IEEE 802.11ac Gigabit 무선랜 표준화 동향

이재승* 정민호** 이석규***

2009 년 9 월 IEEE 에서 802.11n 규격이 최종 승인되었으며, 이로 인해 11n 기반의 무선랜 보급이 더욱 본격화되고 있다. 하지만 초고화질의 영상을 압축하지 않고 전송하려면 Gbps 이상의 전송 속도가 필요하며, 이를 위해 IEEE 에서 새로운 무선랜 규격에 대한 표준화가 시작되었다. IEEE 802.11ac 는 802.11n 의 뒤를 이은 차세대 무선랜 규격으로 다중 사용자 동시 접속 및 Gbps 급 이상의 고성능 지원에 초점을 맞추고 있으며, 802.11ac 가 표준화 완료될 경우 이를 통해 블루레이 및 압축되지 않은 초고화질 비디오 서비스를 실시간으로 제공할 수 있게 된다. 최근 와이파이를 채용한 스마트폰에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 802.11ac 는 차세대 스마트폰을 위한 핵심 기술이라고도 할 수 있다. 본 고에서는 이러한 IEEE 802.11ac Gigabit 무선랜 기술에 대한 표준화 추진 현황 및 주요 이슈들에 대해 기술하고자 한다. ▨

목 차

Ⅰ. 서 론

Ⅱ. IEEE 802.11ac 개요

Ⅲ. IEEE 802.11ac 표준화 추진 체계 및 추진 현황

Ⅳ. 주요 표준화 추진 항목

Ⅴ. 결 론

* ETRI 근거리무선전송연구팀/전문위원
** ETRI 근거리무선전송연구팀/선임연구원
*** ETRI 근거리무선전송연구팀/팀장

Ⅰ. 서 론

근거리 무선 환경에서의 다양한 멀티미디어 서비스 요구가 지속적으로 증가하면서 무선랜 서비스에 대한 규격이 10 여년 전부터 논의되기 시작하여 오늘날에 이르고 있다. 최근에는 최대 600Mbps 까지 지원 가능한 IEEE 802.11n 기반의 무선랜 제품이 시장에 퍼지고 있으며, 2009 년 9 월 IEEE 에서 802.11n 규격이 최종 승인됨에 따라 11n 기반의 무선랜 보급은 더욱 본격화 될 것으로 전망되고 있다.

하지만 초고화질 영상을 압축하지 않고 전송하려면 Gbps 이상의 전송 속도가 필요하며, 802.11n 의 성능이 이에 미치지 못함에 따라 IEEE 에서는 차세대 무선전송 방식인 VHT(Very High Throughput) 무선 전송 기술 표준을 개발하기 위해 2007 년 5 월 VHT Study Group 을 출범하였다. VHT 규격에 대

한 논의는 5GHz 대역을 사용하는 VHTL6 와 60GHz 대역을 사용하는 VHT60 로 이원화되어 2008 년부터는 논의가 독립적으로 진행되고 있으며, 이중 VHTL6 는 2008 년 11 월부터 정식 TG(Task Group)로 전환되어 TGac 라는 이름으로 본격적인 표준화를 시작하였다.

IEEE 802.11ac 는 802.11n 의 뒤를 이은 차세대 무선랜 규격으로 다중 사용자 동시 접속 및 Gbps 급 이상의 고성능 지원에 초점을 맞추고 있으며, 802.11ac 가 표준화 완료될 경우 이를 통해 블루레이 및 압축되지 않은 초고화질 비디오 서비스를 실시간으로 제공할 수 있게 된다. 최근 와이파이를 채용한 스마트폰에 대한 수요가 폭발적으로 증가하고 있으며, 802.11ac 는 차세대 스마트폰을 위한 핵심 기술이라고도 할 수 있다. 본 고에서는 이러한 IEEE 802.11ac Gigabit 무선랜 기술에 대한 표준화 추진 현황 및 주요 이슈들에 대해 기술하고자 한다.

II. IEEE 802.11ac 개요

수백 Mbps 이상의 초고속 전송 속도를 요구하는 멀티미디어 서비스를 이용하려는 사용자의 대부분이 주로 유목적(Nomadic) 환경에서 서비스를 사용하고 있는 실정이다. 따라서, OFDM 을 이용하는 고속 무선랜 계열 서비스의 중요성이 날로 높아지고 있으며, 최근에는 최대 600Mbps 까지 지원하는 IEEE 802.11n 기반의 무선랜 제품이 시장에 퍼지고 있다.

IEEE 802.11n 은 2003 년부터 표준화가 시작되었으며, 2009 년 9 월 802.11n 규격이 최종 승인되었다. IEEE 802.11n 은 MIMO, LDPC, Aggregation 등의 핵심 기술을 활용하여 기존 IEEE 802.11a 에 비해 PHY 에서의 최대 성능을 54Mbps 에서 600Mbps 로 11 배 가까이 대폭 끌어 올렸으며, 더불어 동작 범위를 대폭 늘렸고 신호의 품질 또한 향상시켰다. 때문에 최근 이슈가 되고 있는 Full HD 급 동영상을 무선으로 재생할 수 있는 기술로 기대되고 있다.

하지만 위와 같은 IEEE 802.11n 의 성능에도 불구하고 WFA(Wi-Fi Alliance) 의 분석에 의하면 압축되지 않은 비디오, 예를 들어 1920×1080 pixels, 12bits/pixels, 초당 60 프레임 정도의 1,080p 급 비디오를 전송하려면 Gbps 이상의 전송 속도를 필요로 한다. 즉, IEEE 802.11n 에서 제시하는 PHY 에서의 최대 성능인 600Mbps 는 이러한 요구사항을 만족시킬 수 없다. 게다가 ITU-R IMT-Advanced 에서 제시하고 있는 보행시의 1Gbps 급 무선 전송 속도에도 미치지 못한다.

따라서, 2007 년 5 월 IEEE 802.11 Plenary 회의에서 여러 회사들의 발의로 post-802.11n 시대를 대비하기 위한 차세대 무선랜 규격인 VHT 에 대한 논의가 본격화되기 시작하였다. 이에 따라 802.11 산하에 VHT SG(Very High Throughput Study Group)을 구성하고 Gbps 이상의

무선랜 서비스를 위한 각종 기술 및 제반 사항들을 논의하기 시작하였다.

VHT Study Group 에서 논의된 주요 사항으로는, VHT 는 802.11n 대비 2 배 이상의 MAC 상위계층 전송 속도인 1Gbps 이상을 지원하여 압축되지 않은 HD 동영상의 전송을 가능하게 하며, 802.11n 과 비교할 때 개선된 커버리지와 전력 소모 감소 기능을 갖는 것을 주요 목표로 해야 한다는 것이다. 아울러 기존 무선랜 사양들에 대한 백워드 컴패티빌리티를 지원하도록 해야 한다는 것도 주요 사항으로 논의되었다.

VHT Study Group 의 논의에 있어서 주요한 특징으로는 기존에 802.11n 이 사용하는 5GHz 대역 주파수 자원의 포화 가능성으로 인하여 기존 PAN 서비스에 사용되었던 60GHz 대역이 VHT 서비스를 위한 또 하나의 가능한 주파수 자원으로 제시되었다는 것이다. 따라서, VHT 규격에 대한 논의는 5GHz 대역을 사용하는 VHTL6 와 60GHz 대역을 사용하는 VHT60 로 이원화되어 2008 년부터는 논의가 독립적으로 진행되고 있으며, 이중 VHTL6 는 2008 년 11 월부터 정식 TG 로 전환되어 802.11ac 라는 이름으로 본격적인 표준화를 시작하였다.

802.11ac 표준화에서는 1Gbps 이상의 전송 속도를 지원하기 위해서 필요한 최대 80MHz 의 주파수 대역 제공이 용이하도록 하기 위하여 기존 무선랜 중 2.4GHz 를 사용하는 802.11b, 802.11g 와의 호환성을 포기하였다. 아울러 5GHz 대역에서 40MHz 또는 80MHz 의 주파수 대역을 사용하여 1Gbps 이상의 전송 속도를 제공하기 위해 주파수 효율 및 변복조 기술 향상에 대해 논의의 초점을 모으고 있는 상황이다.

III. IEEE 802.11ac 표준화 추진 체계 및 추진 현황

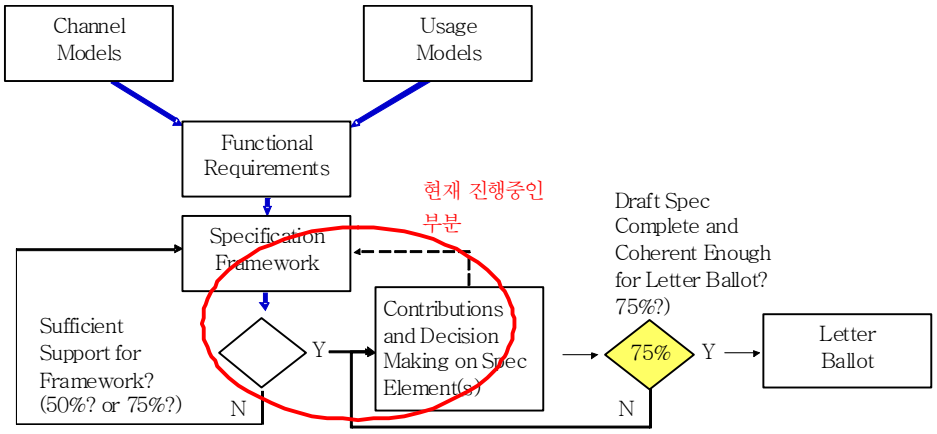
1. 802.11ac Selection Procedure

IEEE TGac 에서는 802.11ac 표준 개발 시 802.11n 표준화에서 사용하였던 것과는 다른 Selection Procedure 를 도입하기로 결정하였으며, 이를 요약하면 (그림 1)과 같다[1]. Selection Procedure 에서 참조되는 문서들은 태스크 그룹에서 75%의 승인이 필요하다.

① TGac 는 태스크 그룹에서 75% 승인을 거쳐 IEEE 802.11ac 표준을 위한 Usage Model 문서를 채택한다.

② TGac 는 태스크 그룹에서 75% 승인을 거쳐 proposal 혹은 proposal element 에 대한 평가에 사용될 채널 모델 문서를 채택한다.

③ TGac 는 태스크 그룹에서 75% 승인을 거쳐 시스템 레벨의 성능 목표 및 시뮬레이션 시나



(그림 1) 802.11ac Selection Procedure[1]

리오 등을 포함한 제안 스펙이 만족해야 하는 사항을 정의한 Functional Requirement 문서를 채택한다.

④ TGac 는 제안된 스펙의 주요 기능 블록(Functional Block)을 개략적으로 기술한 Specification Framework 문서를 만든다. Specification Framework 문서는 태스크 그룹에서 75% 승인을 거친 개별적인 기능 블록들을 수용하여 만들어지며, 태스크 그룹에서 75% 승인을 거쳐 내용이 변경될 수 있다.

⑤ Specification Framework 문서에 대한 75% 태스크 그룹 승인을 거친 이후, Specification Framework 의 각 기능 블록들을 바탕으로 애드혹 그룹을 만든다. 각 애드혹 그룹은 각 기능 블록별로 세부 스펙을 만들며, 이를 TGac draft specification 에 포함시키려면 이를 태스크 그룹으로 가져와 투표를 거쳐야 한다.

⑥ 태스크 그룹 Face to Face 회의에서 각 애드혹 그룹 의장들은 전체 태스크 그룹에 진행 사항을 보고하여 애드혹 그룹 간에 피어 리뷰를 할 기회를 제공한다.

⑦ Selection Procedure 는 “The 802.11ac Draft specification is Complete and Coherent enough for Working Group Letter Ballot”에 대한 모션이 802.11 voting member 로부터 75% 지지를 얻었을 때 종료된다.

⑧ 태스크 그룹은 이 시점에서 내부 태스크 그룹 리뷰 및 코멘트 절차를 거친 후, 문서를 Working Group Letter Ballot 으로 보낸다.

TGac 에서는 2009 년 11 월 애드혹 그룹 결성이 완료되었으며 2010 년 상반기 현재 Selection Procedure ⑤~⑥에 해당하는 절차, 즉 애드혹 그룹별로 Specification Framework 에 들어가는

기능 블록 정의 작업을 진행하고 있다.

2. 802.11ac 태스크 그룹 문서

가. 802.11ac Usage Models Document

802.11ac Usage Model 문서[2]는 2009 년 1 월 회의에서 baseline 문서로 채택되었다. 퀄컴의 Rolf de Vegt 가 에디터를 맡고 있으며, 802.11ac 에 대한 usage environment 및 20 가지 usage model 을 6 개의 카테고리로 나누어 정의하고 있다. 802.11ac Usage Model 을 요약하면 <표 1> 과 같다.

<표 1> 802.11ac Usage Model[2]

Category	#	Usage model
1. Wireless Display	1a	Desktop Storage & Display
	1b	Projection to TV or projector in conf room (lightly compressed video)
	1c	In room gaming (lightly compressed video)
	1d	Streaming from camcorder to display (lightly compressed video)
	1e	Broadcast TV field pick up
2. Distribution of HDTV	2a	Lightly compressed video streaming around the home
	2b	Compressed video streaming around home
	2c	Intra large vehicle (e.g. airplane) applications
	2d	Wireless networking for office
	2e	Remote medical assistance
3. Rapid upload/download	3a	Rapid sync-n-go file transfer
	3b	Picture by picture viewing
	3c	Airplane docking
	3d	Movie content download to car
	3e	Police / surveillance car upload
4. backhaul	4a	Multi-media mesh backhaul
	4b	Point-to-point backhaul
5.Outdoor campus/auditorium	5a	Video demos / tele-presence in auditorium
	5b	Public safety mesh
6. Manufacturing floor	6a	Manufacturing floor automation

나. TGac Channel Model Addendum

채널 모델 문서[3]는 2009 년 5 월 베이스라인 문서로 채택되었고 이후 계속 업데이트되어 2010 년 상반기에 리비전 12 까지 채택된 상태이며, 퀄컴의 Greg Breit 가 에디터를 맡고 있다.

802.11n 표준화 당시 TGn 태스크 그룹은 40MHz channelization 과 4 개의 안테나를 지원하는 MIMO 브로드밴드 채널 모델을 만들었다. TGac 는 다음 기술들 중 하나 이상을 사용하여 1 Gbps 이상의 MAC SAP throughput 을 달성하는 것을 목표로 하고 있다.

- Higher order MIMO(> 4×4)
- Higher Bandwidth(>40MHz)
- Multi-user MIMO with > 4 AP 안테나
- OFDMA

채널 모델 문서는 TGn 채널 모델을 TGac 에 적용하기 위한 변경 사항들을 기술하고 있으며, 기존의 TGn 채널 모델을 확장하는 방식으로 TGac 채널 모델을 정의한다.

보다 넓은 Bandwidth 를 위한 TGn 채널 모델에 대한 변경 사항, Higher Order MIMO, Multi-User MIMO 를 위한 AoA 및 AoD 변경 사항, 도플러 모델, Dual-Polarized antenna 관련 사항들을 주요 내용으로 하고 있다.

다. TGac Functional Requirement 및 Evaluation Methodology

Functional Requirement 및 Evaluation Methodology 문서[4]는 2009 년 7 월 회의에서 베이스라인 문서로 채택되었으며, 2010 년 상반기에 리비전 14 까지 채택된 상태이고 한국전자통신연구원(ETRI)의 정민호 박사와 Ralink Technology 의 Peter Loc 이 에디터를 맡고 있다.

이 문서에서 정의하고 있는 802.11ac 의 Functional Requirement 는 다음과 같다.

① System Performance

- MAC SAP 에서 측정된 Multi-STA throughput 은 최소한 1Gbps 이어야 한다.

  (TGac R1) TGac amendment 는 5GHz 밴드에서 80MHz 이하의 채널 밴드위스를 활용하여 MAC data SAP(service access point)에서 측정된 최대 Multi-Station aggregate throughput 을 1Gbps 이상 달성할 수 있는 운용 모드를 지원해야 한다.

- MAC SAP 에서 측정된 Single-STA throughput 은 최소한 500Mbps 이어야 한다.

  (TGac R2) TGac amendment 는 5GHz 밴드에서 80MHz 이하의 채널 밴드위스를 활용하여 MAC data SAP 에서 측정된 최대 Single-Station aggregate throughput 을 500Mbps 이상 달성할 수 있는 운용 모드를 지원해야 한다.

② 5GHz 에서 동작하는 802.11a/n 디바이스에 대한 Backward Compatibility

(TGac R3) TGac amendment 는 5GHz 밴드에서 동작하는 802.11a 디바이스에 대한 백워드 컴패리빌리티를 제공해야 한다.

(TGac R4) TGac amendment 는 5GHz 밴드에서 동작하는 802.11n 디바이스에 대한 Backward Compatibility 를 제공해야 한다.

③ 5GHz 에서 동작하는 802.11a/n 디바이스에 대한 Coexistence

(TGac R5) TGac amendment 는 TGac 와 legacy 802.11a/n 디바이스 사이의 Coexistence 를 보장하는 메커니즘을 제공해야 한다.

④ PAR 에 대한 Compliance

(TGac R6) proposal 은 PAR(Project Authorization Request) 및 5 Criteria[5]를 따라야 한다.

이 문서에서는 또한 Evaluation methodology 를 기술하며, PHY performance, PAR compliance 를 위한 조건들, 시뮬레이션 시나리오 및 TGac 평가를 위한 비교 기준 등을 정의한다.

라. TGac Specification Framework

Specification Framework 문서[6]는 2009 년 9 월 회의에서 베이스라인 문서로 채택되었으며, 2010 년 상반기에 리비전 11 까지 채택된 상태이고 인텔의 Robert Stacey 가 에디터를 맡고 있다.

2009 년 9 월 회의에서 채택된 Specification Framework 문서의 기능 블록들을 기준으로 하여 2009 년 11 월 회의부터 TGac 내에 PHY 애드혹, MAC 애드혹, MU-MIMO 애드혹, COEX 애드혹 등 모두 4 개의 애드혹 그룹이 생성되었으며, 2010 년 현재 각 애드혹 그룹별로 Specification Framework 에 들어가는 기능 블록 정의 작업을 진행하고 있다.

Specification Framework 문서는 드래프트 TGac 표준 문서가 개발되기 위한 프레임워크를 제공하며, 최종 TGac 표준 문서의 일부분이 되는 기능 블록들의 아웃라인을 제공한다. 이 문서는 처음에는 특정 기술들에 대하여 TGac 참여자들이 의견 일치를 보인 최소한의 항목 혹은 아직 완전하지 못한 기술 항목에 대한 리스트로 시작하지만, 시간이 지날수록 점차 모든 기능 블록들에 대해 충분히 자세한 세부 항목들을 제공하도록 내용이 더해져 나중에는 이를 바탕으로 드래프트 표준 문서 작업이 시작될 수 있도록 한다는 취지로 문서 작업이 진행중이다. 11ac 표준화를 진행하면서 Specification Framework 에 포함되고 있는 기술 항목들은 IV 절에서 기술한다.

3. 802.11ac 애드혹 그룹 구성

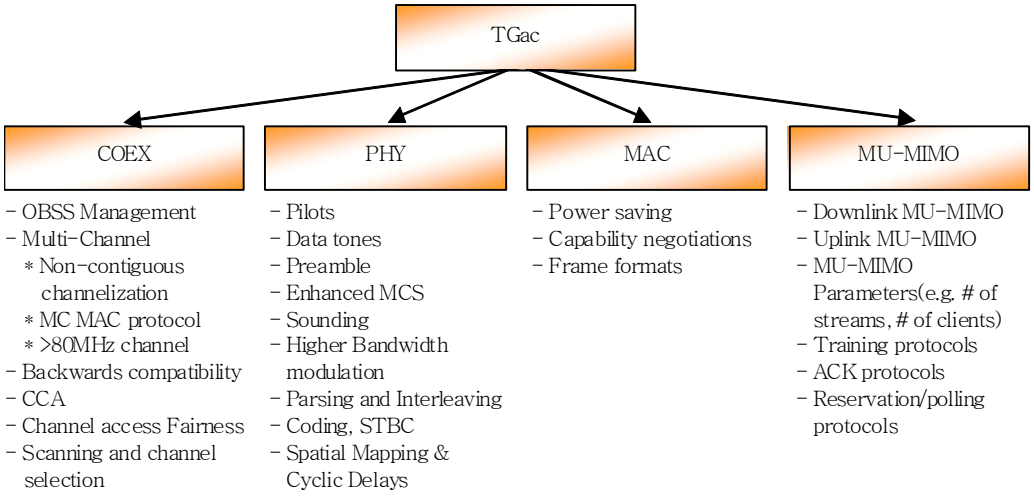
Specification Framework 문서[6]가 2009 년 9 월 회의에서 베이스라인 문서로 채택됨에 따라 TGac 에서는 Specification Framework 문서의 기능 블록들을 기준으로 2009 년 11 월

회의부터 4 개의 애드혹 그룹이 생성되었고 이들 4 개 애드혹 그룹에 대한 의장 선출이 완료되었다. 각 애드혹 그룹에서는 3 명의 동등한 권한을 가진 의장(co-chair)이 회의를 진행하며, Specification Framework 문서를 업데이트하기 위한 기능 블록들을 정의하는 것이 주요 역할이다. 각 애드혹 그룹의 의장단은 다음과 같다.

- PHY 애드혹 그룹 의장: Vinko Erceg(브로드콤), 정민호(ETRI)), Raja Banerjea(마벨)
- MAC 애드혹 그룹 의장: Matthew Fischer(브로드콤), 이재승(ETRI)), Allan Zhu(삼성전자)
- MU-MIMO 애드혹 그룹 의장: Brian Hart(시스코), Robert Stacey(인텔), Sameer Vermani (퀄컴)
- Coexistence 애드혹 그룹 의장: Eldad Perahia(인텔), 김유한(Atheros), Yusuke Asai (NTT)

(그림 2)는 각 애드혹 그룹별 논의 주제를 요약한 그림이다[7].

(그림 2)에 명시된 주제들 중 Uplink MU-MIMO 등 일부 기술들은 아직 Specification Framework 문서에 포함되지 않았으며, 향후 애드혹 그룹에서의 논의 결과에 따라 Specification Framework 에 최종 포함될 지에 대한 여부가 결정되게 된다. 현재 할당되어 있는 각 애드혹 그룹의 범위에 새로운 주제가 추가되려면 태스크 그룹의 승인 절차가 필요하다.



(그림 2) TGac 애드혹 그룹별 논의 주제[7]

IV. 주요 표준화 추진 항목

이번 절에서는 2010 년 5 월 IEEE 802.11 회의까지 Specification Framework[6]에 포함된

기술 항목들을 중심으로 802.11ac 주요 표준화 추진 항목에 대해 설명한다.

1. VHT Physical Layer

가. Channelization

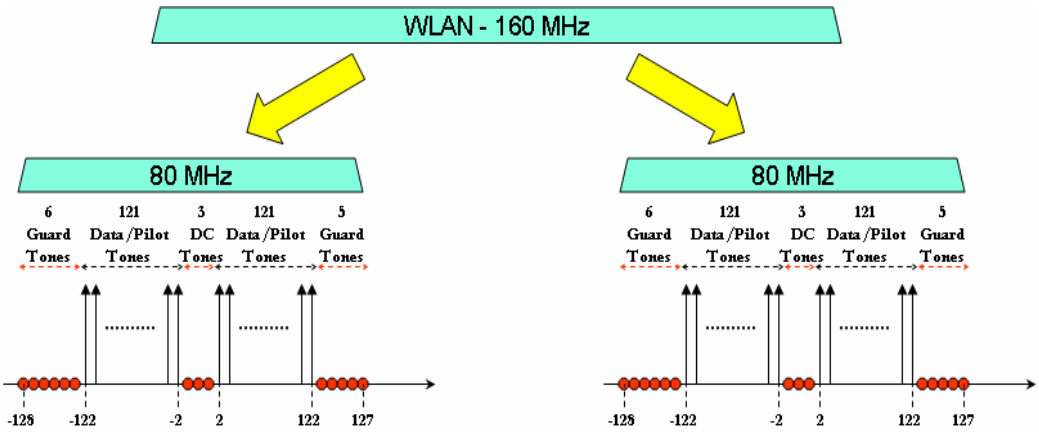
(1) 80MHz PHY Transmission

802.11ac 드래프트 문서는 80MHz PHY transmission 을 포함해야 한다.

(2) 160MHz PHY Transmission

2010 년 5 월 TGac 회의에서 Atheros 에서 제안한 160MHz PHY Transmission 에 대한 지원[8]이 태스크 그룹 모션을 통과하여 Specification Framework 에 포함되었다. 그 내용은 다음과 같다[6].

- 802.11ac 드래프트 문서는 160MHz PHY transmission 지원을 포함해야 한다.
- 160MHz 운영을 위한 tone allocation 은 2 개의 80MHz tone allocation 으로 이루어져야 한다.
- 802.11ac 드래프트 문서는 non-contiguous 160MHz PHY transmission 지원을 포함해야 한다. 이 경우 주파수 스펙트럼은 서로 인접하지 않을 수도 있는 임의의 2 개의 11ac 80MHz 채널을 사용하는 2 개의 세그먼트로 구성된다.



(그림 3) Non-Contiguous 160MHz Tone Allocation[8]

나. VHT PLCP sublayer

(1) 개요

VHT MF(Mixed Format) preamble 이 지원되어야 하며 이의 지원은 맨더토리이다. VHT mixed format preamble 은 다음과 같은 특징을 갖는다[6].

- Robust legacy 11a deferral
- Robust legacy 11n deferral
- VHT MF preamble 은 STA 이 11a, HT MF, HT GF, VHT preamble 을 auto detect 할 수 있도록 해야 한다.
- VHT MF preamble 은 더 넓은 채널, 1~8 개의 spatial stream, Downlink MU-MIMO 를 위한 training 을 포함해야 한다.
- VHT MF preamble 은 VHT SIG 필드를 포함해야 하며, 더 넓은 대역폭, 향상된 MCS, 더 많은 spatial stream 을 위한 시그널링을 포함해야 한다.

(2) VHT PPDU 포맷

2010 년 상반기 현재까지 specification framework 문서에 포함된 VHT MF PPDU 포맷은 (그림 4)와 같다[6].

L-STF	L-LTF	L-SIG	VHT-SIG-A	VHT-STF	VHT-LTFs	VHT-SIG-B	DATA

(그림 4) VHT PPDU 포맷[6]

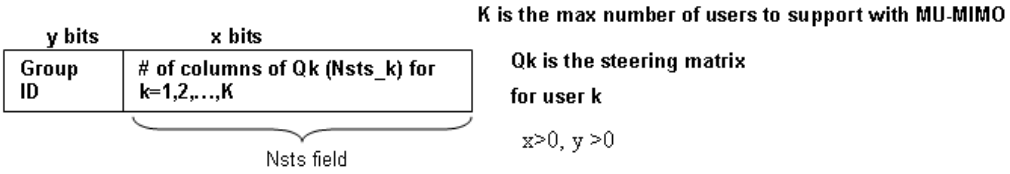
(3) VHT-SIG-A 및 Group ID

2010 년 상반기까지 specification framework 문서에 포함된 VHT-SIG-A 관련 사항은 다음과 같다[6].

- VHT-SIG-A 의 첫 번째 심볼은 BPSK 로 모듀레이트(modulate)되어야 한다. 이어지는 VHT-SIG-A 의 심볼(들)은 VHT auto-detect 를 위해 TBD(미정) 모듀레이트되어야 한다. VHT auto-detection 방법을 한국전자통신연구원 (ETRI)[9]과 Marvell[10]이 각각 제안하여 PHY 애드혹 그룹에서 논의가 지속되고 있으며, 아직 이에 대한 최종 결정이 이루어지지 않았다.
- VHT-SIG-A 는 <표 2>와 같은 필드들을 가져야 한다.
- Smoothing bit 는 VHT-SIG-A 나 VHT-SIG-B 에 포함되지 않는다.

<표 2> VHT-SIG-A 필드[6]

Field	Bits	Description
Bandwidth	TBD	
STBC	1	
Group ID	TBD	값 '0'은 다음을 나타냄: - 싱글 유저 전송 - 그룹 멤버십이 설정되지 않은 상태에서의 전송 - 그룹을 무시하고 전송해야 하는 경우 (예: 브로드캐스트)
N_{STS}	TBD	



(그림 5) Group ID[11]

Group ID[11]는 MU-MIMO 오퍼레이션시 사용자와 space-time stream 을 식별하기 위해 브로드콤에서 제안한 것이며, 어떤 STA 그룹이 할당된 user number 의 순서대로 MU-MIMO transmission 을 수신해야 하는지를 나타내는데 사용된다.

VHT-SIG-B 는 MCS 필드가 포함된다는 것 이외에 아직까지 결정된 사항이 없다.

다. Modulation and Coding Scheme (MCS)

802.11ac 에서는 256 QAM 을 포함하며, 11n 의 modulation, interleaving, coding 아키텍처를 그대로 유지하고, 추가적인 MCS 옵션의 개수를 최소화 하기로 결정되었다. 또한 802.11ac 는 Downlink MU-MIMO 전송 시 각 STA 에 대해 다른 MCS 를 지원하며, 추가적으로 지원되는 spatial stream 에 대해 확장된 MCS 세트를 포함하는 것으로 결정되었다[6].

라. Spatial Multiplexing

- Single User 전송 시 사용되는 spatial stream(N_{STS})의 최대 개수는 8 개로 한다.
- Multi User 전송 시 사용되는 모든 사용자들의 stream(N_{STS}) 개수의 합은 최대 8 개로 한다.
- Multi User 전송 시 single user 가 사용하는 spatial stream(N_{STS})의 최대 개수는 4 개로 한다.
- Single User 전송 시 모든 stream 에 대하여 동일한 modulation 과 coding rate, coding type 을 사용한다.

- Multi User 전송 시 각 사용자에게 속하는 모든 stream 에 대하여 동일한 modulation 과 coding rate, coding type 을 사용한다.

마. CCA

802.11ac 는 임의의 20MHz 서브 채널에 대한 싱글 20MHz 전송, 40MHz 서브 채널 둘 중 하나에 대한 싱글 40MHz 전송, 싱글 80MHz 전송을 위한 CCA 를 지원해야 한다[6].

2. Downlink MU-MIMO

2010 년 상반기까지 Downlink MU-MIMO 관련 사항만 Specification Framework 문서에 포함되었으며, Uplink MU-MIMO 는 아직 Specification Framework 문서에 포함되지 않았다. Specification Framework 문서에서 Downlink MU-MIMO 에 대한 사항은 다음과 같다[6].

- Downlink MU-MIMO 는 한가지 형태의 11n channel sounding PPDU 와 transmit beamforming 프로토콜을 기반으로 해야 한다.
- Downlink MU-MIMO 는 MU-MIMO transmission 을 수신받은 개별 STA 들로부터 오는 multiple acknowledgement response 를 지원하는 MAC 프로토콜 확장을 지원해야 한다.
- Downlink MU-MIMO MAC 프로토콜 확장은 EDCA 와 함께 동작해야 한다.
- Resolvable LTFs: Downlink MU-MIMO transmission 시에 STA 에서의 interference cancellation 을 위해 AP 는 resolvable LTFs 를 사용하는 프리앰블을 전송할 수 있다.

3. Coexistence

Specification Framework 문서에서 Coexistence 관련 사항은 다음과 같다[6].

- Channel access rule 은 하나의 BSS 혹은 별개의 overlapping BSS 내에서 TGac 를 준수하는 디바이스와 레거시(legacy) 디바이스가 medium 에 대해 공평한 액세스를 할 수 있도록 보장해 주어야 한다.
- 11ac 드래프트는 TGac transmission 을 레거시 채널 액세스로부터 보호하는 메커니즘을 제공해야 한다.
- 80MHz channel bandwidth 상에서 임의의 20MHz sub-channel 을 Primary Channel 로 지정해도 되며, Primary channel 지정은 아직은 결정되지 않은 co-existence(OBSS) rule 의 적용을 받는다.

4. MAC

Specification Framework 문서에서 MAC 관련 항목으로는 Power Saving, Capability negotiation, Frame format 등이 있으며, 이들 항목에 대한 세부 사항은 아직 논의 중에 있다.

MAC 애드혹 그룹에서 Marvell 이 VHT Frame Padding 방법[12]을 제안하였고, ETRI 에서는 이와 대비되는 MAC Frame Length Indication[13] 방법을 제안하여 이에 대한 논의가 지속되고 있다. Marvell 에서는 자사의 VHT Frame Padding 방법을 지원하기 위해 기존 11n 의 A-MPDU 포맷 변경에 대한 표결을 제안하였으나, 아직까지 통과되지 못하고 있는 상태이다.

V. 결 론

본 고에서는 802.11n 의 뒤를 이은 차세대 무선랜 규격으로 다중 사용자 동시 접속 및 Gbps 급 이상의 고성능 지원을 목표로 하는 IEEE 802.11ac 기술의 표준화 추진 현황 및 주요 이슈들에 대해 기술하였다.

TGac 에서는 2009 년 11 월 802.11ac Specification Framework 문서에 정의된 주요 기능 블록별로 애드혹 그룹 들이 생성된 이후 애드혹 그룹 내에서 기술 논의가 본격화되고 있으며, 특히 최근에는 PHY 애드혹 그룹에서의 프리앰블 논의, MAC 애드혹 그룹에서의 Frame Padding 논의, COEX 애드혹 그룹에서의 멀티채널 논의, MU-MIMO 애드혹 그룹에서의 ACK 프로토콜 논의 등이 활발하게 이루어지고 있다.

802.11ac 는 11n 의 뒤를 이은 표준이라는 특성으로 인하여 기존 11n 표준 개발을 주도하였던 해외 주요 칩 벤더들이 서로 연합하여 자신들의 기술만을 표준에 반영하려는 움직임을 보이고 있어 국내 개발 기술의 11ac 표준 반영이 쉽지만은 않은 상황이다. 이러한 상황을 극복하기 위해서는 더욱 차별화된 표준화 전략 및 IPR 확보 전략 수립, 적극적인 표준화 활동 등이 필요하다. 최근 ETRI 를 비롯한 LG, 삼성 등 국내 기관 및 산업체에서 11ac 표준화에 적극적으로 참여하여 해외 주요 벤더들에 필적할만한 활발한 표준화 활동을 벌이고 있어 차세대 Gigabit 무선랜 표준에 대한 국내 기술 및 IPR 반영 가능성이 어둡지만은 않은 것으로 판단된다.

<참 고 문 헌>

[1] IEEE 802.11-09/0059r5, “802.11ac Proposed Selection Procedure,” March 2009.
[2] IEEE 802.11-09/0161r2, “802.11ac Usage Models Document,” January 2009.
[3] IEEE 802.11-09/0308r12, “TGac Channel Model Addendum,” March 2010.

[4] IEEE 802.11-09/0451r14, "TGac Functional Requirements and Evaluation Methodology," May 2010.
[5] IEEE 802.11-08/0807r4, "VHT below 6 GHz PAR Plus 5C's," September 2008.
[6] IEEE 802.11-09/0992r11, "Specification Framework for TGac," May 2010.
[7] IEEE 802.11-09/1175r1, "Proposed Scope for TGac Ad Hoc Groups," November 2009.
[8] IEEE 802.11-10/0378r1, "160 MHz PHY Transmission," May 2010.
[9] IEEE 802.11-10/0628r1, "802.11ac Preamble for VHT auto-detection," May 2010.
[10] IEEE 802.11-10/0070r5, "802.11ac Preamble," March 2010.
[11] IEEE 802.11-10/0582r0, "GroupID in VHT-SIG Field," May 2010.
[12] IEEE 802.11-10/0064r5, "VHT Frame Padding," May 2010.
[13] IEEE 802.11-10/0358r1, "802.11ac MAC Frame Length Indication," May 2010.

* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 NIPA 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.