

휴대인터넷 시스템 Testbed 기술검증 및 현장 운용시험

이상호, 이성춘
KT 컨버전스연구소

Technical Trial of Portable Internet System

Sang-ho Yi, Seong-Choon Lee
Convergence Laboratory, KT

Abstract - 최근 정지 및 이동중에도 고속의 데이터 전송속도를 보장하는 휴대인터넷 서비스에 대하여 많은 관심이 증폭되고 있고, 특히 휴대인터넷 사업에 대하여 통신업계의 관심은 더욱 증가되고 있다. 이에 발맞춰 KT는 휴대인터넷 상용화에 대비하여 OFDMA 기술을 포함한 다양한 기술방식의 무선시스템을 도입하여 종합 Testbed를 구축하고 운용하였다. 본고에서는 구축된 무선시스템의 기술검증을 위한 성능 평가 방안과 Testbed의 구축 및 운용에 대하여 논하였다.

1. 서 론

최근 주파수의 효율적 활용과 유무선 정보통신망 구축 관련하여 2.3GHz대 주파수 대역이 각광을 받고 있다. 이 주파수 대역은 정통부가 1997년 3월 KT와 하나로에 전화가입자망(WLL)용으로 할당하였으나 전화시장 포화, ADSL 등장에 따른 경제성 저하로 2002년 12월 휴대인터넷 용도로 주파수 분배 변경 고시되었다. 최근 정통부는 이동중에도 고속 전송속도로 무선인터넷을 이용할 수 있는 휴대인터넷(WiBro) 서비스 사업자가 내년 2월에 선정돼 2006년부터 상용서비스를 제공한다고 밝혔다. 기술방식은 IEEE802.16 표준에 5가지 성능기준을 만족시키는 것으로 확정했다. 이와 함께 휴대인터넷 사업자 선정 추진일정, 사업자 수, 사업자 선정계획 등 사업자 선정방안을 9월초까지 최종 확정할 계획이라고 밝혔다. 정통부의 이와 같은 일련의 방침들로 인하여 통신사업자 및 관련 제조업체들은 사업권 획득 및 사업 주도권 쟁취를 위한 노력이 한층 가열될 전망이다.

휴대인터넷이란 2.3GHz대 주파수를 이용하여 커버리지와 요금 측면에서 기존 시스템이 갖는 한계를 극복하고 ADSL 수준의 품질과 비용으로 정지 또는 고속 이동중에도 무선인터넷 접속이 가능한 서비스이다. 그리고 기존 IMT-2000보다 고속이며, 무선랜과 달리 실내뿐만 아니라 실외환경에서도 제공 가능한 서비스이다. 기존 이동통신 서비스와 마찬가지로 셀 간의 핸드오버를 지원하며 이동 중에도 서비스 제공이 가능하도록 하고 있다.

현재의 무선인터넷 서비스는 이동3사가 제공하는 이동통신망에 의한 광역 서비스와 KT를 포함한 유선 통신사업자가 제공하는 무선랜 서비스로 나눌 수 있다. 그러나 이러한 서비스는 무선인터넷이 활성화된 시점에서 가입자들로부터 다소의 불편을 야기하고 있다. 이동통신망에서 제공하는 서비스는 저속의 데이터 전송과 고가의 이용요금 그리고 무선랜에서 제공하는 서비스는 고속의 전송속도를 보장하지만 서비스가 제한된 영역에서 이루어지고 이로 인한 불편을 초

래하여 언제 어디서나 저렴한 이용요금으로 고속의 데이터 전송속도를 제공할 수 있는 휴대인터넷 서비스에 더욱 많은 관심이 고조되고 있는 실정이다.

한편 TTA에서는 2004년 6월 25일 휴대인터넷에 대한 국내 표준을 확정된 바 있다. 주요 시스템 파라미터로는 Duplexing은 TDD, 다중접속방식은 OFDMA, 채널대역폭은 10MHz로 결정이 되었다. KT는 이러한 시스템 파라미터를 적용한 시스템 및 유사한 기술을 적용한 장비들도 휴대인터넷 시스템 종합 Testbed를 구축하여 이러한 시스템들이 상용화시 가입자들에서 원활한 서비스를 제공할 수 있는지 여부를 분석코자 실제와 유사한 환경을 구축하였고 다양한 시험들을 진행하였다.

본고에서는 휴대인터넷 Testbed 기술검증 및 운용 현황에 대해서 소개하고자 한다. 2장에서는 휴대인터넷의 표준화 제정에 대한 경위, 국내 휴대인터넷 표준안의 OFDMA기술에 대하여 간략히 논하고 KT에서 구축한 Testbed의 현황, 기술검증 방안 2004년도 운영방안에 대하여 논하고 3장에서 결론을 맺는다.

2. 본 론

2.1 국내 휴대인터넷 표준화 개요

TTA는 2003년 6월에 통신사업자, 통신장비 제조업체들이 참여하는 국내 휴대인터넷 표준을 위한 Working Group을 구성하였다. 표준화 추진의 기본 방향은 시장성과 경쟁력 있는 기술 확보, Global 표준의 지향 및 휴대인터넷 서비스의 조기 상용화를 목표로 하였다.

국제적으로는 IEEE802.16 및 802.20 등에서 이동 환경에 적합한 휴대인터넷 기술의 표준화가 진행되고 있다. TTA에서는 표 1과 같이 주요 시스템 파라미터(또는 방식)로서 복신 방식(Duplexing), 채널 대역폭, 다중접속방식(Multiple Access)의 3개 항목을 선정하였고 필수 요구사항으로는 주파수 재사용 계수, 주파수 효율(Spectral Efficiency), 핸드오프, 이동성, 서비스 커버리지, 가입자당 전송속도를 포함하는 6개 항목을 선정하였다.

이와 같은 무선접속 주요 파라미터와 필수 요구사항을 만족하는 기술로 삼성전자/한국전자통신연구원, 포스데이터, 오쏘트론/넛포드사의 3개 기술을 제안받아 최종적으로 삼성전자/한국전자통신연구원에서 제출한 OFDMA 기술을 TTA 표준안으로 선정하고 각종 요소기술을 추가로 반영하여 2004년 6월 25일 TTA 정보통신표준총회에서 "2.3GHz 휴대인터넷 표준"이 확정되었다.

표 1. 무선접속 주요 파라미터 및 필수 요구사항

구분	항목	방식 또는 값
주요 시스템 파라미터	Duplexing	TDD
	채널 대역폭	10MHz
	다중접속방식	OFDMA
필수 요구사항	주파수 재사용계수	1
	주파수 효율 bps/Hz/cell	최대 주파수 효율 D/U(6/2) 평균 주파수 효율 D/U(2/1)
	핸드오프	기지국내 셀간 핸드오프 <150ms 기지국간 핸드오프 <150ms 주파수간 핸드오프 <150ms
	이동성	최대 60Km
	서비스 커버리지	피코셀(Picocell): 100m 마이크로셀(Microcell): 400m 매크로셀(Macrocell): 1Km
	가입자당 전송속도	○ 가입자당 최대 전송 속도 하향/상향: 3Mbps/1Mbps ○ 가입자당 최소 전송속도 하향/상향: 512Kbps/128Kbps

2.2 국내 휴대인터넷 표준의 OFDMA 기술

국내 휴대인터넷 표준 기술은 1024-FFT 크기의 OFDMA 모드에 AMC sub-channel, Hybrid-ARQ, 상향링크 tile 구조 및 safety channel 등을 적용한 기술로 표 2에 기본 파라미터가 나와 있다.

표 2. 국내 휴대인터넷 표준의 OFDMA 기본 파라미터

파라미터	값
채널 대역폭	10 MHz
샘플링 주파수 (Fs)	10 MHz
샘플링 간격 (1/Fs)	100 ns
FFT 크기 (N _{FFT})	1024
사용된 부반송파 개수	864
데이터 부반송파 개수	768
파일럿 부반송파 개수	96
부반송파 주파수 간격	9.765625KHz
유효 심볼 시간	102.4us
CP 시간 (T _g = T _b /8)	12.8us
OFDMA 심볼 시간 (T _s = T _b + T _g)	115.2us
TDD 프레임 길이	5 ms

IEEE802.16-REVd의 OFDMA는 기본적으로 고정 광대역 무선접속방식에 대한 표준이기 때문에 고정 및 가변 파일럿톤을 정의하고 32개의 부채널을 섹터별로 가변적으로 사용하도록 하고 있으나 인접 셀에서의 주파수 재사용은 고려하고 있지 않다. 그러나 국내표준은 인접 셀에서의 주파수 재사용을 기본 원칙으로 규정하고 있으므로 시간/주파수/공간 다이버시티를 최대한 이용하여 다이버시티 부채널(Diversity Sub-channel)을 구성함으로써 간섭의 평균화(interference averaging)를 꾀하고 있다. 또한 다중경로 전파에 강한 OFDM의 장점을 최대한 활용하여 전체 채널 대역을 고정 환경의 경우 플랫폼 페이딩 특성을 가질 수 있을 것으로 예상되는 밴드(band) 단위로 나누어 사용자가 위치한 환경에 따라 적합한 밴드를 선택하고 해당 밴드의 채널특성에 적절한 변복조

/부호화 방식을 적용하는 AMC 부채널(AMC subchannel)을 정의하고 있다. 이러한 다이버시티 부채널과 AMC 부채널은 같은 셀 내에 위치한 사용자라도 채널특성에 따라 고정 사용자(stationary user)와 이동 사용자(mobile user)가 혼재되어 있을 수 있으므로 한 시스템에서 이런 두가지 부류의 사용자들을 동시에 제공하기 위해 제안된 개념이다.

2.3 휴대인터넷 Testbed 구축 및 운용 현황

KT의 휴대인터넷 Testbed는 2003년도 초에 명동의 중앙지사에 구축 되었다. 2003년도 초에는 표준화 제정에 대한 방침이 없으므로 인하여 KT에서는 그 당시 휴대인터넷 후보기술들에 대하여 실제 환경과 유사한 밀집 도심환경에서 다양한 분야의 시험항목을 통하여 장단점 및 성능을 분석하고, 이를 통하여 국내 무선 환경에 적합한 국내 휴대인터넷 서비스 기술을 선정하고 국내 표준으로 제안을 목적으로 하였다.

표 3. 각사에서 제공한 기술들의 일반적인 사양

구분	i-Burst	flash-OFDM	Ripwave	Broad@ir
RF주파수	1.9/2.3GHz	2.3GHz	2.3/2.6GHz	2.3GHz
다원접속/복신	TDMA/TDD	OFDM/FDD	SCDMA/TDD	OFDMA/TDD
채널 대역폭	625KHz	1.25MHz	500KHz	5MHz
시스템 대역폭	5MHz, 10MHz	1.25MHz	5MHz	5MHz, 10MHz
시스템 구성 (10MHz)	16FA.3SP Ch.	3.5FA.3Sec	20FA	2FA.6Sec
변조방식	QPSK ~ 24QAM	QPSK ~ 16QAM	QPSK ~ 16QAM	QPSK ~ 64QAM
기지국 최대용량(DL)	40Mbps	34.5Mbps	24Mbps	48Mbps

휴대인터넷 서비스의 기술방식 선정을 위한 고려사항으로는 옥외 서비스 환경에 적합하도록 설계된 기술, 이동통신 서비스와 차별화를 위해 단말기의 이동성보다는 전송성능과 커버리지에 강점이 있는 기술, 경제적인 광역접속망 구축/운용 및 유지보수가 용이한 기술, 조속한 상용서비스가 가능한 기술이 되어야 한다. 이러한 점들을 고려하여 Testbed 구축에 선정된 기술은 ArrayComm사의 i-BURST, Flarion사의 flash-OFDM, Navini사의 Ripwave, Broadstorm사의 Broad@ir이다. 제공된 장비들의 기술은 IEEE802.16a, e, IEEE802.20 계열의 장비들로 옥외에서 유선망에 근접한 품질로 인터넷 접속이 가능한 장비들이며, 각사에서 제공한 기술들의 일반적인 사양이 표 3에 나타나 있다.

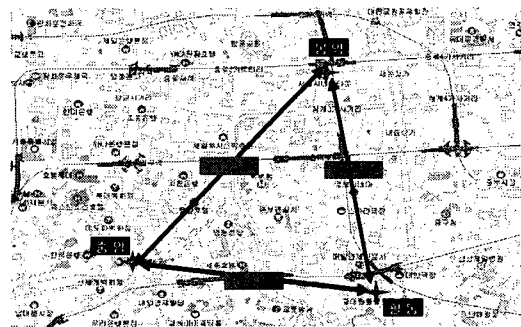


그림 1. 휴대인터넷 Testbed 구축 사이트

Testbed는 그림 1과 같이 서울의 도심지역인 명동, 필동(충무로) 및 봉익기지국(종로 3가)에 4종류의 후보기술 시스템을 병설하여 휴대인터넷 후보기술들을 동일 장소, 동일 환경에서 기술 및 성능을 비교 평가할 수 있는 종합 실험국이다. 장비가 설치된 장소는 각 기지국간 거리가 1Km 내외로서 삼각형으로 형성이 되어있고 기지국 안테나는 각 건물의 약 13층의 높이에 설치되었다. 이렇게 설치된 Testbed는 국내 최도심의 빌딩 숲 속에 설치되어 도심지역에서 음영지역의 분석, 커버리지, 기지국간 상호간섭, 가입자 전송속도 및 다양한 분야에 대해 각 장비들에 대한 성능을 분석하였다. 이와 함께 후보기술들의 데이터 전송성능시험, 현장시험, 서비스 연동시험, RF 시험 등을 복합적으로 수행하여 국내 휴대인터넷 표준화 활동에 적극 반영코자 하였다.

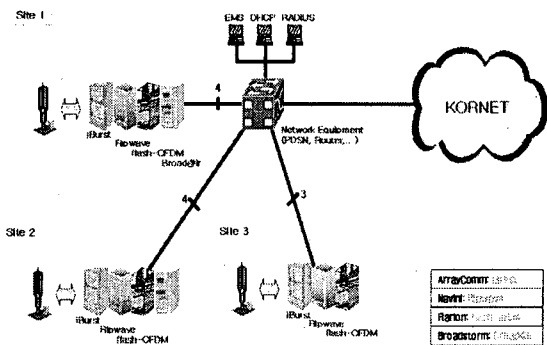


그림 2 휴대인터넷 Testbed 네트워크 구축도

그림 2는 명동, 필동, 종로에 구축된 3개 사이트에 대한 네트워크 구성 현황이다. 후보기술별 세부적인 네트워크 현황은 특성에 따라 조금씩 상이하지만 기본적으로 여러 기지국들을 중앙지점에서 집선하여 각 장치 관리를 위한 EMS(Element Management System)서버, IP주소를 할당해 주는 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)서버, 인증을 담당하는 RADIUS(Remote Authentication Dial In User Service)서버 등을 구축하였다. 또한 셀간 핸드오프 및 무선랜 연동 등 IP 이동성 성능검증을 위하여 이동성 관리 장비인 PDSN(Packet Data Serving Node), HA(Home Agent), FA(Foreign Agent) 등 각종 네트워크 장비를 부설하였으며, 사이트간에는 별도의 네트워크 장비를 거치지 않고 광 전송로를 통해 직접 연결하여 기지국 전송용량이 백본 네트워크단에서 병목현상이 발생하지 않도록 Kernet과는 100Mbps 메트로이더넷으로 연결하여 네트워크를 구축하였다.

이와 같이 Testbed에 구축된 장비들의 성능을 분석코자 다음과 같이 크게 4분야로 분류하여 시험항목을 작성하였으며 개략적인 내용은 다음과 같다.

- 데이터 전송성능 분석
 - 단일, 다중셀 환경에서 단일 사용자의 최대 데이터 전송 성능
 - 단일셀 환경에서 사용자간 전송 성능
 - 단일, 다중셀에서 최대 및 평균 셀 용량
 - 셀 경계지역에서 사용자 전송 성능
 - MAC 성능 분석
- 현장시험
 - 단일, 다중셀 환경에서 단일 사용자의 옥외 커버리지 및 실내 전송 성능

- 차량 이동에 따른 사용자의 전송 성능
- 채널간 간섭 시험
- 서비스 연동시험
 - 가입자들이 제공 받을 수 있는 다양한 서비스의 제공 가능성
 - 휴대인터넷과 무선랜간 연동시험
 - 동일/타 네트워크로 구성된 셀 간 데이터 핸드오버
 - 3개 셀에서 다수의 단말이 랜덤하게 이동할 때 단말기의 전송 성능
- RF 시험
 - 기지국/단말기의 출력 및 대역내외 spurious 방사
 - 인접 채널 파워비

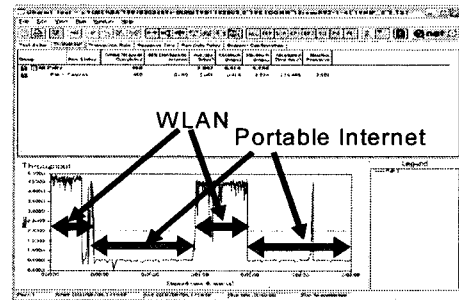


그림 3 휴대인터넷과 무선랜간 연동시험

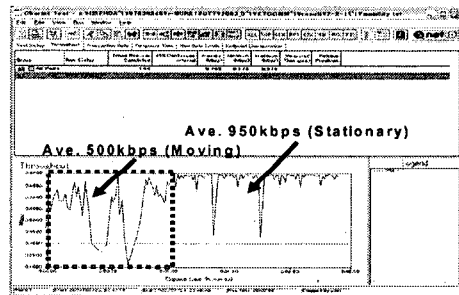


그림 4 휴대인터넷 이동성 시험

상기 그림 3과 그림 4는 휴대인터넷 후보기술의 무선랜과의 연동 및 이동성 시험결과를 나타낸 것이다. 그림 3에서는 단말기가 휴대인터넷과 무선랜의 서비스 지역을 이동할시에 휴대인터넷 지역에서는 1Mbps급, 무선랜 지역에서는 5Mbps 정도로 끊임없는 서비스가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 휴대인터넷 이동성 시험에서는 단말이 60Km/h 수준의 속도로 이동시에도 정지시의 약 50% 이상의 전송속도로서 500Kbps급 VoD 등의 서비스가 가능함을 알 수 있었다.

2.4 2004년 Testbed 운영 계획

2003년은 국내 휴대인터넷 서비스 후보기술을 대상으로 Testbed를 구축하여 기지국의 용량, 가입자당 전송속도 및 핸드오버 등 주로 무선구간에서의 성능분석 및 기지국간 핸드오버 등을 중심으로 운용하였다. 2004년도의 Testbed 구축 및 운용 목적은 다음과 같다. 우선 OFDMA방식의 무선시스템을 설치하여 성능분석을 하고, 상용화 시점 이전에 휴대인터넷망을 구축하여 Layer 2 (Link-level) 기반 및 Mobile IP를 이용한 Layer 3 (IP-level) 기반의 IP 이동성 시험, 상용화 관점의 인증 및 보안 시험, IPv6 시험, 멀티캐스트 서비스 시험, 휴대인터넷 응용서비스 적용시

험 등을 강화하여 기존의 무선 전송 성능과 더불어 TTA 서비스/네트워크 요구사항의 만족여부 및 상용화 관점의 서비스 운용시험을 실시할 예정이다.

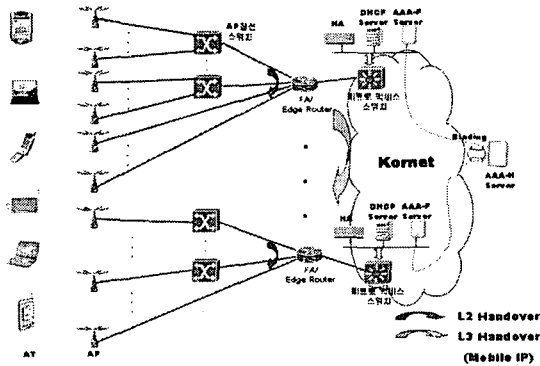


그림 5. 휴대인터넷 종합 Testbed 네트워크 현황

3. 결 론

기존의 이동통신망과 차별성을 보일 수 있는 고속의 데이터 전송속도, 저렴한 요금, 즉 기존의 유선인터넷에서 제공 받던 수준의 콘텐츠, 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 휴대인터넷 서비스는 분명 각광 받을 수 있는 신규 서비스임에는 이문의 여지가 없는것 같다. 특히 무선랜 서비스인 NESPOT과 연동하여 인터넷 사용이 많은 빌딩 및 수요 밀집지역, Hotspot지역은 NESPOT을 사용하고 도심지역에서의 실내 및 이동환경 그리고 중소도시의 옥외환경과 같은 넓은 커버리지가 필요한 지역에서 휴대인터넷 서비스를 활용한다면 언제 어디서든 인터넷 사용을 원하는 가입자들에게는 희소식이 아닐 수 없다.

한편 지금까지 업무영역이 구분되어 있던 유선통신사업자와 이동통신사업자간의 사업영역 확장이 이루어지고, 위성 DMB 사업의 개시와 인터넷 TV 등을 통한 방송과 통신서비스의 융합으로 통신업계 전반에 대한 사업 환경의 변화가 급격히 변화되고 있다. 즉, 기존시장에서의 기득권 유지와 신규 수익원 창출을 위한 개척이라는 상반된 전략으로 인하여 더욱 휴대인터넷 서비스 사업권에 대한 통신사업자의 기대가 크다고 할 수 있다.

이러한 측면에서 언제 어디서나 가입자들에게 무선인터넷을 제공하기 위해서는 2.3GHz 휴대인터넷의 상용 서비스가 조속한 시일 내에 이루어져야 할 것으로 보인다. 이와 함께 KT는 상용화 시점에서 휴대인터넷 서비스 제공에 만전을 기하고자 휴대인터넷 종합 Testbed를 구축하고, 이를 KT의 백본망에 연결하여 가입자들에게 제공코자하는 서비스들에 대한 가능성을 검토코자 한다. 본 고에서는 KT에서 구축한 휴대인터넷 종합 Testbed에 대한 현황, OFDMA 기술을 적용한 무선시스템의 성능평가 방안과 휴대인터넷 서비스의 상용화에 대비한 서비스 운용시험에 대하여 논하였다.

(참 고 문 헌)

[1] 이성춘, "휴대인터넷 서비스 후보 무선기술 성능 분석", 제30권 8호, 전자공학회지, 2003년

[2] 조용수, "차세대 이동통신을 위한 OFDM 기술", TTA Journal, 2004.1.

[3] 홍대형, 강충구, 조용수, "휴대인터넷 기술의 표준화 현황 및 전망" 제 20호, Standardization Trend, 2004

[4] 김정휘, 이성춘, "휴대인터넷을 위한 OFDMA 방식의 기술적 특성" 제 18권 제 1호, 정보통신연구, 2004.

[5] Flarion, flash-OFDM Physical Layer, 2003.3.

[6] Broadstorm, Broadband Portable Mobile System, 2003.

[7] Navini, Ripwave 2.3GHz System specification, 2003.5.

[8] Kyocera, i-BURST Base Station specification, 2003.5.