

3GPP2 UMB™ 기술 개요 및 표준화 현황

김상국 | 권순일 | 이병관
LG 전자 북미 연구소

요약

2007년 8월 v2.0을 출간하면서 표준화가 완료된 Ultra Mobile Broadband (UMB) 기술은 진보된 안테나 기술과 함께, CDMA, TDM, Layer-superposed OFDM (LS-OFDM), OFDM, OFDMA의 장점들을 하나의 Air Interface로 통합하였으며, 효율적인 자원 관리 기법을 통해 더 많은 VoIP 사용자들을 수용할 수 있게 해준다. 4x4 안테나를 사용시 20 MHz의 주파수 대역에 순방향 288 Mbps, 역방향 75 Mbps의 최대 전송률을 제공하며, 양방향에 대한 평균 Network 지연 시간은 약 16.8 ms를 지원하고, 10 MHz 주파수 대역에 1000명 이상의 VoIP 사용자를 지원할 수 있다 [1]. 본 고에서는 UMB의 표준화 과정 및 현황 그리고 물리 계층과 MAC 계층의 요소 기술들에 대해 고찰한다.

1. 서론

본고에서는 3GPP2 TSG-C 내에서 2007년 8월 표준화 작업이 마무리된 Ultra Mobile Broadband (UMB) 기술의 개요 및 표준화 과정에 대해 기술한다. TSG-C는 3GPP2 내에서 표준 기술의 핵심인 Air Interface 기술의 개발을 담당하고 있는 그룹이다. 2007년 현재 세계 이동 통신 시장은 3G에서 4G로 이동하는 과도기에 있다. 당초 3G로의 진화 과정에서

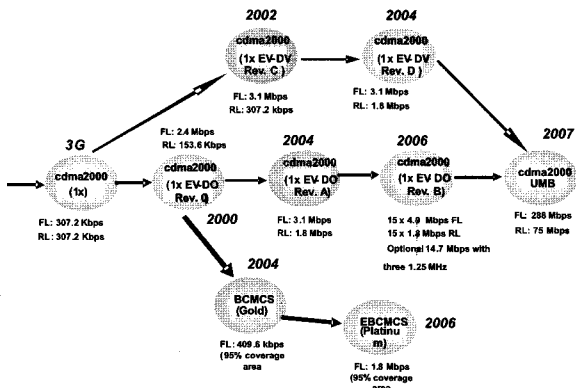
전 세계 이동 통신의 표준은 UMTS로 통일되는 듯 하였으나, 이동성을 지원하는 WiMAX를 위시한 여러 광대역 통신 표준의 등장과 더불어 세계 단일 표준은 요원한 상태가 되었으며, 미국을 중심으로하는 cdma2000도 여전히 나름대로의 영역을 확보하고 있다.

UMTS 진영이 세계 3G 시장을 선도해 나가고 있는 있으나, 그 개발 속도는 당초 예상보다 느리며, 이에 반해 cdma2000 진영은 기존 CDMA 시스템에서의 간편한 upgrade와 빠른 개발 속도를 바탕으로 3G 시장에 발빠르게 대응하고 있다. UMB의 실제 개발도 3GPP의 LTE에 비해 앞서 있다고 하는 것이 일반적으로 받아들여지는 사실이다.

cdma2000의 진화 경로에는 크게 2가지 경로가 있다: 첫번째 경로는, 기존 cdmaOne (IS-95)에서부터 cdma2000 Rev. 0, Rev. A, Rev. B, Rev. C, 를 거쳐 cdma2000 Rev. D로의 진화 경로가 있으며, 두번째 경로는, High Rate Packet Data (HRPD) Rev. 0, Rev. A, Rev. B를 거쳐 HRPD Rev. C로의 진화 경로가 있다. 이러한 표준들을 어울어서 cdma2000 family of standards 라고 칭한다.(그림 1 참조) cdma2000 family of standards에는 그외에도 멀티미디어 방송을 지원하기 위한 Broadcast and Multicast Services (BCMCS)와 Enhanced BCMCS (EBCMCS)가 포함된다. UMB에서는 Unicast 데이터와 멀티미디어 방송이 동시에 전송 가능한 Supercast 기술이 표준화되었다.

3GPP2 TSG-C Evolution 은 표준 관점에서 당초 2개의 Phase로 나뉘어서 표준화가 진행되었다: Phase 1은 빠른 개

TM - Ultra Mobile Broadband(tm) and (UMB(tm)) are trade and service marks owned by the CDMA Development Group (CDG).



(그림 1) cdma2000 Family of Standards

발을 목표로 기존의 HRPD에 대한 Multi-Carrier 동작을 지원하며, 물리 계층의 변화를 최소화한 가운데 상위 계층의 최적화를 통해 기존의 1.25 MHz 대역폭에서 벗어나 20 MHz 대역폭까지 지원을 목표로 하였으며, 현재 HRPD Rev. B로 불린다. Phase 2는 보다 향상된 성능과 증대된 용량을 지원하는 새로운 물리 계층 및 상위 계층의 개발을 목표로 한다. Phase 2는 다시 기존 cdma2000 시스템에 대한 하위 호환성을 기준으로 하위 호환성이 있는 Strictly Backward Compatible (SBC)와 하위 호환성이 없는 Loosely Backward Compatible Mode (LBC)로 나뉘우며, LBC는 Ultra Mobile Broadband (UMB), Enhanced Packet Data Air Interface (E-PDAI) 등으로도 불린다. 본 고에서는 상기 진화과정 중에서 Phase 2의 LBC에 초점을 맞추며 이를 UMB로 통일하여 칭하기로 하며, 3GPP2 TSG-C Evolution Phase 2 (UMB)의 기술 요구 사항 및 물리 계층과 MAC 계층의 주요 표준 기술에 대해 살펴본다.

II. 본 론

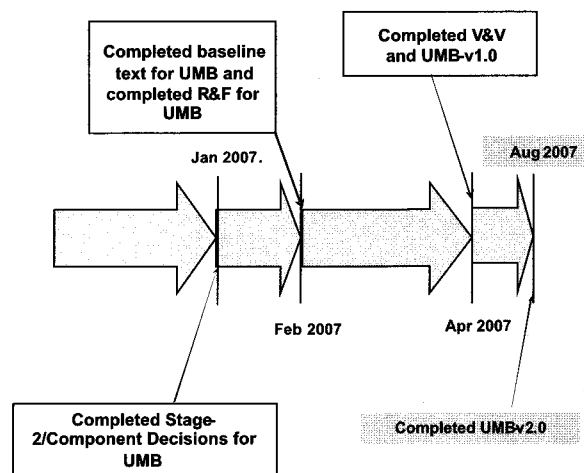
1. UMB 표준화 진행 현황

본 절에서는 UMB의 표준화 진행 과정과 UMB의 기술적 요구 사항들을 살펴본다.

1) UMB 표준화 일정

(그림 2)는 UMB 관련 3GPP2의 주요 표준화 일정을 2007년 1월부터 보여준다. 그 이전의 주요 일정들을 살펴 보면, 2006년 1월에는 UMB에 대한 기술요구서인 System Requirement Document (SRD)가 승인되었으며, 2006년 7월 몬트리올 회의에서 LGE를 비롯한 11개 회사 (Qualcomm Inc., LGE, Samsung Electronics, Lucent Technologies, Motorola, Nortel Networks, KDDI, China Unicom, Huawei Technologies, RITT, ZTE)가 제출한 Harmonized Proposal이 정식 UMB Framework 으로 승인되었다 [2]. 2006년 8월에는 합의된 Framework 에 기반한 각 요소 기술들에 대한 최종 제출이 마감되었으며, 12월 회의까지 각 요소기술에 대한 질의/응답 및 각 기술별 제안 회사들에 의한 보다 상세한 설명을 요구하는 action item 수행이 이루어졌다.

2007년 1월 회의에서 각 요소 기술에 대한 최종 선택/결정이 이루어졌으며, 2007년 2월 서울 회의에서 Baseline Text 가 완성 되었고 Review and Freeze (R&F)가 마감되었으며, 2007년 4월에는 회의 참여 회사들이 제출한 모든 Editorial Comment들이 해결, 반영된 UMB v1.0 표준 스펙들이 TSG-C Interim Plenary에서 승인되었다. 그 후 4월 Interim 회의 및 5월 정규 회의는 Technical Comment들의 해결에 논의가 집중되었다. 5월 TSG-C Closing Plenary에서 UMB v2.0 Validation and Verification (V&V)를 위한 스펙들이 승인되었고, 8월 회의에서 마침내 UMB v2.0 표준 스펙들이 최종 승인되었다 [3,4]. 본고를 준비하는 현재는 사업자들을 포함



(그림 2) UMB 표준 진행 일정도

대외적으로, 표준화 진행 중에 보여 주었던 UMB 기술의 우수성을 보다 더 세부적으로 제시하기 위해 시스템 레벨의 시물레이션을 다양한 현실 상황등을 고려하여 진행 중에 있다. 또한 일부 UMB 기본 Numerology의 변화를 통한 시분할 듀프렉싱 (TDD)에 대한 Work Item 제안서가 승인되었다.

2) UMB 기술 요구 사항

UMB 기술 요구 사항을 살펴보기 전에 먼저 3GPP2에서 자주 언급되는 하위 호환성(Backward compatibility)의 개념에 대해 짚고 넘어갈 필요가 있다. 3GPP2 동기 표준에서 말하는 하위 호환성의 의미는 기존 표준을 지원하는 단말이 새로운 표준을 지원하는 시스템에서도 원활하게 동작해야 함을 의미하며, 동시에 새로운 표준을 지원하는 단말 역시 기존 표준을 지원하는 시스템에서 원활하게 동작해야 함을 의미한다. 즉, UMB 표준이 하위 호환성이 있으려면, 한 예로, 기존의 HRPD Rev. 0 단말이 UMB 시스템하에서 원활하게 동작해야 하며, UMB 단말 역시 기존의 HRPD Rev. 0 시스템하에서 원활하게 동작하여야 한다.

UMB의 경우, 이전 표준과의 하위 호환성이 매우 바람직하지만 성능 향상/용량 증대와의 trade-off가 보다 면밀히 고려되어야 함을 요구한다. 따라서, 과거 3GPP2의 모든 표준은 상호 연관이 있는 이전 표준에 대한 하위 호환성을 기본적으로 요구했었지만, UMB 표준은 이러한 하위 호환성을 필수적으로 요구하지 않은 최초의 표준이 된다. 엄밀히 말하자면 현재 HRPD Rev. 0가 cdma2000 1x 시스템에 대해서 하위 호환성을 유지한다고 할 수는 없으나 기술 요구 사항으로 호환성을 요구하지 않는 표준은 UMB가 최초이다.

UMB의 기술적 요구 사항들은 System Requirement Document (SRD)에 정의되어 있는데, SRD에 의하면, UMB는 기존의 cdma2000 기술들과 비교하여 다음과 같은 일반적인 기술 사항들을 요구한다 [5]:

- VoIP를 이용한 통화용량 증대 - 섹터당 MHz당 100개의 동시 VoIP 세션 지원
- 최대 전송률 및 시스템 용량 증대 - 이동성에 따라 하향 링크 100 Mbps ~ 500 Mbps, 상향 링크 150 Mbps까지의 최대 전송률 지원. 고속 환경에서 하향 링크 60 Mbps, 상향 링크 30 Mbps의 평균 섹터 전송률 지원.

- 1.25 MHz를 단위로 최고 20 MHz까지 대역폭 지원
- 주파수 효율성 증대
- 시스템 지연 시간 감소
- 셀 영역 확대
- 셀 경계 영역에서의 성능 개선
- 탄력적인 주파수 할당 지원 및 비 연속 주파수 대역 지원
- 동적 채널 할당 지원
- 제어 채널 및 신호 채널의 오버헤드 최소화
- 단말 배터리 소모량 감소
- CAPEX 및 OPEX 감소
- VoIP에서 1x 회선으로의 Handover (HO)를 비롯하여 타 무선 시스템으로의 연속적 HO 지원
- Intra-user QoS 기능 확대
- 사용자의 무선 접속 성능 향상

이러한 기술적 요구 사항들은 3GPP LTE의 요구 사항들과 상당히 유사함을 알 수 있다. 이는 양 표준이 지향하는 바가 거의 동일하기 때문이며, 기술적으로는 소수의 공통 기술로의 수렴을 통한 향후 예상해 볼 수도 있는 양 표준간의 합병을 용이하게 해 줄 수 있으리라 사료된다.

2. UMB 표준 기술

본 절에서는 현재 UMB에 채택된 주요 기술들에 대해 2개의 주요 기술 분과 별로 살펴 보도록 한다. 3GPP2 관례상 많은 경우, 각 제안 기술에 대한 성능 분석 및 검증을 WG3에서 우선 논의한 후 WG2에서 논의하며 본 보고에서도 이 순서를 따르도록 한다.

1) WG3 기술 분과

WG3는 TSG-C 내에서 물리 계층을 담당하고 있는 분과이다. 본 분과에서는 관례적으로 Hardware적인 요소 뿐만 아니라 Software적인 요소까지 포함하여 시스템의 동작 및 알고리즘에 대한 전반적인 사항을 모두 논의하며, 3GPP2 내에서도 가장 많은 인원이 참석하는 분과이다. 본 분과내에 있는 Evaluation Methodology Ad Hoc (EMAH) 그룹은 링크/시스템 레벨 시물레이션에 대한 구체적인 방법의 정의 및 각 기술에 대한 성능 분석/검증을 담당하고 있다.

UMB에 대한 Evaluation Methodology Document (EMD)는 2006년 9월에 완성되었으며, EMD를 기반으로하여 각 요소

기술들에 대한 시뮬레이션 수행 및 검증 작업이 2008년 1월 까지 진행될 예정이다.

UMB는 기본적으로 순방향 전송은 OFDM을, 역방향 전송에는 OFDMA 및 CDMA의 조합을 채택하고 있으며 순방향 최대 전송률 288 Mbps, 역방향 최대 전송률 75 Mbps를 지원한다. 또한, 양방향에 대한 평균 Network 지연 시간은 약 16.8 ms을 지원한다.

UMB에 채택된 주요 요소 기술들을 간단히 살펴보면 다음과 같다:

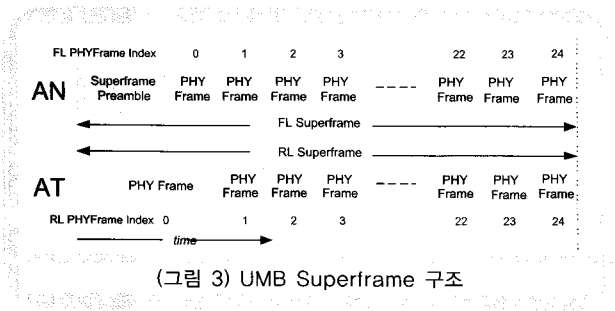
- 주파수 영역에서 Full-duplex 분할 (FDD) 및 Half-duplex (HDD) 분할 동작 지원
- 1.2288 MHz에 기초하며 9.6 kHz 부반송파 (Sub-carrier) 간격을 가짐
- 113.93 μ s 의 OFDM 심볼은 5 가지의 FFT 크기 (128, 256, 512, 1024, 2048)를 지원함 (<표 1> 참조)
- Preamble과/혹은 PHY Frame들로 구성된 순방향 및 역방향 Superframe 구조 지원 (그림 3 참조)
- 리소스 분할/관리 채널 지원 (그림 4 참조)
 - Distributive Resource Channel (DRCH): 전 주파수 대역에 대한 톤 할당. 주파수 영역에서 다이버시티 이득 제공.
 - Block Resource Channel (BRCH): 전 주파수 대역에 대한 타일(Tile) 할당. 하나의 타일은 16 개의 연속적 부반송파, 8 개의 OFDM 심볼로 구성. Dedicated 파일럿을 사용하기 때문에 Beamforming, Precoding, SDMA 등의 안테나 기술들과의 접목 용이.
 - 두 가지 형태의 DRCH와 BRCH의 혼합 지원: BRCH를 먼저 할당 후 DRCH를 Puncturing을 통해 그 위에 할당하거나 (Multiplexing Mode 1), BRCH와 DRCH가 각각 다른 주파수 영역에서 할당 됨 (Multiplexing Mode 2).
- MIMO 지원 [6] (그림 5 참조)
 - Transmit Diversity: Space Time Block Code (STBC)를 2 개 혹은 4개의 전송 안테나 상에서 지원.
 - Transmit Diversity 와 Antenna Selection의 결합: 저 속도에서 Antenna Selection 이득 및 중 고 속도에서의 Transmit Diversity 이득 제공.
 - Single Codeword (SCW)
 - Multiple Codeword (MCW)
 - Precoding

- Space Division Multiple Access (SDMA)

- 고속 전송시 구현의 간편화와 성능 향상을 도모하기 위한 Low Density Parity Check (LDPC) Code 지원: UMB에서는 할당된 주파수 대역 크기와 패킷 포맷 등에 따라 다양한 형태의 패킷 사이즈를 지원된다. 만약 단말과 기지국이 LDPC Code를 지원 할 경우, 최소 패킷 사이즈 이상에서는 LDPC Code가 지원된다. UMB에 적용된 LDPC Code는 6개의 Parity Check Matrix를 가지고 효율적인 사이즈 적용을 통해 모든 패킷 사이즈를 지원하는 특성을 가지고 있다 [7].
- Voice over IP (VoIP) 지원 - VoIP 사용자들에 대한 그룹을 설정하고 공통(Shared) 시간 및 주파수 자원을 할당하고, Bitmap signaling을 통해 각 사용자에게 자원을 동적으로 할당하는 방식을 취함. (그림 6)은 2개의 Bitmap을 이용해서 한 그룹에 할당된 VoIP 사용자들의 리소스 사용을 관리하는 예를 보여준다. 24명의 사용자가 2 Time Slot동안 8개의 DRCH를 사용한다. 첫 번째 Bitmap을 통해 어떤 VoIP 사용자들에게 기본의 리소스 (1 Time Slot 동안의 1 DRCH) 가 할당되었는지를 알려주고 두 번째 bitmap은 첫 번째 할당된 사용자 중 어떤 사용자들에게 여분의 기본 리소스가 더 할당되었는지를 알려준다. 자세한 내용은 [8]을 참조 바란다.
- 소프트 핸드오프 그룹 지원 - 동일 핸드오프 그룹에 속한 섹터의 경우, 소프트 핸드오프를 지원함 [9]. 각각의 섹터들을 Soft Handoff Group (SHOG)에 할당하고 같은 SHOG에 있는 모든 섹터들은 같은 신호를 전송함으로써 그 신호에 대한 Over-the-air (OTA) 결합 이득을 제공한다.
- Single Frequency Network (SFN) Quick Paging 지원
- 역방향 전송
 - OFDMA 직교 전송, 준직교(Quasi-orthogonal) 전송 및 Layered Superposed (LS) 지원: 진보된 신호 처리 기술이나 안테나 기술을 사용하여 OFDM 신호의 같은 부반송파들에 한 명 이상의 사용자를 할당하더라도 분리가 가능케 한다. 이를 통한 섹터 Throughput의 증가를 이룰 수 있다 [10,11].
 - DFT-CDMA 지원 - 지연 시간에 민감한 간헐적이고 전송률이 낮은 트래픽과 제어 신호를 전송하기 위해 사용하는데 CDMA 신호에 의한 확산이 주파수 영역에서 이

루어 진다 [12].

- 역방향 OFDMA 트래픽 및 CMDA 트래픽에 대한 전력 제어 제공
- Rotational OFDM (R-OFDM) - 높은 부호율 하에서 OFDM 전송에 주파수 다이버시티효과를 제공하기 위한 기술이다 [13].
- Packet Data Control Assignment Block (PDCAB) - Forward Shared Control Channel (F-SCCH)의 편차가 큰 시스템에서 주파수의 효율적 사용을 위해 제어채널 (F-SCCH) 과 트래픽 채널간의 동적 자원 관리를 가능하게 하는 메세지이다 [14].



(그림 3)는 순방향 및 역방향의 Superframe 구조를 보여 준다. 역방향 전송에 있어 순방향 전송의 Preamble에 해당하는 부분의 전송이 필요치 않기 때문에 첫 번째 PHY Frame의 기간을 연장 시킴으로써 두 방향이 동일한 Superframe 기간을 갖는다. 하나의 PHY Frame은 8개의 OFDM 심볼로 구성되어 있으며, 25개의 PHY Frame들이 하나의 Superframe을 구성한다. Superframe Preamble은 다른 PHY Frame 들과 같이 8개의 OFDM 심볼들로 구성되어 있다. 마지막 3개의 심볼들은 시 분할 파일럿들로 단말의 시스템 초기 획득을 지원한다. 이에 더불어 마지막 2개의 파일럿들을 이용하여 Other Sector Interference Channel (OSICH) 채널이 전송된다. 단말은 OSICH 정보 수신 후 그를 전송 전력 레벨을 역방향 전송 파일럿 대비 정하는데 이용한다. 첫 5개의 OFDM 심볼들은 짝수 번째의 Superframe에서는 Primary 와 Secondary Broadcast Control Channel (F-PBCCH and F-SBCCH)을, 홀수 번째의 Superframe에서는 F-PBCCH와 Quick Paging Channel (F-QPCH)를 전송한다. F-PBCCH는 시스템 관련 정보를 (예를 들어, CP Duration, FFT Size, 보호

부반송파의 수), F-SBCCH는 차후에 오는 PHY Frame의 Demodulation에 필요한 정보 (예를 들어, 순방향 Hopping 형태, 파일럿 구조, 전송 안테나에 관한 정보)를 단말에 제공하는데 사용된다.

〈표 1〉은 UMB 순방향 OFDM 심볼 Numerology를 보여 준다. 보호 부반송파의 수를 조정하면서 1.25 MHz 보다 작은 주파수 폭부터 20 MHz 까지 다양한 주파수 폭을 지원할 수 있다. 4개의 Cyclic Prefix를 정의함으로써 채널 환경에 따른 OFDM의 동작을 고려하였다.

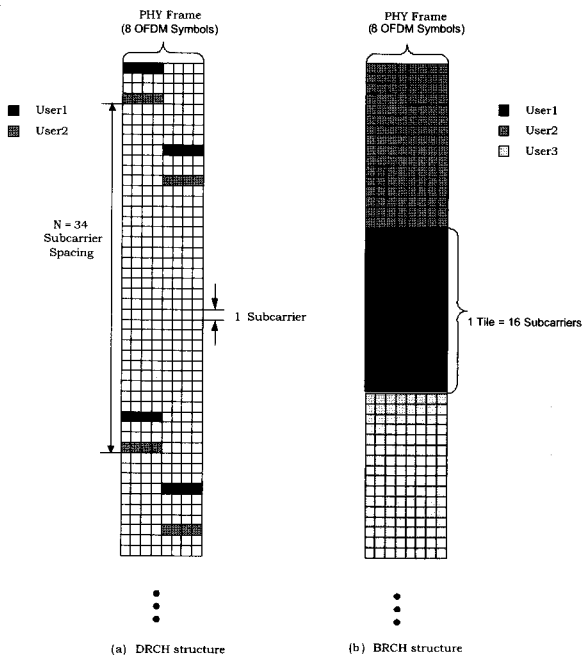
〈표 1〉 순방향 OFDM 심볼 Numerology

Parameter	FFT Size (N_{FFT})					Units
	128	256	512	1024	2048	
Chip Rate $1/T_{CHIP}$	1,2288	2,4576	4,9152	9,8304	19,6608	Mcps
Subcarrier Spacing $1/(T_{CHIP}N_{FFT})$	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	kHz
Bandwidth of Operation (B)	$B \leq 1.25$	$1.25 < B \leq 2.5$	$2.5 < B \leq 5$	$5 < B \leq 10$	$10 \leq B \leq 20$	MHz
Cyclic Prefix Duration TCP = $N_{CP}N_{FFT}T_{CHIP}/16$ $N_{CP} = 1, 2, 3, \text{ or } 4$	6.51, 13.02, 19.53, or 26.04	6.51, 13.02, 19.53, or 26.04	6.51, 13.02, 19.53, or 26.04	6.51, 13.02, 19.53, or 26.04	6.51, 13.02, 19.53, or 26.04	μs
Windowing Guard Interval $T_{WGI} = N_{FFT}T_{CHIP}/32$	3.26	3.26	3.26	3.26	3.26	μs
OFDM Symbol Duration $T_s = N_{FFT}T_{CHIP}(1 + N_{CP}/16 + 1/32)$ $N_{CP} = 1, 2, 3, \text{ or } 4$	113.93, 120.44, 126.95, or 133.46	113.93, 120.44, 126.95, or 133.46	113.93, 120.44, 126.95, or 133.46	113.93, 120.44, 126.95, or 133.46	113.93, 120.44, 126.95, or 133.46	μs

〈표 2〉에서는 1xEV-DO Rev. A와 UMB를 비교하고 있다. UMB는 1xEV-DO Rev. A에 비해 최대 스펙트럼 효율면에서 순방향은 6배, 역방향은 약 2.7배의 증가를 보여 주고 있는데, 이는 16 QAM 대신에 64 QAM을 사용하고 (순방향), 진보된 안테나 기술을 사용하는데 기인한다.

〈표 2〉 1xEV-DO Rev. A와 UMB의 비교

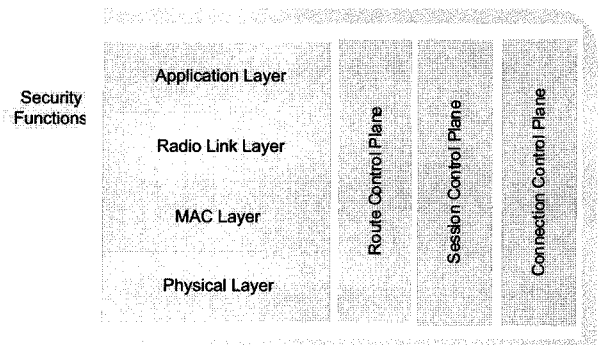
Feature	1xEV-DO Rev. A	UMB
Channel Bandwidth	1.25 MHz	< 1.25 to 20 MHz
FL Peak Data Rate	3.1 Mbps	288 Mbps
FL Peak Spectral Efficiency	2.4 bps/Hz	14.4 bps/Hz
RL Peak Data Rate	1.8 Mbps	75 Mbps
RL Peak Spectral Efficiency	1.4 bps/Hz	3.75 bps/Hz
Duplex Modes	FDD	FDD and Half-Duplex
MIMO Capable	N	Y
VoIP Capable	Y	Y
Broadcast / Multicast	Y	Y
IMS (MMD) Connectivity	Y	Y
Authentication	Y (PPP based)	Y (EAP based)



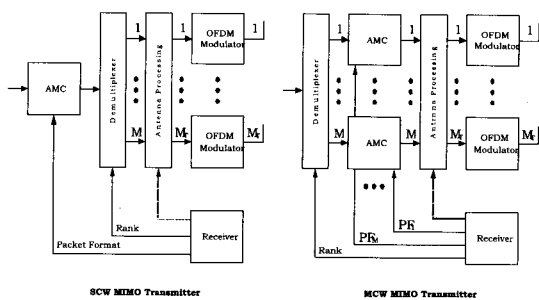
(그림 4) DRCH와 BRCH의 구조

2) WG2 기술 분과

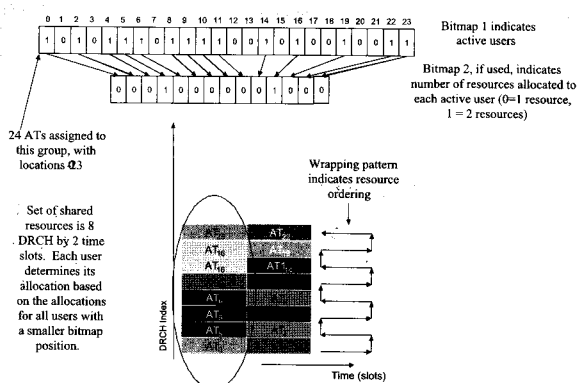
WG2는 상위 무선 프로토콜을 정의하고 이를 지원하기 위한 기능을 담당하는 작업 그룹으로써 MAC (Medium Access Control) Layer, Radio Link Layer/Security Layer, Application Layer등의 data plane과 Connection Control Layer, Session Control Layer등의 control plane에 대해 규정한다. (그림 7 참조)



(그림 7) Air Interface Layering Architecture



(그림 5) SCW 와 MCW 기반 일반적인 MIMO 구조



(그림 6) Bitmap을 이용한 VoIP 사용자들의 리소스 사용을 제어하는 예

WG2에서는 2006년 6월 일본 미야자키에서 열린 3GPP2 회의부터 UMB의 상위 계층 프로토콜의 진화 방향 및 구체적인 기술 논의가 본격적으로 시작되었다. 결정된 상위 계층 프로토콜의 진화 방향은 첫째로 과거 backward compatible 문제로 인해 제대로 개선하기 어려웠던 경험에 비추어 향후 진화시 문제가 없도록 유연하게 디자인하는 것이며, 둘째로 간소한 디자인을 통한 전체적인 overhead를 줄이는 것이었다. MAC Layer부분은 WG3와 함께 연동하여 2007년 2월에 Baseline 문서를 마무리하였다. 물리 계층과 마찬가지로 모든 TSC-C내의 상위 계층 관련 표준 문서들은 2007년 4월 v1.0로 승인되었고, 2007년 8월 v2.0로 다시 개정되었다.

(그림 7)에 있는 각각의 Layer들과 Plane들의 기능을 크게 정리해 보면

- MAC Layer: 물리 계층에서의 전송과 수신을 관리
- Radio Link Layer: IP 패킷들을 위한 패킷 필터 및 QoS 협상을 담당. 상위 Layer 패킷들을 나누거나 재 조합하고, 오류가 있을 경우 재 전송하고 중복된 패킷을 검출. 프로토콜 스택의 선택을 담당
- Application Layer: IP, Signaling, Robust Header

Compression (RoHC), Extensible Authentication Protocol (EAP) 및 Tunneling 같은 Application 지원

- Session Control Plane: Session 동안에 사용될 프로토콜들에 대한 협상 및 각 요소들에 대한 결정
- Route Control Plane: 하나의 단말과 다수의 기지국간의 상호 정보 교환을 제어
- Connection Control Plane: 각 각의 단말과 기지국간의 Air-link를 제어
 - Initialization 절차 및 Idle 과 Connected State에서의 동작 정의
 - 배터리 소모를 절약하는 방법: 3 Slot Cycle Page Monitoring 지원, Quick Page 지원 및 Semi-connected State 지원
 - Semi-connected State에서 단말은 송 수신단을 완전히 Turn-off 하지만 Active Set에 있는 Sector들이 할당된 MACID들을 가지고 있기 때문에 주기적으로 깨어 순방향 전송 여부를 점검. 단말은 Semi-connected State로 진입시, Active Set에 있는 모든 Sector들에 이를 통보
 - Fast Repage: 지연에 민감한 Application인 경우, 단말이 Page를 받지 못하면, 짧은 시간 후 다시 Page를 받기 위해 단말이 깨어남
 - Handoff 지원
 - 비동기 Network에서는 Access Probe를 이용하여 Handoff
 - 동기 Network에서는 Channel Quality Indicator Channel (CQICH) 전송을 통한 Handoff
- Security Functions: RLP Payolad의 암호화 및 Signaling Message의 Authentication 지원

3. 성능 분석

본 절에서는 UMB의 시스템 레벨 성능에 관하여 기술한다. <표 3>은 시스템 레벨 시뮬레이션에 사용되었던 Parameter 값들을 정리한 표이다. 대부분의 Parameter 값들에 대한 정의는 3GPP2 Evaluation Methodology Document (EMD)에 기술되어 있다 [23]. VoIP 시뮬레이션에 사용된 Source File은 [24]를 참조 바란다. 평균 Sector Throughput 결과는 10 MHz의 주파수 대역 과 순방향의 경우 5개의 안테나 조합, 역방향의 경우 2개의 안테나 조합에 대하여 보여준다. 기지

국 (Sector)에 4개의 전송 안테나, 단말에 4개의 수신 안테나 (4 x 4 안테나 조합) 구현시 UMB 시스템은 순방향 평균 21 Mbps (2.1 bps/Hz/Sector)의 Sector Throughput을 제공한다. 단말에 1개의 전송 안테나, 기지국에 4개의 수신 안테나 구현시 역방향 평균 13.9 Mbps (1.39 bps/Hz/Sector)의 Sector Throughput을 제공한다 (<표 4 참조>). 위의 결과에는 SCW MIMO를 가정하였고 모든 Overhead를 제외하였다. (<표 5>에서는 10 MHz의 주파수 대역, Vocoder는 Enhanced Variable Rate Coder (EVRC), 그리고 기지국 (Sector)에 2개의 수신 안테나를 가정했을 때, Sector 당 VoIP 사용자의 수가 500명 이상 임을 보여준다. 이 결과는 사용자들의 이동성, Handoff, 그리고 채널 추정오류 등을 다 고려한 것이다.

<표 3> 시스템 레벨 성능 분석에 사용된 Parameter 값

Parameter	Value
Network Topology	Hexagonal Grid, 19 Cells, 3 Sectors/Cell
Site-to-Site Distance	2.0 km
Carrier Frequency	2 GHz
Bandwidth	10 MHz
Horizontal Antenna Pattern	70 deg @ 3 dB bandwidth, 20 dBm maximum attenuation
Vertical Antenna Pattern	None
Propagation Model	SCM urban macro correlation model Modified urban HATA: PL [dB] = 28.6 + 35 log ₁₀ D (D in meter)
BT-MS Minimum Separation	35 m
BTS Antenna Height	32 m
AT Antenna Height	1.5 m
Log-normal Shadowing	8.9 dB
Site-to-Site Shadowing Correlation Coefficient	0.5
Thermal Noise Density	-174 dBm/Hz
MS Noise Figure	10 dB
BS Noise Figure	5 dB
Max BS Transmit Power	43 dBm/1.25 MHz (FL); 23 dBm (RL)
Scheduler	Proportional Fairness

		System Parameters	
Total Antenna Gain	Peak BS Antenna Gain with Cable Loss	15 dB	15-10-1 = 4 dB
	Penetration Loss	10 dB	
	MS Antenna Gain	-1 dB	
Admission Control		140 dB	
Traffic Model		VoIP Source File: C30-20060424-049 [24]	
Channel Profiles		pedB10	30%
		pedA3	30%
		vehA30	20%
		pedA120	10%
		Ricean Signal Path K=10, fd=1.5 Hz	10%
UMB Numerology			
FFT Size		1024	Points
Subcarrier Spacing		9.6	kHz

Guard Carriers	32	Subcarriers
Cyclic Prefix	6.51	μs
Windowing Duration	3.26	μs
OFDM Symbol Duration	113.93	μs
PHY Frame Duration	8	OFDM Symbols
HARQ Interlaces (FL/RL)	8	PHY Frames

〈표 4〉 순방향 및 역방향 평균 Sector Throughput

10 MHz, FDD Tx x Rx	FL (Mbps)	RL (Mbps)
1 x 2	11.9	8.1
1 x 4	15.2	13.9
2 x 2	12.7	
4 x 2	13.2	
4 x 4	21.0	

〈표 5〉 VoIP Capacity

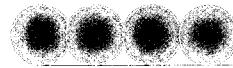
VoIP Users per Sector 10 MHz, FDD, EVRC, Dual Rx eBS 500 +
--

III. 결 론

본고에서는 3GPP2 TSG-C 내에서 2007년 8월 표준화 작업이 마무리된 Ultra Mobile Broadband (UMB) 기술의 개요 및 표준화 과정에 대해 살펴 보았다. UMB는 기본적으로 순방향 전송은 OFDM을, 역방향 전송에는 OFDMA 및 CDMA의 조합을 채택하고 있으며 순방향 최대 전송률 288 Mbps, 역방향 최대 전송률 75 Mbps를 지원한다. 또한, 양방향에 대한 평균 Network 지연 시간은 약 16.8 ms을 지원하며, 하위 호환성은 지원하지 않는다. 2007년 11월 현재, UMB의 중요 요소 기술들을 포함하는 링크 레벨 및 시스템 레벨 성능에 대한 검증작업 진행되고 있으며, 일정대로 진행될 경우 2008년 1월까지 검증작업이 마무리될 예정이다. UMB는 3세대 (3G)와 사세대 (4G) 사이의 과도기적 성격을 지니며, 실제적인 개발 및 전개는 2009년 상반기를 목표로 하고 있다. 이는 현재 표준화가 진행 중인 3GPP의 LTE 기술 개발보다 앞선다. 이동 통신 표준화 관점에서 보면, 기술적으로 3G와 4G 간의 차이가 확연하지 않고 주도적으로 세계 표준을 리드하는 기구가 없는 상황에서, UMB에서 논의되거나 채택될 기술들은 향후 4G 시스템 개발에 있어서도 중요한 재료가 될 것으로 사료된다. UMB에 관한 보다 많은 자료에 관심이 있는 독자들은 [15 - 20]을 참조하기 바란다.

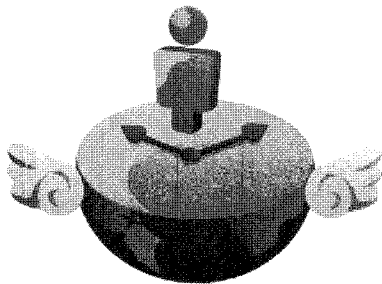
감사의 글

본고의 저자들은 LG 북미 연구소 표준화 그룹의 Dr. Li-Hsiang Sun, Dr. Shu Wang, 그리고 LG 이통 기술 연구소 4G 표준화 그룹의 이 석우 책임에게 UMB 표준 개발시 그들의 헌신적인 노력에 감사드리고, 아울러 시스템 레벨의 성능을 제공해준 Qualcomm의 Dr. Tingfang Ji 와 Dr. Naga Bhushan에게도 진심의 감사의 말을 드린다.



- [1] C00-20070108-020 CDG Ultra Mobile Broadband, January 2007.
- [2] C30-20060731-040, "Joint Proposal for 3GPP2 Physical Layer for FDD Spectra", July 2006.
- [3] C00-20070827-108_C.P0084 v2.0, "Physical Layer for Ultra Mobile Broadband (UMB) Air Interface Specification", August 2007.
- [4] C00-20070827-113_C.P0084 v2.0, "Upper Layers for Ultra Mobile Broadband (UMB) Air Interface", August 2007.
- [5] cdma2000 Enhanced Packet Data Air Interface System (EPDAI) - System Requirements Document, June 2006.
- [6] C30-20070108-037R1, "Harmonized Proposal on LBC MIMO", January 2007.
- [7] C30-20070205-003, "LDPC Coding Proposal for LBC", February 2007.
- [8] C30-20061030-052, "Group Resource Allocation Components Proposal", October 2006.
- [9] C30-20060327-020, "Air Interface Evolution Framework Proposal", Huawei, RITT, and ZTE, March 2006.
- [10] C30-20060731-016, "Iterative Soft Interference Cancellation (ISIC) for LS-OFDMA: Concept and Simulation Results", July 2006.
- [11] C30-20060327-023, "QUALCOMM Proposal for 3GPP2 Air Interface Evolution Phase 2", March 2006.
- [12] C30-20060116-026, "LNS Proposal for Air Interface

- Evolution Phase 2”, Lucent, Nortel, and Samsung, January 2006.
- [13] C30-20060327-014, “Overview of Rotational OFDM Transmission Technology”, KDDI, March 2006.
 - [14] C30-20060731-029, “Forward Packet Data Control Assignment Channel”, LGE, July 2006.
 - [15] Qualcomm, “UMB Technology Overview and Roadmap”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [16] Alcatel-Lucent, “UMB and Next Generation Services”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [17] Hitachi, “UMB Application and Service”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [18] Huawei, “UMB Performance and Huawei Evolution Strategy”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [19] LGE, “Mobile Broadband Devices and UMB”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [20] Motorola, “End User Services: On the Road to Ultra Mobile Broadband”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [21] Nortel, “UMB Deployment Option”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [22] ZTE, “Ultra Mobile Broadband: New Access Technology for NGMN”, CTIA, CDG, Mar 27, 2007.
 - [23] C.R1002-0 v1.0, “cdma2000 Evaluation Methodology”, January 2005.
 - [24] C30-20060424-049, “VoIP Model for Evaluation Methodology of Phase II Proposals”, April 2007.



약 력



김 상 국

Engineer

관심분야: 차세대 이동 통신 기술 연구 및 표준화

1987년 성균관대학교 공학 학사
 1989년 성균관대학교 공학 석사
 1993년 미국 George Washington (GW) 대학교 공학 석사
 1995년 ~ 2000년 미국 George Washington (GW) 대학교 강의 및 연구 조교
 2000년 미국 George Washington (GW)대학교 공학 박사
 2000년 Hughes Network Systems Senior Member of Technical Staffs (SMTS)
 2002년 ~ 현재 LG 전자 북미 연구소 Senior Technical Staff



권 순 일

스팀 성능 분석법

1992년 연세대학교 공학 학사
 1994년 연세대학교 공학 석사
 1999년 연세대학교 공학 박사
 1999년 ~ 2005년 LG 전자 중앙 연구소 선임/책임연구원
 2005년 ~ 현재 LG 전자 북미 연구소 북미 표준 담당 책임 연구원, 3GPP2 TSG-C 성능 분석 그룹 의장
 2007년 ~ 현재 3GPP2 TSG-C 총회 부의장 및 차세대 기술 개발 그룹 부의장
 관심분야: CDMA, OFDMA 기반 국제 무선 통신 표준 및 통신 시스템 성능 분석법



이 병 관

Yon Sei Univ., B.S. E.E.
 U. of Michigan, M.S.E, E.E.
 George Washington U., Dr. Sc.
 Senior Executive Vice President of LG Electronics, has over thirty two years of experience in research and development of space systems and communication systems. He is heading the North America R&D Mobile Communication Lab in San Diego and has been working on third and fourth Generation Wireless Communication systems. He had served as a TSG-C chair of the 3GPP2 for two terms, developing cdma 2000 air interface specifications and served as a co-chair of the Working Group 5 of the 3GPP2 TSG-C, developing 1xEV/DV wireless standards. Under his leadership, TSG-C published three important air-interface standards, cdma2000 Rev. D, High Rate Packet Data (HRPD) Rev. A, and Rev B. He was in charge of small satellite system engineering for distributed low earth orbiting telecommunication and remote sensing applications at Orbital and CTA as a Chief Engineer. He was responsible for the company IR&D (Internal Research and Development) management and technology assessment at the Fairchild Space Company and developed the Brilliant Pebble's life jacket (spacecraft bus) system of the SDIO program, which is currently rekindled as Missile Defense System. He has been an only industrial participant of the CCSDS (Consultative Committee of Space Data System) 1A (Coding) and 1B (Modulation) panels since 1986, developing international space communication standards. He taught at the George Washington University graduate courses - Data Communication Network, Error Control Coding, Information Theory and Communication Theory. His current interests are wireless and space communication systems, iterative decoding, and space system engineering. He holds eight U.S. patents and five international patents in the areas of iterative decoding and handoff schemes of the cellular based system