

[차세대이동통신] 밀집된 무선랜 환경에서의 효율적인 전송 기술

밀집된 환경에서 타무선랜 기기들의 영향을 덜 받고 사용자가 체감하는 전송속도 및 지연시간을 향상시키는 것을 목적으로 2014년 5월부터 IEEE 802.11 내에 TGax(Task Group ax)가 발족되어 2019년 상반기 완성을 목표로 기술 표준화가 한창 진행되고 있다. 본 기고에서는 1월 애틀랜타와 3월 베를린에서 열렸던 표준화 회의 내용을 소개한다. 1월에 이어 3월 TGax 회의에서도 각 업체에서 수행한 시뮬레이션 시나리오에 대한 보정 작업에 대한 기고문이 많았다(3월의 경우 전체 54개 기고 중 16개). 보정된 시뮬레이션 절차 및 변수들은 회원들로 하여금 동일한 환경에서 시뮬레이션을 수행함으로써 제안된 PHY, MAC 기술에 대해 보다 정확한 성능 분석을 가능하게 하기 위함이다. 이러한 시뮬레이션 절차 및 변수는 Simulation Scenarios 문서(14/0980r10), Evaluation Methodology 문서(14/0571r8), Channel Models 문서(14/0882r4)에 지속적으로 반영되어 모든 참여자들이 참조할 수 있도록 하고 있다. 운영 조직 관련하여 지난 1월 회의에서는 올해 3월부터 시작되는 TGax 내의 4개, 즉 MAC, PHY, MU(Multiuser), Spatial Reuse의 애드혹 그룹의 의장들을 각 그룹별로 3명씩 선출하였다. 이 중 우리나라 회사 소속 회원으로는 Reza Hedayat(Newracom)이 MAC 애드혹 그룹의 공동의장으로, Kiseon Ryu(LG), Kaushik Josiam(삼성)이 MU 애드혹 그룹의 공동의장으로, Jae Seung Lee(ETRI)가 Spatial Reuse 애드혹 그룹의 공동의장으로 선출되었다.

효율적인 전송 기술에 대한 논의들

이전 회의에 이어 1월 회의에서도 DSC(Dynamic Sensitivity Control)에 대한 논의가 많이 있었다. DSC를 처음 제안하였던 Graham Smith(SR Technology)는 DSC가 로밍 환경에서도 적절한 로밍 알고리즘을 사용하면 문제없이 잘 활용될 수 있음을 주장하였으며(15/0025r0) 스페인의 Technical University of Catalonia는 NS-3를 이용한 DSC 시뮬레이션 수행 결과를 보여주었다(15/0027r1). 아파트와 같은 밀집된 환경에서 DSC 단말들로만 이루어진 셀과 DSC 없는 단말들로만 이루어진 셀들이 공존하는 경우에 대한 시뮬레이션에서 DSC 셀들의 수가 증가할수록 hidden 노드의 수가 증가함으로써

FER(frame error rate)는 증가하며, 반면에 exposed 노드의 수는 감소하게 되어 fairness는 증가하는 결과를 보여주었다. 또한 추가적인 다른 실험에서 하나의 BSS(Basic Service Set) 내에서 DSC 단말과 DSC 없는 단말이 공존하는 경우에 대한 시뮬레이션을 보여주었다. 특별히 이 실험에서는 DSC 효과에 의해 legacy 단말의 전송속도가 상대적으로 많이 감소하는 결과를 구체적으로 보여주었다. 이번 실험은 지금까지의 DSC 관련 시뮬레이션에 비해 구체적인 실험 환경 설정 및 상세한 실험 결과를 제공한다는 점에서 의미가 있다고 볼 수 있다. Realtek은 DSC 관련하여 지금까지 다양한 명칭(DSC, Revised CCA, Variable CCA, Dynamic CCA, Signaled CCA, Per-Link CCA)이 있음을 지적함과 동시에 SFD(Specification Framework Document)에 Spatial Reuse Parameters Set을 비컨 또는 프로브 응답에 포함시킬 것을 제안하였으나 구체적인 DSC 방안이 정해지지 않은 상태에서 아직은 이른 발상이라며 대부분의 회원들이 반대하였다. 하지만 이러한 노력은 향후 DSC에 대한 보다 활성화된 의견 수렴을 위한 촉진제가 될 것으로 기대된다.

이번의 두 회의에서는 작년 11월의 산 안토니오 회의 때에 SFD에 포함된 UL-OFDMA(Uplink Orthogonal Frequency Division Multiple Access)에 대한 많은 기고서가 제출되지는 않은 편이다. 연세대는 1월 회의에서 UL-OFDMA를 위해 AP(Access Point)가 중심이 되어 UL-OFDMA 전송을 트리거하며, 단말들의 채널 상태를 고려하여 UL-OFDMA의 채널을 할당해야 하는 문구를 SFD에 넣고자 하였으나 아직까지는 UL-OFDMA에 대한 논의가 시작 단계라서 크게 호응을 얻지 못하였다(15/0097r1). 연세대는 또한 UL-OFDMA 관련하여 3월 회의에서 non-contiguous 채널을 사용하는 것을 제안하였으나 받아들여지지 않았으며(15/0353r1), 현재 사용하고 있는 20 MHz 기반의 기본 채널의 크기를 줄여서 단말의 수가 늘어나는 11ax 환경에서 채널 점유에 따른 경쟁을 완화하는 방식을 SFD에 포함하자는 제안은 받아들여졌다(15/0354r1).

또한 1월 회의에서는 아직은 다소 시기상조라 여겨지는 Full Duplex를 이용한 방식에 대해 심도 있는 기고문이 ETRI로부터 발표되었다(15/0043r1). Full Duplex 전송 방식을 사용하면 기존의 Half Duplex 방식보다 2배의 전송용량(link capacity)을 제공할 수 있게 된다. 하지만 송신과 수신을 동시에 함으로써 발생하는 Self-Interference 때문에 그동안 무선에서는 적용되지 못하였으나 하나의 안테나를 사용한

뛰어난 성능의 Self-Interference Cancellation(SIC) 기술이 점차 선보임에 따라 무선에서도 적용이 가능해졌다. 하지만 기존의 Half Duplex 방식 단말들과의 호환 문제 그리고 SIC로 인해 늘어나는 소비전력 등의 이유로 아직까지는 제조업체로부터의 반응이 적극적인 것으로 보이지는 않으며 2019년 상반기 표준 완성을 목표로 하는 802.11ax의 기술로 선택될 가능성도 현재로서는 희박할 것으로 전망된다.

지난 1월부터 TGax에서 많은 투표권을 가지고 있는 대기업들(Intel, LGE, Broadcom, Marvell, Mediatek, Qualcomm, Huawei, Orange, NTT, Samsung)이 공동기고를 하기 시작했다(15/0094r4, 15/0101r1). 이번 3월 회의에서도 모두 5개(PHY 3개, MAC 2개)의 공동기고가 제안되었으며, 그 중 채택된 3개의 기고를 소개하면 다음과 같다. 첫 번째로 UL MU(Uplink Multiuser) 프레임 전송에 대해 AP가 여러 STA(station)들로 보내는 보내는 DL(Downlink) ACK를 다중화하는 방안을 제안하였다. 기존의 Multi-TID(Traffic ID) BA 프레임 포맷을 이용해서 Multi-STA을 위한 BA 제어 프레임을 정의하였으며, 이러한 제안은 SFD에 포함되는 것으로 가결되었다(15/0366r2). 두 번째로 UL MU 전송 절차에 대한 공동기고가 있었다(15/0365r0). 트리거 프레임을 AP가 선택된 STA들에게 보내면 해당 STA들은 MIMO(multi-input multi-output) 또는 OFDMA를 이용하여 동기화된 UL MU PPDU(Physical layer Protocol Data Unit)를 AP로 보내고 AP는 이에 대한 ACK를 해당 STA들에게 보내도록 하는 제안에 대해 SFD에 포함되는 것으로 가결하였다. 세 번째 채택된 제안은 다음과 같다. 지난 1월 회의에서 데이터 심볼 길이를 기본 길이인 3.2 us(1x)에서 4배 키운 12.8 us(4x)로 하자는 제안이 SFD에 포함되었다. 그러나 이러한 증가는 preamble안의 HE-LTF(High Efficiency Long Training Field)를 4배 길게 만들어서 multi-stream과 크기가 작은 데이터(PPDU)의 경우에 오버헤드를 크게 하고, UL MU-MIMO의 경우 채널 estimation을 어렵게 하는 단점이 있어 데이터 심볼 길이를 2배로도 늘일 수 있도록 하는 옵션을 두도록 제안하여 SFD에 채택되었다. 또한 P 매트릭스(MIMO의 경우 수신된 LTF에 적용하여 위상 추적을 수행하기 위한 매트릭스)를 802.11ac의 것과 동일한 것을 사용하여 기존의 MIMO 수신기를 그대로 사용할 수 있도록 하는 제안이 SFD에 채택되었다(15/0349r1).

표준화 전망

이번 3월에 가동된 4개의 애드혹 그룹(MAC, PHY, Multiuser, Spatial Reuse)의 분리와 함께 802.11ax를 위한 구체적인 기술들이 본격적으로 논의되어 표준화에 속도가 붙었다. DSC에 대한 논의는 기존 단말에 대한 악영향에 대한 보다 정확한 분석과 이에 대한 보완책이 마련된다면 802.11ax의 기술로 채택될 가능성이 있을 것으로 보여 앞으로 이에 대한 논의가 상당 기간 지속될 것으로 예상된다. 또한 SFD에 포함되었으나 지금까지 다소 미진했던 UL MU-MIMO와 UL OFDMA에 대한 논의 또한 좀 더 구체적으로 진행될 것으로 보인다. 이번 3월에서 두드러지게 나타난 현상은 위에서 언급한 대기업 중심의 공동기고가 늘었다는 점이다. 그 안에 우리나라의 LG전자와 삼성전자가 포함되어 있고, 기고 수가 많은 것은 아니지만 이로 인해 우리나라의 중소기업뿐만 아니라 거기에 포함되지 않은 기업들의 좋은 제안이 밀려날 수 있다는 우려가 있기도 하다.

오민석 (경기대학교 전자공학과 교수, msoh@kgu.ac.kr)