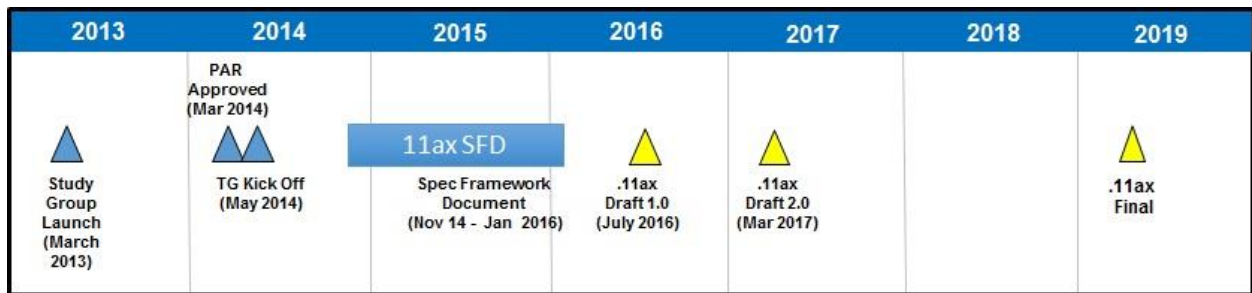


[차세대이동통신] 본격 표준화 궤도에 오른 차세대 무선랜 기술, IEEE 802.11ax

차세대 무선랜 기술로 인식되고 있는 IEEE 802.11ax는 IEEE 802.11ac를 포함해서 지금 개발된 무선랜 기술들이 주위의 다른 무선랜망의 영향을 크게 고려하지 않고 단순히 전송속도를 높이려는 목적에서 벗어나 요즘과 같이 AP들로 복적거리는 환경에서도 타무선랜 기기들간의 영향을 덜 받으며 실제 사용자가 체감하는 전송속도를 증진시키는 것을 목적으로 출발하였다. 2013년 3월 HEW SG(High Efficiency WLAN Study Group)을 통해 기초 연구활동을 시작하였으며 2014년 5월에 802.11ax라는 TG(Task Group)로 정식 표준화 활동을 시작하였다. <그림 1>에서 보여주는 것처럼 11ax의 최종표준은 2019년에 완성을 목표로 하고 있으나, 2016년 7월에 Draft 1.0을 완성할 예정이어서, Draft 2.0이 완성되는 2017년 상반기에는 11ax 기반의 초기 상용제품도 시장에서 만나볼 수 있을 것으로 예상된다.



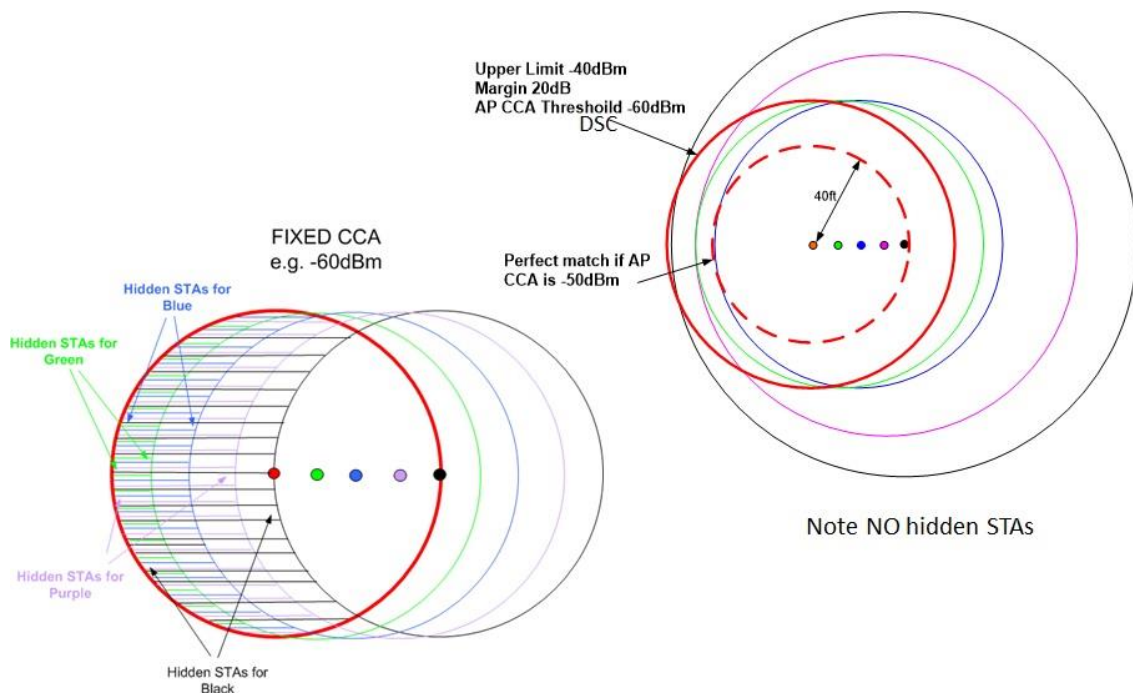
<그림 1> IEEE 802.11ax 표준화 일정 (출처: IEEE 802.11ax TG: 11-14/0702r1)

전송속도 향상을 위한 노력

최근 IEEE 802.11 회의(7/14-18, 미국 샌디에이고)에서는 Simulation Scenarios (14/0621) and Calibration (14/0571), Evaluation Methodology (14/0571), Channel Models (14/0882), Functional Requirements (14/0567), Technology/Others의 5개 분야에 대한 논의가 이루어졌으나 그중에서도 이번 회의에서는 단연 (Technology/Others 분야의) CCA(Clear Channel Assessment) 임계값(Threshold) 제어를 통한 전송속도를 증가시키는 기법에 대한 논의가 상대적으로 비중 있게 다루어졌다고 볼 수 있다. 첫 개회 세션과 동의안 투표를 위한 마지막 세션을 제외한 7개의 세션 중 2개의 세션이 할애되었으며, 전체 기고 문서 41개중 12개의 비중을 차지하였다.

CCA는 단말이 프레임을 전송하기 전에 매체가 다른 단말에 의해 사용 중인지 확인하는 작업을 의미하며 이를 위해 수신된 신호의 유무를 판단하는 기준을 CCA 임계값이라 한다. CCA 임계값을 환경 변수에 따라 제어하여 전송속도를 높이는 방식은 DSP Group(DSPG)에서 Dynamic Sensitivity Control(DSC)이라는 명칭으로 2013년도 10월 전화회의를 통해서 처음으로 제안하였다(13/1290r0). 동작원리는 단말이 수신한 다른 단말의 비컨으로부터 RSSI(Received Signal Strength Indication)를

측정하여 $RX \text{ Sensitivity Threshold} = RSSI - \text{Margin}$ 의 공식에 의해 CCA 임계값($RX \text{ Sensitivity Threshold}$)을 결정하는 것이다. 여기서 Margin을 두는 이유는 $RX \text{ Sensitivity Threshold}$ 보다 적어도 Margin 이상의 큰 신호의 프레임을 받아야 잡음이 있는 환경에서도 적절한 전송속도를 유지할 수 있기 때문이다. (만약 20 dB의 Margin이 사용된다면 $RX \text{ Sensitivity Threshold}$ 보다 100배 이상의 강한 신호의 프레임을 받기 원한다는 것을 의미) 모의실험을 통해서 DSC 단말들만으로 이루어진 망에서는 최대 8배의 전송속도 증가가 있음을 보여주었으며 또한 기존 단말들은 DSC를 적용한 단말에 의해 거의 전송속도 저하와 같은 나쁜 영향을 받지 않는다는 결과를 보여주었다. 이는 기존 단말이 다른 기존 단말과는 충돌을 피하기 위해 전송을 미루는 경우는 있으나, DSC 단말의 경우 자신의 CCA 임계값을 높임으로써 기존 단말들의 신호를 무시할 수 있어 전송할 수 있는 기회를 놓치지 않기 때문이다. <그림 2>는 CCA 임계값(threshold level)을 환경에 따라 변경할 때의 이점을 보여주고 있다. 왼쪽의 그림은 DSC 기법을 적용하지 않은 경우를 보여준다. 다섯 개 점의 위치에 있는 단말들이 고정된 CCA 임계값을 가지며, 맨 왼쪽의 빨간 점의 왼편으로 단말이 위치하게 되면 은의 단말(hidden station)이 생길 수 있음을 보여주고 있다. 예를 들면, 가운데의 파란 점에 대한 은의 영역에서 있는 단말이 빨간 점으로 프레임을 보낼 경우에 빨간 점에서는 파란 점으로부터의 프레임과 충돌이 일어날 것이다. 반면에 오른쪽 그림에서는 DSC 기법이 적용된 예를 보여주고 있다. 단말의 CCA 임계값을 조절하여 은의 영역을 없앤 것을 보여준다. 즉, 맨 오른쪽의 검은 점의 단말은 CCA 임계값을 낮추어 수신되는 영역을 넓혔고 맨 왼쪽의 주황색 점의 단말은 CCA 임계값을 높여 수신 영역을 작게 만들었다. 이로서 단말들간에 은의 영역이 없어 충돌로 인한 자원의 손실을 방지할 수 있도록 하였다.



<그림 2> CCA Threshold 제어를 통한 은의 단말 방지 기법 (출처: IEEE 802.11ax TG: 11-14/0779r2)

한편 Realtek은 DSPG가 제안한 수신된 프레임의 RSSI를 이용하는 방법과는 다른 CCA 임계값 조절 방식을 제안하였다. 단말이 ACK를 연속적으로 잘 받는 경우에는 (즉, 상대적으로 통신 환경이 좋은 경우) CCA Threshold 변수를 키우고 ACK를 못 받는 경우에는 CCA Threshold 변수를 내려, 이 변수를 PHY SIG 필드에 넣어 주위의 OBSS(Overlapping BSS)에 속하는 단말들에게 알려 상대 단말의 CCA 임계값도 조절할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 한국의 WILUS에서는 802.11ah(현재 Draft 2.0 완성)에서 사용하는 BSS 컬러(color) 정보를 활용하여 OBSS로부터의 프레임을 처리하는 방식을 제안하였다. (BSS 컬러 정보는 한 BSS 내에서 오고 가는 프레임의 PHY SIG 필드에 들어가는 정보로 BSS들을 구별하기 위해 사용) 임계 영역을 CCA-ED > CCA-SD(ax) > CCA-SD(legacy)의 세 개로 나누어, 영역에 따라 수신된 레거시, OBSS, myBSS 프레임들에 대해 세분화된 대응 알고리즘을 제안하였다. 이는 레거시 또는 OBSS 프레임들을 동시에 고려하고 대응 알고리즘도 합리적이라는 측면에서 많은 관심을 얻었으며 모의실험을 통한 성능 분석이 기다려진다. 이러한 긍정적 결과를 동반한 새로운 제안에 반하여, CCA 임계값 제어 방식의 문제점을 제기한 회사들도 적지 않았다. 소니와 시스코는 기존 망에 대한 영향을 보다 면밀히 조사할 것을 요구했으며, 특히 소니는 모의실험 결과를 가져와 기존 망에 주는 전송속도의 감소와 같은 부정적 영향을 보여주기도 하였다. 퀄컴, 인텔, 브로드컴은 그들의 모의실험에서는 평균 전송속도와 5%(percentile) 전송속도(AP에 접속한 사용자중에서 하위 5%의 사용자가 얻을 수 있는 전송속도 의미하며, 평균 전송속도와 비교하여 AP가 사용자에게 제공하는 전송속도의 균일한 정도를 알 수 있음)를 최대로 만드는 CCA 임계값을 구한 결과를 보여주었다. 하지만 그 결과에서 평균 전송속도와 5% 전송속도를 최대로 만드는 CCA 임계값이 서로 일치하지 않아서 적절한 CCA 임계값을 구하는데 신중할 필요가 있음을 언급하였다. 또한 그들의 모의실험에서 공통적으로 나타난 것으로 CCA 임계값이 증가함에 따라 평균 전송속도는 증가하지만, 5% 전송속도는 증가하다가 감소하는 문제점이 있었다.

표준화 전망

CCA 임계값 제어 방식은 그것을 적용한 단말에게 전송속도 증가라는 긍정적 측면이 있으나 5% 전송속도의 감소, 기존 단말에 대한 부정적 영향 등을 보다 다양한 환경에서 모의실험 또는 수학적 분석을 통해서 검증할 필요가 있다. 또한 여러 모의실험에서 지적한 것처럼 다양한 환경에서 최적의 CCA 임계값을 찾는 것도 앞으로 남은 과제이다. 평균 전송속도와 5% 전송속도를 최대로 만드는 CCA 임계값들이 서로 달라 이 값을 적절히 설정하는 방법도 앞으로 논의할 대상으로 예상된다. 이러한 문제들이 표준화 과정을 통해 해결된다면 CCA 임계값 제어를 통한 전송속도 향상 기법은 802.11ax에서 적용될 주요 기술이 될 것으로 보인다.

오민석 (경기대학교 전자공학과 교수, msoh@kgu.ac.kr)