

# 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동 기술 발전 방향

박현호<sup>1) 2)</sup>, 이형호<sup>1) 2)</sup>, 이승환<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>한국전자통신연구원, <sup>2)</sup>과학기술연합대학원대학교

## 요약

본고에서는 셀룰러 네트워크와 무선랜(WLAN: Wireless Local Area Network) 간의 연동 기술에 대해 표준화 기구별 연동 방안 및 기술 동향을 분석하여 각각 표준 기술 별 장점과 단점을 정리하였다. 또한 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동 기술에 대한 향후 발전 방향을 예측하고, 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동을 지원하기 위한 요구 사항 및 방안에 대하여 논하였다.

## I. 서론

최근 5년동안 셀룰러 네트워크는 3세대에서 4세대의 이동통신 방식으로 진화하며 전송 속도는 10배 이상으로 증가하였고 인터넷 접속을 이용한 데이터 통신이 가능해짐에 따라 다양한 통신 서비스의 제공이 가능하게 되었다. 예를 들면, 셀룰러 네트워크의 사용자는 기존의 음성 전화나 SMS(Short Message Service)의 서비스에 만족하던 것에서 벗어나 이동 중에도 자유롭게 인터넷에 접속하여 e-mail을 주고 받고, 뉴스를 보고, 페이스북(Facebook)과 트위터(Twitter)와 같은 소셜 네트워크 서비스(Social Network Service)를 즐기거나, 유튜브(YouTube)에 접속하여 동영상 스트리밍 서비스를 즐길 수 있게 되었다. 하지만, 동영상 스트리밍 서비스와 같은 영상 데이터를 중심으로 한 이동 통신망에서의 데이터 트래픽 증가 속도는 셀룰러 네트워크의 통신용량 및 통신속도의 증가 속도를 상회하고 있어 셀룰러 네트워크에서의 데이터 트래픽의 폭주 문제는 네트워크 운영자 입장에서도 해결해야 하는 주요 이슈가 되었다. 셀룰러 네트워크의 트래픽 폭주에 대한 대처 방안으로서 기지국 수나 중계기의 증설이 하나의 방안이 될 수 있지만, 네트워크 설치 비용과 운용 비용의 관점에서 생각했을 때 기지국 증설이 데이터 트래픽 폭주문제에 대한 최고의 해결책이 될 수는 없을 것이다.

무선랜은 저렴한 통신 비용으로 셀룰러 네트워크보다 높은 전송속도의 제공이 가능하고 저렴한 구축비용과 운용비용을 요구하므로, 무선랜은 데이터 트래픽 폭주에 가장 효과적으로 대응할 수 있는 수단으로 주목 받고 있다. 또한 스마트폰과 태블릿 PC의 기본 통신 인터페이스로 무선랜 인터페이스가 사용되고 있어서 무선랜 또한 중요한 무선 데이터 통신을 제공하는 네트워크로 주목을 받고 있다. 그러나 무선랜은 셀룰러 네트워크와 다르게 통신 도달반경 100m 이하의 좁은 커버리지와 비면허 대역 특성상 통신 지연과 불안정성 때문에 안정적인 QoS(Quality of Service)를 지원하지 못한다는 점이 단점으로 제기되고 있다.

셀룰러 네트워크와 무선랜은 서로 다른 측면을 가졌지만 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동기술을 통해 상대방의 단점을 보완할 수 있으리라 기대된다. 특히, 대부분의 스마트폰과 태블릿 PC는 셀룰러와 무선랜 인터페이스를 모두 가지고 있는 경우가 많으므로 셀룰러 네트워크와 무선랜 기술의 연동은 사용자의 만족도 향상과 네트워크 운영자의 데이터 트래픽 제어라는 관점에서 중요한 의미를 가진다.

본 고에서는 3GPP(3rd Generation Partnership Project), IEEE 802.11, WFA(Wi-Fi Alliance), IEEE 802.21표준화 그룹의 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동 기술을 분석하였고, 향후의 연동 기술이 액세스 네트워크 중심의 강결합(tightly coupled) 연동 구조로, 핸드오버 시에 끊김 없고 지연시간이 적으며, 셀룰러 네트워크와 무선랜을 통합 관리하는 방식으로 발전할 것임을 예측하였다. 2장에서는 3GPP에서의 셀룰러 네트워크와 무선랜 연동 기술 동향을 알아보고, 3장에서는 IEEE 802.11과 WFA에서의 연동기술의 동향을 알아보고, 4장에서는 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동을 지원할 수 있는 IEEE 802.21표준에 대해 살펴본다. 5장에서는 향후 연동 기술 발전 동향을 고려하여 표준화 기구 별로 다양한 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동 방안들을 하나로 통합하는 방안을 논하며 결론을 맺는다.

## II. 3GPP에서의 셀룰러 네트워크와 무선랜 연동 기술 동향

셀룰러 네트워크 표준을 다루는 3GPP에서 3GPP 계열의 셀룰러 네트워크와 IEEE 802.11의 근거리 무선 통신 네트워크인 무선랜 간의 연동에 대한 표준화는 Release 6부터 표준화가 시작되어 Release 12까지 중요한 이슈로 표준화가 진행되어 오고 있다. 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동은 무선랜을 셀룰러 네트워크의 액세스 네트워크로 사용하여 무선랜 사용자에게 셀룰러 네트워크의 통신 서비스(예: 음성통화, IPTV 서비스 등)의 사용을 가능하게 한다. 뿐만 아니라 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동을 이용하여 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 서비스 연속성, 핸드오버, 데이터 오프로드 등을 제공할 수 있다[1]. 본 장에서는 3GPP의 Release 별로 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동 기술 동향을 정리하고 Release 12 이후의 셀룰러 네트워크와 무선랜 연동 기술에 대한 요구사항을 논하기로 한다.

3GPP Release 6에서 Release 12까지의 표준화에서 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동의 진화 방향은 셀룰러망의 코어(core) 네트워크를 중심으로한 약결합(loosely coupled) 구조를 가진 연동에서 액세스 네트워크를 중심으로한 강결합(tightly coupled) 구조를 가진 연동으로, 연동대상인 무선랜은 신뢰하지 않는(untrusted) 무선랜으로부터 신뢰하는(trusted) 무선랜까지 포함할 수 있도록, 그리고 사용자의 만족도를 높이기 위해 연동 방법이 다각화 되도록 진행되어 왔다. Release 6과 Release 7에서는 셀룰러 네트워크의 코어 네트워크에서 무선랜과의 연동을 제공할 수 있는 구조가 표준화 되었고, 정의된 연동 구조를 기반으로 Release 8과 Release 9에서는 셀룰러 네트워크와 무선랜 사이의 끊김 없는(Seamless) 핸드오버 및 서비스의 연속성을 표준화 하였다. Release 10에서는 셀룰러 네트워크와 무선랜간의 핸드오버 외에도 다양한 연동 방식이 표준화 되었다[2]. Release 11에서는 기존의 신뢰하지 않는(untrusted) 무선랜과의 연동에서 더 나아가 신뢰하는(trusted) 무선랜과의 연동까지 확장되어 표준화 되었다[3]. 현재 표준화가 진행 중인 Release 12에서는 셀룰러 액세스 네트워크인 RAN(Radio Access Network)과 무선랜 간의 연동을 제공하는 방안이 표준화 중에 있다[4, 5, 6].

Release 6과 Release 7에서는 <그림 1>과 같은 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 코어 네트워크 중심의 연동 구조가 표준화 되었다[7]. PDG(Packet Data Gateway)는 WLAN 액세스 네트워크를 사용하는 단말을 위해 IPsec(Internet Protocol security) 터널링을 구성하여 사용자 트래픽을 보호하고, IP

주소 관리, 과금 데이터 발생 기능 수행하며, WAG(Wireless Access Gateway)는 WLAN 액세스 네트워크를 사용하는 단말에게 셀룰러 네트워크 PS(Packet Switched) 기반 서비스의 제공을 위한 데이터 라우팅과 보안 기능을 제공한다. SLF(Subscription Locator Function)는 단말의 위치 정보를 3GPP AAA(Authentication, Authorization, Accounting) 서버에게 알려주며 OCS(Authentication, Authorization, Accounting)는 단말의 온라인 과금을 담당한다.

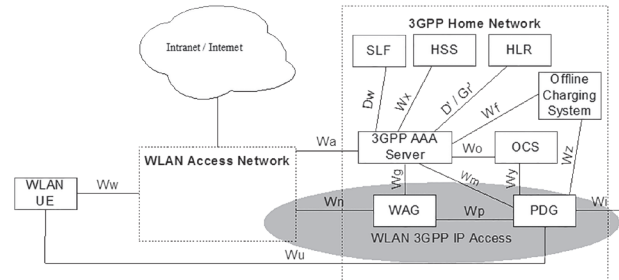


그림 1. Release 6에서의 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동 구조

Release 8과 Release 9에서는 셀룰러 네트워크와 무선랜 사이의 끊김 없는 핸드오버 및 서비스의 연속성이 표준화 되었으며, <그림 2>와 같은 구조를 가진다[8]. Release 8과 9는 3GPP 셀룰러 네트워크 이외의 네트워크인 Non-3GPP 액세스 네트워크와의 연동을 표준화 하며 Non-3GPP 액세스 네트워크를 신뢰하는(trusted) 네트워크와 신뢰하지 않는(untrusted) 네트워크로 구분하여 각각 다른 연동 지원방법을 표준화하였다. 신뢰하는 네트워크와 신뢰하지 않는 네트워크의 분류 기준은 보안의 제공 수준이며, 무선랜은 신뢰하지 않는 망으로 분류되었다. ePDG(evolved Packet Data Gateway)는 신뢰하지 않는 망인 무선랜을 통한 단말과의 접속에 IPsec을 이용한 보안을 제공함으로써 WLAN 접속의 신뢰성을 높여준다. <그림 2>의 연동 구조를 이용하여 셀룰러 네트워크와 무선랜 사이의 핸드오버가 가능하다.

또한 셀룰러 네트워크와 무선랜 사이의 서비스 연속성 제공을 강화하기 위한 ANDSF(Access Network Discovery and Selection Function)가 Release 8에서 표준화 되었다[9]. ANDSF는 단말의 Non-3GPP 액세스 네트워크의 탐색을 도와주는 엔티티(entity)로서 셀룰러 네트워크의 코어 네트워크에 위치한다. ANDSF는 액세스 네트워크 탐색에 필요한 정보와 액세스 네트워크 선택 정책인 ISMP(Inter-System Mobility Policy)를 <그림 3>과 같이 S14인터페이스를 이용해 단말에게 제공한다.



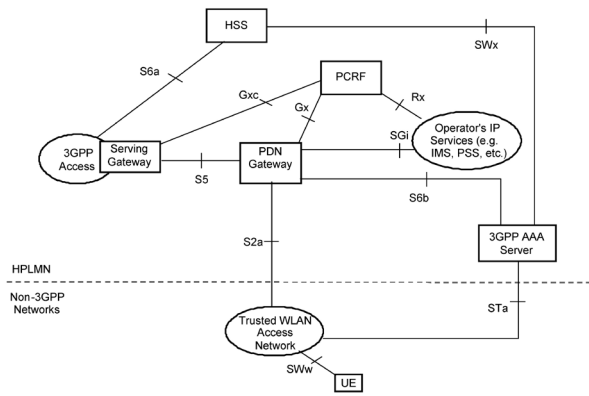
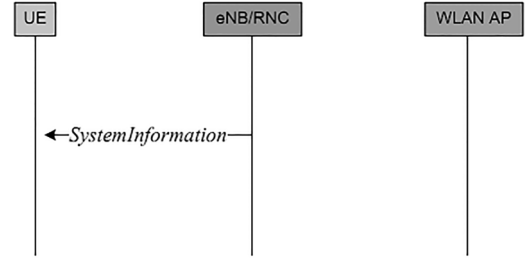


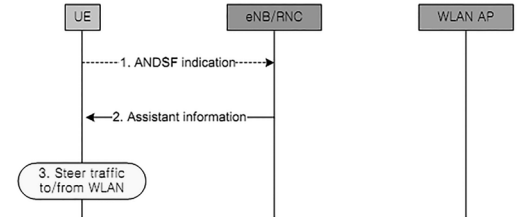
그림 5. 신뢰하는 무선랜과 셀룰러 네트워크와의 연동 구조

선랜과의 연동 제공 방안에 대한 표준화가 논의되고 있다 [4][5][6]. 이와 관련하여 <그림 6>은 셀룰러 액세스 네트워크 중심의 단말을 위한 액세스 네트워크 선택 및 트래픽 제어 방안에 대해서 보여준다. <그림 6 (a)>의 방안은 단말이 셀룰러 액세스 네트워크인 eNB(e-Node B)와 RNC(Radio Network Controller)에서 Broadcast로 전달되는 시스템 정보(System Information)를 수신하고 단말은 이 정보를 바탕으로 액세스 네트워크를 선택한다. 시스템 정보로 고려되는 정보는 네트워크 부하 정보(Load Information), 자원 할당 정보(Resource Allocation), 액세스 네트워크의 Threshold와 관련 정보(WLAN Threshold, RAN Threshold)가 될 수 있다. <그림 6 (b)>의 방안은 셀룰러 액세스 네트워크에서 제공하는 RAN Assistance 정보와 정책을 바탕으로 단말이 액세스 네트워크를 선택하고 트래픽을 제어하게 된다. RAN Assistance 정보는 <그림 6 (a)>의 시스템 정보와 유사하나 특정 단말에 대한 오프로드될 트래픽 정보(Traffic information to be offloaded)도 제공한다. <그림 6 (c)>는 셀룰러 액세스 네트워크가 단말의 액세스 네트워크의 선택과 트래픽 제어를 결정하는 방안에 대해 보여준다. 셀룰러 액세스 네트워크에서 Measurement Control 신호를 받은 단말은 접속한 액세스 네트워크의 통신 상태를 보고(Measurement Report)하고, 이를 바탕으로 셀룰러 액세스 네트워크는 단말의 액세스 네트워크의 선택과 트래픽 제어를 결정한다. 단말이 보고하는 Measurement Report는 수신 채널 전력 세기(RCPI: Received Channel Power Indicator), 수신전력의 잡음비(RSNI: Received Signal to Noise Indicator), 무선랜의 부하(BSS(Basic Service Set) Load) 정보가 포함될 수 있다.

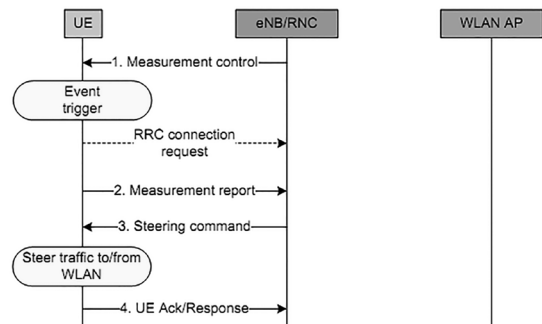
Release 6부터 Release 12까지의 표준화 과정에 대한 분석을 바탕으로 셀룰러 네트워크와 무선랜간의 연동 방안의 향후 발전 방향을 예상한다면, 향후의 연동 기술 발전은 서비스 측면에서는 사용자의 QoE(Quality of Experience)를 향상시키고, 연



(a) 셀룰러 액세스 네트워크의 시스템 정보 이용



(b) RAN Assistance 정보와 셀룰러 액세스 네트워크로부터의 정책 이용



(c) 셀룰러 액세스 네트워크에서의 네트워크 선택 및 트래픽 제어

그림 6. 셀룰러 액세스 네트워크 중심의 액세스 네트워크 선택 및 트래픽 제어 방안

동을 위한 네트워크 구조는 셀룰러 액세스 네트워크 중심의 강결합 연동 방식으로 진화되리라 예상된다. 사용자의 QoE 향상을 위해 셀룰러 네트워크와 무선랜 사이의 유무선 자원 통합관리가 필요할 것이다. 또한 단말에서 복수 네트워크 인터페이스 사용으로 인한 전력소모 문제를 해결해 줄 수 있는 기술도 필요하리라 예상된다. 강결합 연동 방식의 제어와 네트워크 인터페이스의 제어를 위해서는 통신 3계층인 IP 계층 이하의 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 시그널링(signaling) 정보도 필요하게 될 것이다.

### III. 셀룰러 네트워크와의 연동을 위한 무선랜 기술 동향

무선랜은 비면허 대역에서 저렴한 통신 요금과 고속의 통신

속도를 바탕으로 스마트 폰과 태블릿 PC 사용자들을 중심으로 널리 사용되어 오고 있다. 사용자 측면에서 무선랜은 저렴한 통신 요금으로 인기를 끌고 있지만, 통신 사업자 입장에서 무선랜은 셀룰러 네트워크의 부하를 분산시키기 위한 수단으로 고려되고 있다. 특히, 무선랜의 보안 강화 기술과 무선랜 접속 전에 무선랜에 접속하기 위한 정보의 제공 방안이 표준화 됨으로써 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동은 통신 사업자 입장에서 더욱 긍정적으로 고려되고 있다. 본 장에서는 셀룰러 네트워크와의 연동을 위한 무선랜 기술 동향을 알아보고 셀룰러 네트워크와의 연동을 지원하기 위한 무선랜 기술의 발전 방향에 대해서 논한다.

무선랜은 100m 이내의 도달범위를 가지고 2.4GHz 대역과 5GHz 대역의 비면허 대역을 사용한 무선 인터넷 통신 서비스를 제공하여 왔다[14][15]. 무선랜은 IEEE 802.11의 물리계층과 데이터 링크 계층을 사용을 하며, IEEE 802.11의 표준 중에서 상용 무선랜으로 구현되어 널리 쓰인 표준은 IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n이며, 최근에 표준화가 마무리 되어가는 표준인 IEEE 802.11ac를 이용하는 무선랜 액세스 포인트와 네트워크 인터페이스의 상용화도 시작되었다. 이들 무선랜 표준은 각각 다른 전송 방식, 안테나 기술, 주파수 대역, 채널 대역폭, 최대 전송률을 가진다. IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac의 특성은 <표 1>과 같다[16]. 이 표준들 이외에도 60GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11ad, TV White Space의 주파수 대역을 사용하는 IEEE 802.11af, 무선랜의 초기 접속 시간을 단축시키는 IEEE 802.11ai, 단말이 무선랜에 접속하기 이전에 무선랜을 탐색할 수 있도록 하는 Pre-Association Discovery(PAD) 기능을 제공하는 IEEE 802.11aq의 표준화 작업이 진행 중이다[14]. 또한, 무선랜의 전송 효율성의 향상을 논의하는 IEEE 802.11 HEW(High Efficiency WLAN) 연구그룹(SG: Study Group)의 활동이 2013년 5월부터 시작 되었다.

표 1. IEEE 802.11 무선랜 기술별 특성 비교 [16]

	전송방식	안테나 기술	주파수 대역	채널 대역폭	최대 전송률
11a	OFDM	SISO	5GHz	20MHz	54Mbps
11b	DSSS	SISO	2.4GHz	20MHz	11Mbps
11g	DSSS /OFDM	SISO	2.4GHz /5GHz	20MHz	54Mbps
11n	OFDM	MIMO	2.4GHz /5GHz	20MHz /40MHz	600Mbps
11ac	OFDM	MIMO	5GHz	20MHz /40MHz /80MHz /160MHz	6.9Gbps

최근 IEEE 802.11 HEW 연구그룹에서 논의 되는 주제로서 무선랜의 전송 효율성 향상 외에도 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동이 주요 고려 사항으로 논의 되고 있다. 셀룰러 네트워크와 무선랜간의 연동은 IEEE 802.11 HEW 연구그룹이 시작되기 이전에 차세대 무선랜의 표준화 방향을 논의하는 IEEE 802.11 WNG(Wireless Next Generation) SC(Standing Committee)에서 오렌지 텔레콤(Orange Telecom)이 IEEE 802.11 표준에서 셀룰러 네트워크의 데이터 오프로드 지원을 위한 방안이 표준화될 필요성을 주장하였으며, 오렌지 텔레콤의 주장은 IEEE 802.11 HEW의 주요 연구 이슈가 되었다. IEEE 802.11 HEW 연구그룹은 2013년 7월 회의에서 WLAN을 이용한 데이터 오프로딩을 중심으로 기술한 유스 케이스(Use Case) 문서[17]를 정리하였다.

또 다른 무선랜 표준화 기구인 WFA에서 개발한 Hotspot 2.0 표준 기술은 무선랜과 셀룰러 네트워크 간의 연동을 위한 중요한 표준으로 고려되고 있다[13]. Hotspot 2.0 기술은 무선랜을 신뢰하는(trusted) 네트워크로 만들 수 있는 기술로서 무선랜에서 셀룰러 네트워크처럼 네트워크 탐색과 보안을 제공하며, 이는 셀룰러 네트워크와 무선랜 연동을 용이하게 한다. Hotspot 2.0기술은 무선랜 탐색과 선택을 위해 IEEE 802.11u 표준을 사용하였고, 통신 계층 2에서의 인증과 암호화를 위해서 IEEE 802.1x와 IEEE 802.11i의 표준을 사용하였다. 통신 계층 3에서의 인증을 위해서는 사용자 이름(username)과 비밀번호(password)에 기반한 인증 이외에 단말의 SIM(Subscriber Identity Module)이나 USIM(Universal Subscriber Identity Module)을 기반으로 한 인증도 지원한다. Hotspot 2.0에서는 단말의 무선랜 발견과 선택을 위해 이용되는 정보의 전송을 위해 IEEE 802.11u의 ANQP(Access Network Query Protocol)를 사용하며, ANQP를 통해 제공되는 정보는 무선랜 운영자의 이름, 무선랜의 전송 속도 및 부하 정보, 통신 포트의 접속 정보 등을 포함한다.

IEEE 802.11 HEW 연구그룹의 표준화 작업과 WFA의 Hotspot 2.0은 무선랜과 셀룰러 네트워크의 연동에 큰 도움을 줄 것으로 생각되지만 표준화 범위에서 한계가 있다. IEEE 802.11 HEW에서는 무선랜과 셀룰러 네트워크와의 연동 기술이 표준화 되리라 생각되지만 IEEE 802.11 표준화의 범위가 물리계층과 데이터 링크 계층이어서 연동의 지원 범위는 한정적일 수 밖에 없다. WFA의 Hotspot 2.0은 무선랜의 네트워크 발견과 보안 정도 수준의 최적화만 지원하기에 셀룰러 네트워크와 무선랜의 통합 자원 관리 기술과 셀룰러와 무선랜 인터페이스의 통합 관리 기술은 제공하지 못할 것이다. 네트워크 탐색 정보를 담당하는 3GPP의 ANDSF 정보 및 프로토콜과

Hotspot 2.0의 ANQP 정보 및 프로토콜은 상호 통일성이 없어서 셀룰러 네트워크와 무선랜 연동의 최적화를 이루지는 못할 것이다.

## IV. IEEE 802.21에서의 이종망 연동 기술 동향

IEEE 802.21 표준은 IEEE 802 계열 및 셀룰러 네트워크를 포함한 이종망간 끊김 없는 핸드오버를 위한 데이터 링크 계층 및 물리 계층의 최적화 기술인 MIH(Media Independent Handover) 기술을 표준화 하였다[18]. 또한 IEEE 802.21a, IEEE 802.21b, IEEE 802.21c, IEEE 802.21d의 표준 작업을 통해 다양한 이종망간 핸드오버 최적화에 대한 표준을 꾸준히 진행해오고 있으며 또한 IEEE 802.21 작업그룹(WG: Working Group)에서는 2013년 3월부터 이종망간 핸드오버 뿐만 아니라 이종망간의 다양한 연동 서비스 표준을 논의하는 IEEE 802.21.1 업무그룹(TG: Task Group)과 이종망 연동의 구현을 쉽게하기 위한 이종망 연동 프레임워크 표준 작성을 논의하는 IEEE 802.21m 업무그룹의 표준화 활동을 시작하였다. 본 장에서는 IEEE 802.21표준 기술의 특성 및 최근 표준화 동향에 대해 소개한다.

MIH 기술은 통신 계층 1과 2를 포함하는 링크 계층(Link Layer)과 통신 계층 3이상의 MIH user 사이의 정보 교환기술을 제공하여 이종망간 핸드오버 시에 링크 계층의 지연 시간을 줄이는 데 도움을 주는 기술이다. <그림 7>에서와 같이 MIH의 기능을 지원하는 논리적 엔티티인 MIHF(Media Independent Handover Function)는 SAP(Service Access Point)을 통하여 링크 계층 및 MIH User와의 정보 교환이 가능하며, 다른 네트워크 기기의 MIHF인 Remote MIHF와의 정보 교환까지 가능하다. MIHF가 MIH User, 링크 계층, Remote MIHF와 정보

교환을 위한 SAP는 각각 MIH\_SAP, MIH\_LINK\_SAP, MIH\_NET\_SAP이다.

또한 IEEE 802.21은 MIHF에서 MIH\_SAP, MIH\_LINK\_SAP, MIH\_NET\_SAP을 통해 교환되는 정보를 MIH 서비스로 규정하며, MIH 서비스를 이벤트(Event), 커맨드(Command), 정보(Information) 서비스로 분류한다. MIH 이벤트 서비스는 링크 계층의 링크 상태에 대한 정보를 상위 계층인 MIH User에게 전달하는 서비스로서 MIH User가 링크 상태의 변화를 빠르게 감지할 수 있도록 돕는다. MIH 커맨드 서비스는 MIH User의 제어 정보를 링크 계층에 전달하는 역할을 하며, MIH 커맨드 서비스를 이용해 MIH User는 링크의 선택 및 링크 상태의 질의가 가능하게 된다. MIH 정보서비스는 MIH 정보 서버(MIH information server)가 단말에게 네트워크를 탐색하는데 필요한 정보를 제공하는 서비스이다. 하나의 단말이나 네트워크 기기 안에서 교환되는 정보는 프리미티브(Primitive)로 분류하고, 단말과 네트워크 기기의 MIHF간 혹은 서로 다른 네트워크 기기의 MIHF간에 교환되는 정보는 메시지로 분류한다. MIH 서비스의 프리미티브와 메시지를 이용해 링크 계층에서의 핸드오버 시간과 패킷 손실을 최소화한다.

이러한 MIHF의 링크 계층 관리 및 네트워크 탐색 정보 제공 기능은 IEEE 802.21c 표준에서 더 강화가 되었다[19][20]. IEEE 802.21c는 이종망 접속을 지원하는 단말의 저비용 단순 구조 설계 및 저전력 소모를 위하여 핸드오버 시에 단일 네트워크 인터페이스만 활성화 시키는 단일 라디오 핸드오버(Single Radio Handover)의 최적화 방안에 대한 표준 기술이다. IEEE 802.21c 표준은 단일 라디오 핸드오버에서도 끊김 없는 핸드오버 지원을 위하여, 핸드오버를 진행할 타겟(target) 무선 기지국에 단말의 등록을 핸드오버 이전에 수행할 수 있도록 하는 선등록(Preregistration)을 제공해야 하므로 액세스 네트워크 간의 연동을 지원하는 기능을 강화하였다. 뿐만 아니라, 셀룰러 네트워크의 탐색 정보인 ANDSF 정보와 무선랜의 탐색 정보인 ANQP 정보의 통합 기능을 제공하여 단일 네트워크 인터페이스만 활성화된 단말이 겪을 수 있는 네트워크 탐색의 어려움을 극복하였다. IEEE 802.21c의 강화된 액세스 네트워크 간의 연동 방안인 선등록 기능과 네트워크 탐색 방안(ANDSF와 ANQP)의 통합 기능을 지원하는 서비스를 프록시 서비스(Proxy Services)로 정의하여 표준화 하였다. 강화된 네트워크 탐색 방안을 바탕으로 한 단일 라디오 핸드오버 방식은 단말이 가장 적은 전력 소모로 끊김없는 핸드오버를 가능하도록 한다 [21].

위에 기술한 바와 같은 IEEE 802.21 표준은 우수한 링크 계층 관리 및 네트워크 탐색 정보 기능의 장점을 가지고 있지만,

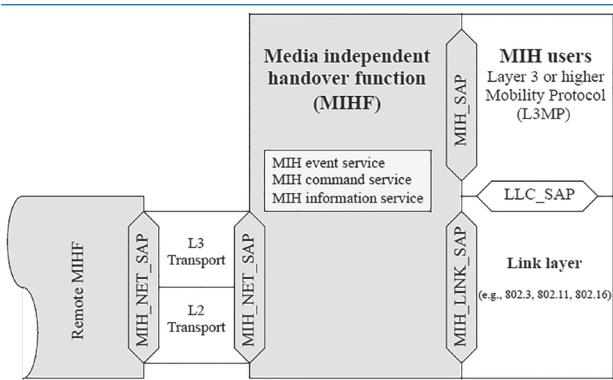


그림 7. IEEE 802.21 MIHF 참조모델

IEEE 802.21 표준의 적용범위가 이종망간핸드오버에 집중되어 있다는 것과 이벤트, 커맨드, 정보 서비스 기능의 구현에 대한 복잡성이라는 단점 또한 가지고 있다. 하지만 최근 핸드오버 이외의 이종망간 연동 서비스를 표준화하는 IEEE 802.21.1 업무그룹과 이종망 연동 프레임 워크를 표준화 하는 IEEE 802.21m 업무그룹의 활동은 셀룰러 네트워크와 무선랜 연동의 활성화에 도움을 줄 것이라 예상된다.

## V. 결론

본고에서는 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동 기술에 대해 3GPP, IEEE 802.11, WFA, IEEE 802.21 표준화 그룹별로 나누어 연동 기술 동향을 조사하였으며, 각각의 표준 기술에 대해 연동 특성과 장단점을 분석하였다. 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동 기술 동향은 코어 네트워크 중심의 약결합 연동 구조에서 액세스 네트워크 중심의 강결합 구조의 통합 자원 관리로, 무선랜은 신뢰하지 않는 네트워크에서 신뢰하는 네트워크로, 사용자의 QoE를 만족시킬 수 있는 끊임 없고 빠른 연동 기술로 진화 되리라 예상된다. 이러한 동향에 대해 3GPP 표준은 상위 계층의 연동을 제공하여 무선 자원의 통합관리를 지원하기 어렵다는 단점이 있고, IEEE 802.11 표준은 무선랜의 물리계층과 데이터 링크 계층의 표준만 지원한다는 한계가 있으며, WFA의 Hotspot 2.0은 표준 범위가 무선랜에만 한정된다는 단점을 가진다. 한편, IEEE 802.21 표준은 셀룰러 네트워크와 무선랜 등의 이종망 간 핸드오버 기능만 지원한다는 단점을 가지고 있지만, 셀룰러 네트워크와 무선랜의 통합 링크 제어와 셀룰러 네트워크에서 제공하는 ANDSF 정보와 무선랜에서 제공하는 ANQP 정보의 통합을 제공할 수 있는 장점을 가지고 있다. IEEE 802.21 표준은 현재 이종망 간 핸드오버뿐만이 아니라 다양한 연동 서비스에 대한 표준화도 진행 중이며 이종망 연동을 용이하게 할 수 있는 프레임워크의 표준화도 같이 진행하고 있으므로 앞으로의 셀룰러 네트워크와 무선랜 간의 연동에서 IEEE 802.21의 역할은 더욱 중요해지리라 생각된다. 그리고 본 고에서 자세히 다루지 못했지만 통신 3계층인 IP 계층에서의 이종망 연동 제공 기술로 주목을 받는 DMM(Distributed Mobility Management)과 소프트웨어의 제어에 기반한 단순화된 네트워크 구조를 제공하는 기술인 SDN(Software-Defined Networking)도 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동에 있어서 고려되어야 하는 중요한 기술임은 자명하다. 앞으로의 셀룰러 네트워크와 무선랜의 연동 방향은 다양한 연동 기술을 통합하면서 액세스 네트워크 단의 자원을 통합관리하는 방향으로의

발전이 필요할 것이다.

## Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2013년 정보통신·방송(ICT) 연구개발사업의 연구 결과로 수행되었음.

(“스마트 모바일 서비스의 체감품질 향상을 위한 무선전송 원천기술 연구”, 2013)

## 참고 문헌

- [1] 심동희, “3GPP 시스템과 무선랜과의 상호 연동 표준화,” TTA 저널, 제111호, pp.105~pp.110, 2007.5.
- [2] 김현숙, 김태현, 김래영, 김기영, “3GPP의 WLAN 연동 기술,” TTA 저널, 제133호, pp.108~pp.115, 2011.1.
- [3] 4G Americas, “Integration of Cellular and Wi-Fi Networks,” Sep. 2013.
- [4] 3GPP R2-132192, “WLAN Interworking Solution 1,” May 2013.
- [5] 3GPP R2-132193, “Text proposal on WLAN3GPP radio interworking solution 2,” May 2013.
- [6] 3GPP R2-132194, “Text proposal on WLAN/3GPP radio Interworking Solution 3,” May 2013.
- [7] 3GPP TS 23.234 v.6.3.0, “3GPP system to Wireless Local Area Network (WLAN) interworking; System description (Release 6),” Dec. 2004.
- [8] 3GPP TS 23.402 v.8.2.0, “Architecture Enhancements for Non-3GPP Accesses (Release 8),” Jun. 2008.
- [9] 3GPP TS 24.312 v.8.0.0, “Access Network Discovery and Selection Function (ANDSF) Management Object (MO),” Dec. 2008.
- [10] 3GPP TS 23.261 v.10.0.0, “IP flow mobility and seamless Wireless Local Area Network (WLAN) off-load; Stage 2 (Release 10),” Jun. 2010.
- [11] 3GPP TS 23.402 v.10.3.0, “Architecture Enhancements for Non-3GPP Accesses (Release 10),” Mar. 2011.
- [12] 3GPP TS 23.402 v.11.4.0, “Architecture Enhancements for Non-3GPP Accesses (Release 11),” Sep. 2012.
- [13] WFA Hotspot 2.0 (Release 2) Technical Specification

Version 3.01, May 30, 2013

- [14] 정민호, “무선 융복합 시대의 와이파이 잠재력 전망,” TTA 저널, 제147호, pp.108~pp.115, 2013.5.
- [15] IEEE Std 802.11™-2012, “Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications,” Mar. 2012.
- [16] 조한규, “무선랜 표준화 동향 및 전망,” TTA 저널, 제147호, pp.39~pp.42, 2013.5.
- [17] IEEE 802.11 13/0657r6, “Usage models for IEEE 802.11 High Efficiency WLAN study group (HEW SG) – Liaison with WFA,” Jul. 2013.
- [18] IEEE Std 802.21™-2008, “IEEE Standard for Local and metropolitan area networks– Part 21: Media Independent Handover Services,” Jan. 2009
- [19] IEEE P802.21c/D6, “Draft Standard for Local Metropolitan Area Networks— Part 21: Media Independent Handover Services Amendment 3: Optimized Single 6 Radio Handovers,” Aug. 2013.
- [20] H. Park, H. H. Lee, and H. A. Chan, “Gateway Service for Integration of Heterogeneous Networks using Different Interworking Solutions,” in Proc. ICACT 2013, pp.489~pp.494, Jan. 2013.
- [21] H. Park and H. H. Lee, “Smart WLAN Discovery for Power Saving of Dual-Mode Terminals,” ETRI Journal, vol. 35, no. 6, pp.1144~pp.1147, Dec. 2013.

약 력



박 현 호

2005년 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 학사  
 2007년 광주과학기술원 정보통신공학과 석사  
 2008년~현재 과학기술연합대학원 대학교  
 광대역네트워크공학과 박사과정  
 2008년~현재 한국전자통신연구원 UST 연구생  
 관심분야: 이종망간 연동, 무선랜 기술, 5G 기술



이 형 호

1977년 서울대학교 공업교육과 전자전공 학사  
 1979년 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사  
 1983년 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사  
 1983년~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터  
 전문위원/책임연구원  
 2013년~현재 과학기술연합대학원대학교 교수  
 관심분야: 무선 및 이동망, 차세대 인터넷,  
 광대역통합망, 고속 LAN 및 라우터 기술



이 승 환

1995년 고려대학교 전자공학과 학사  
 2007년 University of Edinburgh 박사  
 2001년~현재 한국전자통신연구원 통합무선연구실  
 실장  
 관심분야: Small cell networks, Compact MIMO,  
 Cognitive Radio