

5세대 무선 LAN 기술 연구

권 오 훈*, 김 여 겸**, 이 명 훈***, 김 학 범****

요 약

최근 스마트폰 2000만 시대가 열리면서 무선 데이터 트래픽이 폭증하고 있다. 이동통신사들은 LTE 구축과 함께 네트워크 가상화 기술도입에 나섰고 기업들 역시 한 단계 진화된 무선 LAN 도입을 서두르고 있다. 이러한 무선 LAN을 이용한 스마트폰 수요 및 태블릿 PC 가 폭발적으로 증가함에 따라 무선 LAN에 기반한 새로운 기술들이 활발히 논의되고 있다. 현재 사용자들이 가장 많이 사용하고 있는 802.11n의 후속으로, 차세대 스마트폰을 위한 핵심 기술로서 고용량 데이터 및 동영상을 보낼 수 있는 Gbps급 전송을 지원하는 IEEE 802.11 ac, IEEE 802.11 ad가 연구 중이다. 또한 광역 서비스를 지원하는 IEEE 802.11 af 및 IEEE 802.11 ah, 인증서비스를 간소화하여 초기링크 셋업시간을 감소시켜주는 IEEE 802.11 ai에 대해 본 논문에서는 무선 LAN 그룹의 연구와 분석에 대해 기술하고자 한다.

I. 서 론

무선 LAN은 편리한 이동성 및 편의성과 유선 LAN에 근접한 속도를 지원하면서 사무실 및 가정 또는 공공기관 등에서 효율적으로 사용하고 있다. 최근에는 망사업자(ISP)들에 의한 무선 LAN 서비스도 활성화 되고 있다. ‘차세대 무선 통신’ 이라고 통칭하는 와이파이(Wi-Fi)는 무선 LAN이 설치된 곳을 중심으로 일정 거리안으로 노트북이나 스마트폰, 컴퓨터를 통해 무료로 인터넷을 사용할 수 있다. 이러한 편의성 때문에 많은 사용자들이 사용하기도 한다.

2009년 11월 표준화 된 IEEE 802.11n은 2.4GHz와 5Ghz 대역을 사용하며 최대 600Mbps 까지 지원 가능한 기반의 무선 LAN 플랫폼 제품이며 IEEE 802.11n 및 보안 인증을 강화한 802.11i 등 무선 LAN 보급이 더욱 가시화될 전망이다.

하지만 Big Data가 트렌드인 시대에 고용량 데이터 및 동영상을 전송하려면 유선LAN에서 지원하는 Gbps급 이상의 속도가 나와야 하며 IEEE 802.11n의 성능 해결을 위하여 후속으로 진행되고 있는 IEEE 802.11 ac 그룹이 2008년 11월에 형성되었다. IEEE 802.11 ac

는 IEEE 802.11n 대비 2배 이상의 전송속도인 1Gbps 이상을 지원하여 압축되지 않은 HD 동영상의 전송을 가능하게 하며 개선된 Coverage와 전력소모 기능을 갖고 기존 무선 LAN 사양(802.11 b/g/n) 과의 호환성을 지원한다. 또한 TV 유휴대역(TV White Space, TVWS)을 활용한 슈퍼 와이파이가 추진 중이다.

TV 방송주파수 대역 중 지역적으로 사용하지 않고 비어있는 대역을 와이파이로 사용하자는 논의는 국외에서도 본격화하고 있으며 현재 Wi-Fi용 주파수 대역대비 도달거리 3배, 투과율은 9배, Coverage 면적은 16배 등 우수한 특성을 가지고 있어 활용가치가 높다. 이러한 광역대역을 토대로 IEEE 802.11 af / ah도 활발히 연구 중이며 FILS의 대한 시간을 감소하기 위한 802.11 ai도 활발히 논의되고 있다.

본 논문에서는 IEEE 802.11 ac, IEEE 802.11 ad, IEEE 802.11 af, IEEE 802.11 ah, IEEE 802.11 ai에 대해 전반적으로 다룬다.

II. 5세대 무선 LAN 기술동향

실제 환경에서 기존보다 전송 속도를 높인 IEEE

* 동국대학교 국제정보대학원 (hunny_0401@naver.com)

** 동국대학교 국제정보대학원 (tead20@nate.com)

*** 동국대학교 국제정보대학원 (kuki2012@gmail.com)

**** (주)지엔에스인증원/동국대학교 국제정보대학원 (khh0305@gns-iso.co.kr)

802.11 ac/ad는 1 Gbps이상을 지원하는 빠른 속도를 지원한다. 현재 레노보, 모토로라, 넷기어 등 5세대에 이르는 무선 LAN 적용을 추진하고 있으며 크게 3가지 방향으로 가이드를 제시하고 있다. 아울러서 기존의 무선 LAN 보다 광역을 넓혀서 TVWS 대역을 활용하는 IEEE 802.11 af/ah 가 있다.

마지막으로 기존의 무선 LAN은 인증 시간이 길기 때문에 간소화를 시켜주는 IEEE 802.11 ai가 진행 중에 있다.

[표 1] 5세대 무선 LAN 정보

TG	현재 상황	제품 등장 시기	표준화 승인 예정
802.11 ac	Draft 2.0이 승인	2013년 초	2012년 말
802.11 ad	Draft 7.0이 승인	2012년 말	2013년 초
802.11 af	Draft 1.0이 승인	미정	2014년 초
802.11 ah	진행중	미정	2015년 초
802.11 ai	진행중	미정	미정

III. 차세대 무선 LAN 연구

3.1 802.11 TGac

3.1.1 정의

수백 Mbps 이상의 초고속 전송 속도를 요구하는 멀티미디어 서비스를 이용하려는 사용자의 대부분이 주로 유목적(Nomadic) 환경에서 서비스를 사용하고 있는 실정이다. 현재까지는 최대 600Mbps까지 지원하는 IEEE 802.11n 기반의 무선 LAN 제품이 시장에 퍼져 있다. Cisco's 2011 Visual Networking Index Forecast에서는 전 세계적으로 디지털 콘텐츠 중 동영상 콘텐츠를 사용하는 사용자들이 90%까지 육박할 것으로 예상했다^[6]. 하지만 위와 같은 IEEE 802.11n의 성능에도 불구하고 WFA(Wi-Fi Alliance)의 분석에 의하면 압축되지 않은 비디오, 예를 들어 1920×1080 pixels, 12bit/pixels, 초당 60 프레임 정도의 1,080p 급 비디오를 전송하려면 Gbps 이상의 전송 속도를 필요로 한다. 즉, IEEE 802.11n에서 제시하는 PHY에서의 최대 성능인 600Mbps는 이러한 요구사항을 만족시킬 수 없다. IEEE 802.11n의 성능이 이에 미치지 못함에 따라

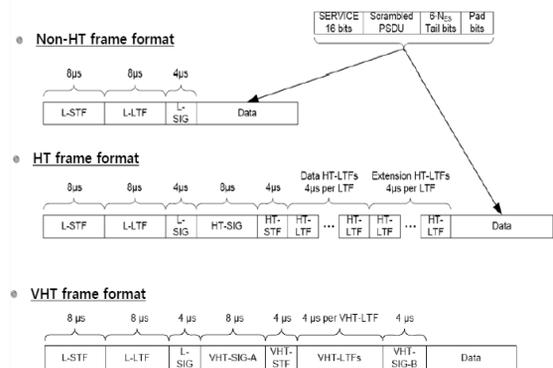
IEEE에서는 차세대 무선전송방식인 VHT 무선 전송 기술 표준을 개발하기 위해 2007년 5월 VHT Study Group를 출범하였다. 이중 5GHz 대역을 사용하는 VHTL6이 2008년 11월부터 TGac로 본격적인 표준화를 시작하였다^[1].

3.1.2 특징

IEEE 802.11n보다 빠른 IEEE 802.11 ac의 특징은 첫째 Gigabit의 속도로 802.11n보다 약 3배정도 속도가 빠르다. 둘째, 모든 범위에서 퍼포먼스가 뛰어나고 dead spot의 범위가 작으며 미디어 스트리밍 연결과 beamforming 기술의 신뢰성이 향상되었다. 마지막으로 5GHz 대역을 사용하여 802.11 a/n에 대한 이전버전과 호환성이 잘되며 서로의 간섭을 덜 받을 수 있다. 802.11n의 속도는 600Mbps, bandwidth는 40MHz이며 spatial stream은 4 streams에 order modulation은 64-QAM 5/6 이다. 802.11 ac의 속도는 6.933Gbps, bandwidth는 160MHz이며 spatial stream은 8 streams에 order modulation은 256-QAM 5/6 으로 향상되었다.

3.1.3 Frame Format

이전과 동일하게 L-STF, L-LTF, L-SIG가 있는데 이전 버전과 호환성을 위한 legacy field로 사용된다. VHT-SIF-A는 VHT STA들의 common 정보 전송을 위한 VHT field이며 VHT-STF, VHT-LTFs, VHT-SIG-B, VHT-DATA 등은 precoding되어 각 target STA으로 전송되는 VHT Field이다^[8].



[그림 1] IEEE 802.11 ac Frame format

3.1.4 Frame Auto-Detection

VHT-SIG-A를 이용하여 VHT 단말이 legacy / HT / VHT PPDU를 구별할 수 있게 한다. VHT-SIG-A의 1 번째 심볼은 BPSK modulation을 2번째 심볼은 QVPSK modulation을 나타낸다. 그리하여 첫 번째 심볼은 HT PPDU와 legacy & VHT PPDU의 구분을 할 수 있게 하고 두 번째 심볼은 legacy PPDU와 VHT PPDU 구분을 하여 legacy와 HT와 VHT PPDU를 구별한다⁷⁾.

3.1.5 DL MU-MIMO

BSS 내 하나의 AP와 여러 STA들이 존재하고 AP와 STA는 각 하나 이상의 송수신 안테나를 가지고 있다. 이전버전인 802.11n은 CSMA/CA 기반이다. 802.11n은 SU-MIMO를 사용하여 한번에 하나의 STA만이 AP와 통신하고 AP가 지원 가능한 모든 SS을 하나의 STA 독점한다. 802.11n의 동시 전송 가능한 SS 개수는 AP와 STA 안테나 개수 중 가장 적은 것을 산정한다. 반면에 802.11 ac는 MU-MIMO를 사용한다. SDMA를 적용하여 여러 STA들이 하나의 AP와 동시에 통신가능하다. 802.11 ac의 동시 전송 가능한 SS 개수는 AP 안테나 개수와 각 STA들의 안테나 개수 합인 가장 적은 것을 산정한다⁸⁾. 그의 이점으로는 AP의 안테나 개수가 많고, STA별 안테나 개수가 적을 때 SU-MIMO 대비 급격한 전송률 증가된다.

3.1.6 진행 상황

현재 Draft 2.0이 정식으로 승인된 상태이며 2013년 하반기에 표준 규격이 나올 예정이다. 그러나 Draft를 기준으로 802.11 ac 칩이 시장에 출시되었으며 관련 제품들도 빠르게 제작되고 있다.

3.2 802.11 TGad

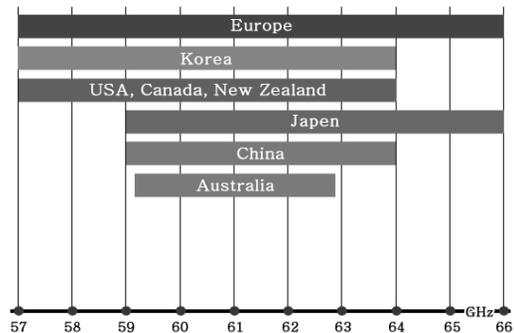
3.2.1 정의

VHT 규격에 대한 논의는 5GHz 대역을 사용하는 버전(VHTL6)과 60GHz 대역을 사용하는 버전(VHT60)으로 이원화 되어 2008년부터 앞서 설명했던 IEEE

802.11 ac와 앞으로 설명할 IEEE 802.11 ad라는 이름으로 신규 Task Group이 출범하여 2009년 1월부터 활동하기 시작하였다¹¹⁾. 국가별로 다음과 같이 면허를 허가받은 대역대가 존재한다.

[그림 2]를 보면 50GHz 대역을 사용할 수 없는 국가도 존재한다. 즉 802.11 ac의 일부 주파수 대역대를 사용할 수 없다는 것이다. 802.11 ad 규격은 이를 보완할 수 있다. 이 60GHz 스펙트럼 영역은 미국을 포함한 거의 대부분의 나라에서 사용이 가능하다. IEEE 802.11 ad는 Beamforming, PBSS, MAC 채널 액세스 기술, 공간의 재사용 기술 등이 추가되어 기존의 IEEE 802.11 기술과는 차별되는 기술을 담고 있다.

802.11 ad는 PC, 게임콘솔, 휴대용 게임기, PMP, 스마트폰, 디지털 카메라, 캠코더, HDTV, 오디오, PC 주변기기 등 다양한 홈네트워크에 적용할 수 있으며¹⁹⁾ IMS 리서치(2010) “60MHz - technologies in Consumer Electronics”에서는 2012년 이후 폭발적인 시장 증가를 예상하였다.



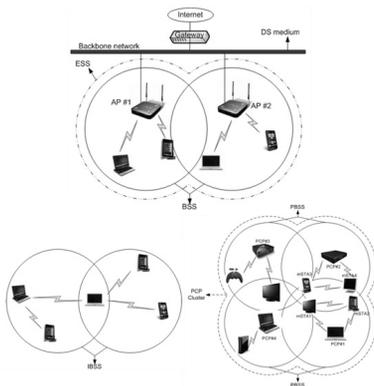
(그림 2) IEEE 802.11 ac Frame format

3.2.2 Beamforming

Beamforming은 60 GHz 주파수 대역에서 20dB의 자유 공간 전파 손실을 보상한다. Beamforming은 향상된 신호강도를 얻기 위해 여러 개의 안테나 요소를 활용하여 증가된 신호 강도로 일정한 방향으로 Beam Pattern을 형성한다¹⁹⁾. 여러 안테나 요소가 매우 작은 영역에 모여 있을 수 있기 때문에 2.4 GHz 및 5 GHz 대역에 비해 60GHz 대역대의 Beamforming이 millimeter-wave에 가장 적합하다고 설명한다.

3.2.3 PBSS

이전의 BSS처럼 AP는 콘텐츠를 수신하여 사용하지 못하고 단지 네트워크를 경유하여 트래픽을 중계하는 것과는 달리 802.11 ad는 IBSS의 기능을 가지게 되어 Peer to Peer, ad-hoc 통신처럼 AP를 거치지 않고 데이터 통신을 하면서 네트워크 안에서 콘텐츠를 생성하거나 수신하여 사용하는 동작을 수행한다. 또한 이렇게 하여 네트워크에 있는 모든 장치들의 전력소모를 낮출 수 있다. 그러나 방향성 통신환경에서 향상된 전력절감, QoS 지원 및 스펙트럼 관리를 위해서 PBSS는 네트워크 내에 있는 하나의 장치를 PCP로 정의하여 임의의 장치가 Beacon을 전송하는 IBSS와 달리 오직 PCP만이 Beacon을 전송한다.



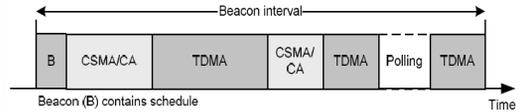
(그림 3) BSS, IBSS, PBSS

3.2.4 MAC Chanel Access

직진성과 심각한 경로 손실을 겪는 60 GHz 특성상 beamforming 기술을 적용해야 하는 802.11 ad에서는 기존의 802.11 MAC은 CSMA/CA 액세스 기법에 기반을 두고 전 방향 송수신관리와 충돌로 인해 random backoff 관리 기법을 사용하고 있는 기법만으로 충분하지 않다. 따라서 802.11 ad에서는 802.11MAC이 SA를 허용하도록 했다.

SA는 하나의 장치가 활성화 되어 있고 다른 장치로 beam pattern이 지향되어 있을 때 미리 사용할 수 있는 시간 구간을 알도록 허용한 것이다⁹⁾. 이러한 방식은 TDMA 방식에 속하는데 이러한 SA 도입으로 향상된

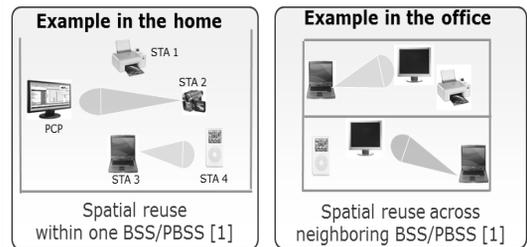
전력관리, QoS 지원 및 방향성 통신의 효과적인 지원이 가능하게 되었다.



(그림 4) 802.11 MAC의 향상된 가능성

3.2.5 Spatial Reuse

60GHz를 이용한 방향성 통신은 인접 통신링크들 사이에서 공간을 재사용하게 하여 높은 이점을 제공한다. 안테나가 증가하면 할수록 안테나의 Beamwidth는 감소하게 되고 이러한 이유로 인접 통신링크로부터 또는 링크로 유입되는 간섭을 점점 줄일 수 있다.



(그림 5) 802.11 Spatial Reuse의 사례

3.2.6 진행 상황

802.11 ad는 2009년 1월 (LA 회의) Task Group에서 본격적으로 출범했다⁵⁾. 2011년 12월에 D5.0으로 Sponsor Ballot 진입했으며 RevCom & SB Approval은 2012년 12월 예정이다. WPAN(802.15.3c)와의 차별성 입증 및 Coverage 확대기술에 주력할 것으로 보인다.

3.3 802.11 TGah

3.3.1 정의

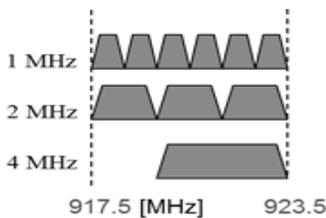
802.11 TGah는 1GHz이하의 주파수 대역을 사용하는 무선랜 기술을 총칭하는 기술이며 2010년 9월 처음 Task Group이 생성되었다¹¹⁾. 1GHz이하의 주파수를 이

용해 기존의 스마트그리드나 ITS 등 WLAN 기술들을 좀 더 확장시킬 수 있을 것이라 예상하고 있다. Task Group에서 내놓은 응용사례들을 다음과 같다.

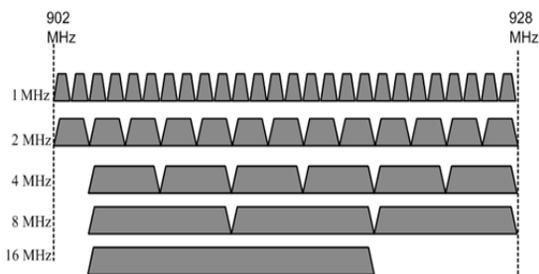
- Use Case 1 : Sensors and meters
- Use Case 2 : Backhaul Sensor and meter data
- Use Case 3 : Extended range hotspot and cellular offloading
- Use Case 4 : Indoor/Outdoor streaming data
- Use Case 5 : Electronic Menu & Coupon Distribution
- Use Case 6 : Indoor & Outdoor Location
- Use Case 7 : AP power saving

3.3.2 각 국가별 IEEE 802.11 TGah 채널 할당

현재까지 802.11 TGah에 할당할 채널을 정의한 나라는 한국과 미국 외에 유럽, 일본, 중국, 싱가포르가 채널할당 안을 Task group에 제안한 상태이다^[5].



(그림 6) 한국의 IEEE 802.11 TGah 채널 할당



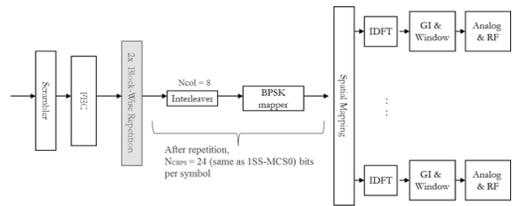
(그림 7) 미국의 IEEE 802.11 TGah 채널 할당

3.3.3 현재까지 합의된 주요기술

1MHz, 2MHz, 4 MHz, 8MHz 및 16MHz 전송방식이 포함되며 이 중에서 1 MHz와 2 MHz는 11ah Station(STA)에 반드시 포함되어야 한다. 그 중에서 2

MHz의 경우에는 총 64개의 tone을 갖는 OFDM 방식을 사용하여야 한다^[5].

2MHz PHY전송에서 모든 PHY전송 대역폭을 위한 tone 간격은 같다. PHY Packet을 1MHz 대역폭 모드와 2MHz 이상 대역폭 모드로 구분하여, 주 응용목적에 따라 분리대응이 가능하도록 하며, 프리앰블의 반복회수는 [그림 8]에서 보듯이 저가용 기기를 위하여 2배로 제한한다.

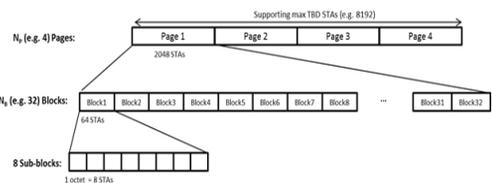


(그림 8) MCS0-Rep2 Mode

AP는 non-AP STAs에게 정확한 TSF 타이머 정보를 제공함으로써 저전력 기기 운용을 지원한다. 수만대 이상의 STA들이 하나의 AP에 접속할 수 있는 기능을 지원하기 위해 계층적 구조를 가진 TIM 방식을 이용한다.

3.3.4 MFF(Management Frame Format)

약식화한 Short Beacon을 사용함으로써 전력소모에 대한 수신기 부담을 최대한 억제한다. 약식화한 Short Beacon의 주요한 field로는 “Time of Next Full Beacon field”, “Compressed SSID field”, “Access Network Options field”가 있다.



(그림 9) Short Beacon Frame Format

Short Beacon은 다음에 올 Full Beacon 시간을 가지고 온다. 이때 “Time of Next Full Beacon field”가 그 역할을 하게 된다. 주기적으로 Full Beacon을 보내는 네트워크 안에서 수동탐색을 사용하는 새로운 장치는

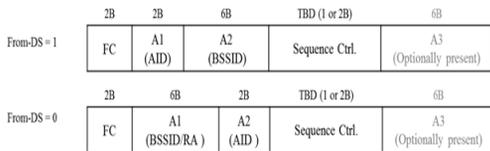
Short Beacon을 탐색한 후 Full Beacon을 받을 때까지 대기모드로 전원을 절약한다.

Compressed SSID field 는 BSS에 존재하는 SSID 정보를 포함하고 있다. 가용 범위내의 전체 SSID의 정보를 알고 있는 디바이스는 임의의 AP로부터 전송받은 압축된 SSID를 디코딩하여 BSS가 존재함을 확인할 수 있다. 압축된 SSID는 전체 SSID의 해쉬 값이 포함된다.

Access Network Options field는 SSID에 의존하여 찾는 대신에 제공되는 접근 서비스를 바탕으로 원하는 AP를 정확히 찾아내는데 도와준다.

3.3.5 Short MAC Header

기존의 MAC Header와 달리 센서 트래픽 같은 IEEE 802.11 TGah 사용 케이스에서는 싱글 패킷 전송을 위한 NAV가 필요하지 않다. 데이터 교환은 같은 BSS안의 단말끼리 수행하기 때문에 A3와 A4 field는 필요하지 않다. 간단한 단말기는 굳이 QoS 요구 같은 기능은 갖고 있지 않아도 된다. 이와 같은 이유로 여러 Field를 삭제하여 18 Octect을 줄일 수 있었다.



(그림 10) Short MAC Header Format

3.3.6 진행 상황

현재 Specification Framework 문서가 9번째 버전까지 나왔으며 이 문서를 바탕으로 Draft가 작성된다. Specification Framework 문서를 2013년 1월까지 정하는 것으로 예정되어 있으며 최종 표준안 승인은 2015년 5월로 예정되어 있다.

3.4 802.11 TGaf

3.4.1 정의

슈퍼와이파이(Super Wi-Fi)라고도 불리는 IEEE

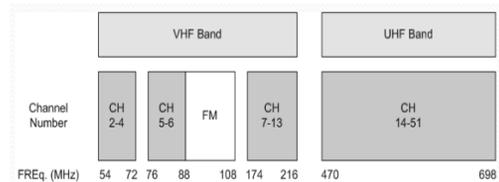
802.11 af는 TV 유휴대역(tv white space)에서의 동작을 위한 표준이다^[1]. 주파수 대역 및 엄격한 스펙트럼 마스크 적용 외에 기존의 802.11y와 802.11h의 내용을 활용하였다. IEEE 802.22 WRAN은 시골지역 등에서 쓰일 대출력 서비스용이고 IEEE 802.11 af는 소출력 서비스를 위한 확장형 Wi-Fi이다. Task Group에서 예측하는 Use Case로는 다음과 같다.

- Use Case 1 : Extended Range Wi-Fi
- Use Case 2 : Cellular-WLAN Convergence Application
- Use Case 3 : Utility Grid
- Use Case 4 : Sub 1GHz Spectrum for Smart Grid/M2M Communication
- Use Case 5 : Home/Small Office
- Use Case 6 : Public Safety

3.4.2 TVWS

아날로그 TV 방송이 디지털 TV 방송으로 전환되면서 기존에 사용하던 아날로그 TV 주파수 대역 중 일부가 사용되지 않아서 남게 된 주파수 대역과 특정 지역과 시간에 따라 사용되지 않는 주파수 대역을 “White Space”라고 한다. 2008년 11월 미국 통신방송규제기관인 FCC(Federal Communications Commission)는 TV white space(TVWS)에 대해 비면허 사용자가 사용할 수 있도록 주파수 개방을 결정하였다.

3.4.3 TVWS 대역현황



(그림 11) Available Spectrum

일반적으로 TVWS라 하면 VHF와 UHF로 구성된 총 54MHz에서 698MHz까지이다. 미국과 한국, 캐나다가 이 대역에 해당되며 일부 가드밴드는 제외한다. 유럽은 470MHz에서 790MHz에 해당한다^[15].

3.4.4 TVWS 진행상황

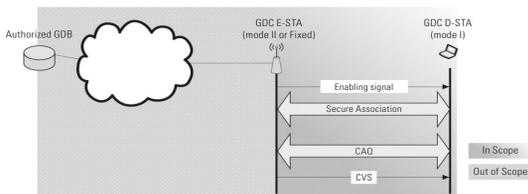
미국의 경우도 '09년부터 다양한 실험서비스를 실시 중이며 13년경에 상용 서비스를 시행할 예정이다. 영국, 일본 등도 '09년도부터 실험서비스 등을 진행 중이며, 14년 이후 상용화 될 전망이다^[10]. 우리나라의 경우에도 아날로그 TV 방송이 종료되고 디지털 방송 전환이 완료되는 2013년부터 TV 유휴대역을 활용할 수 있고 '14년에 상용서비스를 할 예정이다^[16].

3.4.5 WSDB

FCC는 2010년 1월 TVWSDB(TV 유휴대역 데이터베이스) 사업자 선정을 시작하여 1년 후 9개의 사업자를 선정하였다. 9개의 WSDB 사업자는 FCC가 요구하는 요구조건을 충족한다는 조건을 승인했다. 비면허 장비들이 WSDB에 등록됨으로써 다른 전파로부터의 간섭을 방해받지 않도록 한다.

3.4.6 IEEE 802.11 TGaf 구성도

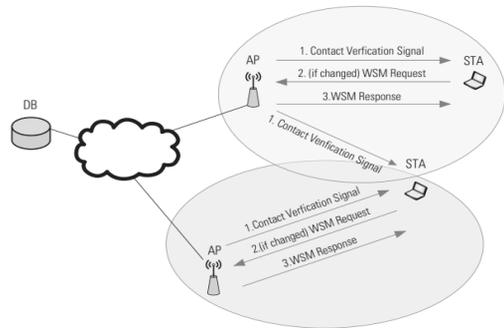
[그림 12]는 802.11 af의 구성도이다. GDC E-STA는 자신의 위치와 단말유형을 Authorized GDB에 요청한다. Authorized GDB는 GDC E-STA에게 사용 가능한 TV 채널 정보를 제공한다.



(그림 12) IEEE 802.11 TGaf 구성도

GDC E-STA는 사용 가능한 TV 채널 중에서 Wi-Fi 서비스를 시작할 운영 채널을 선택한 후, 해당 채널에서 Beacon 프레임을 전송한다. GDC D-STA는 GDC E-STA의 통제하에 Wi-Fi서비스를 제공받는다. 단말 고유 식별자를 통해 GDC D-STA이 인증 받은 단말이라는 것을 확인한 후, GDC E-STA은 WSM을 GDC-D STA에게 전송하여 TVWS에서 동작을 허가한다. 이러한 과정에서 보안성은 항상 보장받아야 한다.

3.4.7 단말 이동성 지원 프로토콜



(그림 13) 단말 이동성 지원 프로토콜

FCC에서는 GDC E-STA이 자신의 위치 정보가 100M 이상 변경되면 Authorized GDB로부터 사용 가능한 TV채널 정보를 다시 받아야 한다. GDC D-STA은 60초 마다 한 번씩, Contact Verification Signal을 GDC E-STA으로부터 수신받는다. Contact Verification Signal은 두 가지 용도로 사용된다. 첫 번째는 GDC D-STA이 GDC E-STA의 서비스 범위 안에 있다는 것을 확인하기 위해서이고, 두 번째는 GDC D-STA이 가지고 있는 White Space Map이 GDC E-STA가 가지고 있는 것과 동일한지 여부를 확인한다.

3.4.8 진행 상황

IEEE 802.11 TGaf는 현재 Draft 1.06 문서가 작성된 상태이며 2012년 7월에 Second Working Group Letter Ballot이 예정되어 있으며 최종 표준안 승인은 2014년 3월로 예정되어 있다.

3.5 802.11 TGai

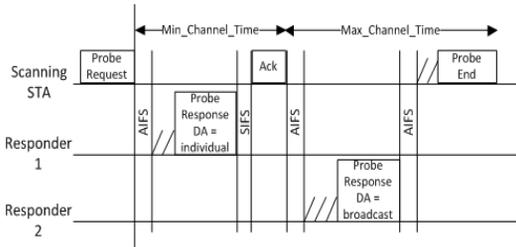
3.5.1 정의

표준 와이파이의 새로운 세대인 IEEE 802.11 TGai는 무선 네트워크의 커백션시간을 감소시켜 주며 스마트폰, 태블릿, 노트북 등 모바일 장치 전력 소비를 최적화 및 802.11 b/g/n 과 함께 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다^[1]. 최적화 방법에는 Access Point/Network Discovery, Secure Authentication 그리고 인증단계에 더 높은 계층 프로토콜 메시지 교환을 원활하게 해주는

메커니즘이 있다.

3.5.2 능동탐색 및 수동탐색

무선의 경우에는 AP가 제공해주는 가상적인 포트를 탐색해야 한다^[2]. 수동탐색은 AP로부터 Beacon 메시지를 수신하며 이 과정을 각 채널마다 수행한다. 능동탐색에 비하여 단순히 수신만 하지만 탐색시간이 길다.



(그림 14) Active Scanning

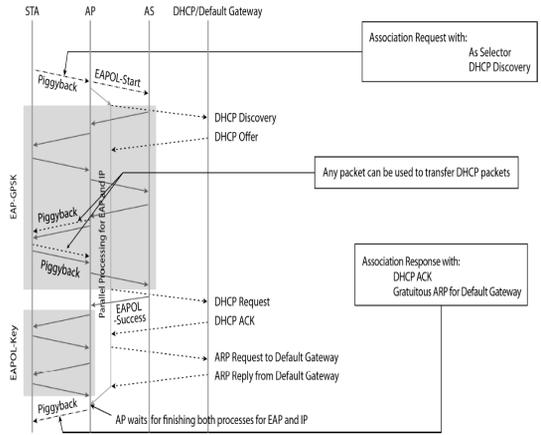
능동탐색은 각 채널마다 능동적으로 Probe 요청 메시지를 발송하고 AP로부터 응답을 수신하여 처리하며 특정 채널이나 SSID를 지정할 수 있기 때문에 탐색시간이 짧다.

3.5.3 IEEE 802.11 TGai 요구사항

현재 진행되고 있는 상황은 Link set-up Time, Scalability, Backward compatibility 이다. 첫번째로 본고에서 언급할 내용은 802.11 TGai에서 초기 연결 설정시간(initial link set-up time)을 지원하는 것이다. 이러한 솔루션은 안전하게 설정 할 수 있도록 해줄 것이다. 두번째로는 확장성(Scalability)이다. TGai는 최소한의 사용자 로드를 지원하며 이러한 해결책은 ESS에 진입하는데 1초 만에 Link Set-Up이 이루어질 것이다.

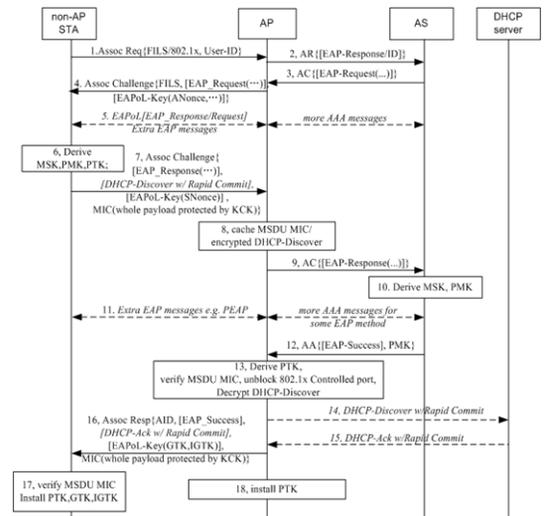
3.5.4 전체 알고리즘

piggyback이란 원래 화물 운송과정에서 화물을 적재하고 있는 트레일러를 수송차량 그대로 철도에 실어 운반하는 수송방식이다. 화물을 옮겨 실지 않고 갈아타기만으로 비용 시간을 줄일 수 있으며 네트워크상에서 일반적으로 데이터를 수송신하게 되면 수신쪽에서 ACK를 보내게 되고 보낼 데이터를 또 보내게 된다.



(그림 15) DHCP piggyback

하지만 piggyback 기술을 사용하면 수신쪽에서 보낼 데이터와 함께 ACK를 같이 보내게 되므로 오버헤드 감소 및 무선 네트워크를 효율적으로 사용하고 있다. 또한 IEEE 802.11 서버 문서인 doc IEEE 802.11-11/1160r9에서는 가장 빠른 인증방식으로 [그림 16]에서 나타내고 있다^[1].



(그림 16) Optimized EAP with concurrent PTK

3.5.5 진행사항

2011년 1월 IEEE Task Group 802.11 TGai가 정식 표준화되었으며 요구 명세서 작성이 현재까지 진행중에

있다. 신속한 접속을 실현하기 위해서 802.11 TGai 는 AP/network Discovery, TSF, Authentication 등의 절차에 대한 간소화에 집중적으로 논의 중이다^[1].

802.11 TGai는 빠른 접속을 포커스에 둬으로써 새로운 패러다임을 제시할 것이며 무선랜에 대한 에너지 효율을 최적화 할 것이다. 학계에서는 표준이 정식으로 승인되면 Wi-Fi Alliance들은 채택할 가능성이 매우 높다고 보고 있다.

IV. 결론

무선인터넷의 산업은 新 성장 사업의 중추적인 핵심으로 자리 잡아 향후 IT 산업 및 국가 브랜드를 높이는 데 큰 원동력이 될 것이다. 또한 한국은 초고속 인터넷의 구축과 활용에 노력한 결과로 가장 편리한 나라로 평가받았으며 스마트폰, 태블릿 PC의 등장으로 무선 인터넷 생태계가 조성되면서 해외의 메이저 기업들은 앞다투어 우리나라 시장으로 진입하고 있다.

본 논문에서는 이러한 트렌드에 앞서 블루오션인 무선 LAN 시장에 차세대 기술인 IEEE 802.11 ac/ad , 광역 무선 LAN IEEE 802.11 af/ah, 신속한 인증 기술을 사용하는 IEEE 802.11 ai 에 대해 기술하였다.

현재 미국 반도체 제조업체 Broadcom Corporation 은 1.8 Gbps급 이상의 속도를 지원해주는 IEEE 802.11 ac(5G 와이파이) 규격 칩을 출시하였다^[4]. 스마트폰 보급 및 데이터 정액제 확산 등으로 인해 무선 데이터 트래픽이 급증하고 있을 시기에 이러한 트래픽 폭증을 대비하기 위해서는 네트워크 업그레이드, 다음 세대의 무선 LAN 기술의 빠른 표준화 승인 및 상용화가 시급해질 시점이다. 최근 한국전자통신연구원(ETRI)을 비롯한 LG, 삼성 등 국내 IT 기관 및 산업체에서도 무선 LAN 표준화에 적극적으로 참여하여 국내기술이 차세대 무선 LAN 표준에 이바지 할 것이라고 전망된다.

약어정리

BSS	Basic Service Set
CAQ	Channel Availability Query Request
CVS	Contact Verification Signal
FCC	Federal communications commission
FILS	Fast Initial Link Set up

GDB	Geolocation database
GDC	D-STA Geolocation Database Controlled Dependent Station
GDC	E-STA Geolocation Database Controlled Enabling Station
GDC	Geolocation database controlled
IBSS	Independent Basic Service Set
ITS	Intelligent Transport Systems
MCS	Modulation and Coding Schemes
MF	Management Frame Format
MIMO	Multi-Input and Multi-Output
MU	Multi User
NAV	Network Allocation Vector
PBSS	Personal Basic Service Set
PCP	PBSS Central Point
QoS	Quality of Service
SA	Scheduled Access
STA	Station
SU	Single User
TDMA	Time Division Multiple Access
TSF	Timing Synchronization Function
TVWSDB	TV White Space Database
TVWS	TV White Spaces
UHF	Ultra High Frequency
VHF	Very High Frequency
VHT	Very High Throughput
WSM	White Space Map

참고문헌

- [1] IEEE 802.11 server (<https://mentor.ieee.org/802.11/documents>).
- [2] 윤종호, 무선 LAN 보안프로토콜, 교학사 pp. 59-94. Aug. 2005.
- [3] Behrouz A. Forouzan, 데이터 통신과 네트워크 4판, 교보문고 pp. 417-450. July. 2009.
- [4] Broadcom Corporation, “Broadcom Extends 5G WiFi Leadership with New 802.11 ac Chips for Enterprise and Wireless Cloud Networks”.
- [5] 정민호 외 2명, “차세대 무선랜 최신 기술동향”, ETRI.
- [6] Alimul Haque “IEEE 802.11 ac: 5th Generation

- WiFi Networking”.
- [7] Mirin Lew “Introduction to 802.11 ac WLAN Technology and Testing”, Agilent Technologies.
- [8] 권의근, “IEEE 802.11 ac 표준 동향”, Samsung Advanced Institute of Technology.
- [9] Eldad Perahia, “IEEE 802.11 ad: Defining the Next Generation Multi-Gbps WiFi”, Intel Corporation.
- [10] 이상윤, “주파수 공유기술 및 TV White Space 정책동향”, 방송통신정책, 제 22권, 14호, pp. 24-44. Aug. 2010.
- [11] 최성웅 외 5명, “TV 화이트 스페이스 이용 기술기준 동향”, 전자통신동향분석 제 26권, 제4호, pp. 68-78. Aug. 2011.
- [12] 최동석, “TV 유휴대역을 활용한 슈퍼 와이파이 추진 동향”, Technology Hot Issues 제 46호, pp. 1-7. Aug. 2011.
- [13] 석용호, “TV 화이트 스페이스에서 Wi-Fi 표준화 동향”, TTA Journal Vol. 140, pp. 90-94, April. 2012.
- [14] Eunsun Kim, “Introduction to TV White Spaces and Brief Overview of IEEE 802.11 TGaf”, OSIA S&TR JOURNAL, Vol. 24, No. 2, pp. 51-56, Sep. 2011.
- [15] Fanny Mlinarsky, “Off the Hook: Advances in Wireless LAN Technologies” <http://www.octoscope.com>.
- [16] 김영일, “방통위, “TV 유휴대역(White Space) 활용 기본계획”확정”, 방송통신위원회, 2011. 12. 26.
- [17] 이승형, “WLAN 1GHz 이하의 저주파대역에서 동작하는 Wireless LAN 기술 표준화 동향”, 한국정보통신기술협회.

〈著者紹介〉



권 오 훈 (Kwon Oh Hun)
학생회원

2012년 2월: 호서대학교 정보보호
학과 졸업
2012년 3월~현재: 동국대학교 정
보보호학과 석사과정
<관심분야> 네트워크보안, 정보보호



김 여 겸 (Kim Yeo Gyeom)
학생회원

2012년 3월~현재: 동국대학교 정
보보호학과 석사과정
<관심분야> 클라우드보안, 보안아
키택처



이 명 훈 (Lee Myoung Hun)
학생회원

2012년 2월: 중부대학교 정보보호
학과 졸업
2012년 3월~현재: 동국대학교 정
보보호학과 석사과정
<관심분야> 암호학, 클라우드보안,
DB보안



김 학 범 (Hak-Beom KIM)
정회원

1990년 8월: 중앙대학교 대학원 전
자계산학과 졸업(공학석사)
2001년 2월: 아주대학교 대학원 컴
퓨터공학과 졸업(공학박사)
1991년 10월~1996년 6월: 한국전
산원 주임연구원
1996년 7월~2001년 8월: 한국정
보보호진흥원 기술표준팀장
2001년 9월~2003년 1월: (주)드
림시큐리티 상무이사
2003년 2월~2005년 3월: (주)장
미디어인터랙티브 상무이사
2008년 4월~2009년 6월: 인포섹
(주) 수석컨설턴트
2009년 7월~2010년 12월: 에스지
에이(주) 연구소장
2001년 3월~2009년 2월: 순천향
대학교 정보보호학과 겸임교수
2005년 9월~현재: 동국대학교 국
제정보대학원 겸임교수
2011년 7월~현재: 한국정보보호학
회 이사
2011년 9월~현재: (주)지엔에스인
증원 ISMS본부장
<관심분야> ISO 27001, PIMS,
ISMS, 클라우드컴퓨팅 보안, 개인
정보보호