터스 홈은 가까운 시일 내에 현실화 될 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] Business week지, Aug. 2003
- [2] MIT Enterprise Technical Review, Feb. 2003
- [3] 이상수, 김대영, 도윤미, 박노성, 팜민룡, 뒤빅백, 파, "센서 네트워크 기술", 정보처리학회지, 제10권, 제4호, pp.85~97, 2003년 7월



- [ 4 ] 임신영, 허재두, "상황인식 컴퓨팅 응용 기술 동향", 한국전자통신연구원 주간기술동향, 제19권, 제 5호, pp.31~40, 2004년 10월
- [ 5 ] <http://www.chipcon.com>
- [ 6 ] <http://www.crossbow.com>
- [ 7 ] <http://www.timex.com>
- [ 8 ] <http://www.ubisense.net>
- [ 9 ] <http://www.ranger.uta.edu/smarthome>
- [ 10 ] <http://www.awarehome.gatech.edu>
- [ 11 ] 이현정, 허재두, 박광로, "유비쿼터스 홈네트워킹 기술", 한국통신학회지, 제21권, 제3호, pp.54~65, 2004년 3월
- [ 12 ] C.S.Yoon, et al., "A Study on the Apartment Design of Open Housing System with the Stepped-Level Housing Type," Proceedings of 3rd China Urban Housing Conference, July 2003, pp.115~119
- [ 13 ] Jane Sanders, "Sensing the Suibtleties of Everday Life," Research magazine of Georgia Tech., Feb. 2000
- [ 14 ] Essa, Irfan, "Ubiquitous Sensing for Smart and Aware Environments : Technologies towards the building of an Aware Home," Position Paper for the DARPA/NSF/NIST Workshop on Smart Environments, July 1999
- [ 15 ] Abowd, Gregory, Elizabeth, Tom, "The Human Experience," IEEE Pervasive Computing, 2002
- [ 16 ] [http://architecture.mit.edu/house\\_n](http://architecture.mit.edu/house_n)

**최 은 창**



1990 경북대학교 전자공학과(학사)  
 1992 경북대학교 대학원(석사)  
 2003. 2 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료  
 1992. 3~1993. 4 한국원자력연구소 연구원  
 1993~2004. 2 한국전자통신연구원 네트워크연구소 선임연구원  
 현재 한국전자통신연구원 디지털홈연구단 홈네트워크그룹(선임연구원)

관심분야: 센서 네트워크, Wireless Home Network  
 E-mail : ecchoi@etri.re.kr

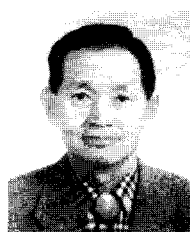
**허 재 두**



1987 경북대학교 전자공학과(학사)  
 1990 경북대학교 대학원(석사)  
 2000 경북대학교 대학원 정보통신공학과(박사)  
 1987 한국전자통신연구원 입소  
 2000. 3~2003. 2 한국전자통신연구원 네트워크연구소 팀장  
 현재 한국전자통신연구원 디지털홈연구단 홈네트워크그룹(팀장)

관심분야: 센서 네트워크, Context-Aware Computing, Wireless Home Network  
 E-mail : jdjuh@etri.re.kr

**김 수 중**



1979 인하대학교 대학원 전자공학과(박사)  
 1976~1977 미국 SUNY at Bufflo 교환 조교수  
 1980~1981 미국 University of Texas at Austin 연구교수  
 현재 경북대학교 전자전기공학부 교수  
 관심분야: 광신호처리 및 패턴인식, 정보처리 등  
 E-mail : sjkim@ee.kyungpook.ac.kr

• The International Conference on Information Networking(ICOIN 2005) •

- 일 자 : 2005년 1월 31일~2월 2일
- 장 소 : 제주도
- 주 최 : 정보통신연구회
- 내 용 : 논문발표 등
- 상세안내 : <http://www.icoin2005.or.kr>