

5G 버티컬 서비스와 6G 전망

김대균 TC11(이동통신 기술위원회) 의장, 삼성리서치 통신표준연구팀 수석연구원

1. 머리말

최근 이동통신 표준화 현황을 살펴보면 5G Advanced 표준의 고도화가 진행되는 동시에 6G 표준에 대한 준비가 본격 착수하고 있다. 3GPP는 2023년 12월 총회에서 5G-Advanced 1차 표준(Rel-18)의 완료를 선언한 데 이어, 5G-Advanced 2차 표준(Rel-19)을 위한 표준화 아이템을 최종 선정하였다. 5G-Advanced 2차 표준화 아이템에는 5G Advanced 1차 표준에서 진행됐던 AI/ML 지원, 다중안테나(MIMO), 이동성 지원 등의 성능 개선 외에도 듀플렉스(Duplex) 혁신이나 XR(eXtended Reality) 같은 새로운 서비스의 지원 기술, CAPEX/OPEX 절감을 통한 5G 확산 지원, 신규 서비스 경험 제공 및 6G 준비 기술 등을 포함하고 있다.

이와 함께 6G 표준화에 대한 로드맵 수립에도 착수하였다. 먼저 2024년 5월 서비스 요구사항 워크숍을 시작으로 2030년 ITU-R에서 IMT-2030 표준 승인 일정에 맞춰 6G 기술 표준을 제안하기 위한 구체적 로드맵 수립 및 표준화가 진행될 것으로 보인다.

ITU-R에서도 2023년 6월 IMT-2030 프레임워크 완료를 시작으로 기술 제안과 평가와 같은 일련의 과정을 거쳐 2030년 최종 승인되는 로드맵을 수립하였고, 2023년 11월 WRC-23에서 6G 서비스를 위한 후보 주파수 대역 선정에 돌입하는 등 본격적인 표준화 작업을 시작하고 있다.

본고에서는 3GPP에서 진행되는 5G-Advanced 2차 표준 현황을 알아보고 ITU-R 등의 표준화 기관 및 주요 업체들이 진행 중인 6G 표준화 준비 현황을 살펴보기로 한다.

2. 5G Advanced 표준 고도화 및 6G 표준화 현황

2.1 5G-Advanced 2차 표준 현황

이동통신 표준화는 약 10년 주기로 다음 세대로 진화하고 있으며, 세대별 최초 표준 발간 후 업계의 세대별 대규모 재투자 시점과 맞물리는 중간 세대 표준을 통해 시장 요구에 대응하는 것을 목표로 표준화를 진행해 왔다. 5G 역시 2020년대 중반기 상용화를 목표로 5G-Advanced 표준에서 기존 5G를 능가하는 성능을 달성하고 5G를 통한 새로운 비즈니스를 창출하기 위하여 다양한 혁신 기술과 서비스 표준화를 추진하고 있다.

5G-Advanced 2차 표준인 Rel-19에서는 CAPEX/OPEX 절감을 통한 5G 확산 지원, 신규 서비스 경험 제공 및 6G 준비 기술 등이 포함될 예정이다. 3GPP는 2023년 6월 개최한 Rel-19 워크숍에서 여러 업체의 기술 제안을 검토하여 2023년 12월 총회에서 Rel-19 표준 아이템을 최종 선정하였다. 듀플렉스 혁신, XR 등 다양한 혁신 기술, 6G 채널 모델링 등 6G 준비 기술을 포함한 다

양한 기술들이 포함되었다.

5G-Advanced 2차 표준 기술을 분야별로 좀더 구체적으로 살펴보도록 하겠다. 먼저 커버리지/성능 개선, 네트워크 에너지 효율화를 지원하기 위한 다중안테나(MIMO), 듀플렉스(Duplex) 혁신, 기지국 저전력 모드 개선 및 물리계층 기반 핸드오버 개선 기술 등이다. 이들 기술은 CAPEX/OPEX를 절감하는 등 5G 사업 활성화를 지원한다(<표 1> 참조).

<표 1> 성능 향상 기술

제안 기술	설명
MIMO 향상	Inter-site에서 CJT 성능 향상을 위한 동기화 기술, 최대 128 안테나 포트 지원 코드북, UL 3TX 지원 등
듀플렉스 혁신	TDD 대역에서 UL 전송 시간을 증대하여 UL 커버리지 개선 및 전송 지연시간을 줄이는 기술
네트워크 전력절감 개선	전력소모 절감을 위해 기지국이 필요 시에만 Non-sleep 모드로 전환될 수 있도록 단말의 정보를 활용하는 기술
이동성 개선	핸드오버 성능 개선을 위해 Intra-CU 간 도입된 LTM 기능을 Inter-CU로 추가 확대, 기지국이 설정한 조건기반 단말실행 LTM 기술

* CJT: Coherent Joint Transmission, NES: NW Energy Saving, LTM: L1/L2-Triggered Mobility

다음으로는 신규 서비스인 XR, Avatar 통화 지원을 위한 멀티모달 서비스 지원 등 다양한 QoS 강화 및 위성 액세스 커버리지 확대를 통한 위성통신 품질 개선 기능을 포함하고 있다(<표 2> 참조).

<표 2> 신규 서비스 지원 기술

제안 기술	설명
XR/메타버스	하나의 단말에 연결된 복수 개의 장치가 참여하는 Multimodal 서비스 지원, Avatar 통화, 트래픽 특성 고려 QoS 제어 강화 등
위성통신 기능향상	위성 액세스 커버리지 확대, 위성/지상 액세스 동시 접속 지원, Regenerative payload 등

* NTN: Non-Terrestrial Network

이와 함께 AI/ML의 채널 피드백이나 초고주파 빔 예측 기능처럼 물리계층을 활용하는 기술이나 이중수신기 구조 지원을 통한 단말 전력소모 절감 기술처럼 Rel-18 표준에서 진행된 연구 아이템을 지속하고 규격화 작업을 진행한다(<표 3> 참조).

<표 3> Rel-18 연구 아이템 규격화

제안 기술	설명
AI/ML	초고주파 Beam 예측과, 측위 개선 규격화를 진행하며 Data 수집이나 CSI* 예측 등의 계속 연구 진행
WUS/WUR*	기존 OFDM 수신기(MR)와 저전력 WUR로 구성된 단말의 이중 수신기 구조 연구 및 기지국/단말의 동작 방안 연구

* CSI: Channel State Information, MR: Main Radio, WUS/WUR: Wake-up Signal/Receiver

AI/ML의 활용을 물리계층뿐만 아니라 상위계층으로도 확대한다. AI/ML을 기반으로 한 단말의 피드백을 통한 핸드오버 최적화 및 네트워크 슬라이싱 등 기지국 성능 최적화와 같은 신규 Use case로 확대한다(<표 4> 참조).

<표 4> 상위계층 AI/ML 적용

제안 기술	설명
이동성 최적화 AI/ML 기술 연구	기존 L3 기반 핸드오버에서 AI/ML 활용한 성능 개선 모색 (단말 내 측정/이벤트 예측, HO 실패 예측, NW측 모델 위한 단말도움정보 등)
기지국 성능 최적화 AI/ML 기술 연구	네트워크 슬라이싱 및 커버리지/용량 최적화에 AI/ML 활용 위한 방법 모색

이 외에 6G 후보 대역 중 7-24GHz이나 RF 센싱기능 지원을 위한 새로운 채널 모델 연구 및 RFIC와 같은 초저전력 IoT 서비스를 위한 Ambient-IoT 기술 연구에 착수하였다(<표 5> 참조).

<표 5> 상위계층 AI/ML 적용

제안 기술	설명
채널 모델링	Upper-mid band: 6G 후보 대역 중 하나인 7-24 GHz의 채널 모델 ISAC: 기지국 및 단말의 RF Sensing 기능을 고려한 반사 채널 모델
Ambient-IoT	Battery가 없는 Zero-power 단말을 이용해 근거리 IoT 서비스를 제공하기 위한 기술 및 아키텍처 연구

* ISAC: Integrated Sensing and Communication

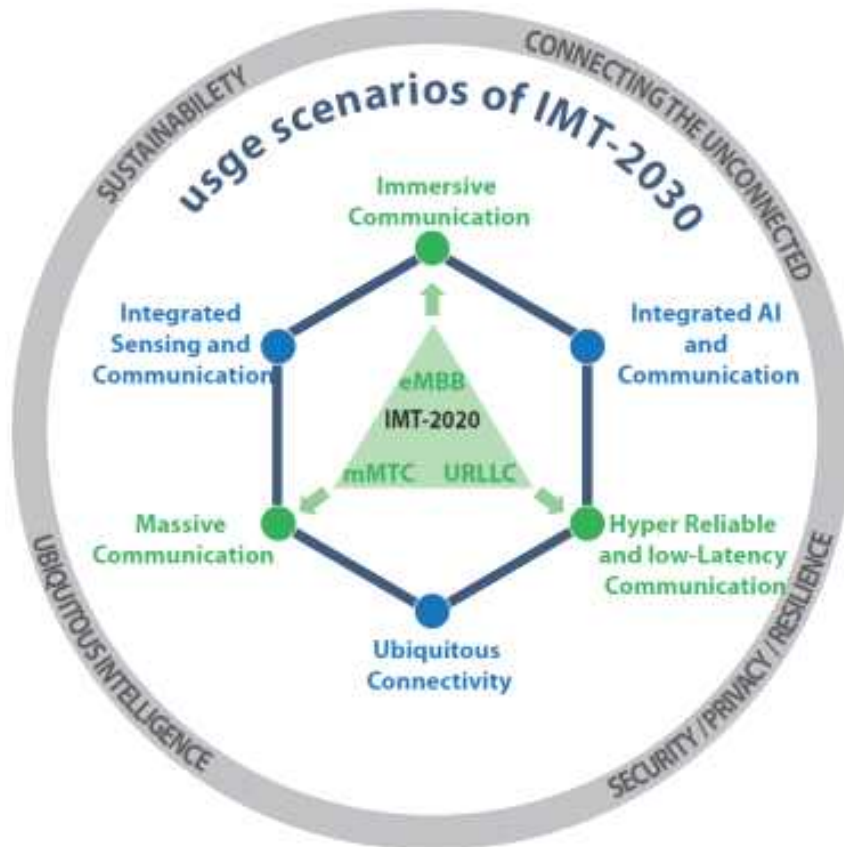
2.2 ITU-R, IMT-2030 표준화

ITU-R은 2023년 6월 IMT-2030 프레임워크 개발을 완료한 이후 기술성능 요구사항 및 평가 방법 정의(2024년 2월~2026년 10월), 후보기술 접수, 평가 및 선정(2027년 2월~ 2029년 10월) 및 기술 채택 및 표준 완성(2029년 6월~2030년 6월)의 6G 표준 로드맵을 수립하였다.

완성된 6G 프레임워크 표준안을 살펴보면 6G에서 예상되는 전반적인 동향을 제시한 뒤, 이를 기반으로 대표적인 사용 시나리오와 이를 실현하는 데 필요한 핵심 성능 지표를 정의하고 있다. 또한 6G의 성공적인 개발 및 표준화를 위해 중장기 관점에서의 기술 표준·상용화·주파수 표준화 등을 포함한 차세대 이동통신 개발의 전반적인 로드맵을 포함하고 있다

6G 사용 시나리오는 [그림 1]과 같이 5G에서 정의된 전통적인 통신 영역(eMBB, URLLC 및 mMTC)의 확장 서비스뿐만 아니라 통신과 센싱/AI가 결합된 형태 및 이기종 네트워크와의 상호 운용을 통한 연결성 제공 시나리오 등으로 6개 축으로 확장하였다. 설계 원칙으로는 지속가능성, 보안/프라이버시/복구성, 연결성 확장 및 지능화를 포함하고 있다.

6G 핵심성능지표를 기술하고 있는데, 5G 핵심성능 지표 9개 항목에 더해 6개 신규 항목(커버리지, 포지셔닝, 센싱 기능, AI 관련 기능, 지속성, 호환성)을 포함하여 [그림 2]와 같이 총 15개 항목을 핵심성능지표로 정의하고 있다.



[그림 1] IMT-2030 사용 시나리오

Capabilities of IMT-2030

NOTE: The range of values given for capabilities are estimated targets for research and investigation of IMT-2030.



[그림 2] IMT-2030 핵심 성능 지표

IMT-2030 프레임워크에서는 6G 주파수의 필요성도 같이 제시하고 있다. 시스템 용량과 커버리지 요구사항을 동시에 충족하고 새로운 서비스를 성공적으로 제공하기 위해서는 저대역, 중대역, 고대역 및 초고대역의 다양한 주파수 자원이 필요할 것으로 예상하고 있다. 이와 관련된 내용이 2023년 11월 WRC-23에서 논의됐으며, 2030년경 6G 주파수 할당을 위해 지역기구들이 제안한 후보 주파수를 검토하여 WRC-27 의제화를 위한 다양한 주파수의 후보 대역을 선정하였다.

이러한 ITU-R의 IMT-2030 표준화 본격 착수와 함께 5G 표준화가 마무리되어가는 가운데, 산업계의 6G 표준 관련 움직임도 본격화되고 있다.

먼저 국내 사업자 동향을 살펴보면, SKT는 2023년 2월 6G 표준화를 위해 필요한 핵심 요구사항과 미래 네트워크 진화 방향성을 제시하는 6G 백서를 공개하였다. 이 백서는 5G로부터 얻은 교훈, 6G 유망 서비스 전망, 6G 핵심 요구사항, 6G 네트워크 기술 진화 방향, 6G 주파수, 6G 표준화 예상 일정 등의 내용을 포함하며, AI, 전력 절감, 양자 보안 등이 6G 네트워크 전 영역에 걸쳐 보편화될 것으로 예상된다. 또한 Extreme MIMO, RIS(Reconfigurable Intelligent Surface), Open-RAN, Cloud-native Network, 광전융합기술, NTN(Non-Terrestrial Networks) 등을 강조하며 6G 초기 표준화 및 기술 생태계를 선도하려는 노력을 이어가고 있다.

LG유플러스도 다양한 선행 표준화 및 생태계 조성에 적극 대응하고 있다. 2023년 10월 6G 백서 발간을 통해 Sustainability (지속가능성), Intelligence (지능화), eXpansion (확장성) 등을 핵심 키워드로 제시하고, 네트워크 미래 진화 방향으로 5G와의 호환성, 액세스/코어 통합 네트워크, 보안 강화 및 양자 기반 네트워크, AI 내재화 구조, 네트워크와 컴퓨팅의 융합 등을 제시했다. 요소 기술로는 Ambient IoT, 양자보안기술, O-RAN의 RAN Intelligent Controller (RIC), 초대규모 MIMO, 지상망-위성망 간 통합 등을 제시하고 있다.

사업자 중심의 기술협력 단체인 Next Generation Mobile Networks (NGMN) Alliance도 혁신적인 차세대 이동통신 서비스를 위한 가이드를 제공할 목적으로, 백서 및 보고서 발간을 포함하여 다양한 활동을 진행하는 중이다. 2023년 9월 사업자 관점에서 6G 진화에 대한 입장을 표명하는 문서인 '6G Position Statement'를 발간하였다.

이와 함께 주요 제조업체도 백서 발간 및 6G 준비에 박차를 가하는 등 다양한 6G 준비를 진행하는 중이다. 삼성전자는 6G 관련 다양한 연구 성과를 MWC 2023, Mobile Korea 2023 등의 행사를 통해 공유하고 있다. 이중통신(Duplex) 혁신 기술, AI 기반 비선형성 복원 수신 기술, AI 기반 에너지 절감 기술, 차세대 다중안테나 기술, 초고속 HW 플랫폼 등을 소개하였다. 퀄컴은 MWC 2023을 통해 6G의 기술들을 시연하였는데, 초고주파 대역에서의 AI model을 통한 빔 예측 기술, 복수 단말을 활용 AI 기반 CSI 압축 기술, 7-16 GHz 대역에서 향상된 성능을 제공하는 다중안테나 기술, 3.5GHz 및 초고주파에 사용 가능한 전이중(Full Duplex) 통신방식 및 고품질 포지셔닝 기술 등 다양한 기술을 선보였다. 에릭슨은 6G 주파수 백서에서 후보 주파수 및 주요 Use Case에 대한 의견을 제시하고 6G 후보 기술의 검증을 진행하였으며, 2023년 10월 인도의 자사 연구소에 6G 랩 신설처럼 지역 연계를 강화한 6G 연구 계획을 발표하는 등 다양한 지역에서 정부, 학계, 산업계 주도 6G 과제에 적극 참여 중이다. 노키아는 2023년 11월 사업자와 기업들을 위한 새로운 네트워크 구조를 제시하고 주요 네트워크 진화 트렌드를 소개하는 'Technology Strategy 2030'을 발표하였으며, 2030년까지 일반 사용자의 데이터 트래픽 및 월평균 사용량을 분석한 'Global Network Traffic 2030' 보고서도 발간하였다. 화웨이는 2023년 10월

5.5G 솔루션 출시를 발표했고 11월에는 'Huawei Connect 2023'을 개최하여 유럽 이동통신 시장의 친환경 및 디지털 전환 지원을 강화하겠다고 발표하는 등 6G를 준비하고 있다.

2.3 3GPP, 6G 표준화 준비 현황

3GPP는 5G-Advanced 2차 표준 계획 수립과 함께 6G 표준에 대한 논의를 본격화하고 있다. 그 일환으로 2024년 5월 IMT 2030 Use Case 워크숍을 계획하고 있으며, 여기에서는 외부 관련 기관들의 의견이 주로 발표될 예정이다. 3GPP 시장대표참가기관(예, GSMA, 5GAA, 5GACIA 등), 국가별 연구기관, 그 밖의 다양한 표준 관련 기관(예, NGMN, ITU-R 등) 등이 발표를 계획하고 있으며, 이후 관련 실무반 회의를 통해 3GPP 회원사들의 발표 및 논의가 이어진다. 이번 워크숍에서는 IMT-2030 프레임워크에서 반영된 다양한 사용자 시나리오를 포함하는 여러 관련 기관의 의견이 제시될 것으로 보인다.

이후 ITU-R에서 계획한 로드맵에 따르면 2030년 IMT-2030 표준 승인이 이루어질 것으로 예상되는데, 3GPP에서도 위 일정에 맞춘 6G 후보 규격 제안을 위해 2025년부터 6G 기술 요구사항 및 6G 표준화에 포함될 기술 논의에 본격적으로 착수할 것으로 예상된다.

3. 맺음말

근래 10여 년 주기로 새로운 세대가 등장해온 이동통신 업계는 3GPP에서 5G-Advanced 표준의 고도화를 진행함과 동시에, ITU-R이 IMT2030 프레임워크를 완료하는 등 6G 표준화에 대한 준비를 본격화하고 로드맵을 수립하였다. 3GPP는 ITU-R의 6G관련 로드맵에 맞추어 5G-Advanced 2차 표준에서는 5G와 5G-Advanced 표준에서 소개된 다양한 성능 향상 기술이나 서비스 지원 기술을 고도화하는 측면과 동시에 6G 표준에서 도입될 기술들을 연구하는 측면을 함께 진행할 것으로 보인다. 2024년 5월 6G Use Case 워크숍 개최를 시작으로 본격적인 6G 표준화에 착수할 것으로 보이며, 업계에서 연구가 진행 중인 다양한 무선통신 고도화, AI/ML 내재화, SW화 및 가상화, 지속가능성, 센싱-통신결합, 지상망-위성망 연동 등 다양한 혁신적 키워드들이 소개될 것으로 보인다.

반면 표준 기관이나 관련 업계 주도로 진행되는 6G 표준화의 동력은 5G 시장의 성숙도와 연계되어 있는 것으로 보인다. 5G는 다양한 신기술과 신규 서비스를 지원하여 이동통신 업계에 새로운 시장을 창출할 것으로 기대를 모았으나, 현재까지는 기존 서비스의 고도화에 치중하고 있다. 5G 상용 서비스에서 나왔던 다양한 업계의 요구 사항이 반영될 것으로 보이는 금번 6G 표준화의 착수를 기회로 5G 시장의 활성화를 함께 기대해 본다.

[참고문헌]

- [1] 'Draft New Recommendation ITU-R M.[IMT. Framework For 2030 and Beyond'
- [2] 3GPP, SA1#105 and planning for 2024
- [3] 3GPP, RP-232745 Summary for RAN Rel-19 Package RAN123-led
- [4] SKT, SKT6G-White-PaperEng-v1.0

※ 출처: TTA 저널 제211호