

UWB 기반 Ad Hoc Network 기술

국민대학교 전철용·장영민

1. 서론

최근 새로운 IT 패러다임인 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)이 화두로 등장하고 있다. '유비쿼터스'라는 단어가 정말 '유비쿼터스'하게 여러 매체에 등장하고 있고, 많은 사람들은 유비쿼터스 컴퓨팅이 미래 정보통신 시장의 판도를 바꿀 새로운 패러다임이라는데 동의하고 있다. 이미 미국, 일본 등은 유비쿼터스 컴퓨팅 관련 분야의 선점을 위해 야심찬 프로젝트를 진행하고 있고, 한국에서도 정보통신부에서 'u-KOREA'에 대해 논의(2003년 1월)했으며 4월 15일 '디지털 컨버전스 실현을 위한 u-KOREAv6 사업계획'을 수립하였다.

유비쿼터스 환경에서는 컴퓨터들이 현실 공간 전반에 걸쳐 편재하며 이들 사이는 그림 1과 같이 유무선 통신망을 통해 이음새 없이 연결된다. 또한 일상생활 속에서 사용자가 필요로 하는 정보나 서비스를 즉시에 제공하는 환경이 구현되어 언제, 어디서나 편리하게 컴퓨팅 자원을 활용할 수 있도록 사람 주변의 모든 기기가 하나의 네트워크로 연결되어 끊임 없이 정보를 주고 받으며 통신을 가능하게 하는 전자 공간과 현실 세계가 효과적으로 결합된

다는 개념이다[1,2,3,4].

이런 개념을 가능케 해주는 것이 무선 통신인데 이 분야에서는 무선 LAN(IEEE 802.11)과 Bluetooth가 나름대로 독자적인 영역으로 발전을 거듭해 왔다.

IEEE 802.11b는 무선 LAN의 대표주자로써 노트북에 표준 탑재되고 있으며, 사무실이나 가정 그리고 사람이 많이 모이는 장소(Hot-spot)등으로 그 응용의 폭을 넓혀가고 있다. 한편 Bluetooth는 휴대폰, 카메라 일체형 VTR에 많이 채용되고 있으며 가정용 제품인 세탁기 및 전자레인지 등에도 탑재되고 있는 추세이다. 즉, 무선 통신에서 무선 LAN의 경우는 LAN, WAN 위주로 Bluetooth의 경우는 PAN을 위주로 2개의 커다란 세력으로 각각 발전해 왔다. 하지만 Bluetooth의 보안성과 1Mbps의 전송 속도라는 단점 때문에 국내에서는 무선 PAN 기술이 크게 발전하지는 못했었다. 그러다가 무선 PAN 기술이 다시 주목 받기 시작했는데 그 이유가 바로 UWB 기술의 상업적 출현이다. 전송 속도가 IEEE 802.11a 기술의 최대인 54Mbps를 상회하고 소비전력도 100mW 이내로 Bluetooth 보다 적어서 무선 통신의 입장에서 꿈의 기술로 보이는 것이 UWB(Ultra Wideband)이다.

UWB는 군사적 목적으로 개발됐을 뿐만 아니라 사용 주파수 대역이 넓어 GPS나 이동통신 네트워크 등과 충돌 현상이 일킬 수 있다는 점 때문에 상업적 이용을 금지해 왔다.

2002년 2월 14일 미국의 FCC(Federal Communications Commission)에 의해 상업적 사용이 허가되면서 UWB 대응기기의 제품화가 가능하게 된 것이다. 이에 따라 Time domain과 Xstream Spectrum 등의 미국 내 반도체 회사들의 움직임이 활발하게 진행되고 있으며, Intel조차도 관심을 표명하고 있는 실정으로 IT 업계의 관심이 집중되고 있다.

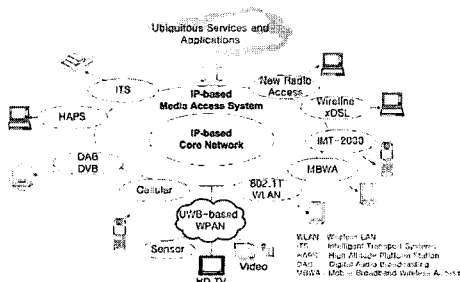


그림 1 유비쿼터스 네트워크 및 4세대 이동통신망

2. UWB 기술 소개

2.1 UWB 정의

UWB는 1.5GHz 이상의 대역폭을 사용하여 데이터를 송수신 하는 모든 무선 기술 또는 중심 주파수의 25% 이상의 대역폭을 활용하는 통신으로 정의 되는데 이 비율을 fractional bandwidth라 하고 fractional bandwidth가 0.25이면 UWB라 부르는 것이 가능하다.

이 fractional bandwidth를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$fractional\ bandwidth = \frac{f_L - f_H}{\frac{f_L + f_H}{2}} > 0.25$$

여기서 f_L 은 하향 주파수대의 -10dB인 지점이고 f_H 는 상향 주파수대의 -10dB인 지점을 의미한다. 중심 주파수는 $(f_L + f_H)/2$ 로 정의한다. -10dB에 근거하여 UWB 기기를 정의한 이유는 part 15에서와 같이 -20dB로 정의하면 UWB 신호가 noise floor에 근접하여 측정이 어렵기 때문이다.

이렇게 넓은 대역폭을 사용하기 때문에 최대 전송 속도가 100Mbps를 넘는 고속전송이 가능한 반면 회로의 소비 전력은 휴대전화 및 무선 LAN과 비교할 때 약 1/10에서 1/100 정도인 수십 mW에 불과하다. 현재 chipset의 소비 전력은 무선 PAN 인터페이스 용도로 최적화된 것이 아니어서 수백 mW이나 각 개발업체의 개발 정도에 따라 수십 mW로 낮추는 것이 가능할 것이다.

이처럼 데이터 전송 속도가 협대역 및 광대역 CDMA보다 높은 이유는 그림 2에서 나타냈듯이 협대역 및 광대역 통신의 주파수 이용 대역폭이 1MHz에서 수십 MHz 정도인 반면 UWB는 100~1000배 이상인 수 GHz대를 이용하고 있기 때문이다. 이렇게 넓은 주파수 대역폭을 사용하면 기존 기술을 적용하여도 500Mbps에서 1Gbps의 전송 속도를 얻을 수 있을 것이다. 하지만 기존의 무선 기술로는 이러한 대역폭을 활용할 수 있는 여력이 없기 때문에 고속전송을 실현하는 것이 곤란하다. 즉, 기저대역에서는 현재 사용하지 않는 대역이 없기 때문에 25GHz 및 60GHz대 등의 높은 주파수 대역을 이용할 수밖에 없다.

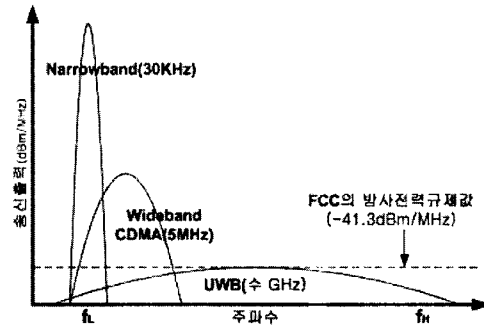


그림 2 협대역, 광대역 CDMA, UWB의 주파수 사용 대역

실제로 FCC에서 정의한 기술 기준을 살펴보면 가전제품에 응용될 실내용과 휴대용 UWB의 경우 기존의 협대역 무선 인터페이스와의 간섭을 최대한 피하기 위해 3.1~10.6GHz의 대역을 허용하고 있다. 이는 총 7500MHz로 매우 넓은 대역을 사용하여 통신 할 수 있게 되었다.

2.2 UWB 기술의 특성

UWB 특성을 살펴보면 다음과 같다.

- 송수신기 소형, 저전력, 소비용
- 광대역 통한 높은 throughput
- 기존 협대역과 공유로 인한 간섭 피하기 위해 송신 출력제한(FCC 제한 규정:-41.3dB)
- Multipath에 강인
- 짧은 pulse를 이용한 cm정도의 resolution (30cm 이상 요구됨)
- 장애물 투과성 우수

UWB의 신호적 특성은 매우 짧은(수십 pico~수십 nano) 펄스인 Impulse Radio를 이용하여 기저대역에서 직접 변환하여 송/수신하므로 기존의 무선 통신 기기보다 송/수신기를 소형화 및 저전력, 저가격화 시킬 수 있다. 또한 앞 절에서 언급했듯이 매우 넓은 주파수 대역폭을 이용하기 때문에 높은 Spatial capacity를 제공할 수 있는 잠재성을 가지고 있다. 그리고 기저대역에서의 넓은 주파수 대역폭을 쓸 때의 특성은 투과성이 좋다는 점인데 건물 내부나 도심, 삼림지역에서도 운용이 가능하다. 하지만

넓은 주파수 대역폭을 이용하는 것은 기존의 협대역 시스템과 주파수를 공유한다는 것을 의미하므로 상호간의 간섭을 고려하여 사용 주파수 대역 및 송신 출력을 제한해야 한다. 실제로 FCC에서는 실내용과 휴대용 UWB에 대해 3.1GHz~10.6GHz 대역에서 -41.3dBm/MHz의 송신 출력 제한을 두고 있다.

UWB 시스템은 Impulse Radio를 이용하여 통신하기 때문에 직접파와 반사파의 경로 도달거리가 조금만 차이가 나도 두 신호는 구분 될 수 있다. 이런 특성으로 신호 간 구분이 쉬워 상호 간섭을 일으키지 않기 때문에 멀티패스에 강인하다고 할 수 있으며 cm정도의 resolution을 갖는 location awareness의 구현이 가능하다.

2.3 UWB MAC 계층

2.3.1 UWB Medium Access Control

UWB는 802.15.3 High-rate의 MAC과 PHY를 기반으로 좀더 빠른 데이터 rate를 지원하기 위한 Task Group 3a에서 내놓은 PHY방식이다. 따라서 기본적으로 15.3의 MAC을 사용하고 있다. 15.3 MAC을 살펴보면 다음과 같다.

15.3에서는 네트워크에 association이나 disassociation을 근간으로 하고 있는 것이 특징인데 특히 네트워크에 association하는 시간을 1초 이내로 극히 짧게 하는 것이 목표이다. 전송 속도가 빠른 UWB의 입장에서 보면 association시 시간이 많이 걸릴수록 자원 낭비가 심하기 때문에 이 시간이 적을수록 좋다.

그 밖에 또 하나의 특징은 802.11에서의 AP (Access Point)역할을 하는 PNC(Piconet Coordinator)가 이동을 한다는 점이다. 즉 ad-hoc이 지원된다는 것이다.

UWB의 응용은 실내용 또는 휴대용에서 주로 사용되는 멀티미디어 stream이 주가 될 것이다. 그래서 MAC에서 QoS를 보장할 수 있도록 application 또는 사용자에게 time slot을 적절히 할애하는 TDMA 방식을 사용하고 있다. 무선 LAN에 사용하는 CSMA/CA(Carrier Sensing Multiple Access/ Collision Avoid)방식인 CAP(Contention Access Period)구간과 함께 QoS를 제공할 수 있는 Polling 방식과 유사한 CFP(Contention Free Period) 구간을 함께 두었다는 것이 가장 큰 장점이다.

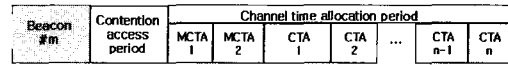


그림 3 Superframe의 구조

MAC 방식으로 TDMA 방식을 채용하고 있는 15.3은 그림 3과 같이 Superframe이라는 시간적 배치 구조 안에 MAC 프레임들을 넣은 구조이다. Superframe은 제어정보로 이루어진 Beacon, random access가 행해지는 CAP(Contention Access Period), 그리고 가변 size의 data가 들어있는 CFP(Contention Free Period)로 세 가지 블록으로 구성되었다. 여기서 CAP는 필수는 아니며 MTS(Management Time Slot)라는 형태로 이용되기도 한다.

각 블록에 대해 좀더 자세히 설명하면 Beacon 신호는 데이터를 '누가, 누구에게, 언제 보내는지'에 대한 제어정보이고 CAP에서는 piconet으로의 참여 여부 등을 관장하는 블록으로 piconet에 참여가 인정된 후에 pay load가 할당된다. Stream에 따른 synchronous data도 이 안에서 시간 폭을 얻어 전송하는 기회를 부여 받으며, isochronous data를 보낼 때에도 각각의 data size에 대응되는 적당한 대역을 요구하여 전송하는 것이 가능하다.

예를 들어 하나의 piconet에 총 100Mbps의 전송 능력이 있으면 그 안에 30Mbps를 사용하거나 혹은 15Mbps를 사용한다고 먼저 요구하고 거기에 맞는 superframe내의 시간을 할당받아 data frame이 보내진다. 데이터를 송신하는 time slot은 superframe에서 특별히 바꾸는 것이 허용되는 동적 GTS(Guaranteed Time Slot)와 전송 timing이 절대 불변인 GTS로 두 가지 종류가 있다.

UWB 기술 자체로도 어느 정도 보안이 이루어지고 있지만 15.3 MAC에서도 보안이 이루어지고 있는데 4단계의 보안 레벨을 사용하고 있으며, 시스템에서 각각 최적의 보안 레벨을 선택할 수 있다. 필수 보안 레벨로는 [모드0][모드1][모드2]로 3가지 종류가 있다.

모드 0은 보안이 전혀 이루어지지 않는 것이며, 모드 1은 사용자가 정의한 형태의 보안키를 사용하는 것이며, 모드 2는 기기가 자동으로 인증을 수행하는 모드이다. 인증에는 [ECMQV][NtruEncrypt-251][RSA 1024]의 3가지 중 어느 하나가 옵션으로 채용된다. 그 밖의 옵션으로써 디지털 증명을 가능하게 하는 모드 3이 있다. 인터넷상의 WWW 사이

트 등에서 제 3자 기관이 그 사이트의 정당성을 인정하도록 하는 서비스이다.

소비전력에서는 상당한 주의를 기울여 여러 가지의 Power Saving mode를 지원하고 있는데 휴대용 기기를 위해 소모 전력이 낮도록 해놓은 조치이기도 하다.

2.3.2 Ad hoc 네트워킹 기술

기존의 ad hoc의 경우에는 AP의 역할을 하는 노드가 없이 노드 상호간 직접 data 전송을 했지만 15.3의 경우 무선 LAN의 AP 역할을 하는 PNC가 있다는 특징이 있으며 이 PNC는 고정된 AP와는 달리 어떤 장치든지 PNC가 될 수 있기 때문에 ad hoc 네트워킹이라고 일컫는다.

UWB 노드 사이에 ad hoc 네트워크를 적용하면 더욱 큰 대역폭 효율성을 얻을 수 있기 때문에 ad hoc 네트워크를 구성하는 것인데 예를 들어 멀티홉 라우팅을 사용한다면 UWB 송수신기는 방사전력이 줄어들 것이고 이로 인해 커버리지가 축소되며 따라서 주어진 동일 면적에서 지속적으로 동작하는 송수신기의 수를 증가시킬 수 있다. 이로 인해 주파수 재사용율을 증가되어 동일 면적에서 더 높은 capacity를 얻을 수 있게 된다.

또한 상황에 따라 dynamic ad hoc 네트워크를 생성하는 것은 주파수 재사용과 주파수 대역 overlay를 조합하여 사용할 때 더욱 큰 대역폭 효율을 얻을 수 있다. 주파수 재사용은 spatial capacity라는 측면에서 대역폭 효율을 자연스럽게 커지게 되는데 그 이유는 시스템의 최대 전송 거리를 증가시

키면 data rate는 반비례하고 '언제 어디서나 지속적인' 커버리지의 비용은 data rate에 따라 급격히 증가한다. 그러므로 UWB와 같은 단거리 무선 시스템은 상대적으로 적은 면적(micro/pico cell)을 수용하게 될 것이다.

다음은 15.3에 따른 무선 PAN에서 네트워크를 구성하는 방법을 살펴보겠다.

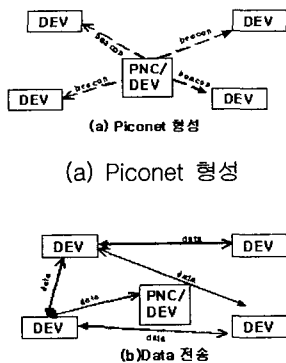
Piconet을 구성하기 위해서는 먼저 중앙 제어 역할을 하는 PNC가 생성되어야 하는데 이는 beacon 신호를 먼저 보낸 장치가 될 수도 있고 AC로부터 전원 공급을 받는 전력의 여유가 많은 장치일 수도 있다. 즉 상황에 따라 적절한 파라미터를 모두 비교하여 검토한 후 PNC가 결정된다.

이렇게 PNC가 결정되면 PNC는 각 단말들에게 piconet에 참여할 것을 요구하며 PNC와의 상호 인증이 시작된다. 이 인증 과정에서는 앞서 말한 세 가지 보안 모드 중 하나를 통해 인증된다. 이렇게 인증이 끝나고 나면 PNC는 어느 노드가 어떤 노드와 언제 통신을 할 것인지에 대한 CTA(Channel Time Allocation)를 하게 되며 이 정보를 beacon 신호 시에 전체 노드에게 알려준다. 이 beacon신호로부터 각 노드들은 자신이 속해 있는 CTA를 읽어들이고 해당 CTA동안 128bit의 AES-CCM(Advanced Encryption Standard)의 암호화 규격에 따라 보호를 받으며 data를 전송하게 된다. 보통은 동일한 암호방식을 사용하나 옵션으로 사용자 그룹 및 time slot마다 다른 암호를 사용하는 것도 가능하다.

2.4 UWB PHY의 요구 조건

아직 표준화가 완전히 이루어지지 않은 상황인데 IEEE 802.15.3의 TG3a에서 추진 중인 PHY 조건은 다음과 같은 상황으로 표 1에 정리해 두었다.

대응하는 데이터 전송 속도와 전송 거리가 얼마나 되는지를 정해놓고 있으며, BER, 소비전력이 최대 얼마까지 허용가능한지, 한 piconet에 접속가능한 장치의 대수는 몇 개인지, 동시 접속 가능한 네트워크의 수는 얼마인지, 주파수 공존을 고려해야 되는 무선 방식은 어떤 종류가 있는지, MAC 방식은 802.15.3에 대응하는지 해외의 전파 규제는 모두 허용할 수 있는지 등이 고려되어야 한다.



(a) Piconet 형성
(b) Data 전송
그림 4 Piconet 구성 방법

표 1 IEEE 802.15.3 TG3a의 UWB PHY에 대한 요구 조건

대응하는 데이터 전송속도와 전송 거리	110Mbps @10m, 200Mbps @4m
BER	응용분야에 따라 다름
소비 전력	100mW @110Mbps, 250mW @200Mbps
Piconet당 접속 대수	최대 256
동시 접속 가능 네트워크 수	4
주파수 공존을 고려해야하는 무선 방식	802.11a, GPS, 기타 협대역 무선 인터페이스
MAC 방식	802.15.3
해의 전파 규제 대응 정도	모든 나라에서 수용가능

3. UWB 기술 표준화 및 개발 동향

UWB 통신 기술은 이미 19세기 말에 전기 Arc 발생에 의한 펄스로 통신 가능하다는 아이디어로부터 시작되었으나 짧은 펄스의 발생과 제어 기술의 부재와 대용량의 정보를 고속으로 전송시킬 수 있는 초고속 전자소자의 부재로 현재까지 실제 제현이 미루어진 상태였다. 그러나 반도체 기술의 급격한 발달로 말미암아 초고속 전자 소자들이 개발되면서 수 nsec 펄스를 발생시키고 수신할 수 있게 되어 현재 UWB 기술이 실현되는 시대를 맞이하게 되었다. 현재 UWB 기술 개발에 동향을 살펴보면 한국, 일본, 유럽 등은 미국의 개발 동향을 주시하고 있으며, 미국이 세계적으로 UWB 기술 개발에 대한 선도적 입장을 고수하고 있다. 수 nsec 펄스폭 발생 기술, 수신 기술 그리고 지정된 점유 주파수 대역에서만 전파 발사하도록 하는 기술이 주요 UWB 핵심 기술이다. 미국의 주요 UWB 개발 업체로서는 Time domain과 Xtream Spectrum 등이 있고 이들 업체의 주도로 UWB 표준화 단체인 IEEE 802.15.3a가 진행되어 가고 있다.

UWB는 미국을 제외한 모든 국가에서 미국의 UWB 개발 상황과 규제정책 수립 과정을 주시하는 상황이다. 2002년 2월에 UWB에 대한 1st Report & Order를 발표하고 곧이어 2002년 7월에 UWB 기술 기준을 제정한 미국의 의도를 자세히 살펴보면 UWB는 분명 차세대의 새로운 통신으로 받아들여

야 한다는 결론이 내려진다. 현재 국내에서도 UWB 기술에 대해 지대한 관심을 갖고 삼성, LG, 전자부품연구소, 전자통신연구원 및 여러 학계에서 연구를 활발히 시작하고 있는 단계이나 아직 기술 개발 정도는 미미하다. UWB 기기는 기술의 우위를 지닌 미국제품의 수입으로 인해 처음 접하게 될 것으로 판단되며 그 뒤를 이어 국내 업체들에 의한 개발품이 시장에 출시될 것으로 예상된다. UWB 기기의 수입품이 국내에 상륙하는 것에 앞서 국내 기술 기준을 수립하기 위해서는 이미 발표된 기술 기준과 각 개발업체들의 요구사항 등을 분석하여 이를 토대로 국내 현실에 부합하는 기술 기준을 작성해야 국제적인 경쟁력을 갖출 수 있을 것이다.

다음은 UWB 기술을 이용한 제품을 만들려고 하는 주요 가전 회사의 요구사항과 IEEE 802.15.3a의 표준화 활동이 어떻게 진행되고 있는지에 대해 자세히 알아보기로 하겠다.

3.1 가전 회사의 요구 사항

2003년 7월 현재 UWB를 이용한 가전제품을 시장에 출시하려 하는 주도적인 기업은 크게 Panasonic, Philips, 삼성, Sharp, Sony 등의 5개 대기업으로 하나의 특별 그룹을 구성하였다. 그들은 이 기술을 접목시킨 가전제품에 대한 지대한 관심을 가지고 있으며 이것이 소비시장에서 성공할 수 있도록 특정한 Alt PHY에만 지지하지 않고 표준화 방향을 지켜보며 이들의 공통된 요구사항과 표준화의 우선순위를 제시하고 있다.

그들이 이렇게 큰 그룹을 두어 관심을 표명하는 것은 가전제품의 향후 가능성 때문인데 그림 5에서 보듯이 가전시장에서 UWB와 같은 무선 PAN 기술이 경제적으로 매우 큰 가능성을 보여주고 있기 때문이다.

가전회사들이 UWB기술을 이용하여 생산하려는 가전제품은 표 2에서와 같이 크게 실내용과 휴대용으로 나뉘는데 그 특성을 보면 실내용은 HDTV와 같은 정적인 환경에서 이루어 질 수 있는 제품군이며 이와 다르게 Video Camera와 같은 동적인 휴대용 제품군으로 나뉜다. 제품군이 나뉜 특성에서도 알 수 있듯이 정적인 상황이 동적인 상황보다 좀 더 개발하기가 용이하므로 실내용 제품 출하 시점(time to market)을 2005년 초반으로 빠르게 잡고 있으며 이동 상황의 문제점 등을 보완하여 2006년 초반에

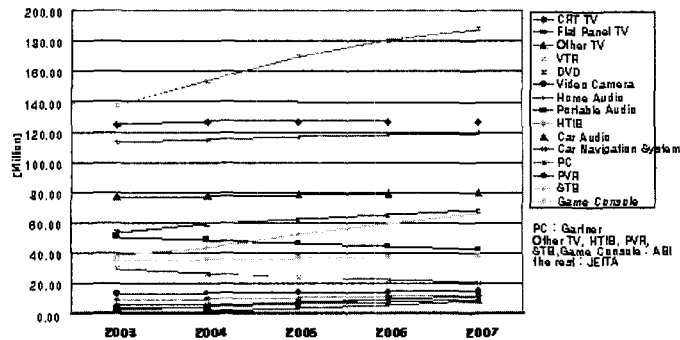


그림 5 가전제품에 대한 세계수요 예측[10]

휴대용 제품출하가 이루어지기를 바라고 있다.
또한 그들이 원하는 표준화에는 기준이 필요한데

그 요소는 가격, 복잡도, 간섭에 대한 강인함, multi-
piconet 여부, 빠른 접속, data rate set, 접속 범위, 전

표 2 UWB 기술이 적용된 가전제품의 두 가지 분류

	실 내 용	휴 대 용
특 성	거의 정적이거나 움직이지 않음 중간/대형 cabinet 크기 AC 전원 높은 isochronous throughputs 요구 (예: HDTV) 유선과 유사한 매우 높은 QoS 요구	실내외에서 사용되는 Portable 장치에 적용 소형 cabinet 크기 Battery로부터 전원공급(AC 전원 可) Isochronous보다 asynchronous transfer 에 대해 높은 속도 요구
적용례	Television Video recording 장치 (PVR, VHS, DVD-R) Set-top Box, Media server Stereo audio player Surround sound audio	Video Camera Audio player (MP3, CD) Digital still camera Cellular phone Notebook PC PDA

표 3 가전회사들의 UWB 기술 표준화 criteria 요구사항

	실내용	휴대용
Range & coverage	7m에서 98% 접속 가능	5m에서 95% 접속 가능
Data rate set	10m에서 110Mbps	10m에서 110Mbps, 가능하다면 1m에서 480Mbps 요구
Location Awareness	10m에서 30cm이내의 resolution(desirable)	10m에서 30cm이내의 resolution(highly)
Time to Market	2005년 초반 (가능하면 2004년 후반)	2006년 초반 (가능하면 2005년 중반)

력 소모, 제품 크기, scale ability, 위치/ 범위 측정 가능여부, 시장 출하 시점, 지역적 등이다. 위의 표 2의 분류에 따른 표준화 정책 요구사항 중 몇 가지를 표 3에 나타내었다.

앞서 살폈듯이 가전제품의 집약은 UWB에 대한 거대 시장을 예측할 수 있게 해주며 5대 주요 대기업들의 의견을 수렴하여 TG3a Alt PHY에 표준화 우선순위와 시장성 성공을 위한 방안을 제시하고 있다.

3.2 IEEE 802.15.3a 표준화 동향

현재 IEEE 802.15.3a에서는 UWB 기술의 표준화를 위해 많은 논의가 진행 중이다. single-band의 경우 다른 혼용 무선 통신과의 간섭이 커지면 안 되기 때문에 그 방사전력을 방사 전자 잡음보다 낮춰야 한다. 이렇게 방사전력을 낮추더라도 UWB 기기가 여러 개 존재하여 운용되면 그 잡음이 더해져서 방사잡음 이상이 되므로 결국 공동으로 사용하고 있는 다른 무선통신기기에 간섭을 일으키게 된다. 이를 해결하기 위해 multi-band 방식 쪽으로 표준화가 기울고 있다.

여러 개의 기고서가 제출되었으나 down election 과정을 거쳐 그 중 가장 가능성이 높은 기술로 인정받고 있는 아래의 두 가지 카테고리로 구분할 수 있다.

3.2.1 Multi-band OFDM

- 멀티채널에서 frequency hopping 기능을 수행함
- 멀티채널이 될수록 채널에서 차지하는 평균 전력은 감소함
- FCC에서 보장을 못 받고 있기 때문에 표준화에 상당한 어려움이 존재함
- Frequency hopping 자체가 위치 판단에는 부적절한 기술임
(57cm의 resolution은 가전회사의 요구(30cm)에 부적합)
- CCA(Clear Channel Assesment) function이 Preamble에 적합하지 않고 CAP, CSMA/CA 기능이 부적합.
- Multi-channel이 복잡하여 여러 개의 piconet이 인접할 경우 상호 채널간의 간섭을 고려해 주어야만 하는데 그 기준이 명확하지 않아 자유로운 piconet 형성이 어렵다
- CMOS chipset으로 구현되어 있음

이런 문제점을 해결하려면 채널 할당과 관련된 사항을 MAC에서 지원을 해주어야 하는데 Texas Instrument와 Intel 등의 여러 회사들이 이 기술이 채택되기 위해 각 사의 기술을 mixing하여 급조된 그룹이기 때문에 아직 기술이 성숙하지 못했을 뿐만 아니라 적어도 가전 회사가 원하는 시점인 2005년 초반까지는 이루어져야 한다는 부담감이 있어 표준화에 채택되는데 상당한 걸림돌이 되고 있다.

3.2.2 Single / Multi-band DS-CDMA

- Chip 기술은 표에서 보듯이 Xtream Spectrum의 2002년 chipset이 이미 나와 있으며 10m에서 100Mbps를 보장
- 다른 기술에 비해 1~2년 정도의 기술적 우위를 차지
- 무어의 법칙을 따르면 1Gbps까지도 가능하다고 주장
- 10cm까지 resolution이 가능하게 되어 가전 회사들이 원하는 30cm의 resolution을 만족시킴
- CDMA 자체가 "multi-user"를 지원하기 위해 사용되는 기술이므로 아파트나 이웃이 인접해 있는 인구 밀집 지역에 적절
- OFDM에서의 FFT나 DAC 또는 DSP가 필요 없는 대신 Rake 수신기가 필요
- 고속의 data를 보내기 위해서는 multi-finger Rake 수신기가 필요
- 고속의 응용을 위해서는 시스템의 크기가 커짐
- Silicon chipset으로 구현되어 있음

표준화 기술로 채택되기 위해서는 75% 이상의 득표를 받아야 하지만 Intel이 주도하는 쪽은 80표 정도를 Xtream Spectrum이 주도하는 쪽은 60표 정도를 얻어 어느 쪽도 결정이 되지 않았다. 오는 9월 싱가포르에서 차기 meeting에서 추가적인 기술 표준 논의가 있을 예정이다. 만일 두 기술이 양보 없이 계속 싸운다면 2004년 말에 시장출시를 목표로 하는 가전회사를 위해 아예 15.3a PHY와 15.3b PHY를 두자는 의견도 제시되었다.

4. 결 론

UWB는 응용범위가 너무 다양하여 IT 산업분야에 새로운 혁명을 일으킬 신기술이다. 100Mbps급의

표 4 UWB Chipset 개발 기업

멀티밴드방식	Multi-band OFDM	DS-CDMA
주요 참여 기업	TI, Time Domain, Intel 등	Xtream Spectrum(XSI), Motorola
전송속도 (Mbps)	Mandatory 200, Max 480	2002년에100Mbps 샘플 출시(XSI)
Chipset 구성	2 Chips (TI)	4 Chips
변조방식	OFDM, QPSK	BPSK, QPSK
MAC방식	IEEE 802.15.3 (멀티밴드일 경우 보완 필요)	IEEE 802.15.3
소비전력 목표	100mW이하	100mW이하
전송거리	110Mbps @ 10m	100Mbps @ 10m
IEEE 802.11b/a와의 공존방법	멀티밴드를 이용하여 공유대역을 회피 (대역: Mandatory 3개, Option 7개)	Notch Filter 이용
Piconet 지원	가능	가능
제품화 목표 년도	2005년 초 CMOS 90nm 제품 생산	2003년 Silicon chip 출시

높은 데이터 전송 속도에 100mW 이내의 저전력 소모라는 꿈의 무선 기술인 UWB는 미국 FCC의 상업적 이용허가를 계기로 많은 업체들의 관심을 끌고 있으며 이미 상업적 요구에 맞는 칩들도 개발되고 있는 실정이다. 특히 UWB 시스템은 매우 높은 시간 분해능을 이용하여 cm 단위의 위치 측정이 가능하다. UWB 시스템만의 고유한 특성인 위치 측정 능력과 매우 높은 데이터 전송율의 결합은 앞으로 UWB 시스템의 전망을 매우 밝게 할 것으로 기대된다. 또한 최근에 이슈가 되고 있는 서로 다른 멀티밴드 방식에 대한 각각의 MAC 방식을 연구한다면 세계적으로 기술적 우위에 설 수 있을 것으로 기대된다.

많은 나라들이 application을 구체적으로 상정한 학술 활동을 진행하고 있으며 미래의 무선기술에 한발 앞서기 위한 노력을 하고 있다. 비록 미국의 주도하에 이루어지고 있지만 여러 나라들이 새로운 기술의 선점을 위해 노력하고 있다. 이런 노력으로 인한 UWB 응용 제품은 1년 또는 2년 내에 시장에 출시될 것으로 예상되며 2010년에 이르면 UWB 응용 칩 시장 규모가 60억 달러에 이를 것이고 이 칩을 이용한 application 시장규모 또한 500억 달러정

도가 될 것으로 예측되고 있으므로 국내에서도 UWB 기술의 발전 추세와 거대한 시장성을 감안하여 UWB 시스템 도입에 대비한 연구를 서둘러야 한다. 무선 LAN의 뒤를 이어 제 2, 제 3의 무선 통신 기술이 될 UWB에 대한 연구기관들의 연구 개발 및 관련 업체들의 적극적인 노력이 이루어져야 미래의 무선 시대에 발맞추어 나갈 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Gershman, A., "Ubiquitous commerce-always on, always aware, always pro-active," Symposium on Applications and the Internet (SAINT 2002), 2002.
- [2] 노무라 총합 연구소, 유비쿼터스 네트워킹과 시장창조, 전자신문사, 2003.
- [3] 노무라 총합 연구소, 박우경, 김의 역, 유비쿼터스 네트워킹과 신사회 시스템, 전자신문사, 2003.
- [4] 하원규, 김동환, 최남희, 유비쿼터스 IT 혁명과 제 3공간-물리공간과 전자공간의 융합, 전자신문사, 2003.
- [5] IEEE 802.15 WPAN™ Task Group 3(TG3):

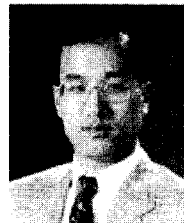
- <http://www.IEEE.org/802/15/pub/TG3.html>
- [6] IEEE 802.15 WPAN High Rate Alternative PHY Study Group 3a (SG3a): <http://grouper.ieee.org/groups/802/15/pub/SG3a.html>
- [7] Ultra Wideband Working Group: <http://www.uwb.org>
- [8] Win, M.Z.; Scholtz, R.A.; "Impulse radio: how it works," IEEE Communications Letters, Feb. 1998
- [9] Draft Standard for Telecommunications and Information Exchange Between Systems: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for High Rate Wireless Personal Area Networks (WPAN), Draft P802.15.3/D17, Feb. 2003.
- [10] Consumer Electronic Industry Requirements for TG3a Alt PHY, IEEE 802.15-03/276r0, July, 2003.
- [11] DS-CDMA: The Technology of Choice For UWB, IEEE 802.15-03/277r0, July, 2003.
- [12] Porcino, D.; Hirt, W.; "Ultra-wideband radio technology: potential and challenges ahead," IEEE Communications Magazine, July, 2003.

전 철 용



1996. 3~2003. 2 국민대학교 전자정보통신공학부(학사)
 2003. 3~현재 국민대학교 전자정보통신공학부 석사 과정
 관심 분야 : UWB, HPI, 무선 LAN 및 무선 네트워크
 E-mail : feon77@kookmin.ac.kr

장 영 민



1981. 3~1985. 2 경북대학교 전자공학과(학사)
 1985. 3~1987. 2 경북대학교 전자공학과(석사)
 1995. 1~1999. 10 University of Massachusetts, Computer Science(박사)
 1987. 2~2000. 8 한국전자통신연구원 이동통신연구소 선임연구원
 2000. 9~2002. 8 덕성여자대학교 컴퓨터과학부 전임강사
 2002. 9~현재 국민대학교 전자정보통신공학부 조교수
 관심 분야 : 4세대 이동통신, Radio Resource Management, Wireless QoS
 E-mail : yiang@kookmin.ac.kr

The 9th International Conference on Database Systems for Advanced Applications

- 일 자 : 2004년 3월 17~19일
- 장 소 : 제주도
- 주 최 : 데이터베이스연구회
- 상세안내 : <http://aitrc.kaist.ac.kr/~dasfaa04>