

# WiBro/WiMAX 진화를 위한 IEEE 802.16 표준화 동향

조재원, 최호규 | 삼성전자 통신연구소 표준연구팀

## 1. 서론

지난 2006년 12월, IEEE 802.16 WG(working group)은 802.16 표준의 차기 버전으로 P802.16m 프로젝트를 IEEE-SA Standard Board로부터 승인받았으며, 이 프로젝트를 담당할 그룹인 TGm(task group m)을 802.16 WG 산하에 구성하였다. P802.16m 프로젝트는 기존 802.16 표준 기반의 단말 및 기지국 장비와 상호호환성을 유지하면서 ITU-R에서 정의될 IMT-Advanced의 시스템 요구사항을 만족시키는 802.16m 표준 규격 개발을 목표로 하고 있다. 현재 상용 서비스 중인 국내의 WiBro 시스템과 '07년 말 해외 상용서비스를 준비 중인 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.

본 고에서는 802.16m 표준에서 현재까지 합의된 기술적 범위와 주요 특징, 그리고 요구사항 등을 기술함으로써 IEEE 802.16m 표준의 현재 동향을 소개하고자 한다. 본 내용은 향후 802.16 TGm 표준 활동에 따라 계속적으로 수정보완될 것이다.

## 2. IEEE 802.16 TGm 표준화

### 2.1 ITU-R IMT-Advanced 시스템의 전망

ITU-R에서는 계속적으로 증가하는 고속 무선통신 서비스의 요구를 충족시키기 위해 IMT-2000 시스템의 향후 진화를 위한 새로운 IMT-Advanced 시스템(System beyond IMT-2000)의 규정을 승인하였다.

IMT-Advanced 시스템의 예상되는 특징은 기존 IMT-2000 시스템의 기능과 성능을 포함하면서 새로운 기술들을 수용하여 기존의 성능을 보다 향상시킨다는 점이다 [1]. 이 같은 특징을 그림 1에 도시하였다.

IMT-Advanced 시스템의 무선접속 규격이 제공하는 데이터 전송률의 범위는 상당히 넓을 것으로 예상된다. 고속의 이동성 환경에서는 최대 100Mbps(bits per second), 그리고 정지상태 또는 제한된 이동성을 갖는 환경의 사용자를 대상으로 하는 서비스 영역에서는 최대 1Gbps를 목표로 한다. 각 사용자에게 제공되는 전송률은 동시 사용자 수, 트래픽 특성, 서비스 파라미터, 망 설치/운용 시나리오, 스펙트럼의 가용성, 전자파 전파환경 등과 같이 다양한 요인들에 의해 변화될 것이다.

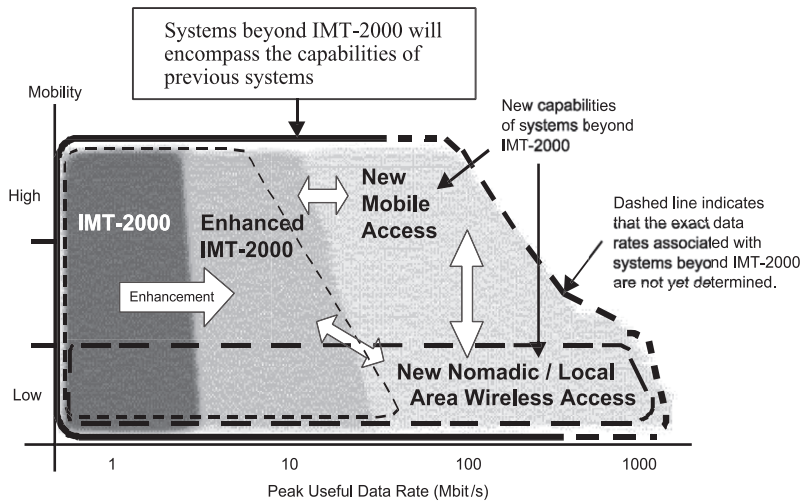


그림 1. IMT-Advanced 시스템과 IMT-2000 시스템의 Capability [1]

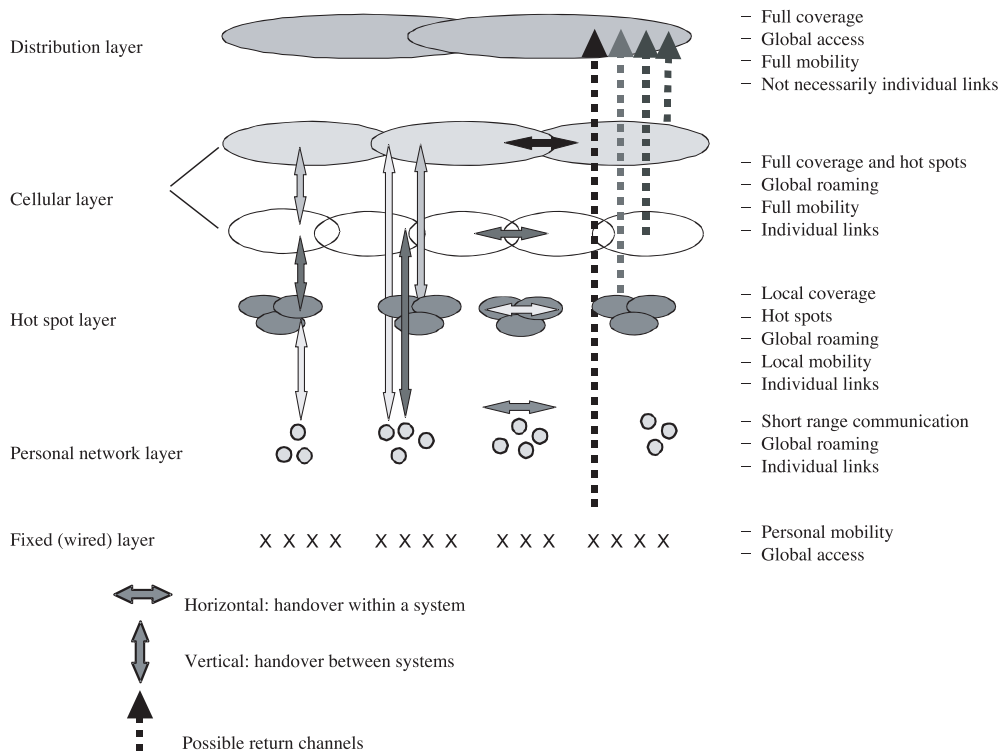


그림 2. 무선접속 시스템의 계층적 구조 [1]

사용자 환경에 따른 다양한 서비스 요구사항을 부합시키기 위해 각 사용자/시스템 환경에 최적화된 무선접속 시스템들이 존재하게 될 것이다. 예로서 시스템 전송

률을 극대화시키기 위해서는 사용자의 이동성을 고려한 최적화된 규격이 요구되며, 결과적으로 규격에서는 어떤 이동성을 주 대상으로 하느냐에 따라 셀 크기, 사

용 대역폭, 그리고 각종 시스템 제어기법 등이 달라지게 된다. 이와 같은 이유로, 각 무선접속 시스템들의 관계는 그림 2에서 보인 바와 같이 계층적 형태로 구성할 수 있다 [1]. 서로 다른 계층/영역에서 보완적 관계를 갖는 무선접속 시스템들의 상호 연동은 수직적 핸드오버(vertical handover) 등으로 실현될 수 있다. 그림 2의 계층구조에서 고속의 이동성 제공을 목표로 하는 IMT-Advanced 시스템의 무선접속 방식은 Cellular layer, 고정 또는 제한된 이동성 제공을 목표로 하는 IMT-Advanced 시스템의 무선접속 방식은 Hot spot layer에 해당될 것이다.

현재까지 계획된 IMT-Advanced 주요 표준 일정은 2007년에 주파수 분배를 확정하고, 2008년부터 기술 제안을 받고, 2009~2010년에 표준을 완료하는 것이다. 2010년 이후부터 IMT-Advanced 시스템의 설치가 시작되어, 2012년 경에는 상용 서비스가 가능할 것으로 예상하고 있다.

## 2.2 IEEE 802.16 TGm 표준화 일정

앞서 설명하였듯이, IEEE 802.16 표준 기반의 IMT-Advanced 시스템 규격 개발을 목적으로 P802.16m 프로젝트가 2006년 12월에 시작되었고, 이 프로젝트를 위한 TGm이 결성되어 2007년 1월에 첫번째 TGm 회의가 열렸다. P802.16m 프로젝트의 기술적 범위와 종료 일정 등을 규정하는 PAR(Project Authorization Request)의 주요 내용은 아래와 같다 [2].

- 프로젝트 종료일정(Submittal to RevCom): 2009년 11월
- 프로젝트 범위:
  - IEEE 802.16 OFDMA 표준을 추가 보완하는 Amendment 표준
  - IMT-Advanced 시스템의 셀룰라 계층(Cellular layer) 요구조건 충족
  - 기존 802.16 OFDMA 표준 규격(IEEE Std 802.16-2004, IEEE Std 802.16-2004/Cor1-2005, IEEE Std 802.16e-2005, 2008년 초 완료 예정인 P802.16-2004/Cor2 표준 규격) 기반의 단말 및 기지국 장비와 호환성 제공

- 성능 목표: 고속 이동성 환경에서 100 Mbit/s
- 사용 주파수 대역: 6GHz 보다 낮은 면허 대역(licensed band)
- 셀 타입: 마이크로 셀(Micro cell), 매크로 셀(Macro cell)

이같이 규정된 PAR의 내용은 향후 802.16m 표준을 개발하는데 있어서, 가장 우선시되는 가이드라인(guide-line)이 된다.

향후 IEEE 802 표준 단체 내에서는 다수의 WG이 각 WG별로 IMT-Advanced 시스템의 후보 표준을 제안할 것으로 예상된다. 이 후보 표준들 중에서, 802.16m 표준은 IMT-Advanced 시스템의 셀룰라 계층을 주 대상으로 한다는 점과, 기존 802.16 OFDMA 기반의 장비와 호환성을 제공한다는 점에서 다른 후보 표준들과 차별성을 가질 것이다. 참고로 정지 환경에서의 1Gbps 전송속도는 IEEE 802 내 타 WG과의 조율을 위해 P802.16m PAR에 명시되지 않았으나 802.16m 그룹 내에서 관련 논의는 지속되고 있다.

지난 2007년 1월 영국 런던에서 열린 802.16 TGm 회의에서는 향후 802.16m 표준의 개발 일정을 잠정적으로 합의하였다 [3]. 합의 결과로서, TGm에서는 P802.16m 프로젝트의 표준 프로세스 일환으로 총 4개의 공식 문서를 개발할 계획이다.

- ① 시스템 요구사항 및 시스템 구축 시나리오 문서 (Usage Models/Deployment Scenarios & System Requirements Document)
- ② 시스템 및 개별 기술의 성능 평가 방법론 문서 (Evaluation Methodology Document)
- ③ 802.16m 표준 규격 (P802.16m amendment)
- ④ 802.16m 기반의 IMT-Advanced 시스템 표준 제안서(802.16 IMT-Advanced Proposal)

그림 3은 위 문서들의 개발 추진 일정과 802.16m 표준의 예상 일정을 나타낸 것이다[3]. 2007년 3월 현재 계획에 따르면 2007년 5월까지 시스템 요구사항 문서와 성능 평가 문서를 완료하고 2007년 7월부터 2008년 1월까지 기술 제안을 받아 각 기술을 평가/선정할 계획이다. 또한 2008년 3월 802.16m 표준 초안을 작성한 후 Working Group Ballot을 시작과 동시에 IMT-

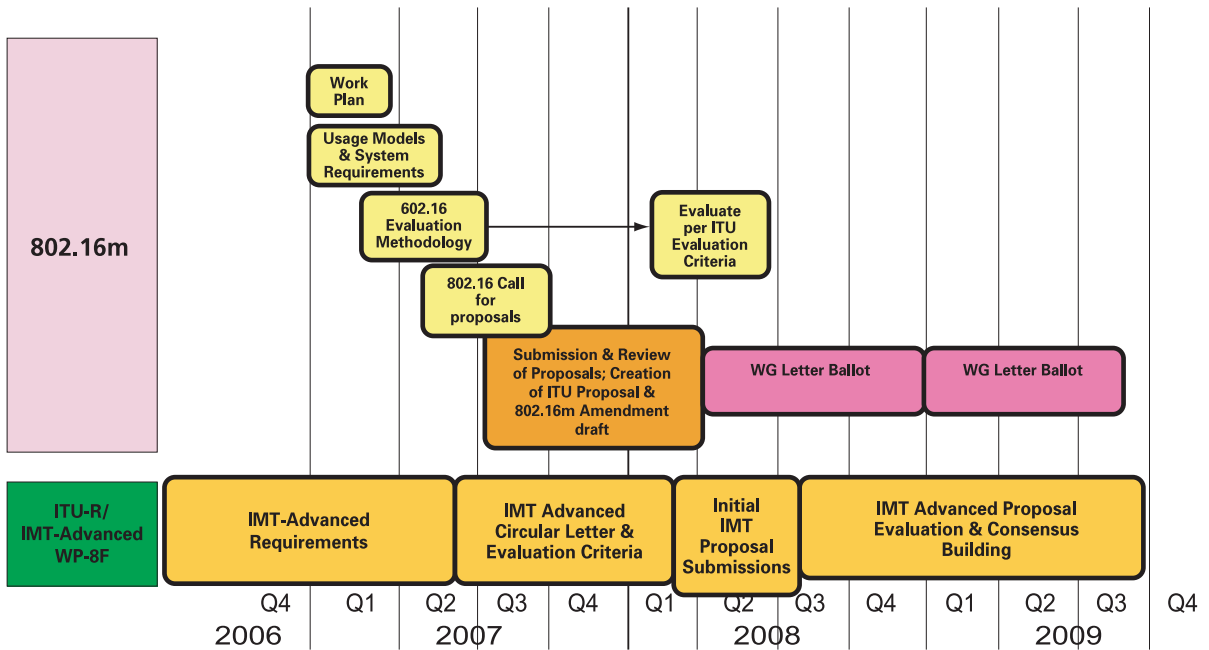


그림 3. IEEE 802.16 TGm의 예상 표준 일정 [3]

Advanced 시스템의 제안서를 만들어 ITU-R로 기고할 예정이다. 이후 2009년 1월부터 Sponsor Group Ballot을 시작하여, 2009년 11월에 802.16m의 최종 표준안을 IEEE-SA RevCom(Review Committee)에 제출하여 프로젝트를 완료할 계획이다. 단, 이와 같은 TGm의 표준 일정은 향후 TGm의 표준 진행 상황과 ITU-R의 IMT-Advanced 개발 일정에 따라 변경될 수 있다.

### 2.3 IEEE 802.16 TGm 표준화 동향

2007년 3월 미국 올랜도에서 열린 802.16 TGm 회의에서는 시스템 요구사항 문서의 초안을 합의하였다 [4]. 요구사항 문서에서는 802.16m 표준의 일반적 요구사항, 기능 요구사항, 성능 요구사항, 시스템 설치 관련 요구사항, 운용 시나리오 등을 정의한다. 그러나, 3월 회의기간 중 이 모든 요구사항에 대한 합의에 이르지 못하였으며, 3월 회의에서 합의되지 못한 나머지 요구사항들은 차기 회의에서 결정될 예정이다. 참고로 요구

사항 문서 초안 [4]에서 잠정적으로 합의된 사항들을 표 1에 요약하여 나열하였다. 이외에 요구사항 문서 초안 [4]에서는 위치정보 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 성능평가 항목과 방법에 대한 제안이 발표되었다. 5월 회의에서는 기고된 각 제안들을 기반으로 성능평가 문서를 확정할 예정이다. 현재까지의 계획에 따르면, 5월 회의의 다음 회의인 7월 회의부터는 802.16m 표준의 기술 제안을 기고받을 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.

### 3. 결론

기존 WiBro 및 WiMAX 시스템과 호환성을 유지하면서 IMT-Advanced 시스템 요구사항을 만족하도록 개발될 IEEE 802.16m 표준규격은 WiBro/WiMAX 시스템의 표준 및 시장 로드맵을 IMT-Advanced까지 연결시키는 역할을 함으로써 향후 4세대 이동통신 표준화에 중요한 부분을 차지할 것으로 예상된다. 차세대 이동통신 기술의 주도권을 확보하고자 세계 각국이 치열하게 경쟁하는 현재의 상황에서, WiBro/WiMAX 시스템의 기술력 및 선행 시장을 확보한 우리나라의 이동통신 산업계는 분명 유리한 위치에 있다고 할 수 있겠다. 이를 보다 적극적으로 활용하여 IEEE 802.16m과 IMT-Advanced에서의 핵심 기술을 확보하고 4세대 이동통신 시스템의 기술을 선점하기 위한 노력과 활동이 전략적으로 추진되어야 할 것이다.

### [참고문헌]

- [1] Rec. ITU-R M.1645, "Framework and overall objectives of the future development of IMT 2000 and systems beyond IMT 2000," 2003.
- [2] <http://standards.ieee.org/board/nes/projects/802-16m.pdf>
- [3] IEEE 802.16m-07/001, "Initial Work Plan for IEEE P802.16m Draft & IMT-Advanced Submission", IEEE 802.16 TGM, Jan 16, 2007.
- [4] IEEE 802.16m-07/002r1, "Draft IEEE 802.16m Requirements", IEEE 802.16 TGM, Mar 15, 2007.

표 1. 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 Time	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 상향링크: 802.16e 대비 1.5배 이상
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

TTA