

## 유비쿼터스 근거리 무선 통신 기술

유영환, 송형규 (세종대학교)

### I. 서론

유비쿼터스 공간은 전자공간에서는 컴퓨터를 통해서만 인터넷으로 접근이 가능했던 한계를 벗어나서 모든 종류의 단말을 사용하고 모든 종류의 물리적인 기기들을 통하여 네트워크에 접근할 수 있는 확장성, 개방성의 제공을 의미한다. 미래의 유비쿼터스 환경이 좀더 자유롭고 다양화되기 위해서 액세스망의 고속화 및 무선화(이동성 제공)는 여전히 필수적인 발전 요소이다. 근거리 무선 네트워크라는 하나의 작은 세상에 유비쿼터스 환경을 구현하는 것은 자신의 의지에 따라 맞춤형으로 언제든 구현이 가능한 일이기 때문에 유비쿼터스 환경을 제공할 수 있는 근거리 무선 네트워킹 기술은 매우 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있다. 이와 같이 모든 종류의 물리적인 기기들을 기존의 유선 네트워크 토폴로지를 이용하여 연결한다면, 망 구성의 복잡성 증가뿐만 아니라 자유로운 접속의 개념과도 상

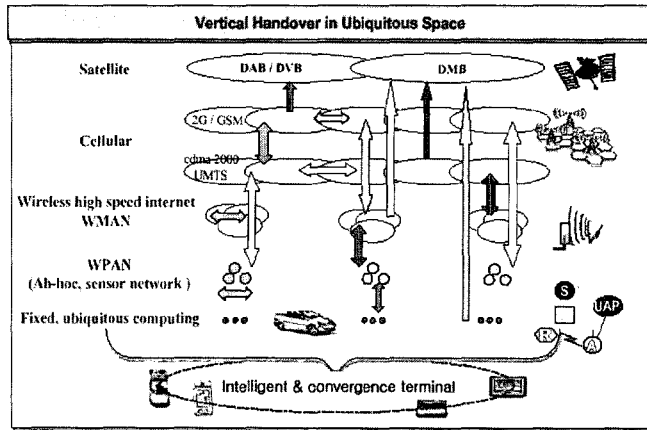
충되는 문제를 야기하게 된다. 그러므로 기본적인 유비쿼터스 공간에서는 유선뿐 아니라, 전파를 이용한 무선 환경하에서 기기들의 네트워크 구성이 보다 중요한 의미를 지닌다.

본 고에서는 유비쿼터스 환경을 위한 WPAN(Wireless Personal Area Network)의 개념과 이를 구현하기 위한 무선기술 현황을 살펴보고, 향후 기술의 발전 모습을 고찰하고자 한다.

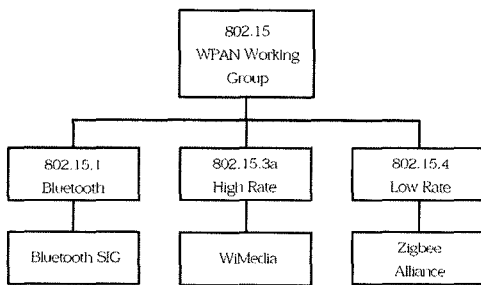
### II. 근거리 무선 통신 기술 현황

모든 장소에 컴퓨터를 흩뿌려 놓고 다시 이를 네트워크로 묶어놓고 정보를 공유하는 사회가 유비쿼터스 사회이다. 만약 이들 수많은 컴퓨터를 유선 케이블로 연결한다면 전세계가 케이블로 얽히고설킬 것이다. 따라서 유비쿼터스 네트워크를 확장시키는데에는 무선기술을 빼놓을 수 없다. 현재까지 IEEE에서는 유비쿼터스 환경만을 위한 근거리 무선 통신 기술에 대한 연구 활동은 없다. 현재까지 IEEE802.15의 연구 활동 중에 미래 근거리 무선 통신 네트워크 환경을 구현하기 위해 필요한 기술적 이슈 사항을 중심으로 다루고자 한다. 1990년대 전반부터 인터넷 인

\* 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기술개발사업의 지원에 의한 것임



〈그림 1〉 유비쿼터스 네트워크에서의 시스템간의 통신



〈그림 2〉 IEEE802.15 표준화 그룹

프자가 정비되어 사무실이나 가정의 인터넷 접속이 일반화되었다. 최근에는 거리에서 노트북 PC를 이용해 인터넷 접속하는 비즈니스맨을 자주 볼 수 있으며 가정에서도 broadband를 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 WLAN(Wireless Local Area Network) 기술을 사용하고, 가정 내 정보기기와

같이 전송속도보다 저가격, 저 소비전력이 더욱 필요한 접속에는 WPAN을 사용하려는 움직임이 늘고 있다.

그림 1은 유비쿼터스 네트워크에서 다양한 유무선 통신 시스템간의 연결 개념을 나타낸다. WPAN은 10m 이내 정도의 근거리에서 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 WPAN 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 새로운 기술에 해당된다. 그림 2는 이와 관련된 IEEE802.15 표준화 그룹의 구조를 나타낸다. 이

〈표 1〉 기존 네트워크와 Ad-hoc 네트워크의 비교

	기존 네트워크	Ad-hoc 네트워크
중심	기지국	무선이동단말
망구성 및 관리	중앙집중제어	분산제어
확장성	어려움	용이함
재난대비	재난에 취약	재난에 강함
비용 (경제성)	초기 설치시 막대한 투자	설치 투자비 거의 필요없음
사례	CDMA, 무선 LAN	WPAN, 센서 네트워크

절에서는 분산형 무선 네트워크인 Ad-hoc 네트워크에 대해 먼저 알아보고, WPAN의 대표적인 기술인 ZigBee, Bluetooth, WiMedia에 대해 논의한 후에 마지막으로 유비쿼터스를 환경을 구현하는데 꼭 필요한 무선 센서 기술을 고찰하고자 한다.

## 1. Ad-hoc 네트워크

Ad-hoc 네트워크는 분산형 무선통신 네트워크를 의미하며 특정 기지국에 의존하지 않고 무선 이동단말로만 구성된 네트워크를 말한다. 송수신을 담당하는 단말들은 다른 단말기의 신호를 중계하는 기지국 역할까지 수행하고, 다양한 단말을 경유하는 네트워크를 구성한다. 기존 유선망 기반 무선 네트워크인 기지국 중심의 네트워크는 기지국 고장시 네트워크 전체가 마비될 수 있고 기지국의 자체 용량 때문에 허용할 수 있는 사용자의 범위가 한정되지만, Ad-hoc 네트워크는 응용 분야 측면에서 재해에 강하며 사용자 규모별로 네트워크의 크기를 자유롭게 용이하게 변경이 가능케 한 구조이다. Ad-hoc 네트워크에 주소문제, 보안문제 등이 기술 확산 및 보급에 걸림돌이 되고 있는 실정이다. 따라서 Ad-hoc 네

트워크가 널리 보급되기 위해서는 모든 Ad-hoc 단말기에 유일한 주소가 부여될 수 있는 환경이 마련되어야 하며 이러한 해결책으로 인터넷 주소를 기존 IPv4 체제인 32비트에서 128비트인 IPv6로 확장하면 주소 문제는 해결될 것으로 보인다. 보안문제는 Ad-hoc 네트워크의 가장 큰 취약점으로 지적되고 있으며, 이를 해결하여 안전한 네트워크를 사용할 수 있는 완벽한 프로토콜의 개발이 요구되고 있는 실정이다. Ad-hoc 네트워크의 응용분야로서는 초기 군사 네트워크에서 출발하였으나 향후 WPAN 및 센서 네트워크 등의 유비쿼터스 컴퓨팅의 여러 분야에 활용될 것으로 전망되며 이러한 Ad-hoc 네트워크 구조 상에서 컴퓨터, 주변기기, 카메라, 헤드셋 등 다양한 전자기기간 상호 독립적인 통신이 가능한 네트워크의 구성이 가능하다. WPAN 시스템은 여러 모듈을 근거리 무선통신방식을 사용하여 Ad-hoc으로 연결하고 데이터를 연속하여 전송하는 방식이다. 이 기능을 내장한 센서 모듈은 근처에 있는 모듈을 검출해 자발적으로 네트워크를 구축할 수 있으며, 인접한 모듈에 잇따라 데이터를 전달하여 각 센서 모듈은 장거리 무선 전송능력을 보유하지 않아도 결과적으로 장거리 전송이 가능하다. 즉, 각 모듈의 소비전력을

억제해서 몇km나 되는 전송이 실현되는 것이다. 물론 중간 모듈을 이용할 수 없게 되는 경우, 근처에 있는 다른 모듈에 데이터를 할당할 수도 있다. 빌딩의 보안 관리나 석유 파이프라인 계측에 사용하는 센서 네트워크 등에서 Ad-hoc 네트워크 기능은 필수라고 할 수 있다.

## 2. 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 하는 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 통신기술이다. 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. 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 공기조기 또는 조명기구 원격 감시나 원격 제어, TV 등의 리모컨, 화재경보기 등의 원격 센서 외에 공장이나 빌딩의 각종 원격 제어, 장난감, 게임, 의료 센서 등의 용도를 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 지향하고 있다. 결국은 모듈의 외형 크기도 Bluetooth수준으로 하는 것을 지향하고 있으며 이러한 사양을 조기에 실현할 수 있다면 다른 방식에 비해 센서 네트워크의 표준 방식이 될 가능성이 매우 크다.

## 3. WiMedia

WiMedia는 무선 멀티미디어에서 파생된 개념으로서 사용자들이 사용하는 다양한 가전제품들 간의 고속 데이터를 연결하는 개념이다. WiMedia는 고속의 WPAN 기술로서 기술적 특징으로서 50m 전송거리에 최대 55Mbps의 전송속도이고 미래에는 480Mbps 급까지 전송속도를 올리려는 계획을 갖고 있다. 2.4GHz PHY는 코딩이 적용되지 않는 DQPSK 뿐만 아니라,

Trellis 코딩을 적용한 QPSK, 16/32/64-QAM을 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 UWB 기술을 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 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 지원하며, 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 근거리 무선 네트워킹 기술로 적합한 이유는 넓은 대역폭을 사용하므로 다중 페이딩 문제에 매우 강한 특징이 있다는 점이다. 이와 같은 무선 통신 기술을 이용하여 홈 네트워킹에 적용하고자 하는 단체가 WiMedia이다. 이런 WiMedia를 통하여 가정용 연결 케이블을 제거

함으로써 디지털 TV와 DVD 플레이어간의 무선 화상전송, 셋톱박스와 홈시어터간의 고해상, 고음질의 무선 연결 및 디지털 캠코더와 컴퓨터간의 고속 데이터의 무선 연결 등이 가능하도록 하는 무선 통신기술로서 사용자는 보다 편리하게 가전제품을 사용할 수 있게 된다.

#### 4. Bluetooth

Bluetooth 기술은 다양한 전자 기기들 간의 근거리 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, 디지털 카메라나 프린터, AV 기기 등의 포터블 정보기기 사이를 무선 접속하는 것을 목적으로 한 무선 통신기술로서 WLAN과 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 피코넷의 개념을 정립한 Bluetooth 버전 1.1이 제정되었다. 또한 10Mbps 급 정도의 고속 전송률을 위하여 Bluetooth 2.0

〈표 2〉 근거리 무선 통신 기술 비교

	IEEE802.15			IEEE802.11	
	Bluetooth	WPAN	ZigBee	WLAN	
동작주파수대역	2.4GHz (ISM band)	2.4GHz	2.4GHz 868/915MHz	5.2GHz	2.4GHz
최대속도	~720kb/s	11~55Mb/s	250kb/s, 40kb/s, 20kb/s	54Mb/s	11Mb/s
변조방식	FHSS 1600 hops/s	QPSK, 16/64QAM	MSK, BPSK	OFDM	DSSS/CCK
통달거리	<10m	<10m	<1m	About 50m	About 50m
접속망형태	Peer-to-peer Master-slave	Peer-to-peer, multihop	Star, Peer-to-peer	MS-to-BS	MS-to-BS
실시간성 지원	Yes	Yes	Yes	No	No
주요응용	Mobile phone Portable terminals	Home device (video,IP data transmission)	Cable replacement Virtual wire stick-On sensor	IP data transmission	

을 준비하고 있다. Bluetooth의 규격화를 추진하고 있는 것은 Bluetooth SIG(Special Interest Group) 단체로서 기술 사양과 함께 테스트 사양이나 인증 방법 등을 규정하고 있다.

## 5. 무선 센서 네트워크

무선 센서 네트워크는 온도, 습도, 소리, 이미지, 자장, 화학 성분 등 다양한 특성을 감지하여 처리하고 이렇게 취합된 데이터를 무선 통신 방식으로 전송할 수 있는 초소형의 센서 노드로 구성된다. 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 백m인 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.

### III. 유비쿼터스 근거리 무선 통신 기술 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 단말기에 전송시킬 수 있게 된다. 집주인은 자신의 정보단말기를 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 이 중 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-Collaborative 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 솔루션 이면서도 최대 70m의 전송을 지원하므로 아직 QoS 지원 방식이 확정되지 않은 IEEE 802.11e

〈표 3〉 고속 WPAN PHY 기술 비교

	MBOA	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
영역 및 커버리지	114Mbps@21.6m	110Mbps@20.5m
변조방식	OFDM(128FFT)/QPSK	CDMA(M-BOK)/PSK
FEC	Convolutional Code	Convolutional Code Concatenated Code (RS+Convolutional)
데이터 전송률	55~480 Mbps	28.5Mbps~1.2Gbps
Multiple Access	Time/Freq. - Hopping	4 CDMA code set
Piconet 수	4개	4개 (8 user/piconet)
회로 복잡도	FFT/IFFT 구조	Rake receiver 구조
Location 인식	Cm 단위의 resolution	Cm 단위의 resolution
전송방식 특성	Peak to average ratio 문제	채널 및 타 시스템간 간섭에 강인

를 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. 현재 무선 전송방식의 선택을 놓고 MBOA(Multiband OFDM Alliance)에서 제안한 OFDM 기반의 MB-OFDM과 XstreamSpectrum사 등에서 제안

한 DS-CDMA 기반의 single/dual-band 방식이 첨예하게 대립하고 있어 표준화 일정이 지연되고 있다. XSI사와 Motorola가 주도적으로 이끌어 가는 DS-UWB 시스템은 전체 UWB 사용에 할당된 7.5GHz의 대역폭을 5GHz 대역의 WLAN(IEEE 802.11a)과의 공존을 위해서 UNII 밴드를 중심으로 두개의 서브 밴드로 분할하여 사용하는 시스템을 제안하였다. SOP(Simultaneous Operating Piconet) 운용 지원을 위해 CDMA 방식을 사용하는 XSI사의 제안서는 24칩 코드를 사용하여 송신 데이터를 확산시키고 5GHz 대역 이하 하부 밴드 시스템의 경우 684MHz의 대역폭을 가지는 RRC(Root-Raised Cosine) 필터를 사용한다. 반면에, MB-OFDM에서는 FCC에서 실내 무선통신 분야로 제한한



3.1GHz에서 10.6GHz까지의 전체 7.5GHz의 대역을 528MHz의 대역폭을 갖는 13개의 작은 대역으로 나누고 이를 4개의 그룹으로 분류하였다. 이 중에서 5GHz대의 ISM 대역이 포함된 그룹 B와 8GHz 이상인 그룹 D는 향후 이용할 것으로 남겨두고, 현재는 그룹 A(3.1~4.8GHz)와 그룹 C(6.0~8.1GHz)만을 사용하는 것으로 제안되었다.

향후 등장할 센서 네트워크는 이러한 근거리 무선 통신기술을 적재적소에서 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. 또한, 국소적 센서 네트워크에 사용할 수 있는 근거리 무선용 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 접속하

기 위한 표준 인터페이스 규격을 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 접속 기능을 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.

## IV. 결론

유비쿼터스 IT 사회로의 진화는 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, 사물

들을 네트워크로 연결하고 다차원으로 정보를 송수하게 되는 발전 단계를 말한다. 앞에서 말한 사람, 컴퓨터 그리고 사물들을 네트워크로 연결하는 유비쿼터스 환경을 구축하기 위해서는 우선뿐만 아니라 무선 네트워크가 반드시 필요하다. 특히, 개인 중심의 작은 주변 장치들을 무선으로 연결하기 위한 IEEE 802.15.3 고속 WPAN은 반경 10m 이내에서 통신이 가능하며 고속률을 지원하여 무선 장치간 멀티미디어 통신을 효율적으로 할 수 있다. 이와 같이 WPAN은 근거리 무선기술 산업에 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 이를 더욱 활성화하기 위해서는 유비쿼터스 환경에 적용할 수 있는 다양한 애플리케이션들이 개발되어야 할 것이다.

#### 참고문헌

- [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] Anuj Batra et al., Multi-band OFDM Physical Layer Proposal for IEEE 802.15 Task Group 3a, *IEEE P802.15-03/268r2*, Nov. 2003.
- [5] 아라카와 히로키, 히다카 쇼지, 손에 잡히는 유비쿼터스, 전자신문사, 2001년
- [6] 한국 통신 학회지, 유비쿼터스 네트워킹 특별호, 제20권 5호, 2003년 5월.
- [7] 조용수, "MB-OFDM 기술 및 동기화 기법," *Telecommunications Review*, 제14권, 2호, 2004년 4월
- [7] 최윤화, 안중훈, 장수영, "UWB PHY 기술 분석," *Telecommunications Review*, 제14권, 2호, 2004년 4월

#### 저자소개



유영환

1993년 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
 1995년 연세대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1999년 연세대학교 전자공학과 (공학박사)  
 1999년-2002년 전자부품연구원 선임연구원  
 2002년-현 재 세종대학교 인터넷공학과 부교수  
 주관심분야 무선 통신 시스템



송형규

1990년 연세대학교 전자공학과 (공학사)  
 1992년 연세대학교 전자공학과 (공학석사)  
 1996년 연세대학교 전자공학과 (공학박사)  
 1996년-2000년 전자부품연구원 책임연구원  
 2000년-현 재 세종대학교 정보통신공학과 부교수  
 주관심분야 무선 통신 시스템