

2.3 GHz 휴대인터넷 표준 및 향후 고려사항

진병문 · 김대중

한국정보통신기술협회

I. 서 론

휴대인터넷은 2002년 12월 WLL용으로 할당되었던 2.3 GHz 대역이 휴대인터넷용도로 재 고시되면서 정립된 서비스 개념이다. 휴대인터넷서비스를 위해 기술표준화 필요성이 제기되어 2003년 3월 TTA (한국정보통신기술협회)에서 휴대인터넷 프로젝트 그룹이 결성되면서 표준화가 진행되어 왔다. TTA 휴대인터넷 프로젝트그룹은 언제 어디서나 정지 및 이동 중에 고속으로 무선 인터넷 접속이 가능한 휴대 인터넷 서비스를 위해 시장성과 경쟁력 있는 기술 및 서비스 확보, Global 표준을 지향할 목적으로 Top-Down 방식과 기술적 검증을 병행하여 표준화를 추진키로 결의하였다. 1년 넘는 기간동안의 기술표준화를 통해 휴대인터넷에 대한 개념, 서비스요구사항, 기술표준 등을 2004년 6월 확정하게 되었다. 본 논문에서는 2.3 GHz 휴대인터넷 표준에 대한 고찰을 통해 향후 성공적인 서비스와 표준으로 자리 잡는데 고려하여야 할 사항을 제안하였다.

II. 2.3 GHz 휴대인터넷 요구사항

2-1 개요 및 개념

휴대인터넷의 개념 및 요구사항은 2003년 7월 설립된 TTA 휴대인터넷 프로젝트 그룹에서 회원사간 합의에 의해서 결정되었으며 개념적으로 살펴본다면, “정지 및 이동 중에서도”란 정지 및 보행, 그리고 중속의 이동 시에도 무선인터넷 서비스를 제공할 수 있어야 한다는 것을 의미하며 “언제 어디서나”란 실내외에서 휴대형 단말을 이용하여 끊임없는 무선

인터넷 접속 환경을 언제나 지원할 수 있어야 함을 의미하고 “고속으로”란 다양한 초고속 무선 멀티미디어 서비스를 원활히 제공할 수 있는 1 Mbps 이상의 전송속도를 제공할 수 있어야 함을 의미하고 “휴대인터넷 단말”이란 핸드셋, 노트북, PDA 또는 스마트폰 등의 다양한 멀티미디어 단말이어야 함을 의미한다.

2-2 서비스 요구사항

- o 서비스 커버리지: 휴대인터넷 시스템의 무선구간 서비스 가능 지역(가입자당 최소 전송속도)이며 셀 형태에 따른 분류(최소, 도심기준): Pico cell: 반경 100 m, Micro cell: 반경 400 m, Macro cell: 반경 1 km.
- o 이동성: 단말기가 휴대인터넷 서비스를 받을 수 있는 최대 이동속도는 60 km/h.
- o 핸드오버: 서비스 접속중인 단말기가 이동으로 인하여 서비스 중인 셀 영역을 벗어나 다른 셀 영역으로 진입하더라도 IP 기반 서비스가 단절 없이 지속적으로 유지되도록 핸드오버를 지원할 것.
- o 인증 및 보안: 적법한 서비스 사용자/장치 이외 제3자의 불법적인 사용과 불법적인 액세스 네트워크의 서비스 제공을 금지하기 위한 인증 서비스와 사용자의 송수신 정보가 통신 당사자 이외의 제3자에게 노출되는 것을 예방할 수 있는 보안 서비스를 제공할 것.
- o QoS: 가입자의 서비스 수준 및 개별 서비스 속성에 따라 차등화된 품질을 제공할 것.
- o 과금: 서비스 사업자가 고객의 요구에 맞는 다

양한 요금 제도를 제공할 수 있도록 각각의 서비스 특성에 맞는 다양한 기초 데이터를 제공할 것.

- 타망과의 연동: 기존의 다양한 무선 데이터 망(무선 LAN, 이동통신 데이터 망 등)과의 연동을 필요에 따라 지원할 것.
- 멀티캐스트/브로드캐스트: 특정사용자 그룹 또는 전체 사용자들에게 동일한 정보를 전달하는 방식이 지원할 것.
- 식별: 휴대인터넷 시스템은 국제적으로 유일성을 가지며 타 망간의 연동시 제약을 가하지 않는 식별 체계를 제공할 것.
- 상 하향 구간 비율의 변동: 사용자 트래픽 특성에 따라 상 하향 구간의 비율을 망 구축 및 망 운용(재설정)시 변경 가능할 것.

2.3 네트워크 요구사항

- 주파수 재사용도(FRF): 다중 셀 구조에서 동시에 동일한 주파수 채널을 사용하는 셀(섹터)의 총수를 다중 셀 구조 전체의 셀(섹터)의 총수로 나눈 값으로서 1을 만족할 것(반경은 1 km).
- 스펙트럼 효율성: 최대주파수 효율(Single cell Sector)에서 기지국이 제공 가능한 물리계층에서의 최대 전송용량을 채널 대역폭으로 나눈 값(bps/Hz/cell(Sector))으로서 하향링크 6 bps/Hz/Cell, 상향링크 2 bps/Hz/Cell을 만족할 것), 평균 주파수 효율(멀티 셀(Sector) 환경에서 임의의 기지국이 제공 가능한 물리계층에서의 평균전송용량을 채널대역폭으로 나눈 값(bps/Hz/Cell(Sector))으로서 하향링크 2 bps/Hz/Cell, 상향링크 1bps/Hz/Cell을 만족할 것).
- 가입자당 최소 전송속도: 도심지역의 Full-Loaded 멀티 셀 환경에서 셀 경계지역에서도 서비스 관점에서 가입자당 제공 가능한 상황 또는 하향의 최소 전송속도로서, 이때 전송속

도는 사용자 데이터와 기타 제어 데이터를 모두 고려한 것이며 상향: 128 kbps 이상, 하향: 512 kbps 이상을 만족할 것.

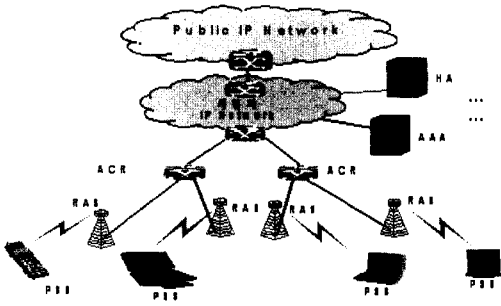
- 핸드오버: 기지국(셀)내 섹터간 핸드오버 및 기지국(셀)간 핸드오버는 150 ms, IP Subnet간 핸드오버는 1 ms, 주파수간 핸드오버 항목은 위 세 항목의 결과 값을 준용함.

2.4 제어국 및 코어네트워크 요구사항

- 인증 및 보안: 인증 및 보안 키 교환 방식은 EAP 기반의 인증/보안 프로토콜이 지원 가능하며, 필요시 PKI 기반으로 확장 가능하여야 하고 프로토콜은 RADIUS 또는 Diameter 기반 프로토콜이 지원 가능할 것.
- 타망과의 연동: 서비스를 제공받고 있는 단말이 타망으로 이동시 IP 기반 서비스가 유지되도록 핸드오버 및 로밍을 지원할 것.
- 인증, 과금 관련: 타망과의 연동에 따른 타망 서비스 인증 및 서비스 과금을 지원할 것.
- 망관리: 휴대 인터넷의 네트워크 장치는 망의 운용관리를 위하여 SNMP(Simple Network Management Protocol) 기반의 망관리(장애관리, 구성관리, 성능관리 등) 기능을 제공할 것.
- 기타 접속제어기능 및 망관리 기능을 제공하고 다양한 가입자 및 단말기 인증기능을 제공할 것.

III. 휴대인터넷 망 구성도 및 요소별 기능

- 단말(Portable Subscriber Station: PSS)은 휴대인터넷 무선접속 기능, IP 기반 서비스 접속 기능, IP 이동성 기능, 단말/사용자 인증 및 보안 기능, 멀티캐스트 서비스 수신 기능, 타망과 연동 기능을 제공할 것.
- 기지국(Radio Access Station: RAS)은 휴대인터넷



[그림 1] 휴대인터넷 시스템 및 네트워크 아키텍처

넷 무선 접속 기능, 무선자원 관리 및 제어 기능, 이동성(핸드오프) 지원 기능, 인증 및 보안 기, QoS 제공 기능, 하향 링크 멀티캐스트 기능, 과금, 통계 정보 생성 및 통보 기능을 제공할 것.

- 제어국(Access Control Router: ACR)은 IP 라우팅 및 이동성 관리 기능, 인증 및 보안 기능(구현상 지국에서 지원될 수 있음), QoS 제공 기능, IP 멀티캐스트 기능, 과금 서버에 과금서비스 제공 기능, ACR 내의 RAS간 이동성 제어 기능, 자원 관리 및 제어 기능을 제공할 것.

IV. 휴대인터넷 표준 적합성 평가

4-1 개요

상기 요구사항에 적합한 규격에 대한 기술적 평가를 위해서 평가기준이 만들어진 후 다음과 같은 링크레벨 및 시스템 레벨 시뮬레이션 평가 자료를 통해 평가가 이루어졌다.

4-2 링크레벨 성능 평가(Link Level Simulation)

링크레벨 시뮬레이션은 LLS 모델링 가정과 파라미터, 채널 모델 특성을 반영을 위한 평가 방법 및 절차가 만들어졌다. LLS는 Layer 1의 기능 위주로 실시하며, 상/하향 링크 각각의 AMC 종류별로 수행하도록 하였으며 기본 가정으로 지연(데이터 전송을

위한 시간 지연은 없다), 동기(트래픽 성능을 관찰하기 위한 주파수 및 시간 동기는 완벽하나, LLS의 전제 조건이 될 수 있는 주파수 및 시간 동기 자체 특성에 관하여는 별도의 성능 평가 항목으로 한다), 채널 추정(채널 추정 기법 사용), CINR(I(interference)는 가우시안 분포로 가정) 등을 설정하였다. LLS 파라미터의 경우 AMC 동작 모드는 각각의 변조 및 부호화 방법에 대해 CINR vs. FER 성능 곡선을 도출하도록 하였고 데이터 전송 속도의 경우 각 AMC 동작 모드에서 FER 1%를 만족시키는 CINR에서의 데이터 전송 속도(여기서 데이터 전송 속도는 채널코딩 입력 단에서의 전송 속도를 의미)로 하였고 필요 시 기타 링크 레벨 시뮬레이션 파라미터를 제시하였다. 채널 모델의 경우 단말의 이동 속도는 3, 10, 60 km/h로 가정하고 이동성에 따른 도플러 주파수의 영향과 다중 경로 환경이 반영된 모델을 근거로 총 5종(Pedestrian A, B는 3, 10 km/h, Vehicular A는 60 km/h)의 전파환경을 고려토록 하였다.

4-3 시스템 레벨 성능 평가(System Level Simulation)

2.3 GHz 휴대 인터넷 시스템 레벨의 성능 평가를 위해 다음과 같은 가정과 방법론을 제시하여 시뮬레이션 결과를 제출토록 하였다.

- 시스템 레벨 성능 평가를 위한 셀 구조는 총 19개의 육각 셀로 구성되며, 중앙 셀 주위로 첫 번째 tier는 6개, 두 번째 tier는 12개의 셀로 구성한다.
- 시뮬레이션 시, 단말 군의 발생 회수는 1,000회 이상으로 함: 각 셀 당 발생되는 단말 군은 셀이 구성된 공간에 uniform하게 분포한다. 단말은 path loss와 쇄도잉에 의한 각 셀/섹터로부터의 수신 전력과 간섭전력을 계산하여 그 비가 가장 큰 셀/섹터를 선택한다. 각 셀/섹터마다 존

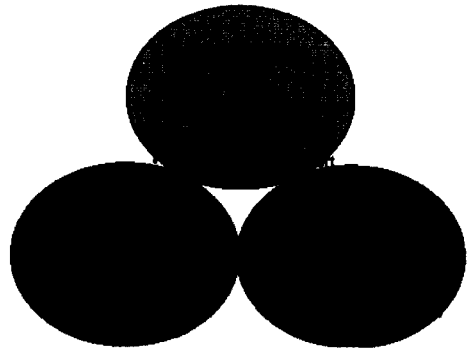
재하는 유효 단말의 개수가 다를 수 있으나, 평균적으로는 각 셀/섹터마다 존재하는 단말의 개수는 동일하다. 모든 단말은 항상 active 상태에 있다고 가정한다. 각 단말에는 동일한 링크 레벨 채널 모델이 할당되거나, 기준된 채널 모델별 분포 비율에 따른 링크 레벨 채널 모델이 할당된다.

$$(C/I)_{OFDM} = \frac{\sum_{d=1}^D |r_d|^2}{G^{-1} + \sum_{k=1}^K |\psi_k|^2}$$

- o 각 단말의 CINR 값은 순시적인 전파환경을 바탕으로의 식의 CINR 계산 방식에 따른다.
- o 데이터 전송 속도라 함은 preamble, pilot 혹은 guard time 등의 오버헤드를 고려하여, MCS table에서 선택한 유효 데이터 전송 속도를 의미한다. Preamble, pilot 혹은 guard time 등의 overhead의 비율과 산출 근거를 명시토록 한다.

V. 2.3 GHz 휴대인터넷 표준의 특징

휴대인터넷 서비스 목적은 궁극적으로 Ubiquitous & Seamless Broadband Wireless Access를 위한 것이다. 아래 그림과 같이 공공장소에서 휴대인터넷은 Mobile Office, Mobile Commerce 등에 사용될 것이며 기업 환경에서는 Wireless PBX 등에 사용되며 Home 환경에서는 Wireless Home Gateway 등에 사용될 것이다. 즉 차세대 무선인터넷 서비스를 향유하고자 하는 욕구에 근접한 표준을 위해 휴대인터넷 표준은 결정되었다고 볼 수 있다. 또한 휴대인터넷 표준은 제 2장에서 언급한 서비스 및 네트워크 Requirements에 적합하도록, 주파수 재사용계수를 1로 맞추었고 무선인터넷에 적합한 TDD 방식을 사용하였으며 High Data Rate와 Error에 강한 OFDMA를 사용하고 있다[그림 2].



[그림 2] 휴대인터넷 비즈니스 적용 유형

선정된 휴대인터넷 표준의 큰 특징만을 살펴보면 다음과 같다.

5-1 프레임 구조에 따른 고정사용자와 이동사용자에게 최적화된 서비스 지원

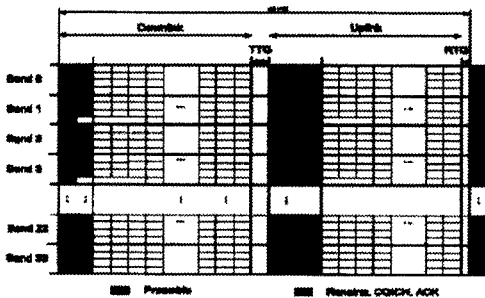
TDD 시스템의 하향링크는 전송시간으로 구분된다. 하향링크 전송은 [그림 3]과 같이 두개의 프리엠블 심볼, 데이터 심볼 순서로 시작되며 상향링크는 제어심볼로부터 시작된다. 상·하향 전송시간을 구분하기 위한 보호시간인 TTG(121 μs) 및 RTG(40.4 μs)는 프레임 중간과 마지막에서 하향 링크 및 상향 링크에 삽입된다. 프레임 길이는 그림에서와 같이 5 ms의 고정 값을 갖는다. 상하향 링크에는 모드 다이버시티 부채널과 AMC 부채널이 존재한다. 하향 링크의 다이버시티 부채널은 하나의 심볼에서 전체대역에 분산되어 있는 54개의 부반송파로 구성되며 여러 심볼에 걸쳐 분산된다. 상향 링크에서는 3개의 연속된 심볼 구간에서 3개의 인접한 부반송파를 모두 구성한 타일이 다이버시티 부채널을 구성하기 위한 기본 할당단위이다. 상향 링크의 다이버시티 부채널은 여섯 개의 타일로 이루어졌으며 각각의 타일은 전체주파수 대역에 분산된다. AMC 부채널을 구성하는 기본단위는 상향과 하향링크에 동일하게 적용되며 한 심볼에서 빈으로 정의된 인접한 9개의 부

관송파로 구성된다. 하나의 대역에는 네개의 빈이 존재하고 한 OFDM 심볼에는 24개의 대역이 존재한다. AMC 부채널은 동일대역에 존재하는 6개의 인접한 빈으로 구성된다. 인접한 6개의 빈을 구성하는 방법은 주파수-시간 축상에서 1×6 블록, 2×3 블록, 3×2 블록이 있다. 이때 파일럿 부반송파의 위치는 빈의 위치와 심볼의 위치에 따라 결정된다[그림 3].

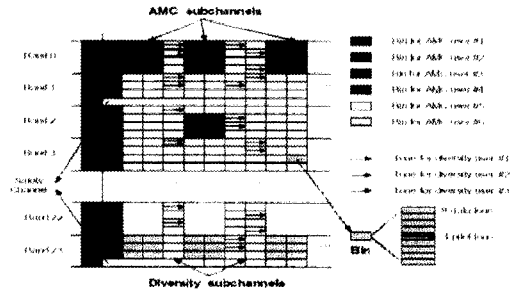
이러한 프레임 구조에서 Fixed wireless indoor Service와 Mobile Wireless outdoor Service를 동시에 최적화된 지원을 하기 위해 Band Selection mode (AMC Mode)와 Diversity mode를 동시 적용하였다. 다이버시티 사용자들을 위해 multiple dimensions를 이용하였으며 Wideband frequency diversity and temporal diversity를 사용하였고 Band selection users들을 위해 각 사용자마다 채널 선택도를 이용함으로써 각 주파수 대역마다 multi-user scheduling gain을 최대화하였다[그림 4].

5-2 Convolution Turbu Code(채널부호화) 및 H-ARQ (Hybrid Automatic repeat & Request) 사용

채널 부호화로서 CTC를 사용한다. CTC 부호화를 거친 비트열은 인터리빙 및 심볼선택을 거쳐 부호화된다. High Quality and Low Latency를 위해 H-ARQ를 사용하는데 H-ARG는 channel과 interference fluctuation에 Robust하는 장점이 있다. H-ARQ는 단말단



[그림 3] 휴대인터넷 프레임 구조



[그림 4] 휴대인터넷 표준의 프레임(DL)구조 및 상세 설명

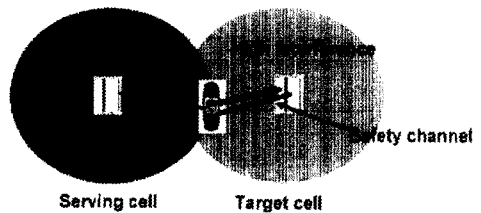
위로 활성/비활성을 지정할 수 있으며 선택적으로 사용할 수 있다. H-ARQ의 사용 여부는 단말의 망접속 초기화 과정에서 협상된다.

5-3 Safety Channel 사용

셀 경계 지역에 있는 사용자들에게 신뢰성 있는 서비스를 제공하고 타 셀과의 간섭을 줄이기 위해 Safety channel을 그림과 같이 사용한다. 임의의 Bin이 safety에 할당되고 User는 아무도 그 channel을 사용하지 않는다. 기지국은 각 단말기에게 각 bin의 C/I(신호 대 간섭비)를 요청할 수 있고 각 단말기는 MAC 메시지를 이용, 더 높은 C/I 값을 가지는 Bin의 C/I 값을 보고하는 구조로 되어 있다[그림 5].

5-4 OFDMA Ranging

OFDMA 물리계층에서는 초기 레인징, 주기적인 레인징, 핸드오프 레인징 및 대역폭 요구 레인징 등



[그림 5] Safety channel 설명도

4가지 레인징 모드가 정의되어 있다. 대역폭 요구 레인징은 단말이 기지국에 대역폭을 요구하는 목적으로 사용되며 다른 모드는 단말과 기지국간에 상향 링크 동기획득과 전력제어 목적으로 사용된다. 레인징 채널에 할당된 부반송파의 수는 144이며 3×3 타일형태의 상향링크 다이버시티 부채널 8개를 할당하여 사용한다. 레인징 부호는 BPSK 변조되기 때문에 레인징 부호 길이 또한 144이다. 단말에 허용된 레인징 전송구간은 레인징 모드에 따라 다른데 초기 레인징 및 핸드오프레이진 전송슬롯은 상향링크 동기가 전혀 확보되지 않은 상태에서 시도되므로 첫 번째 및 두 번째 OFDMA 심볼로 구성되며 주기적 레인징 및 대역폭 요구 레인징 전송 슬롯은 동기가 확보된 상태에서 송출되므로 세 번째 OFDMA 심볼로 구성된다.

Ⅵ. 연관 및 경쟁 기술비교

현재 초고속 무선인터넷을 위해 출현한 기술과

TTA 휴대인터넷의 주요 기술을 비교하면 <표 1>과 같다. 무선인터넷 기술로는 크게 IEEE 802.20, IEEE 802.16, 3GPP, WLAN 기술로 나뉘어질 수가 있다. 채널 총 용량, 최대 전송속도 면에서 IEEE 802.16 계열의 휴대인터넷 표준은 충분히 좋은 기술이라 할 수 있다. 특히 OFDM/OFDMA 기술을 사용함으로써 향후 광대역 무선 인터넷 서비스 구현에 유리한 입장에 있다<표 1>.

Ⅶ. 휴대인터넷 서비스 성공을 위한 향후 고려사항

7-1 유무선 통합의 선도 서비스

현재 무선전화시장에서 무선 랜 환경을 이용해 모바일 인터넷 전화를 사용하는 일명 '와이파이 폰'(Wi-Fi phone)이 급속히 확산되고 있다. 와이파이 폰은 핫스팟 지역 내 무선 인프라를 이용해 음성통화는 물론 데이터 통신까지 저렴하게 사용할 수 있

<표 1> 연관기술의 시스템 파라메타 비교표

	I-Burst	Flaron	Ripwave	IP wireless	11b	11g	11a	Portable Internet
Radio Access	TDMA/SDMA	FH-OFDM	S-CDMA	CDMA	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	OFDMA
Duplex	TDD	FDD	TDD	TDD	Half-Duplexing	Half-Duplexing	Half-Duplexing	TDD
CH BW	625KHz	1.25MHz	500KHz	5.10MHz	22MHz	20MHz	20MHz	10MHz
Mod. (Down)	QPSK ~24QAM	QPSK 16QAM	QPSK ~16QAM	QPSK ~16QAM	BPSK/ QPSK	OFDM	OFDM	BPSK ~16QAM
Mod. (UP)	BPSK ~16QAM	QPSK	QPSK	BPSK	BPSK/ QPSK	OFDM	OFDM	BPSK ~16QAM
Data Rate (Down)	1.06Mbps	3.2Mbps	3.2Mbps	1.5Mbps/5MHz	11Mbps	54Mbps	54Mbps	~3Mbps
Data Rate (UP)	345Kbps	950Mbps	1.35Mbps	900Kbps/5MHz				~1Mbps
Cell Coverage	500m~1Km (150dB)	500m~1Km (150dB)	1~1.5Km (150dB)	155.2dB	30m	20m	20m	1Km
SG Mobility	50~60Km/h	100Km/h~	30~40Km/h	>60Km/h	Nomadic	Nomadic	Nomadic	~100km
Hand-off	YES	YES	YES	YES	Limited	Limited	Limited	YES
Circuit Access	NO	NO	NO	YES	NO	NO	NO	NO
SS Type	PCMCIA	PCMCIA VOIP	PCMCIA	CF PCMCIA	PCMCIA CF	PCMCIA CF	PCMCIA CF	PCMCIA CF
Standards	802.20 Participating	802.20 Participating	802.20 Participating	3GPP UMTS	IEEE 802 .11b	IEEE 802 .11g	IEEE 802 .11a	IEEE 802 .16/e

다. 또한 유선전화시장에서는 VOIP 서비스가 기존 유선전화보다 훨씬 저렴한 서비스로 등장하고 있다. VOIP 서비스나 착신서비스는 현재의 휴대인터넷 표준에 명기한 서비스 Positioning이나 Vision상 요구되는 기능은 아니지만 기술적으로는 충분히 가능하다. 향후 Phase2 표준화시 이러한 기능이 추가된다면 Fully IP 기반의 서비스로서 음성, 데이터를 저렴하게 이용할 수 있게 된다. 휴대인터넷이 도심지역을 Full Coverage로 구축될 경우에 도심지역에서는 비싼 이동전화요금을 사용하지 않고도 무선이동전화 기능을 사용할 수 있게 되며 언제 어디서나 이동 중에도 인터넷을 최대 3 Mbps로서 ADSL 급으로 사용하게 됨으로서 초고속 인터넷 서비스보다 경쟁 우위에 서게 된다.

7-2 Ubiquitous & Seamless 서비스

일본의 유비쿼터스 ID 센터에서 RFID와 관련하여 RFID Reader와 인터넷 망과의 연동 인터페이스를 IEEE 802.11b 또는 PHS를 사용하고 있다. 무선 LAN은 서비스커버리지가 적고 Hand-off 및 이동성을 지원하지 않기 때문에 광활한 지역에서 운용될 수 없다는 단점이 있고 이동전화망은 인터넷 망과 연계를 위해서는 추가적인 규격화나 변환이 필요한 단점이 있다. 휴대인터넷은 Pure IP 기반으로서 휴대인터넷 단말기에 RFID Reader 기능을 장착할 경우 리더와 인터넷망간의 효율적인 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 현재 무선통신에 있어서 Killer 단말기는 이동전화단말기이다. 하지만 타 서비스와의 결합도 측면에서 휴대인터넷의 단말기는 경쟁 우위에 있다. 물론 휴대인터넷 서비스의 성공적인 시장진입에 성공할 경우를 전제로 한다.

7-3 응용 소프트웨어 및 개방형 미들웨어 플랫폼

휴대인터넷의 초창기 서비스에서 주 단말기는 PCMCIA를 사용 가능한 Notebook일 것이다. 모뎀의

소형화, 단말의 저 전력화, 기술의 발전에 의해 PDA, Smart Phone 등에서도 미래에는 이용 가능할 것으로 예측된다. 이동통신 셀룰러 단말기의 Middleware Platform으로는 대표적으로 WIPI, Brew, GVM 등이 있으며 세계적으로 치열하게 De-facto 시장표준 선점을 위해 경쟁 중에 있다. PDA용 Middleware Platform으로는 Windows CE, symbian OS, Palm OS 등이 있다. 휴대인터넷이란 특성상 Internet Protocol에 의한 서비스이므로 휴대폰의 플랫폼과는 달리 개방형 Middleware Platform은 필수적이다. 또한 휴대폰 및 Smart phone 환경에서 휴대인터넷 서비스가 자리잡기 위해서는 많은 응용프로그램의 개발이 필요하다.

7-4 국제표준화 기구와의 Harmonization

7-4-1 IEEE 802.16

TTA PG302는 2004년 3월 IEEE 802.16d/e와 각각의 표준화에 관한 상호정보공유 등에 대해서 Liasion을 맺었다. IEEE 802.16d/e는 크게 물리계층부분으로 분류하자면 Single Carrier, OFDM/TDMA, OFDMA 세가지 Option으로 표준화가 진행중이며 그중 OFDMA 부분 IEEE 표준과 TTA 표준을 Harmonization하고 있는 상황이다. IEEE 802.16은 2003년 ITU-R JRG 8A-9B와 Liasion을 통해 표준화를 협력한 바 있으며 향후 ITU-R 8A, 9B WP와의 MoU 또는 Liasion을 추진 중에 있다. IEEE 표준과 TTA 표준이 조화가 된다면 향후 ITU-R 표준화에서도 다소 용이한 입장에 설 것으로 보인다.

7-4-2 ETSI BRAN

HiperMAN(HM)은 11 GHz 이하의 주파수 대역에서 사용되어지는 것으로 OFDM 방식을 사용한다. IEEE 802.16 Wireless MAN OFDM 방식과 동일한 물리계층과 MAC 계층을 사용한다. 표준화가 2001년 초 2003년 말 기본 규격이 완료되었으며 2005년경

시험규격완료가 예상된다. HiperAccess(HA)는 11 GHz 이상의 주파수 대역에서 사용되어지며 Single Carrier 방식을 사용한다. IEEE 802.16 Wireless MAN SC와 동일한 물리계층을 사용한다. 1998년 표준화가 시작되었으며 1999년 기본 결정이 이루어졌으며 2002년 기본규격 및 시험규격이 결정되었다. 전체적으로 볼 때 ETSI BRAN과 WIMAX는 표준화 협력을 강화하기로 하는 향후 추진계획을 발표하고 있다. 아직 BRAN에서 이동성 및 Hand-off 응용기술이 포함되어 있지는 않고 있다. IEEE 802.16에서의 이동성지원기술이 완성 공표된다면 직간접적으로 ETSI BRAN에 영향을 미칠 것으로 보인다.

7-4-3 ITU-R WP 8A, 9B

ITU-R에서 휴대인터넷과 관련된 Question은 다음 세가지가 있는 것으로 파악된다<표 2>.

작년 JRG 8A-9B의 활동을 종료하고 올해부터 Q140은 9B에서 Q.212는 8A에서 다루기로 하고 있다. IEEE 표준화와 병행하여 2004년 개최예정인 관련 ITU-R 회의 대응 전략 수립이 필요할 것으로 보인다.

7-5 추가 스펙트럼 할당

Bandwidth Constraint 이론에 의하면 주어진 대역폭이 W일 경우 최대 Data Rate는 2 W이다. 즉 이론적인 Ideal 값으로만 고려할 때도 10 Mbps의 전송속도를 내기 위해서는 5 MHz의 대역폭이 필요하다.

<표 2> 휴대인터넷 관련 현 ITU-R 과제

Q. NO	과제명
140-4/9	Fixed wireless access(FWA) systems using mobile-derived technologies
212-2/8	Nomadic wireless access systems including radio local area networks for mobile applications
215-1/8	Frequency bands, technical characteristics, and operational requirements for fixed wireless access systems using mobile technology

<표 3> IMT-2000 TDD 대역 및 할당보류 주파수 현황

번호	주파수대역	용도
1	1920~1980 MHz 2110~2170 MHz	IMT-2000 TDD
2	2025~2110 MHz 2200~2300 MHz	신규 주파수 할당 보류
3	2500~2535 MHz 2655~2690 MHz	신규 주파수 할당 보류

향후 휴대인터넷 시스템이 발전하여 초고속의 Data Rate를 필요로 할 때에는 더 많은 대역폭이 필요로 되어진다는 것을 의미한다. 이러한 추세로 말미암아 차세대 이동통신시스템은 광대역화 추세이다. CD-MA가 1.25 MHz의 대역폭을 사용하는 반면 WCD-MA 시스템에서는 5 MHz 대역폭을 사용하며 휴대인터넷의 채널 대역폭은 10 MHz이다. 광대역화는 주파수의 이용률을 높여 Efficiency를 증가시키고 최대전송속도를 올리는 효과가 있다. 하지만 광대역화는 사업자에게 할당하는 FA(Frequency Allocation)의 수를 감소시켜 Frequency Planning Flexibility를 줄인다. 향후 휴대인터넷 서비스가 성공할 경우 더 많은 Additional Frequency Allocation이 요구되어질 것으로 보여 주파수 추가 할당 가능성을 고려해보아야 한다.

<표 3>의 1번 대역은 IMT-2000 TDD 대역으로 ITU에서 할당한 대역이지만 이미 휴대인터넷용으로 할당이 고려되었던 대역이다. 2번과 3번 대역은 현재 고정, 이동, 지구탐사위성, 전파천문, 우주연구 등에 분배되어 있지만 동 주파수 대역에서 운용중인 시설은 2004년 12월 31일까지 당해 용도로 지정된 타 주파수 대역으로 이전해야 함을 명시하고 있어 충분히 향후 휴대인터넷용으로 할당을 검토해볼 수 있다.

7-6 SDR(Software Defined Radio) 및 SoC 기술

SDR은 Software Defined Radio로 RF 관련 차세대 기술로서 RF 모듈 부분을 하드웨어로 구성하던 부

<표 4> 2.0~2.4 GHz 대역 주파수 할당 현황

2 GHz	2.1 GHz	2.2 GHz	2.3 GHz	
IMT2000		모두	WIBRO	

분을 소프트웨어로 변경하여 상당히 다양해지고 있는 RF 모듈부분을 단순한 소프트웨어 업그레이드를 통해서 지원할 수 있는 기술이다. SoC는 여러 개의 복잡한 반도체로 설계를 통해 구현하던 기기를 하나의 Chip으로 구현하는 기술을 의미한다. SDR과 SoC 기술이 발달되어진다면 2 GHz에서 2.4 GHz까지의 기술을 소형 단말기 안에 모두 구현할 수 있는 날이 올 수 있다. 즉 하나의 단말기로 IMT 2000, 휴대인터넷, 무선랜 서비스를 향후에는 모두 지원할 수 있다. ITU 및 정부에 의해서 할당된 2 GHz 초반대역은 향후 휴대인터넷 서비스가 성공할 경우 고속데이터통신 및 이동통신을 위한 황금대역으로 자리 잡을 가능성이 많다.

7.7 경쟁서비스와의 차별화

3GPP는 release 6 표준추진 본격적으로 추진하고 있다. Release 6 표준의 가장 큰 특징은 All-IP 시스템을 지향하며 MIMO(다중안테나 기법), MBMS(브로드캐스트와 멀티캐스트 지원)등의 규격화를 검토하고 있다. MIMO는 데이터 전송속도 등을 높이기 위해, MBMS는 멀티미디어 서비스를 강화하기 위한 것이다. 지상파 DMB의 표준은 SFN(Single Frequency Network)을 이용 단말기에서 자동차 이동속도에서도 멀티미디어 방송을 수신 가능한 서비스이며 2004년 말을 기점으로 2005년경에 본격적으로 서비스 될 전망이다. ALL-IP 기반을 지향하고 있는 3GPP Release 6 표준은 개념상 휴대인터넷과 경쟁서비스이며 지상파 DMB는 One-way인 단점이 있지만 멀티미디어 서비스를 제공하는데 휴대인터넷보다 시기 및 기술에서 우위이다. 3GPP의 표준과의 경쟁을 위해서는 조기상용화가 필수적이며 DMB 등의 서비스

와의 경쟁을 위해서는 지향하는 콘텐츠 및 Killer 서비스를 차별화해야 한다.

참 고 문 헌

- [1] TTA 2.3 GHz 휴대인터넷표준(안) 및 서비스 네트워크 기술보고서.
- [2] 휴대인터넷 발표자료(삼성전자).
- [3] 조용수, 휴대인터넷 무선접속 표준기술, TTA 저널, 제 93호.
- [4] <http://www.itu.int/itu-r>
- [5] <http://www.tta.or.kr>
- [6] <http://www.ieee.org>

≡ 필자소개 ≡
진 병 문



1976년 2월: 서울대학교 전기공학과 (공학사)
1983년 2월: 서울대학교 전자계산공학과 (공학석사)
1996년 2월: KAIST 전산학 (공학박사)
1980년 4월~2001년 4월: 한국전자통신연구원 표준연구센터장
2001년 5월~현재: 한국정보통신기술협회 표준화본부장

김 대 중



1993년 3월: 전남대학교 공과대학 (공학사)
1993년 11월~2001년 4월: 무선관리단 검사본부 연구개발팀 연구원
2002년 9월~현재: 경희대학교 대학원 정보통신공학 석사과정
2001년 5월~현재: 한국정보통신기술협회 표준화본부 전파방송팀장