

UWB 전송기술 및 표준화 동향

강 규 민* 최 상 성**

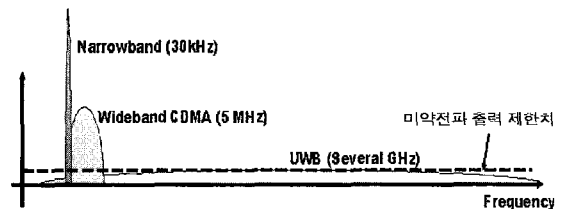
◆ 목 차 ◆

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. 서 론 | 4. MB-OFDM UWB 전송시스템 |
| 2. UWB 시스템 표준화 동향 | 5. 결 론 |
| 3. DS-CDMA UWB 전송시스템 | |

1. 서 론

UWB (Ultra Wide-Band) 기술은 특수 목적의 군용 기술로 처음 미국에서 개발되었으나, 1994년 이후 많은 연구 분야가 군사보안에서 해제됨으로써 향후 시장 잠재력이 매우 큰 새로운 기술 분야로 부각되고 있다. UWB 기술은 근거리의 고속 무선통신 시스템, 목표물과의 거리불 고정 밀도로 측정할 수 있는 localizer, 지하 매설물이나 건물 속에 있는 물체 또는 사람의 위치를 감지할 수 있는 remote sensing, 고해상도 레이더 등과 같은 광범위한 응용분야를 가진 첨단 기술로서 향후 그 기술적 파급효과가 막대할 것으로 예상된다. 최근 미국 연방 통신 위원회 (FCC: Federal Communications Commission)에서 비허가 무선 장치로 UWB 기술의 제한적 사용을 규정한 1st Report & Order를 발표함으로써 세계의 많은 기업에서 가정내에서 무선 네트워크, 가전기기 간의 무선통신 등을 상용화하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.15.3a (working group for wireless personal area network)에서는 UWB 기술을 WPAN (Wireless Personal Area Network)의 물리계층 (physical layer)으로 사용하기 위한 표준화 작업이 진행되고 있으며, 현재 down selection을 통해 MBOA (Multi-Band Orthogonal frequency division multiplexing Association) 진영에서 제안한 MB-OFDM 전송 방식 [1,3]과 Motorola를

중심으로 한 DS-UWB 진영에서 제안한 DS-CDMA (Direct Sequence Code Division Multiple Access) 전송 방식 [4,6]이 표준 시스템으로 채택되기 위해 경쟁중이다. UWB 무선 기술은 500 MHz 이상의 매우 넓은 대역폭을 사용하여 낮은 전력 밀도의 신호를 전송하기 때문에 기존에 사용중인 주파수 대역에 간섭없이 통신이 가능하고 허가를 받지 않고 사용할 수 있는 새로운 전송기술이다.

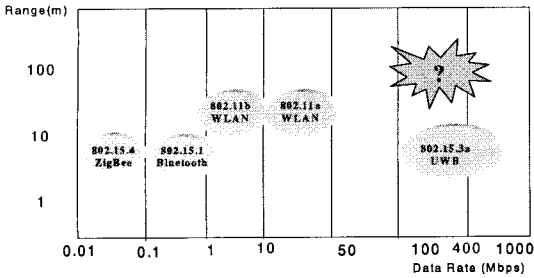


(그림 1) 무선 방식별 spectrum 비교

그림 1은 UWB 시스템의 주파수 스펙트럼과 인접 주파수 대역을 사용하는 시스템에서의 전력 스펙트럼을 나타낸다. 주파수 자원이 부족한 현재 상황에 비추어 볼 때 추가의 주파수 대역 할당 없이 이미 사용중인 1차 업무 혹은 다른 종류의 통신 서비스 주파수 대역과 중복하여 사용할 수 있어 주파수 자원 공유라는 측면에서 매우 큰 장점이 있다.

UWB 기술은 그림 2에서 보듯이 기존의 IEEE802.11 및 Bluetooth에 비해 매우 빠른 데이터 전송 속도를 가지고 있으므로 향후 반경 10m 내외의 거리에서 대용량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 근거리 무선 접속망 기술

* 한국전자통신연구원 무선홈네트워크팀 선임연구원
** 한국전자통신연구원 무선홈네트워크팀 팀장



(그림 2) 무선 방식별 데이터 전송률 비교

로 부각되고 있다. UWB 시스템의 표준을 위해 Appairnt Technologies, Eastman Kodak Company, HP, Motorola, Philips, Sharp Laboratories, Time Domain, XtremeSpectrum, 한국의 삼성전자 등을 중심으로 비영리 산업체 포럼인 WiMedia Alliance 을 결성하여 상용화를 위한 표준화에 대응하고 있다. 국내 연구 개발은 정보통신부의 지원을 받아 현재 ETRI와 산업체가 공동으로 시스템 개발을 2003년부터 진행하고 있으며, 최근에는 IEEE에서 표준화 방식으로 거론되고 있는 DS-CDMA UWB 시스템과 MB-OFDM 시스템 개발에 주력하고 있다.

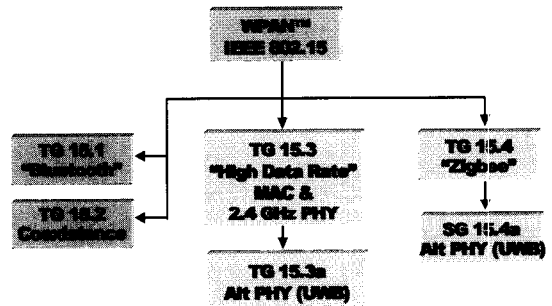
UWB 기술은 노약자나 조난자의 위치파악, 물류 관리에 사용할 수 있는 item location /position/tracking, 지능형 교통 시스템 (ITS: Intelligent Transfort System) 핵심 모듈로 사용될 수 있는 locator (장애물, 도로균열, 차선이탈, 차량접근 감지센서 등), 지하 매설물이나 지뢰의 위치를 고정밀도로 탐지할 수 있는 GPR (Ground Penetrating Radar), home automation 시스템에 필수적인 인체 위치 감지기, 보안 분야의 security sensor, 심장 monitoring과 같은 의료분야의 medical sensor, 유량 level 측정기 등의 여러 분야에 응용할 수 있으므로 향후 UWB 기술의 시장성은 매우 클 것으로 전망된다. 현재 IEEE 802.15.SG4a가 구성되어, 고속 UWB 통신 방식 표준화 기구인 IEEE 802.15.3a와 별개로 저속 UWB 시스템에 대한 표준화를 준비중이다.

서론에 이어서, 제 2장에서 UWB 전송시스템의 표준화 추진 현황 및 향후 표준화 전망에 관해 살펴본다. 제 3장에서는 2004년 9월 현재 IEEE 802.15.3a에서 UWB 시스템 표준 전송 방식으로 채택되기 위해 결합중인 두가지 전송 방식중의 하나인 MB-OFDM 전송기술에 대해 살펴보고 제 4장에서는 DS-CDMA 전송기술에 대해 기술한 후, 제 5장에서 결론을 맺는다.

2. UWB 시스템 표준화 동향

2.1 IEEE WPAN 표준화 기구

WPAN 시스템 표준을 위한 IEEE 802.15 표준화 기구는 그림 3과 같다. 고속 WPAN 표준화는 TG (Task Group) 3에서 2.4 GHz 대역의 ISM (Industrial Scientific and Medical) 밴드에서 50 Mbps 정도의 고속 WPAN PHY 및 MAC (Media Access Control) 계층에 대한 표준이 완료되었다. 그러나, 최근 멀티미디어 서비스를 위한 데이터 전송을 위해서는 초고속 전송 속도의 필요성이 제기되었으며, UWB 기술을 이용하여 100~400 Mbps 이상의 고속 WPAN 대체 물리계층 (Alt-PHY layer)에 대한 표준화 작업이 추진되고 있다.



(그림 3) 무선 방식별 데이터 전송률 비교

IEEE 802.15 표준화 기구 중 고속 무선 네트워크를 위한 표준화 기구는 IEEE 802.15.3으로 현재 표준화 작업이 완료된 IEEE 802.15.3 시스템과 표준화 진행중인 IEEE 802.15.3a 고속 UWB 시스템으로 구분된다. 한편, IEEE 802.15 표준화 기구 중 저속 무선 네트워크를 위한 표준화 기구는 IEEE 802.15.4로 현재 표준화 작업이 완료된 IEEE 802.15.4 시스템과 표준화 작업이 시작 단계에 있는 저속 UWB 기반의 대체 물리계층인 802.15.4a 위치기반 저속 UWB 시스템으로 구분된다.

2.2 표준화 추진현황

현재 IEEE에서는 UWB 무선기술을 WPAN의 물리계층을 표준화하기 위해, 2001년 11월에 IEEE802.15.SG3a

를 승인하였으며, 2003년 1월에 SG (Study Group) 활동을 완료하고, TG (Task Group)를 구성하여 2003년 말까지 draft standard 완료를 목표로 표준화 진행중에 있으며, 2003년 3월 회의부터 제안된 안들에 대한 표준화 작업을 진행 중이다. 그림 4에서 보는 바와 같이 2003년 7월 회의까지는 제안서간 통합이 활발하게 진행되었고, 7월 회의에서 MBOA 그룹에서 제안한 MB-OFDM 방식이 down selection 결과 1위를 차지하였고, 그 후 9월 회의에서 반대 의견에 대한 답변을 발표한 후, 2번째 confirmation roll call vote에서 MBOA 진영이 75%의 찬성을 획득하지 못하여, MBOA 진영의 MB-OFDM 방식과 XtremeSpectrum (최근 Motorola에서 인수한 후 freescale로 활동중임)이 주도하고 있는 DS-CDMA 방식이 표준화 채택을 위해 경합중이다.

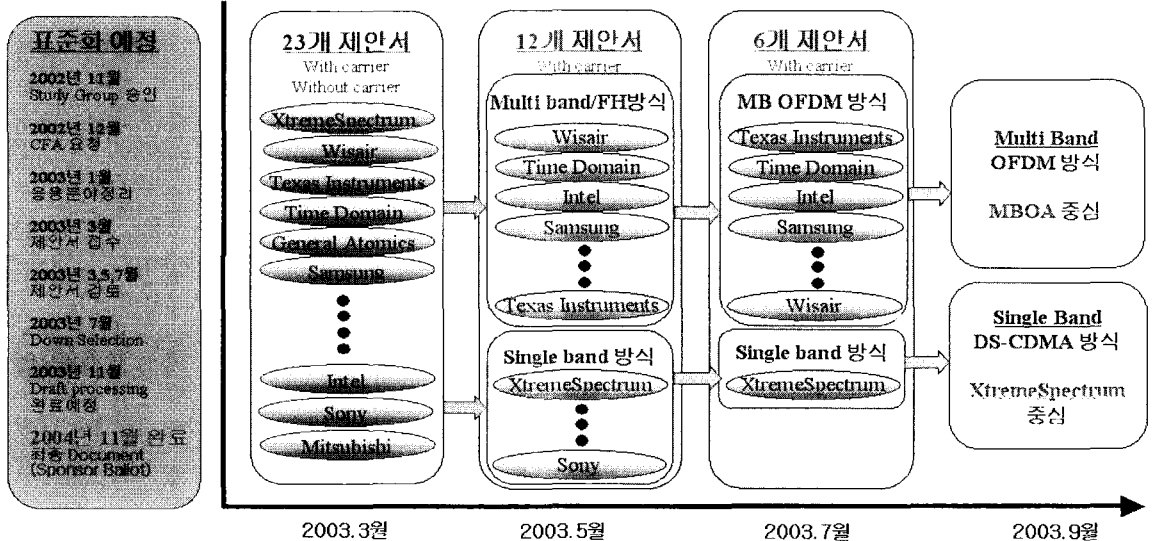
2003년 7월 San Francisco 회의에서부터 WG letter ballot 상정을 위한 draft standard 결정을 위한 down selection 절차가 시작되었으며, 1차로 탈락한 CRL은 OKI와, 2차로 탈락한 Parthausa Ceva는 XtremeSpectrum과 3차로 탈락한 STMicro는 MBOA와 통합을 선언하였고 최종 down selection 결과 MBOA 제안서가 1위를 차지하였다. 투표 규정에 따라 1차 확인 투표가 실시되었고 찬성 95, 반대 63으로 유효 투표수의 75%를 획득하지 못하여 부결되었

(표 1) 최종 통합된 6개 제안서

제안사	주파수	변조방식
CRL	Soft Spectrum	QPSK & M-ary PSM
MBOA	3.1-4.8GHz 5.1-10.6GHz	QPSK
STMicro	3.1-10.6GHz	M-ary PPM & Polarity
XtremeSpectrum	3.1-5.15GHz 5.825-10.6GHz	PSK & MBOK
OKI	156MHz/Channel	DQPSK
Parthausa Ceva	3.8-7.7GHz	Ternary Spreading

으며, 9월 싱가포르 Interim 회의에서 실시된 2차 확인 투표에서도 찬성 62명, 반대 43명, 기권 3명으로 유효 투표수의 75%이상의 찬성표를 획득하지 못하여 부결되었다. 규정에 따라 7월 샌프란시스코 회의에서 최종적으로 남아 있던, MBOA, XtremeSpectrum, Oki-CRL 3개 제안서에 대하여 down selection 과정이 반복되었으며 OKI-CRL 제안서가 1차로 탈락 되어 XtremeSpectrum과 통합되면서 최종 후보로 MBOA 진영의 MB-OFDM 방식과 Xtreme Spectrum의 DS-UWB 방식의 2가지 방식으로 압축되었다.

고속 전송(802.15.3a)



저속 전송(802.15.4a) 활용

(그림 4) 표준안 변경과정

2003년 11월 Albuquerque Plenary 회의에서 MBOA 제안서가 최종후보로 선택되었으나 1, 2차 확인 투표에서 부결되었으며, 2004년 1월 Vancouver Interim 회의, 3월 Orlando Plenary 회의, 5월 Anaheim Interim 회의에서 MBOA 측의 MB-OFDM 방식의 제안서가 계속하여 최종 후보로 선택되었지만 최종 확인 투표과정에서 75% 이상의 찬성을 받지 못해 down selection 과정이 계속반복되었다. 이러한 과정에서 최종 후보에서 계속하여 탈락된 XtremeSpectrum 제안서는 2003년 12월 Motorola가 XtremeSpectrum을 합병하여 Motorola의 DS-UWB 제안서로 변경되었으며 각 회의때 마다의 최종 후보 제안서에 대한 확인 투표 결과는 표 2와 같다.

(표 2) 제안서 최종확인 투표 결과

회의명	장소	최종후보	투표결과	비고
2003/7 Plenary	미국 샌프란시스코	MBOA 제안서	찬성 63 반대 95	1차 부결
2003/9 Interim	싱가포르	MBOA 제안서	찬성 41 반대 59	2차 부결
2003/11 Plenary	미국 알바커키	MBOA 제안서	찬성 96 반대 69	1차 부결
2004/1 Interim	캐나다 밴쿠버	MBOA 제안서	찬성 76 반대 37	2차 부결
2004/3 Plenary	미국 올랜도	MBOA 제안서	찬성 85 반대 50	1차 부결
2004/5 Interim	미국 앤하임	MBOA 제안서	찬성 61 반대 39	2차 부결
2004/7 Plenary	미국 포트랜드	모토로라 제안서	찬성 72 반대 76	1차 부결
2004/9 Interim	독일 베를린	MBOA 제안서	찬성 70 반대 54	1차 부결

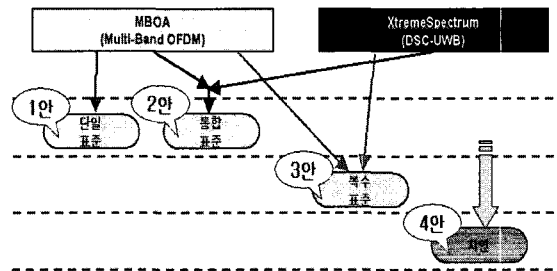
2004년 7월 Portland Plenary 회의에서는 예상과는 달리 모토로라 진영의 DS-CDMA 방식의 제안서가 그 동안 계속해서 최종 후보로 선택되었던 MBOA 진영의 MB-OFDM 방식 제안서를 1표 차이로 누르고 최종 후보로 선택되는 파란을 일으켰지만, 계속된 1차 확인투표에서 50%의 찬성을 얻는데 그치고, 9월 Berlin Interim 회의에서 2차 confirmation vote 결과 찬성 62, 반대 73으로 75% 찬성표를 얻는데 실패하였다. 이 후 down selection 투표를 실시한 결과 MB-OFDM 방식이 75표를 획득하고, DS-

CDMA 방식이 59표를 획득하여 MB-OFDM 방식이 1위를 차지하였으나, 1차 confirmation vote에서 역시 75% 이상의 찬성표를 획득하는데 실패하였다 2004년 9월 현재 MB-OFDM 방식과 DS-CDMA 방식 중 어느 한쪽 방식으로 표준화가 진행되기를 기대하기는 어려운 분위기이고, 타협안에 대한 논의를 DS-CDMA 진영에서 본격적으로 진행하고자 하나, MB-OFDM 진영에서는 아직 타협안을 본격적으로 검토하지는 않고 있다.

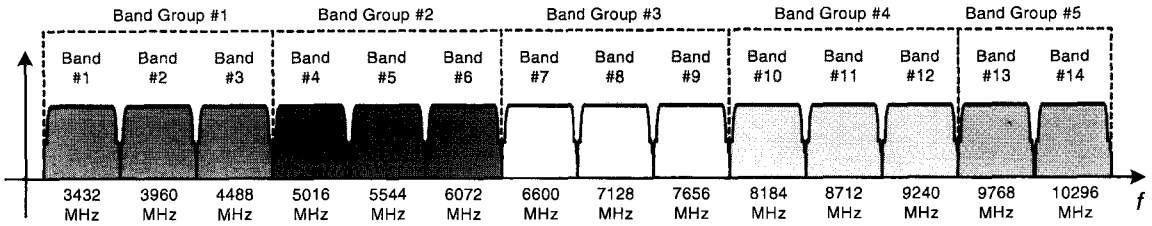
2.3 향후 표준화 전망

2002년 IEEE 802.15 TG3a가 결성되어 2004년 9월 현재까지 UWB 기술 기반의 고속 WPAN 대체 물리계층에 대한 표준화가 진행되고 있다. 지금까지 진행되어온 표준화 회의의 동향을 분석하면 2003년 7월 San Francisco Plenary 회의부터 2004년 9월 독일 베를린 Interim 회의 까지 MBOA 진영의 MB-OFDM 방식 지지자와 Motorola 진영의 DS-UWB 방식 지지자가 약 60대 40 정도로 양분되어 down selection 과정이 되풀이 되고 있다. 2003년 11월 Albuquerque Plenary 회의에서 Motorola 진영에서 제안한 복수 표준 검토를 위한 Ad-hoc 회의가 채택되었지만 그동안 상대적 우위를 확보하고 있던 MBOA 진영의 반대로 Motorola 측의 일방적인 제안으로 끝나버린 듯 하였으나 2004년 7월 Portland plenary 회의에서 Motorola 진영의 DS-UWB 방식의 제안서가 근소한 차이로 최종 후보로 선택됨으로써 그동안 침묵하고 있던 복수 표준에 대한 의견이 쇄도하고 있는 실정이다. 그러나 이러한 결과는 9월 회의에서 다시 상황이 역전되었다.

UWB 전송시스템의 표준화 향후 전망에 대한 네가지 안을 그림 5에 나타내었다. 첫번째안인 MB-OFDM 단일



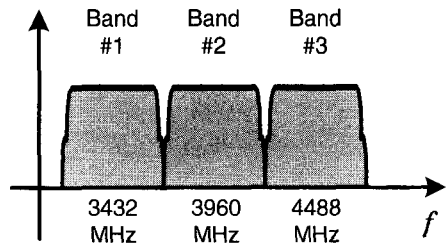
(그림 5) 향후 IEEE 802.15.3a 표준화 진행 예상 방향



(그림 6) MB-OFDM UWB 시스템 운용 주파수 대역

표준안의 경우, 2004년 1월 어느 정도 단일안으로 될 가능성을 보였으나 시간이 지나면서 단일 표준 가능성이 점점 낮아지고 있다. 통합 표준안의 경우, 두 시스템이 서로 다른 변복조 방식으로 시스템을 설계하기 때문에 하나로 합치기는 어려울 것으로 예상된다. 복수표준안으로 갈 경우, DS-CDMA UWB 시스템이 MB-OFDM 보다 2년 정도 빠르게 시장에 나올 것으로 예상되기 때문에 시장 선점에 유리 할 것으로 판단된다. 그 동안 두가지 방식을 모두 표준안으로 채택하자는 의견이 개진되었지만 계속 우세를 보여왔던 MBOA 측에서 적극 반대하였기 때문에 좌절되었고, 2004년 7월 상황이 반전된 상황에서 복수표준을 채택하자는 의견을 모토롤라 진영에서 강력하게 주장하였다. 그러나 2004년 9월 회의에서 다시 MB-OFDM 방식이 상대적 우위를 확보함으로써 지금까지의 지루한 공방전이 계속될 것으로 전망된다. UWB 시스템의 시장 출현이 늦어진다면, 무선LAN (Local Area Network) 등 경쟁기술이 대두되어 경쟁에서 처지게 될 가능성이 있으므로 가능하다면 표준화 작업을 올해안으로 마무리짓는게 바람직하다고 하겠다.

MB-OFDM UWB 시스템 제안서에서는, 현재 1차 구현을 목표로 그림 7과 같은 채널 1~3을 mandatory 전송모드로 할당하였고, 나머지 채널들은 추후 사용을 위해 할당하였다.



(그림 7) Mode 1 장치의 주파수 운용

MB-OFDM UWB 시스템이 제공하는 다양한 전송 모드 및 시스템 파라미터를 표 3에 나타내었다. 표 3에서 55/110/200 Mbps 는 mandatory 전송모드이고, 나머지 전송모드는 선택적인 전송모드에 해당한다.

3. MB-OFDM UWB 전송시스템

3.1 주파수 대역 및 데이터 전송률

MB-OFDM UWB 시스템은 FCC에서 통신용으로 허가한 3.1~10.6 GHz 주파수 대역을 그림 6과 같이 528 MHz 간격으로 14개 대역으로 분할하여 채널을 할당하였으며, 각 채널의 중심주파수는 다음과 같다.

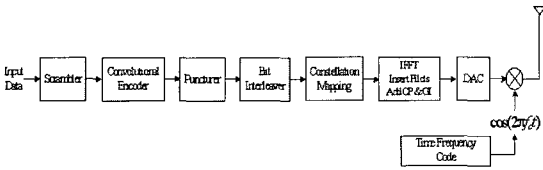
$$\text{채널 중심 주파수 (MHz)} = 2904 + 528 \times nb$$

여기서, nb = 1, ..., 14

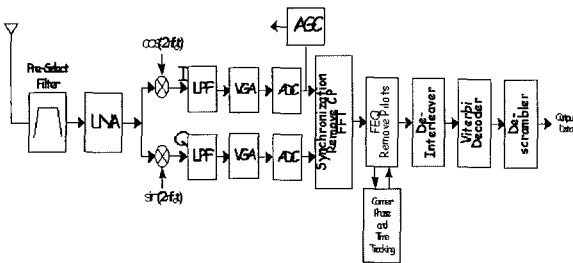
(표 3) MB-OFDM UWB 시스템 파라미터

Info. Data Rate	55 Mbps*	80 Mbps**	110 Mbps*	160 Mbps**	200 Mbps*	320 Mbps**	480 Mbps**
Modulation/Constellation	OFDM/QPSK	OFDM/QPSK	OFDM/QPSK	OFDM/QPSK	OFDM/QPSK	OFDM/QPSK	OFDM/QPSK
FFT Size	128	128	128	128	128	128	128
Coding Rate (K=7)	R = 1/32	R = 1/2	R = 1/32	R = 1/2	R = 5/8	R = 1/2	R = 3/4
Spreading Rate	4	4	2	2	2	1	1
Data Tones	100	100	100	100	100	100	100
Info. Length	242.4 ns	242.4 ns	242.4 ns	242.4 ns	242.4 ns	242.4 ns	242.4 ns
Cyclic Prefix	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns
Guard Interval	9.5 ns	9.5 ns	9.5 ns	9.5 ns	9.5 ns	9.5 ns	9.5 ns
Symbol Length	312.5 ns	312.5 ns	312.5 ns	312.5 ns	312.5 ns	312.5 ns	312.5 ns
Channel Bit Rate	640 Mbps	640 Mbps	640 Mbps	640 Mbps	640 Mbps	640 Mbps	640 Mbps
Multi-path Tolerance	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns	60.6 ns

3.2 MB-OFDM UWB 송수신 구조



(a) 송신구조



(b) 수신구조

(그림 8) MB-OFDM UWB 시스템의 송수신 구조

그림 8은 현재 표준화에서 UWB 표준 시스템으로 거론되고 있는 것 중의 하나인 MB-OFDM 방식을 이용한 UWB 시스템의 송수신 구조를 나타낸다. OFDM 기술은 40년 이상된 통신기술로서 현재 ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), IEEE 802.11a/g, IEEE 802.16a, DAB (Digital Audio Broadcast) 등의 표준 기술로 사용되고 있음. OFDM 기술은 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform)/FFT 연산을 통해 신호를 주고 받기 때문에 부채널간의 간섭을 없앨 수 있고, 다른 전송 기술에 비해 협대역 간섭에 강한 면이 있다. 또한 cyclic prefix를 사용하여 부채널간의 직교성을 유지하고 ISI (Inter-Symbol Interference)가 생기는 것을 최소화 할 수 있기 때문에 UWB 채널과 같은 다중경로 채널에 적합한 전송기술이다. 이와 같은 OFDM 시스템 설계를 위해서는 IFFT/FFT 구조 설계 기술, TF (Time Frequency) 코드 발생 기술, carrier, phase 및 time tracking 기술, 등화기술, 비터비 복호기 설계기술, 광대역 LNA (Low Noise Amplifier) 설계기술, ADC (Analog-to-Digital Converter)/DAC (Digital-to-Analog Converter) 설계 기술 등이 요구된다. MB-OFDM UWB 시스템의 송수신 구조의 가장 큰 특징은 전송되는 OFDM 심볼마다 TF 코드에 따라 다른 주파수 대역을 이용하여 신호

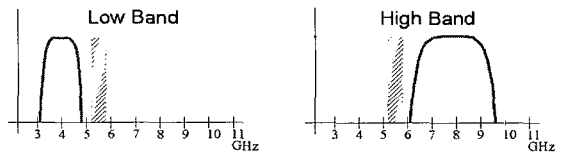
를 전송한다는 것이다. 따라서 MB-OFDM UWB 시스템 개발시, 전송 대역폭 528 MHz를 이용하여 최고 480 Mbps를 전송할 수 있는 고속 시스템 구조 설계와 더불어 TF hopping 방식이 MB-OFDM, 전송시스템의 전체적인 성능에 미치는 영향을 분석하고 이에 대한 영향을 최소화할 수 있는 방안을 찾는 것이 하나의 과제로 대두되고 있다.

4. DS-CDMA UWB 전송시스템

4.1 주파수 대역 및 데이터 전송률

Motorola에서 제안한 DSC-UWB 시스템은 2개의 대역을 사용하도록 제시되었으며, 운용모드에 따라 Low band 및 High band를 이용한다. 각 대역내에서는 특정 반송주파수와 확산코드에 의해 최대 6개까지의 피코넷 채널을 구성할 수 있다. 본 방식에서 지원할 수 있는 데이터 전송속도는 27.5 Mbps에서 1.32 Gbps까지 가능하며 총 8개의 데이터 전송속도에 따라 부호화율 1/2 혹은 3/4으로 길쌈 부호화되고 BPSK (Binary Phase Shift Keying) 혹은 4-BOK (Bi-Orthogonal Keying)으로 변조되고 있다. Low band와 High band는 사용하는 주파수 대역이 다를 뿐만 아니라 칩레이트도 각각 다르다. Low band의 경우에는 칩레이트가 피코넷 채널에 따라 1300 MHz~1365 MHz에 걸쳐 구성되어 있는 반면에, High band의 경우에는 칩레이트가 피코넷 채널에 따라 2600 MHz~2730 MHz으로 Low band보다 두배가 큰 칩레이트로 구성되어 있다.

Low band 사용 주파수 대역은 그림 9와 같이 3.1~4.85 GHz의 한 채널을 사용해서 27.5 Mbps~1320 Mbps 데이터 전송률을 보장하고 있는데, 변조 방식이 BPSK인 경우에는 확산코드 길이를 L=24에서 L=1까지 가변하여 27.5 Mbps~1320 Mbps 데이터 전송률을 보장하고 있고, 변조 방식이 4-BOK인 경우에는 확산코드 길이가 L=12에서 L=2까지 가변하면서 데이터 전송률 110 Mbps~1320



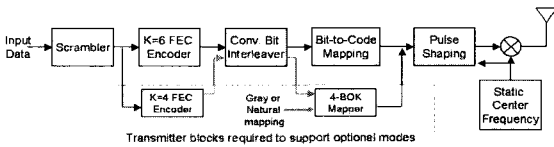
(그림 9) DS-CDMA UWB 시스템의 사용 주파수 대역

Mbps의 데이터 서비스를 제공한다. Low band에서 제공되는 확산코드 길이와 데이터 전송률은 표 4와 같다.

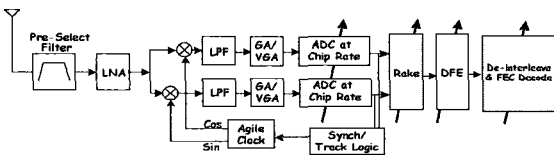
(표 4) DS-CDMA UWB 시스템에서 제공되는 데이터 전송률 (Low band 기준)

Data Rate	FEC Rate	Code Length	Symbol Rate
28 Mbps	1/2	24	55 MHz
55 Mbps	1/2	12	110 MHz
110 Mbps	1/2	6	220 MHz
220 Mbps	1/2	3	440 MHz
500 Mbps	3/4	2	660 MHz
660 Mbps	1	2	660 MHz
660 Mbps	1/2	1	1320 MHz
1000 Mbps	3/4	1	1320 MHz
1320 Mbps	1	1	1320 MHz

4.2 DS-CDMA UWB 송수신 구조



(a) 송신구조



(b) 수신구조

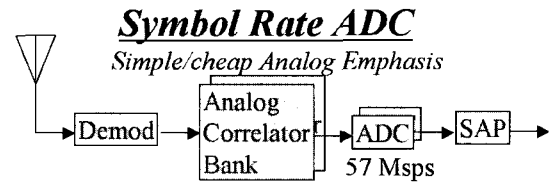
(그림 10) DS-CDMA UWB 시스템의 송수신 구조

그림 10은 현재 Motorola를 중심으로 한 DS-UWB 그룹이 UWB 표준 시스템으로 제안하고 있는 DS-CDMA 방식을 이용한 UWB 시스템의 송수신 구조를 나타낸다. DS-CDMA UWB 시스템의 송신 구조는 그림 10(a)와 같이 스크램블러, 길쌈 부호기, 인터리버, 확산코드 매퍼, 펄스 생성기 등으로 구성된다.

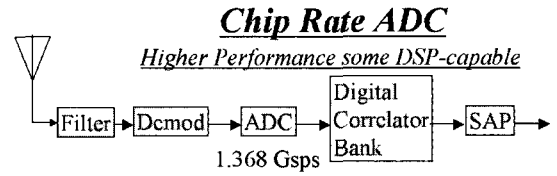
2004년 9월 현재 표준화를 위해 제안되고 있는 DS-CDMA UWB 시스템 구현 방법은 수신부에서 사용되는

ADC의 속도에 따라 크게 세가지로 분류된다. 첫번째 방법은, 심볼 데이터 전송률에 해당하는 55MHz대의 ADC를 사용하는 시스템으로서, 이 경우 아날로그 correlator를 수신단에서 사용한다. 두번째 방법은 칩 전송률에 해당하는 1.3GHz대의 ADC를 사용하는 시스템으로서, 이 경우는 수신부 입력 신호는 RF (Radio Frequency) 처리단에서 기저대역 (baseband)으로 내려 보낸 후 ADC를 통과시켜 모뎀부에서는 디지털로 신호를 처리하게 된다. 물론 이 경우에는 디지털 correlator를 수신부에서 사용해야 한다. 세번째 방법은 RF Nyquist rate의 ADC를 사용하는 시스템으로서, 이 경우 ADC는 20GHz대로 동작해야 하고, 수신 신호는 passband에서 디지털로 신호를 처리한다. 그림 11은 Motorola 진영에서 제안하고 있는 ADC 속도에 따른 세가지 형태의 수신 구조를 나타낸다.

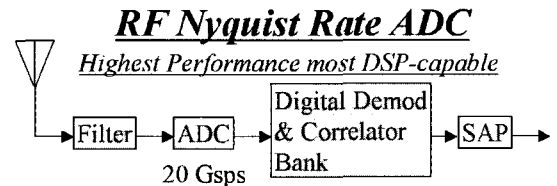
그림 10의 구조는 칩레이트 ADC로 수신된 신호를 샘플링하고 이 데이터를 이용하여 AGC (Automatic Gain Control), 타임 및 주파수 동기추적, 레이크 수신기, 심벌 레벨 등화기 등 다양한 형태의 복조성능 개선방안을 적용



(a) 심볼레이트 ADC



(b) 칩레이트 ADC



(c) RF 나이퀴스트 레이트 ADC

(그림 11) ADC 속도에 따른 DS-CDMA UWB 수신구조

하고 있다. 현재 이러한 형태의 수신기 구현은 ETRI에서 연구개발이 진행되고 있는데, 금년 하반기에 FPGA (Field Programmable Gate Array) 형태의 모델이 개발될 예정이다. 그림 11 (c)의 경우는 20 Gbps의 초고속의 ADC가 출시된다는 가정하에 소프트웨어 라디오 기술의 형태로 구현할 수 있는 방안을 제시한 경우로써 현재의 ADC의 구현 기술을 고려할 때 실현 불가능한 방법이라 하겠다. 따라서, DS-CDMA UWB 모델의 구현은 DAC와 ADC의 클럭과 샘플당 비트수 등의 구현기술 발전속도에 부합하여 성능이 개선된 모델 구현이 다양한 형태로 제작될 것이다. 위에서 살펴본 바와 같이, DS-CDMA 시스템 구현을 위해 AGC설계, 타임 및 주파수 동기 추적, 채널 추정, 레이크 수신기, 등화기, 버터비 복호기 설계 기술 등이 필요할 뿐만 아니라 광대역 LNA 설계기술, ADC/DAC 설계 기술이 요구된다. 또한, UWB 시스템의 신호 송수신을 위해서 넓은 광대역 특성을 갖는 안테나가 반드시 필요하며, WCDMA (Wideband CDMA), 디지털 방송 등에서 요구하는 광대역 안테나와는 달리 광대역의 정재파비, 광대역의 안테나 효율, 광대역의 낮은 이득 편차, 전방향성 특성, 낮은 신호 퍼짐 현상을 동시에 만족하는 안테나 설계기술이 필요하다.

5. 결 론

본 논문에서는 고속 WPAN 물리계층으로 사용하고자 하는 UWB 무선기술의 표준화 추진 현황을 살펴보고 향후 표준화 전망에 대한 여러가지 안에 대해 검토해 보았다. 또한, 현재 표준화에서 고려되고 있는 두가지 전송기술 즉, MB-OFDM 전송 시스템과 DC-CDMA 전송시스템에 관해 살펴보았다. 두가지 전송 시스템을 검토해 본 결과 표준화에서 제안하는 방식으로 시스템을 구현할 경우, MB-OFDM 시스템은 버터비 복호기와 같은 고속 신호처리를 필요로 하는 모듈의 설계기술과 TF hopping을 위한 multiband generator 설계 기술 등이 상당히 까다로워 보인다. 한편, DS-CDMA 시스템의 경우는 기저대역 디지털

모델을 설계하여 동작시키는데 있어, 광대역의 LPF (Low Pass Filter) 설계기술 및 DAC 설계 기술 확보가 선행되어야 한다.

DS-UWB 진영의 Motorola는 이미 상용화에 가까운 칩 개발을 완료한 상태이므로 복수표준이라도 가능한 빨리 표준화가 완료된다면 시장 선점을 통해 충분히 그들의 기술이 우위에 설 수 있다고 생각하고 있으며, MBOA 측은 150여개의 가전업체에서 MB-OFDM 방식을 차지하고 있지만 현재 칩 개발에서 Motorola에 비해 다소 늦어지고 있으므로 복수표준 보다는 MB-OFDM 방식의 단일 UWB 표준 제정에 심혈을 기울이고 있는 실정이다. 현재의 표준화 진행 추세로 판단한다면, IEEE 802.15 TG3a에서 진행하고 있는 UWB 표준화는 양쪽 진영에서 복수표준에 대한 극적인 타협이 없는 한 계속 지연될 수밖에 없는 중요한 기로에 서 있다. 만약 UWB 표준화 지연이 장기간 계속된다면 현재 고속 전송기술을 개발중인 무선랜 기술과의 상용화 경쟁에서 어려운 처지로 전락하지 않을까 우려를 자아내고 있다.

참 고 문 헌

- [1] A. Batra et al., "Multi-band OFDM Physical Layer Proposal," *IEEE 802.15-03/267r3*, Sept. 2003.
- [2] A. Batra et al., "Multi-band OFDM Physical Layer Proposal for IEEE 802.15 Task Group 3a," *IEEE 802.15-04/493r1*, Sept. 2004.
- [3] M. B. Shoemake, "Multi-band OFDM Update and Overview," *IEEE 802.15-04/518r1*, Sept. 2004.
- [4] M. Welborn et al., "Merger#2 Proposal DS-CDMA," *IEEE 802.15-03/334r2*, Sept. 2003.
- [5] R. Fisher et al., "DS-UWB Proposal Update," *IEEE 802.15-04/140r7*, July 2004.
- [6] R. Fisher et al., "DS-UWB Proposal Submission to IEEE 802.15 Task Group 3a," *IEEE 802.15-04/137r3*, July 2004.

◎ 저 자 소개 ◎



강 규 민

1997년 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업(학사)
1999년 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 졸업(석사)
2003년 포항공과대학교 대학원 전자전기공학과 졸업(박사)
2003년~현재 ETRI 무선홈네트워크팀 선임연구원
관심분야 : UWB 전송시스템, 등화기법, 채널추정기법

최 상 성

1977년 한양대학교 통신공학과 졸업(학사)
1979년 고려대학교 대학원 통신공학 졸업(석사)
1991년 Ohio University 대학원 항공전자 졸업(석사)
2000년 University of Wyoming 대학원 전자공학 졸업(박사)
2000년~현재 ETRI 무선홈네트워크팀 팀장
관심분야 : 무선홈네트워크, UWB 전송시스템, HDR (High Data Rate) 시스템