

차세대 이동통신 표준화 및 준비 현황

김대균 이동통신 기술위원회(TC11) 의장, 삼성리서치 표준연구팀 수석연구원



1. 머리말

3GPP에서 2018년 첫 번째 표준화(Rel-15)가 완료된 5G 이동통신은 현재 세계 여러 국가에서 상용화가 진행되어 빠르게 가입자가 늘어나고 있는 상황이다. 이어 3GPP는 2021년 6월 5G 2차 표준(Rel-16)을 완료하고 해당 규격을 ITU-R에 제출하여 2021년 IMT-2020 규격으로 정식 승인되었다. 5G는 초고속, 초저지연, 초연결이라는 요구사항을 만족하도록 개발하고 있으며 일반 데이터 서비스 고도화 외에도 신규 서비스를 지원하는 다양한 기술들을 지원하고 있다. 현재 3GPP에서는 5G 표준의 고도화를 위한 5G-Advanced 표준화 내용을 담은 Rel-18 작업이 진행 중이며, 6G 이전까지 5G의 지속적인 성능 향상 및 서비스 개선을 위한 다양한 기술을 표준화하여 2024년 3월 완료할 예정이다.

5G-Advanced 표준과 함께 ITU-R에서는 6G 이동통신 표준 제정을 위해 비전-요구사항-기술 제안/성능평가-표준 승인으로 이어지는 6G 표준화 로드맵을 수립하고 IMT-2030 표준으로 명명하였다. 이에 발맞춰 2021년 3월 6G 비전 작업반을 신설하고 2023년 6월 완료를 목표로 비전 권고서 개발을 진행하고 있으며, 새로 정의될 6G 주파수에 대한 논의도 착수되었다. 각국에서는 관련 학계 및 업계와 함께 향후 본격화될 6G 주도권 확보를 위해 6G 비전 권고서에 포함될 요구사항, 주파수, 기술들을 비전 작업반에 제안해오고 있으며 국가별 표준 단체들을 중심으로 다양한 논의들이 이루어지고 있다. 이를 기반으로 3GPP 등 표준화 단체에서 기술 표준화가 진행될 것이다.

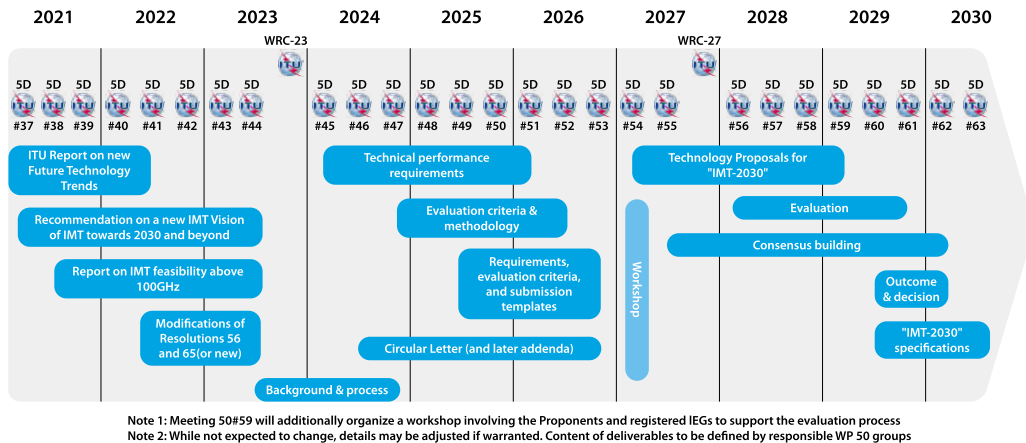
본 고에서는 3GPP에서 진행 중인 5G-Advanced 표준 현황 및 ITU-R에서 본격적으로 준비 중인 6G 표준화에 대해서 살펴보기로 한다.

2. 차세대 이동통신 표준화 현황

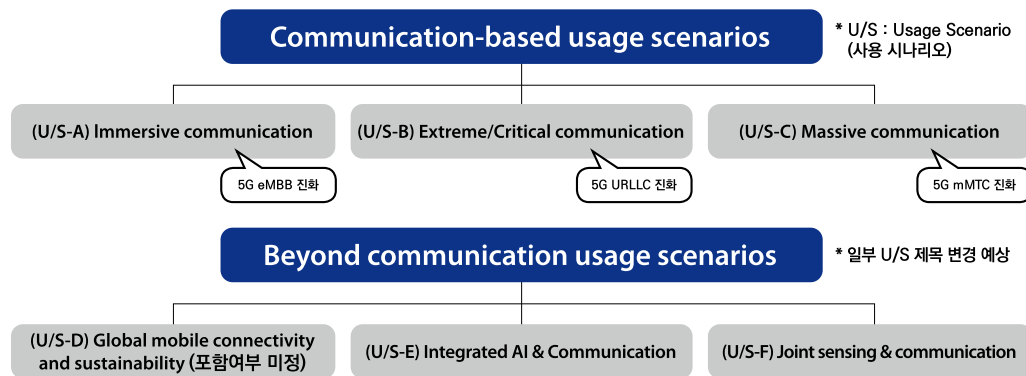
2.1 5G-Advanced 표준화 현황

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. 3G에서는 HSPA(High Speed Packet Data), 4G에서는 LTE-Advanced 표준 등을 통해 해당 세대 최초 표준을 기반으로 혁신적 품질 개선을 위한 기술들을 제공해왔다. 3G에서는 HSPA(High Speed Packet Data), 4G에서는 LTE-Advanced 표준 등을 통해 해당 세대 최초 표준을 기반으로 혁신적 품질 개선을 위한 기술들을 제공해왔다. 5G에서도 2020년대 중반기 상용화를 목표로 5G-Advanced 표준이 이러한 역할을 하게 된다. 기존 5G를 능가하는 성능과 5G를 통한 새로운 비즈니스 창출을 목표로 다양한 혁신 기술과 서비스 표준화를 추진하고 있다.

2023년 12월 완료 예정인 5G-Advanced 표준에는 기존 5G 기술의 성능 개선뿐만 아니라 혁신적 성능과 새로운 서비스를 제공하기 위한 기술들이 포함되어 있다. 5G-Advanced 표준에서 새롭게 도입된 주요 기술들은 다음과 같다. AI(Artificial Intelligence)/ML(Machine Learning)를 이용하여 무선 접속 계층 성능 개선이나 기지국 운용 최적화를 지원한다. 듀플렉스(Duplex) 혁신 기술은 TDD 대역에서 일부 대역을 상향 링크로 전용하거나 전대역에서 상향/하향 링크를 동시 전송하는 방식까지 함께 논의하고 있다. 사업자의 OPEX 감소를 위한 네트워크 에너지 절감 기술, 기지국 제어를 통한 RF 리피터의 성능을 개선하는 기술 등도 논의되고 있



[그림 1] 6G 표준화 로드맵 (22.6월, ITU-R WP5D)



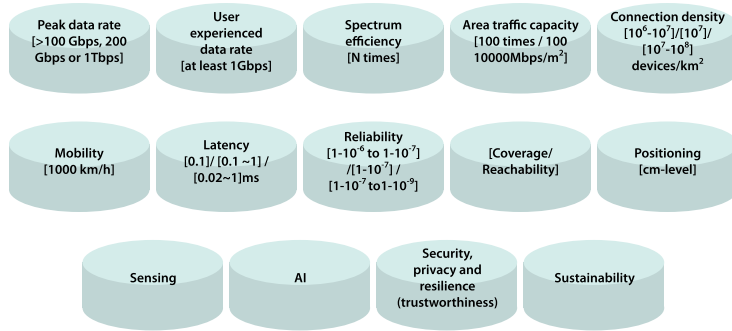
[그림 2] 6G 사용 시나리오 (잠정)

다. XR(eXtended Reality) 등 새로운 디바이스의 서비스 품질 향상을 지원하거나, 드론이나 위성 등을 이용해 서비스 음영 지역을 다양하게 지원하는 기술도 개발 중이다. 이외에도 네트워크 장비에 대한 AI/ML 지원, XR 등 신규 서비스 지원 기술 및 에지 컴퓨팅 (Edge Computing), 네트워크 슬라이싱 (Network Slicing) 등 서비스 차별화 강화 및 네트워크 에너지 절감 기술 등에 대한 표준화가 진행 중이며, 이들 중 상당수는 6G에서도 지속적인 표준화가 이루어질 것으로 예상된다. 현재 3GPP의 다양한 표준화 작업반에서 다수의 국내 업체 소속 연구원들이 의장단으로 활동하며 5G-Advanced 표준화를 주도하고 있다.

2.2 ITU-R, 6G 비전 및 표준화 로드맵 수립

ITU-R 이동통신 표준화 작업반(WP5D, Working Party 5D)는 이동통신 주파수 국제 분배뿐 아니라 차세대 이동통신 비전과 요구사항을 정의하고 이러한 요구사항을 만족하는 후보 기술을 국제 표준으로 승인하는 업무를 담당하고 있다. 2022년 6월, 6G 표준을 2030년 승인하는 일정에 합의하고 관련 로드맵을 수립하였다.

6G 표준 로드맵을 단계별로 살펴보면 다음과 같다. 2023년 6월까지 비전 권고서를 개발하고 2026년 10월에 6G 요구사항 및 평가 방법을 도출하며 2029년 10월까지 6G 후보 기술 접수 및 평가를 완료한 후 2030년 6월에 최종적으로 6G



[그림 3] 6G 14개 핵심성능지표 (잠정)

표준을 승인하는 일정이다. 이러한 ITU-R 일정과 과거 사례로 유추해 볼 때 3GPP에서도 2020년대 중반 6G 표준화에 착수할 것으로 예상된다. 현재 6G 비전 권고서 개발이 진행 중인데 삼성전자 최형진 연구원이 이 작업반의 의장을 맡고 있다.

이후 2022년 10월 ‘IMT-2030’을 ITU 공식 6G 명칭으로 잠정 채택하였고, WP5D는 6G 비전에 포함할 사용 시나리오 및 시나리오 실현을 위한 14개 핵심성능지표를 잠정 도출하였다. 6G 사용 시나리오는 5G 때의 전통적 통신 영역(eMBB, URLLC 및 mMTC)과 AI/센싱 등 통신 이외 영역으로 잠정 도출하고 있으며, 통신 이외 영역의 경우 위성통신을 활용한 글로벌 coverage 제공, AI와 통신의 결합, 센싱과 통신의 결합 등의 비전을 제시하였다.

잠정 도출된 6G 핵심성능지표를 살펴보면, 5G 비전에서 정량적 항목들을 위주로 구성되었던 것과 달리 6G 비전 논의에서는 인공지능(AI), 가용성(Availability), 신뢰성(Trustworthiness), 지속 가능성(Sustainability) 등과 같은 정성적 항목들도 후보 항목으로 제안되었다. 이에 따라 Capability를 정량적 및 정성적 항목으로 구분하는 내용도 잠정안에 포함되었으나 실제 활용 가능한 지표를 도출하기 위한 추가 논의가 필요한 상황이다.

6G 비전 작업 이외에 기존 5G 주파수에 포함되지 않은 새로운 주파수 확보에 대한 논의도 진행 중이다. 2023년 6월을 목표로 92GHz 이상의 sub-THz 대역 이동통신 활용에 대한 기술적 적합성 연구가 진행 중이며, 140GHz, 160GHz, 220GHz, 300GHz 대역 등에서 실내외 환경 기반의 다양한 채널 측정 실험 결과들이 수록되고, 아울러 전파 특성, Coverage, 안테나 등 관련 기술에 대한 연구 결과들이 포함될 예정이다.

2.3 국내외 6G 준비 현황

미국은 5G에서 국가 참여가 미흡했다고 판단하고 있다. 이에 따라 2021년 12월 차세대 6G 네트워크의 안전한 개발과 배포를 촉진하고 중요 인프라에 대한 사이버 공격에 대응할 보안을 향상시킬 목적으로 미래 네트워크법이 미 하원에서 통과되었다. 이 법안은 6G 기술 진화와 조기 상용화를 위해 국가적 협력체계를 가동하기 위한 법률 근거를 확보하자는 취지로 제정되었다. 미국 통신산업협회(ATIS)가 자국 6G 주도권 확보를 위해 2022년 2월 설립한 Next G Alliance(NGA)에서 6G 비전을 담은 백서 및 주요 후보 기술 및 연구 분야 등을 정리한 기술 보고서 발표 등을 발표하고 있는데, 국내 업체들도 리더십에 참여 중이다. 미국 주도하에 결성된 ‘6G

Symposium'은 매년 봄과 가을 각각 유럽과 미국에서 행사를 개최하며 규모와 파트너십을 확대하는 중이다.

중국은 2019년 11월 공식적으로 6G 기술 R&D 시작을 선언하는 등 6G에서도 공격적인 행보를 이어오고 있다. 중국은 2022년 1월 '14.5 디지털경제발전계획 계획'을 통해 6G 관련 연구개발 지원 강화 및 6G 표준화 작업 적극 참여 등 선제적 대응을 제안하고 있으며, 정부 주도 조직인 'FuTURE Mobile Communication Forum'은 2022년 3월 6G 기술 R&D의 다양한 아이디어와 최근 성과를 공유하는 'Global 6G Conference'를 개최하였다.

유럽은 연구개발지원 프로그램 'COREnect (European Core Technologies for future connectivity systems and components)' 프로젝트를 운영하며 유럽 반도체 법(European Chips Act)을 지원하고, 6G 칩 주도권 확보를 위한 로드맵을 발표하였다. 2022년 10월, 유럽연합(EU) 집행위원회(EC)는 6G 기술에 대한 청사진 제안 및 사회적 과제(신뢰성·포괄성·지속가능성) 극복을 목표로 6G 플래그십(Flagship) 과제인

'Hexa-X'의 두번째 단계 'Hexa-X-II' 창설을 발표하였다.

일본 B5GPC(Beyond 5G Promotion Consortium)는 2030년경 실현될 강력하고 활기찬 사회를 예측하고, 이를 지원하기 위한 사례, 통신 요구 사항, 요소 기술 제시를 목적으로 6G 백서를 2022년 3월 발행하였다. 또한 NTT 그룹 주도하에 광기술 기반의 차세대 네트워크를 구현하기 위해 설립된 IOWN(Innovative Optical and Wireless Network) Global Forum은 2022년 1월 기술 보고서 6종을 발간하고, 2022년 4월 로드맵 2030을 공개하였다.

국내에서는 과기정통부가 2021년 4월 '6G 핵심기술 개발 사업'을 시작한데 이어, 2022년 6월 이후 미래 기술 패권 주도 및 통신 네트워크 기술의 글로벌 경쟁력 확보를 위한 '차세대 네트워크 R&D' 사업을 계획하고 있다. Beyond 5G/6G 핵심 기술 확보를 위해 6G 무선통신 · 6G 무선 통신 부품 · 6G 모바일 코어 네트워크 · 6G 유선 네트워크 · 6G 시스템 · 6G 기반 조성 등 6개 분야 및 17개 전략 기술을 개발하는 것이 골자다. 2022년 11월 5G/6G 분야 글로벌 기술산업 동향

<표 1> 6G 글로벌 주요 발표 내용

주요국 및 업체	발표 내용
한국	과기정통부는 한국의 글로벌 6G 주도권 확보를 위한 3단계 전략 발표. 우선 정부 R&D 지원 통해 소재/부품 등 핵심기술 확보. 이를 바탕으로 글로벌 표준화에 대응, 다수 표준특허 확보. 가장 앞선 6G 인프라 구축 목표
미국	연방통신위원회(FCC) 6G 전략 소개. 주파수 선적 적기 공급을 바탕으로 NGA를 중심으로 한 6G 상용화 지원에 초점을 둠. 7~24GHz 주파수 대역에서 최대 550MHz 대역폭을 신규 주파수로 공급 검토. Open-RAN 기술도 중요 과제로 추진 예정
중국	6G 전문가 위원회인 'IMT-2030 프로모션 그룹' 중심의 기술 개발 동향 소개. 위원회 내 6개 작업 그룹을 기반으로 연구과제 진행 중
유럽	'협력' 위주의 6G 개발 전략 소개. 경제가치 창출과 산업 리더십, 지속가능한 개발, 개방형 기술 실현을 목표로 6G R&D 추진
삼성	6G 주파수 후보로 거론되는 Sub-THz 대역과 별도로 Upper mid-band(10~24GHz)의 사용 필요성 제시. 해당 대역에서 사용될 X-MIMO(eXtreme MIMO) 기술 특성 소개 이외에도 THz, RIS(Reconfigurable Intelligent Surface), AI/ML 등을 6G 핵심 기술로 언급하였으며 일부 기술의 PoC 결과를 데모 영상으로 소개
LG 전자	'Road to Hyper-Convergence World'라는 주제로 6G 비전과 R&D 활동 소개. 핵심 후보 기술로 THz, Full Duplex, JCAS(Joint Communication and Sensing), RIS, AI, DSS(Dynamic Spectrum Sharing), Aerial Vehicle Comm. 제시. THz 통신을 위한 개발 성과와 OTA(Over The Air) 실험 결과 소개. 2023년 주요 R&D 활동 목표 기술로 THz, X-Band(10~11GHz) RIS, JCAS, DSS 등 제시
퀄컴	'Driving 5G Advanced evolution on the path to 6G'라는 주제로 5G 기술의 기술적 진보를 통한 6G 진입 소개. 6G 핵심 연구 기술로 Data driven communication and network design, THz로의 주파수 확장 및 sharing, Giga-MIMO, RIS, JCAS, Security, Robust networks 등 제시

을 공유하고 5G 융합서비스 시장과 6G 비전 및 기술 표준을 선도해 차세대 이동통신 글로벌 리더십을 확보하기 위한 ‘Mobile Korea 2022’가 열렸는데, 올해로 3회째를 맞이하는 ‘6G Global’은 행사 기간 중 이틀 간 진행되었다. 한국, 미국, 유럽, 중국 등 8개 국가에서 국가별 연구개발 현황을 공유하고 국내 통신 3사와 삼성전자, 퀄컴 등 주요 국내외 제조사가 6G 비전 및 향후 연구 계획을 발표하였다. 주요한 내용은 <표 1>과 같다.

3. 맺음말

3GPP는 5G의 초고속, 초저지연, 초연결이라는 비전을 실현하기 위한 표준을 제정하였으며 현재는 5G 표준의 고도화를 위한 5G-Advanced 표준화가 진행되고 있다. 5G-Advanced 표준에서는 다중안테나, 이동성 지원 같은 전통적 기술의 성능 향상 외에도 듀플렉스나 AI/ML 기술, 위성이나 XR 같은 새로운 서비스의 지원 기술, 최근 업계 관심사로 떠오른 네트워크 저전력 기술까지 다양한 주제들의 표준화 작업이 진행 중이다. 5G-Advanced에서 표준화 작업 중인 여러 기술들은 6G에서도 계속 진화할 것으로 예상된다. 5G를 이용한 신규 서비스 창출이 기대보다 더딘 감이 있었으나 최근 주목받고 있는 위성 서비스가 5G-Advanced 상용화와 함께 각광받을 것으

로 보이며, 향후 5G 기반 위성 서비스가 일반화 될 것으로 예상된다.

6G 표준화와 관련, ITU-R에서 IMT-2030이란 이름으로 표준 일정이 수립되어 비전 권고서 개발이 진행되고 있다. 6G 비전 권고서에서 논의 중인 내용들을 살펴보면 5G 비전에서는 다루지 않았던 AI, 센싱, 클라우드에 기반한 개방화/SW화 등 통신 이외 영역까지 포함하는 사용 시나리오가 개발되고 있어 통신업체 외에도 다양한 기업들의 참여가 예상된다. 6G는 국가별로 상용화나 투자비 회수 여부에 따라 시기에 대한 입장은 조금씩 다르지만, 6G에서도 기술 패권을 가져가려는 의도는 여전하여 기술 개발과 표준화 주도권을 확보하려는 준비에 박차를 가하고 있다. 우리나라는 표준화나 미리 준비했던 제품군을 통해 5G를 선도하였으나, 본격 상용화 이후 인프라 제품이나 단말기, 핵심 부품 등에서 여전히 주도권을 가져오지 못하였다. 이런 점을 교훈 삼아 6G에서는 초기부터 국내 산업계 및 연구기관의 다양한 참여와 해외 주요국 및 기업과의 협력을 통해 기술 개발 및 표준화를 준비하고, 관련 제품과 제반 테스트 장비 등을 적기에 준비해 주요국 시장을 선점해야 한다. 또한 이 같은 저변 확대에 기반해 핵심 부품의 국산화가 동반되는 전략을 펼쳐야 할 것이다. TTA

참고문헌

- [1] <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-18/>
- [2] <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4045/text>
- [3] <https://hexa-x.eu/about/>
- [4] <https://nextgalliance.org/>
- [5] <http://6gglobal.org/kr/>
- [6] “Recommendation ITU-R M.[IMT.VISION 2030 and Beyond]”