

主題

# 휴대인터넷(HPi) 시스템 기술

한국전자통신연구원 이동통신연구단 무선시스템연구그룹 안 지 환, 정 윤 원, 김 영 진

차 례

1. 서 론
2. HPi 시스템 모델
3. HPi 시스템 규격
4. HPi 시스템 개발
5. 결 론

## 요 약

최근 들어 무선인터넷 서비스에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 이를 제공하기 위한 기술로 휴대인터넷이 주목받고 있다. 휴대인터넷은 기존의 무선랜 기술 및 셀룰라 기반 이동통신 기술의 장점을 결합하여 이동중인 가입자에게 저렴한 요금으로 고속의 데이터 서비스를 제공할 수 있는 기술이다. 국내에서는 휴대인터넷 기술 개발을 위하여 한국전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 5개사가 참여한 HPi (High-speed Portable Internet) 프로젝트를 시작하여 연구개발을 진행하고 있다. 본 논문에서는 지난 2003년부터 총 3년의 연구개발 일정으로 진행되고 있는 HPi 시스템 연구개발 내용을 규격 및 시스템 구현 측면에서 기술하고자 한다.

## 1. 서 론

국내 통신 산업은 2002년 3/4분기를 기준으로 초고속 인터넷 서비스 가입자가 1000만 명을 넘어섰으며, 이동통신 서비스 가입자도 3200만 명에 달해 초고속 인터넷 서비스와 이동통신 서비스 시장은 점차 포화 상태로 접어들고 있다 [1], [2]. 또한, 전세계적으로 3세대 (3G) 이동통신 서비스에 대한 상용화 연기로 인해 정보통신 시장의 미래에 대한 불확실성이 가중되고 있다. 이러한 침체된 통신시장 환경에서 저렴한 사용요금으로 이동 중인 가입자에게 고속의 인터넷 접속을 제공하는 무선인터넷 서비스는 새로운 시장 창출의 돌파구로 여겨지고 있다.

무선인터넷 서비스를 제공할 수 있는 기존의 기술로는 무선랜(WLAN: Wireless Local Area Network)과 cdma-2000 1XEV-DO와 같은 셀룰라 기반 이동통신 기술을 들 수 있다 [3]. 무선랜

기술은 저렴한 가격에 초고속 전송속도로 데이터 전송이 가능한 반면, 서비스 영역 및 이동성에 제약을 가지는 단점이 있다. 또한, 셀룰라 기반 이동통신 기술은 광역의 서비스 영역 및 고속의 이동성은 지원 가능하지만 전송속도가 비교적 낮고 고가의 사용요금으로 인해 서비스 활성화에 많은 제약을 가진다. 따라서, 기존의 무선랜 및 셀룰라 기반 이동통신 시스템으로는 이동중인 가입자에게 저렴한 요금으로 고속의 데이터 서비스를 제공할 수 없어 새로운 대안 기술이 요구되고 있다. 휴대인터넷은 무선랜의 저렴한 사용요금 및 고속 전송속도와 셀룰라 기반 이동통신의 광역의 서비스 영역 및 고속의 이동성과 같은 장점들을 결합하여, 언제, 어디서나, 정지 및 중저속 이동 상태에서 고속의 전송속도로 인터넷에 접속하여 다양한 정보와 콘텐츠를 얻거나 활용할 수 있는 기술로 여겨지고 있다 [4],[5].

이러한 휴대인터넷 서비스의 필요성에 대한 인식을 바탕으로 정보통신부에서는 지난 2002년 '2.3GHz 주파수 이용정책 추진방안'을 통해 무선가입자회선(WLL: Wireless Local Loop) 용으로 할당된 2.3GHz 대역 주파수를 휴대인터넷용으로 활용하기로 하고, 적용 기술방식에 대한 연구를 시작하였다. 이에 따라, 국내에서는 2003년 1/4분기에 한국전자통신연구원(ETRI)을 중심으로 5개사가 참여한 HPI (High-speed Portable Internet) 프로젝트를 시작하였으며, 2003년 하반기부터 한국정보통신기술협회(TTA)에서 2.3GHz 휴대인터넷 서비스를 위한 표준화 작업을 시작하였고, 지난 1월말에 무선접속을 위한 주요시스템 파라미터 및 필수요구사항을 의결하였다.

본 논문에서는 ETRI를 중심으로 지난 2003년부터 총 3년간의 일정으로 연구개발이 진행되고 있는 HPI 시스템을 규격 및 시스템 구현 측면에서 기술하고자 한다. 이를 위해 2장에서는 먼저 HPI 시스템 모델을 살펴보고, 3장에서는 물리적

층, MAC계층, 응용계층의 관점에서 HPI 시스템 규격에 대하여 알아본다. 4장에서는 모뎀, 단말, 기지국 및 패킷액세스라우터로 구성된 HPI 시스템의 구현기술에 관하여 설명하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. HPI 시스템 모델

HPI는 OFDMA/TDD (Orthogonal Frequency Division Multiple Access/Time Division Duplex) 방식의 광대역 무선전송기술을 사용하여 상/하향 비대칭 전송 특성을 갖는 IP기반 무선 데이터 트래픽을 효과적으로 수용할 수 있는 시스템이다. HPI 시스템은 셀 당 최대 반경 1Km의 서비스 영역을 제공할 수 있고, 60Km/h 내외의 이동성 및 핸드오버를 지원하며, 단말에 IP 주소를 동적 또는 정적으로 할당할 수 있다. 또한, 인증 기능을 수행하며, 지연 시간 및 패킷 손실에 대한 서비스품질(QoS: Quality of Service)을 보장한다 [6].

이러한 특성을 가지는 HPI 시스템은 그림 1과 같이 무선단말인 AT(Access Terminal), 기지국인 AP(Access Point)와 패킷액세스라우터인 PAR(Packet Access Router)로 구성된다. PAR는 Mobile IP(MIP) 및 망관리 기능의 수행을 위해 사업자 IP 네트워크를 통해 AAA(Authorization, Authentication, and Accounting) 서버, HA(Home Agent), NMS(Network Management Server)에 연결될 수 있다.

AT는 AP와 OFDMA방식의 무선접속 기술을 사용하여 통신을 하며, 무선채널 송수신, MAC (Medium Access Control) 처리, MIP, 인증 및 무선링크 제어관리 기능 등을 수행한다. AP는 유무선 채널 변환기능을 통하여 AT와 PAR간의 정보전달 기능을 수행한다. 또한, 패킷 재전송 기

능, 패킷 스케줄링 및 무선 대역폭 할당 기능, 레인징(ranging) 기능, 패킷 호 연결 설정, 유지, 해제 등과 관련된 연결 제어 기능 및 핸드오버 제어 기능과 PAR 접속 기능 등을 수행한다. PAR는 복수개의 AP를 관리하며, 패킷호 수락제어 및 QoS 기능, 인증 기능, MIP 기능 및 AP와 PAR간 고속 이동성을 보장하기 위한 핸드오버 제어 기능 등을 수행한다.

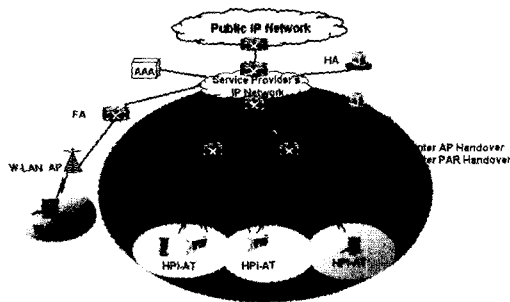


그림 1. HPI 시스템 구성도

### 3. HPI 시스템 규격

HPI 시스템의 각 서브시스템 간의 인터페이스는 그림 2와 같다.  $U_h$  인터페이스는 HPI의 물리계층 및 MAC 규격으로 이루어져 있으며, 2.3GHz 대역에서 IEEE802.16 및 IEEE802.16a 규격[7, 8]을 기반으로 단말에 이동성을 부여하고 기능 및 효율 면에서 개선을 이루도록 개발되었다 [9].  $A_h$  인터페이스에서는 AP와 PAR간의 제어 메시지들을 규정하고 있는 ANAP (Access Network Application Part) 프로토콜이 정의되고,  $P_h$  인터페이스에서는 PAR와 PAR간 제어 메시지들을 규정하고 있는 PPAP(PAR-PAR Application Part) 프로토콜이 정의된다. PAR와 AAA사이의  $I_h$  인터페이스를 위한 규격은 IETF Diameter Base 프로토콜을 기본으로 IETF Diameter Mobile IP

Application과 IETF Diameter EAP(Extensible Authentication Protocol) Application을 준용한다. PAR와 HA 사이의  $I_h$  인터페이스를 위한 규격은 IETF RFC3344의 MIP를 기본으로 한다. 본 장에서는 HPI 시스템의 규격을 편의상 그 계위에 따라 물리계층, MAC계층, 응용계층으로 나누고 각각에 대해 설명하고자 한다.

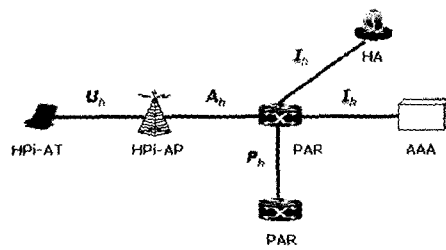


그림 2. HPI 인터페이스 모델

#### 3.1 물리계층

HPI 물리계층 규격에서는 OFDM 기반의 IEEE 802.16 규격에 주파수 재사용율을 1로 하고 이동성 기능을 강화하기 위하여, 프레임 구조, 상/하향 링크에 대한 OFDMA 부반송파 할당 방법 및 채널 부호화 방법 등을 개선하였다. 또한, 최대 1km의 서비스 반경을 수용하기 위하여 TTG (Transmit/receive Transition Gap)와 RTG (Receive/transmit Transition Gap) 및 RF 파라미터 등을 추가하였다. 본 절에서는 IEEE802.16과 비교하여 차이점을 갖는 다중접속 및 듀플렉스 방식, 프레임 구조, OFDM 부반송파 할당과 채널 부호화 및 변조방식 등에 대하여 간략히 살펴보기로 한다. 보다 상세한 설명은 [6], [10]에서 찾아볼 수 있다.

##### 3.1.1 다중접속 및 듀플렉스

HPI는 10MHz 채널대역폭을 가지며, 다중접속 방식으로는 OFDMA 방식을 사용하고, 상/하향

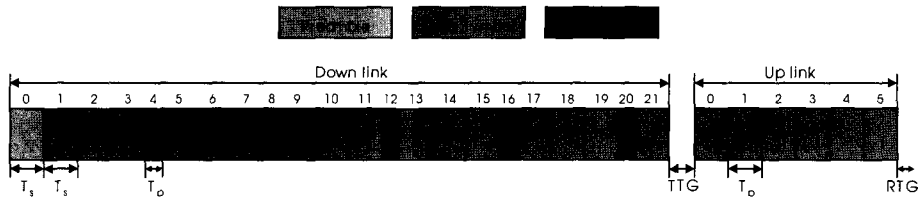


그림 3. 프레임 구조 (DL:UL = 16:6)

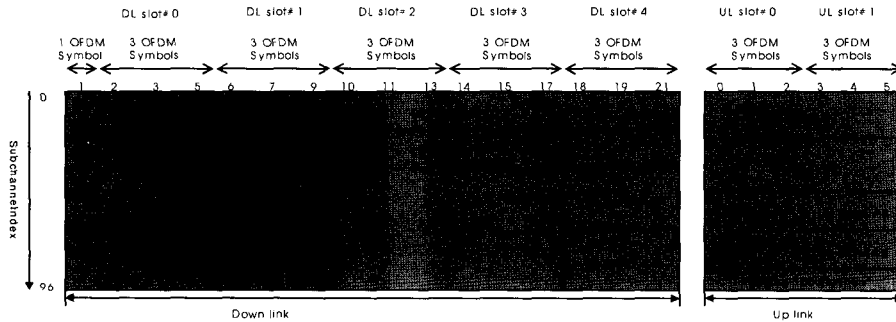


그림 4. MAC 프레임 구조 예 (DL:UL=16:6)

비대칭 특성을 가지는 데이터 트래픽을 효율적으로 처리하기 위해 TDD 방식을 사용한다.

### 3.1.2 프레임 구조

HPI의 프레임은 DL(downlink) 프레임, UL(uplink) 프레임, TTG 및 RTG로 구성되며, DL:UL = 16:6 경우의 프레임 구조는 그림 3과 같다. DL 프레임은 하나의 DL 프리앰블과 주기적으로 삽입된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼들로 구성되며, UL 프레임은 다수개의 데이터 심볼들만으로 구성된다. CP(Cyclic Prefix)의 길이를  $T_g$ 라 하고 CP를 제외한 유효 OFDM 심볼 구간의 길이를  $T_b$ 라 하면, DL 프리앰블, DL 데이터 심볼 및 UL 데이터 심볼은 길이가  $T_s = T_b + T_g$ 인 심볼들이고, DL 파일럿 심볼은 길이가  $T_p = T_b/2 + T_g$ 인 심볼들로서, DL 프리앰블 이후부터 시작하여 길이가  $T_s$ 인 심볼 세 개마다 하나씩 반복해서 삽입된다. UL 데이터 심볼에서는 파일럿 부반송파가

정의된다.

그림 4는 DL:UL이 16:6인 경우에 대하여 데이터 심볼들만으로 구성된 MAC 프레임 구조에 대한 하나의 예를 보여준다(DL 프리앰블 및 파일럿 심볼은 표시하지 않음). DL 데이터 심볼들은 공통 제어 채널로 사용되는 DL 프리앰블 뒤의 첫 번째 심볼 외에는 연속적인 3개의 심볼들이 시간 차원에서 자원의 기본 할당 단위인 슬롯으로 묶여서 할당된다. UL 버스트도 DL 버스트와 마찬가지로 연속적인 3개의 OFDM 심볼들이 하나의 슬롯 단위로 묶여서 할당된다. 그림 4에서 DL 슬롯은 (2,3,5), (6,7,9), (10,11,13), (14,15,17), 및 (18,19,21)이며, UL 슬롯은 (0,1,2), (3,4,5)이다(괄호 안의 숫자는 심볼 번호를 나타냄).

### 3.1.3 부반송파 할당

총 부반송파들 중 송신에 사용되지 않는 DC

부반송파와 보호 대역 부반송파들을 제외한 부반송파들을 유효 부반송파라 한다. DL의 경우 데이터 심벌 구간 동안에는 모든 유효 부반송파들이 부채널에 할당되어 데이터 부반송파로 사용되며, UL의 경우 모든 유효 부반송파들이 먼저 부채널에 할당되고 부채널에 할당된 일부 부반송파들이 파일럿 부반송파로 사용된다.

### 3.1.4 채널 부호화 및 변조

HPI의 채널 부호화 기법으로는 CTC(Convolutional Turbo Code)가 사용되며 CTC 부호화기는 double binary CRSC(Circular Recursive Systematic Convolutional) code를 사용한다. 상향링크의 채널 부호화에서는 CTC 채널 부호화 과정이 동일하게 수행된 후, 부호화열에 대한 평처링(puncturing)이 추가적으로 수행된다. 데이터 전송포맷은 인코딩 패킷 크기와 할당된 서브채널의 수에 의해 주어지고 이에 기반하여 QPSK, 16QAM, 64QAM 중 하나의 변조방식이 선택된다.

### 3.2 MAC 계층

HPI MAC 규격에서는 IEEE 802.16 규격에 이동성을 추가하고, 기능 및 효율면에서 개선을 이루도록 하였다. 즉, MAC 규격의 개발은 IEEE 8

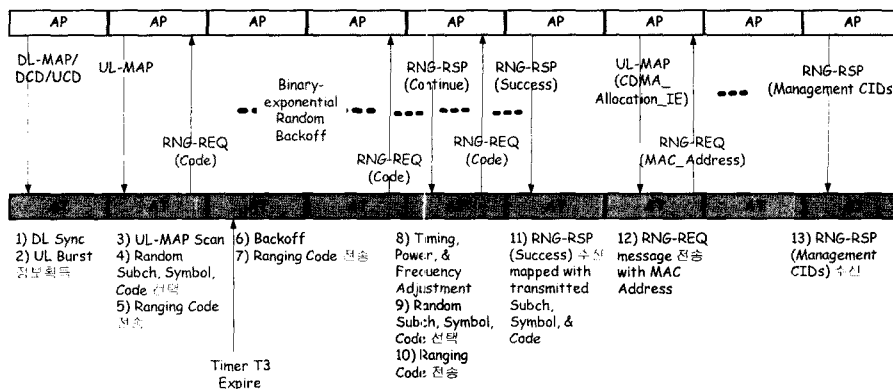
02.16 기반의 MAC 규격을 Baseline으로 하여 이동성을 지원하기 위한 핸드오버 및 수면모드(Sleep Mode) 기능 등을 포함하며, 이동단말의 전력 소모를 줄이기 위한 데이터의 선택적 수신 기능과 통신 두절상태에 있는 단말을 확인하고 두절시 할당된 자원을 회수하기 위한 메커니즘 등을 추가하였다. 본 절에서는 레인징 및 대역폭 요청 절차, 데이터의 선택적 수신, 수면모드, 핸드오버에 대해 간략히 살펴보기로 한다. 보다 상세한 설명은 [6], [10]에서 찾아볼 수 있다.

#### 3.2.1 레인징(Ranging)

초기 레인징(Initial Ranging) 과정은 초기 접속 및 핸드오버시 Target AP로의 접속을 위해 수행되는 과정으로서 그림 5와 같은 절차를 따른다. 주기적인 레인징(Periodic Ranging) 절차는 초기 레인징 절차와는 달리 CDMA 기반 대역폭 요청(CDMA-based Bandwidth Request) 절차와 동일한 한 개의 심볼구간만을 사용하며, CDMA 기반 대역폭 요청과는 단지 사용되는 CDMA code의 범위만을 달리한다.

#### 3.2.2 대역폭 요청(Bandwidth Request)

대역폭 요청은 Unicast Polling, Piggybacking,



주의) 각 message의 전송 타이밍이 특정 프레임들 지정하는 것은 아님

그림 5. 초기 레인징 절차

Bandwidth Stealing, Bandwidth Request Header Concatenation, 그리고 CDMA 기반 대역폭 요청을 통해 이루어질 수 있다. Unicast Polling은 실시간 및 비실시간 폴링 서비스에 대하여 기지국이 단말에게 폴링함으로서 대역폭 요청 헤더를 전송할 수 있는 상향링크 자원을 단말에게 할당하는 방식이다. Piggybacking은 동일한 CID(Connection ID)에 대한 추가적인 대역폭 할당을 요청하는 경우, 상향링크 데이터 전송을 위한 자원에 허가 관리 부헤더(Grant Management Subheader)를 추가하여 전송하는 방식이다. Bandwidth Stealing은 다수의 서비스를 제공 받는 단말이 어떤 서비스를 위한 데이터 전송용으로 할당된 자원을 더 긴급한 다른 서비스에 대한 대역폭을 요청하기 위하여 단말의 판단에 의하여 강탈하여 대역폭 요청 헤더 전송을 위해 사용하는 경우이다. Bandwidth Request Header Concatenation은 상향링크 자원이 가용하며, 남은 자원의 양이 6 bytes (대역폭 요청 헤더의 크기) 이상일 때, 대역폭 요청 헤더를 상향링크 데이터와 Concatenation 하여 전송하는 방법이다. 상기와 같은 방법 중 어느 것도 가용하지 않은 경우에 대하여 단말은 경쟁 기반의 CDMA 기반 대역폭 요청 절차를 시도할 수 있다.

### 3.2.3 데이터의 선택적 수신

DL-MAP-IE(Information Element)에 Basic CID field를 추가하게 되면, 단말은 자신에게로 향하는 하향링크 버스트만을 수신부에서 처리하고, 나머지 버스트들에 대하여 불필요한 처리를 하지 않게 되어 단말의 전력소모를 절약할 수 있는 장점을 가질 수 있다.

### 3.2.4 수면모드(Sleep Mode)

수면모드는 단말의 전력소모를 줄이기 위한 방법으로서 선택사항으로 구현된다. 기존에 IEEE

802.16e에서 제안된 수면모드에서는 단말이 일정기간 동안 송수신할 데이터가 존재하지 않으면 수면모드로 천이하게 되고, 수면모드에 들어간 단말은 주기적으로 깨어나 청취주기(Listening Interval) 동안 자신에게로 향하는 하향링크 데이터를 확인한 후, 데이터가 존재하지 않은 경우 수면 주기를 2배로 증가하여 다시 수면 모드로 천이하는 특성을 가진다 [11]. HPI에서는 이러한 기존의 수면 모드에 대해 수면 모드로 천이하는 단말들의 청취주기가 서로 정렬되도록 함으로써 관리를 손쉽게 하고 전력절약의 효율성을 높일도록 하였으며 이는 IEEE802.16e 규격에서 채택되었다 [11].

### 3.2.5 핸드오버

HPI에서 핸드오버는 IEEE 802.16e의 핸드오버 개념 중 단말이 핸드오버를 시작하는 경우를 고려하고 있는데, 핸드오버 수행 결정을 내리는 초기화 단계, 서비스 중이던 기지국과 설정된 서비스를 종료하는 단계, 새로운 기지국으로의 접속 절차를 수행하는 단계로 구성된다. 또한, HPI에서는 단말이 음영지역에 있거나 수면모드 상태에서 이동을 하여 단말과 기지국이 통신이 되지 않는 경우를 위한 보조 핸드오버 절차를 부가적으로 지원하는데 이는 IEEE802.16e 규격에서 채택되었다 [11].

## 3.3 응용계층

응용계층에서는 이동성 관리를 위한 MIP, 인증 등을 주로 다루며 이는 IETF 규격을 준수한다. 본 절에서는 MIP 등록 및 EAP-TLS (Extensible Authentication Protocol - Transport Layer Security)기반의 인증에 대해 간략히 살펴보기로 한다.

### 3.3.1 MIP 기반의 이동성 관리

HPi에서는 이동성 제공을 위한 프로토콜로 MIP 기술을 채택하였으며 PAR가 FA(Foreign Agent)역할을 수행하게 되는데 기본 MIP 기능에 NAI(Network Access Identifier)에 기반한 사용자 식별을 위한 MIP MAI Extension, 보다 강화된 인증을 위한 MIP Challenge/Response Extension, MIP 노드간의 키 분배를 위한 AAA Registration Key Extension, 등록된 가입자에게 동일한 AAA에 접속하게 하기 위한 AAA NAI for Mobile IP Extension 및 Reverse Tunneling for Mobile IP Extension 등을 추가하여 사용한다. 가입자는 단말의 전원을 켜올때 MIP에 기반한 초기 등록을 수행하고 이후 Lifetime 종료시 주기적인 등록을, PAR와 PAR 사이의 이동시 새로운 PAR에 대한 등록 등을 수행한다. HPi에서는 MIP 지원을 위해 MAC 레벨에서 MIP에 의한 IP 주소 할당방식을 사용한다. 그림 6은 HPi에서의 이동성 지원을 위한 MIP 프로토콜을 보여준다.

3.3.2 EAP-TLS 기반의 인증

HPi에서는 인증을 위해 EAP-TLS 방식의 프로토콜을 사용하는데 이 기능은 무선링크에 대한 초기접속과 기본기능협상이 수행된 이후 사용자 NAI에 기반하여 수행된다. EAP-TLS 절차에 의해 인증이 성공하면 인증키가 단말과 기지국 간에 공유된다. HPi에서는 EAP-TLS 기반의 인증 지원 및 MAC 레벨에서 기존 IEEE 802.16 Privacy Layer와의 호환성을 유지하기 위해 기존 메시지를 재사용하면서 MAC 메시지 및 그에 따른 Attributes, TLV(Type-Length-Value) 등을 추가한 규격을 개발하였다. 그림 7은 EAP-TLS 기반의 인증 프로토콜을 보여준다.

4. HPi 시스템 개발

HPi 시스템은 단말, 기지국, 패킷액세스라우터 및 단말과 기지국에 내장되는 모뎀으로 구분할 수 있으며 각각의 서브시스템에 대한 구현기술은 다음과 같다 [10].

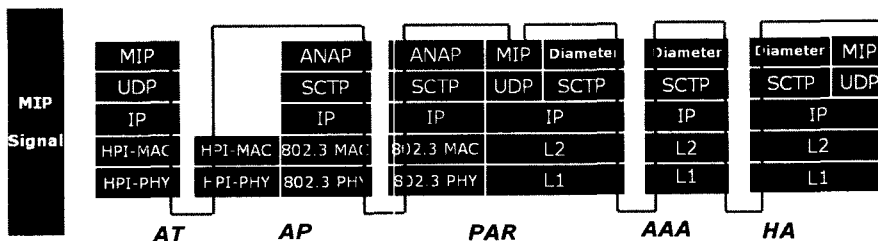


그림 6. MIP 기반의 이동성 관리 프로토콜

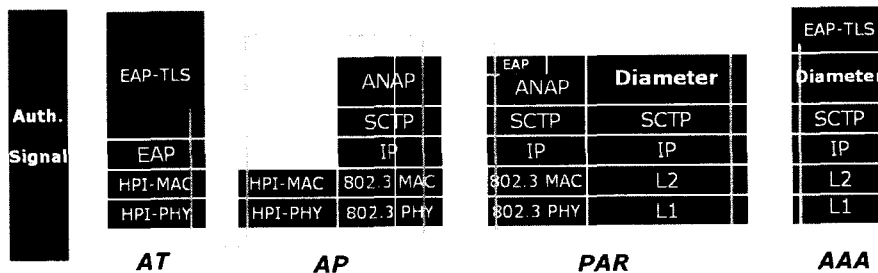


그림 7. EAP-TLS 기반의 인증 프로토콜

#### 4.1 모뎀

무선 전송 모뎀의 개발에 있어 기지국 모뎀의 경우 효율적인 레인징 구현에 충실하였으며, 단말기 모뎀의 경우 휴대기기에 사용될 모뎀의 특성상 저전력화에 역점을 두었다. 단말모뎀은 UL 전송을 위한 신호처리를 수행하는 변조기와 DL 신호처리를 수행하는 복조기로 구성된다. 단말모뎀 변조기의 송신모드는 Initial Ranging, Periodic Ranging, BW Request Ranging 그리고 실제 데이터 전송을 위한 UL Burst 모드가 있다. 각각의 전송모드에서 단말변조기는 복조기에서 제공하는 동기신호를 기준으로 하여 UL Burst 송신구간에서만 신호를 전송할 수 있다. 단말모뎀 복조기는 DL 수신신호를 입력받아서 동기를 획득하여 단말기의 송수신 기준신호를 제공하며 동시에 DL Burst 신호를 복조하여 송신신호를 복원한 후 채널 디코더에 전송한다. 단말 변조기는 코덱으로부터 정해진 전송률에 따라 입력 신호를 받아 그림 8과 같은 기능들을 수행한 뒤, D/A 변환기로 송신 신호를 출력한다. QAM Mapper는 QPSK와 16QAM을 기본적으로 지원하며 64 QAM은 선택사항으로 한다. 단말기 수신단에서는 수신한 데이터를 11.42 MHz로 샘플링하여 FFT, 채널추정, 등화 및 QAM Demap을 수행하여 복조하며, 그 외 AGC(Automatic Gain Control) 및 DC Offset 제어를 수행하는 AFE(Analog Front End) 제어부, 초기 동기 획득부, AFC (Automatic Frequency Controller), C/N 계산기 등의 서브블록들을 포함한다.

기지국의 변조기는 32개의 부채널에 할당된

제어 정보와 데이터를 QPSK, 16-QAM, 64-QAM을 사용하여 OFDMA 변조를 거쳐 DL 구간에 전송하게 된다. 이때 기지국 인식자(Cell ID)에 따른 부 채널 할당 및 부 반송파 할당을 수행하고 파일럿 톤을 삽입하여 2048-Point IFFT를 수행하게 된다. 복조기는 다중 가입자에 대한 복조를 수행하는 것으로 가입자들에 할당된 부 채널을 복조하는 역할을 수행하게 된다. 이를 위해 부 채널 단위의 채널 추정 및 보상, 2048-Point FFT, 신호강도 측정 및 위상추적 등의 역할을 수행한다. 또한 OFDMA 방식에서 중요한 요소인 가입자들의 UL 동기를 위해 레인징을 수행한다.

#### 4.2 단말

그림 9는 TES (Terminal Equipment Subsystem)와 MTS(Mobile Terminal Subsystem)로 구성된 단말 서브시스템(ATS: Access Terminal Subsystem)의 구조를 보여준다. TES는 노트북 컴퓨터나 PDA와 같은 이동용 컴퓨터에서 구현되는 서브시스템으로 MIP 기반 이동성 관리, 인증, IP 형상 설정, 무선상태 관리, 단말 제어, 카드 정합 기능 등을 수행한다. 반면, MTS는 카드 형태로 구현되어 PCMCIA나 USB등의 인터페이스를 통해 호스트 컴퓨터에 접속되며, CS(Convergence Subsystem), CPS(Common Part Subsystem), BHS(Baseband Hardware Subsystem), RFS(Radio Frequency Subsystem)의 4개의 서브시스템으로 구성된다. CS는 TES와 PCMCIA(또는 USB)를 통해 인터페이스 되며, IP 패킷 분류, 해

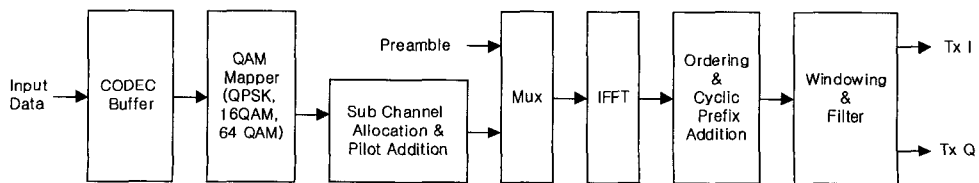


그림 8. 단말 변조기의 구조



더 압축 및 복원, MAC 연결관리, TES와의 통신, 메시지 분기 기능 등을 수행한다. CPS는 MAC 사용자/제어 데이터 처리, 무선자원 관리, 프레임링 및 오류제어, 공용 데이터 관리 기능 등을 수행한다. CS와 CPS MAC 기능 중 비교적 엄격한 실시간(Hard Real-time) 처리를 필요로 하지 않는 S/W MAC 기능은 프로세서 상에서 구현되고 엄격한 실시간 처리를 필요로 하는 H/W MAC 기능은 FPGA상에서 구현한다. BHS는 기저 대역 신호의 변복조 기능을, RFS는 기저대역 신호의 RF로 변환과 RF 신호의 송수신 기능을 수행한다.

### 4.3 기지국

기지국 서브시스템은 그림 10과 같이 3개의 하드웨어 시스템과 3개의 소프트웨어 시스템으로 구성된다. 하드웨어 서브시스템은 무선신호를 송수신하는 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)으로 구성된다. RFS는 BBS와 IF신호로 접속되며, 기지국은 유무선 채널 변환기능을 수행하기 위해 단말로부터

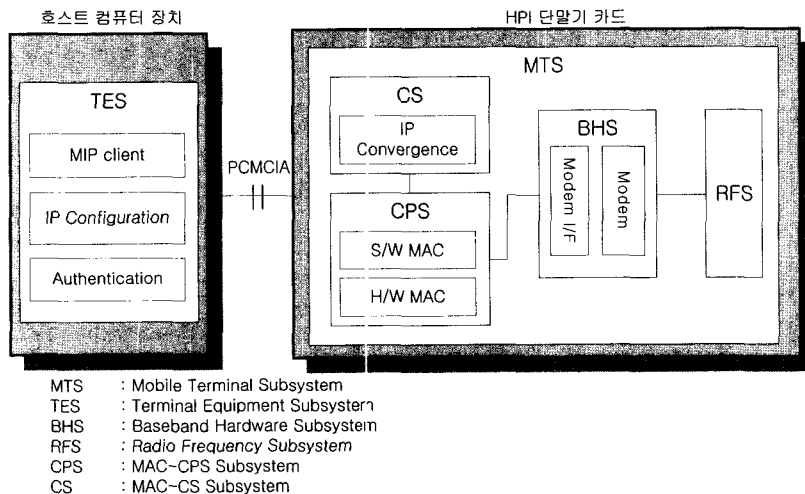


그림 9. 단말 서브시스템 구조

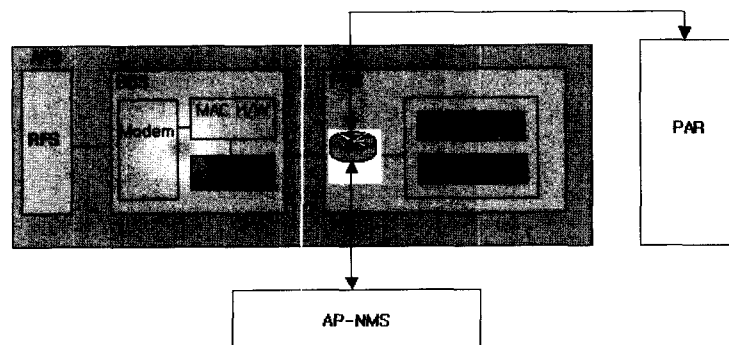


그림 10. 기지국 서브시스템 구조

터 수신하는 정보를 패킷액세스라우터로 전달하거나 반대로 패킷액세스라우터로부터 수신하는 각종 정보들을 무선신호로 변환하여 단말로 전달하는 기능을 수행한다. 소프트웨어 서브시스템은 BBS에 상주하는 ATS(AP Packet Traffic handling Subsystem)와 PRS에 상주하는 ACS(AP Packet Call Control Subsystem), AMS(AP Administration & Management Subsystem)로 구성된다. ATS는 단말과 기지국간 패킷 재전송, 동기 제어, 전력제어, 트래픽 암호화, 무선 자원의 효율적 운용을 위한 패킷 스케줄링 및 무선 대역폭 할당 기능 및 레인징 기능 등을 수행한다. ACS는 기지국의 셀 초기화, 기지국 시스템 정보 전송, 패킷 호 연결 설정, 유지, 해제 등의 연결 제어, 핸드오버 제어 및 패킷액세스라우터 접속 기능 등을 수행하고, AMS는 시스템 로딩, 구성 정보 관리, 상태 관리, 장애 관리 및 통계 관리 기능 등을 수행한다.

#### 4.4 패킷액세스라우터

패킷액세스라우터 서브시스템은 인증, 서비스 접속 제어, 이동성 제어 등의 기능을 통하여 휴

대 인터넷 사용자에게 고속 인터넷 서비스를 제공하는 장치로 그림 11에 나타낸 바와 같이 기지국 정합, 패킷액세스라우터 정합, Diameter 프로토콜 처리로 구성되는 외부 노드 인터페이스 기능과, 인증(NASREQ Client), 서비스 접속 제어, FA 제어, 과금 제어, QoS 제어로 이루어지는 서비스 제어 기능, 그리고 서비스 제어를 위한 정보 관리, 패킷 라우팅, FA 인증 등의 라이브러리 기능 및 초기화를 포함한 운용 보전 기능 등으로 구성된다. 각 기능은 패킷액세스라우터에서 제공할 수 있는 서비스 특성(Future)들의 집합으로 정의되며, 상호 독립적으로 구성할 수도 있으나 전체 제어 흐름에 따라 연관 관계를 유지하면서 실행된다. 패킷액세스라우터와 외부 정합 노드인 기지국, AAA 간의 보안을 위해서 IPSec 을 적용하는 방법이 고려되고 있으며, 신뢰성 있는 데이터 전송을 위해 SCTP 프로토콜을 기본 전송 계층으로 이용하되, 필요에 따라 선택적으로 UDP 사용을 허용한다. HA와의 MIP 프로토콜 제어를 위하여 UDP가 사용된다. IPinIP는 OS의 모듈로 동작하며, 패킷 라우팅 기능에 의한 제어를 받는다.

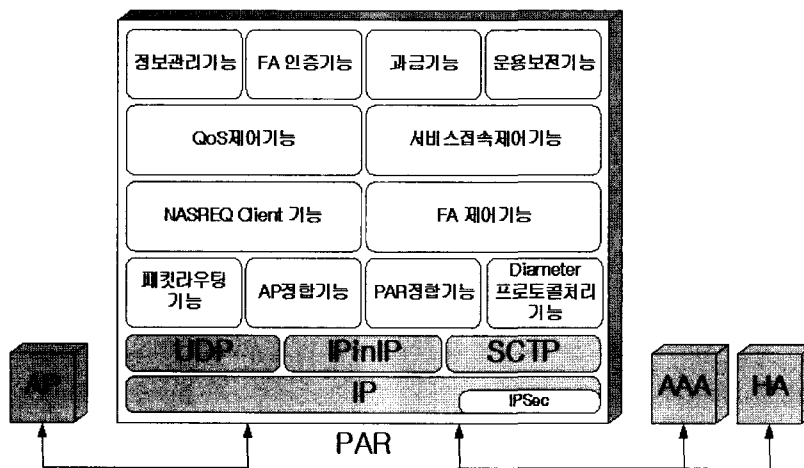


그림 11. 패킷액세스라우터 서브시스템 구조

## 5. 결 론

휴대인터넷은 기존 무선랜 기술의 저렴한 사용요금 및 고속 전송 속도와 셀룰라 기반 이동통신의 광역의 서비스영역 및 고속의 이동성과 같은 장점들을 결합하여, 언제, 어디서나, 정지 및 중저속 이동 상태의 가입자에게 저렴한 요금으로 고속의 휴대인터넷 서비스를 제공하는 기술이다. 본 논문에서는 휴대인터넷 기술로서 국내에서 개발 중인 HPI의 물리계층, MAC계층 및 응용계층에 대한 규격과 단말, 기지국 및 패킷액세스라우터로 구성된 시스템의 구현기술에 대하여 살펴보았다. HPI 시스템 개발은 10MHz 전송대역을 이용하여 30Mbps급의 무선 전송 용량을 가지는 모뎀 및 시스템에 대한 개발을 시작으로 하여, 다중안테나 기술을 채용한 50Mbps급의 모뎀 및 시스템에 대한 연구개발이 진행 중에 있다.

### 감사의 글

본 논문은 '초고속 휴대 인터넷 연구개발 협의체'에 의해 수행된 '2.3GHz 초고속 휴대 인터넷 시스템 연구개발' 과제의 연구결과[10]에 기반하고 있습니다. 논문의 작성에 많은 도움을 준 한국전자통신연구원 이동통신연구단의 모든 '2.3GHz 초고속 휴대 인터넷 시스템 연구개발' 과제 참여 연구원들과 특별히, 원고를 교정해 준 양정록 박사에게 감사를 드립니다.

## 참 고 문 헌

- [1] 문호원, 우창희, "KT의 초고속 인터넷 사업 현황 및 전망," TTA저널, 제87호, pp.69-76, 2003. 5/6.
- [2] 변상규, 김한주, "국내 무선인터넷 이용실태 조사분석(2002년)," 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석, 제18권, 제2호, pp.79-88, 2003. 4.
- [3] 정해식, "휴대인터넷(Portable Internet)의 최근 시장동향과 시사점," 전자부품연구원 전자정보센터, 2003. 11. 5.
- [4] 황승규, 권동승, 예충일, "2.3GHz 대역에서 초고속 휴대 인터넷 서비스," 한국전파진흥협회, 전파진흥, 2003. 6.
- [5] 엄기용, "휴대인터넷 기술동향 및 발전방향," 한국전자통신연구원, 정보화기술 동향분석, 제9권, 제10호, pp.3-7, 2003. 10.
- [6] 안지환, 양정록, 김영일, "초고속 휴대인터넷(HPI) 기술," 대한전자공학회지, 2004 (게재 예정).
- [7] IEEE Std. 802.16-2001, IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems.
- [8] IEEE Std 802.16a-2003 (Amendment to IEEE Std 802.16-2001), Amendment 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2-11 GHz.
- [9] 한국전자통신연구원, "HPI 무선접속 규격," 2003.
- [10] 한국전자통신연구원, "2.3GHz 초고속 휴대 인터넷 시스템 연구개발," 2003. 12.

[11] IEEE P802.16e/D1-2004, Draft Amendment to IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks - Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems, 2004. 1.

2003년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원



**안 지 환**

1979년 : 충남대학교 전자공학과 (학사)  
 1981년 : 서울대학교 전자공학과 (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 기지국 연구개발 (부장)  
 2002년 : 한국전자통신연구원, 4세대 이동통신 시스템 연구 (부장)  
 2003년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원, 휴대인터넷 시스템 연구개발 (부장)



**김 영 진**

1981년 : 고려대학교 전자공학과 (학사)  
 1983년 : 고려대학교 전자공학과 (석사)  
 1989년 ~ 1991년 : 벨기에 BTM 방문연구원  
 1983년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 이동통신연구

단 IP이동성연구팀 (팀장)



**정 윤 원**

1995년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (학사)  
 1997년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 (석사)  
 2001년 : 한국과학기술원 전자전산학과 전기및전자공학전공 (박사)  
 2001년 ~ 2002년 : 영국 런던대학 (King's College

London) Visiting Post-doctoral Research Fellow