

# IEEE 802.11ax 고효율 무선랜(HEW, High Efficiency WLAN) 표준화 현황

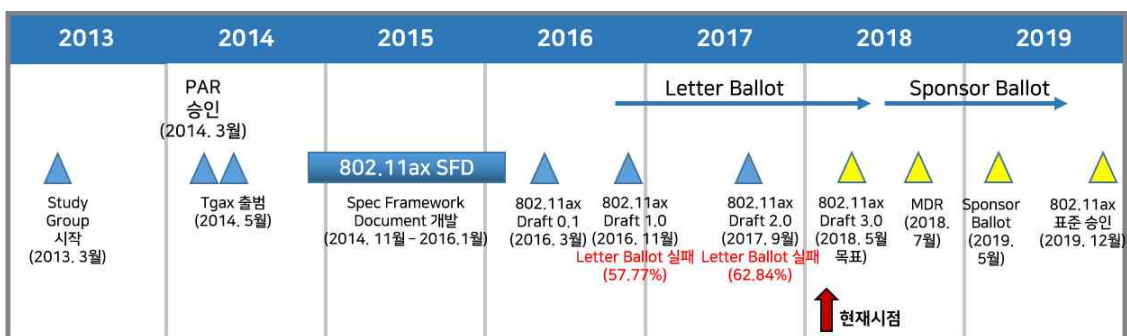
이재승 한국전자통신연구원 전문위원(jasonlee@etri.re.kr)

## 1. 머리말

IEEE 802 표준화 회의가 지난 3월 4일부터 10일까지 미국 로즈몬트에서 개최되었다. IEEE 802에서 가장 규모가 크고 경쟁이 치열한 분야는 802.11ax 고효율 무선랜(HEW, High Efficiency WLAN)으로 현재 802.11 TGax에서 표준화가 진행되고 있다. 본고에서는 이번 3월회의 진행 상황을 포함한 IEEE 802에서의 802.11ax 고효율 무선랜 기술 표준화 동향을 살펴본다.

## 2. IEEE 802.11ax 고효율 무선랜 기술 표준화 동향

현재 수많은 스마트 기기들이 WLAN 기술을 탑재하고 있으며, WLAN 기술의 주류를 이루던 802.11n 표준 기반의 WLAN 제품들이 점차 그 후속인 802.11ac 표준 기반 제품들에 의해 빠르게 대체되고 있는 추세이다. 802.11ac는 5GHz 주파수 대역에서 최대 160MHz 대역폭을 사용하여 전송할 수 있으며, 다운링크 MU-MIMO(Multi-User Multiple Input, Multiple Output)를 지원하고 256 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 지원하여 최대 6.9Gbps 스투트를 제공한다. IEEE 802.11 TGax에서는 802.11ac의 후속 표준인 802.11ax 고효율 무선랜 표준을 개발하고 있다. 기존 WLAN 기술은 밀집된 환경에서 성능 저하 문제가 심각하기 때문에 802.11ax는 밀집 환경에서의 스펙트럼 사용 효율을 올리고 사용자가 실제로 체감하는 성능을 향상하는 것을 주 목표로 하고 있다.



[그림 1] IEEE 802.11ax 타임라인

2013년 3월 HEW 스터디 그룹이 생성되어 표준화 논의가 시작되었으며, 2014년 5월부터 TGax 태스크 그룹으로 전환되어 본격적으로 802.11ax 표준 개발이 시작되었다. TGax에서 기술적인 논의는 각 애드혹 그룹 회의를 통해 이루어지며, 2016년 1월 회의까지 802.11ax 규격의 주요 기술 항목을 정의하는 스펙 프레임워크 문서 개발이 진행되었고, 이를 기반으로 2016년 3월 802.11ax 드래프트 0.1이 최초로 공개되었다. 2016년 11월 드래프트 0.1의 내용을 보완한

802.11ax 드래프트 1.0이 승인되고 첫번째 워킹 그룹 Letter Ballot이 시작되었다. 첫 번째 워킹 그룹 Letter Ballot은 57.77%의 찬성을 얻어냈으나 75% 찬성률을 넘지 못하여 Letter Ballot이 실패하였으며, Letter Ballot 기간 동안 접수된 코멘트들에 대한 해결절차를 2017년 9월 회의에서 완료하여 802.11ax 드래프트 2.0이 승인되었다. 802.11ax 드래프트 2.0 공개 후 두번째 워킹 그룹 Letter Ballot이 진행되었으며 두번째 Letter Ballot도 62.84%의 찬성을 얻어냈으나 75% 찬성률을 넘지 못하여 Letter Ballot이 또다시 실패하였다. 지난 2017년 11월 회의부터 드래프트 2.0에 대한 코멘트 해결 절차가 시작되었으며, 2018년 5월까지 모든 코멘트에 대한 해결 절차를 마치고 이를 반영한 802.11ax 드래프트 3.0을 승인하는 것을 목표로 하고 있다.

802.11ax 표준화 일정이 계속 지연되어 2017년 11월 회의에서는 타임라인을 늦추자는 논의가 이루어졌으며, 원래 일정보다 최종 표준 승인 시점을 5개월 늦춰 802.11ax 표준 최종 승인목표가 2019년 12월로 연기되었다. [그림 1]은 가장 최근에 변경된 IEEE 802.11ax 타임라인을 요약한 것이다. 802.11ax는 밀집 환경 시나리오에서 단말당 최소 4배의 평균 스루풋 향상을 목표로 하고 있으며, 이를 위해 업링크 MU-MIMO 기술을 규격에 추가하고, 업링크 및 다운링크 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 기술을 도입하였다.

1024 QAM을 추가하여 스루풋을 더욱 향상시켰으며, 시스템 레벨의 성능을 향상시키고 매체 리소스 활용도를 높이기 위한 Spatial Reuse 규격을 개발 중이다.

### 3. IEEE 802 3월 회의에서의 802.11ax 표준화 진행 상황

2017년 10월 초부터 11월 초까지 진행된 두번째 워킹 그룹 Letter Ballot 기간 동안 총 3,350개의 코멘트가 접수되었다. 지난 2017년 11월 회의부터는 드래프트 2.0 문서에 대한 코멘트 해결 위주로 회의가 진행되었으며, 이번 2018년 3월 회의도 코멘트 해결 중심으로 회의가 진행되었다.

2018년 5월 802.11ax 드래프트 3.0 승인 목표 일정을 맞추기 위해 IEEE 802.11 본 회의가 열리기 직전에 TGax 사전 미팅이 3일 동안 열렸으며, 사전 미팅 및 802.11 3월 회의 동안 총 800개 가량의 기술적 코멘트들이 해결되었다.

3월 회의 주요 논의 및 채택된 사항을 각 분야별 및 업체별로 요약하면 다음과 같다.

<표 1> PHY 분야

제안업체	제안 및 채택 내용
마벨	STBC(Space-Time Block Coding)와 관련된 PPE(PHY Packet Extension) Thresholds 필드 관련 수정 사항
	Packet Extension 관련 추가 텍스트
	PHY Data 필드 관련 수정 사항
	Preamble puncturing 관련 추가 텍스트
브로드컴	1024 QAM 관련 수정된 텍스트
퀄컴	802.11ax 규격의 PHY introduction 절에 대한 수정된 텍스트
	서브캐리어 및 리소스 할당 관련 수정 사항
인텔	PHY 수신 절차 관련 수정된 텍스트
화웨이	서브캐리어 및 리소스 할당 관련 코멘트 해결
	HE-SIG-A 필드 관련 수정 사항 및 HE MU PPDU(High Efficiency Multi-User PPDU)에서의 리소스 표시 및 사용자 식별 관련 수정 사항
미디어텍	Spectral mask의 대역폭 관련 수정 문구

제안업체	제안 및 채택 내용
삼성	802.11ax PPDU(PHY Protocol Data Unit) 포맷 관련 수정된 텍스트 HE-SIG-B 필드 인코딩 예를 포함한 새로운 Annex에 대한 텍스트
뉴라컴	HE-SIG-B content channel 관련 수정된 텍스트

<표 2> MAC, MU(Multi-User), SR(Spatial Reuse) 분야

제안업체	제안 및 채택 내용
마벨	Segmented feedback을 생성하기 위한 규칙에 대한 수정된 텍스트
브로드컴	Poll CTS 절차, UL MU(Uplink Multi-User) 오퍼레이션을 위한 AP 액세스 절차 등에 대한 수정된 텍스트
	HE 사운딩 프로토콜 절차에 대한 수정된 텍스트
	버퍼 상태 피드백 오퍼레이션 관련 수정 사항
퀄컴	Block Acknowledgement 절차 관련 수정된 텍스트
	TWT(Target Wake Time) Information 프레임 등을 포함한 TWT 관련 수정된 텍스트
	HE Capabilities element, Trigger 프레임 포맷 등에 대한 수정 사항
	UL MU 오퍼레이션 관련 수정 사항
	PPDU 포맷 선택 관련 수정 사항
인텔	VHT/HE NDP Announcement 프레임 포맷 관련 수정 사항
	NDP(Null Data Packet) feedback report 절차 관련 수정 사항
	OMI(Operating Mode Indication) 관련 수정된 텍스트
	Basic HE BSS(Basic Service Set) 기능 관련 수정된 텍스트
	6GHz 밴드에서의 동작을 위한 텍스트 제안
화웨이	2개의 NAV(Network Allocation Vector) 동작 관련 수정 사항
	MU-MIMO를 위한 수정된 RD(Reverse Direction) 프로토콜
	UORA(Uplink OFDMA-based Random Access) 절차에 대한 수정된 텍스트
미디어텍	HE SST(Subchannel Selective Transmission) 오퍼레이션 제안
	Secondary Channel에서의 Spatial Reuse 오퍼레이션 제안
	TXOP(Transmission Opportunity) duration 기반의 RTS/CTS에 대한 수정된 텍스트
ETRI	MLME(MAC Sublayer Management Entity) SAP(Service Access Point) 인터페이스에 대한 수정된 텍스트

2018년 5월에 코멘트 해결 절차를 완료하기 위하여 5월 바르샤바에서 열리는 IEEE 802.11 정기회의 직전에 프랑스 렌(Rennes)에서 TGax 사전 미팅을 3일 동안 하자는 제안이 나왔으며 이에 대한 승인이 이루어졌다.

#### 4. 맺음말

향후 802.11ax 표준화도 802.11ax 드래프트 2.0에 대한 코멘트 해결 위주로 진행될 것으로 예상되며, 2018년 5월에 드래프트 3.0이 승인될 즈음에는 802.11ax를 구현한 더 많은 제품들이 시장에 본격적으로 출시될 것으로 예상된다. 802.11n, 802.11ac 표준화 사례를 비추어 보면 드래프트 3.0 이후에는 새로운 기술을 표준에 반영하는 것이 극히 어렵기 때문에, 코멘트 해결 절차를 이용한 틈새 기술 반영 및 기 반영 기술에 대한 방어 위주의 표준화 전략이 적합할 것으로 생각된다.