

주 제

WiBro와 WiMax 기술

ETRI 김영일, 안지환, 황승구

차 례

- I. 서론
- II. WiBro 및 WiMax의 기술 및 특징
- III. 시스템개발 현황
- IV. WiMax 시스템 개발 현황
- V. WiBro 및 WiMax 발전방향
- VI. 결론

요약

중저속 이동환경하에서 언제, 어디서나 ADSL급의 속도로 인터넷서비스를 제공하는 것을 목적으로 탄생한 WiBro시스템은 2003년부터 ETRI를 중심으로 개발에 착수하여 2006년도 상반기에 상용화를 목표로 개발이 진행되고 있다.

한편, 유럽 및 미국에서는 고정무선 서비스 기술로서 Wi-Fi보다 그 기능 및 범위를 확장하기 위해서 등장한 WiMax는 광역, 옥외 서비스용 기술로 특징지을 수 있으며, 세계 여러 회사에서 제품을 개발하고 있으며, 금년말에 WiMax에서 인준한 첫 제품이 출시될 것으로 보인다.

본 고에서는 각각 WiBro와 WiMax의 도입 배경 및 무선접속 기술의 특징에 대해서 기술하고 시스템 개발 현황 및 시스템 구조, 나아가 두 서비스간의 관계 및 발전방향에 대해서 기술한다.

I. 서론

최근에 이르러 전세계적으로 유선인터넷 서비스의 수요가 급증하기 시작하여 년 31%의 성장율을 보이며, 특히 한국의 경우 cdma2000 1x, EVDO서비스의 도입으로 이동통신서비스와 무선인터넷서비스의 보급율이 급증하게 되어 전세계 1위의 IT강국으로서의 위상을 지켜오고 있다. 무선인터넷서비스의 제공은 이동통신시스템과 WLAN으로 이루어지고 있지만, 이동통신서비스의 경우 데이터 전송속도가 낮고 요금이 비싼 단점을, WLAN의 경우 셀 영역이 작고 이동성이 없어, 이동성과 더불어 저가로 고속의 무선인터넷서비스를 제공할 수 있는 새로운 무선인터넷서비스에 대한 욕구가 분출되기 시작하였다. 이에 따라 한국에서는 중저속 이동통신환경에서 초고속으로 이동통신서비스를 제공할 수 있는 WiBro서비스 개념이 도입되기 시작하였고, 2003년부터 한국전자통

신연구원을 중심으로 삼성전자, KT, KTF, 하나로텔 레콤, SKT등이 공동으로 WiBro시스템을 개발하기에 이르렀으며, 2006년도 상반기에 상용화를 목표로 하고 있다. WiBro규격은 TTA의 Project Group (PG302)를 중심으로 IEEE 802.16규격을 기반으로 표준화 작업을 추진하여왔으며, 2004년에 TTA Phase-I 규격을 승인하였고, 2005년에는 TTA Phase-II 규격을 완성하는 것을 목표로 하고 있다.

한편 IP기반의 광대역 무선서비스를 전세계적으로 도입하기 위한 공통의 플랫폼개발을 촉진시키기 위해서 2001년 4월에 설립된 WiMax Forum에는 107개의 통신사업자, 67개의 시스템 제조업체, 64개 부품업체, 53개의 기타 관련 사업자 등 291 회원이 참여하여 무선통신의 범세계적인 발전, 표준기반의 시장 성장, 상호 운용성, 광대역 무선엑세스(BWA) 기술 등의 발전을 가속화 시키기 위한 일련의 활동을 추진하고 있다. 이를 위해서 WiMax Forum에서는 IEEE 802.16, ETSI HiperMAN 및 기타 호환성 있는 규격들을 만족시키는 제품들에 대한 적합성 및 상호 운용성에 대한 인증을 목표로 하고 있다.

본 고에서는 WiBro와 WiMax에 대한 기술적인 특징과 시스템개발 현황, 향후 두 기술의 공동 발전 방향등에 대해서 기술하고자 한다.

II. WiBro 및 WiMax의 기술 및 특징

1. 개요

1.1 WiBro 개요

초고속 유선 인터넷 시장이 성숙된 상황에서 정지 및 이동 중에 언제, 어디서나 인터넷에 접속하여 고속의 인터넷 서비스를 제공 받으려는 사용자의 욕구가 증대되었고 서비스 접속의 편리성(Connectivity)

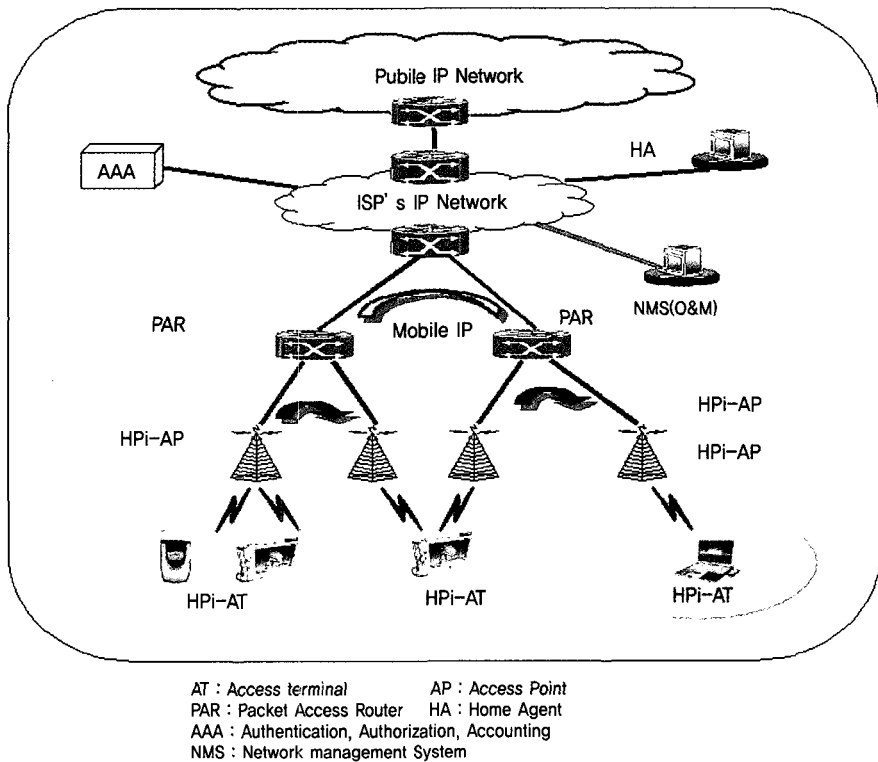
과 유무선 통신 네트워크의 통합, 멀티미디어서비스에 대한 요구로 새롭게 도입된 WiBro는 정지 또는 이동 중인 가입자에게 언제, 어디서나 약 3Mbps 정도의 초고속으로 무선 인터넷 서비스를 제공할 수 있다. WiBro가 제공하는 서비스로는 VOD, MPEG과 같은 스트리밍 서비스, VoIP와 같은 실시간 서비스, FTP, E-mail, SMS, 멀티캐스트/방송서비스와 같은 Background서비스, Web browsing과 같은 interactive서비스 등을 들 수 있다.

WiBro는 이동성 측면에서 볼 때 무선LAN과 이동 통신시스템의 중간 정도인 60Km/h 정도의 중저속 이동성을 보장하며, 데이터 전송속도측면에서는 이동통신시스템과 초고속유선망과의 중간 정도인 3Mb/s급 정도의 속도를 지원해 주고 있어 제4세대 이동통신의 전 단계라 할 수 있다.

ETRI에서 개발중인 WiBro 시스템 구조 모델은 다음의 (그림 1)에서 보는 바와 같이 단말기(Access Terminal) 및 기지국(Access Point), 패킷엑세스라우터(Packet Access Router)등으로 구성된다. 단말기와 기지국간의 무선접속규격은 IEEE802.16(IEEE 802.16-2004, IEEE P802.16-2004/Cor1/D2, IEEE P802.16e/D7)에 기반한 TTA의 "2.3GHz 휴대인터넷표준"을 따른다. WiBro 무선접속 규격의 특징은 다음의 <표 1>과 같다.

<표 1> WiBro 무선규격 특징

항 목	특 징	항 목	특 징
Frequency BW	· 2.3 ~ 2.4 GHz (100 MHz BW)	Duplexing	· TDD(OFDMA)
Service Type	· realtime (ex: movie) · Non-realtime (ex: file) · besteffort (ex: web)	Frequency Reuse Factor	· 1
Backbone Protocol	· IP (Internet Protocol)	Channel Spacing	· More than 9 MHz
User Data Rate	· to 3 Mbps	Minimum throughput	· UL 128 kbps, DL 512 kbps
Cell Capacity	· 30Mbps / FA (9 MHz) (Basic Model) · 50Mbps / FA (9 MHz)	Roaming	· Roaming between WiBro Operators
User Mobility	· (<= 60 [Km/h])	Cell Coverage	· ~1Km



(그림 1) WiBro 구조모델

1.2 WiMax 개요

1990년대에 이르러 Ethernet 사용률이 급격히 증가 시작하였고, 2000년도 초반에는 무선으로 Ethernet 서비스를 제공하는 IEEE802.11기반의 Wi-Fi 보급률이 급증하였고, 마침내 IEEE802.16/HiperMAN 규격과 All-IP를 기반으로 하여 고성능 광대역 무선 서비스를 제공하는 것을 목표로 하는 WiMax가 출현하게 되었다. WiMax는 고정무선 서비스 기술로서 Wi-Fi보다 그 기능 및 범위를 확장한다는 개념에서 비롯하고 있다. 즉 Wi-Fi가 핫스팟을 중심으로 한 옥내 서비스로 규정된다면 WiMax는 광역, 옥외 서비스용 기술로 특징지을 수 있다. Wi-Fi와 WiMax는 유사한 기술로 이루어지지만 Wi-Fi의 경우 멀티셀 환경에서 복수 사업자가 사업에 참여하

는 경우 상호간섭의 문제로 인해 사업에 부적절한 측면이 존재하는 데 비해 WiMax는 프레임 동기 설정을 바탕으로 간섭문제가 해결가능하여 상대적으로 우월하며 주파수 효율에 있어서도 Wi-Fi에 비해 일반적으로 우수한 것으로 알려져 있다.

WiMax는 30마일, 약 50킬로미터의 커버리지와 70Mbps의 전송속도를 제공할 수 있으며, 음성과 데이터 및 영상 서비스를 모두 지원할 수 있다.

WiMax는 인증된 규격기반의 상호 운용성(Interoperability)을 통해 장비를 낮출 수 있고 사업자의 신뢰를 증진시킬 수 있고 실내용으로 자체 설치되는 단말(CPE)가격을 250불 이하로 제공할 수 있게 되는 등 시장 규모를 확장시킬 수 있으며, 다른 기술들의(예: WiFi hotspot) 백홀(backhaul) 기능과

이동망을 오버레이 시키는 등 타 기술과의 경쟁 및 보완적역할을 수행할 수 있는 장점을 지닌다.

WiMax는 IEEE 802.16 표준안과 ETSI HiperMAN과의 조화를 통해 범세계적인 단일 규격안을 도출을 시도하고 있으며, 이를 위하여 중국의 CCSA 및 한국과 같이 협력을 시도하고 있다.

WiMax는 현재에는 주로 Wi-Fi의 백홀(backhaul)로서 고정 액세스망으로 사용되고 있으나, 2006년 하반기 부터는 보행자용 서비스를 제공할 것으로 보인다. 즉, (그림 2)에서 보는 바와 같이 도심지와 교외지역에서 Wi-Fi의 서비스를 확장시키는 개념으로 사용되며 점차 이동통신망과 연동이 되는 방향으로 발전되어 갈 것으로 전망 된다.

WiMax 모델은 크게 고정/보행자용 모델과 보행자/이동용 가입자 모델로 대별 할 수 있다. 고정/보행자용 모델은 802.16-2004규격에 기반하는 “무선 DSL” 개념으로서 주파수 대역은 3.5GHz 및 5.8GHz 대역에서 허가 및 비허가용으로 사용하게 될 것이며, 저가의 고정망 서비스를 지향하고 있으며 기지국의 가격은 약 \$40,000정도를 예상하고 있다. 보행자/이동용 가입자 모델은 802.16e 규격에 기반하며 2.5GHz 및 그 이하 대역에서 허가용으로 사용될 것으로 보이며 증가의 all IP망을 지향하고 있으며 단말

기 형태는 노트북에 먼저 장착하고 이후 휴대용 단말기로 발전할 것으로 보인다.

WiMax는 IEEE 802.16과 ETSI HiperMAN에 기반하여 두 기술의 공통부분인 256FFT OFDM방식을 채택하고 있으며 주요 특징은 다음과 같다.

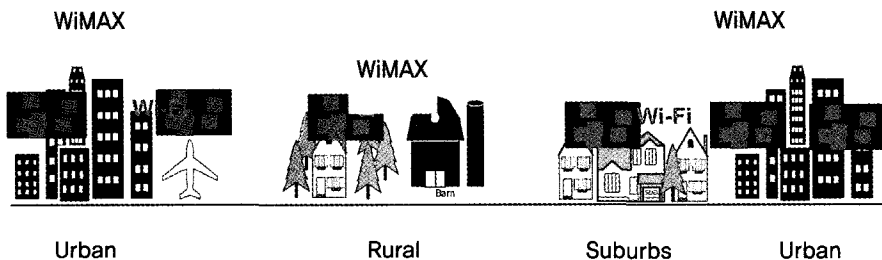
- 서비스 범위: 50Km
- 비 가시거리 통신
- 음성/영상 등 다양한 서비스에 따르는 QoS 보장
- 스펙트럼 이용율 극대화: 3.8b/Hz
- 최대 280Mbps/기지국
- 데이터 전송율: 최대 72Mbps

1.2.1 WiMax Forum의 조직

WiMax Forum에는 7개의 Working group이 있으며, 각 WG의 기능은 다음과 같다.

- 인증 워킹그룹(Certification Working Group): 인증시험실을 관리하고 주파수 대역 및 듀플렉싱, 채널 구조등과 같은 시스템 프로화일을 설정하기 위한 분석자료등을 발표
- 기술 워킹그룹(Technical Working Group): Forum에서 승인한 시스템 프로화일을 인증하기 위한 적합성시험 규격을 개발하고, 인증을 위한

GSM, CDMA



(그림 2) WiMax 접속 모델

IEEE802.16규격사항을 결정

- 서비스사업자 워킹그룹(Service Provider Working Group): Forum에 사업자 의견을 대표하는 역할 수행
- 규제 워킹그룹(Regulatory Working Group): 정부 규제기관과의 관계 개선, ITU, Asia Pacific Telecommunity, CEPT, CITEL과 같은 국내와 지역 및 국제 정책기관에 참가하여 무선원가 절감에 필수적이며 투자자 및 사용자의 신뢰를 극대화시키기 위한 스펙트럼 하모나이제이션 활동, 스펙트럼 할당에서 기술적 중립성 노력, 장벽의 최소화 노력등을 수행한다.
- 네트워크 워킹그룹(Network Working Group): 계층 3과 네트워크 규격을 정의
- 응용 워킹그룹(Application Working Group): 개념증명을 위한 시연방법론 개발, 소프트웨어 응용환경 정의
- 마케팅 워킹그룹(Marketing Working Group): 범 세계적인 시장의 현황, 요구사항등을 분석

1.2.2 WiMax 인증

WiMax Forum에서는 기지국과 가입자 단말기 또는 PC카드와 같은 모듈에 대한 인증을 수행하게 되는데 802.16-2004규격기반의 첫번째 시스템 프로파일로서 3.4~3.6GHz 대역에서 2개의 장비 프로파일, 5.8GHz대역에서 1개의 장비 프로파일에 대한 인증을 2005년 11월에 시작할 계획으로 있어 2005년 말에는 최초의 인증제품이 출시될 수 있을 것이다. 802.16e 기반의 인증계획으로서는 2005년 4분기에 802.16e 규격을 완료하고 2006년 4분기에 시스템벤더들의 제품에 대한 인증시험을 거쳐 2007년 시범시스템의 운용을 통해 2007년 3분기에 상용서비스를 시작할 계획으로 있다.

현재 WiMax는 IEEE 802.16-2004 규격의

“11GHz 이상 대역의 단일 반송파 규격 및 11GHz 이하의 단일 반송파 OFDM 256 규격”과 ETSI HiperMAN 규격의 “11GHz 이하 대역의 OFDM 256 규격”을 따르나, 향후에는 IEEE 802.16e의 SOFDMA규격을 따를 것으로 예측된다.

1.3 스펙트럼

1.3.1 WiBro 스펙트럼

WiBro가 사용하고 있는 2.3GHz는 당초 1998년 2월 WLL용으로 할당되었으나, 이용율이 저조하였다. 이에 따라 정통부는 한정된 주파수 자원의 효율적 활용을 위한 융통성 있는 스펙트럼 할당 측면에서 2.3GHz대역을 2002년 10월에 WiBro서비스용으로 재할당 하기에 이르렀다. 또한 정통부는 2004년 7월에 WiBro 면허 정책과 규격의 국제화를 위한 기준으로 IEEE 802.16 규격을 기반규격으로 발표하였다. 또한 WiBro 트래픽 특성의 예측과 WiBro시스템의 특성을 고려하여 9MHz 채널대역폭과 3개의 사업자, 사업자간 4.5MHz 보호대역폭, 2.4GHz 대 무선 LAN과의 10MHz 보호대역폭을 결정하였고, 2005년 1월에 KT, SKT, 하나로텔레콤등 3개 사업자를 선정하였다.

1.3.2 WiMax 스펙트럼

WiMax의 스펙트럼 허가대역으로는 2.3~2.4GHz, 2.5~2.69GHz, 3.4~3.6GHz대역이 있으며, 비허가대역은 5.725~5.8GHz이다. 향후 허가대역으로 사용될 예정인 스펙트럼은 3.3~3.4GHz 및 3.6~4.2GHz대역으로서 이 대역은 4G와 경쟁하게 될 것이며 이외에 아날로그 TV가 디지털 TV로 전환됨에 따라 남게 되는 0.7~0.8GHz대역도 유력시 된다. 향후 비허가 대역으로 유력시 되는 스펙트럼은 0.4~0.7GHz 대역이다.

2.3, 2.5GHz대역은 동남아시아에서 널리 사용 중
에 있으며, 특히 한국, 캐나다, 호주/뉴질랜드에서는
이미 할당하였으며, 싱가포르에서는 한시적으로 면
허를 허가 하고 있다.

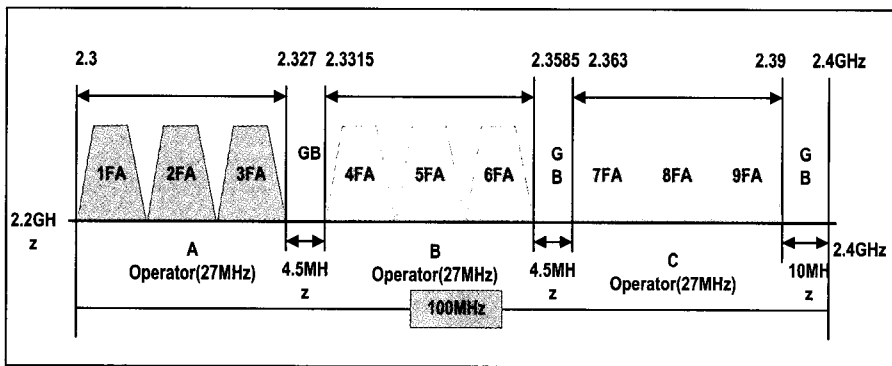
2.5~2.69GHz대역은 필리핀, 미국, 브라질, 캐나
다, 멕시코가 이미 할당하였으며, 역시 싱가포르에서
는 한시적으로 면허를 허가 하고 있다.

3.4~3.6GHz대역은 범세계적으로 고정형 무선 역
세스 형태의 WiMax용으로 할당되어 있는 상태이며
사업자는 TDD 또는 FDD방식을 선택하여 사용할

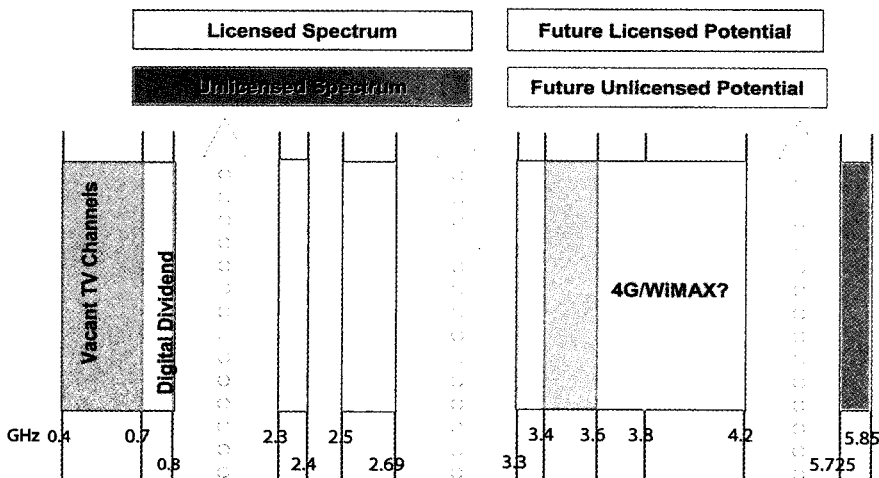
수 있다. 사업자당 연속적인 15MHz 대역을 할당하
면 충분히 3 x5 MHz 채널을 사용할 수 있으며, 광대
역 서비스를 제공하는 사업자는 3 x10 MHz 채널을
구성할 수 있다.

5.8GHz 주파수 대역(비 허가 대역)에서는 초기 프
로파일로 5.725 ~ 5.850GHz을 목표로 하고 있으며,
5.470~5.725GHz대역을 검토중에 있으며 256 FFT
OFDM, TDD, 10MHz 채널 대역폭 등의 무선 파라
미터를 고려하고 있다.

3.5GHz 주파수 대역(허가 대역)에서는 초기 프로



(그림 3) WiBro 주파수 할당표



(그림 4) WiMax 주파수 할당표

화일로 3.4 ~3.6 GHz을 목표로 하고 있으며, 3.6 ~ 3.8MHz 대역을 신규할당 또는 부가적인 대역으로 검토 중에 있으며, 256 FFT OFDM, TDD 와 FDD, 3.5 또는 7MHz 채널 대역폭 등의 무선 파라미터를 고려하고 있다. 듀플렉스방식에서 TDD 및 FDD방식 모두를 고려하고 있으며 각각 장단점을 가지고 있으나 TDD방식이 신규 기술(AAS, MIMO)에 대해 더 많은 장점을 지니고 있다.

III. 시스템개발 현황

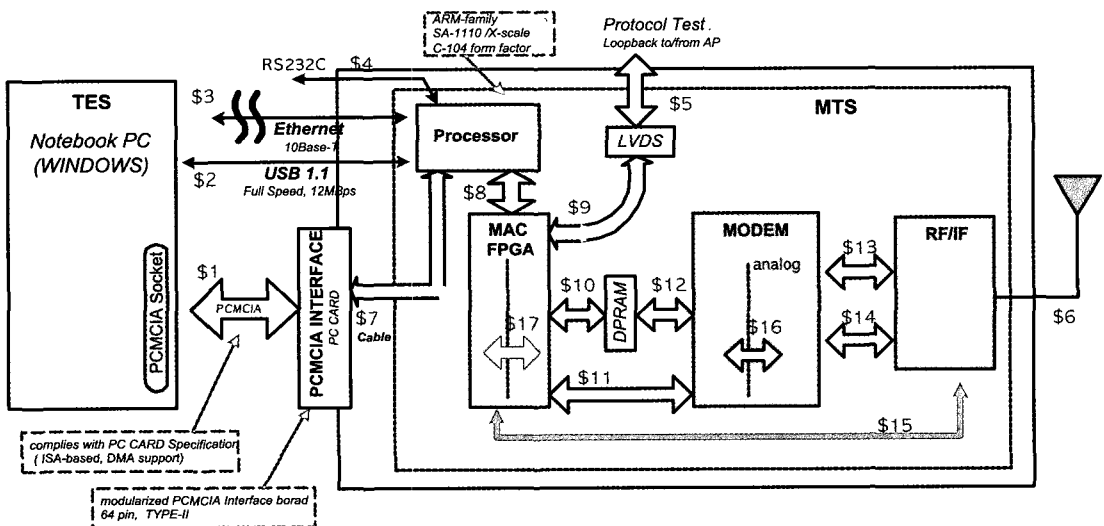
1. WiBro 시스템 구조

1.1 단말기

단말기는 무선채널의 종단점으로 무선접속 규격에 따라 AP와 OFDMA방식으로 통신을 수행하며, (그림 5)와 같이 MTS(Mobile Terminal Subsystem)와

TES(Terminal Equipment Subsystem)로 구성된다. MTS는 무선채널 송수신 기능과 MAC처리기능, TES와 PCMCIA/USB 정합기능 등을 수행하며, 무선 신호의 송수신 기능을 수행하는 RFS(RF Subsystem)와 모뎀 및 하위 MAC(CPS기능) 일부 기능을 수행하는 BHS(Base band Hardware Subsystem)과 CPS(Common Part Sublayer)서브시스템, CS(Convergence Sublayer)서브시스템으로 구성된다. RF서브시스템은 BHS와 기저대역 아날로그 신호로 정합되며, 기저대역 신호를 2.3GHz대역의 RF신호로 변환시키는 기능을 수행한다. CPS와 CS는 WiBro시스템의 MAC기능을 처리하는 기능을 수행하며 TES는 Mobile IP기능 및 사용자 인증, 무선링크 제어관리 기능, MTS와의 정합기능 등을 수행한다.

BHS는 IP 컨버전스 기능, 서비스 플로우 제어기능, 패킷 분류 기능, 헤더 압축기능, 트래픽 데이터 처리 기능, 제어 데이터 처리기능, 보안 기능, ARQ



(그림 5) 단말기 구성도

기능, MAC PDU 생성 기능, QoS 제어 기능 등의 상위 MAC기능을 수행하는 프로세서 모듈과, MAP 데이터 디코딩 기능, 암호화 기능, CRC생성 및 검색기능, 수신데이터 필터링 기능, H-ARQ 지원 기능, 모뎀 및 채널코덱 제어 기능 등의 하위 MAC기능을 수행하는 MAC FPGA 모듈, 모뎀 모듈 등으로 구성된다. 모뎀모듈은 OFDMA/TDD 규격에 따르는 변복조 기능과 채널코덱 기능을 수행한다. 변조부에서는 채널 코덱 정합기능, 서브채널 할당 기능, 하향링크 파이롯 및 프리엠블 신호 할당기능, 변조신호 매핑기능, 프레임 구조 생성기능, IFFT처리 기능, 송신신호 제어 기능 등을 수행한다. 복조모듈은 Ranging신호 처리 기능, 채널 추정 및 보상 기능, FFT처리 기능, 서브채널 복조기능, 복조신호 매핑기능, 채널코덱 정합기능 등을 수행한다.

단말 RFS(RF Subsystem)는 기저대역 처리부에서 입력된 아날로그 기저대역 신호를 반송파 대역인 2.3GHz 대역 신호로 변환 송신하고, 2.3GHz 대역의 신호를 수신하여 기저대역 신호로 변환하여 기저대역 처리부로 전달하는 기능을 수행한다. RFS는 송수신 안테나, RF 전치단인 FE(Front End)모듈, RF 신호간의 상향/하향 변환기능을 수행하는 UPC 및 DNC 모듈 등으로 구성된다.

1.2 기지국

기지국은 유무선 채널 변환기능을 수행하기 위해 단말기로부터 수신하는 정보를 PAR로 전달하거나 반대로 PAR로부터 수신하는 각종 정보들을 무선신호로 변환하여 단말에게 전달하는 기능을 수행한다.

ETRI에서 개발중인 WiBro 기지국은 30Mb/s급의 기지국(HPI-10m)과 스마트 안테나안테나 기술을 적용하여 시스템 용량을 증대 시킨 50Mb/s급으로 대별된다.

WiBro 기지국(AP)은 3개의 하드웨어 서브시스템

과 3개의 소프트웨어 서브시스템으로 구성된다. (그림 6)은 4FA 3Sector로 기지국을 구성하는 경우의 구조를 나타낸다. AP 하드웨어 서브시스템은 무선신호의 송수신 기능을 수행하는 RFS(RF Subsystem), 패킷 트래픽 신호에 대한 변복조 신호처리를 수행하는 BBS(Base Band Subsystem), 프로토콜 처리 및 라우팅 기능을 수행하는 PRS(Protocol processing & Routing Subsystem) 등으로 구성되어 있다.

RFS는 송수신 안테나 및 RF 전치단인 RFEU(RF Front End Unit), 선형증폭기LPAU, IF/RF 신호변환 장치인 TRXU(RF Transceiver Unit)등으로 구성되어 유선신호를 무선신호로 변환시키는 기능을 수행한다. RFEU는 저 잡음 증폭기능 및 송수신 RF 신호를 모니터링 하는 기능을 수행하며 송수신 절체용 고출력스위치를 내장하고 있다. LPAU는 선형적 전력 증폭기능을 수행하며 수신시간 동안에 누설되는 잡음신호를 감소시키기 위한 스위칭 기능을 수행한다. 즉, 송수신 절체 신호를 수신하여 수신 구간 동안에 LPAU의 전력트랜지스터를 OFF시시키는 기능을 수행한다. TRXU는 IF신호를 RF신호로 변환시키는 기능, 셀 커버리지의 변경을 위한 송신이득제어기능 및 셀 관리를 위한 수신이득제어 기능, 수신 전력 모니터링기능, 경보 신호 검출 및 보고기능 등을 수행한다. 이 외에도 스마트 안테나가 적용된 기지국에서는 RF Calibration Unit, 공통 클럭공급유닛등이 추가된다.

BBS는 기저대역신호를 IF신호로 변환시켜 주는 디지털 IF장치와 MAC기능을 수행하는 MACU(MAC Unit), 변복조 신호 처리 및 채널 코덱 기능을 수행하는 MODU(MODulation Demodulation Unit)로 구성된다. RFS와 BBS는 IF신호로 정합되며, BBS와 PRS는 100 Base T 이더넷으로 접속된다. MODU기능은 전문단말기의 모뎀모듈과 유사한 기능을 수행한다.

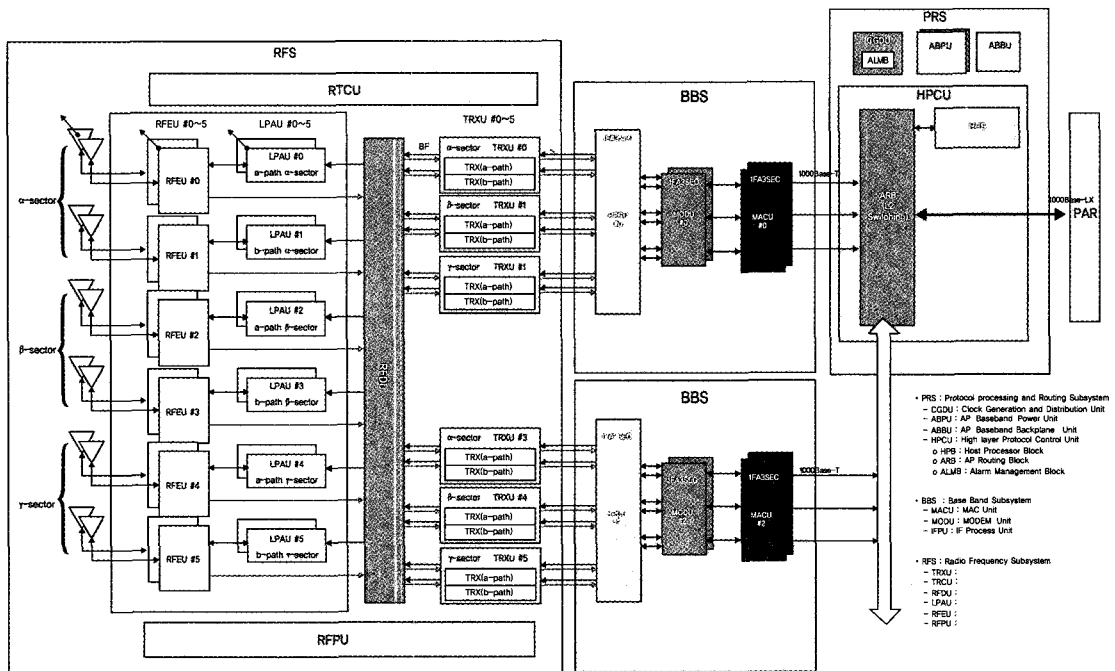
PRS는 기지국내의 호 처리, 유지보수 기능 및 PAR와의 정합기능 등을 수행하며, HPCU(High layer Protocol Control Unit)와 공통 클럭 생성 및 공급장치인 CGDU(Clock Generation and Distribution Unit) 등으로 구성된다. PRS와 PAR는 Gigabit 이더넷으로 정합된다. PRS내부에 있는 L2스위치를 통해 기지국내부의 각 프로세서모듈들은 상호 통신을 수행하게 된다.

기지국 소프트웨어 서비스시스템은 AP와 AT간 오류 없는 패킷 전송을 위한 패킷 재전송 기능, 무선 자원의 효율적 운용을 위한 패킷 스케줄링 및 무선 대역폭 할당 기능 및 ranging 기능, sleep mode제어를 통한 전력절약 기능 등을 수행하는 ATS(AP Packet Traffic Handling Subsystem), AP의 셀 초기화, 기지국 시스템 정보 전송, 패킷 호 연결 설정, 유지, 해

제 등의 연결 제어, QoS 제어기능, 핸드오버 제어 및 PAR 접속 기능 등을 수행하는 ACS(AP Packet Call Control Subsystem), AP시스템의 운용관리 기능을 수행하는 AMS (AP Administration & Management Subsystem) 등으로 구성된다.

2. PAR

PAR는 IP라우팅 기능, Mobile IP Foreign Agent 기능, 인증 및 보안기능, QoS제공기능, 과금 서버에 과금서비스 제공기능, 기지국간 핸드오버 제어 기능, 자원관리 및 제어기능, IP멀티캐스트 기능 등을 수행하며, (그림 7)과 같이 다수개의 AP들과 접속 된다. AP와 PAR간에는 IP 프로토콜을 기반으로 접속되고, 고속 패킷 전송을 위해 기가비트 이더넷 스위치를 기



(그림 6) 기지국 구성도

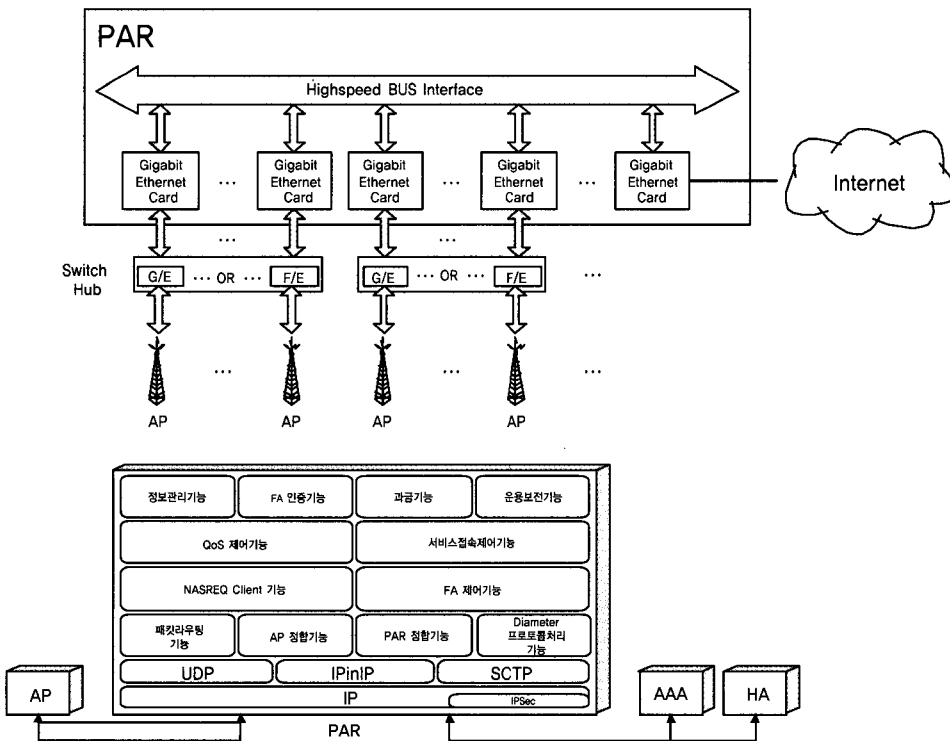
반으로 구성된다.

Diameter Protocol 처리 기능 블록에서는 diameter 메시지 인코딩/디코딩, diameter노드간 연결설정 및 상태관리, diameter메시지 라우팅 및 트랜잭션 관리등의 기능을 수행하며, AP정합기능 블록에서는 AP노드간 연결설정 및 상태관리, AP-PAR간 제어메시지 인코딩/디코딩, 수신메시지 분배 및 트랜잭션 관리기능 등을 수행한다. PAR정합기능 블록에서는 PAR노드간 연결설정 및 상태관리, PAR-PAR간 제어메시지 인코딩/디코딩, 수신메시지 분배 및 트랜잭션 관리기능 등을 수행하며, 패킷라우팅 기능블럭에서는 호스트 라우팅 테이블 추가/삭제기능, 터널링/역터널링, PAR간 핸드오버시 데이터 전송기

능 등을 수행한다. NASREQ Client기능블럭에서는 사용자 및 단말 인증, 인증키 시드 분배, 가입자 프로파일 수신기능 등을 수행하며, DHCP 릴레이 제어기능 블록에서는 DHCP 릴레이, 서비스 접속 기능과 연계한 DHCP Relay 기능 관리,AP를 통한 DHCP 메시지 송수신,서비스 해제시 단말의 DHCP Release 메시지 생성 및 전송기능 등을 수행한다.

IV. WiMax 시스템 개발 현황

2005년 연말에 인증된 제품이 출시될 것으로 예측되나 이미 Pre-WiMax형태의 시스템이 개발되어 보



(그림 7) PAR 구성도 및 기능 블록도

급되고 있는 상황이다. WiMax시스템을 개발하고 있는 대표적인 회사의 현황은 다음과 같다.

1. Redline Communication

WiMax Forum의 창설멤버인 Redline사에서는 IEEE802.16-2004규격에 따르는 RedMAX 계열의 기지국 AN-100U 및 실내용 단말기 RedMAX SU-I와 실외용 단말기 RedMAX SU-O 제품을 개발하였다. AN-100 무선 back-haul시스템은 음성트래픽, VoIP, 영상서비스를 제공할 수 있으며 TDM사양 기능은 E1/T1 전용선 대응으로 사용이 가능하다. AN-100시스템은 AMC기능과 ARQ기능을 채택하여 시스템 가용도를 높이고 있으며 상세 스펙은 다음과 같다.

- 256 FFT OFDM
- RF대역: 3.4 ~ 3.8GHz, TDD, HD-FDD
- 채널크기: 3.5, 14MHz(250KHz steps)
- 전송속도: 최대 36Mbps/14MHz 채널
- MAC: 802.16a기반, AMC(QPSK에서 64QAM 까지 수용)
- 셀 범위: 45Km(LOS), 3Km(NLOS)
- 망 접속: 10/100 Ethernet(RJ-45)

2. Alvarion

Alvarion사에서 개발한 WiMax 플랫폼인 BreezeMAX는 허가대역인 3.5GHz대역에서 운용 가능하며 64QAM까지의 AMC기술과 고도의 주파수 사용효율을 갖으며, 향후 WiMax Forum에서 결정하는 규격의 구현이 가능하도록 설계되어 있다.

BreezeMAX 기지국은 고밀도형 기지국과 소형 기지국으로 개발되었다. 고밀도 기지국은 8U크기의 보드들이 CPCI 버스 구조를 갖는 셀프와 19" 또는 22" 크기의 Rack에 실장되며, Network processor Unit

와 6개까지의 Access Unit모듈과 전원장치 등으로 구성된다. Network processor Unit는 기지국의 중앙처리장치로서 기지국내의 각종 장치들과 가입자 유니트들을 관리하는 기능을 수행하며 세부기능으로서 100/1000 Base-T 네트워크 인터페이스를 통해 송수신되는 트래픽의 처리, 트래픽 분류 및 접속설정 초기화기능, policy기반의 데이터 교환 기능등을 수행한다. Access 유니트는 실내용 유니트와 실외용 유니트로 이루어지며, 실내용 유니트에는 IEEE 802.16/HiperMAN 규격에 따르는 MAC과 모뎀기능이 구현되어 있다. 각 실내용 액세스유니트에는 2개의 3.5/1.75MHz PHY채널이 구현되어 있어 RF다이버시티 혹은 이중화 기능으로 사용될 수 있다. 고출력, 멀티캐리어 유니트인 실외용 액세스 유니트는 다수개의 채널을 실장하고 있어 최대 14MHz의 대역폭까지 지원이 가능하다. 소형기지국은 교외지역에 사용되는 저가형 모델로서 1개의 실외용 액세스유니트 구성된다.

여러 형태의 가입자 단말기가 있으며 3.5MHz채널에서 최대 12.7Mbps의 속도로 광대역 데이터 및 음성서비스를 제공할 수 있으며, 홈네트워킹 기능과 Hotspot backhauling기능을 지원할 수 있다. BreezeMAX 단말기도 실내용 유니트와 실외용 유니트로 이루어지며, 실외용 유니트는 모뎀, RF장치, 데이터 처리/관리 장치등으로 이루어져 있다. 실외용 유니트는 실외용 유니트에 접속되어 다중망 구성이 가능하다.

V. WiBro 및 WiMax 발전방향

1. WiBro 및 WiMax 비교

WiBro는 무선 LAN과 이동통신의 장점만을 취하

여 이동환경하에서 유선 ADSL급의 속도로 무선인터넷서비스를 효과적으로 제공하기 위해서 등장하게 된 서비스이며, 반면에 WiMax는 고정환경에서 무선 LAN(Wi-Fi)의 기능을 확장하여 광역에 걸쳐서 무선 인터넷 서비스를 제공하며 핫스팟 Wi-Fi와 중계선의 백홀(back haul)서비스를 제공하기 위해서 등장하게 되었다. (그림 7)에서 보는 바와 같이 이동환경 측면에서 WiBro와 WiMax의 차별화가 가능하다고 할 수 있다.

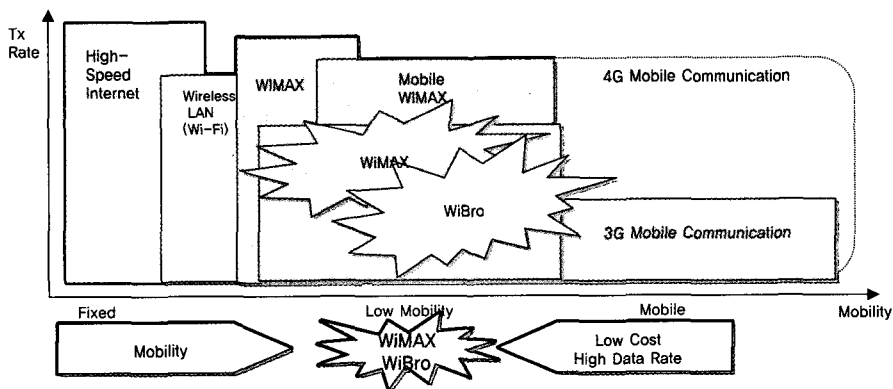
반면에 표준규격 측면에서는 WiBro와 WiMax는 모두 IEEE 802.16 기반의 기술을 적용하고 있으며, 매우 유사한 기술적 특징을 공유하고 있다. WiBro의 경우는 IEEE 802.16 - 2004규격을 기반으로 시스템 프로파일을 결정하여 TTA규격으로 확정되어 2006년 상반기 상용화를 목표로 하고 있으나, WiMax의 경우는 금년에 시스템 프로파일을 결정하고 금년 말에 이에 대한 인증을 거친 제품이 출시될 예정으로 있다. 이와 같은 일정 계획대로 상용화가 진행되더라도 WiBro는 이동성 및 핸드오버등의 장점을 지니고 있어, 이동성이 없는 WiMax보다는 시장 점유율이 높을 것으로 예측된다. 즉, 현재까지의 WiMax 서비스는 주로 핫스팟(hot spot)에 연결되는 백홀서비스

가 주를 이룰 것으로 보이며 현재 500달러 정도의 가입자 장치 가격이 표준화 효과로 앞으로 250 달러 미만으로 크게 낮아지게 된다면, WiMax가 ADSL과 같은 기존의 초고속인터넷 서비스와 경쟁하는 대체재로 등장할 가능성도 있으나, 이동성 결여로 초고속인터넷 보급률이 낮고 지리적으로 유선 솔루션 보급이 어려운 나라에 주로 보급될 것으로 예상되며, 통신 선진국에서도 도시 보다는 시골 지역의 틈새시장에 한정적으로 보급될 것으로 예측된다.

WiBro의 경우는 이동성과 핸드오프 기능, VoIP 기능, MBS기능 등에 대한 시스템 프로파일의 확정되어 있어 보급 초기단계에서 ADSL의 대체서비스뿐만 아니라, 저렴한 가격 정책과 단말기 보조금 지원 정책 등이 선행되는 경우 제3세대 이동통신 서비스와 보완 또는 경쟁체제로 발전할 가능성이 충분하다고 예측된다. 또한 규격의 국제 표준화로 세계 시장에 진입하는데 유리한 입장에 있다고 할 수 있다.

2. WiBro 및 WiMax 발전방향

현재의 WiBro 규격은 IEEE802.16-2004규격과 P802.16e/D7규격, P802.16-2004/Cor/D2규격이



(그림 8) WiBro 및 WiMax positioning

〈표 2〉 WiBro와 WiMax의 비교표

Item	WiBro	WiMax	Remark
Purpose	- 60 Km/h mobility support - Mobile, Access	- Fixed Wireless Access - Backhaul, Access, Mobile - First profile selections approved: f05.2Q	
Mobility	- 60 Km/h	- 802.16 e support(Nomadic)	
Baseline document	- IEEE 802.16e	- IEEE 802.16e - ETSI HiperMAN	
Tx. rate	- Maximum 50Mbps	- Maximum 70Mbps	
PHY	- TDD - OFDMA	- TDD/FDD - OFDM	
MAC	- Basic IP system MAC profile	- Basic ATM system MAC profile - Basic IP system MAC profile	
Cell coverage	- Max 5Km(RURAL)	- 50 Km	
Terminal	- PC, Note -book, PDA	- Note -book, PDA	

통합된 버전에 기반을 두고 있으며, 지속적인 규격의 보완을 통해 150Km/h이상의 이동성 지원과 MIMO 기술 등의 적용을 통해 주파수 효율을 10 bits/Hz로 향상 시킬 계획으로 있어 3G기술과의 경쟁이 예상되며 4G로의 진입기술을 확보할 수 있을 것으로 예측된다.

WiMax경우는 IEEE802.16-2004규격에 기반을 둔 인증제품이 2005년 말에 출시 될 계획으로 있다. 더불어 IEEE802.16e에 기반을 둔 인증제품이 2006년 말에 출시될 계획으로 있으며, 250Km/h의 이동성과 핸드오버 기능 추가를 계획하고 있다. 즉, WiMax서비스는 백홀서비스에서 액세스 서비스, 이어 이동통신서비스로의 진화가 예상되므로 WiBro와 같이 4G 기술의 진입을 목표로 하고 있다고 할 수 있다

이와 같이 WiBro와 WiMax모두 IEEE802.16규격 기반과 4G서비스를 목표로 하고 있다는 공통점을 보유하고 있고 다음과 같은 기술정책적 측면에서 상호 공동의 협력이 예측되고 있다.

첫째, 범 세계화 전략 측면에서 상호 공동협력이 필요하다. 이는 WiBro서비스의 경우 한국의 내수 시장의 한계점을 극복하기 위한 일환으로 WiMax와의

협력을 통해 범세계 시장을 창출해야 할 필요성이 있으며, WiMax측면에서는 IEEE802.16규격의 선도시 장으로서 한국의 IT시장의 활성화가 WiMax성공의 기반이 될 수 있다는 점을 들 수 있다.

둘째, IEEE 802.16규격의 핵심인 OFDM기술의 검증측면을 들 수 있다. 현재 OFDM계열의 기술은 WLAN에서는 상용화되어 있지만 제4세대 이동통신 기술에 적용하기 위해서는 이동통신환경에 대한 최적화기술이 확보되어야 한다. WiBro를 통한 최적화 기술은 WiMax에도 적용이 가능하므로 상호 공동협력이 필요하다고 할 수 있다.

셋째, 사업모델 측면에서 상호 협력이 필요하다. 이는 WiMax의 경우에 LMDS와 같은 BWA (Broadband Wireless Access)시장의 실패를 반복하지 않기 위해서는 LMDS와 같은 서비스외에 이동액세스서비스 기술이 활성화 되어야 한다. 이러한 측면에서 WiBro는 WiMax에 좋은 사업 모델이 될 수 있다고 예측된다.

WiBro와 WiMax의 활성화를 위해 공통적으로 해결해야 될 기술적인 요구사항은 다음과 같으며, 이를 해결하는 방안으로 기술개발이 추진될 것을 예측된다.

첫째, 단말기의 구조와 전력 소비에 관한 기술개발이 요구된다. 이는 우선 단말기 형태가 노트북형태에서 PDA등 전용 단말기 형태로 진화하는 과정에서 광대역 초고속 서비스제공에 필수적인 OFDM/MIMO 기술을 적용하기 위해서 새로운 형태의 안테나의 구조가 필요하며, 또한 광대역 서비스를 제공하기 위해서는 단말기기의 저전력화가 필수 요인이 된다.

둘째, 다양한 무선접속규격을 수용할 수 있는 단말기의 기술개발이 요구된다. 이는 WiBro와 WiMax, 3G, WLAN등의 다양한 무선접속 규격을 지원하는 단말기의 개발이 요구되므로 이를 해결하기 위해서는 재구성 가능한 (Reconfigurable) 형태의 단말기 기술개발이 중요한 위치를 차지하게 될 것이다.

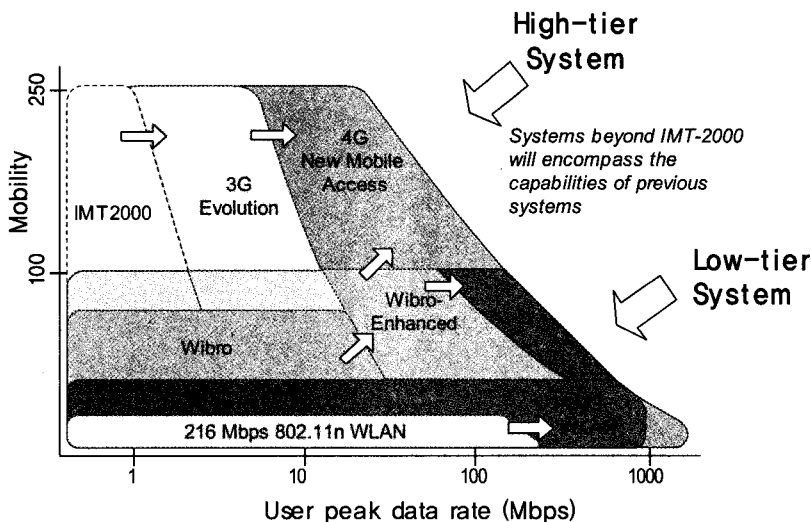
셋째, 멀티모드 핸드오버 기술 개발이 요구된다. 이는 다양한 종류의 망에 접속되는 단말기에게 끊김이 없는 통신 서비스를 제공하기 위해서 필요한 기술로서 WiBro와 WiMax간의 핸드오버, WiMax와 3G간의 핸드오버 기술들을 들 수 있다. 이를 위해서는 물리계층에 독립적인 계층3간의 핸드오버 기술개발

이 선행되어야 한다.

넷째, 고 효율의 MAC기술 개발이 요구된다. 이는 초고속 광대역 인터넷서비스를 제공하기 위해서는 고속으로 물리계층을 제어하고 무선자원을 관리해주는 MAC기술개발이 선행되어야 한다.

VI. 결 론

본 고에서는 최근 유선인터넷 서비스의 수요의 급증과 더불어 이동 중에서도 초고속으로 인터넷 서비스를 제공 할 수 있는 새로운 형태의 무선 인터넷 서비스에 대한 요구를 수용하기 위해 2003년부터 개발에 착수하여 2006년도에 상용화를 목표로 하고 있는 "2.3 GHz 휴대용 인터넷서비스 시스템(WiBro)"에 대한 도입 배경과 무선접속규격의 특징, WiBro 시스템의 단말 및 기지국 구조에 대해서 기술 하였다. 또한 유럽 및 미국에서 고정무선 서비스 기술로서 등장한 WiMax의 등장 배경과 인증일정과 스펙트럼 할당



(그림 9) WiBro 버전

등에 대해서 기술하였다. 또한 WiBro와 WiMax간의 기술 비교와 향후 진화방안 등에 대해서 기술하였다.

향후 통신 시장은 IP 기반 데이터 서비스 중심으로, 유선통신 기반에서 무선 통신 기반으로 급격히 진화하고 있다. 이렇게 진화하는 통신환경에서 사용자의 다양한 멀티미디어 서비스 요구에 부합할 것으로 기대되는 WiBro 기술개발은 중저속의 이동성, 고속의 전송속도 및 저렴한 사용 요금 등과 같은 특징을 기반으로 무선인터넷 사용을 활성화시킬 것으로 예상되고 있으며, 이와 더불어 WiBro 기술 개발을 통해 차세대 이동통신 기반기술 확보가 가능할 것으로 판단된다.

WiMax의 경우 인텔을 중심으로 현재 프로토타입을 결정하고 시험을 위한 작업이 진행 중에 있으며 2005년 말에 최초로 인증된 제품이 출시 될 것으로 보인다. 우선 WiMax시장은 Wi-Fi백홀용으로 활성화 될 것으로 보이며 2006년 말에 이동성이 보장된 인증제품이 출시되는 이후에는 이동역세스서비스도 제공 될 것으로 보인다.

WiBro와 WiMax는 국제표준화와 상호 호환성 유지를 통해 범세계적인 통신시장을 창출하고, 서비스의 활성화를 통해 다양한 형태의 단말기 개발, 새로운 콘텐츠 및 응용서비스 기술 개발을 촉진시킬 것으로 판단된다. 이와 같은 일련의 기술 및 서비스 개발을 통해 국내외 산업체의 경기부양에 일조를 할 수 있을 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] TTA, "2.3GHz 휴대인터넷 표준 - 물리계층", 2004.10.15.
- [2] TTA, "2.3GHz 휴대인터넷 표준 - 매체접근 제어 계층", 2004.10.15.
- [3] TTA, "2.3GHz 휴대인터넷 표준 - 물리계층 및 매체접근제어 계층", 2005.6.30.
- [4] IEEE Standards 802.16-2004, "802.16 Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems", 1 October 2004.
- [5] IEEE Standards P802.16e, "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", Jun 2005.
- [6] IEEE Standards P802.16e/D9, "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", Jun 2005.
- [7] 황승구, 권동승, 예충일, "2.3GHz 대역에서 초고속 휴대 인터넷 서비스," 한국전파진흥협회, 전파진흥, 2003.6.
- [8] 양정록, 김영일, 안지환 "휴대인터넷 기술 동향," Telecommunications Review
- [9] Barry Lewis, "WiMax Forum Regulatory Working Group Initial Profiles and Goals", Reg TP international conference, July 2005.



김영일

1985년 경희대학교 전자공학 학사
 1985년 ~ 1986년 삼성전자
 1988년 경희대학교 전자공학 석사
 1994년 정보통신기술사
 1995년 전기통신기술사
 1996년 경희대학교 전자공학 박사

1988년 ~ 현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 휴대인터넷시스템연구팀 (팀장)



안지환

1979년 충남대학교 전자공학 학사
 1981년 서울대학교 전자공학 석사
 1982년 ~ 1991년 한국전자통신연구원, TDX 교환기 연구개발
 1992년 ~ 1993년 한국전자통신연구원, 이동통신용 교환기 연구개발

1994년 ~ 1996년 한국전자통신연구원, 셀룰러 이동통신 제어국 연구개발 (실장)

1997년 ~ 1999년 한국전자통신연구원, 동기식 IMT-2000 제어국 연구개발 (팀장)

1999년 ~ 2001년 한국전자통신연구원, 비동기식 W-CDMA 기저국 연구개발 (부장)

2002년 한국전자통신연구원, 4세대 이동통신 시스템 연구 (부장)

2003년 ~ 현재 한국전자통신연구원, 휴대인터넷 시스템 연구개발 (부장)



황승구

1979년 서울대학교 전기공학과 학사
 1981년 서울대학교 전기공학과 석사
 1986년 University of Florida 전기공학과 박사
 1982년 ~ 2004년 한국전자통신연구원 책임연구원/무선전송기술연구부장
 2004년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신

연구단장