

유비쿼터스와 무선 네트워크 기술

□ 송형규 / 세종대학교 정보통신공학과

1. 서론

유비쿼터스화는 물리공간에 펼쳐져 있는 각종 사물에 센서와 컴퓨팅 기능을 심고 이를 네트워크로 연결시켜서 실시간으로 유용한 상황 정보를 자동으로 생성하고 활용될 수 있도록 사용자에게 전달할 수 있는 환경을 지향한다. 이러한 이상적인 개념은 유비쿼터스 정보 사회 구현이라는 관점에서 아직은 먼 미래에나 실현 가능할 것으로 느껴진다. 이는 유비쿼터스화라는 개념이 현재의 IT(Information Technology) 관련 산업이 모두 고르게 성숙한 이후의 사회 모습에 대하여 결론론적으로 접근하기 때 문일 것이다. 유비쿼터스 네트워킹 환경은 사람 주변의 모든 기기가 하나의 네트워크로 연결되어 끊임없이 정보를 주고받으며 통신을 가능하게 해주는 전자공간과 실제 공간의 융합이다. 유비쿼터스 공간은 전자공간에서는 컴퓨터를 통해서만 인터넷으

로 접근이 가능했던 한계를 벗어나서 모든 종류의 단말을 사용하고 모든 종류의 물리적인 기기들을 통하여 네트워크에 접근할 수 있는 확장성, 개방성의 제공을 의미한다. 이와 같이 모든 종류의 물리적인 기기들을 기존의 유선 네트워크 토폴로지를 이용하여 연결한다면, 망 구성의 복잡성 증가뿐만 아니라 자유로운 접속의 개념과도 상충되는 문제를 야기하게 된다. 그러므로 기본적인 유비쿼터스 공간에서는 유선뿐 아니라, 전파를 이용한 무선 환경 하에서 기기들의 네트워크 구성이 보다 중요한 의미를 지닌다.

가장 근접거리에서 사용될 수 있는 무선 기술인 센서의 경우에는 디바이스의 상태를 감지하기 위해서 사용되며, RFID(Radio Frequency Identification)와 스마트 배지(Smart Badge) 등의 기술이 사용될 수 있다. 유비쿼터스 공간은 모든 사물에 센서가 삽입되고, 각각의 사물들의 수많은 센서들이 유·무선

기술을 통하여 네트워크에 연결된다. 이러한 센서들은 각각의 사물들의 인지에서부터 시작하여 현재 상태 및 기능과 같은 방대한 정보를 제공해주게 되어, 진정한 물리공간과 전자공간의 통합을 이루는 가장 기본적인면서도 핵심적인 기능을 제공하는 유비쿼터스 공간의 구성단위가 될 것이다.

미래의 유비쿼터스 환경이 좀더 자유롭고 다양화되기 위해서 액세스망의 고속화 및 무선화(이동성 제공)는 여전히 필수적인 발전 요소이다. 여기에서는 uPAN(Ubiquitous Personal Area Network) 네트워크의 개념과 이 개념을 구현하기 위한 시나리오를 구성해 보고, 이를 구현하기 위한 무선기술 현황을 IEEE 802.15 그룹의 관련 연구 활동 중심으로 살펴보면, 향후 기술의 발전 모습을 고찰한다.

2. 유비쿼터스의 개념과 시나리오

모든 장소에 컴퓨터를 흩뿌려 놓고 다시 이를 네트워크로 묶어놓고 정보를 공유하는 사회가 유비쿼터스 사회이다. 만약 이들 수많은 컴퓨터를 유선 케이블로 연결한다면 전세계가 케이블로 얽히고 설킬 것이다. 따라서 유비쿼터스 네트워크를 확장시키는데에는 무선기술을 빼놓을 수 없다.

유비쿼터스 혁명은 언제 어디에서나 전자공간에 접근할 수 있는 자유만을 보장하는 것이 아니라, 물리공간에 존재하는 그 어떤 기기나 사물이라도 접근할 수 있는 자유를 보장하는 것이다. 모든 물리적 기기들과 디바이스, 그리고 사물들이 전자공간에 연결되어 있어야 이러한 자유가 보장되기 때문이다. 여기에서 어떻게 모든 사물들을 전자 공간에 연결할 것인가의 문제가 제기 된다. 모든 기기들을 선으로 연결시키는 경우 초래될 복잡성은 쉽게 상상할 수 있다. 유선 네트워크만으로 유비쿼터스 혁명

을 완수하기는 어렵다. 유비쿼터스 혁명은 점 조적과도 같은 무선 네트워크와의 통합을 필요로 한다. 전파는 입자로서의 물리적 특성과 파동으로서의 정보적 특성을 동시에 지닌다. 전파라는 무선매체에 의지할 때 유비쿼터스 혁명은 급속히 확산될 수 있으며, 유선과 무선이 통합된 네트워크에 의해 창출되는 제3공간만이 물리공간과 전자공간을 이룰 수 있다. 현실적으로 무선 통신 필요성이 증가함에 따라 무선 통신 기반으로 하는 uPAN은 급격히 다양한 모습으로 발전되고 있다. uPAN은 그 포괄 범위와 이동성에 따라서 센서, 홈랜, WPAN(Wireless Personal Area Network) 등으로 나눌 수 있다.

센서는 근접거리에서 디바이스의 상태를 감지하기 위해 사용된다. RFID가 부착된 상품은 계산대를 통과할 때 점원에게 가격을 말해 주고, 택배 직원에게는 어느 가정에 배달될 것인지를 말해 준다. 치매 노인이 길을 잃어버리지 않게 하기 위해서 도로 곳곳에 내재된 감시 시스템은 스마트 배지를 통해 노인의 위치를 찾을 수 있다. 물리공간상의 기기를 전자공간으로 연결시키는데 있어서 센서는 가장 기초적인 역할을 수행한다. 센서로 인하여 물리공간은 비로소 살아있는 공간으로 변화된다. 무선 홈랜은 집 안 여기저기에 흩어져 있는 컴퓨터, 프린터, 헤드폰, 카메라, 오디오 세트, 텔레비전, 휴대폰 등을 무선으로 연결시키는 역할을 한다. 무선 홈랜을 구현하기 위한 기술로는 적외선 통신에 의존하는 IrDA(Infrared Data Association), Bluetooth 그리고 UWB(Ultra Wide Bandwidth)등이 있다. 1,000년 전 노르웨이와 덴마크를 무혈 통합한 바이킹 왕에 대한 애칭에서 비롯된 Bluetooth는 무질서하게 흩어져 있는 정보기기들을 조용히 통합시키고 있다. Bluetooth를 통하여 노트북과 PDA, 그리고 휴대폰에 기억되어 있는 전화번호, 주소, 메모 등을

자동으로 일치시킬 수도 있으며 정보기기들끼리 자발적으로 통신을 주고 받으며 정보를 업데이트한다. 이러한 점에서 Bluetooth는 '감추어진 컴퓨팅 (Hidden Computing)' 을 수행한다고 평가되기도 한다. 비록 Bluetooth는 1Mbps의 속도와 10m의 전송거리로 제한된다는 점에서 한계를 보이지만, 그 개방성과 시장성 그리고 종합성으로 인해 홈랜의 강력한 대안으로 부상하고 있다.

센서는 uPAN 무선통신 기반의 가장 기초적인 단위이자, 제3공간의 구성단위이다. 제3공간이 얼마나 빠르게 구축될 것인가는 센서기술이 얼마나 빠르게 발전할 것인가에 의해 결정된다. 센서기술은 세가지 단계를 거쳐 발전할 것으로 전망된다. 첫 번째 단계는 센서가 생활공간에 확산되는 단계이다. 정보가전을 비롯하여 소파와 침대, 그리고 도로 곳곳에 작고 저렴하며 소비전력이 낮은 센서가 내장된다. 이들은 독립된 센서들로 고유의 기능을 달성하는 데 만족한다. 두 번째 단계는 이들 센서들이 연결되는 단계이다. 기존의 전력선과 전화 회선을 활용한 네트워킹이 가속화되고, 그리고 무선랜이 보편화될수록, 정보기기들 속에 숨어 있던 센서들은 하나의 네트워크 속으로 편입된다. 네트워크 속에 편입된 센서들은 각자의 정보를 주고받는다. 에어컨의 센서는 소파의 센서에게서 실내 온도를 알아내고, 욕조에 부착된 센서로부터 목욕이 끝나가는지를 알아낸다. 마지막으로 세 번째 단계는 센서들의 집합적인 정보가 종합화되는 단계이다. 센서들이 제공하는 개별적인 정보는 통일된 의미로 형상화되어야 한다. 교량에 부착된 수많은 센서들의 개별적인 정보는 통일된 의미로 형상화되어야 한다. 교량의 어느 곳에 문제가 있는지를 발견하기 위해서는 이들 개별 정보들이 스스로 종합화되어야 한다. 이와 같은 센서의 발전구도는 추

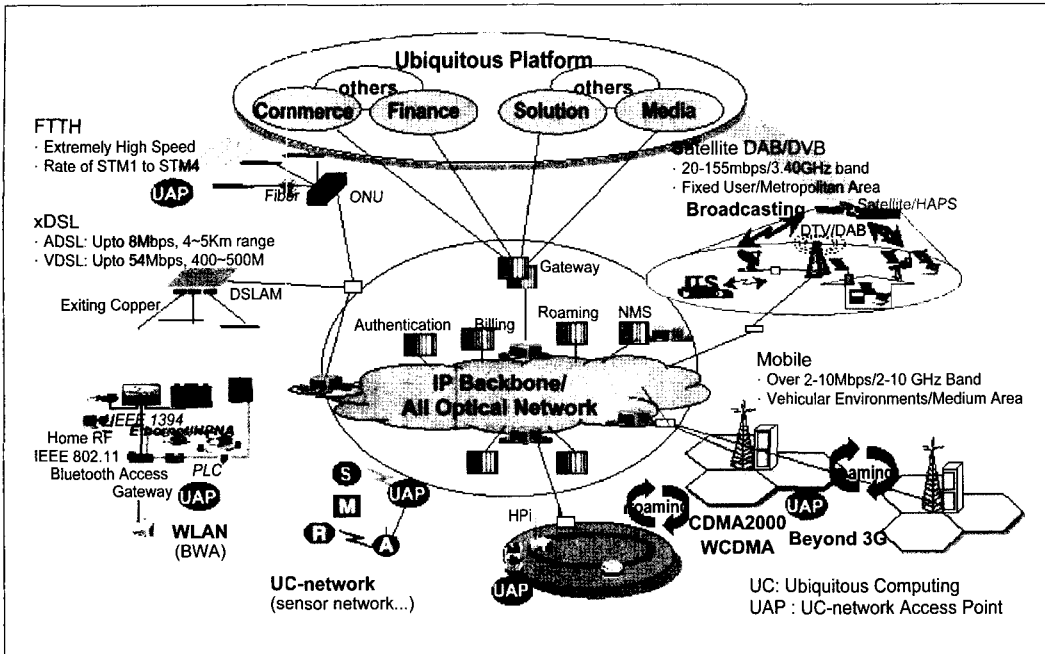
상화의 과정으로 요약할 수 있다. 추상화를 통하여 물리적 공간에 존재하는 원시정보들로부터 의미를 추출한다. 이 과정은 역으로 진행되기도 한다. 추상화된 정보에 근거하여 각 센서에 구체적인 명령을 하달할 수 있는 것이다. 추상화를 통하여 센서는 물리공간을 전자공간으로 끌어올리며, 구체화를 통하여 전자공간의 의미를 물리공간에 투영한다. 센서는 전자공간과 물리공간을 이어준다. 상호 연결된 살아 있는 센서들은 이미 그 자체로 제3공간이다.

3. 유비쿼터스 무선 네트워크

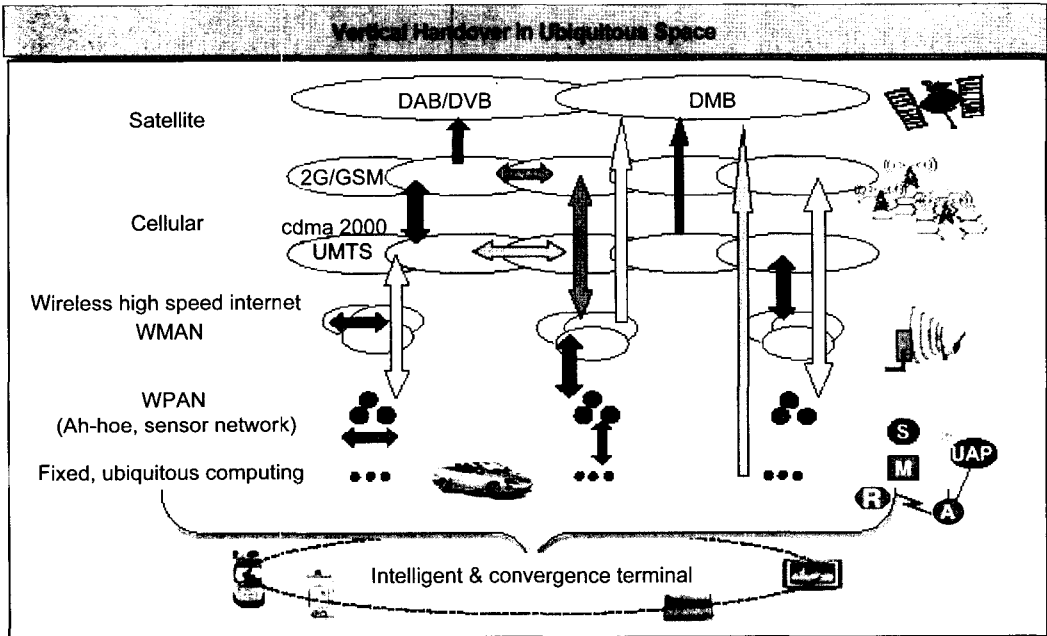
현재까지 IEEE에서는 유비쿼터스만을 위한 uPAN의 연구 활동은 없다. 그러나 그간 IEEE 802.15의 연구 활동 중에 미래 uPAN 환경을 구현하기 위해 필요한 기술적 이슈 사항을 중심으로 다루고자 한다. 1990년대 전반부터 인터넷 인프라가 정비되어 사무실이나 가정의 인터넷 접속이 일반화되었다. 최근에는 거리에서 노트북 PC를 이용해 인터넷 접속하는 비즈니스맨을 자주 볼 수 있으며 가정에서도 브로드밴드를 이용한 상시접속이 보급되면서 더욱 손쉽게 인터넷에 접속할 수 있는 환경이 정비되고 있다.

또한 90년대 후반부터 휴대전화가 급속히 보급되어 '어디서나 손쉽게 네트워크에 접속해 각종 정보에 접속하고 싶다' 는 소비자의 요구가 더욱 높아지고 있는 실정이다. 이와 같이 높은 전송속도가 필요한 접속에는 무선 LAN(Local Area Network) 기술을 사용하고, 가정 내 정보기기와 같이 전송속도보다 저가격, 저 소비전력이 더욱 필요한 접속에는 WPAN을 사용하려는 움직임이 늘고 있다.

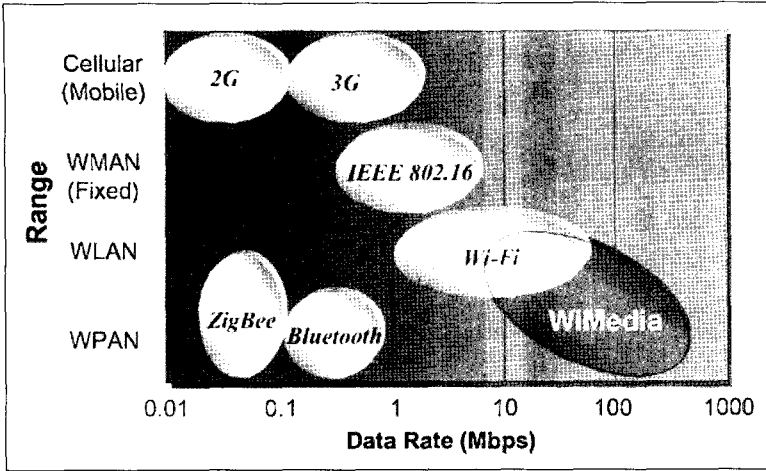
<그림 1>은 유비쿼터스 네트워크 구조를 나타내



〈그림 1〉 유비쿼터스 네트워크 구조



〈그림 2〉 유비쿼터스 네트워크에서의 시스템간의 통신



〈그림 3〉 무선통신 방식 비교

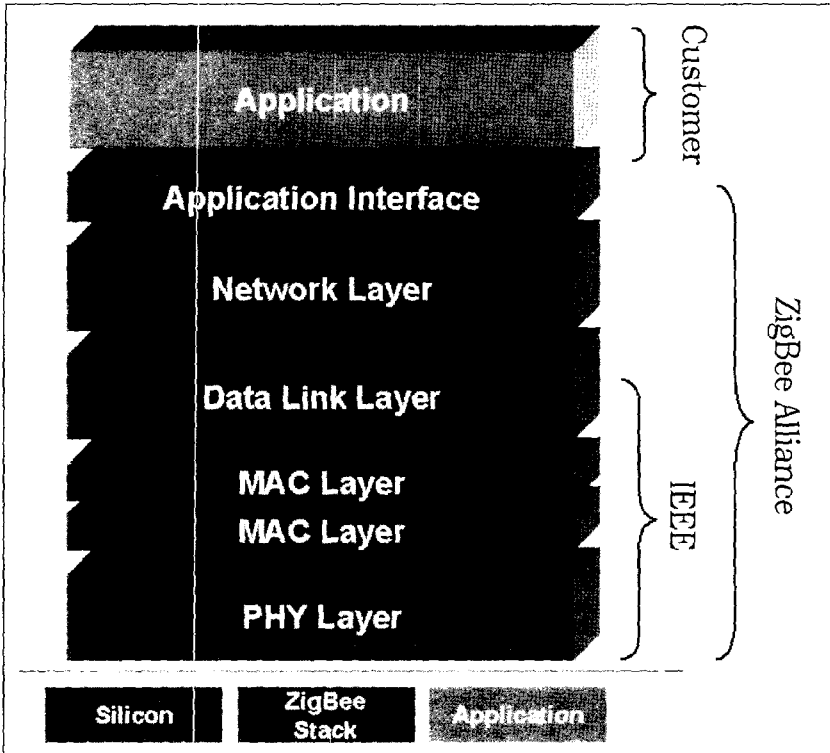
며, 〈그림 2〉는 유비쿼터스 네트워크에서 시스템간의 seamless 핸드오버 구조를 나타낸다. 〈그림 3〉은 무선통신 방식들을 거리와 전송률로 비교한 그림이다. WPAN은 10m이내정도의 근거리에 놓여 있는 컴퓨터와 주변기기, 이동단말기, 가전제품 등을 상호 무선 네트워크로 연결하여 기기간 양방향 통신을 이루어 다양한 응용분야를 지원하는 기술이다. 일상생활의 편리성을 더욱 향상시킬 수 있는 uPAN 기술에 대한 필요성이 급격히 대두되는 상황에 현재는 근거리 무선통신 응용으로 IEEE1394 또는 USB(Universal Serial Bus) 등을 사용하고 있지만, 이러한 디지털 데이터를 무선으로 송수신하기 위한 신기술이 2004년 이후 소비자에게 잇따라 등장할 것으로 예상된다. 고속의 WiMedia, 차세대 사양 Bluetooth, 저가, 저전력의 ZigBee 등의 WPAN 관련 신기술이 유비쿼터스 무선 네트워크 환경을 구현하기 위한 uPAN의 신기술에 해당된다. 여기서는 uPAN의 핵심 기술인 ZigBee, Bluetooth, WiMedia에 대해 논의한 후에 마지막으로 유비쿼터스를 환경을 구현하는데 꼭 필요한

무선 센서 기술에 대해 알아보겠다.

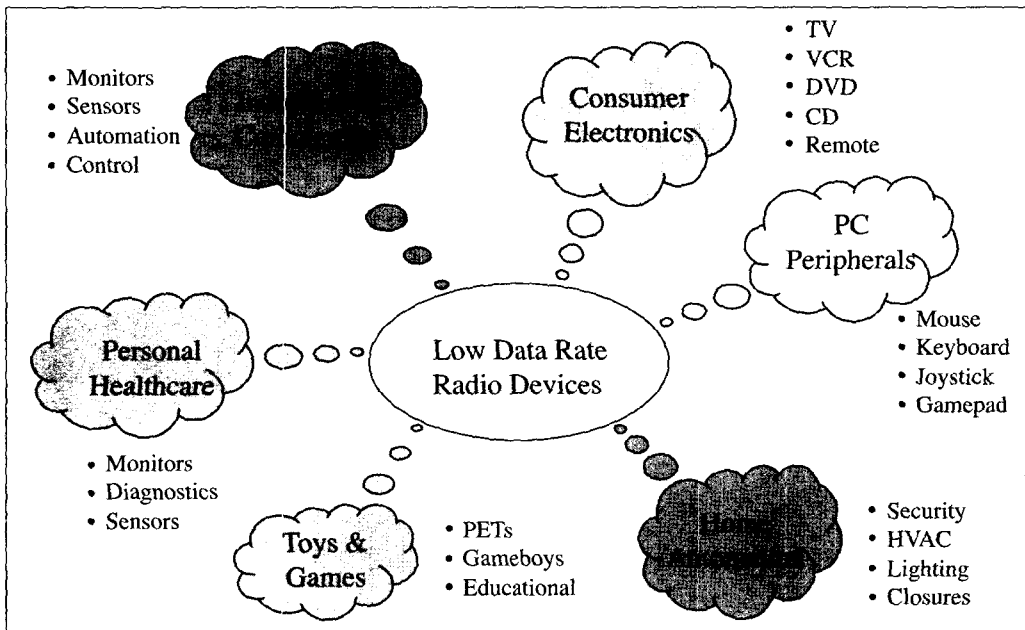
1) ZigBee

ZigBee는 자체 무선통신 기술을 홍보하고 802.15.4의 PHY기술을 사용한 물리계층 RF 기술에 네트워크 및 응용 계층의 표준을 만들고 이에 대한 상호 운용성을 보장하고자 하

는 것에 목적을 둔 표준화 단체이다. 전송속도는 20kbps~250kbps이며 듀얼 PHY 형태로 2.4GHz를 쓰는 경우 16채널, 미국의 915MHz를 쓰는 경우는 10채널, 유럽의 868MHz를 쓰는 경우는 1채널을 사용하고 있다. 모뎀방식은 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum), MAC(Media Access Control Address)은 CSMA/CA(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)를 사용하는 근거리 무선 통신 기술이다. 저속 전송속도를 갖는 홈오토메이션 및 데이터 네트워크를 위한 표준 기술로서 버튼 하나의 동작으로 집안 어느 곳에서나 전등 제어, 가정 보안 시스템, 통합 리모컨 등의 무선 통신 제어가 가능해지고 인터넷을 통한 전화 접속으로 홈오토메이션을 더욱 편리하게 이용하려는 HomeRF에서 파생된 기술이다. Zigbee 프로토콜 스택 시스템의 요구조건은 8bit 마이크로컨트롤러를 사용하며, 전체 프로토콜 스택은 32Kbytes 이하이어야 한다. 〈그림 4〉는 ZigBee 프로토콜 스택 블록도, 〈그림 5〉는 ZigBee의 응용을 나타낸다.



< 그림 4 > ZigBee 프로토콜 스택



< 그림 5 > ZigBee 응용

〈표 1〉 근거리 무선 통신 방식 비교

명칭	반송주파수 (Hz)	최대 전송속도 (bps)	최대 도달거리 (m)	관련 IEEE 규격
ZigBee	868/915M, 2.4G	20k-250k	10-75	IEEE 802.15.4
Bluetooth 1.1	2.4G	723.2k	10 (class 2)	IEEE 802.15.1
차세대 Bluetooth	2.4G	2M-10M	10 (class 2)	-
UWB	3.1G-10.6G	400M	10	IEEE 802.15.3a

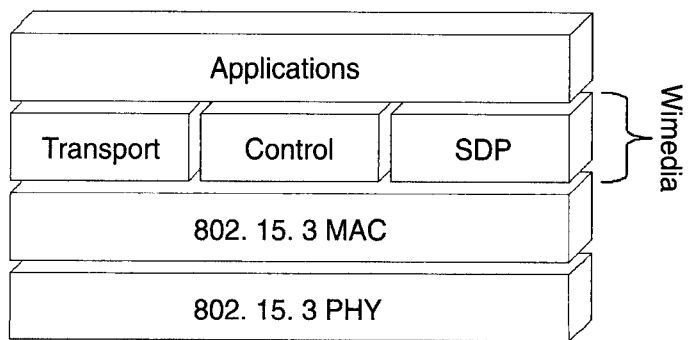
Bluetooth보다 가격이 저렴하고 소비전력이 더 낮다는 것을 주요 특징으로 가장 내세우고 있으며 최대 전송속도는 250kbps, 통신거리는 10~75m, 전지 수명은 반년에서 2년 정도이고 한 대의 베이스 노드에 최대 255개의 노드를 접속할 수 있다. 응용분야로는 가정 내 공조기 또는 조명기구 원격 감시나 원격 제어, TV 등의 리모콘, 화재경보기 등의 원격 센서 외에 공장이나 빌딩의 각종 원격 제어, 장난감, 게임, 의료 센서 등의 용도로 이용되고 있다.

ZigBee는 미국에서 표준화 작업 중인 근거리 무선방식 IEEE 802.15.4에 완전 준거한 표준화 작업이며 이미 사양의 드래프트는 완성되었고 칩셋의 개발이 시작되고 있는 단계이다. 이 밖에도 개발을 취급하는 메이커는 적지 않으며 이미 아시아의 메이커를 포함한 몇몇 고주파 모듈 메이커와 제휴하여 송수신 모듈을 개발하고 있다. ZigBee의 큰 특징 중의 하나인 저렴한 가격은 직접 방식인 스펙트럼 확산 기술을 기본으로 한 변조 방식을 채용하여 무선 송수신 회로의 구성을 단순화하고 칩셋의 가격을 1.5달러 정도로 억제하는 것을 지향

하고 있다. 결국은 모듈의 외형 크기도 Bluetooth 수준으로 하는 것을 지향하고 있으며 이러한 사양을 조기에 실현할 수 있다면 다른 방식에 비해 센서 네트워크의 표준 방식이 될 가능성이 매우 크다. 〈표 1〉은 근거리 무선 통신 방식의 비교를 나타낸다.

2) WiMedia

WiMedia는 무선 멀티미디어에서 파생된 개념으로서 사용자들이 사용하는 다양한 가전제품들 간의 고속 데이터를 연결하는 개념이다. WiMedia는 고속의 WPAN 기술로서 50m 전송거리에 최대 55Mbps의 전송속도이고 미래에는 480Mbps 급까지 전송속도를 올리려는 계획을 갖고 있다. WiMedia 프로토콜 스택은 〈그림 6〉과 같다. IEEE



〈그림 6〉 WiMedia 프로토콜 스택

〈 표 2 〉 IEEE 802.15.3 PHY의 변조, 코딩 및 데이터율

변조 방식	코딩	데이터율
QPSK	8-state TCM	11Mbps
DQPSK	None	22Mbps
16-QAM	8-state TCM	33Mbps
32-QAM	8-state TCM	44Mbps
64-QAM	8-state TCM	55Mbps

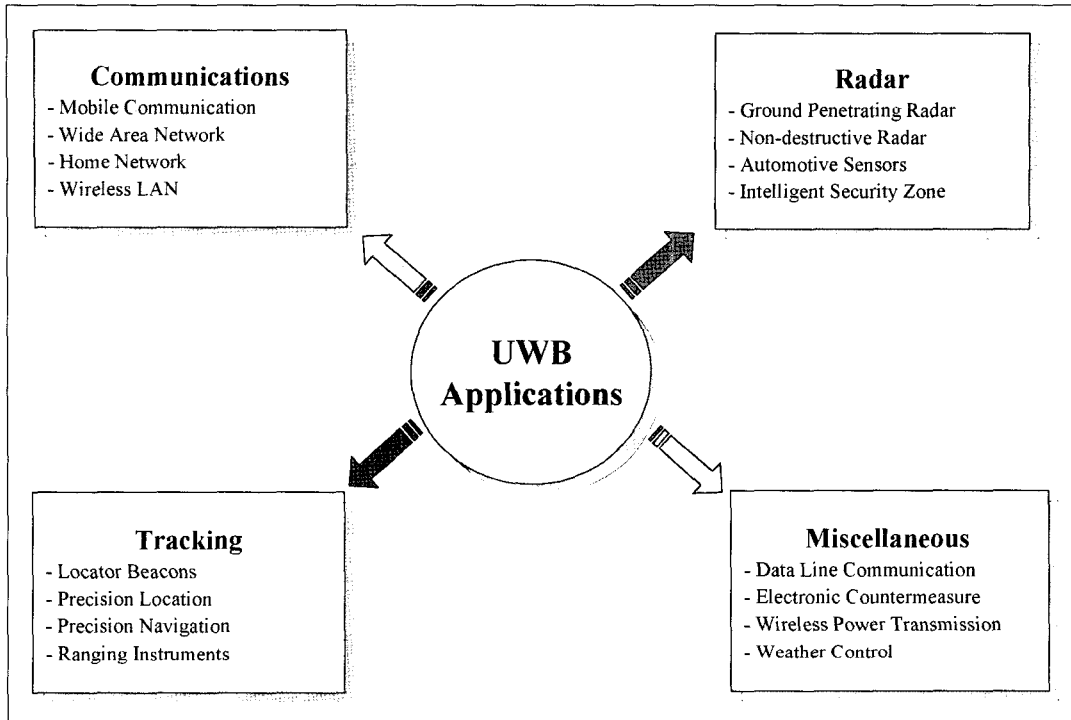
802.15.3 WPAN의 PHY를 지원하는 변조, 코딩 및 데이터율은 〈표 2〉와 같다. 2.4GHz PHY는 코딩이 적용되지 않는 DQPSK(Differential Quadrature Pphase Shift Keying)뿐만 아니라, Trellis 코딩을 적용한 QPSK(Quadrature Pphase Shift Keying), 16/32/64-QAM (Quadrature Amplitude Modulation)을 지원한다. 802.15.3과 호환되는 디바이스는 최소한 DQPSK는 지원해야 한다. 기본 데이터율은 DQPSK 모드로 동작 하는 22Mbps이며, 최대 55Mbps이다. IEEE 802.15.3a 기술은 IEEE 802.15.3 기술이 사용하는 MAC을 그대로 이용하며, PHY 기술만 UWB기술을 이용하여 보다 높은 대역폭을 갖고자 하는 것이다.

UWB 기술은 매우 오래된 역사를 가지고 있는 기술로 사용할 수 있는 대역폭은 3.1GHz부터

10.6GHz까지 총 7.5GHz라는 광대역의 대역폭을 사용할 수 있지만, 실제로 신호의 대역폭은 중심 주파수의 20%이상 점유하여야 하고 이 대역 전파는 -41.25dBm/MHz를 넘지 않아야 한다. UWB기술이 가지는 장점은 간섭을 일으킬 확률이 매우 낮다는 것이다. 따라서 UWB는 GPS(Global Positioning System)나 PCS(Personal Communication System), 그리고 WLAN(Wireless Local Area Network) 기능과 함께 하나의 기기에 통합될 수 있다. 그리고 매우 낮은 감지 확률로 인하여 신호 레벨이 데이터의 안정성이 보장되며 저 전력을 소모한다는 것도 매우 큰 장점이다. 또한 10m 거리에서는 110Mbps를 지원하며, 4m 거리에서는 200Mbps를 지원하고, 그 이하의 거리에서는 480Mbps라는 초고속의 무선 데이터 전송이 가능하므로 비디오나 오디오 응용과 디지털 카메라 신호의 전송 그리고 MP3 Player 데이터의 다운로드 등에 매우 좋은 응용분야를 갖는 기술이다. 무엇보다도 UWB가 uPAN을 구현하기 위한 홈 네트워킹 기술로 적합한 이유는 넓은 대역폭을 사용하므로 다중 페이딩 문제에 매우 강한 특징이 있다는 점이다. 이와 같은 무선 통신 기술을 이용하여 홈 네트

〈 표 3 〉 주요 UWB 규격 비교

	MBOFDM-UWB	DS-UWB
주파수 운용 방식	13개(대역폭 : 528MHz) - 3개 (Mandatory) : 3168-4752MHz - 7개 (Optional) : 6072-8184MHz	2개(대역폭 : 2GHz, 4.8 GHz) - single band : 3.1-5.15GHz - dual band : 3.1-5.15GHz, 5.825-6.6GHz
변조방식	OFDM(128FFT)/QPSK	CDMA(M-BOK)/PSK
FEC	Convolutional Code	Convolutional Code Concatenated Code (RS+Convolutional)
Multiple Access	Time/Freq. - Hopping	4 CDMA code set
Piconet 수	가능	4개 (8 user/piconet)
회로 복잡도	FFT/IFFT 구조	Rake receiver 구조
Location 인식	Cm 단위의 resolution	Cm 단위의 resolution



〈그림 7〉 UWB 응용

위킹에 적용하고자 하는 단체가 WiMedia이다. 이런 WiMedia를 통하여 가정용 연결 케이블을 제거함으로써 디지털 TV와 DVD 플레이어간의 무선 화상전송, 셋톱박스과 홈시어터간의 고휘상, 고음질의 무선 연결 및 디지털 캠코더와 컴퓨터간의 고속 데이터의 무선 연결 등이 가능하도록 하는 무선 통신기술로서 사용자는 보다 편리하게 가전제품을 사용할 수 있게 된다. 〈그림 7〉은 UWB 시스템의 응용 분야를 나타내며, 〈표 3〉은 현재 UWB의 강력한 표준으로 대두되고 있는 2가지 방식을 비교한 것이다.

3) Bluetooth

Bluetooth 기술은 다양한 전자 기기들 간의 근

거리 무선 연결 및 통신을 가능케한다. 기술적인 측면에서 살펴보면, Bluetooth는 10m 반경 내에서 점대점(Point-to-Point) 및 점대다(Point-to-Multipoint) 음성 및 데이터 전송을 위해 RF(Radio Frequency) 신호를 사용한다. 두 개 이상의 Bluetooth 기기들이 ad-hoc 방식의 무선으로 연결되었을 경우에 피코넷(Piconet)을 형성하게 된다. 각 피코넷은 최대 8개의 서로 다른 기기를 포함할 수 있으며, 여러 개의 피코넷은 스캐터넷(Scatternet)으로 연결될 수 있다. 이러한 피코넷 간의 링크 연결 능력으로 인해 Bluetooth 기기들은 연속적으로 연결된 피코넷을 통해 보다 큰 근거리 무선 네트워크 및 범 지구적인 인터넷의 연결을 가능케한다. Bluetooth는 휴대전화나 노트북 PC, 디

지털 카메라나 프린터, AV 기기 등의 포터블 정보 기기 사이를 무선 접속하는 것을 목적으로 한 무선 통신기술로서 무선 LAN과 마찬가지로 2.4GHz대 ISM 밴드를 이용한다. 1999년 6월에 처음으로 Bluetooth 버전 1.0이 나왔고 1999년 12월에는 업그레이드된 Bluetooth 버전 1.0B가 제정되었으며 2001년 2월에 보다 더 명확하고 향상된 기능의 piconet의 개념을 정립한 Bluetooth 버전 1.1이 제정되었다. 또한 10Mbps급 정도의 고속 전송률을 위하여 Bluetooth 2.0을 준비하고 있다. Bluetooth의 규격화를 추진하고 있는 것은 Bluetooth SIG(Special Interest Group) 단체로서 기술 사양과 함께 테스트 사양이나 인증 방법 등을 규정하고 있다.

4) 무선 센서 네트워크

무선 센서 네트워크는 온도, 습도, 소리, 이미지, 자장, 화학 성분 등 다양한 특성을 감지하여 처리

하고 이렇게 취합된 데이터를 무선 통신 방식으로 전송할 수 있는 초소형의 센서 노드로 구성된다. <표 4>는 무선 센서용 근거리 무선 네트워크를 변조방식, 송신출력, 주파수 대역, 소비 전류·전력, 전송거리 그리고 최대 전송속도별로 비교·분석한 표이다. 센서 노드는 단독 또는 협력 작업을 통하여 인간 생활에 필요한 지능형 정보와 유익한 서비스를 제공하며 저비용, 저전력, 자동 구성 기능, 오랫동안 지속하는 전력원을 갖고 유지 보수를 위해 최소의 사용자의 도움을 필요로 하는 스마트 센서에 기반을 둔 원격 모니터링 분산형 네트워크를 지향하고 있다. 이에 따른 적합한 무선 통신 표준이 무선 센서 해결을 위한 요구를 증가시킬 것이고 동시에 많은 해결책이 제시됨으로써 무선 센서 네트워크가 널리 확산될 것으로 전망된다. 무선을 이용한 센서 네트워크는 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 네트워크로 이어지는 센서간 거리가 몇km 이상 떨어져 있는 네트워크와 센서간 거리가 길어야 몇 백

< 표 4 > 무선 센서용 근거리 무선 네트워크

명칭	미약 무선	무선 LAN (IEEE802.11b)	Bluetooth (IEEE802.15.1)	ZigBee (IEEE802.15.4)	특정 소전력 무선
변조방식	FSK 방식	직접 확산 방식의 스펙트럼 확산 기술	주파수 호핑 방식의 스펙트럼 확산 기술	직접 확산 방식의 스펙트럼 확산 기술	FSK 방식 등
송신출력	500 μW/m 이하 (3m법)	30 mW~100mW	1 mW(100mW판도)	1 mW(100mW판도)	10 mW 이하
주파수대역	316.74 MHz /307.74MHz	2.4 GHz대	2.4 GHz대	2.4 GHz, 868MHz(유럽) /915MHz(미국)	400 MHz, 1200MHz
소비전류 /전력	송신: 약 20mA 수신: 약 10mA 대기: 약 1mA	송신: 300mA 수신: 200mA	송신/수신: 60mA	3형 건전지 두 개 6개월~2년 이용	송신: 26mA 수신: 11mA
전송거리	50m	50m~100m	10m (파워 앰프 이용: 100m)	10m~75m	몇 백m~1km
최대 전송속도	512bps	11Mbps	721kbps	20k~250kbps (868MHz/915MHz)	4.8kbps

m인 네트워크다. 전자의 네트워크의 경우 이용할 수 있는 무선 통신 인프라의 유력 후보는 휴대전화망이고 현재 본격적으로 개발되고 있는 것이 후자의 센서 네트워크에 적용할 수 있는 무선 통신 기술이다. 출력이 매우 작고 전송거리가 몇m인 미약 무선이나 출력이 1mW 정도이고 전송거리가 10m~100m인 Bluetooth나 ZigBee 기술이 대두되고 있으며, 출력이 10mW 이하인 특정 소전력 무선 등을 들 수 있다.

4. 유비쿼터스 무선 네트워크의 발전 전망

현재 일반적으로 가정에서 사용되는 가전제품 중 몇몇은 이미 네트워크 접속이 가능한 정보통신 수단으로 활용할 수 있도록 만들어져 있다. 이러한 새로운 제품군이 바로 '정보가전'이라 불리는 것들이다. 컴퓨터를 제외하고 가장 먼저 네트워크에 연결된 가전제품은 텔레비전, 오디오 제품 같은 AV(Audio Visual) 제품이다. 이미 AV제품들은 서로 네트워크에 연결시키거나, 여기서 한 걸음 더 나아가 컴퓨터의 네트워크와 AV기기의 네트워크를 완전 통합시켜 상호간 이용 가능하도록 하는 등 기술은 진보하고 있다. 간단한 예로 디지털 비디오 카메라로 촬영한 영상을 PC에 보내 편집하고, 이를 비디오클립으로 제작하는 일은 이미 주변에서 흔히 볼 수 있다. 최근에는 AV기기뿐만 아니라 냉장고, 전자레인지 등 백색가전 역시 네트워크에 연결되도록 만들어지고 있다. '인터넷 냉장고'는 초기에 냉장고 앞면에 PC의 디스플레이를 부착해 인터넷에 액세스가 가능하도록 하는 단순한 형태였다. 앞으로는 냉장고의 내용물을 항상 스스로 체크해 부족한 식료품을 파악하고, 이 데이터를 집주인이 가지고 있는 단말기에 전송시킬 수 있는 단말기

에 전송시킬 수 있게 된다. 집주인은 자신의 정보 단말기를 보고 퇴근길에 슈퍼에 들러 부족한 식료품을 사기만 하면 된다. 유비쿼터스 시대에 생각해 볼 수 있는 새로운 서비스를 '인터넷 냉장고'가 제공하는 셈이다. '인터넷 전자레인지'는 식료품을 전자레인지에 집어넣기만 하면 스스로 식료품에 걸맞은 조리방법을 검색하고, 필요한 경우에는 인터넷에서 자료를 다운로드해 자동으로 조리해주는 등 새로운 아이디어를 응용할 전망이다. 이런 유비쿼터스 네트워킹을 위한 WPAN 기술은 IEEE 802.15 Working Group에서 정의하고 있다. 원래 WPAN 기술은 10m 이내에 존재하는 기기간의 데이터 전송을 가능하게 해주는 방식에 대한 기술로 Ericsson을 중심으로 진행되었던 Bluetooth가 대표적인 기술인 셈이다. 그러나 Bluetooth는 최대 723.2kbps의 통신 속도 상의 한계와 최대 8개만이 통신에 참여할 수 있는 한계등으로 인하여 보다 빠른 WPAN 기술에 대한 요구가 있어 왔다. 이를 위하여 IEEE 802.15 Working Group에서는 모두 5개의 Task Group이 구성되었는데 이중 IEEE 802.15.1 Task Group에서는 유럽의 Bluetooth 기술을 IEEE 802 위원회에서 어떻게 유도할 것인지를 다루는 것으로 이미 표준이 완료된 상태이다. IEEE 802.15.2 Task Group은 2.4GHz대의 대역폭을 사용하는 기기 사이에 상호 간섭을 어떻게 해소할 수 있을 것인지에 대한 표준을 만들고 있다. 대표적인 방법으로는 IEEE 802.11b 기기와 Bluetooth 기기가 사전에 서로의 정보를 미리 나누어 각각의 기능과 사용 주파수 채널에 대해 파악한 후 최적의 통신 방식을 사용하는 Collaborative 방식이 있으며, 어느 한 쪽이 통신을 시작한 이후 다른 기기가 이를 사용하려면 서로에 대한 정보의 교류 없이 같은 주파수 대역을

피하여 사용하는 Non-Collabrative 방식이 있다. IEEE 802.15.3 표준은 낮은 전력을 소모하는 저가의 칩으로 Security와 QoS(Quality of Service)는 물론 최대 55 Mbps의 데이터 전송 속도를 지원함으로써 이동용 무선 영상 시스템과 멀티미디어 시스템에의 적용을 고려하고 있다. 특히 QoS를 지원할 뿐만 아니라 WPAN 솔루션이면서도 최대 70m의 전송을 지원하므로 아직 QoS 지원 방식이 확정되지 않은 IEEE 802.11e를 급속히 잠식하고 있다. IEEE 802.15.4 기술은 20Kbps와 40Kbps, 그리고 250Kbps 만을 지원하는 WPAN 기술로 초저가의 무선 제어 Controller를 개발할 수 있는 표준을 제공하는 Sensor Networking 기술이다. 이 기술의 또 다른 응용은 아마도 Universal Controller가 될 것으로 보인다. 즉 이것만 있으면 집안의 어디를 가더라도 10m 이내에 모든 기기를 무선으로 제어할 수 있게 되는 것이다. IEEE 802.15.3a 기술은 IEEE 802.15.3 기술이 사용하는 MAC을 그대로 이용하며 PHY기술만 UWB기술을 이용하여 보다 높은 전송률을 갖도록 하자는 것이다. 앞으로 등장할 센서 네트워크는 이러한 근거리 무선 통신기술을 적재적소에 알맞게 배치하여 사용할 것이다. 광범위한 지역에 분산된 기계나, 자동차 등의 이동체를 네트워크에 접속시키는 용도로는 휴대전화망이 적합할 것이고, 가정이나 빌딩, 공장 등과 같이 소규모 센서 네트워크를 구축할 경우에는 근거리 무선통신 기술이 적합할 것이다. 다만, 무수한 센서를 사용해 환경 센싱 등을 실행할 때는 근거리 무선으로 연결한 소규모 네트워크와 휴대전화망을 통합하여 사용하는 조합도 예측해 볼 수 있다. <표 5>는 센서 네트워크를 관심 업계별로 나타낸 것이다. 또한, 국소적 센서 네트워크에 사용할 수 있는 근거리 무선용

<표 5> 센서 네트워크 응용분야

관심 업계	응용 분야
가전업계	- 네트워크 가전으로 사물이나 환경의 상태 감지 - 새로운 사용자 인터페이스 구축 - 커뮤니케이션 툴에 응용
자동차업계	- 도난 방지 시스템에 응용 - 교통사고에서의 정보 자동 송신 - 차량 이상 감지 시스템 - 자동 주행 시스템에 응용
보험업계	- 보험 대상의 실시간 상태 파악 - 보험료율의 동적 변경 - 새로운 보험상품의 제안
건설/주택업계	- 건축물의 이상 감지 시스템 - 시큐리티 감지 시스템 - 쾌적한 환경 구축 제안
가구업계	- 정보통신기기와 융합한 가구 제안 - 사용자의 위치나 행동에 맞춘 환경 구축
완구/게임업계	- 새로운 사용자 인터페이스 구축 - 가상적인 세계와 현실 세계를 연결한 게임
건강관련업계	- 혈압, 심박수 등의 건강 데이터를 이용한 예방 의료 서비스 - 피트니스 기기를 이용한 예방 의료나 오락 서비스

회선 모듈의 개발도 급격한 기세로 진행되고 있다. 이들 모듈은 디지털 가전기기 등에 탑재하기 위하여 소형/저가격화 경쟁이 심화되고 있는 상황이다. 이러한 혜택을 누리 센서에 대한 근거리 무선통신 기술의 탑재는 향후 더욱 실현하기 쉬워질 수 있는 배경이 되고 있다. 그 중에서도 센서 네트워크에서 이용하기에 적합할 것으로 여겨지고 있는 방식의 대표적인 예가 미약 무선, Bluetooth, ZigBee 기술 세 가지다. 모두 송신출력이 1mW 이하로 작아 소비전력을 낮게 억제할 수 있고, 각 기술의 특색이 있어 일단은 용도에 따라 구분하게 될 것으로 예상된다. 센서 네트워크용 표준 인터페이스인 IEEE 1451은 네트워크에 접속하는 게이트웨이와 여러 센서를 접속하기 위한 표준 인터페이스 규격

을 위한 표준화 단체이고, 센서로 자기 보정 기능 등을 갖춘 스마트 센서를 상정한다. IEEE와 NIST (National Institute of Standards and Technology)가 각종 센서 모듈과 게이트웨이 기기를 접속하기 위하여 개시한 표준화 단체로서 여러 센서가 취득하는 데이터를 PC 등으로 일괄 관리한다는 용도를 상정하고 있다. IEEE 1451의 규정에서는 센서측을 STIM(Smart Transducer Interface Module)이라고 부르고 있으며 센서 하나하나가 인터넷 접속기능을 갖추지 않더라도 PC 등을 매개로 하여 필요한 정보만 전송할 수 있게 된다.

센서 네트워크의 응용 분야로는 IT 영역뿐만 아니라, 생태계 조사나 환경 감시와 같은 과학적 분야와 무인 정찰과 같은 군사적 응용까지 다양하며, 산업, 제조업의 모니터링과 제어와 같은 현존의 센서 시장 안에 시장 리더들로부터 시장 점유율을 차지해가는 것이 어려울지라도, 분산형 무선 센서 해결책은 홈 자동화와 같은 새로운 시장을 위한 많은 기회를 제공하리라 예상된다.

5. 결론

유비쿼터스화는 유비쿼터스 컴퓨팅과 유비쿼터스 네트워크를 기반으로 물리공간을 지능화함과 동시에, 물리공간에 펼쳐져 있는 각종 사물들을 네트워크로 연결시키려는 노력이라고 할 수 있다. 인터넷이 책상에 홀로 떨어져 있던 컴퓨터를 연결시켰다면, 유비쿼터스화는 환경속에 떨어져서 존재하는 도로, 다리, 터널, 빌딩, 건물, 화분, 냉장고, 컵, 구두, 종이 등과 같은 물리적 사물들을 연결하는 것이다. 즉 유비쿼터스화는 사물들의 인터넷화를 지향한다. 결국 유비쿼터스화는 사람, 컴퓨터,

사물들을 네트워크로 연결하고 3차원으로 정보를 수발신하게 되는 발전 단계를 말한다. 앞에서 말한 사람, 컴퓨터 그리고 사물들을 네트워크로 연결하는 유비쿼터스 환경을 구축하기 위해서는 유선뿐만 아니라 무선 네트워크가 반드시 필요하며, 여기서 무선 네트워크 기술을 uPAN이라 말할 수 있다. uPAN은 개인 중심의 작은 주변 장치들을 무선으로 연결하기 위한 것으로서 uLAN과는 지향하는 목표가 명백히 구분 된다. 그리고 근거리 데이터 통신에서 사용되던 IrDA는 통신거리가 짧고 데이터 전송율이 낮은 것에 비해, IEEE 802.15.3 고속률 WPAN은 반경 10m 이내에서 통신이 가능하며 고속률을 지원하여 무선 장치간 멀티미디어 통신을 효율적으로 할 수 있다. 따라서 uPAN은 홈 네트워킹뿐만 아니라, 4세대 이동통신에서 끊임 없는 서비스를 제공하기 위해 개인망 영역의 무선 통신을 제공할 수 있을 것이다. 이와 같이 uPAN은 근거리 무선기술 산업에 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 이를 더욱 활성화하기 위해서는 WPAN에 적용할 수 있는 다양한 애플리케이션들이 개발되어야 할 것이다. 사람, 컴퓨터, 사물이 언제, 어디서나 하나로 연결되어 있는 유비쿼터스화 패러다임은 이미 전개되어 기존 패러다임의 위기를 초래하기 시작하였고, 세계적인 각축전이 진행되고 있다. 유비쿼터스화는 조용한 혁명이지만 그 파급 효과는 엄청나게 큰 충격과 놀라움을 가져올지도 모른다. 그러나 앞서서 준비하지 않는다면 경쟁에서 뒤쳐진 패배의 쓰라림은 놀라움보다도 더 클 것이다.

참고 문헌

- [1] <http://grouper.ieee.org/groups/802/15/>
- [2] M. Weiser, "Some Computer Science Issues in Ubiquitous Computing," Communications of the ACM, vol. 36, no. 7, pp.75-84, July 1993.
- [3] 사카무라 켄, 유비쿼터스 컴퓨팅 혁명, 동방미디어, 2002년.
- [4] 노무라총합연구소, 유비쿼터스 네트워크 시리즈 1~3권, 전자신문사, 2003년.
- [5] IEEE 802.15.3 draft standard, "Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks(WPAN)," October. 2002.
- [6] Bluetooth SIG groups, "Specification of the Bluetooth System," ver. 1.0 draft foundation, July 1999.
- [7] 아라카와 히로키, 히다카 쇼지, 손에 잡히는 유비쿼터스, 전자신문사, 2001년
- [8] 한국 통신 학회지, 유비쿼터스 네트워킹 특별호, 제20권 5호, 2003년 5월.
- [9] M. Weiser, "The Computer for the Twenty First Century," Scientific American, pp.94-100, September 1991.
- [10] 이성국, "유비쿼터스 IT 혁명과 우리의 대응책," 제7회 4세대이동통신포럼, 2003년 9월.

필자 소개



송형규

- 1990년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
- 1992년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1996년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1996년 1월~2000년 2월: 전자부품연구원 책임연구원
- 2000년 3월~현재: 세종대학교 정보통신공학과 부교수
- 주관심분야: 디지털통신시스템, 무선LAN, 지능형방송시스템, 유비쿼터스