

# Wi-Fi 응용 기술의 진화

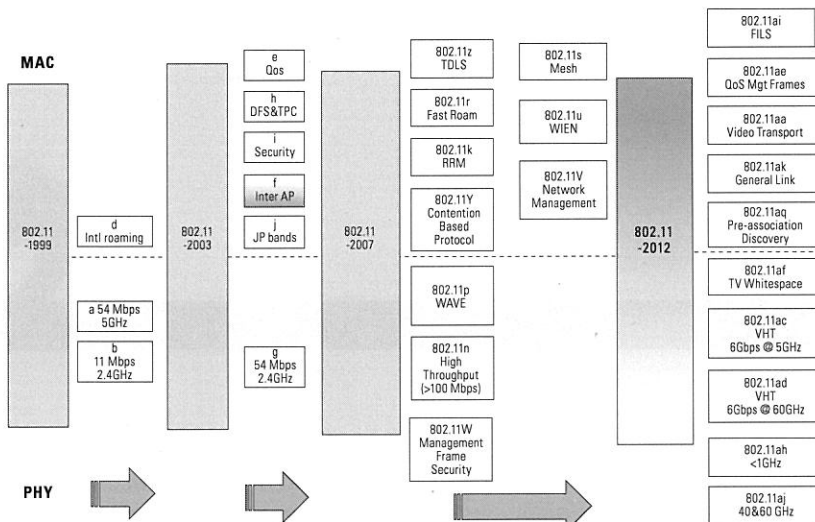
석용호 LG전자 차세대통신연구소 WTS팀 책임연구원



## 1. 머리말

Wi-Fi는 근거리 무선 통신 기술로, 2000년 초반 인터넷 활성화 함께 노트북을 중심으로 사용이 확대되어 왔다. 2010년부터 시작된 스마트폰 시장의 급속한 확대는, Wi-Fi 응용 기술을 단순 웹 서비스에서 VoIP, 고화질 비디오 전송 등 다양한 형태로 발전시켰다.

Wi-Fi 응용 기술 개발은, IEEE 802.11, Wi-Fi Alliance (WFA)와 같은 표준, 인증 단체를 중심으로 진행되고 있다. IEEE 802.11에서는, Wi-Fi 무선 접속 기술에 해당하는 매체 접속제어(MAC), 물리계층(PHY) 프로토콜을 개발하고 있다. WFA에서는, Wi-Fi 호환성 인증 및 상위 응용 기술들을 개발하고 있다.



[그림 1] IEEE 802.11 진화 과정

[그림 1]은 IEEE 802.11 진화 과정을 보여주고 있다. 1999년 802.11 표준이 제정된 이후로, 2003년, 2007년, 2012년 세 번에 걸쳐, 각 Task Group에서 만든 개정안들이 통합되어 새로운 버전의 802.11 표준이 발간되어 왔다. 현재는, IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ad, IEEE 802.11af, IEEE 802.11ah, IEEE 802.11ai와 같은 Task Group들이 개정안을 준비 중에 있다.

이에 본 고에서는, Wi-Fi 응용 기술의 진화와 관련하여 IEEE 802.11, WFA에서 기술 동향들을 살펴본다.

## 2. Wi-Fi 무선 접속 기술의 진화

Wi-Fi 무선 접속 기술의 진화는 전송 속도 향상, 서비스 범위 확대, 전력 소모 감소라는 세 가지 방향성을 가진다.

### 2.1 전송 속도 향상

IEEE 802.11 a/b/g/n MAC/PHY 기술이 개발되면서, Wi-Fi는 11Mbps(IEEE 802.11b), 54Mbps(IEEE 802.11a/g), 600Mbps(IEEE 802.11n)로 최대 물리 계층 속도가 증가되어 왔다.

IEEE 802.11n의 경우, 최대 물리 계층 속도로 600Mbps를 지원하지만 실제 상용화되는 제품들은 평균 155Mbps 정도가 지원되는 것으로 알려져 있다. 하지만, 멀티미디어 및 고화질 비디오 전송에 대한 수요가 점진적으로 증가됨에 따라, Wi-Fi 역시 기가 비트 이상의 전송 속도 향상이 요구되어 왔다.

이에 IEEE 802.11에서는 5GHz, 60GHz에서 동작하는 기가 비트 Wi-Fi 기술을 개발 중에 있다. 5GHz에서 동작하는 기가 비트 Wi-Fi 기술을 IEEE 802.11ac라고 부르며, 60GHz에서 동작하는 기가 비트 Wi-Fi 기술을 IEEE 802.11ad라고 부른다. 물리 계층에서 보면, IEEE 802.11ac는 최대 6.9Gbps, IEEE 802.11ad는 최대 6.7Gbps를 지원한다.

5GHz에서 동작하는 IEEE 802.11ac는, 기존 IEEE 802.11a/b/g/n에서 지원되던 Wi-Fi 서비스들의 전송 속도

를 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 반면, 60GHz에서 동작하는 IEEE 802.11ad는, 60GHz 전파 특성으로 인해 서비스 범위가 5~10m 이하로 줄어들게 되는데, 단거리에서 기기간 고속 데이터 전송 등 제한된 서비스에 활용될 것으로 예상된다.

표준화 관점에서 IEEE 802.11ac는 2013년 4Q에 표준 완료로 예상되며, IEEE 802.11ad는 2012년 4Q에 표준 완료될 예정이다. 제품 인증과 관련하여, WFA에서는 Very High Throughput(VHT)이라는 이름으로 IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ad 제품의 호환성 인증 프로그램을 준비 중에 있다. 호환성 인증 프로그램이 준비되는 시점을 기준으로 IEEE 802.11ac는 2013년에 상용화 될 것으로 예상되며, IEEE 802.11ad는 2014년부터 상용화 가능할 것으로 예상된다.

현재 시제품으로 출시된 IEEE 802.11ac 제품의 경우, 6.9Gbps의 최대 물리 계층 속도와 비교해 평균 1.3Gbps 정도까지 지원하고 있으며, 2013년에 상용화 예상되는 제품 역시 비슷한 정도의 전송 속도를 지원할 것으로 보인다.

### 2.2 서비스 범위 확대

근거리 무선 통신 기술로 Wi-Fi 서비스 범위는, 평균 50~60m 정도에 해당된다. 하지만, Cellular Traffic Offloading, Smart Grid, Machine to Machine(M2M), Internet of Things(IoT)와 같은 신규 응용 서비스들에 대한 관심이 증가됨에 따라, Wi-Fi 서비스 범위 확대가 필요하게 되었다.

Wi-Fi에서 서비스 범위 확대는, 1GHz 이하 주파수를 사용함으로써 가능하다. 이를 위해, IEEE 802.11af, IEEE 802.11ah에서는 각각 TV 화이트 스페이스(예: 470MHz~698MHz), 1GHz 이하 비 면허 대역(예: 902MHz~928MHz)에서 동작하는 무선 접속 기술을 개발하고 있다.

IEEE 802.11af에서 개발 중인 Wi-Fi 무선 접속 기술은 슈퍼 Wi-Fi라고도 많이 알려져 있으며, TV 화이트 스페이스에서 비 면허 사용을 위해 요구되는 규제 조건을 만족하기 위한 기술들을 개발하고 있다.

TV 화이트 스페이스에서는, 방송사업자들이 송출하는 방송신호를 보호해 주기 위해 비 면허 장비들이 주기적으로 스펙트럼 센싱을 수행하여 방송신호를 검출하거나, 자신의 위치 정보를 바탕으로 사용 가능한 TV 채널 정보를 데이터베이스로부터 얻어와 방송 신호를 보호해야 한다.

미국 연방 통신 위원회(FCC)에서 발표한 최종 전파 규제 안에 따르면, 방송신호는 스펙트럼 센싱 대신 데이터베이스를 활용하여 보호할 것을 요구하고 있다. 무선 기지국들은 +/-50meter 오차 범위 내에서 자신의 위치 정보를 계산할 수 있어야 하며, 해당 위치에서 사용 가능한 TV 채널 정보를 데이터베이스로부터 얻어와 서비스를 시작할 수 있다. 무선 단말의 TV 화이트 스페이스 동작은, 반드시 무선 기지국의 통제를 받아야 하며, 이를 위해 무선 기지국으로부터 사용 가능한 TV 채널 정보를 전달 받아야 한다.

IEEE 802.11af와 달리 IEEE 802.11ah에서 개발 중인 Wi-Fi 무선 접속 기술은, Smart Grid, Machine to Machine(M2M)과 같은 응용 서비스를 효과적으로 지원하기 위해 서비스 범위 확대와 더불어 수천 개의 단말들을 효과적으로 지원하기 위한 향상된 매체 접속 제어 기술들을 개발하고 있다.

기존 Wi-Fi에서는, 최대 2,007개 단말까지 무선 기지국에 연결할 수 있었다. 하지만, Smart Grid, Machine to Machine(M2M)과 같은 응용 서비스들은 6,000~8,000개 이상의 단말들이 접속하는 것을 요구하고 있다. 8,000개 단말들이 동시에 전송하는 경우, 은닉 노드 문제(Hidden Node Problem) 등으로 인해 매체 접속 제어 효율성이 떨어지는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해, IEEE 802.11ah에서는 단말들을 몇 개의 그룹으로 구성하고 각 그룹을 서로 다른 시간 간격으로 서비스하는 방식을 사용할 계획이다.

표준화 관점에서 IEEE 802.11af, IEEE 802.11ah는 2014년에 표준 완료가 예상되며, 제품 인증과 관련해서는 현재 WFA에서 논의 중인 단계로 2014년에 상용화가 가능할 것으로 예상된다.

## 2.3 전력 소모 감소

스마트폰 시장의 급속한 확대로 인해 Wi-Fi에 대한 전력 소모 감소는, 현재 Wi-Fi 무선 접속 기술에서 요구되는 중요 이슈 중에 하나이다.

2011년에 Wireless Network Management를 다루는 IEEE 802.11v 표준이 완료되었다. IEEE 802.11v에서 다루고 있는 다양한 기술 중, 전력 소모 감소와 관련된 기능을 대상으로 WFA에서는 호환성 인증 프로그램을 준비 중이다. 아래는 IEEE 802.11v에서 지원하는 전력 소모 감소 기능 중, 일부에 대한 설명이다.

- Proxy Address Resolution Protocol(ARP): 무선 기지국이 ARP 요청 프레임은 단말들에게 중계 하지 않고 대신 ARP 응답 프레임을 회신하는 것으로, 단말들이 ARP 요청 프레임을 수신하면서 발생하는 전력 소모를 줄임.
- BSS Max Idle Period: 단말로부터 임의의 시간 동안 프레임을 수신하지 않으면, 무선 기지국은 해당 단말의 연결을 끊음. BSS Max Idle Period 기능은, 이러한 시간 정보를 무선 단말들에게 전달하여 보다 오랜 시간 동안 전원 절약 모드에서 동작할 수 있게 하는 것.
- Traffic Filtering Service: 단말이 수신하기 원하는 트래픽 정보를 무선 기지국에게 전달하고, 해당 트래픽 정보와 일치하지 않는 트래픽들은 무선 기지국이 단말로 전송하기 전에 버리는 기능.
- Sleep Mode: 단말이 DTIM 간격으로 전송되는 Beacon 신호를 수신하지 않고, 보다 오랜 시간 동안 전원 절약 모드에서 동작할 수 있게 하는 것.
- BSS Termination Notification: 무선 기지국이 서비스를 중단할 경우, 해당 시점을 단말에게 알리는 기능.

## 3. Wi-Fi 응용 기술의 진화

### 3.1 기기간 통신

파일 공유, 고화질 비디오 전송 등 기기간 통신에 대한

수요가 증가됨에 따라서, Wi-Fi 에서도 Wi-Fi Direct, Wi-Fi Tunneled Direct Link Setup(TDLS)과 같은 기기간 통신 기술들이 개발되었다.

Wi-Fi Direct는 무선 기지국이 없는 환경에서, 단말 중에 하나가 무선 기지국과 같은 역할의 Group Owner가 되어 단말들을 관리하는 기술이다. 반면, Wi-Fi TDLS는 무선 기지국이 존재하는 환경에서, 단말들 간에 사용자 간섭 없이 기기간 통신을 지원하는 기술이다.

Wi-Fi Direct는 WFA 내에서 표준 제정과 호환성 인증을 모두 진행하였다. 하지만, Wi-Fi TDLS는 IEEE 802.11z에서 표준 완료하였고 이것에 대한 호환성 인증을 WFA에서 2012년 3Q부터 시작하고 있다.

고화질 비디오 전송과 같이 높은 수준의 서비스 품질을 요구하는 경우, IEEE 802.11ac 같은 기가 비트 무선 접속 기술이 요구된다. 5GHz 대역에서는 단말이 Wi-Fi Direct를 지원하기 어려운 문제를 가진다. 따라서 고화질 비디오 전송의 경우, Wi-Fi Direct 보다 Wi-Fi TDLS 기반의 기가 비트 무선 접속 기술이 사용자에게 보다 좋은 서비스 품질을 제공할 것으로 기대된다.

### 3.2 핸드오프

스마트폰 시장의 급속한 확대에 의해 이동통신 망 내에 데이터 사용량이 포화 상태에 이르게 되었고, 이로 인해 데이터 사용량을 이동통신 망에서 Wi-Fi 네트워크로 이동시키기 위한 노력이 Wi-Fi에서 진행되고 있다.

Wi-Fi Passpoint는 단말이 보다 향상된 서비스 품질을 받기 위해, 이동통신 망에서 Wi-Fi 네트워크로 핸드오프하는 기술을 제공한다.

Wi-Fi Passpoint는 2011년에 완료된 IEEE 802.11u 표준을 기반으로 하고 있으며, Generic Advertisement Service(GAS)와 Access Network Query Protocol(ANQP)을 기반으로 Association 이전에 Wi-Fi 네트워크에 연결된 서비스 공급자와 관련된 시스템 정보를 단말에게 제공할 수 있다.

또한, Access Network 옵션 정보를 Beacon 프레임에 포함하여 단말에 제공함으로써, 해당 AP로부터 제공될 서비스 특징을 미리 알 수도 있다.

하지만, Wi-Fi Passpoint를 통해 사용자에게 Seamless 핸드오프를 제공할 수 있는 것은 아니며, 사용자가 Wi-Fi 네트워크로 핸드오프하는 것을 돕는 역할을 수행한다.

### 3.3 스트리밍

Wi-Fi를 활용한 오디오/비디오 스트리밍 서비스는, Wi-Fi 차세대 주요 응용 서비스로 많은 주목을 받아 왔다. 이에 2012년 3Q부터 WFA에서는 IEEE 802.11n을 기반으로 한 Wi-Fi Miracast 호환성 인증 프로그램을 시작하였다.

Wi-Fi Miracast는 Wi-Fi Direct, Wi-Fi TDLS를 사용하여 기기간 통신을 지원하며, 그 위에 MPEG2TS(Transport Stream)/RTP/UDP/IP 기반으로 오디오/비디오 스트리밍 서비스를 구현하였다. 또한, IEEE 802.1as을 사용하여 소스 단말과 싱크 단말 간에 시간 동기를 맞추고 있다.

Wi-Fi Miracast는 다양한 AV Codec을 지원하며, 선택 기능으로 3D 형식의 스트리밍 서비스도 지원 가능하다.

향후, IEEE 802.11ac 제품의 상용화가 본격적으로 이루어지면, Wi-Fi Miracast 역시 기가 비트 무선 접속 기술을 통한 보다 높은 수준의 서비스 품질로 업데이트 될 예정이다.

### 3.4 네트워킹

소셜 네트워크(Social Network) 등에 Wi-Fi를 활용하는 경우가 많아지면서, Wi-Fi에서는 다양한 네트워킹 기술에 대해 논의, 개발되고 있다.

IEEE 802.11ai에서는, 단말이 무선 기지국에 연결하는 시간을 줄이기 위한 방법으로 무선 기지국 검색 및 보안 설정 과정을 최적화하는 기술들을 개발 중에 있다. 특히, 유동 인구가 많은 도심에서 많은 수의 단말이 동시에 Wi-Fi에 접속하는 경우, 단말의 무선 기지국 접속 시간을 줄이는 것이 주요 이슈 중 하나이다.

IEEE 802.11aq에서는, 단말이 무선 기지국에 연결하기

전에 무선 기지국이 지원하는 서비스들을 단말에 제공하는 기술들을 개발 중에 있다. IEEE 802.11u에서 제정한 GAS/ANQP를 활용하여, 무선 기지국에 연결된 서버(예: 프린터 서버, 파일 서버, 웹 서버)의 존재 및 접속 가능 여부 등을 사전에 알려주는 기능을 하게 된다.

IEEE 802.11ak에서는, Wi-Fi를 IEEE 802의 다른 망과 브리지(Bridge) 형태로 연결시키는 것을 목적으로 기술을 개발 중에 있다. 즉, 단말이 무선 기지국과 연결을 갖으면서 동시에 IEEE 802.3과 같은 다른 망에 연결되어 프레임을 포워딩하고 전달 받는 기능을 하게 된다.

IEEE 802.11ai, IEEE 802.11aq, IEEE 802.11ak의 활동들은 2012년부터 표준 개정 작업을 시작한 것으로 2015년에 표준 완료가 예상된다. 한편, WFA에서도 Serial Bus, Docking, Sensor 네트워크 같은 다양한 응용 서비스를 지원하기 위한 목적으로, 상위 계층에서 네트워킹 기술을 개발 중에 있다.

#### 4. 맺음말

Wi-Fi는 근거리 무선 통신 기술로 노트북, 태블릿 PC, 스마트폰의 기본 사양이 되어 사용자에 많은 응용 서비스를 제공하고 있다. 향후에는, 디지털 TV, 가전과 같은 다른 Consumer Electronics(CE) 장비들에도 Wi-Fi가 탑재되어

사용자에 보다 많은 서비스를 제공할 것으로 예상된다.

지속적으로 증가하는 Wi-Fi 시장을 효과적으로 지원하기 위해서는, IEEE 802.11 및 WFA에서 진행 중인 표준 기술 개발 및 제품 인증과 별도로 주파수 확보에 대한 필요성이 요구된다.

현재, 2.4GHz ISM 대역은 블루투스 등 다른 무선 통신 기술과 함께 사용되고 있으며, 이미 포화 상태에 이르고 있다. 때문에, 최근 들어 5GHz에서 Wi-Fi 서비스가 많은 각광을 받고 있다.


하지만, 국내 5GHz 주파수 할당을 보면, 비 면허 대역 일부가 방송 주파수 용도로 할당되는 등, 북미, EU, 일본 등 다른 국가들에 사용 가능 주파수가 상대적으로 적다는 한계를 가진다.

북미, EU 등에서는 5GHz에 더 많은 비 면허 주파수를 개방하여 Wi-Fi 서비스를 더욱 활성화하려는 계획을 가지고 있는 것을 고려하여, 국내에서도 비 면허 주파수 확대에 대한 관심이 요구된다.

#### [참고문헌]

[1] 802.11 Snapshots, November 2012.

<https://mentor.ieee.org/802.11/dcn/12/11-12-1210-01-0000-802-11-snapshots-san-antonio-november-2012>.

pptx 



### 정보통신 용어 해설

#### 위치 기반 앱 Location Based App [통신서비스]

※

위치와 관련된 서비스를 제공하는 앱. 위치 정보를 바탕으로 이용자에게 여러 가지 서비스를 제공하는 앱으로 스마트폰 소지자가 특정 위치에 접근하면 해당 장소 근처에서 사용할 수 있는 앱이다. 최근에는 특정 위치에 접근하면 사용 가능한 앱을 자동 추천하는 앱도 출시되고 있다.