

휴대인터넷 시스템 기술 개발 동향

Trend of High-Speed Portable Internet System Technology

송석일(S.I. Song)	휴대인터넷시스템연구팀 책임연구원
김영일(Y.I. Kim)	휴대인터넷시스템연구팀 책임연구원, 팀장
유병한(B.H. Ryu)	광대역무선MAC연구팀 책임연구원, 팀장
안지환(J.H. Ahn)	무선시스템연구그룹 책임연구원, 그룹장

초고속 유선 인터넷 서비스의 성숙된 시장환경에서 이동중에도 인터넷 서비스를 제공 받으려는 사용자의 요구가 증가되고 있으며, 이러한 요구를 수용하기 위한 기술로서 휴대인터넷이 주목 받고 있다. 본 고에서는 휴대 인터넷의 표준화 동향을 중심으로 서비스 실현을 위해 고려되어야 하는 요소기술과 연구개발이 진행되고 있는 외국의 휴대인터넷 기술사례에 대하여 살펴보고, 한국전자통신연구원과 통신업체(제조업체 및 통신사업자)들이 협력하여 연구 개발중인 초고속 휴대인터넷(High-Speed Portable Internet: HPI) 시스템의 구조 및 기능을 중심으로 기술한다.

1. 개요

유무선망의 통합과 함께 개인의 이동성이 증가하고 다양한 응용 서비스의 출현에 따라 동영상서비스, 인터넷방송서비스 및 대용량의 DB 액세스기술을 필요로 하는 서비스에 대한 수요가 증가하고 있다. 따라서, 차세대 이동통신 시스템에서는 2~60GHz 대역을 이용하여 궁극적으로 수백 Mbps급의 초고속으로 데이터 송수신이 가능하고, 시간에 따라 변하는 무선 채널에 효과적으로 적응하며 트래픽의 특성에 따라 데이터를 대칭 및 비대칭으로 제공할 수 있는 고품질, 고용량의 초고속 멀티미디어 통신 기술이 요구된다[1]. 이와 함께 차세대 이동통신에 대한 초기 모델로서 언제 어디서나 누구에게나 저렴한 사용 요금으로 서비스 제공이 가능한 무선 인터넷 서비스가 주목 받고 있다. 기존의 이동통신 시스템은 기지국 구축비용이 높아 무선 인터넷의 이용요금이 높고 단말기 화면이 작기 때문에 제공할 수 있는 콘텐츠의 제약이 발생하는 등 문제점이 존재하여 초고속 무선인터넷을 제공하기에는 한계가 있다. 그리고, ISM 대역을 이용한 무선 LAN 기술은 홈 LAN

등에는 가능하나 전파간섭, 좁은 사용영역(coverage) 등으로 공중서비스 제공에 역시 한계가 있다. 이를 위해서 무선 LAN 보다 셀크기가 크고 중저속의 이동성을 지원하면서 심리스(seamless) 서비스를 제공할 수 있는 초고속 휴대용 인터넷 시스템이 절실히 요구되고 있다.

휴대인터넷은 무선랜과 이동통신 기반 무선인터넷의 중간에 위치해 두 서비스의 장점을 고루 갖춘 서비스로서, 휴대용 무선 단말기를 이용하여 언제, 어디서나 정지 및 중저속 이동 상태에서 고속의 전송속도로 인터넷에 접속하여 다양한 정보와 콘텐츠를 얻거나 활용할 수 있는 서비스를 의미한다[2]-[6]. 휴대인터넷은 서비스 특성상 기존의 무선랜 및 이동통신이 각 서비스에 따라 형성한 시장 외의 새로운 시장을 형성하거나, 향후 유비쿼터스 시대를 향한 유무선 통신 서비스의 융합을 이끌 촉매로서의 역할을 할 것으로 기대되고 있다.

국내에서는 무선가입자망(WLL)용으로 사용하던 2.3GHz 대역을 휴대인터넷 서비스를 위하여 이용할 예정이며, 이에 따라서 한국정보통신기술협회(TTA)에서 2.3GHz 휴대인터넷 서비스를 위한 표

준화 작업을 진행중에 있다. 휴대인터넷 대안 기술로는 국내에서 개발중인 HPI 기술과 외국기술인 Array Comm사의 i-Burst, Flarion사의 flash-OFDM, Navini사의 Ripwave와 Broadstorm사의 BroadAir 등이 있다.

본 고에서는 휴대 인터넷의 표준화 동향과 서비스를 위해 고려되는 요소기술 및 연구개발이 진행되고 있는 외국의 휴대인터넷 기술 사례를 살펴보고, 국내에서 개발중인 HPI 기술에 대하여 시스템 구조를 중심으로 기술한다.

II. 휴대인터넷 표준화 동향

1. TTA 표준화

휴대인터넷 국내 표준화는 TTA PG05를 중심으로 이루어지고 있으며, 현재 2004년 6월 표준 완성을 목표로 관련 기관들의 연구가 진행되고 있다. 유선 인터넷과 버금가는 속도로 옥내/옥외에서의 초고속 인터넷 사용을 목표로 하는 표준화 추진 기본 전략은 할당주파수 사용 및 스펙트럼 효율의 극대화, 무선 환경에서의 데이터 트래픽에 최적의 환경을 위한 패킷 네트워크 제공, 적절한 이동성 및 핸드오버 제공이라는 기술적 측면 이외에 코스트(망 구축 비용 등)의 최소화 및 time to market 보장이라는 사업자 측면의 고려사항이 추가적으로 내재되어 있다. 또한, 기술료(IPR) 부담의 최소화라는 명제로 IEEE 802.16을 대표로 하는 국제 표준화를 적극 추진중에 있으며 소기의 성과를 이룰 전망이다.

2004년 2Q까지의 표준화 추진계획은, 2004년 3월 말까지 표준 초안을 완성하고, 4월에 요소기술 제안/평가 및 표준안을 작성하여 4월 말까지 표준안을 완성하고 PG05에 제출하면, 5~6월에 걸쳐 안에 대한 의견수렴 결과를 반영하여 총회 승인 완료 후 표준을 확정하는 일정으로 되어 있다(국제 표준화 전략에 의해서 약간의 수정이 있을 수 있음).

표준화 현황으로 TTA의 무선접속실무반에 의해서 현재까지 확정된 주요 파라미터와 필수 요구사항은 다음과 같다.

- 다중화 방식(듀플렉싱): TDD
- 채널 대역폭: 10MHz
- 다중 접속 방식(multiple access): OFDMA
- 주파수 재사용 계수: 1
- 주파수 효율(bps/Hz/cell(sector)): 최대 DL/UL= 6/2, 평균 DL/UL= 2/1
- 핸드오버: IP 기반 핸드오버 지원(기지국내 셀간, 기지국간, 주파수간, latency 150ms 이하)
- 가입자 전송 속도: 최대 DL/UL= 3/1Mbps, 최소 DL/UL= 512/128kbps
- 이동성: 최대 60km/h
- 서비스 커버리지: Pico(100m), Micro(400m), Macro(1km)

국제 협력 Ad Hoc 그룹에서는 그 동안 9회의 실무반 회의를 거쳐 국제 표준화 기구와의 협력을 모색중이다. IEEE 802.16에 관련 Liaison letter를 통해 TTA PG302의 표준화 추진 현황을 알리고, PG301과 B3G 관련 대외협력 공조방안을 논의중이다. 주로 IEEE 802.16에 대한 국제 표준화 활동 현황에 대한 평가도 동시에 진행중이다.

2. IEEE 표준화

휴대인터넷 관련 국제 표준화 기구는 IEEE 802.16/20 및 ETSI BRAN HIPERMAN 등이 있으며, 현재 주로 IEEE 802.16에서 활발히 진행중이다. IEEE 802.16 표준화 상태는 다음과 같다. 02.16/16a 공식표준(official standards)이 마련되어 각각 2002년 4월, 2003년 4월에 승인되었으며, 기존 802.16a의 수정 및 이동성을 강화한 802.16e와의 호환성을 위한 802.16d 규격 드래프트(standard draft)(IEEE P802.16REVd-D4)가 마련되어 2004년 5월 회의 확정을 목표로 하고 있다. 이동성 및 핸드오버 지원을 목표로 하는 802.16e에서는 규격 드래프트인 IEEE P802.16eD2 문서가 마련되었으며, 현재 Sponsor Ballot resolution/recirculation 상태이다. 연내에 최종 규격으로 확정될 가능성이 높다. 국내에서는 관련 사업자 및 연구기관을 중심으로

로 TTA 제출 규격에 대해서 IEEE 802.16에 대한 기고서 승인의 가능성을 높여가고 있다. IEEE 802.15e의 주요 이슈로는 다음과 같다. 1) HO/Sleeping Mode(Mobility, Handover, Power saving), 2) Global Service Flow(Service class, Flow classification), 3) Security(Authentication, Security technology)

끝으로, Flarion, ArrayComm, Qualcomm, Lucent Tech. Docomo USA 등의 기관이 주축이 된 IEEE 802.20 표준화 상태는 아직 미약한 상태이며, IEEE 802.16 표준화 상태를 주시하는 경향도 보이고 있다. 현재 시스템 요구사항 정의단계이며 Evaluation Criteria & Methodology, 링크레벨과 시스템 레벨 모델링, 채널/트래픽 모델, QoS 관련 이슈 등 주로 상위 개념의 디자인 이슈에 집중되어 있는 실정이다.

III. 현대인터넷 기술

1. 현대인터넷 요소기술

정지 및 이동중인 상태에서도 언제 어디서나 고속으로 무선 인터넷 접속을 가능하게 하는 개념으로 실 내외에 관계없이 가입자 당 최대 3Mbps 이상의 전송속도 지원을 목표로 하는 현대 인터넷 서비스 제공을 위한 시스템에서 요구되는 핵심기술의 연구 개발 동향은 다음과 같다[7].

- 듀플렉스 방식

듀플렉스 방식에서 FDD 방식은 상향대역과 하향대역 사이에 30~40MHz 정도의 보호 대역을 필요로 하고, TDD 방식은 3dB에 해당되는 링크 버짓 감소 및 상향과 하향 사이에 라운드 트립 지연을 흡수할 수 있는 보호 시간을 필요로 하나 TDD 방식의 경우 상향, 하향이 동일한 주파수를 사용하므로 상하향 채널이 가역적이어서 MIMO, 스마트 안테나 등의 개념을 효과적으로 도입하여 주파수 사용 효율을 증대시킬 수 있으며 패킷 통신에서의 요구되는 데이터량에 따른 상향과 하향의 비대칭 트래픽에서 효율적으로 이용될 수 있다.

- 다중접속기술

다중접속기술 방식에서 TDMA, TDMA/FDMA (OFDMA), 주파수 호핑 방식을 채택한 OFDMA 등이 비교 연구되어 구현 시험되고 있으며, 링크버짓, 그래놀래티(granularity) 관점에서 OFDMA가 TDMA 보다 유리한 것으로 알려져 있다. 스마트 안테나 등을 이용하여 주파수 사용 효율을 증대시키는 것과 함께 SDMA, TDMA, FDMA를 모두 이용하는 방법 등도 제안됨과 더불어 주파수 호핑 OFDMA, SFN OFDMA, TDMA 등의 다중접속기술 방식을 이용하여 셀 플랜을 쉽고 용이하도록 하는 방식에 대하여도 연구 제안되고 있다.

- 변복조 및 부호화 방식

변조 및 코딩 부호화 방식에서 신호의 인접 심볼 간 간섭을 제거하여 등화기를 간소화할 수 있는 광대역 전송에 적합한 OFDM 방식과 OFDM 신호를 구성하는 각 부반송파에 대한 멀티 부호화 기법(MCS)으로 BPSK/QPSK/16QAM/64QAM 등의 변조 방법의 적용방안에 대한 세부 기술들이 제안되고 있다. 이는 채널 상황에 따라 변조 방식을 달리 적용하는 적응형 변조 방식을 의미한다.

- 채널 부호화

신뢰성 있는 데이터의 전송을 위한 채널 부호화 분야에서는 LDPC, CTC(Convolutional Turbo Code) 등의 코딩 방식, 변조 및 코딩 방식을 조합하여 시스템의 성능을 향상할 수 있는 하이브리드 ARQ 등의 방안에 대하여 연구 제안되고 있다.

- 이동 속도 지원

고속의 단말이동 상태에서 초고속 인터넷 서비스를 지원하기 위해서 물리계층에서의 빠르고 정확한 채널 추정 및 보상, 전력제어와 상위계층의 신속한 핸드오프 지원을 위한 시스템 구조방식에 대하여 연구 제안되고 있다.

- 서비스 품질

도심의 핫 스팟(hot spot) 영역과 도심 외의 변두리 지역에서 현대 인터넷 서비스의 전송 속도를 지

원하기 위한 링크버짓 향상 방식이 연구 제안되고 있다. 유선 인터넷에서 제공하는 다양한 형태의 IP 기반 무선 데이터 서비스로 스트리밍 비디오, FTP, 메일, 채팅 등을 멀티 셀 환경에서 지정된 QoS를 보장하면서 동시에 지원할 수 있는 셀 당 가입자 수로 표현되는 시스템 스루풋(system throughput)과 QoS의 지원을 위한 방안이 연구 제안되고 있다.

- 시스템 기술

휴대 인터넷 서비스는 광대역 패킷 데이터 서비스를 기존 셀룰러 시스템보다 훨씬 저렴한 가격으로 제공하는 것을 목표로 하고 IP 기반의 서비스이므로 기지국 및 무선망 구축 비용을 절감할 수 있는 규격 및 구현설계에 대하여도 연구 제안되고 있다.

- MAC 기술

휴대 인터넷 서비스를 지원하기 위해서, OFDMA에서는 채널 구조에 기반을 둔 granular OFDMA의 무선 링크자원의 효과적이고 가변적으로 할당할 수 있고, 다중 상태(multiple state: on, hold, sleep)와 QoS 상태에 따른 빠른 천이, 사용자들 사이의 무충돌을 위한 여러 사용자들을 지원하기 위한 최적화, 대화형 응용 서비스(게임, VoIP 등)를 지원하기 위한 fast ARQ와 낮은 지연(low latency), 공평한 제약과 QoS를 용이하게 실행할 수 있는 다중 스케줄링 지원 등에 대하여 연구 제안되고 있고, OFDMA 외의 여러 다중접속채널에 따른 미디어접속제어에 대해서도 연구되고 있다.

- Smart ANT와 MIMO

휴대 인터넷 서비스 지원을 위해서 필요 되는 높은 스펙트럼 효율(high spectral efficiency)와 용량(capacity) 증대를 위해서 MIMO 시스템과 인접 셀에서의 주파수 재사용에 의한 시스템 용량 효율을 높이기 위해서 Smart ANT 사용을 겸하는 시스템에 대하여 연구 제안되고 있다.

위의 요소기술에 기반을 두고 연구 개발하여 서비스제공을 위한 다양한 시스템들이 제안되고 있으며, 그 예로써 Runcom, Wi-LAN, Broadstorm 등의 IEEE 802.16, ETSI BRAN HIPERMAN과 같은

표준에 기초를 둔 FWA 시스템, ArrayComm사의 i-Burst 시스템, Navini사의 Ripwave 시스템 등의 스마트 안테나를 활용하는 시스템, Flarion사 등의 주파수 호핑을 이용한 OFDMA 시스템 등과 현재 ETRI를 중심으로 규격제안 및 개발 진행중인 HPi 시스템이 있다. HPi 시스템은 IEEE 802.16e를 기반으로 주파수 사용 효율 향상, 셀룰러 개념 도입, 쉬운 셀 플랜, 링크 버짓 향상, 단말기 이동성 증대, 핸드오프 도입, 시스템 스루풋 향상 등을 위한 개선 방안 등의 도입이 제안되고 있다.

2. 외국의 휴대인터넷 기술

현재 연구 개발되고 있는 외국의 휴대인터넷 기술에 대하여 i-Burst(ArrayComm), flash-OFDM(Flarion), Ripwave(Navini), BroadAir(Broadstorm)을 중심으로 기술하면 다음과 같다[8].

셀룰러 네트워크에서 사용되는 스마트 안테나 시스템의 세계적인 공급처인 ArrayComm사가 개발한 i-Burst는 IP 기반의 광대역 이동 무선인터넷 접속기술로서 저속이동 상태에서의 광대역 서비스에 중점을 둔 시스템이다. TDMA/TDD(Time Division Multiple Access/Time Division Duplex) 방식을 사용하여 각 채널은 상하향의 타임슬롯 쌍들로 구성되어 있으며 채널 대역폭은 625kHz로 시스템 대역폭이 5MHz일 때 총 8개의 채널을 가지며, 상하향 트래픽의 비대칭성을 반영하기 위하여 상하향 타임슬롯의 길이는 1:2의 구조를 갖고 있다. 또한, 스마트 안테나 기술을 적용하여 각 채널별로 평균 2.5개의 공간분할 채널을 구성할 수 있는 것으로 추정되어 증대된 시스템 용량을 제공한다. 신호 대 간섭잡음비의 값을 9개의 등급으로 구분하여, 각 등급에 따라 변조방식과 채널 부호화율이 결정되며, 가입자 당 하향 최대 1Mbps와 상향 최대 345kbps급의 전송속도를 제공한다. 주파수 효율은 4bps/Hz/cell이며, 30km/h의 저속의 이동성을 지원한다. 현재 호주 PBA(구 CKW Wireless)에서 시범서비스중이며, 주요 제휴업체는 LG 전자, 일본 교세라 등이 있다.

루슨트 사의 파생 기업인 Flarion사가 개발한 flash-OFDM은 이동성에 중점을 둔 시스템이며 Flarion은 처음부터 기존의 음성중심 이동통신 기술을 버리고, 무선 데이터 통신을 위한 기술을 설계하는 방식을 선택하여 flash-OFDM을 개발하였다. flash-OFDM은 IP 기반의 셀룰러 네트워크를 지향하는 기술로, 100km/h 전후 속도로 이동중 서비스가 가능하고, 고속 주파수 도약 OFDMA/FDD(Orthogonal Frequency Division Multiple Access/Frequency Division Multiplex) 방식을 사용하여 셀간 간섭을 최소화하였다. 채널 대역폭은 1.25MHz이고, 주파수 효율은 2.56bps/Hz이며, 변조 방식으로는 BPSK, QPSK, 16QAM을 사용한다. 기지국 장비에 FA (Foreign Agency) 기능을 내장하여 Mobile IP 기술의 완성도를 높임으로써 기지국간 핸드오버 기능을 향상시켰다. 미국 통신사업자 Nextel사와 시험 시스템을 운용중이며, 주요 협력업체는 필립스, 루슨트, 시스코, 지멘스, 소니 및 TI 등이 있다.

Navini사가 개발한 Ripwave는 중국 주도로 개발되어 IMT-2000의 5개의 복수 표준 중 하나로 지정된 TD-SCDMA(Time Division-Synchronous CDMA) 방식을 적용하였고, 스마트 안테나를 사용하여 주파수 간섭을 최소화할 수 있다. i-Burst 기술에서와 같이 상하향 트래픽의 비대칭성을 반영하기 위해 TDD 방식을 사용하였고, 채널 당 대역폭은 500kHz로 전체 대역폭 5MHz를 10개의 채널로 사용할 수 있으며, 미국 스프린트, 벨 사우스 등의 통신사업자가 시험을 실시하였다.

Broadstorm사가 개발한 BroadAir는 OFDMA/TDD 방식을 사용하여 주파수 700MHz에서 3.5GHz 까지 폭넓게 이용할 수 있는 시스템으로서, 채널 대역폭은 5MHz이고, IEEE 802.16 규격을 준수하는 편이며, 변조방식으로는 QPSK에서부터 64QAM까지를 사용한다. 비대칭 트래픽 특성을 반영하기 위해 상하향 타임슬롯의 크기를 비대칭적으로 갖고 있으며, OFDMA의 사용으로 경제적인 셀 구성이 가

<표 1> 휴대인터넷 기술방식 비교표

기술항목	기술 방식				
	i-Burst	Flash-OFDM	Ripwave	BroadAir	HPi
기술보유 업체	ArrayComm	Flarion	Navini	Broadstorm	ETRI
듀플렉스	TDD	FDD	TDD	TDD	TDD
다중 접속	TDMA/SDMA	FH-OFDMA	MC-SCDMA	OFDMA	OFDMA
채널대역폭	625kHz	1.25MHz	500kHz	5MHz	10MHz
OFDM 기술	사용 안함	사용	사용	사용	사용
최대주파수 효율	4bps/Hz (1Mbps/625kHz)	2.56bps/Hz (3.2Mbps/1.25MHz)	3~7bps/Hz	3.2bps/Hz (5MHz)	3.4bps/Hz (34Mbps/10MHz)
변복조	BPSK, QPSK, 8PSK, 12QAM, 16QAM, 24QAM	BPSK, QPSK, 16QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 8PSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM
Spatial Proeessing	Adaptive Phase Array Antenna	Opportunistic Beamforming	Adaptive Phase Array Antenna	Tx Diversity	Beamforming (또는 MIMO)
오류정정 부호	RS Code	Vector-LDPC	RS Code	Turbo Code, LDPC	CTC
커버리지	<1.6km	<4km	<수 km	<수 km	<1km
국내기술 수준	전반적으로 외국 기술 의존				국내 개발
표준 상태	비표준, 2003년 초부터 IEEE 802.20에서 표준화 작업 시작		T1P1 표준화중	IEEE 802.16 준수 하지만 상당부분 상이	IEEE 802.16 표준기반 독자 규격
라이선스 비용	상당 수준 예상				최소화

능하다.

외국의 휴대인터넷 기술과 ETRI가 중심이 되어 연구 개발중인 HPi 기술의 중요부분을 표로 나타내면 <표 1>과 같다.

IV. HPi 시스템

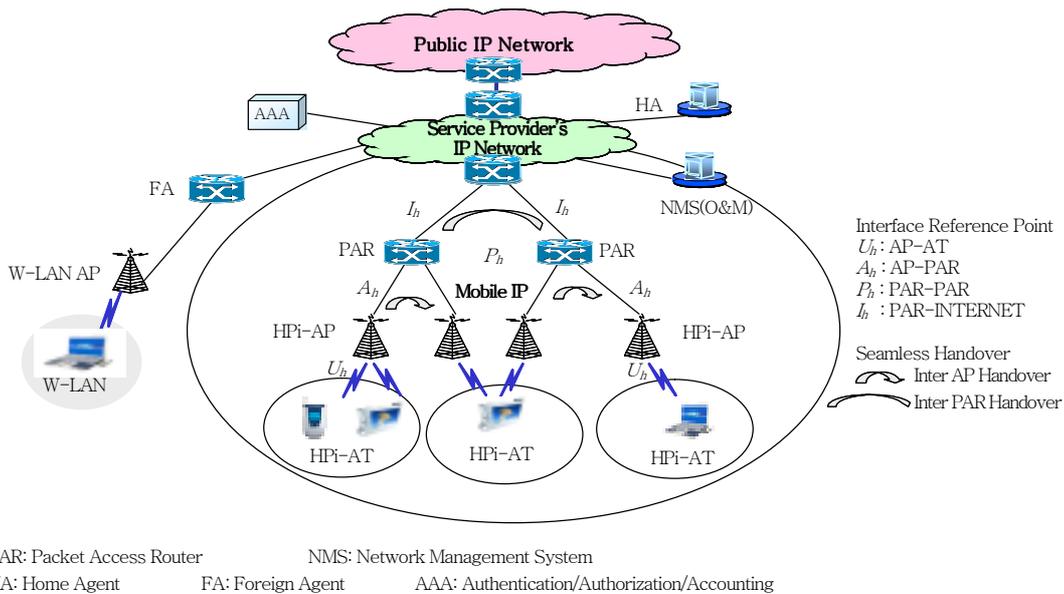
1. HPi 시스템 구성

HPi 시스템은 유선 인터넷에서 제공하는 다양한 형태의 IP 기반 무선 패킷 데이터의 고속 전송에 적합한 서비스 품질을 보장하는 것을 목표로 하고 있다. 또한 서비스 중단 없이 셀간 이동성 보장, 휴대 단말기에 대한 IP의 동적 또는 정적 할당 및 인증 기능 수행, IP 기반 무선 데이터 서비스를 위한 용이한 상/하향 비대칭 전송, 옥 내외 환경에서 최대 반경 1km 정도의 서비스 영역의 제공과 60km/h 내외의 단말기 이동성을 보장하는 것 등을 특징으로 하고 있다. 현재 ETRI를 중심으로 개발중인 HPi 시스템은 OFDMA/TDD 방식의 광대역 무선전송기술을

사용하여 효율적인 형태의 망 구성과 서비스 중단 없는 셀간 이동성을 보장토록 하고 있으며, 저렴한 시스템 구축 및 성능 향상을 위해서 디지털 IP 방식을 채택하였고, 기지국과 PAR간의 고속 멀티미디어 서비스 제공을 위한 인터페이스, 무인 기지국 운용을 위한 원격지 운용 등의 기능을 개발하고 있다.

HPi 시스템은 (그림 1)과 같이 AT(Access Terminal), AP(Access Point), PAR(Packet Access Router)와 PAR들을 연결하는 백본망으로 구성된다. 백본망은 AAA(Authorization, Authentication and Accounting) 서버, HA(Home Agent) 서버, 관리 서버와 다른 특정 목적을 위한 서버들을 포함할 수 있으며, AT, AP, PAR와 백본망과의 상호 동작은 제어 메시지들이 정의하는 방식에 의해 실현된다.

AT, AP, PAR 및 백본망의 서버 사이의 접속을 보면, (그림 1)과 같이 AT와 AP 사이의 U_h 인터페이스, AP와 PAR 사이의 A_h 인터페이스, PAR와 PAR 사이의 P_h 인터페이스, PAR와 백본망의 AAA 및 HA 사이의 I_h 인터페이스가 있다. U_h 인터페이스는 HPi의 물리계층 및 MAC 규격을 따른다. 물리계



(그림 1) HPi 시스템 구성도

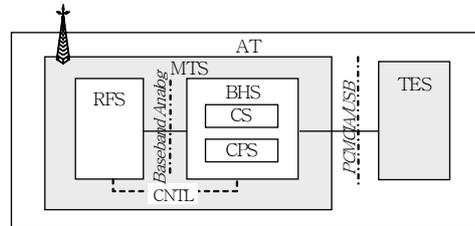
층 및 MAC 규격은 2.3GHz 대역을 기준으로 하며, LOS(Line Of Sight)가 보장되지 않는 다중경로 채널 환경에서 통신품질을 보장하는 것을 목표로 하여, IEEE 802.16 및 IEEE 802.16a 규격[9],[10]을 기반으로 하여 이동성을 부여하고, 기능 및 효율 면에서 개선을 이루도록 하였다. 물리계층 규격은 IEEE 802.16 규격에서 OFDMA에 해당하는 항목에 기반하며, IEEE 802.16 대비 변경된 부분은 프레임 구조, 상향링크와 하향링크에 대한 OFDMA 부반송과 할당 방법과 채널 부호화 방법 등이다. 또한 최대 반경 1km를 수용할 수 있도록 TTG(Transmit/receive Transition Gap)와 RTG(Receive/transmit Transition Gap) 값 및 RF 파라미터 값을 변경하였다. MAC 규격은 OFDMA PHY에 최적화를 이루도록 하였다. 레인징 및 대역폭 요청 절차를 OFDMA PHY에 맞도록 설계하였고, 이동성 지원을 위한 핸드오버 기능을 추가하였다. 또한 단말의 전력소모를 줄이기 위한 수면모드(sleep mode) 기능 및 통신 두절 상태에 있는 단말을 확인하고 두절시 할당된 자원을 회수하기 위한 메커니즘 등을 추가하여 기능 및 효율면에서 개선을 이루도록 하였다. A_h 인터페이스에서는 AP와 PAR간의 원활한 통신을 위한 제어 메시지들을 규정하고 있는 ANAP(Access Network Application Part) 프로토콜이 사용되고, P_h 인터페이스를 위해서는 PAR와 PAR간의 원활한 통신을 위한 제어 메시지들을 규정하고 있는 PPAP(PAR-PAR Application Part) 프로토콜이 사용된다.

다. PAR와 AAA 사이의 I_h 인터페이스를 위한 규격은 IETF Diameter Base 프로토콜을 기본으로 하여 IETF Diameter MIP Application과 IETF Diameter EAP(Extensible Authentication Protocol) Application을 참고한다. PAR와 HA 사이의 I_h 인터페이스를 위한 규격은 IETF RFC3344의 MIP를 기본으로 하며, MIP NAI(Network Access Identification) Extension, MIP Challenge/Response Extension, AAA Registration Key Extension, AAA NAI for MIP Extension 및 Reverse Tunneling for MIP 등의 extension을 추가하여 사용한다.

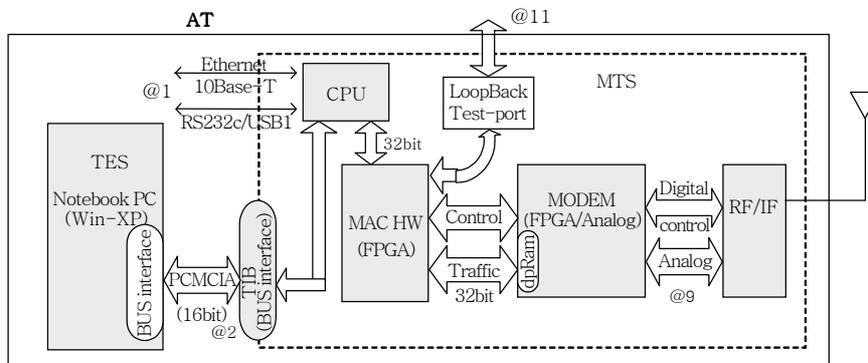
2. 시스템 구조와 기능

가. AT, AP, PAR 시스템

2.3GHz대 초고속 휴대용 인터넷(HPi) 시스템의 구성은 (그림 1)과 같이 PAR, AP, AT로 구성되며, 단말기(AT)는 무선채널의 종단점으로 무선접속 규격에 따라 AP와 OFDMA 방식으로 통신을 수행하며, (그림 2), (그림 3)과 같이 MTS(Mobile Terminal Sub-



(그림 2) 단말기(AT) 구성도



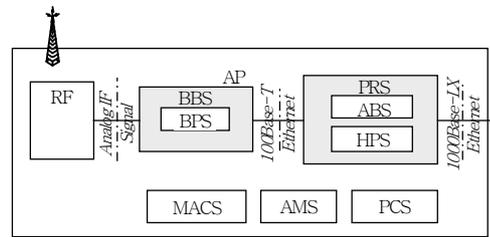
(그림 3) 단말기(AT) 기능블록 구조

system)와 TES(Terminal Equipment Subsystem)로 구성된다.

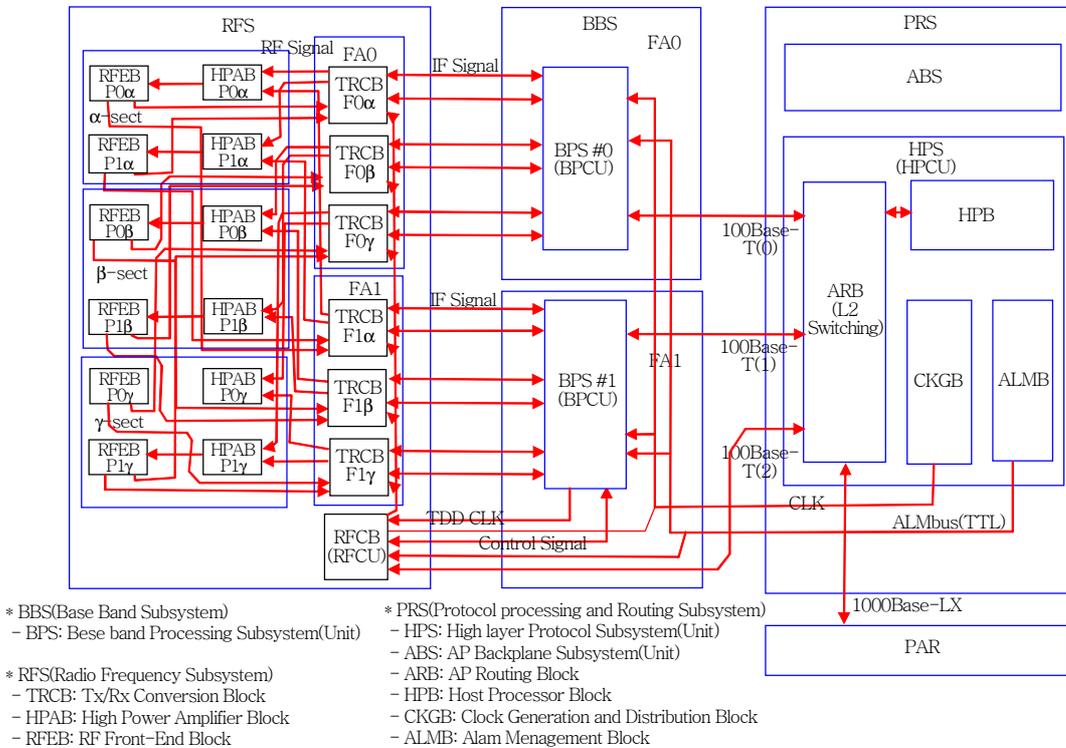
MTS는 무선채널 송수신 기능과 MAC 처리기능, TES와 PCMCIA/USB 정합기능 등을 수행하기 위해 무선신호의 송수신을 수행하는 RFS(RF Subsystem)와 모뎀 및 하위 MAC(CPS 기능) 일부 기능을 수행하는 BHS(Baseband Hardware Subsystem)과 CPS(Common Part Sublayer), CS(Convergence Sublayer)으로 구성되고, RFS는 BHS와 기저대역 아날로그 신호로 정합되며, 기저대역 신호를 2.3GHz 대역의 RF 신호로 변환시키는 기능을 수행하고 CPS와 CS는 HPi 시스템의 MAC 기능을 처리하는 기능을 수행하며 TES는 Mobile IP 기능 및 사용자 인증, 무선링크 제어관리 기능, MTS와의 정합기능 등을 수행한다.

기지국(AP)은 (그림 4)와 같이 3개의 하드웨어 서브시스템과 3개의 소프트웨어 서브시스템으로 구

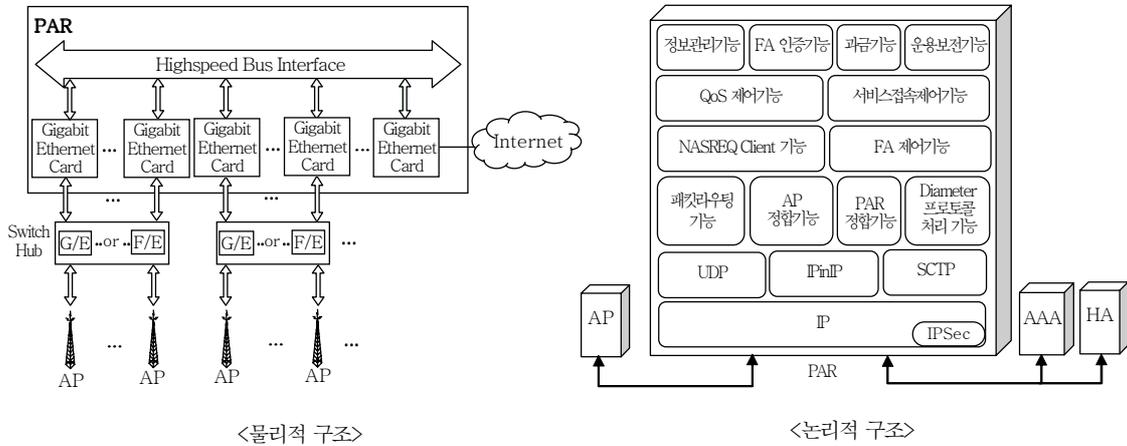
성된다. (그림 5)는 2FA 3섹터로 기지국을 구성하는 경우의 구조를 나타낸다. AP 하드웨어 서브시스템은 무선신호를 송수신하는 기능을 수행하는 RFS, 패킷 트래픽 신호에 대한 변복조 신호처리를 수행하는 BBS(Base Band Subsystem), 프로토콜 처리 및 라우팅 기능을 수행하는 PRS(Protocol processing & Routing Subsystem) 등으로 구성되어 있으며, RFS는 송수신 안테나를 수용하고 RF 전단(front end) 및 IF(Intermediate Frequency) 신호 상향/하향 변환 기능을 수행하며, BBS는 MAC(Media Ac-



(그림 4) AP 구성



(그림 5) 2FA 3섹터로 구성된 기지국 구조도



(그림 6) PAR 시스템의 물리적 구조와 논리적 구조

cess Control) 및 기저대역 변복조 신호 처리, PRS 는 AP 내의 호 처리, 유지보수 및 PAR에 정합하는 기능을 수행한다.

소프트웨어 서브시스템은 AP와 AT간 오류 없는 패킷 전송을 위한 패킷 재전송 기능, 무선 자원의 효율적 운용을 위한 패킷 스케줄링 및 무선 대역폭 할당 기능 및 레인징(ranging) 기능 등을 수행하는 ATS(AP Packet Traffic Handling Subsystem), AP의 셀 초기화, 기지국 시스템 정보 전송, 패킷 호 연결 설정, 유지, 해제 등의 연결 제어, 핸드오버 제어 및 PAR 접속 기능 등을 수행하는 ACS(AP Packet Call Control Subsystem), AP 시스템의 운용관리 기능을 수행하는 AMS(AP Administration & Management Subsystem) 등으로 구성된다.

RFS는 BBS와 IF 신호로 접속되며, AP는 유무선 채널 변환기능을 수행하기 위해 AT로부터 수신하는 정보를 PAR로 전달하거나 반대로 PAR로부터 수신하는 각종 정보들을 무선신호로 변환하여 AT에게 전달하는 기능을 수행한다.

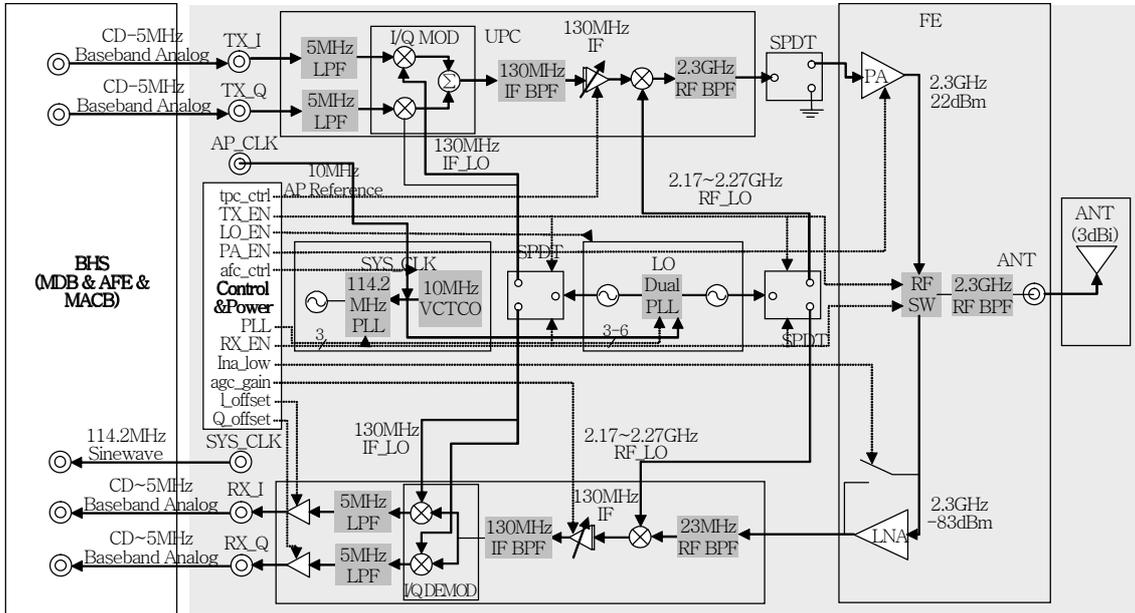
PAR는 (그림 6)의 물리적 구조와 논리적 구조에서와 같이 다수 개의 AP들과 접속되어 이들을 관리하며, PAR 내에서의 고속의 이동성을 보장하기 위한 핸드오버 제어 기능 등을 수행한다. 이를 위해 AP와 PAR간에는 IP 프로토콜을 기반으로 접속되고, 고속 패킷 전송을 위해 기가비트 인터넷 스위치

를 기반으로 구성되며 FA 제어, 핸드오버,인증, 패킷 라우팅, 과금 데이터 수집 및 전송, Diameter client, Diameter base, 운용보전 관련 정보수집 및 전송기능 등을 수행한다.

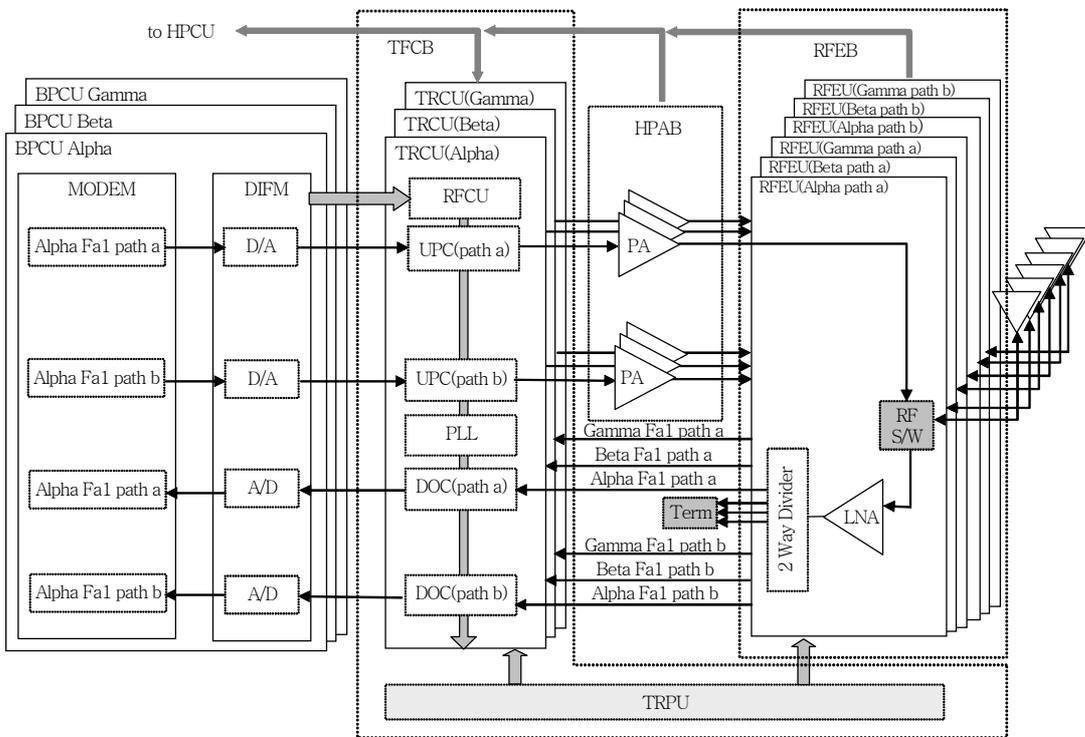
나. RF 시스템

1) 단말 RF 시스템

단말 RFS(RF Subsystem)는 (그림 7)과 같이 기저대역 처리부에서 입력된 아날로그 기저대역 신호를 반송파 대역인 2.3GHz 대역 신호로 변환하여 송신하고, 2.3GHz 대역의 신호를 수신하여 기저대역 신호로 변환하여 기저대역 처리부로 전달하는 기능을 수행한다. RFS는 송수신 안테나를 포함하고, RF 전치단(Front End), 전력증폭기능 RF 신호간의 상향/하향 변환기능을 수행하며 FEM(Front End Module)은 PA(Power Amplifier), RFSW(RF SWich), LNA(Low Noise Amplifier) FEM로 구성되어 제어 신호에 따라 송수신 모드 전환기능, 송신신호의 전력 증폭기능, 수신신호의 저잡음 증폭기능을 수행하고, UPCM(UP Conversion Module)는 LPF, I/Q Modulator, VGA, RF BPF로 구성되어 기저대역 신호를 RF 신호로 상향 변화하는 기능, 송신전력 제어 기능 및 필터링 기능 등을 수행하며 DNCM(Down-Conversion Module)는 RF BPF, RF 믹서, VGA,



(그림 7) 단말 RF 시스템 구조도



(그림 8) 기지국 RF 시스템 구조도(1FA/3sector/2antenna)

I/Q 복조기, LPF로 구성, DNCM은 RF 신호를 기저대역 신호로 하향변환기능, 수신전력 자동이득 조절 및 필터링 기능 등을 수행한다. 그리고 PLL과 RF VCO로 구성된 LOM(Local Oscillator Module)과 TDD 방식을 사용하므로 동일한 안테나에서 송신과 수신을 수행하는 ANTM(Antenna Module)로 구성된다.

2) 기지국 RF 시스템

기지국 RFS는 송수신 안테나를 수용하고 RF 전치단, 전력증폭기능 및 기저대역 처리부(BBS)와 접속되는 IF(Intermediate Frequency) 아날로그 신호를 상향/하향 변환기능을 수행한다. 기지국 RFS 시스템은 RFEB(RF Front End Block), TRCB(Transceiver Card Block), HPAB(High Power Amplifier Block)들로 구성되며 RF의 구조(1FA/3sector/2antenna)는 (그림 8)과 같이 구성된다. 그리고 TRCB는 주파수 하향변환 기능, 상향변환 기능, 제어기능, 주파수 발생기능 등을 포함하며, 각각은 Diversity 기능을 지원하기 위해 2path로 구성되고, HPAB는 TRCB에서 출력되는 송신신호를 전력증폭하는 기능, 경보 제공(VSWR alarm, Temp. alarm, Over power alarm, 실/탈장) 및 표시(summary alarm) 기능을 하며, TRCB, RFEB와 접속기능을 가지며, RFEB는 Tx/Rx 전환기능, 저잡음 증폭기능 및 대역 여과기능을 수행하며, TDD용 필터, RF 송수신 절체 스위치, 저잡음 증폭기로 구성된다.

V. 결론

최근의 통신시장은 회선 기반 음성서비스에서 IP 기반 데이터 서비스 중심으로, 유선통신 기반에서 무선통신 기반으로 변화하고 있다. 이러한 변화하는 통신환경에서 사용자의 다양한 멀티미디어 서비스 요구에 부합할 것으로 기대되는 휴대인터넷 기술은 중저속의 이동성, 고속의 전송속도 및 저렴한 사용요금 등과 같은 특징을 기반으로 무선인터넷 사용을 활성화시킬 것으로 예상되고 있다. 본 고에서는 휴대인터넷 서비스를 위해 고려되어야 하는 요소기술

과 함께 연구개발 되고 있는 외국의 휴대인터넷 기술 사례들과 국내외 휴대인터넷 표준화 동향에 대하여 살펴보고, 휴대 인터넷 서비스를 위해 국내에서 개발중인 HPI에 대하여 시스템 구조를 중심으로 살펴봐왔다. HPI 기술 개발은 차세대 이동통신 기반기술 확보와 표준화를 통한 기술선점의 측면에서 큰 중요성을 가질 뿐만 아니라 휴대 인터넷 서비스가 활성화될 경우 발전된 형태의 PDA, 새로운 콘텐츠 및 서비스 개발의 촉진과 더불어 국제표준 채택시 세계 인프라 시장의 선점 가능성을 열어 국내 제조업체에 큰 산업적 파급효과를 미칠 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] 오현서, 장영민, "IMT-2000 시스템 이후의 이동통신 기술 전망," 한국통신학회지 8월호, 2000.
- [2] 정해식, "휴대인터넷(Portable Internet)의 최근 시장동향과 시사점," 전자부품연구원 전자정보센터, 2003. 11. 5.
- [3] 황호탁, 조옥윤, "2.3GHz 휴대인터넷 서비스에 대한 소고," KT 경영연구소, 통신시장 제47호, 2003. 3./4.
- [4] 황승구, 권동승, 예충일, "2.3GHz 대역에서 초고속 휴대인터넷 서비스," 한국전파진흥협회, 전파진흥, 2003. 6.
- [5] 엄기용, "휴대인터넷 기술동향 및 발전방향," 한국전자통신연구원, 정보화기술동향분석, 제9권 제10호, 2003. 10., pp.3-7.
- [6] 김창환, "2.3GHz 대역 휴대인터넷 최근 동향," 전자부품연구원 전자정보센터, 2003. 10. 7.
- [7] 양정록, 김영일, 안지환 "휴대인터넷 기술 동향," *Telecommunications Review*, 제 14권 1호, 2004. 2., pp.11-20.
- [8] <http://www.arraycomm.com>, <http://www.flarion.com>, <http://www.navini.com>, <http://www.broadstorm.com>, <http://www.runcom.com>, <http://www.wi-lan.com>.
- [9] IEEE Std. 802.16-2001, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, 2001.
- [10] IEEE Std 802.16a-2003(Amendment to IEEE Std 802.16-2001), Amendment 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2~11GHz, 2003.