

# 초고속 휴대용 인터넷 기술

## High-Speed Portable Internet Technology Implications

송석일(S.I. Song)

RF액세스시스템연구팀 책임연구원

김영일(Y.I. Kim)

RF액세스시스템연구팀 책임연구원, 팀장

김영진(Y.J. Kim)

IP이동성연구팀 책임연구원, 팀장

현재 이용되고 있는 이동통신 시스템은 기지국 구축 비용이 높아 무선 인터넷의 이용 요금이 높고 단말기 화면이 작기 때문에 콘텐츠의 제약이 발생하는 등 문제점이 존재하여 초고속 무선인터넷을 제공하기에는 한계가 있다. 그리고, 기존에 사용되고 있는 ISM 대역을 이용한 무선 LAN 기술은 홈 LAN 등에는 가능하나 전파간섭, 좁은 사용영역 등으로 공중서비스 제공에 역시 한계가 있다. 이를 위해서 무선 LAN보다 셀 크기가 크고 중저속의 이동성을 지원하면서 심리스(seamless)한 서비스를 제공할 수 있는 초고속 휴대용 인터넷(High-speed Portable internet: HPI) 시스템이 절실히 요구되고 있다. 이와 같이 급증하는 무선 인터넷 서비스 요구에 효과적으로 대처하기 위한, 휴대성과 이동성이 보장되며 저렴한 요금을 지향하는 새로운 형태의 무선데이터 시스템인 초고속 휴대용 인터넷 시스템 기술에 관련된 국내외 기술 및 표준화 동향을 설명하고, 서비스 특징, HPI 시스템 구조 및 기능 등에 대하여 기술한다.

## I. 개요

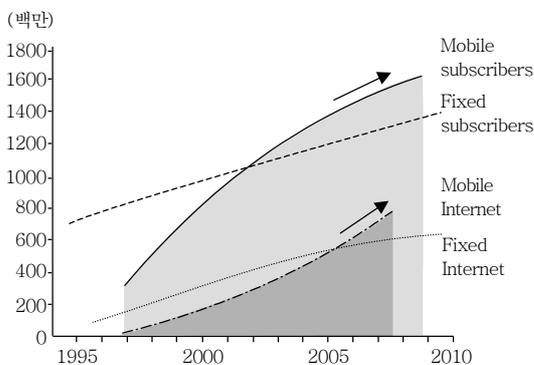
아날로그 셀룰러 이동 통신의 채널 용량과 음성 품질을 개선한 디지털 셀룰러 이동통신 시스템은 음성 및 저속 데이터 서비스를 제공하여 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하기에는 제약이 있었으며, 그 후 통신기술이 발달되어 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000)은 음성 서비스뿐만 아니라 인터넷을 포함한 고속 데이터 서비스, 영상 서비스 등의 멀티미디어 서비스를 목표로 유럽의 W-CDMA와 북미의 cdma 2000-1x, cdma 2000-1x EV-DO(Evolution-Data Only), 그리고 cdma 2000-1x EV-DV(Data and Voice)가 연구 개발되어 왔다. IMT-2000 이후에 도래할 이동통신 기술은 보다 적은 비용으로 보다 편리한 고품질의 서비스를 제공하는 방향으로 기술이 발전할 것으로

전망되고 있다. 유무선망이 통합되고 개인의 이동성이 증가하고, 전송 데이터의 고속화 및 용량증대의 개념으로 발전되어 다양한 응용 서비스들이 출현될 전망이다. 또한 동영상관련 서비스 및 인터넷방송서비스 또는 대용량의 DB 액세스기술을 필요로 하는 서비스가 예측되기 때문에, 차세대 이동통신 시스템은 2~60GHz 대역을 이용하여 궁극적으로 수백 Mbps까지 초고속으로 데이터를 송수신할 수 있으며, 시간에 따라 변하는 무선 채널과 데이터를 대칭 및 비대칭으로 서비스를 제공하는 초고속멀티미디어 통신시스템이 기대되고 있다[1]. 이와 같이 이동통신기술은 언제 어디서나 누구에게도 다양한 정보를 제공하기 위하여 필요한 통신 기술을 개발하는 방향으로 발전되고 있으며, 인터넷 기술의 발달과 인터넷 확산 및 다양한 서비스 증대로 인하여 인터넷 서비스에서도 노트북, PDA, 이동전화 등 휴대용

무선단말기를 이용하여 언제 어디서나 인터넷에 접속하여 이용 가능한 고품질 멀티미디어 서비스를 이동성과 통신품질을 동시에 요구하는 사용자에게 제공하는 미래형 데이터 통신서비스인 휴대인터넷 서비스가 기대된다. (그림 1)에 의하면 이동통신 환경에서 고속의 무선 인터넷 서비스 요구가 급증하고 있는 가운데 2007년경에 이르면 이동인터넷 가입자 수가 고정 인터넷 가입자 수를 추월할 것으로 예상된다[2]. 이와 같이 급증하는 무선 인터넷 서비스 요구에 효과적으로 대처하기 위해서는 휴대성과 이동성이 보장되며 저렴한 요금을 지향하는 새로운 형태의 무선데이터 시스템인 초고속 휴대용 인터넷(High-speed Portable internet: HPi) 시스템이 요구된다.

그런데, 기존의 이동통신 시스템은 기지국 구축 비용이 높아 무선 인터넷의 이용 요금이 높고 단말기 화면이 작기 때문에 콘텐츠의 제약이 발생하는 등 문제점이 존재하여 초고속 무선인터넷을 제공하기에는 한계가 있다. 그리고, 기존에 사용되고 있는 ISM 대역을 이용한 무선 LAN 기술은 홈 LAN 등에는 가능하나 전파간섭, 좁은 사용영역(coverage) 등으로 공중서비스 제공에 역시 한계가 있다. 이를 위해서 무선 LAN보다 셀 크기가 크고 중저속의 이동성을 지원하면서 심리스한 서비스를 제공할 수 있는 초고속 휴대용 인터넷 시스템이 절실히 요구되고 있다.

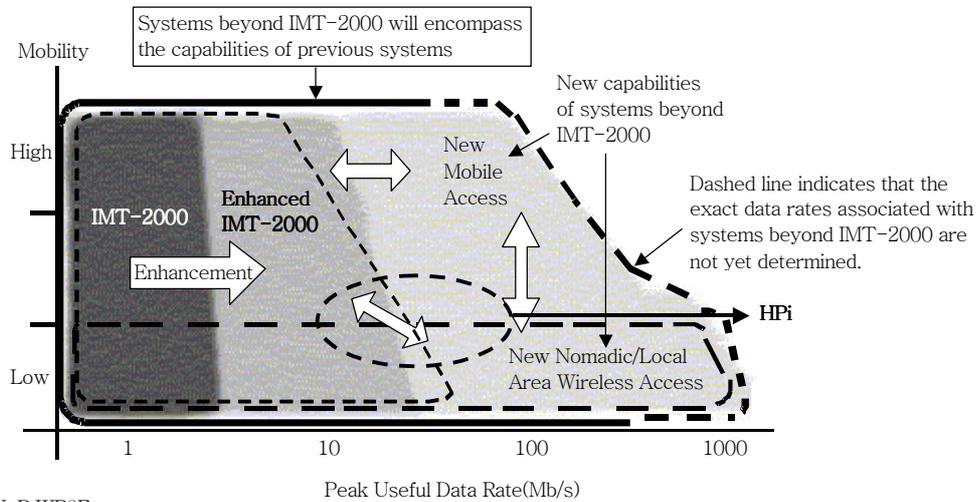
본 고에서는 HPi 기술에 관련된 국내외 기술 및 표준화 동향을 설명하고, 서비스 특징, HPi 시스템 구조 및 기능 등에 대하여 기술한다.



(그림 1) 세계 이동 무선 인터넷 가입자 동향

## II. 국내외 기술동향

무선 인터넷의 근간이 되는 초고속 패킷 무선 전송 기술은 미국에서는 NSF(National Science Foundation)가 대학중심의 기초연구를 지원하고 있으며, AT&T Labs-Research, 루슨트, 텔코디아, 노텔, 마이크로소프트 등도 기초연구 추진중에 있다. 유럽에서는 에릭슨, 지멘스, 알카텔, 노키아 등 업체 중심으로 4세대이동통신의 비전 정립 및 기초 연구를 추진중에 있으며, 특히 영국은 컨소시엄(Mobile VCE)을 구성하여 산업체를 지원하고 있다. 일본은 총무성(舊 우정성)을 통하여 정부차원의 4세대이동통신 기술개발계획을 확정·발표한 바 있으며, 현재 NTT DoCoMo를 중심으로 기초 연구중에 있다. cdma 2000-1x EV(-DO, -DV)는 3GPP2에서 표준화를, LG 전자, 삼성전자, 히타치, 루슨트 등에서 개발에 관여하여 상용화가 진행되고 있다. 역시 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access)도 3GPP와 관련 회사인 에릭슨, 노키아, 노텔, 루슨트 등에서 표준화와 개발에 관여하여 상용화가 진행되고 있다. 미국에서 제안된 무선 LAN(IEEE 802.11a)은 아더로스, 시스코, 인터실 등이 칩셋을 개발하였고 프록심, 인텔, 루슨트 등이 상용시스템에 관여하고 있으며, 국내에서 고정 무선통신(무선 LAN) 기술은 삼성전기, 크리웨이브 등이 2.4GHz 대역의 무선 LAN 장비(IEEE 802.11b)를 개발하여 생산(내수 공급 및 수출)중이나 핵심부품 등은 전적으로 인터실로부터 수입하고 있다. 정보통신부에서 2.4GHz 대역을 개방한 이후 한국통신과 하나로통신이 2002년부터 초고속 무선 인터넷 상용 서비스를 제공하고 있다. 5GHz 대역은 2004년 이후에 시장이 형성될 전망이다. 텔레시스, 아이엔시 등이 5GHz 무선 LAN 핵심기술(모뎀, MAC 등)을 개발중에 있으나 현재까지 경쟁력 있는 기술을 확보하지 못한 실정이다. 무선 LAN 개량기술은 일반 이동전화 단말기가 발산하는 전력보다 낮은 저전력을 사용하고 신호간섭이 존재하는 곳에서도 매우 수신신호가 강한 속성을 가지는 대역확산기술방식을 이용한



<자료>: ITU-R WP8F

(그림 2) System beyond IMT-2000과 HPi 시스템의 서비스 위치

기술이다. 이 분야에 있어서, Runcom에서는 IEEE 802.16a(무선 MAN) 규격에 따른 시스템을 출시하고 있으며, ArrayComm(i-Burst)에서는 스마트 안테나기술을 이용하여 시스템 용량과 효율, 커버리지 및 서비스 품질을 증대시킨 IP 기반의 광대역 이동 무선인터넷 액세스 시스템을 개발하였으며, Flarion에서는 기존 OFDM 기술에 FH(Frequency Hopping) 방식을 도입하여 패킷 스위칭의 무선 접속 네트워크를 통해 네트워크와 개인용 컴퓨터 시스템 사이의 IP 서비스를 무선으로 전송하는 시스템을 개발하였으며, Broadstorm 등에서도 무선인터넷 시스템 개발을 진행하고 있으며, ETRI에서는 무선 LAN 보다 셀 크기가 크고 중저속의 이동성을 지원하면서 심리스 서비스를 제공할 수 있는 초고속 휴대용 인터넷 시스템을 개발중에 있다[3]-[7].

초고속 패킷 무선 전송기술의 표준화에서는 ITU-R이 2000년 3월 WP(Working Party) 8F를 구성하여 2002년에 비전을 정의하였고, 2006년에 WRC에서 주파수 스펙트럼이 결정되면 그 이후에 표준화가 진행되어 2010년 이후에는 4세대 이동 통신 시스템이 출현할 것으로 전망된다. (그림 2)에서는 ITU-R WP8F에서의 Systems Beyond IMT-2000 시스템의 최대 이용 데이터율(peak useful data rate)과 이동도(Mobility)와 HPi 시스템의 서

비스 위치를 나타내고 있다[2].

무선 LAN 기술의 표준화에서는 미국과 유럽은 각각 54Mbps급 무선 LAN 기술(5GHz 대역)의 표준화(IEEE 802.11a, HIPERLAN/2)를 1999년에 완료하였다. 미국 IEEE 802.11에서는 2001년 11월 WNG SC(WLAN Next Generation Standing Committee)를 결성하여 차세대 무선 LAN에 대한 연구를 착수하여 저속 이동시 100Mbps 전송 기술에 대한 표준화를 논의하고 있다. IEEE 802.16에서는 고속 이동시 20Mbps 전송기술에 대한 표준화를 논의하고 있고 Flarion, Runcom 등의 초고속 무선 인터넷 시스템 개발사들도 관여하고 있다.

### III. 서비스 특징

2세대 셀룰러 시스템인 GSM 시스템과 IS-95 cdma 시스템은 10kbps 정도의 음성 서비스를 위주로 제공하고 있으며 3세대 셀룰러 시스템인 비동기식 WCDMA 시스템과 동기식 cdma 2000-1x 방식(및 1x EV-DO)은 데이터 전송속도는 최대 2Mbps이고, 주로 음성, 영상 및 데이터를 포함하는 이동 멀티미디어 서비스를 제공한다. 또한 3세대 셀룰러 시스템에서 성능이 개선된 비동기식의 HSDPA와 cdma 2000-1x 시스템이 개선된 cdma 2000-1x EV-DV

시스템은 주로 음성, 영상 및 최대 10Mbps 고속 데이터를 포함하는 실질적인 이동 멀티미디어 서비스를 제공한다. 무선 LAN 시스템은 IEEE 802.11a 시스템과 HIPERLAN2 시스템이 있으며, 채널 대역폭이 20~30MHz이고 데이터 전송속도는 최대 54Mbps이고 주로 정지 시에 고속 데이터를 전송하며 무선 인터넷 서비스를 제공한다[3],[4],[6].

HPi 시스템은 노트북, PDA, handheld PC 등 다양한 형태의 휴대용 단말기를 이용하여 실내/실외의 정지환경과 보행 속도 및 중저속 이동 수준의 이동환경에서 최대 50Mbps 전송속도로 인터넷에 접속하여 다양한 정보 및 콘텐츠 이용이 가능한 서비스이다.

HPi 시스템의 가능한 서비스 형태는 인터넷 접속, e-메일, 자료검색 등의 정보 제공형 서비스와 사진 전송, VoD, 게임 등의 오락형 서비스, 그리고 원격 결제, 검침, 전자상거래 등의 비즈니스형 서비스로 구분할 수 있다.

위의 서비스를 위해서 HPi 시스템은 다음과 같은 특성을 제공할 수 있어야 한다.

- 데이터 전송률
  - 가입자 당 기본 ADSL 속도(2Mbps 정도) 보장
  - 중저속(60km/h 내외) 이동 환경의 10MHz/5MHz 대역폭에서 셀 당 50Mbps/25Mbps의 스투풋 제공
  - 무선채널 상태에 따른 광범위한 전송속도 지원 가능
- 서비스 유형
  - 고품질 영상을 포함한 IP 기반 무선 데이터 서비스 제공
  - 스트리밍 비디오, FTP, 메일, 채팅, SMS(Short Message Service), EMS(Enhanced Message Service), MMS(Multimedia Message Services), 웹브라우징 등의 다양한 형태의 데이터 서비스 제공
  - 심리스(seamless)한 서비스 제공
  - IP 기반의 패킷 서비스 제공
- QoS

- 낮은 전송지연 시간 및 높은 성능 보장
- 신뢰성 있는 서비스 보장

## IV. HPi 시스템

### 1. HPi 시스템 구조

급증하는 무선 인터넷 서비스 요구에 효과적으로 대처하기 위해서는 휴대성과 이동성이 보장되며 저렴한 요금을 지향하는 새로운 형태의 무선데이터 시스템인 HPi 시스템의 개념적인 달성목표와 요소기술은 <표 1>과 같이 생각할 수 있다. 그리고 HPi 시스템 구조는 (그림 3)과 같이 구성될 수 있다.

HPi 시스템은 이동단말인 HPi-AT(HPi Access Terminal)와 기지국인 HPi-AP(HPi Access Point), 그리고 여러 개의 HPi-AP를 수용하는 패킷 액세스 라우터인 PAR(Packet Access Router)로 구성되며 PAR는 IP 망에 접속된다.

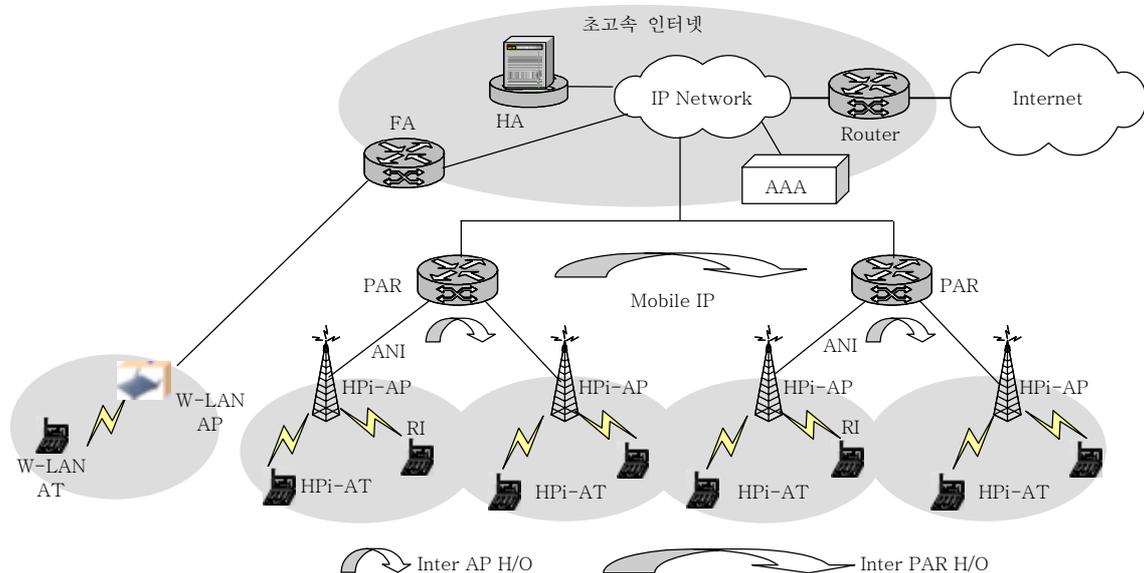
### 2. HPi 무선접속 규격

HPi 시스템은 옥내외에서 각각의 사용자가 xDSL과 같은 고속의 인터넷 서비스를 제공하기 위하여 할당된 주파수 스펙트럼 효율의 극대화, 서비스 영역 확장, 비트 당 접속 비용의 최소화가 필요하다. 이를 수행하기 위하여 주어진 스펙트럼을 효과적으로 이용하기 위한 듀플렉스(TDD, FDD) 방식과 채널 대역폭, 다중접속을 고려하여야 하며, MIMO, AMC, High-order modulation 등을 이용하여 셀의 스투풋을 극대화하고, 서비스 가능 영역을 증대하기 위한 송신 다이버시티, 이동성과 지연확산(delay spread) 등의 기술이 요구된다.

위의 기술적 특성의 요구를 고려하여, 데이터 전용의 패킷 데이터 전송을 추구하는 방식으로 표준을 추구하는 것이 필요하고, 기본 프레임워크가 어느 정도 완성된 표준을 채택함으로써 조기 상용화가 가능하다. 그리고 기존 셀룰러 이동 통신보다 저렴한 망 구조를 가질 수 있는 것도 요구된다. 이러한 사항을 고려하여 3GPP, 3GPP2, IEEE802를 대상으로

<표 1> HPi 시스템 개념

주요 항목	달성 목표	달성을 위한 요소 기술
High Speed Data	20~50Mbps/10MHz	- Support AMC, H-ARQ - Support MIMO(2 stage) - Minimize latency
Low Cost	Lower than 1/10 cost per cellular	- Maximize spectrum efficiency(bit/Hz/sector) - Maximize average cell & user throughput - Maximize # of effective active users per sector - Minimize peak to average power ratio - Optimize power amp. output power
Full Coverage & Easy Cell Planning	Effective freq. reuse mobility (60km/hour) Handover	- Narrow guard band & minimize other cell interference - Support multiple cell planning - Optimize cell coverage



(그림 3) HPi 시스템 구조

검토한 결과 OFDM을 바탕으로한 IEEE802.16a를 base line으로 선택하였으며 다중접속과 듀플렉스 방식은 OFDMA/TDD로 검토하고 있다. 그리고 OFDM을 바탕으로한 IEEE 802.16a를 검토함과 더불어 셀 구분/프레임 동기, 프레임 구조, ranging 개선, 반송파 할당, H-ARQ 주파수 재사용률을 1로 유지하기 위한 기술, SFBC/MIMO 기술들을 개선하여 HPi 접속 규격에 반영할 필요가 있다.

### 3. HPi 기능 및 특성

HPi 시스템은 (그림 3)에서와 같이 HPi-AT,

HPi-AP, PAR로 구성된다. 이동단말 HPi-AT에서는 저전력 RF/IF 모듈 및 콘트롤러 기능, 서비스 특성 및 전파환경에 따른 MAC 프레임 가변 제어 기능, 핸드오버 기능, 인증 및 암호화 기능, 측정 및 필터링 (measurement & filtering) 제어 기능 등을 가지며, 기지국 HPi-AP는 저전력 RF/IF 모듈 및 콘트롤러 기능, OFDMA/TDD 패킷 스케줄링과 채널 다중화 기능, 서비스 특성 및 전파환경에 따른 MAC 프레임 가변 제어 기능, 50Mbps급 고속 트래픽 실시간 제어 기능, 핸드오버 기능 등을 갖는다. 또한, HPi-AP와 HPi-AT는 데이터 전송을 위한 50Mbps 패킷 전송 변복조 기능, 고속 패킷 채널 코딩 기능, 실시간

<표 2> HPI 시스템 특성

항목	내용	비고
RF Spectrum	반송파 주파수: 2.3GHz/100MHz 채널 대역폭: 10MHz/5MHz 주파수제사용률: ~1	
Peak Data Rate /Cell	HPi-10: 30Mbps/15Mbps HPi-10m: 50Mbps/25Mbps	
User Data Rate	평균(average): 2Mbps 피크(peak): 8Mbps	
Cell 구성	사용영역(coverage): 최대 1km (도심지역) 이동성: 60km/h 셀 형태: Multi-Cell(Cellular)	
QoS	PER <math>< 10^{-2}</math> Latency : - AP간 H/O 시간 (Hard Handover) <math>< 100\text{ms}</math> - PAR 간 H/O (Mobile IP) <math>< 10\text{s}</math>	

모뎀 제어 기능 등을 갖는다.

그리고 HPI-AP 간을 연결하는 패킷액세스라우터 PAR는 AP간 핸드오버 제어 기능, PAR간 핸드오버 기능, 인증 기능, 패킷 라우팅 기능, 인터넷 접속 기능 등을 갖는다.

성능 측면에서 HPI 시스템은 <표 2>와 같은 특성을 갖는다.

## V. 결론

HPI 시스템 개발을 추진함으로써 인하여 기술적, 경제적, 사회적인 효과가 기대된다. 기술적 측면에서는 HPI 시스템을 위한 무선 접속 기술(RTT) 규격부터 서비스까지를 새로 정의함으로써 차후 유무선 통합을 고려하여 주파수 활용을 극대화하고, 중소기업/벤처 등의 수익 기반 창출을 위한 사업화에 적극 활용이 가능하도록 한다. 그리고, 국외 기술 개발 현황(미국의 Flarion, Arraycomm 사 등에서 연구하는 OFDM 기반 기술(Flash-OFDM), 적응형 변복조 기술(Adaptive QAM), 일본 NTT DoCoMo의 100Mbps급 OFDM 기반 고속 전송 기술 등)을 지속적으로 파악·분석하고, 그 결과를 개발되는 제품에 즉시 반영함으로써, 목표 제품을 국제 경쟁력을 지닌 수출 전략 제품으로 사업화할 수 있도록 하는

것이 기대된다.

산업경쟁력 측면에서는 PDA, 노트북 등의 수요 창출로 이들 제품의 생산 경쟁력 기반 마련이 가능하고, 급부상하는 핫스팟 서비스 영역(무선 LAN 및 블루투스 등 포함) 시장에서 국내 기업의 기술력이 강화되는 것이 가능하다. 이용자 측면에서는 생활의 정보화(생활속의 인터넷으로서 휴대용 e-book, 동영상, 음악, 학습 등)의 가능성이 증대되고, 사업자 제공 인터넷 환경에서 개인이 구축하는 인터넷 환경이 확산되는 것이 가능하다. 사업자 측면에서는 유선과 무선 사업영역의 구분완화 및 상호 경쟁효과로 무선인터넷 서비스의 다양화가 가능하고, 유무선 사업자간의 경쟁구도로 서비스 환경이 개선되어 PDA 전용 포털, 게임 및 응용을 포함한 새로운 IT 분야 개척자 역할을 수행할 수 있을 것이다.

핫스팟 영역에서 서비스가 활성화되면 e-bank, e-service, e-commerce, e-company, 전자정부, 엔터테인먼트 등의 다양한 서비스 분야에 활용될 것이고, 기존의 무선 LAN에 비해 셀간 핸드오버, 가입자/기지국의 쌍방 인증, 가입자 정보의 암호화, 서비스 품질 및 고성능 패킷 스케줄러에 의한 무선 자원 활용기술이 우수하게 발전되고 지식 정보화 및 유비쿼터스(Ubiquitous) 사회로의 발전에 이바지 할 것이다. 더불어 하나의 무선단말기가 인터넷, 무선 LAN, 위성망 및 무선 PAN을 액세스할 수 있게 되며 유선과 무선이 결합된 글로벌 망이 구축될 것이다.

## 참고 문헌

- [1] 오현서, 장영민, "IMT-2000 시스템 이후의 이동통신 기술 전망," 한국통신학회지, 2000. 8.
- [2] Report of the Seventh Meeting of ITU-R WP8F, ITU-R, June 2002.
- [3] M. Proglar et al., "Air Interface Access Schemes for Broadband Mobile Systems," *IEEE Communication Magazine*, Sep. 1999.
- [4] F. Adachi, M. Sawahashi, and H. Suda, "Promising Technologies to Enhance Radio Link Performance of Wideband Wireless Access Based on DS-SS," *IEICE Trans. Fundamentals*, Nov. 1998.

[5] Klaus Moessner, "An Introduction to the Mobile VCE & SDR in Europe," SDR Forum, May 2000.

[6] 이홍재 외 6인, "2.3GHz 대역 주파수 활용을 위한 기획 연구," 정보통신정책연구 Vol. 5, 2002. 12.

[7] <http://www.flarion.com>, <http://www.runcom.com>,  
<http://www.arraycomm.com>, <http://www.wi-lan.com>,  
<http://www.broadstorm.com>