

와이브로 서비스와 모바일 와이맥스 표준화 동향

삼성전자 ■ 주판유 · 손중제 · 이현우

1. 서론

광대역 무선접속(BWA: broadband wireless access)방식의 이동성을 지향하는 TTA PG302(project group 302)는 2003년 8월을 시작으로 단말 이동성을 제공하는 광대역 무선 접속 서비스의 표준화 작업을 진행하였으며, 기존의 음성 중심의 이동통신 시스템과는 다른 데이터 패킷 중심의 차세대 이동통신 시스템/서비스의 표준으로 발전하였다. IEEE 802.16OFDMA 기술을 바탕으로 하는 광대역 무선통신 시스템은 차세대 통신 기술인 IMT-Advanced 이동통신 기술로 발전할 것으로 기대되고 있다.

본고는 이와 같이 국내에서 작업이 진행된 광대역 무선 접속 서비스에 대한 최근 현황을 살펴보고, 국제 표준인 IEEE 802.16 Working Group과 WiMAX forum 간의 상관관계를 살펴보고자 한다.

TTA PG302는 2004년 12월 Phase 1 규격을 개정하여 출간하였으며, 2004년 1분기에 Phase 2 규격에 포함될 기술을 선정하였다. 이로서 2005년 6월에 규격을 완료하는 것을 목표로 하는 phase 2표준화 작업은 진행되고 있다. 또한, WiBro 서비스를 제공한 시스템/단말기의 조기 상용화를 위해서 TTA에서 IOT-CT-TF (InterOperability Test-Conformance Test Task Force)를 구성하여, IOT 프로파일 및 test 규격을 작성하고 있다.

최근 IMT-2000/Advanced을 다루는 ITU-R WP8F에서는 WiBro서비스를 위한 mobile-WiMAX를 IP-OFDMA라는 이름으로 6번째 IMT-2000기술로 검토하고 있으며, 아직은 승인되는데 시간이 필요하지만, IP-OFDMA가 6번째 IMT-2000기술로서 인정받게 된다면 국가간 로밍 이슈를 쉽게 해결할 수 있다.

2. TTA PG302 Phase1 무선 접속 규격 작업 개요

기본적으로 TTA PG302 Phase1의 범위는 10Mhz의 대역에서 TDD 방식의 1024 FFT를 기반으로 하는OFDMA 무선접속 방식에 대한 규격이다. 이는 다음 표와 같은 기본 OFDMA 시스템 변수로서 표현할 수 있다.

표 1 기본 OFDMA 시스템 변수

변수	변수값
Nominal channel Bandwidth	8.75 MHz
샘플링 주파수(F_s)	10 MHz
샘플링 간격($1/F_s$)	100 nsec
FFT 크기(N_{FFT})	1024
사용된 부반송파 개수	864
데이터 부반송파 개수	768
파일럿 부반송파 개수	96
부반송파 주파수 간격	9.765625 KHz
유효 심볼 시간($T_b = 1/\Delta f$)	102.4 μ s
CP 시간($T_g = T_b/8$)	12.8 μ s
OFDMA 심볼 시간($T_s = T_b + T_g$)	115.2 μ s
TDD 프레임 길이	5 ms

TDD OFDMA 시스템은 상향링크와 하향링크 전송시간으로 구분된다. 하향링크 전송은 다음 그림에서처럼 한 개의 프리앰블 심볼, FCH 및 DL-MAP, 데이터 심볼 순서로 시작된다. 상향링크는 제어심볼 전송부터 시작된다. 상하향 전송시간을 구분하기 위한 보호시간인 TTG 및 RTG는 프레임 중간과 마지막에서 하향링크(DL) 및 상향링크(UL) 사이에 삽입된다. 표 2는 주요 프레임 변수를 보여준다.

3. TTA PG302 Phase2 무선 접속 규격 작업 개요

Phase 2 규격 작업은 Phase 1규격의 Enhancement 작업이라고 할 수 있다. 기본적인 시스템 파라미터는 유지된 채로 Coverage를 늘리고 용량을 증대시키기 위한 AAS(advanced Antenna System)으로서 MIMO기술을 추가한 것이다. 우선 MIMO 관련 현황을 다음과 같은 표로 간략하게 설명할 수 있다.

MIMO 기술은 크게 Open loop 와 closed loop방법으로 구분되며, 각각 안테나 개수에 따라서 open loop MIMO의 경우matrix A, B, C를 정의할 수 있다.

Closed-loop MIMO기술의 경우 antenna grouping과 codebook precoding 방식으로 구분된다.

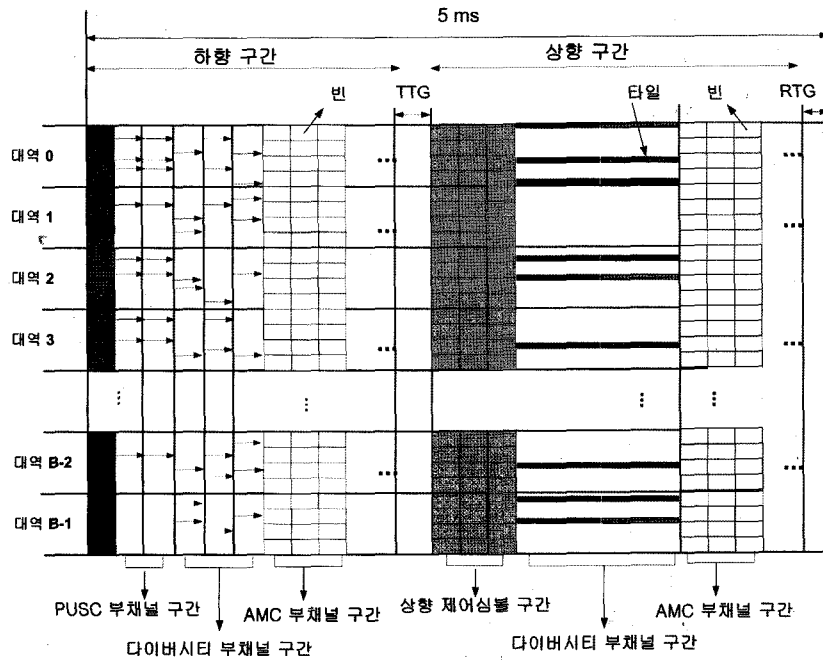


그림 1 프레임 구조

MIMO 알고리즘을 적용하여 높은 수준의 셀 용량 개선 효과를 얻을 수 있다. 2개의 안테나를 이용 TX SISO 대비 셀 용량 개선 효과가 크며, 4개 안테나 이용 시 추가적인 beamforming 이득 발생한다. 단말당 최대 전송 속도는 안테나 숫자에 비례하여 증가 하며, Adaptive Rate Control를 통해 이론적 채널 용량에 근접한다. 단일 사용자 환경(SU)에서는 Rate control(Horizontal encoding)방식을 적용하고, 다중 사용자 환경 (MU): SDMA(separate user for each layer)방식을 적용

할 수 있다.

또한, MIMO를 적용함에 따른 다양한 SNR 영역, Mobility 환경에서 성능 개선 효과가 유발되며, Low SNR 영역에서는 높은 수준의 QoS를 만족(Improved Reliability)하고, High SNR 영역에서는 높은 수준의 전송 속도를 만족(Improved Spectral Efficiency)시킨다. 낮은 속도(~10km/h 이하)의 단말에는 Closed loop(Precoding) MIMO를 적용하고, 높은 속도(10 km/h 이상)의 단말에는 Open loop를 적용한다.

표 2 MIMO 기술 분류 표

DL (No. BS Antennas)		2 Tx	3 Tx	4 Tx	Comments
Open-loop	TD(A)	✓ Alamouti	✓ FDFR w/ permutation	✓ Alamouti w/ permutation	Spatial rate(N_s) = 1 Permutation is subcarrier-based
	Hybrid(B)	✓ FDFR	✓ FDFR w/ permutation	✓ Double-Alamouti w/ permutation	$N_s = 2$ (VE or HE) Rate control possible for single user(HE) or SDMA users
	SM(C)	✓	✓	✓	$N_s = N_t$ (VE or HE) Rate control possible for single user(HE) or SDMA users
Closed-loop	Antenna grouping/ selection	✓ AS for rate 1	✓ AS for rate 1,2 AS for rate 1,2	✓ AS for rate 1,2 AS for rate 1,2,3	Grouping/Selection index feedback Rate control possible for single user(HE) or SDMA users
	CodebookP precoding	✓ rate 1,2	✓ rate 1,2,3	✓ rate 1,2,3,4	Feedback of Beamforming vector/matrix index, 3 and 6 bit codewords defined, Rate control possible for single user(HE) or SDMA users. Rate 1 precoding = AAS

MIMO 알고리즘을 도입하여 높은 수준의 시스템 신뢰도 제공하고, 추가적인 Calibration 필요 없다. 또한 MAP 정의시의 복잡도를 낮출 수 있으며, 단순한 스케줄러로 지원 가능하고, cell planning이 단순해진다.

4. TTA PG302 IOT-CT-Test 규격 작업 개요

상호호환성관련 규격작업은 2004년 말부터 논의가 시작되어 IOT-CT Task Force로 PG302산하에 구성되었다. 본 TF의 작업 범위는 TTA 규격을 만족하는 시스템/단말 장비에 대해서 서로 다른 vendor간 호환성을 보장하기 위한 항목을 선정하여 IOT Profile을 구성한다. 또한 각 항목에 대한 test 규격을 conformance test 규격으로 작성하게 된다.

이러한 작업은 우선적으로 IOT Profile 작업을 2006년 1/4분기에 완료하는 것으로 목표로 하고, 대부분의 작업은 완료되었다. Test 관련 규격은 2006년 4/4분기에 완료하는 것으로 목표로 작업 중이다.

5. IEEE 802.16 동향

2005년 12월 IEEE SA(standard association)은 IEEE 802.16e-2005와 IEEE 802.16-2004/cor1을 approve하였다. 이로서 Mobile WiMAX를 위한 표준화 작업은 완료되었고, 이를 바탕으로 와이맥스 포럼에서 상용화를 위한 profile작업을 진행하여 왔으며, 국내에는 이미 상용화를 시작하였으며, 최근 안정화와 더 많은 지역으로의 서비스 확산에 주력하고 있으며, 미국에서는 2007년 말 상용화를 위해서 삼성, 모토로라, 인텔이

스프린트와 분주한 작업을 진행하고 있다.

최근에 2006년 12월, IEEE 802.16 WG(working group)은 IEEE 802.16m 프로젝트를 IEEE-SA Standard Board로부터 승인 받았으며, 이 프로젝트를 담당할 그룹인 TGm(task group m)을 WG 산하에 구성하였다. 16m 프로젝트의 작업 범위는 기존 802.16 표준 기반의 장비와 상호 호환성을 유지하면서 ITU-R에서 정의될 IMT-Advanced의 시스템 요구사항을 만족시키는 802.16m 표준 규격 개발을 목표로 한다. 현재 상용 서비스중인 국내의 WiBro 시스템과 '07년 말 해외 상용 서비스 준비중인 WiMAX 시스템은 802.16 표준 규격을 기반으로 개발되었다. 결과적으로, 802.16m 표준 규격을 개발함으로써 WiBro와 WiMAX 시스템을 자연스럽게 IMT-Advanced 시스템으로 진화시키는 로드맵(roadmap)을 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다.

6. IEEE 802.16 TGm 표준화 동향

2007년 3월 미국 올랜도에서 열린 802.16 TGm 회의에서는 시스템 요구사항 문서의 초안을 합의하였다[6]. 요구사항 문서에서는 802.16m 표준의 일반적 요구사항, 기능 요구사항, 성능 요구사항, 시스템 설치관련 요구사항, 운용 시나리오 등을 정의한다. 그러나, 3월 회의 기간 중 이 모든 요구사항에 대한 합의에 이르지 못하는 못하였으며 3월 회의에서 합의되지 못한 나머지 요구사항들은 차기 회의에서 결정될 예정이다. 참고로 요구사항 문서 초안[6]에서 잠정적으로 합의된 사항들을 표 3에 요약하여 나열하였다. 이외에 요구

표 3 802.16m 요구사항 요약(잠정 합의안)[4]

요구사항	규정
Operating Bandwidth	5MHz~20MHz의 scalable bandwidth 지원, 서비스 운용자와 ITU 요구사항에 따라 다른 대역폭도 고려함.
Duplex	Full-duplex FDD, Half-duplex FDD, TDD
Antenna Technique	MIMO와 Beam-forming 기술 지원
Peak data rate	하향링크: > 6.5 bps/Hz, 상향링크: > 2.8 bps/Hz
Data latency	하향링크: max 10ms, 상향링크: max 10ms
State transition latency	Idle state to Active State: max 100ms
Handover Interruption	Intra-frequency: max 50ms, Inter-frequency: max 150ms
User throughput	하향링크: 802.16e 대비 2배 이상, 상향링크: 802.16e 대비 2배 이상
Sector Throughput	하향링크: 802.16e 대비 2배 이상(bps/Hz/sector) 상향링크: 802.16e 대비 1.5배 이상(bps/Hz/sector)
VoIP Capacity	상대수치: 802.16e 대비 1.5배 이상(active users/MHz/sector) 절대수치(FDD): > 60(active users/MHz/sector)
Mobility	0-15km/h(최적화된 성능), 15-120km/h(미세한 성능 저하), 120-350km/h(통신 채널 유지)
MBS Spectral Efficiency	Inter-BS distance 0.5km: min spectral efficiency 4bps/Hz Inter-BS distance 1.5km: min spectral efficiency 2bps/Hz

사항 문서 초안[6]에서는 위치 정보 서비스(location based service), 다중홉 릴레이 기술(multi-hop relay), 타 무선접속 시스템과의 연동 등을 요구 조건으로 규정하고 있다. 차기 802.16 TGm 회의는 5월 7일부터 10일까지 미국 포틀랜드에서 열릴 계획이다. 이번 5월 회의에서는 현재까지 합의되지 못한 요구사항 항목들을 결정하고 이를 취합하여 시스템 요구사항 문서를 확정할 계획이다.

한편, 3월 회의에서는 시스템 및 개별 기술의 성능 평가 항목과 방법에 대한 제안이 발표되었다. 5월 회의에서는 기고된 각 제안들을 기반으로 성능 평가 문서를 확정할 예정이다. 현재까지의 계획에 따르면, 5월 회의의 다음 회의인 7월 회의부터는 802.16m 표준의 기술 제안을 기고 받을 예정이다. 그러므로, 5월 회의에서는 향후 기술 기고의 구체적인 방법 및 기고 내용의 세부적 범위, 그리고 향후 기술 선정 절차에 대해 상세한 논의가 있을 것으로 예상된다.

5. 결론

지금까지 본고는 TTA PG302에서 진행된 Phase 1/2 및 IOT-CT 표준화 작업에 대한 개요를 설명하였다. 이는 향후 WiMAX와 같이 Broadband Wireless Access의 IOT를 위한 논의에서 Mobile profile의 기본 자료로서 활용될 수 있을 것이다. 또한 ITU-R WP8F의 6번째 IMT-2000기술로써 와이브로와 와이맥스가 인정될 경우 향후 IMT-Advanced 기술을 한발 더 가까이 선점하는 효과도 예상 할 수 있겠다.

또한 2006년 11월에 IEEE 802.16m Task Group에서 새로운 표준작업을 승인 받았으며, 이 Task Group의 목표는 IEEE 802.16e/cor1과 WiMAX Release1 Wave1/Wave2 profile을 만족하는 장비와 호환성을 유지하면서 IMT-Advanced 요구사항을 만족하는 것으로 한다. 이 새로운 표준화 Task는 2009년 3Q에 표준화를 완료하는 것을 목표로 한다.

이로서 IEEE 802.16/와이맥스 포럼/TTA PG302는 지금까지 빠른 표준화와 상용화를 위해서 2003년부터 지금까지 달려왔으며, 향후에는 현 표준의 상용화와 향후 IMT-Advanced 표준 규격 작성을 위해서 작업을 진행할 예정이다. 이는 기존에 vision문서로 존재해왔던 IMT-Advanced 서비스를 위한 기술 표준 작업이 본격화 될 것으로 보이며, IEEE 802.16과 와이맥스 포럼 진영도 이를 위한 경쟁을 본격화하게 될 것이라고 예측된다.

참고문헌

[1] IEEE Std 802.16-2004, IEEE Standard for Local and

metropolitan area networks-Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems.

- [2] IEEE P802.16e-2005, Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands.
- [3] IEEE P802.16-2004/Cor1-2005, Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks-Corrigendum to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems.
- [4] TTA PG302 무선접속실무반 회의록.
- [5] TTA PG302 IOT-CT TF 회의록.
- [6] IEEE 802.16m-07/002r1, "Draft IEEE 802.16m Requirements", IEEE 802.16 TGm, Mar 15, 2007.



주 판 유

1988년~1992년 연세대학교 전자공학과 학사
1992년~1994년 연세대학교 전자공학과 석사
1994년~1998년 연세대학교 전자공학과 박사
1998년~2001년 ETRI 무선방송연구소
2001년~현재 삼성전자 TN 총괄 표준연구팀
관심 분야 : Mobile Communication, Broadband Wireless Access(IEEE 802.16/WiMAX forum)
E-mail : panyuh@samsung.com



손 중 제

1990년~1994년 고려대학교 수학과 학사
1994년~1996년 고려대학교 수학과 석사
1996년~1998년 고려대학교 수학과 박사
1998년~현재 삼성전자 TN 총괄 표준연구팀
관심 분야 : Mobile Broadband Wireless Access (IEEE 802.16)
E-mail : jungje.son@samsung.com



이 현 우

1981년~1985년 서울대학교 제어계측공학과 학사
1986년~1989년 서강대학교 경영대학원 석사
1991년~1994년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
1994년~2003년 한국과학기술원 전자전산학과 박사
1984년~현재 삼성전자 TN 총괄 표준연구팀

2001~2003 3GPP TSG-RAN WG1 부의장
2004 WWRF WG4 부의장
2005~현재 3GPP TSG-RAN 부의장
관심 분야 : Mobile Communication, 3G 및 4G 표준화 (3GPP, 3GPP2, IEEE)
E-mail : woojaa@samsung.com