

IEEE 802.16 표준화 및 기술 동향

김형식(세종대학교)

I. 서론

무선통신과 네트워크 기술의 눈부신 발전으로 이동통신망은 3세대 시스템을 넘어 4세대 시스템으로 진보하고 있으며, 국내 업계는 고도화된 IT 기술을 발판으로 이를 선도하고 있다. 4세대 시스템의 주요 축은 이동 중 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 휴대인터넷 시스템으로 성능과 기능에 대한 기술 경쟁이 세계적으로 치열하게 진행되고 있다. 이들 기술로는 현재 서비스 중인 HSDPA와 IEEE 802.16을 기반으로 하는 모바일 와이맥스(또는 와이브로)와 규격이 한창 개발 중인 IEEE 802.20의 MBWA, 그리고 3GPP LTE(Long Term evolution) 등이 있다. 이들 중 모바일 와이맥스는 국내 기술로 2006년부터 상용 서비스를 시작한 와이브로와 호환되는 서비스로서, 기존의 고정형 IEEE 802.16 표준을 기반으로 이동형 표준인 IEEE 802.16e를 제정하여 만들어진 것이다. 대한민국이 주도하고 있는 와이브로 서비스와 모바일 와이맥스는 세계를 향한 대한민국의 미래 먹거리라 하는 데에는 이견이 없을 것이다. 이들을 이해하기 위해서는 기반이 되는 IEEE 802.16의 흐름을 되짚어

보고 최신 동향을 분석하는 것이 관련된 연구, 개발, 또는 투자를 진행하는 데에 있어서 도움을 줄 것이다.

따라서, 본 고에서는 국내의 와이브로 서비스의 근간이 되는 표준으로서, 현재에도 계속적으로 다양한 기능의 확장 연구가 활발한 IEEE 802.16 표준 규격에 대하여 현재까지 이루어진 발전 흐름을 짚어보고 현재 동향과 앞으로의 미래에 대하여 서술하고자 한다. II장에서는 IEEE 802.16, III장에서는 IEEE 802.16 규격을 기반으로 하여 구체적인 서비스 및 인증 등을 주관하고 있는 와이맥스 포럼과 와이맥스 기술 규격에 대하여 그 현황과 전망을 알아보고, IV장에서는 국내 주도로 탄생한 세계 최초의 IEEE 802.16 기반 휴대인터넷 서비스인 와이브로의 전망을 분석하고, V장에서 정리를 하고 결론을 맺을 것이다.

II. IEEE 802.16 규격 동향

광대역 무선 접속 표준을 개발하기 위한 IEEE 802.16 워킹 그룹은 2000년에 처음 설립되었고, 상용 케이블모뎀의 표준규격인 DOCSIS (Data-Over-Cable Service Interface Specification)을 근

간으로 고정형 광대역 접속 시스템 규격 연구를 시작하여 현재의 이동형 표준 규격인 IEEE 802.16e-2005로의 발전에 이르렀다^[1]. 802.16 표준은 WirelessMAN이라는 이름으로 IEEE 규격 내에서 명명되었으나, 와이맥스(WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access) 포럼에 의하여 와이맥스라고 일반적으로 일컬어진다. 이는 IEEE 802.11이 Wi-Fi로 불리어지는 것과 같다.

고정형 표준인 첫번째 802.16 표준은 LOS (Line of Sight) 연결과 10-66GHz에서의 동작을 규격화한 것으로서 2001년 12월에 승인되었다. 이후 2003년에는 2-11GHz의 더 낮은 주파수에서의 동작 및 도심에서의 NLOS (Non-Line of Sight)을 정의한 802.16a 개정안이 승인되었고, 시스템간 호환성을 위한 프로파일을 정의한 802.16c가 등장하였다. 2003년 9월에는 다수의 모드들을 유지하면서 성능 개선 및 규격의 명료함을 추구하는 802.16d 프로젝트가 발족되었고 기존 표준을 통합하는 목적으로 순탄히 진행되어 802.16-2004 표준을 공식 발표함에 의하여 이전 규격을 모두 일원화하였다.

802.16-2004 표준^[2]은 세 가지의 다른 물리 계층 표준을 가지고 있다. 단일 캐리어(SC), OFDM, OFDMA의 세가지 종류의 물리 계층 표준이 이들에 해당한다. OFDM 물리 계층은 한번에 한 명의 사용자에게 대역 모두가 할당되는 시스템으로, 한 명의 사용자가 어떤 OFDM 심볼 동안에는 모든 OFDM 부반송파들을 사용한다. 이때 전송되는 데이터 전송율은 코딩 방식에 의해 결정된다. OFDMA에서는 부채널들을 집합으로 나누어 각 집합을 한 명의 사용자에게 할당할 수 있다. OFDM 데이터 스케줄러는 1차원으로 동작하지만, OFDMA 스케줄러는 2차원,

즉 시간과 주파수에 관해서 스케줄을 수행한다

OFDMA 모드의 물리 계층은 단말의 이동성을 지원하는데 장점을 가지고 있으므로, 이에 따라 앞서 서술한 세가지 모드 중 OFDMA 물리 계층을 채택하여 IEEE 802.16e 규격 작업이 2002년 12월부터 진행되었다. 이 규격은 IEEE 802.16-2004와 역방향 호환성을 유지하면서, 2-6GHz 인접 대역에서의 단말의 이동성을 지원하기 위한 것이다. IEEE 802.16e는 IEEE 802.16e-2005 명칭의 규격^[3]으로 2005년에 완성되었다. 이 표준 규격은 상호 호환성 인증을 위한 WiMAX 포럼의 명칭으로부터 이른바 Mobile WiMAX라고 불리고, 국내의 WiBro 규격과 호환한다. 이외에 현재 규격화가 완료되었거나 드래프트가 진행되고 있는 IEEE의 802.16의 몇 가지 추가 규격들은 다음과 같다.

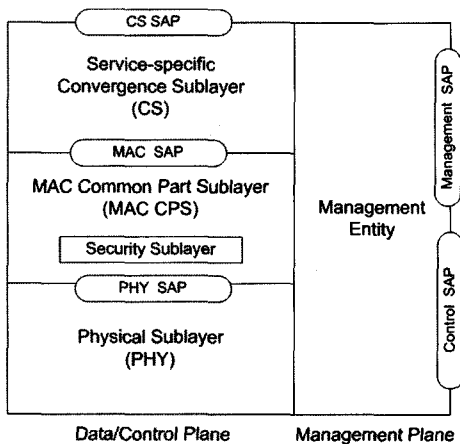
- 802.16f : 관리 정보 베이스 (MIB : Management Information Base)
- 802.16g : 관리 평면 절차 및 서비스 (Management Plane Procedures and Services)
- 802.16i : 이동형 관리 정보 베이스 (Mobile Management Information Base)
- 802.16h : 비면허 영역 동작을 위한 향상된 공존 매커니즘 (Improved Coexistence Mechanisms for License-Exempt Operation)
- 802.16k : MAC 브릿지 (MAC Bridges-Bridging of 802.16)

2004년 8월에 망 관리를 위한 MIB (Management Information Base)의 규격을 정의하는 802.16f와 망 관리 측면의 절차와 서비스를 정의하는 802.16g 규격의 개발이 시작되었다. IEEE

802.16f는 고정형 MIB를 정의하며, 기지국 또는 SNMP가 구현된 단말에 wmanIfMib와 wmanDevMib라는 두 MIB를 적용하는 규격이다. 802.16g^[4]는 물리/MAC 계층과 네트워크 관리 시스템 간의 관리와 제어를 규격화하는 목표를 지니고 있다. 802.16g 규격은 또한 페이징, 핸드오버, 위치 업데이트, MBS (Multicast and Broadcasting Service) 등의 서비스를 제공하기 위하여 필수적인 망 측면의 절차 및 메시지의 표준화도 범위로 삼고 있다.

그림 1에서 보여지는 것은 IEEE 802.16의 제어/데이터 평면과 망관리 평면이다. 관리 (Management) 서비스 접속점 (Service Access Point, 이후 SAP)에 대한 것은 네트워크 모니터링을 위한 논리적 인터페이스이며, 상호작용과 패러미터들을 문서화한 것이다. 제어 (Control) SAP은 인증(authentication) 및 가동 중 각종 제어를 위한 논리 인터페이스이다. IEEE 802.16i는 802.16e 표준과 같이 이동형을 고려하여 이동형에서의 MIB를 정의한다.

이외에도 최근의 태스크 그룹을 통하여 새로운 표준 규격에 대한 연구가 활발히 진행 중인



(그림 1) IEEE 802.16 데이터/제어평면과 관리 평면

프로젝트가 있는데, 이들 중에 주목할 만한 것은 다음에서 설명할 태스크 그룹 j와 태스크 그룹 m에서 수행하는 프로젝트이다.

1. 태스크 그룹 m(TGm)

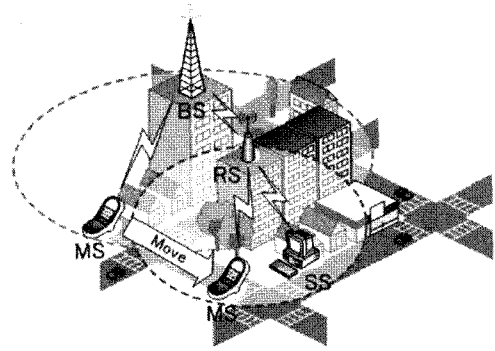
태스크 그룹 m은 무선 인터페이스를 더욱 향상시키기 위하여 기존 802.16을 수정한 규격안을 준비중에 있으며, 2006년 12월부터 승인되어 활동 중이다. 이 규격안은 ITU-R이 주도하는 국제적으로 합의된 IMT-Advanced 차세대 이동통신망 요구사항을 IEEE 802.16이 만족시키도록 하는 것을 목적으로 802.16-2004와 802.16e-2005에서 허가 밴드에서의 OFDMA를 그 업데이트 범위로 규정하고 있다^[5]. 이는 와이맥스 진영에서 IMT-Advanced 기술 및 IMT-2000 기술 표준에 모바일 와이맥스 기술을 포함시켜 앞으로의 세계 이동 통신 시장에 더욱 용이하게 진출할 수 있도록 하기 위함이다. 2.5GHz 주파수 대역을 IEEE 802.16e와 IMT-2000 사이에서 공유하는 연구도 이와 같은 목적을 가지고 있으며, 국내 기관들도 적극적으로 이 규격 활동에 참여하고 있다.

또한, TGm에서 개발 중인 규격안은 기존의 규격으로부터 각종 불필요한 오버헤드를 찾아서 이를 해결하고, 관련 시스템의 개발 및 가동을 하면서 발생하였던 다양한 문제들에 대하여 이를 해결하기 위하여 규격을 변경하고자 하는 의미도 가지고 있다. 국내에서는 와이브로의 차기 버전인 와이브로 이볼루션 개발 규격을 추후 예상되는 표준규격인 802.16m에 반영하는 것을 추진하고 있다. 와이브로 이볼루션의 내용에 관해서는 4장에서 언급하기로 한다. 이는 와이브로와 경쟁 기술 관계에 있는 'IEEE 802.20 MBWA'

와 '3GPP-LTE' 와 비교해 성능의 우위를 확보하기 위한 규격의 개발이라고 볼 수 있다.

2. 태스크 그룹 j(TGj)

IEEE 802.16 릴레이 태스크 그룹은 멀티홉 릴레이 규격 문서를 개발하고 있다. 2007년 2월에는 IEEE 802.16j의 베이스라인 문서⁶⁾가 공개되었으며, 이는 OFDMA 물리계층과 MAC계층에 관련된 문서로서, 단말에 대한 내용은 없으며 릴레이와 기지국에 대한 규격으로 구성되어 있다. 현재 국내외에서 관심을 보이고 있는 분야인 IEEE 802.16j의 이동 멀티홉 릴레이(Mobile Multihop Relay, MMR)는 그 연구를 위하여 스타디 그룹을 2005년 7월에 시작하였다. 기존의 아날로그 RF 중계기가 증폭 기능만 갖춘 것에 비하여, MMR은 기지국 신호의 복조 및 재변조 기능이 지원되는 스마트 디지털 중계기이다. MMR은 기존 아날로그 중계기에 비해 커버리지, 스루풋 개선, 시스템 용량을 확장하는데 목적을 두고 있으며, 고정형 릴레이 스테이션(Relay Station, 이후 RS), 유목형(nomadic) RS, 이동형(Mobile) RS의 세가지 형태가 있다. 고정형 RS는 기지국의 커버리지 가장자리 구역에 릴레이를 설치하고, 기지국의 커버리지를 확장하는 주요 용도로 사용하며, 광 중계기와 유사한 용도를 가진다. 그림 2는 고정형 RS가 기지국(BS)과 단말(MS)과 함께 사용되는 대표적인 구조를 보여준다. 유목형 RS는 사용자 필요에 의해 일정 기간 고정하여 사용하는 것으로 사용 후 이동이 가능하다. 특별한 행사나 전시로 인하여 특정 지역에 용량 확장이 필요한 경우에 설치한다. 또는 사용자가 실내의 음영 해소를 위하여 실내에서 외부와 통하는 지역에 설치하는 용도



〈그림 2〉 IEEE 802.16j의 멀티홉 릴레이

도 가능하며, Non-LOS 환경에 적용될 것이다. 이동형 RS는 차량, 철도 등의 이동 수단에 설치되어 이동 수단 내부의 단말을 외부 망에 연결시켜줄 수 있다. 이동형 RS는 기지국이 바뀔 때마다 자체적인 핸드 오버 기능이 존재해야 한다.

이상으로 IEEE 802.16 규격 동향에 대하여 서술하였으며 다음 장에서는 WiMAX에 대하여 알아보기로 한다.

III. 모바일 와이맥스

와이맥스(WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access) 포럼은 Wi-Fi 얼라이언스가 802.11에 대하여 결성된 것처럼 802.16을 위하여 조직되었다. 이 단체는 무선 액세스 시스템 제조사, 관련 부품 제조사, 소프트웨어 개발자, 서비스사 등으로 구성된 비영리 단체로서, 와이맥스 브랜드 가치를 증진시키고자 하는 주요 목적을 가지고, 상호 운영성을 위한 인증을 주관한다. 이 포럼은 2001년 4월에 설립되었고 초기에는 10~66GHz 응용에 대한 내용으로 IEEE 802.16 표준과 관련되어 있었다. 2003년 1월에 포럼은 11GHz 밴드 이하의 와이맥스를

본격적으로 진행하기 시작하여, 현재는 2005년 말에 인증된 IEEE 802.16e-2005에 기반한 모바일 와이맥스를 추진하게 되었다. 모바일 와이맥스는 QoS를 보장하면서 120km/h 이상의 이동 단말에 서비스가 가능하도록 지원하는 OFDMA 무선 인터페이스를 향상시킨 것⁷⁾으로서, IEEE 802.16 규격에서 필요한 부분을 간추려서 표 1과 같은 특징을 가지는 웨이브 1, 웨이브 2의 개발 규격을 차례로 배포하였다. 다음은 와이맥스 기술의 특징을 요약하여 리스팅한 것이다.

- 다중 경로와 셀내 간섭에 대해 강함 : 다운 링크와 업링크에서의 부채널의 직교성으로부터 기인한다.
- 1.25MHz부터 20MHz까지의 채널 대역폭의 유연성 : FFT 사이즈의 선택성과 관련있다.
- TDD(Time Division Duplex) : 비대칭 트래픽과 다운/업 링크가 상호 동일한 주파수 영역을 이용함에 의한 효율성 증가로 인하여 초기 와이맥스 프로파일부터 계속 정의되어 왔다. FDD도 규격에 포함되어 있으며, 지역적 스펙트럼 규정과 특정 시장을 대비하기 위함이다.
- 5msec 프레임 길이 : 오버헤드와 지연시간 사이의 최적의 트레이드 오프를 제공한다.
- HARQ(Hybrid ARQ) : 단말의 이동에 따라 급속히 변하는 경로 상태에 대한 강인성을 부여하기 위하여 물리 계층에서 블록 단위로 수행하는 ARQ이다.
- 전력 절약 : 수면 모드(sleep mode)와 유휴 모드(idle mode)는 배터리 장착 휴대용 디바이스가 효율적인 전력 소모를 하도록 한다.
- 최적화된 하드 핸드오버 : 50msec 이하의

핸드오버 지연을 목표로 오버헤드를 최소화하는 기술이다.

- MBS(Multicast and Broadcast Service) : DMB와 3GPP E-UTRA의 특성을 조합하여, 높은 데이터 전송률과 커버리지, 유연한 무선자원할당, 이동형 디바이스의 저전력화, 짧은 채널 변경 시간 등의 요구사항을 가지고 있는 방송형 서비스이다.
- 스마트 안테나 : MIMO, BF(Beam-Forming) 등의 안테나 시스템을 지원하며, MIMO 안테나에 의하여 다운링크로는 STC(space-time coding)와 SM(spatial multiplexing) 방식을 제공하고, 업링크로는 CSM(Collaborative SM) 방식을 제공한다.
- 성능 : 와이맥스 성능 평가 자료에 의하면⁸⁾, 10MHz 채널대역폭과 DL:UL=3:1에서 다운 링크의 섹터 스루풋이 13Mbps 이상인 것으로 평가되었다.

와이맥스 포럼은 시스템 프로파일을 제작할 뿐만 아니라, 다른 제조사 제품들간의 상호 운영성을 확인하는데 있어 도움을 주는 프로그램을 인증 프로그램, 플러그페스트(Plugfest), 규격 제공 등과 같이 활발하게 계획 및 실행 운영하고 있다. 2007년 초에 첫 번째 제품 인증이 있을 것으로 기대되므로, 2007년 경부터는 802.16e를 지원하는 PDA 및 스마트폰이 출시될 것으로 전망된다. 고정 와이맥스 시스템에 대한 인증 시험소 자격이 2005년 7월 스페인 말라가에 있는 Cetecom의 실험실에 부여되었다. 현재는 고정 서비스용 와이맥스 제품이 출시되어 있으며, 3.5GHz 대역과 5.8GHz 대역에서 사용되고 있다. 두 번째 인증 시험소는 국내에 있는 한국정보통신기술협회(TTA)이며 2006년 2월에 승인되었다. 모바일 와

〈표 1〉 와이맥스 웨이브 1과 웨이브 2의 기능 항목

웨이브1 항목	웨이브2 항목
PHY	
<ul style="list-style-type: none"> - DL PUSC, PUSC with all subchannel, DL FUSC - UL PUSC - 모든 레인징 방식 (초기, 주기, 핸드오버, 대역 요청) - 6비트 CQICH - 코딩 방식 : CC, CTC - HARQ (chase combining with CTC) - BS freq/time 동기화, MS 동기화 - CINR 측정 : Physical CINR with preamble reuse 1 & 3, PCINR with pilots - 다운링크 변/복조 방식 : QPSK, 16QAM, 64QAM - 업링크 변/복조 방식 : QPSK, 16QAM - Normal MAP, compressed MAP, sub-DL-UL MAP 	<p>웨이브 2는 웨이브 1 항목에 다음 기능을 추가한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - DL AMC (2x3) - UL AMC (2x3) - Effective CINR with pilots - BF 관련항목들 - MIMO 관련 항목들
MAC	
<ul style="list-style-type: none"> - Packet Header Suppression, IPv4 - Packing/Fragmentation - MAC ARQ - H-ARQ 지원 - BS initiated service flow operation - 서비스 : UGS, BE, ERT-VR - HO initiated by MS - Neighbor Advertisement, CID & SAID update - Sleep/Idle 일부 기능 - Security (PKMv2, CMAC) - No data encryption, no data authentication & 3-DES, 128 - CCM-Mode 128-bit AES, CCM-Mode, AES Key Wrap with 128-bit key 	<p>웨이브 2는 웨이브 1 항목에 다음 기능을 추가한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - IPv6 - IPv4(6) w/ ROHC - Packing ARQ feedback payload - MS initiated service flow operation - 서비스 : RT, NRT-VR - HO initiated by BS - HO 기능 - Sleep/Idle 기능 - Multi-BS MBS (Multicast and Broadcast Service)

이맥스에 대한 인증 시험이 이들 시험소에서 인증 장비를 갖추어 실시될 계획이다. 한편, 와이맥스 포럼은 모바일 와이맥스 의 발전을 위해 시장에서 추가적으로 활용할 수 있는 주파수 대역, 채널 대역폭 등에 검토하고 있다.

와이맥스는 현재 서비스 회사에 따라 시장을 보는 시각이 다르다. 고정 유무선 인터넷 서비스 회사는 와이맥스를 무선 광대역 시장을 일부 점유할 수 있는 기회로 보는 반면, 이동통신 관련사는 와이맥스를 음성 또는 협대역 데이터 위주의 셀룰러 시스템 시장에 대한 위협으로서 보

고 있다^[10]. 이로 인하여 내외부적으로 양 진영 간의 성능 비교 평가 및 장단점에 의한 경쟁이 치열하다.

IV. 와이브로

와이브로는 서비스 초기에는 세계인들에게 한국의 독점적인 규격으로 인식이 되었던 것이 사실이나, 현재는 적극적인 홍보와 와이맥스 포럼 및 각종 학회에서의 꾸준한 노력으로 모바일 와이맥스와 호환하는 세계 최초의 상용 서비스로 인식을

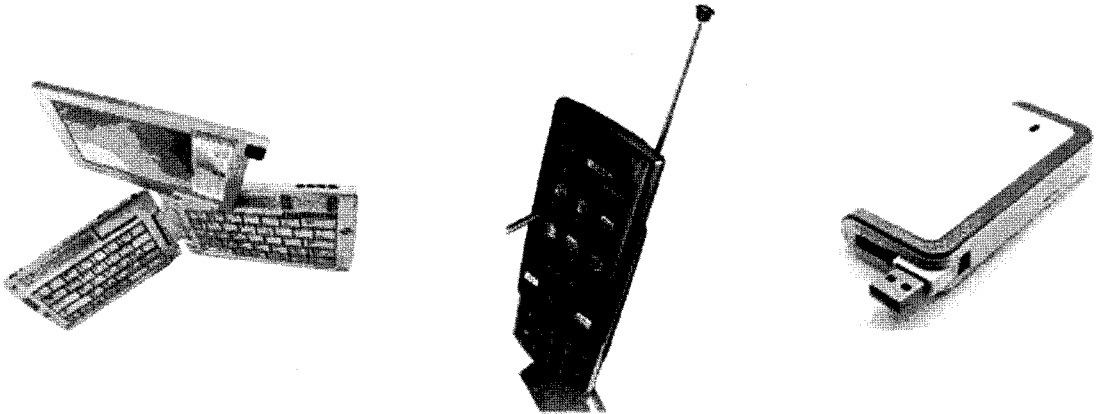
시켜가고 있다. 2007년 2월에는 국내 제조사가 와이맥스 웨이브 2 제품을 해외 전시회에서 선보이는 데까지 발전하였다. 와이브로는 2.3GHz 주파수 밴드를 사용하며, 상용화 서비스는 2006년 6월에 세계 최초로 시작하였으며, 현재 국내에서는 KT와 SK텔레콤이 서비스 중에 있다. 와이브로와 모바일 와이맥스는 초창기에 서로 독자적으로 개발이 진행되어 오다가 2005년 6월 KT와 인텔이 제휴하면서 서로 협력을 하게 되었으며, 현재 와이브로 기술이 모바일 와이맥스(IEEE 802.16e)의 기본 프로파일로 채택되어 있다.

와이브로의 예상되는 경쟁규격으로는 3GPP LTE와 IEEE 802.20 MBWA 두가지가 있다. 3GPP LTE는 WCDMA, HSDPA와 그 줄기를 같이 하는 이동 통신망 시스템이며, 3GPP의 스펙트럼은 802.16e에 비하여 낮으므로 더 넓은 커버리지를 제공할 수 있다. 스펙트럼 효율에서 와이맥스와 비견할만하고 20MHz의 광대역 채널을 선택하였으며, OFDM, MIMO를 비롯하여, 짧은 지연시간을 설계 요구사항으로 지정하고 있다. 한편, IEEE 802.20은 3.5GHz 이하 허가된 밴드에서 동작하고 15km까지의 셀 영역에서 250km/h의 속도로 WiMAX에 버금가는 성능을 공급할 수 있는 시스템을 위한 규격으로, 출발점은 IEEE 802.16과 같았으나, 표준 회의가 중단되는 등 우여곡절을 거치면서 최근 활동을 재개하였다. 국내에서는 이들 경쟁 규격 대비 와이브로의 성능 우위를 확보하기 위하여 와이브로 이블루션에 대한 규격 개발을 2006년부터 시작하여 현재 본격적인 연구 개발을 진행하고 있다. 현재 최대 120Km 이동 속도를 지원하는 와이브로를 와이브로 이블루션에서는 시속 300Km의 고속 이동성을 가지도록 할 것이며, 다중 사용자 MIMO 등의

멀티 안테나 기술, IPv6와 모바일 IP의 도입, 방송 서비스를 위한 멀티/브로드캐스팅 서비스의 지원, 또한 성능의 개선을 위한 전송의 효율성 증대 및 오버헤드의 최소화를 목표로 하여 개발될 전망이다. 구체적으로는, 스루풋 증대, 셀 경계에서의 간섭제거 기술, IPv6를 고려한 고속 이동성 제공 기술 등에 초점을 맞추어 진행할 것으로 예상된다.

와이브로 서비스의 앞으로의 성공의 핵심은 경쟁력 있는 서비스 요금, 설치 투자 비용, 홍보 전략, 그리고 음성 폰기능을 갖춘 다양한 전전력 단말 출시 등에 있다고 볼 수 있다. 와이브로가 현재 시점에서는 유선 인터넷을 대체할 정도의 속도를 내지는 못하나, 이동성과 편의성에 있어 현재의 유선 인터넷과 충분히 경쟁할 수 있기 때문에 서비스 요금이 낮아진다면 앞으로의 전망은 밝다. 와이브로는 유무선 인터넷이나 이동 전화망에 비하여 망의 신규 구축 비용이 저렴하다. 그러나, 한편으로는 기존 이동통신 서비스사의 입장에서는 와이브로가 기존 시장 잠식 기능을 가지고 있고, 기존 서비스와 개념이 다른 서비스이기 때문에 구축 비용이 기존 망을 재활용하는 서비스에 비해 오히려 더 많이 들 수가 있다. 와이브로는 개방형 IP 기반 서비스로서 기존의 인터넷 콘텐츠를 대부분 공유 가능하므로 독자적인 콘텐츠를 구축하기 위해 추가적인 비용을 지불할 필요가 없다. 또한, 광대역 통합망(BcN)과 연동하고 IPv6를 도입하여 유무선 통합 네트워크를 구축하는데 있어 와이브로는 중요한 역할을 할 것이다.

유선 통신 수준의 서비스를 휴대 단말기를 이용하여 실내외 이동 환경에서 고속으로 저가에 제공하는 무선 데이터 통신 서비스가 실현된다면, 와이브로는 시장에서 강력한 경쟁력을 갖게 될 것이며, 이를 위해서 시급한 문제는 소비자인



〈그림 3〉 다양한 와이브로 단말기 및 USB 모듈

대중에게 와이브로에 대한 홍보가 활발히 이루어져야 한다는 점과 VoIP의 음성서비스가 안정적으로 서비스되어 기존의 휴대폰을 대체하는 와이브로 폰이 널리 사용될 수 있어야 한다는 점이다. 그림 3은 2007년 2월에 전시된 와이브로 단말들로 상용화될 예정에 있는 PDA폰 및 모듈이다. 이들은 기존 저속 데이터/음성 위주 폰에 비하여 높은 성능을 가지므로, 저전력을 실현하는 것이 휴대 단말로서의 실용성을 판가름할 것으로 추측된다.

국외로는 인텔사가 이미 고정형 와이맥스(IEEE802.16)를 지원하는 칩셋을 양산하고 있으며, 머지 않아 노트북에 와이맥스 기능을 내장할 것으로 전망된다. 인텔사의 프로세서를 탑재한 노트북은 모두 모바일 와이맥스 즉 와이브로를 지원하게 되어, 와이브로가 유선 인터넷과 같이 대중적으로 사용되어질 시기가 도래할 것으로 보인다. 따라서, 앞서 언급한 성공 요소들이 갖추어지게 될 경우 앞으로 와이브로 또는 모바일 와이맥스의 전망은 매우 밝을 것으로 예상된다.

V. 결론

본문에서는 IEEE 802.16 규격에 대한 현재까지의 상황과 최근 동향에 대하여 서술하였고, 이를 기반으로 하는 와이맥스와 와이브로 서비스에 대하여 정리하였다. IEEE 802.16 표준은 타 IEEE 표준과는 달리 국내 연구소 및 제조사, 서비스업체들이 상당한 기여를 하였으며 현재까지 활발한 참여를 하고 있는 국내 연구진들의 노력이 담긴 규격이다. IEEE 802.16 규격은 고정형 무선접속방식에서 이동형 무선접속방식 규격으로 발전하면서 그 어떤 표준 규격보다 최근에 가장 관심을 집중시키는 규격이 되어, 세계적으로 많은 기업들이 미래 이익 창출을 위하여 관련 제품 개발과 투자에 힘을 쏟고 있다. IEEE 802.16 규격은 현재 보다 진보된 규격으로 나아가기 위한 단계에 있으며, 이를 위해 한층 진보된 PHY/MAC 규격, 커버리지 및 용량을 확장하는 이동 멀티홉 릴레이, 운영 및 관리 등과 관련된 규격들이 개발되고 있다. 이외에도, 앞으로 출현

할 또 다른 관련 연구들에 의하여 한층 진보한 휴대 인터넷 규격으로 자리잡을 것으로 예상된다.

모바일 와이맥스 또는 와이브로 역시 IEEE 802.16의 글로벌 규격을 기반으로 발전하여 빠른 속도로 특정 기업의 기술로부터의 종속을 해결하도록 하는데 열쇠가 될 것이다. 앞서 언급한 내용과 같이, 현재는 HSDPA와, 앞으로는 IEEE 802.20, 3GPP LTE등과의 거센 경쟁이 예상되는 이 때, 국내 관련사들은 상용화 서비스에 세계 최초로 안착한 유리한 위치를 계속 활용하여 광대역 휴대인터넷의 세계 시장을 선점하여 IT 최강국으로서의 명성을 계속해서 이어나가야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Intel corp, "IEEE 802.16 and WiMAX : Broadband Wireless Access for Everyone", white paper, 2003.
- [2] IEEE, "IEEE 802.16-2004 : IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", 2004.
- [3] IEEE, "IEEE 802.16e-2005 : Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems", 2005.
- [4] J. Puthenkulam, "MIBs location in 802.16g Reference Model, IEEE 802.16 Presentation, Document Number: IEEE C802.16g-05/063r1", Nov. 2005.
- [5] WiMAX forum, "WiMAX and IMT-2000", white paper, 2007.
- [6] The Relay Task Group of IEEE 802.16, "802.16j-06/026r2 : Multihop Relay Specification", IEEE, 2006.
- [7] R. Baines, "The Roadmap to Mobile WiMAX", IEE Communications Engineer Magazine, pp. 30-34, August/September 2005.
- [8] "Sprint Nextel Selects WiMAX as Next Generation 4G Technology Platform", Press release, Aug. 8, 2006.
- [9] A. Sharma, D. Clark, "Sprint Bets on New Wireless 'WiMax'", Wall Street Journal, Aug. 8, 2006.
- [10] J. Korhonen, "WiMAX ? Threat or opportunity for 3G?", white paper, TTPCom, 2005.

저자소개



김형석

1996년 2월 서울대학교 전기공학부 학사
 1998년 2월 서울대학교 전기공학부 석사
 2004년 2월 서울대학교 전기컴퓨터공학부 박사
 2002년 7월 - 2003년 8월 미국 버지니아대 컴퓨터학과 방문연구원
 2004년 3월 - 2006년 8월 삼성전자 통신연구소 WiBro/4G 시스템개발팀 책임연구원
 2005년 7월 - 2006년 7월 삼성전자 통신연구소 B3G Technical Expert
 2006년 9월 - 현재 세종대학교 정보통신공학과 교수
 2007년 2월 - 현재 삼성전자 와이브로 시스템 기술자문
 주관심분야 : 와이브로, 센서네트워크, 임베디드시스템