

무선인터넷 표준화 동향 및 향후 전망
- IEEE 802 무선인터넷 표준화 중심으로 -

김범준 · 조기형 ·
이창재 · 최진성
LG전자 이동통신기술연구소

I. 서론

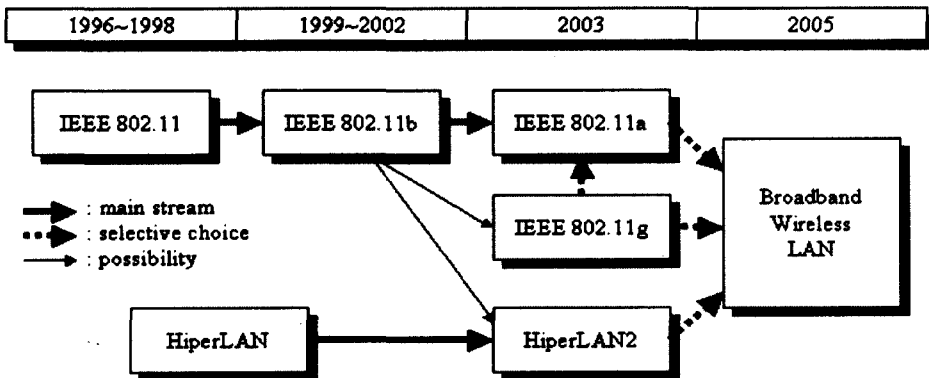
국내 2.3 GHz 휴대인터넷의 본격화에 즈음하여 이동통신에서의 초고속 무선인터넷에 대한 관심이 높아지고 있다. 본 기고에서는 IEEE LAN/MAN Standard Committee내에서 현재 진행중인 무선 표준화 동향에 대해서 살펴본다. 이미 Wi-Fi라는 이름으로 상용화되어 로컬 환경에서 벗어나 고속의 서비스 및 로밍 서비스를 지원하기 위해서 진행 중인 IEEE 802.11과 각종 가전 제품들의 근거리 통신을 위한 IEEE 802.15, 그리고 차세대 무선 인터넷의 접속 기술로 각광 받고 있는 IEEE 802.16과 단말의 고속 이동을 지원하기 위한 IEEE 802.20, 그리고 마지막으로 이종 망간의 유연한 핸드오버를 지원하기 위한 IEEE 802.21의 표준 진행 결과 및 향후 전망에 대해서 주로 다룬다.

II. IEEE 802.11 Wireless LAN(WLAN)

IEEE 802.11의 최초 규격은 1998년에 표준화가 완료되었고, 당시 통신속도는 최대 2 Mbps였다. 그 후에 보다 고속 통신규격으로서 IEEE 802.11a와 IEEE 802.11b라는 두 가지 규격이 표준화되었다. 2.4 GHz대에서 11 Mbps를 실현하는 IEEE 802.11b 규격은 WiFi라는 이름으로 바로 제품화되었고 5 GHz대의 IEEE 802.11a도 최근 제품이 등장하기 시작한 단계이다. IEEE 802.11b와 호환성을 갖는 고속 통신 규격인 802.11g는 현재 표준화가 종료된 상태이다[그림 1].

2-1 IEEE 802.11b

가장 널리 사용되는 규격으로 흔히 WiFi라 한다. 이 규격은 주파수 면허를 받을 필요가 없는 2.4 GHz



[그림 1] IEEE 802.11의 규격 진화 과정

대를 이용하여 최대 전송속도 11 Mbps를 낼 수 있다. IEEE 802.11b 대응 제품은 기기가 저렴하여 급속히 보급되고 있으나 통신속도가 비교적 낮고, 타기기와 전파간섭 문제와 보안 측면에서 문제가 표출되고 있다. 이에 따라 최근에는 IEEE 802.11b보다 전송속도가 빠른 IEEE 802.11a라는 규격과, IEEE 802.11g라는 2가지 규격이 주목을 모으고 있다.

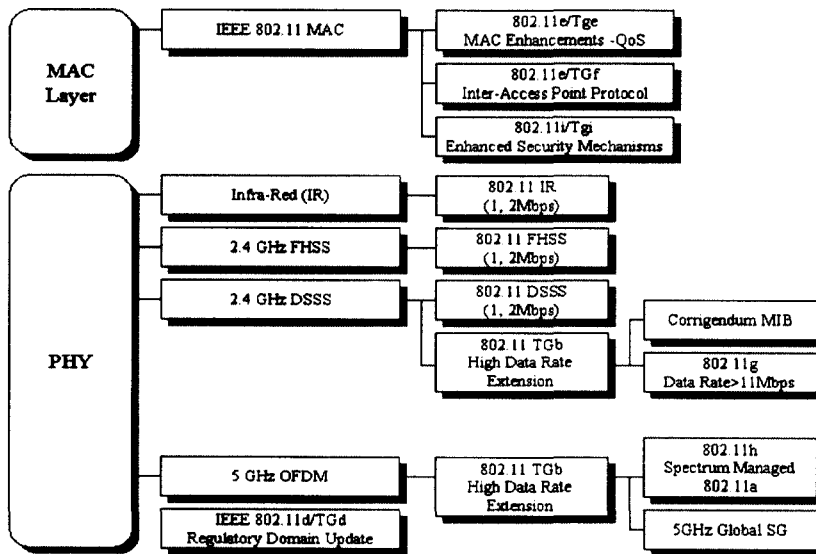
2-2 IEEE 802.11a

IEEE 802.11a는 대응제품이 금년 들어 등장하기 시작했는데, IEEE 802.11b와는 달리 5 GHz대의 주파수대를 이용하여 최대 통신속도 54 Mbps를 내는 것이 특징이다. 5 GHz대를 이용하기 때문에 IEEE 802.11b와의 호환성은 없으나, 이 대역은 무선랜을 위한 전용대역이기 때문에 2.4 GHz대처럼 다른 기기의 영향을 받지 않는 이점이 있다. 단, 이 5 GHz대의 주파수대는 통신위성이 지상과 교신할 때 이용하는 대역이기도 하기 때문에 국가에 따라서는 옥외이 용이 금지되어 있다[그림 2].

2-3 IEEE 802.11g

한편, IEEE 802.11g 규격은 IEEE 802.11b와 같은 2 GHz의 주파수대를 이용하여 고속통신을 실현하려는 것이다. IEEE 802.11g는 표준 최대전송속도 24 Mbps, 옵션으로 54 Mbps까지 고속통신에 대응한다. 또한, IEEE 802.11b에 대해 상위호환성을 갖고 있어, 기존의 IEEE 802.11b 대응기기에도 통신이 가능한 것이 특징이다. 이 때문의 기존 무선랜 환경에서의 이행이 용이하다. 단, 802.11g는 아직 규격 표준화가 진행 중인 단계이어서, 실제로 제품이 출시되는 것은 2003년 이후가 될 전망이다. 따라서, 그 전까지는 IEEE 802.11a제품이 보급될 가능성이 높다.

이밖에도 IEEE 802.11에서는 다양한 추가규격의 표준화가 이루어지고 있다. 그 중에서도 주목을 모으고 있는 것은 IEEE 802.11a의 추가기능으로서 표준화가 진행되고 있는 IEEE 802.11h이다. IEEE 802.11h는 주로 사용채널을 이용상황에 따라 동적으로 변화시키는 DCS(Dynamic Channel Selection)와,



[그림 2] IEEE 802.11의 표준화 동향

전파상황에 따라 소비전력을 제어하는 TPC(Transmit Power Control)의 두 가지를 무선랜의 기능으로서 추가하려고 한다. 특히 TPC는 소비전력이 큰 IEEE 802.11a에서 유효한데, PDA 등에 무선랜이 내장형으로 도입될 때에도 유효할 것이다.

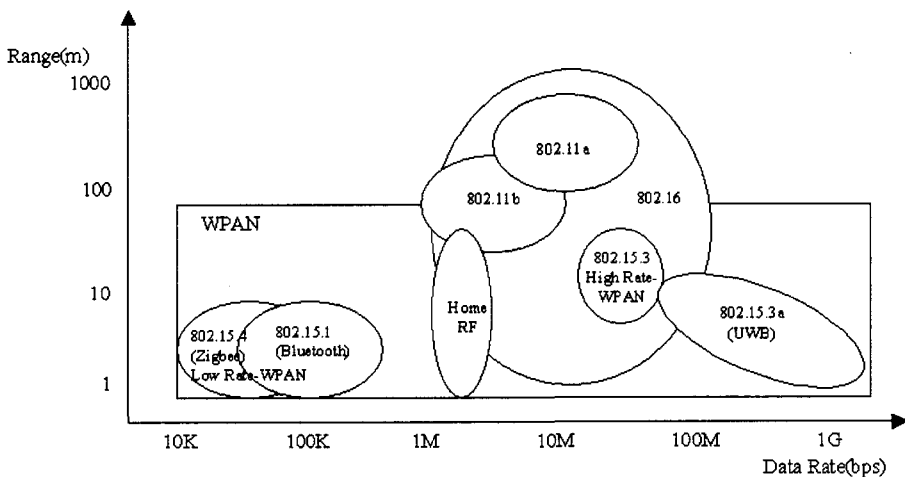
2-4 IEEE 802.11n

802.11n과 관련, 2003년 9월 IEEE는 100 Mbps 이상의 Wireless Local Area Network 표준안을 연구하기 위한 WG를 수립했다. 이는 Enterprise나 Home Network뿐만 아니라 WLAN Hot Spot에서도 사용할 수 있다. 특히 오피스와 같은 Enterprise Network나 Campus같이, 100 Mbps 이상의 유선 네트워크 인프라가 갖춰진 곳에서 유연한 유무선 네트워크 연동이 가능하다. 이를 위해서는 Higher-Performing Radio Frequency와 Advanced CMOS 기반의 Analog Chip 기술, 그리고 On-Chip Integration 기술들이 동반되어야 한다.

Ⅲ. IEEE 802.15 Wireless PAN(Personal Area Network)

IEEE 802.15에서는 PC, PDA, 주변장치, 핸드폰, 가전제품 등 간의 근거리 통신이 가능하고 IEEE 802.11 WLAN 규격과 호환성을 갖춘 WPAN(Wireless Personal Area Network)에 대한 표준화를 담당하고 있다. 지난 1998년 3월 WPAN을 위한 Study Group (SG)이 WLAN 표준화 단체인 IEEE 802.11 소속으로 결성되었고, 1999년 3월에 WPAN의 본격적인 연구 개발을 목표로 IEEE 802.15 WG이 구성되었다. IEEE 802.15 WG에서는 세부적으로 WPAN을 위한 표준안 제정 및 그 응용 분야의 확대와 더불어 다른 유무선 네트워크와의 공존성 및 상호 간섭 분석, 그리고 관련 시장에서의 원활한 적응을 위한 대책 마련에 연구 활동의 주안점을 두고 있다. [그림 3]은 서비스 영역의 범위와 데이터 전송 속도에 따라 WPAN에 대한 연구분야를 나타낸다.

802.15 WG은 크게 6가지의 Task Group(TG)들로 구성되는데, TG1은 블루투스(Bluetooth) 표준화, TG2는 주파수 도약(Frequency Hopping) 방식의 블루투스와 직접시퀀스 대역확산(DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum) 방식을 사용하는 WLAN 간의 정량적인 상호 간섭 평가, TG3는 근거리 고속 전송이 가



[그림 3] 서비스 영역과 데이터 전송속도에 따른 WPAN 표준 분류

능한 무선 네트워크의 규격 설정, TG3a는 TG3에서 다루고 있는 매체접근제어(MAC: Medium Access Control) 계층에 적합한 초고속 물리(PHY: Physical) 계층 결정, TG4는 근거리 저속 전송 목표의 무선 네트워크 규격 책정, TG5는 Mesh 형태의 네트워크 지원을 각각 담당하고 있다. 각 TG가 추구하는 연구 목표 및 범위를 살펴 보면 구체적으로 다음의 <표 1>과 같다.

- TG1: 블루투스 기술 사양을 IEEE 기술 표준에 맞도록 변환하는 작업을 수행하며 다양한 네트워크 간의 무선 연결에 관한 MAC 및 PHY를 결정하는데 초점을 맞추고 있다. 한편 동 그룹에서는 지난 1999년 11월 블루투스 기술 사양을 기초로 한 IEEE 802.15.1 기술 표준 초안을 완료하였다.
- TG2: 무선 네트워크 시스템 간의 공존(Co-existence)방안에 대한 연구를 수행하며, 구체적으로는 기존의 WLAN과 WPAN 사이에 동일한 2.4 GHz 비면허 ISM(Industrial Scientific Medical) 대역을 사용함으로써 인해 발생할 수

있는 충돌 및 간섭의 방지를 위해 활발히 연구 중에 있다. 동 그룹에서는 WPAN과 WLAN의 상호 간섭 정도를 측정하기 위한 공존 모델과 공존을 용이하게 해주는 공존 메커니즘의 개발을 목표로 한다.

- TG3: 20 Mbps 이상의 멀티미디어 데이터 전송을 지원하기 위한 고속 MAC 및 PHY에 대한 연구를 목표로 한다. 이러한 고속 전송 이외에도 멀티미디어 환경에 맞는 저전력, 저비용 기술에 대한 검토와 더불어 기존의 블루투스와의 호환이 가능한 방식을 제안하는 것을 목표로 하고 있다.
- TG3a: WPAN의 초고속 전송을 위한 "Alternative PHY"의 결정을 위해 설립되었다. 세부적으로는 IEEE 802 무선 PHY들과의 공존, 100 Mbps 이상의 데이터 전송률, 위치 인식(Location Awareness) 기능 구현, 멀티미디어와 Imaging을 비롯한 모든 IEEE 802.15.3의 응용에 필요한 좀 더 높은 전송률의 PHY 기능 제공을 목표로 하고 있으며, 이에 적절한 기술로

<표 1> IEEE 802.15의 task group 및 표준 현황

Task group	표준 범위 및 현황
WPAN(TG1)	<ul style="list-style-type: none"> · 10미터 정도 근거리에서의 무선통신 기술에 대한 표준 제정 · Bluetooth 규격을 100 % 채용(MAC 및 PHY)
Coexistence(TG2)	<ul style="list-style-type: none"> · WPAN과 WLAN과의 전파 간섭 축소 방법에 대한 연구
High rate(TG3)	<ul style="list-style-type: none"> · 20 Mbps 이상의 전송률 지원을 위한 MAC 및 PHY 연구 · 2.4 GHz ISM 대역, 64-QAM 사용시 55 Mbps까지 전송
Alternative higher rate(TG3a)	<ul style="list-style-type: none"> · TG3를 100 Mbps 이상 고속화하여 대내에서 무선 동화상 전송이 가능한 PHY 구현(UWB 고려중)
Low rate(TG4)	<ul style="list-style-type: none"> · 최대 전송 속도 20~250 kbps의 MAC 및 PHY를 연구 · 저전력, 저가격 시스템 개발 · 2.4 GHz ISM 대역, 868/915 MHz Dual PHY
Mesh network(TG5)	<ul style="list-style-type: none"> · Mesh 네트워크 지원 · 별도의 전력 증가나 수신 감도의 향상 없이 네트워크의 커버리지 확대 · 다중 경로 라우팅을 통한 통신의 신뢰도 증가 · 저전력 송수신 개발

서 UWB(Ultra Wide Band)를 고려하여 연구중인 상황이다.

- TG4: 블루투스 속도보다 낮은 수백 kbps 이하의 저속데이터 전송 기술인 Zigbee 기술에 대한 표준화를 검토하고 있으며 주로 장시간의 배터리 수명, 저가의 간단한 소자, 10 미터 이내의 서비스 범위 등을 목표로 하고 있다. 응용 분야로는 센서, 대화형 장난감, 지능형 배지(Smart Badge), 리모트 컨트롤, 가정 자동화 시스템 등이 고려되고 있다.
- TG5: 지난 2004년 1월 회의 중에 구성되었으며, 별도의 전력 증가나 수신 감도의 향상 없이 네트워크의 커버리지 확대, 다중 경로 라우팅을 통한 통신의 신뢰도 증가, 저전력 송수신 개발, 용이한 네트워크 configuration 등이 고려되고 있다.

IEEE 802.15는 다양해지는 통신 기기 및 가전제품을 고려해 볼 때, 점차 그 중요성이 커지고 있다. 또한, UWB 등의 기술을 도입함에 따라 새로운 무선 기술의 장이 될 것이다.

IV. IEEE 802.16 Broadband Wireless Access(BWA)

Wireless MAN(Metropolitan Area Network)은 도심 및 부심지에서 고정 수신 안테나와 가입자 장치를 이용하여 수 Mbps~수십 Mbps의 전송률로 Internet에 접속하기 위한 고정 무선 액세스(FWA: Fixed Wireless Access) 시스템으로서, 이는 기존의 광대역 무선 가입자망과 유사한 개념에서 출발한 것이다. IEEE 802 LAN/MAN Standards Committee에서는 2000년 3월에 IEEE 802.16 WG을 승인하면서 본격적인 BWA 시스템의 표준화 작업이 시작되었다. 최초 규격은 IEEE Std 802.16-2001이라는 이름으로 10~66 GHz 대역에서 Point-to-Point를 지원하도록 설계되었다.

그러나, 직진파(LOS: Line of Sight) 통신을 요구하

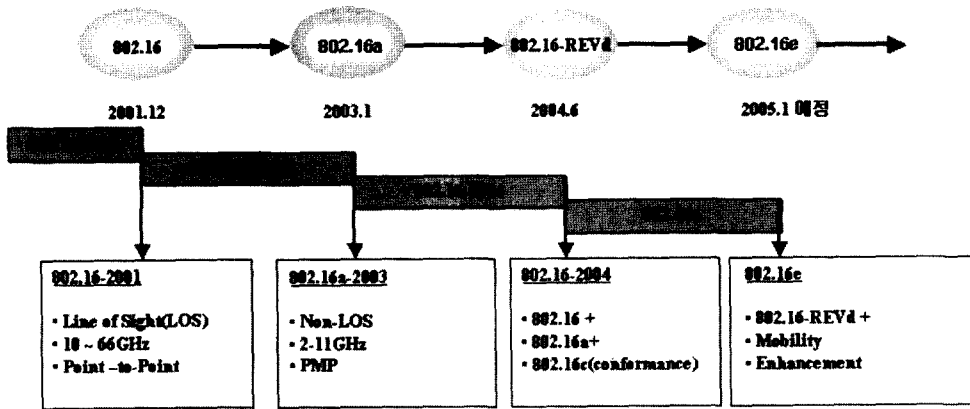
는 10 GHz 이상의 대역을 고려한 기존 규격의 한계를 인식하고, 2~11 GHz 대역에서 도심지를 포함한 비직진파(Non-LOS) 통신 환경에 적합한 새로운 규격으로서 IEEE 802.16a 규격이 고려되었다. 이는 2~11 GHz 대역에서 비직진파 통신에 적합한 새로운 물리 계층과 Non-LOS 환경에 적합하도록 기존 IEEE 802.16의 MAC 계층을 수정 보완한 규격으로서, 2003년 1월에 표준화가 완료되었다.

IEEE 802.16 WG은 최근 P802.16-REVd 프로젝트를 완료(2004.6)하여 기존에 존재하는 3개의 표준(IEEE Std 802.16-2001, IEEE Std 802.16c-2002, IEEE Std 802.16a-2003)을 통합하는 새로운 표준(IEEE Std 802.16-2004)을 제정하였다. [그림 4]는 최근 제정된 새로운 표준과 기존에 제정된 표준 및 현재 진행되고 있는 표준(P802.16e)과의 관계와 그에 따른 표준화 일정을 보여준다.

4-1 표준 요약

IEEE 802.16의 주요 표준은 [그림 5]와 같이 구성되며, P802.16-REVd의 표준화 작업은 최근 완료되어 IEEE Std 802.16-2004로 출판될 예정이다. 또한 IEEE Std 802.16-2004에 Mobility 기능을 추가하는 802.16e의 작업이 올해 말 완료 목표로 진행중이다. [그림 5]는 IEEE 802.16의 주요 표준의 기술적 차이점을 보여준다.

IEEE 802.16 규격은 10~66 GHz 대역에서 단일 반송파 물리계층을 사용하는 IEEE 802.16의 기본 규격(baseline specification)을 WirelessMAN-SC(Single Carrier) 규격이라고 지칭한다. IEEE 802.16a 규격은 2~11 GHz 대역을 고려하여 기본 규격을 변경 및 보완하여 제정되었으며, 규격은 물리 계층에서 단일 반송파 방식 또는 다중반송파(OFDM) 방식의 사용 여부에 따라 WirelessMAN-SCa, WirelessMAN-OFDM 그리고 WirelessMAN-OFDMA로 구분된다. IEEE 802.16a 규격의 MAC 계층은 IEEE 802.16의 기본



[그림 4] IEEE 802.16의 표준화 진행 일정

Spec.	802.16	802.16a	802.16REVd	802.16e
Current Status	Completion on 12/2001	Completion on 4/2003	Completion on 6/2004	Completion expected on 1Q/2005
Diffusion		Amendment	Amendment of 802.16REVd(or 16a)	
PHY	Single Carrier(SC)	Single Carrier a(SCa), OFDM, OFDMA	Single Carrier(SC), Single Carrier a(SCa), OFDM, OFDMA	Single Carrier a(SCa), OFDM, OFDMA
Spectrum	10 ~ 66GHz (Licensed Band)	2 ~ 11GHz	2 ~ 66GHz • 10 ~ 66GHz for SC • 2~11GHz for other PHYs	2 ~ 6GHz
LOS	Line of Sight(LOS)	Non-LOS	Line of Sight for SC, Non-LOS for other PHYs	Non-LOS
Main Features	Air Interface for Fixed BWA System • TDMA-FDD/TDD • 120 Mbps • Topology Point-to-point	• Three PHYs added • Support of DFA and AAS • Topology Point-to-Multipoint, Peer-to-peer(Mesh)	Revision of 802.16, 16a, 16c • Improve Performance • Easy Deployment • Replace incorrect • Including System Profile	802.16a + Mobility • Handover • Power saving (Sleep Mode) • Enhance Security

[그림 5] IEEE 802.16 주요 표준 기술 비교

MAC 규격을 그대로 채택하면서, 2~11 GHz 대역에서 가능한 Non-LOS 통신을 고려하여 보다 신뢰성 있는 통신을 위해 필요한 추가적인 기능을 선택적으로 포함하고 있다.

이와 같은 추가적인 선택 기능으로서 ARQ(Automatic Repeat Request), STC(Space-Time Coding), AAS(Advanced Antenna System) 등을 포함한다. 한편, WirelessMAN-OFDM 또는 WirelessMAN-OFDMA 규

격은 면허 대역의 사용 여부에 따라 MAC 계층에서 추가적인 기능이 달라진다. 예를 들어, 비면허 주파수 대역의 경우에는 MAC 계층에서 DFS(Dynamic Frequency Selection) 기능이 의무적으로 필요하고, Mesh Mode가 선택적으로 사용될 수 있다. IEEE 802.16e 규격은 2~6 GHz 허가 대역에서 IEEE 802.16a 물리 계층 기반의 HO(Hand over) 그리고 PS(Power Saving)를 지원하는 MAC 계층에 대해서

다루고 있다.

4-2 주요 Issue

IEEE Std 802.16-2004 표준이 최근 완성됨(2004.6)에 따라, Mobility 기능 추가를 위한 표준화 노력(802.16e)이 한층 탄력을 받을 것으로 예상된다. 또한 최근 주목할만한 변화는 802.16e의 PAR(Project Authorization Request) 변경과 MIB 및 Management Plane 개발을 위한 802.16f 및 802.16g의 Task Group 신설이라고 볼 수 있다. 802.16e의 PAR의 변경은 802.16e 시스템을 기존의 표준(IEEE Std 802.16-2004)과 상호 호환성 문제를 완화시켜, 사실상 독립적인 시스템으로 발전할 수 있는 토대를 마련하였다. 802.16의 2개의 새로운 Task Group의 내용을 정리하면 다음과 같다.

1. MIB PAR(802.16f): Fixed MIB as amendment to 802.16-2004(RevD)
2. Management Plane PAR(802.16g): Define Management Procedures and Interfaces

4-3 향후 전망

최근 중국 심천 회의(Session #31)에서 IEEE 802.16 의장이 언급한 바와 같이 WirelessMAN에 대한 관심도가 국내·외적으로 많은 관심을 모으고 있다. 특히 국내의 경우, 휴대인터넷(WiBro)과 802.16e가 Harmonization 되는 방향으로 표준이 진행되면서 국내 각 서비스 및 제조 업체의 관심이 모아지고 있다. 802.16은 국내의 휴대인터넷(WiBro)과 융합하면서, 무선 데이터 서비스 시장에서 새로운 대안으로 떠오를 전망이다.

V. IEEE 802.20

IEEE 802.20 MBWA(Mobile BWA)는 3.5 GHz 이하 licensed band에서 사용자 1인당 최고 전송률 1 Mbps

이상을 최고 이동 속도 250 km/hr에서 지원하는 시스템에 대한 MAC 계층과 물리계층에 대한 표준화를 담당하는 표준 기구로서, IEEE 802.16의 Mobility Study Group에서 단말의 이동성을 제공하기 위한 논의 중에 새로운 WG으로 구성되었다. 2004년 5월 현재 구체적인 표준문서 개발은 시작되지 않았으며 시스템에 대한 요구사항을 정리하고 있다. 또한, 향후 광대역 무선 통신 시스템을 위한 무선 접속표준의 개발 후 시스템의 성능을 가늠할 수 있는 트래픽 모델, 채널 모델을 포함한 Simulation 모델링 및 성능분석 방안 등을 논의하고 있다.

<표 2>는 IEEE 802.20 시스템에서 논의되고 있는

<표 2> IEEE 802.20의 시스템 요구사항

시스템 특성	목표치
이동성	최대 이동 속도 250 km/hr 지원 (ITU-R.M.1034-1에 정의된 class)
주파수 효율	> 1 b/s/Hz/cell
사용자 당 최대 전송률(하향 링크)	> 1 Mbps
사용자 당 최대 전송률(상향 링크)	> 300 kbps
기지국 당 최대 전송률(하향 링크)	> 4 Mbps
기지국 당 최대 전송률(상향 링크)	> 800 kbps
무선 구간에서의 MAC 프레임 RTT	< 10 ms
전송 대역폭	1.25 MHz, 5 MHz
셀 크기	유비쿼터스 MAN에 적절하고 기존 인프라 구조를 재활용할 수 있는 크기
주파수 대역	< 3.5 GHz FDD, TDD 지원
주파수 할당	Licensed spectrum
보안 지원	AES(Advanced Encryption Standard)

요구 사항이다.

여러 회사들이 IEEE 802.20 표준화와는 독립적으로 이에 상응하는 기술에 대한 개발이 진행 중이며, 대표적인 기술로 Arraycom의 i-Burst 기술, Flarion의 Flash-OFDM 기술, Navini의 Ripwave 기술 및 Broadstorm의 BroadAir 기술 등이 독자의 시스템으로서 개발되어졌거나 또는 현재 개발중에 있다. <표 3>은 각 회사별 기술과 시스템 사양을 나타낸다.

IEEE 802.20에 대한 표준화는 지난 2002년 9월에 시작되어 모두 8번의 회의가 있었으나, 현재까지도 system requirement document(SRD), evaluation criteria, channel model, traffic model 등의 사전 작업조차 완료되지 않은 상태이다. 2004년 9월까지 시스템 요구 사항을 상세히 정리한 내용에 대한 기고들을 받아 토의할 예정이다. IEEE 802.20은 IEEE 802.16e 시스템과의 차별성이 현재까지는 크게 나타나 있지 않아, 향후 이를 위한 기술 개발과 표준화가 진행될 것이다.

VI. IEEE 802.21 Media Independent Handover Services(MIHS)

IEEE 802.21 WG는 1년간 ECSG(Executive Com-

mittee Study Group)로서 회의를 진행해오다 2004년 2월 27일 IEEE의 정식 WG(Working Group)으로 승인되었고, 2004년 3월 미국에서의 첫 번째 회의를 시작으로 7월 세 번째 회의를 가질 예정이다. 현재 Media Independent Handover Services(MIHS)라는 정식 명칭 하에 PAR(Project Authorization Request)가 승인된 상태이며, IEEE 802 계열의 이종 망들(Heterogeneous Networks)간의 유연한(seamless) 핸드오버를 지원하기 위한 일반적이면서도 공통적인 문제점을 도출하고 해결하기 위한 목표를 가지고 있다.

최근의 표준화 활동은 개발될 표준의 요구 사항을 정의하는데 집중되어 있으며, 2004년 5월 31일 기준으로 작성된 요구사항의 구성은 다음과 같다.

- Overview of Media Independent Handover Service
- Functional Requirements
- Architectures
- Handover Scenarios
- Reference Models

기본적으로 단말은 Multi-mode임을 가정하고 있으며(즉, 핸드오버가 발생할 수 있는 하나 이상의 인터페이스가 존재), IEEE 계열 중 IEEE 802.3과 같은

<표 3> IEEE 802.20의 기술과 시스템 사양

구 분	기술 방식			
	Flash OFDM	i-Burst	Ripwave	BroadAir
회사명	Flarion	Arraycomm	Navini	Broadstorm
주파수 대역	< 3.5 GHz		0.7~3.4 GHz	2.5~2.6 GHz
다중화 방식	FH-OFDM	TDMA/SDMA	MC-SCDMA	TDMA/SDMA
Duplex	FDD	TDD	TDD	TDD
전송 대역폭	1.25 MHz	625 kHz	5 MHz	5 MHz
최대 전송률	3.2 Mbps	1.06 Mbps	2 Mbps	12 Mbps
지원 이동속도	< 120 km/h	< 30 km/h	70 km/h	80 km/h
셀 크기	< 4 km	< 1.6 km	~ 수 km	~ 수 km
기술 개발 단계	상용화 실험	상용화 실험	기술 검증	기술 검증

유선 네트워크와 IEEE 802.11, 15, 16, 20과 같은 무선 네트워크간 그리고 이 외의 3GPP, 3GPP2 네트워크를 대상으로 하며, 각 네트워크의 기지국 영역이 중복되는 경우와 중복되지 않는 경우로 나누어 고려하고 있다. 다음 [그림 6]은 일반적인 IEEE 802 네트워크들간 핸드오버의 개념을 보여준다.

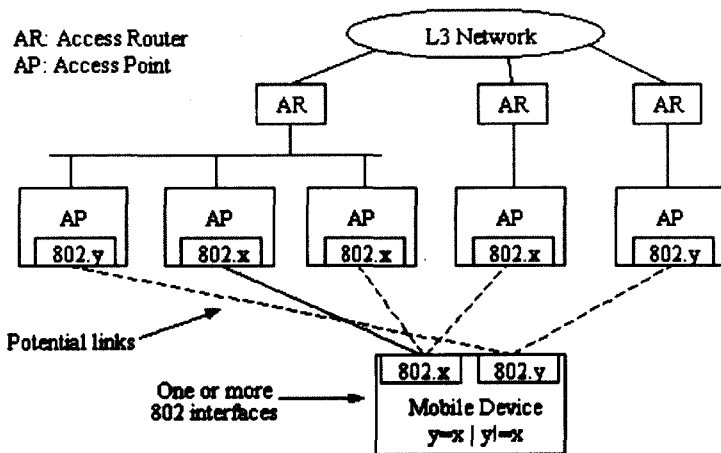
다양한 종류의 네트워크를 동시에 고려하고 있기 때문에 그에 따른 다양한 핸드오버 시나리오가 존재할 수 있는데, 다음과 같이 정리할 수 있다.

- Tight coupling of 802.xx networks
- Tight coupling of cellular networks
- Tight coupling of 802.xx and cellular networks
- Loose coupling of any combination of the above networks

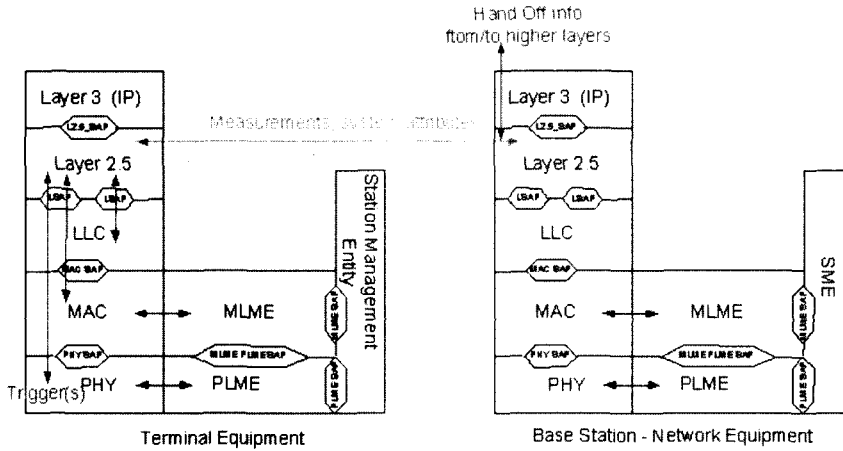
현재 설정되어 있는 연결의 사용자 품질(Quality of Service)이 핸드오버 과정에서 보장될 수 있는지의 여부는 이종 네트워크들간 핸드오버에서 중요하게 고려해야 하는 점들 가운데 하나이다. 핸드오버로 인해서 제 2계층뿐만 아니라 3계층의 경로 재설정 발생 하는 경우([그림 6]에서 AR이 핸드오버로 인해서 변경되는 경우를 예로 들 수 있다.), 3계층에서의 지연은 IP 주소 재설정 등으로 인해서 2계층의

지연에 비해서 상당히 큰 값을 가지기 때문에 실시간 서비스의 사용자 품질이 보장될 수 없는 문제점이 발생한다.

이 문제점을 해결하기 위해서 IEEE 802.21에서는 흔히 L2 Trigger라는 개념의 도입을 시도하고 있다. 이 개념은 단말의 핸드오버를 2계층(e.g., MAC 계층)에서 감지했을 때 3계층에서의 어떤 프로세스가 필요한지의 여부를 미리 판단함으로써 핸드오버로 인해 발생하는 지연을 최소화하자는 것이다. 그러나, L2 Trigger가 실제 현실화되기 위해서는 2계층에서 얻은 정보를 3계층에 전달하기 위한 수단이 필요한데, 지금까지 IEEE는 2계층까지만을 주요 표준 대상으로 한정해왔고, 마찬가지로 3계층의 표준화는 IETF(Internet Engineering Task Force)에서 주로 담당하고 있기 때문에 현재는 이 문제를 해결할 수 있는 방안이 존재하지 않는다. 따라서 이 문제를 해결하기 위해서 최근 IETF에는 DNA(Detecting Network Attachment)라는 WG이 새로 신설되었고 이 후 IEEE 802.21과 본격적인 협력을 위한 절차를 수행할 것으로 예상된다. 현재 IEEE 802.21에서 고려하고 있는 단말, 기지국간 시스템 모델은 다음의 [그림 7]과 같다. 앞서 언급한 것과 같이 현재는 2계층과 3계층간



[그림 6] IEEE 802 계열 네트워크들간 핸드오버 개념도



[그림 7] L2 Trigger를 위한 단말, 기지국간 시스템 모델

의 직접적인 정보교환이 불가능하기 때문에, 흔히 2.5 계층이라는 새로운 계층을 정의하려는 움직임이 보이고 있다.

VII. 결 론

본 기고에서는 무선인터넷 최근 동향과 관련하여 현재 활발하게 진행 중인 IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16, IEEE 802.20, IEEE 802.21의 표준화 동향에 대해서 주로 살펴보았다. IEEE 802 계열 네트워크들은 저렴한 초고속 인터넷 무선 접속 서비스를 위한 기술로서 주목 받고 있으며 관련 제품의 개발 및 활용이 가까운 미래에 본격적으로 추진될 것으로 예상된다. 특히, IEEE 802.16은 현재 WiBro라는 명칭 하에 TTA에서 국내 표준화가 진행되고 있으며 빠른 시간 내에 국내 표준화 및 상용화가 이루어질 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] <http://www.ieee802.org/11>
 [2] IEEE 802.11g, Part 11: Wireless LAN Medium

Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications, Amendment 4: Further Higher Data Extension in the 2.4 GHz Band, Jun. 2003.

[3] <http://www.ieee802.org/15>
 [4] 신요안, 양석철, 오종욱, "IEEE 802.15 WPAN 표준화 동향", *Telecommunication Review*, pp. 131-146, 2003년 12월.
 [5] 강충구, "IEEE 802.15.3/4 Wireless PAN 표준 기술", 이동통신기술워크샵, 2003년 2월.
 [6] <http://www.ieee802.org/16>
 [7] IEEE Standard 802.16, IEEE Standard for Local and metropolitan area networks -Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems, 2001.
 [8] IEEE 802.16e/D3, Part 16: Air Interface for Broadband Wireless Access Systems-Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operations in Licensed Bands, May 2004.
 [9] 강충구, 김일환, "IEEE 802.16 계열 Wireless MAN 표준 기술", *Telecommunications Review*, pp. 150-182, 2003년 12월.

[10] 주판유, 구창희, 이현우, 김영균, "이동 광대역 무선 접속 시스템의 기술 정리 및 표준화 동향", *Telecommunications Review*, pp. 199-225, 2003년 12월.
 [11] <http://www.ieee802.org/20>

[12] <http://www.ieee802.org/21>
 [13] Qian Zhang et al., "Efficient mobility management for vertical handoff between WWAN and WLAN", *IEEE Communications Magazine*, pp. 102-108, Nov. 2003.

≡ 필자소개 ≡

김 법 준



1996년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 1998년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)
 2003년 8월: 연세대학교 전자공학과 (공학박사)
 2003년 8월~2003년 12월: 연세대학교

전자공학과 연구원
 2004년 1월~현재: LG전자 이동통신 기술연구소 표준화그룹 선임연구원
 [주 관심분야] 휴대 인터넷, TCP/IP

이 창 재



1990년 2월: 인하대학교 전자계산학과 (공학사)
 1990년~2000년: LG정보통신 TDX교환기 연구단
 2000년~2003년: LG전자 핵심망 연구소 책임연구원
 2004년~현재: LG전자 이동통신기술연

구소 표준화그룹 책임 연구원
 [주 관심분야] 휴대 인터넷, 지능망, 차세대 이동통신 기술

조 기 형



1999년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학사)
 2001년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 2001년 1월~2001년 6월: SK텔레콤
 2001년 7월~현재: LG전자 이동통신기술연구소 표준화그룹 주임 연구원

[주 관심분야] 휴대 인터넷, WLAN

최 진 성



1987년 2월: 서울대학교 제어계측공학과 (공학사)
 1994년 2월: University of Southern California Electrical Engineering (공학석사)
 1998년 2월: University of Southern California Electrical Engineering (공학박사)
 1987~1989: LG정보통신 TDX교환기 연

구단
 1989년~1992년: 삼보컴퓨터 소프트웨어 사업본부
 1998년~1999년: LG종합기술원
 1999년~2001년: LG전자 차세대통신연구소 책임 연구원
 2001년~2002년: LG전자 UMTS 시스템 연구소 책임 연구원
 2003년: LG전자 UMTS 시스템 연구소 연구위원 실장
 2004년~현재: LG전자 이동통신기술연구소 연구소장
 [주 관심분야] IMT-2000, 무선인터넷