

현재와 미래: 6G 국제 경쟁력 확보를 위한 기술개발방향과 현황

최성호 정보통신기획평가원 통신네트워크PM

1. 머리말

2023년 6월 ITU-R에서 6G 비전(프레임워크)이 확정됨에 따라 세계적으로 6G에 대한 준비가 본격화될 것으로 예상된다. 한국에 5G 최초 상용화 국가 자리를 놓친 중국은 최초 상용화를 포함한 6G 주도권을 확보하기 위해 5G가 처음 상용화된 2019년부터 6G 연구에 착수했다. 미국은 이동통신 인프라의 중요성을 늦게나마 인식하고 5G 시장에서 중국의 주도권을 견제하고 6G에서는 통신 분야 주도권을 확보하기 위해 다방면의 노력을 다하고 있다. 6G 기술 연구가 세계적으로 확산되는 상황에서 2023년 ITU-R의 6G 비전 발표는 기술개발 경쟁과 표준화 주도권 확보 경쟁을 더 가속화할 것으로 예상된다.

우리나라는 2019년 5G 최초 상용화라는 큰 성과를 이루면서 명실공히 통신 강국의 면모를 갖추었고, 통신 장비와 단말, 서비스 등 다방면에서 세계 시장을 선도해 나가고 있다. 6G에서도 이러한 주도권을 지속 확보하기 위해 2021년부터 6G 국가 R&D 사업을 착수하여 6G 핵심 기술을 개발해 오고 있다. 6G 기술에 대한 개발 방향이 구체화 되고 ITU-R에서도 비전이 발표됨에 따라 정부는 2029년~2030년 상용화를 목표로 하는 2차 6G 국가 R&D 사업을 기획하여 2024년부터 본격적인 상용화 기술개발 과제들을 착수할 예정이다.

6G 기술 상용화를 위해서는 6G 주파수 선정 및 표준화 완료가 필수적이며, 해당 주파수와 표준화를 지원하는 핵심 부품 및 장비 개발이 필요하다. 또한 개별적으로 개발된 기술들을 통합하여 장비를 개발하고 개발된 개별 장비들 간 호환성을 확보하는 것이 상용화에 필수적이다. 이러한 기술개발, 표준화, 통합시스템 개발 등을 통한 6G 상용화를 준비하기 위해 2차 6G 국가 R&D 사업이 기획되었고, 본 기고를 통해 기획된 6G 사업의 상세한 6G 기술개발 방향을 소개하고자 한다.

2. 6G 관련 국제 동향

2.1 국가별 6G 연구 동향

미국은 방위고등연구계획국(DARPA)을 중심으로 2017년부터 6G 연구개발을 추진해 왔으며, 이를 위한 프로젝트 JUMP(Joint University Microelectronics Program)에 2억 달러 이상 투자하며 THz 대역 연구를 진행해 왔다. 또한 6G 표준기술 확보와 생태계 조성 지원처럼 자국의 6G 주도권 확보를 위해 2020년 정부 참여 민간 주도 방식의 '넥스트 G 얼라이언스(NGA, Next G Alliance)'를 설립하고, 2022년 2월 6G 비전을 담은 백서 및 6G 기술 보고서(Roadmap to 6G)를 발표하

었다. 향후 6G에 대한 추가적인 투자도 검토 중이다.

중국은 과학기술부(MOST) 주도로 2019년부터 6G 프로젝트에 약 5,800억 원을 투자하고 있으며, 향후 공업정보화부(MIIT) 중심으로 표준화 및 산업화를 위한 추가 투자를 계획하고 있다. 6G R&D 추진을 위한 범정부 전담기구로 '국가 6G R&D 추진 공작조와' '6G 총괄 전문가조'를 구성하여 유관 부처와 함께 개발 계획과 기술표준 등에 대응하고 있다. 이와 병행하여 공업정보화부는 중국정보통신원(CAICT) 산하에 자국 주요 통신업체, 제조업체, 연구기관 등의 참여로 6G 분야 산학연 협력과 R&D 활성화 플랫폼 역할을 하는 '6G 추진단'을 설치하였다. 6G 추진단은 2021년 6월 '6G 비전과 잠재적 핵심기술' 백서를 발표하였다.

유럽은 핀란드 오울루 대학을 중심으로 2018년부터 6G 플래그십(Flagship) 프로젝트를 진행하고 있다. 유럽연합(EU)은 Horizon 2020 프로그램 내 프로젝트로 민간중심 6G 이동통신 연구개발 그룹 'Hexa-X 프로젝트'를 2020년 출범시켰으며 SNS JU(Smart Networks and Services Joint Undertaking) 프로그램을 통해 2021년부터 약 1조 2,000억 원 규모의 투자를 진행하고 있다.

일본도 총무성을 중심으로 2020년 'Beyond 5G 추진 전략'을 마련하였으며 2020년부터 Beyond 5G를 위해 약 6,500억 원을 투자하여 연구개발을 추진하고 있다.



출처: 2023년 통신학회 하계학술대회, 정보통신기획평가원 최성호PM 발표 자료
[그림 1] 국가별 6G R&D 추진 현황

2.2 6G 기술 트렌드 변화

2.2.1 6G 주파수 대역 기술

5G 상용화 시점에 경쟁적으로 시작된 각국의 6G 연구는 5G의 28GHz 대역을 포함하는 밀리미터웨이브(mmWave) 대역보다 더 높은 주파수인 100GHz 이상 대역(Sub-THz 대역)을 대상으로 이루어져 왔다. 5G의 최고 속도인 20Gbps를 능가하는 Tbps급 최고 속도를 확보하기 위해서는 더 높은 주파수를 활용한 통신이 필요할 것이라는 판단이었다.

그러나 2021년 말부터 노키아, 삼성전자, 에릭슨 등 주요 글로벌 통신장비 업체 중심으로 커버리지를 고려한 실질적인 6G 상용화를 위해서는 중대역 주파수를 검토해야 한다는 의견이 제기되었다. 현재 5G 주요 상용화 대역인 3.5GHz 대역보다는 높고 28GHz 대역보다는 낮은 대역인 7GHz 이상, 24GHz 이하의 상위 중대역(uppermid 대역)에서 6G 주파수 대역을 발굴해야 한다는 의견이다. 특히, 2022년 3월 모바일월드콩그레스(MWC)에서 FCC 의장은 5G의 경험을 교훈 삼아 6G 주파수 대역으로 7GHz 이상, 15GHz 이하의 주파수 대역을 고려해야 한다고 발표하였다. 이때부터 100GHz 이상 대역이 아닌 상위 중대역이 6G 핵심 주파수 대역으로 주목받기 시작하였다. ITU-R의 6G 비전(프레임워크) 문서에서도 6G 상용화를 위해서 중대역을 포함해서 새로운 6G 주파수 확보가 중요하다고 강조하고 있다.

100GHz 이상 대역을 위한 상용화 기술과 상위 중대역(upper-mid 대역)을 위한 상용화 기술은 크게 다르기 때문에 각 국가는 6G 주파수 대역 기술 연구에 대한 전면적 수정이 필요해졌다.



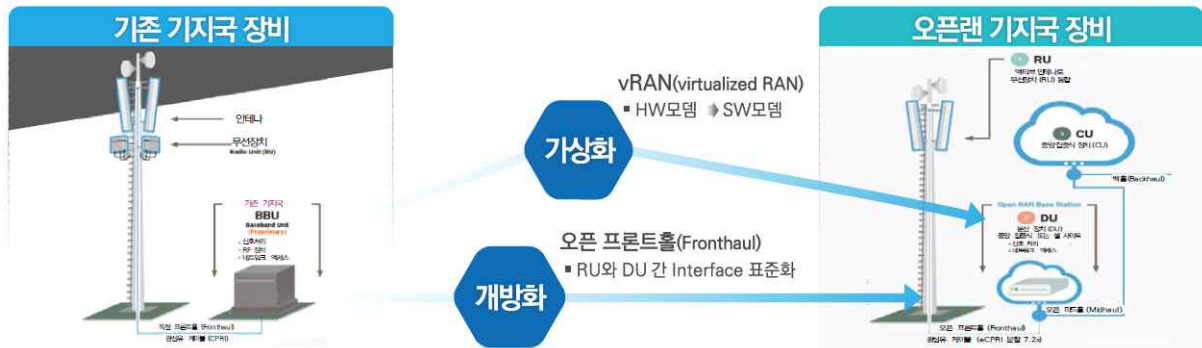
출처: 2023년 통신학회 하계학술대회, 정보통신기획평가원 최성호PM 발표 자료
[그림 2] 후보 6G 주파수 대역

2.2.2 오픈랜(Open RAN) 기술

오픈랜 기술은 기지국 장비를 구성하는 안테나장치(RU, Radio Unit)와 기지국 제어국(DU, Distributed Unit) 사이에 인터페이스(Interface)를 표준화 기반으로 개방하여 안테나장치 제조사와 기지국 제어국 제조사를 서로 다르게 할 수 있도록 하자는 차원에서 개발되었다.

그러나 최근 기술 개발이 진행되어 온 소프트웨어 기반 가상화 기지국(vRAN, virtualized RAN)이 실제 망에 상용화되고 가상화 기지국기술이 오픈랜 기술의 일부 기술로 포함되면서, 5G 기지국 시장은 개방화되고 가상화되는 시장으로 크게 변화하고 있다. 특히 이러한 가상화 기지국 기술을 포함한 오픈랜 기지국을 미국과 일본이 적극적으로 5G 시장에 도입하면서 세계적으로 오픈랜 시장이 확대되고 있다.

범용 서버를 활용하여 기지국 기능을 소프트웨어로 개발하는 가상화 기지국 기술이 6G 기술로 연구되어 온 인공지능(AI) 기반 기지국 기술과 접목되면서, 향후 6G 기지국은 개방화, 가상화, 지능화된 기지국으로 상용화될 것으로 예상됨에 따라 이에 대한 기술적 준비가 시급해졌다.



출처: 2023년 통신학회 하계학술대회, 정보통신기획평가원 최성호PM 발표 자료
 [그림 3] 오픈랜(Open RAN) 기술

3. 6G 기술 개발 방향

3.1 6G 핵심기술 개발 사업

한국 정부는 2019년부터 6G 기술 개발을 위한 '6G 핵심기술 개발 사업'을 예타 사업으로 기획하여 2021년부터 본격적으로 6G 연구과제들을 수행하고 있다.

한국도 다른 국가들과 마찬가지로 100GHz 이상 주파수 대역을 활용하여 최대 Tbps급까지 속도를 높이기 위한 초성능, 초대역 기술에 집중함과 동시에 유선망 지연까지 줄이는 초정밀 기술, AI 기술을 활용하는 초지능 기술 및 저궤도 위성기술을 활용하는 초공간 기술을 6G 연구과제로 개발해 오고 있다.

그러나 현재 진행 중인 6G 핵심기술 개발 사업은 새로운 6G 기술 트렌드인 상위 중대역 (upper-mid 대역) 기술 연구나 오픈랜 기술 개발을 포함하지 않은 한계가 있다. 또한 2025년까지 6G 원천기술 개발을 목표로 연구를 진행하고 있어 2024년부터 본격화할 것으로 보이는 6G 표준화를 위한 기술 연구 및 표준화 대응 과제가 없는 상태이다. 따라서 2029년 경 상용화가 예상되는 상용화 기술 개발 및 표준화 대응, 새로운 트렌드를 반영하는 새로운 과제들을 포함한 신규 6G 기술 개발 사업이 필요한 상황이다.

3.2 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업

3.2.1 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업 개요

한국 정부는 2023년 2월 K-Network 2030 정책을 발표하면서 6G 선도를 가장 중요한 추진과제로 선정하였다. 현재 진행 중인 6G 핵심기술개발 사업과 병행하여 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업을 추진하겠다고 발표하였다.

차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업은 6G 핵심 주파수로 부각된 상위 중대역(uppermid 대역)을 위한 기술 개발에 힘을 모으고, 오픈랜 기술과 연계된 인공지능(AI)/클라우드(Cloud) Native 기술을 중점 기술로 개발할 것을 제시하였다.

또한 상용화를 위한 장비, 부품 기술 개발 및 표준화를 직접 지원하는 과제들과 2026년 Pre-6G 기술 시연 계획도 포함하여 실질적으로 6G 상용화를 성공적으로 지원하기 위한 국가 연구개발 사업으로 기획이 되었다.

개발 범위 및 대상

IV HOW 6G



출처: 2020년 KRnet, 정보통신기획평가원 최성호PM 발표 자료

[그림 4] 6G 핵심기술 개발 사업



출처: 2023년 K-Network 2030 전략, 과기정통부 발표 자료

[그림 5] K-Network 2030 전략 중 신규 6G 사업 관련 내용

3.2.2 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업의 세부 기술 개발 방향

신규 사업의 6G 기술 개발 추진 방향은 무선통신 혁신 기술과 소프트웨어(SW) 중심 네트워크 기술, 통신 네트워크 역할을 확대하는 기술, 에너지 절감 기술을 포함하고 있다. 특히 6G 부품 기술 개발을 포함하여 공급망을 강화하기 위한 기술 개발도 포함하고 있다. 이를 기반으로 2024년부터 시작될 것으로 예상하는 6G 표준화에 대응하고 2026년 Pre-6G 시연을 통해 기술 주도권

을 선점한 후 2028-2030년 경 상용화를 성공적으로 견인한다는 목표를 담고 있다.

6G 기술 개발의 범위는 (1) 6G 무선통신 (2) 6G 모바일 코어 네트워크 (3) 6G 유선 네트워크 (4) 6G 시스템 (5) 6G 표준화 등 5개 분야이다.

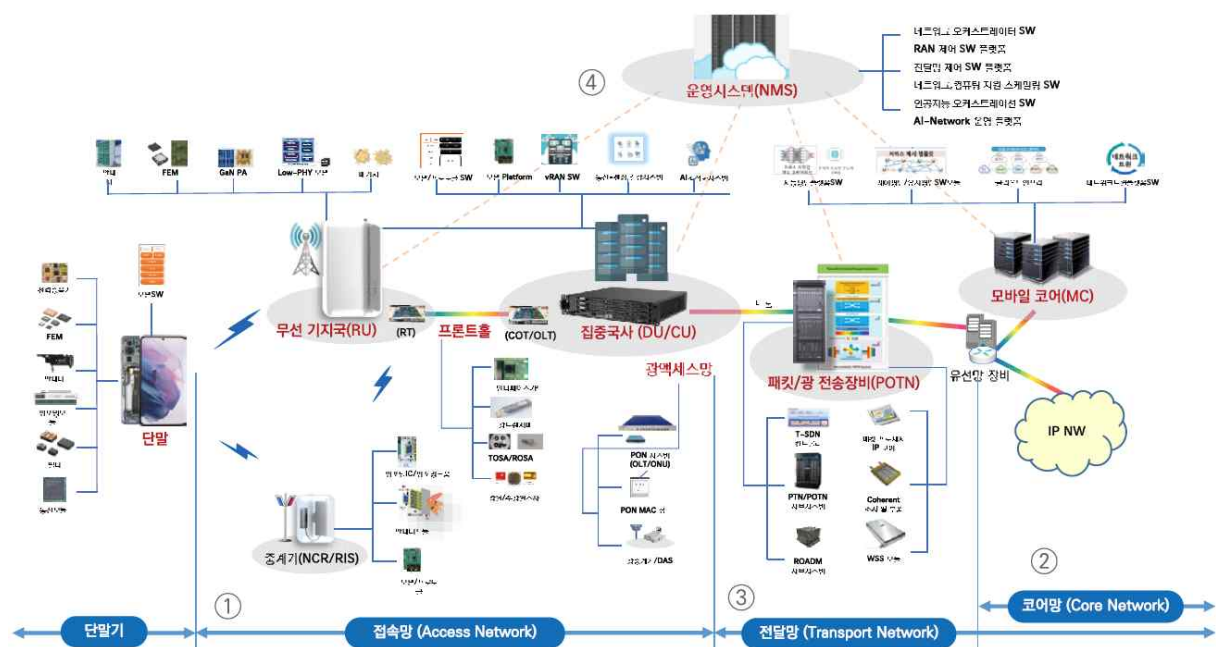
(1) 6G 무선통신 분야는 상위 중대역(upper-mid 대역)을 지원하는 단말과 기지국 장비와 부품 기술을 개발하고 커버리지를 확보하기 위한 스마트 중계기 기술도 포함하고 있다. 5G 3.5GHz 대역보다 높아진 주파수 대역에서 기지국 용량을 높이면서 동시에 커버리지도 확보할 수 있는 초대량 다중 입출력 안테나 기술(Extreme massive MIMO)이 집중 연구개발 해야 할 기술로 선정되었다. 또한 오픈랜 지능화 기지국 기술과 여러 가지 무선 구간 성능을 높이는 혁신적 무선 통신 기술이 함께 개발될 계획이다.

(2) 6G 모바일 코어 네트워크 분야에서는 클라우드화 및 지능화되는 코어 네트워크의 기능을 최적화하기 위한 기술들이 개발될 계획이다. 특히 인공지능(AI) 기술이 5G 코어 네트워크에서는 일부 적용되고 있으나 6G에서는 표준화에도 반영될 것으로 예상됨에 따라 인공지능 내재화(AI-Native) 코어 네트워크 개발이 이루어질 계획이다.

(3) 6G 유선통신 분야에서는 파장당 100Gbps급 이상을 지원하는 광통신 기술과 유무선 통합 광 액세스 시스템기술, 유선 구간 지연을 혁신적으로 줄이는 초정밀 기술이 개발될 계획이다.

(4) 6G 시스템 분야에서는 미래 6G 융합 서비스의 요구사항을 적응적으로 제공할 수 있도록 6G 네트워크 전체를 지능적으로 유연하게 관리하는 기술 및 본 사업을 통해 개발된 모든 기술들을 통합하여 검증하는 기술개발까지 추진할 계획이다.

(5) 마지막으로 6G 표준화 분야에서는 국내 표준화 역량을 배양하여 국가적으로 6G 표준특허 30% 이상을 확보하기 위하여 민간 표준화 역량과 협력하여 표준에 대응할 수 있는 표준화 과제를 지원할 계획이다.

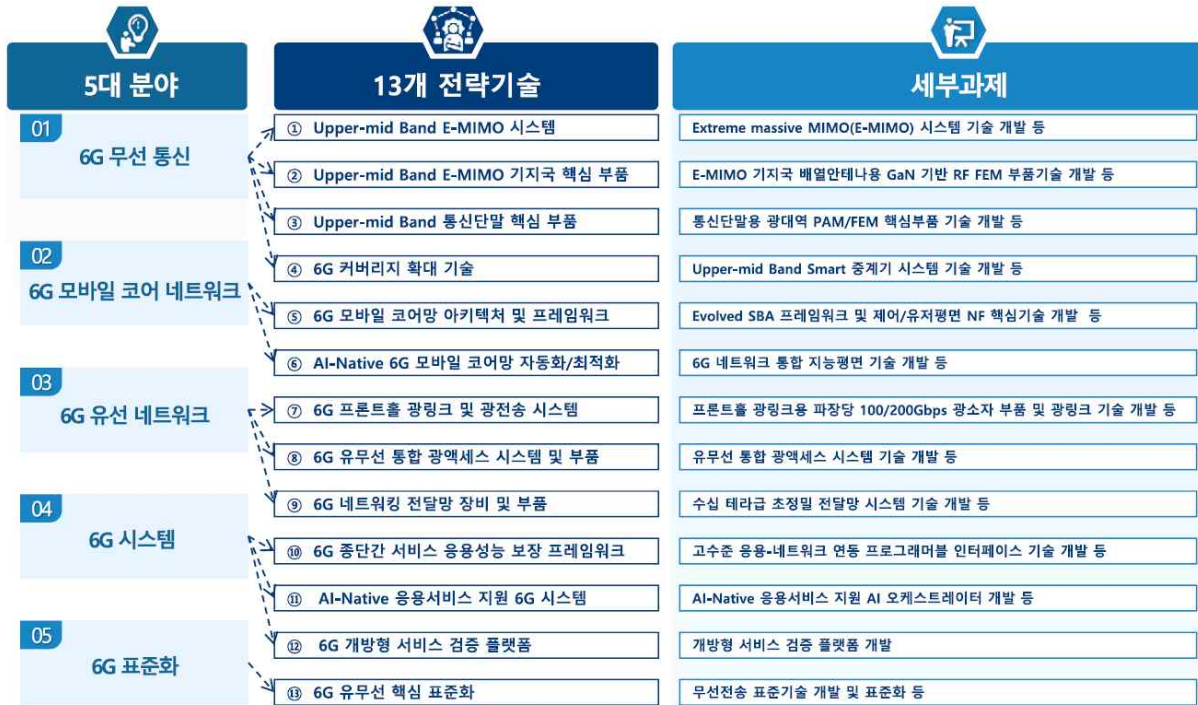


① 6G 무선통신, ② 6G 모바일 코어 네트워크, ③ 6G 유선 네트워크, ④ 6G 시스템, ⑤ 6G 표준화

출처: 2023년 통신학회 하계학술대회, 정보통신기획평가원 최성호PM 발표 자료

[그림 6] 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업 기술 개발 범위

차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업은 총 5대 분야 13개 전략기술로 구성되어 있으며, 각 전략 기술별로 세부과제들을 포함하고 있다. 2023년 말 상세 과제 기획 및 2024년 초 과제 공모를 거쳐 2024년 하반기부터 본격적으로 과제가 착수될 예정이다.



출처: 2023년 통신학회 하계학술대회, 정보통신기획평가원 최성호PM 발표 자료
[그림 7] 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업, 5대 분야 13개 전략기술

4. 맺음말

6G는 미래 융합서비스를 확산하기 위한 통신인프라 기술임과 동시에 데이터 전송을 위한 동맥 역할을 담당할 국가 핵심 인프라 기술이다. 이것이 미국과 중국이 6G 기술을 선점하고 믿을 수 있는 장비 업체를 통해 국가 인프라를 구축하고자 하는 이유이기도 하다.

우리나라는 5G 최초 상용화를 통해 국제적으로 통신 인프라 강국임을 증명한 바 있으며, 6G에서도 이러한 입지를 지속 강화해 나갈 것으로 기대된다. 그러나 미국과 중국, 나아가 일본과 유럽이 6G 주도권을 확보하고 시장을 주도하기 위하여 국가적으로 총력을 다하고 있어 우리나라가 6G 시대에도 주도권을 확보해 나가는 것은 쉽지 않은 일이다.

다행히도 한국 정부는 통신 인프라의 중요성을 인지하고 있으며 대규모 6G 예타 사업을 추진할 계획이다. 국내 통신 분야 산업체, 학계, 연구계의 역량을 총동원하여 시너지를 창출할 수 있도록 함께 노력한다면 5G에 이어 6G에서도 국제적 리더십을 확보해 나갈 수 있을 것이다.

6G 경쟁은 이제 막 시작이다. 6G는 기술 연구개발, 표준화, 상용 제품 개발, 최초 상용화, 시장 주도권 확보, 글로벌 시장 확대 순으로 이어지는 장기간의 마라톤 경기다. 우리나라가 그동안 쌓아온 통신 분야의 역량을 바탕으로 학교, 기업, 연구소와 정부 간 민관 협력을 통해 국가 역량을 총동원하고 국가적 시너지를 창출한다면 6G 마라톤 경기에서도 “통신강국”이라는 금메달을 다시 한번 획득하리라 믿는다.

※ 출처: TTA 저널 제208호