

2025 상반기

KERC SUPPORTERS

유럽 주요 분야별 연구 및 정책 동향



[2025 상반기] 유럽 차세대 통신 연구 · 정책 동향

<작성자: 서상원>

<요약>

2025년 3월 3GPP에서 주관하는 6G에 대한 첫 표준화 회의가 서울에서 열렸고 6G는 2030년 상용화를 목표로 하고 있음. 유럽에서는 약 2021년 경부터 6G 표준화에 대한 거버넌스 설치와 **거버넌스 기반의 연구**를 바탕으로 다양한 6G 기술개발과 표준화에 기여를 하고있음. 거버넌스 주도형으로 **SNS JU(연구/실증) - 6G IA(산업 연합) - 3GPP(표준화)** 파이프라인으로 작동하며, 독일, 스웨덴, 네덜란드, 영국, 프랑스 등 다양한 국가에서 국가 이니셔티브 및 테스트베드/현장 실증을 담당. 특히 SNS JU 거버넌스의 경우 이러한 기술의 총 집약을 하고 6G 분야의 기술 주권 강화와 5G의 보급 촉진을 목표.

6G는 AI-네이티브 인터페이스, 네트워크의 센서화, 초연결성, 새로운 스펙트럼 대역 활용, 인지형 및 자동화 네트워크 구조, 보안 및 신뢰성이 주요 기술 특징. **AI-네이티브 네트워크**는 6G 네트워크 전 계층에 AI 탑재 및 AI 기반 운용을 목표로 기술이 개발되고, **네트워크의 센서화**는 무선 자원을 통신 및 센싱(물체 감지 등)에 공동 사용하여 실시간 인지를 향상. **초연결성**은 비지상 네트워크 기술을 통해 기존 지상네트워크에서 도달할 수 없던 영역까지 네트워크 커버리지를 확장하는 것이 목표. **인지형 네트워크 및 자동화 네트워크**기술의 경우 네트워크가 스스로 인지하고, 판단할 수 있는 구조를 설계하는 것이 목표이며, **보안 및 신뢰성**의 경우 **클라우드 및 virtual RAN**의 보안이 6G에서 주요 목표.

한국도 이러한 기술 개발 및 실증을 위해 **대규모 테스트베드**가 필요하며, 6G 주요 특징 기반의 기술 설계부터 실증까지 **파이프라인 구축**을 한다면 6G 기술 및 표준화 주권 강화에 큰 기여를 할 수 있을 것.

<Key words> 5G, 6G, 표준화, 3GPP

I. 유럽의 5G 및 6G 정책 동향

□ 개요

- EU의 5G/6G 정책은 거버넌스 위주의 형태로 진행. SNS JU(5G/6G 연구 거버넌스) - 6G IA(산업계-학계 간 파트너십) - 3GPP(기술 표준화) 형태로 관계를 가짐
- 주요국 이니셔티브는 독일 6G Platform, 스웨덴 SweWIN, 네덜란드 FNS, 영국 Federated Hub, 프랑스 France2030으로 구성됨. 각 이니셔티브는 기술 부품 테스트베드 현장 실증을 담당
- 인프라와 테스트베드는 국가 실험망(영국 JOINER, 네덜란드 6G Testbed, 독일 6G-RIC) 차원에서 진행. 주요 기술 어젠다는 Open-RAN, AI-네이티브 네트워킹, NTN, ISAC, 에지 클라우드
- 이러한 기술의 연구 개발은 거버넌스 주도형으로 EU 산하의 SNS JU가 상위 R&I를 이끌고, 국가단위 허브 플랫폼에서 중 하위 실행과 산업화 경로를 담당하고 3GPP를 통해 기술의 표준화를 도출

□ EU 거버넌스

- 3GPP(3rd Generation Partnership Project)¹⁾
 - 3G 표준화부터 현재는 5G Advanced 및 6G까지 기술 규격 표준화 거버넌스
 - 회원 및 파트너사 중심의 워킹그룹이 참여하고, 주로 대형회사(Ericsson 등)
 - Radio Access Network, 코어 네트워크, 프로토콜 등 표준 정의. 이외에도 Non-Terrestrial Network(NTN), ISAC, XR, AI 네이티브 기능의 요구사항 정의
 - Technical Specification(표준 문서), Technical Report 문서 발간, 각 Release 별 기능 정의
- Smart Networks and Services Joint Undertaking(SNS JU)²⁾
 - 유럽의 5G/6G 네트워크 서비스 분야의 산업적 리더십 촉진 및 발전

1) <https://www.3gpp.org>

2) <https://smart-networks.europa.eu>

목표로 하는 공공-민간 파트너십 거버넌스

- 2021~2027년 동안 총 예산 18억 유로(한화 약 3조원, 1유로당 약 1654원 가정) 규모의 과제의 포트폴리오 지원
- **(6G 분야의 유럽 기술 주권 강화)** 6G 개념 정립과 표준화 주도. 6G 기술의 조기 시장 도입. 엣지 클라우드 기반 서비스 제공부터 스마트폰을 넘어서는 새로운 부품과 디바이스 시장 도입 준비
- **(유럽 내 5G 보급 가속)** 디지털 그린 전환 지원. Connecting Europe Facility 산하 관련 프로그램(CEF2 Digital) 중심의 전략 조정, Recovery and Resilience Facility(RRF)와 Digital Europe Program(DEP), InvestEU 등 EU 및 국가 프로그램 간 시너지
- 5G/6G 통신 산업 뿐만 아닌 사물인터넷(IoT), 클라우드, 부품 및 디바이스 분야를 아우르는 광역 산업 로드맵 정렬
- 5G 사이버 보안 톨박스에 부합하는 지속 가능하고 다양한 공급 가치사슬 육성
- **6G Smart Networks and Services Industry Association(6G-IA)³⁾**
 - 유럽의 차세대 네트워크 서비스의 산-학 연합체. SNS JU의 민간 파트너 역할로 유럽의 5G/6G 연구 리더십에 기여
 - **(주요활동)** 비전, 백서 발간, 표준화 연계(3GPP/ETSI)와 피드백 채널 운영, 국가별 6G 이니셔티브와 교류 등
 - **(참여회원)** 네트워크 장비, 통신사, 반도체, 소프트웨어, NTN/위성 수직 산업, 대학 및 연구소까지 250개의 민간 기관 구성

□ EU 주요 국가별 거버넌스

- **(독일) 6G Platform⁴⁾**
 - 연방교육연구부(BMBF) 주도의 국가 6G 이니셔티브. 총 7억유로 규모, 2단계로 과제를 나누어 진행
 - 연구성과를 백서/로드맵 - 표준화/EU 과제 배치로 넘기는 파이프라인. 베를린 6G 컨퍼런스를 통한 독일 내 6G 프로젝트 생태계 결속
 - **(1단계)** 4대 연구 허브(2021~2025년) 지원

3) <https://6g-ia.eu>

4) <https://www.6g-platform.com>

- 6G-Life (TU Dresden & TU Munich, 4년간 7천만 유로): 인간 기계 협업, XR, 6G 네트워크-지능 결합
- Open6Ghub (DFKI 주관 컨소시엄, 총 6천7백만 유로): Open Radio Access Networks (O-RAN), AI-네이티브 RAN, 보안, 에너지효율
- 6GEM (RWTH Aachen 주관, 4천 3백만 유로)
- 6G-RIC (Fraunhofer HHI, 과제별 연구비 상이)

- (2단계) 산업 주도 과제

- 6G-ANNA (총 3천8백만 유로 규모): “6G를 현장에”라는 모토로 기타 응용 및 산업화. 산업 주도 컨소시엄 후속 지원

○ (스웨덴) SweWIN⁵⁾

- 스웨덴 6G 핵심 및 혁신 역량을 강화하는 Vinnova(스웨덴 혁신청)의 컴피턴스 센터. KTH와 RISE를 주축으로 6G를 포함한 차세대 무선통신의 지속가능 및 회복 탄력, 공정성 등을 연구
- 산업계로는 Ericsson, Saab, ABB, CellMax Technologies, Northern Waves, BeammWave 등 참여
- 파형, 안테나, 빔포밍 등 6G 핵심 무선, 센싱 융합 (ISAC), 지속가능성 지표 (Sustainability), AI-네이티브 네트워킹, 보안 등 다방면의 주제
- 센터 자체 지원금 약 2천7백만 SEK와 컴피턴스 센터 패키지 5년간 총합 약 10억 SEK 규모 예산 보유

○ (네덜란드) Future Network Services (FNS)⁶⁾

- 국가지원 펀딩(National Growth Fund)로 추진하는 6G 프로그램. 정부-산업-학연 총 60여 개의 파트너 컨소시엄 지원, 6G 핵심부품 및 지능형 네트워크 및 응용까지 아우름
- 2024~2030년 동안 최대 2억 유로 규모 예산 확보
- 지능형 라디오/안테나, AI 기반 소프트웨어, 국가 규모의 6G 테스트베드 구축을 목표

○ (영국) Federated Telecoms Hub⁷⁾

- 영국의 차세대 통신 혁신을 가속하기 위해 CHEDDAR, HASC,

5) <https://www.kth.se/swewin/swedish-wireless-innovation-network-swewin-1.1346634>

6) <https://futurenetworkservices.nl/en>

7) <https://www.ukri.org/news/future-communications-research-hubs-for-a-connected-uk/>

TITAN, JOINER 총 4개의 허브를 묶은 연합 거버넌스

- 학계-산업-정부의 협업을 체계화하고 영국의 연구 역량을 한 파이프라인으로 묶어, 아이디어부터 시제품, 상용화까지 도달하려는 전략
- 27개의 대학 및 연구기관이 소속. 총 1천6백만 파운드 지원
- 각 허브 별 역할
 - CHEDDAR: Imperial College London 주도의 분산 클라우드, 데이터 집약형 응용 연결
 - HASC: Oxford 대학교 주도의 전 스펙트럼 연결 및 레퍼런스 실험
 - TITAN: Cambridge 대학교 주도의 “network of networks”라고 명명한 유무선 스펙트럼-클라우드-분산컴퓨팅의 3가지 분야의 문제 해결, 양자분야
 - JOINER: 영국 전역 실험 인프라 연결 허브. 전국 규모 실험을 가능케하는 핵심 백본

○ (프랑스) France 2030 “5G 및 미래 통신 네트워크 가속 전략”⁸⁾

- 국가 가속 전략으로, 5G 미래 네트워크 가속전략 가동. 최대 5천만 유로 지원, 민간 레버리지 포함 최대 1조 7천만 유로 투자 유도
- (산업용 5G 미션) 프랑스 제조/산업 현장에 5G 인프라 구축
- 10개 대형 프로젝트 그룹인 PEPR을 통해 기술 성숙도 단계(TRL) 1-4의 원천연구 기술 확보
- (프랑스 6G 미션) 2030년 상용화 예정인 6G를 대비하여 국가 미션 운영

II. 유럽의 5G 및 6G 연구 동향

□ 개요⁹⁾

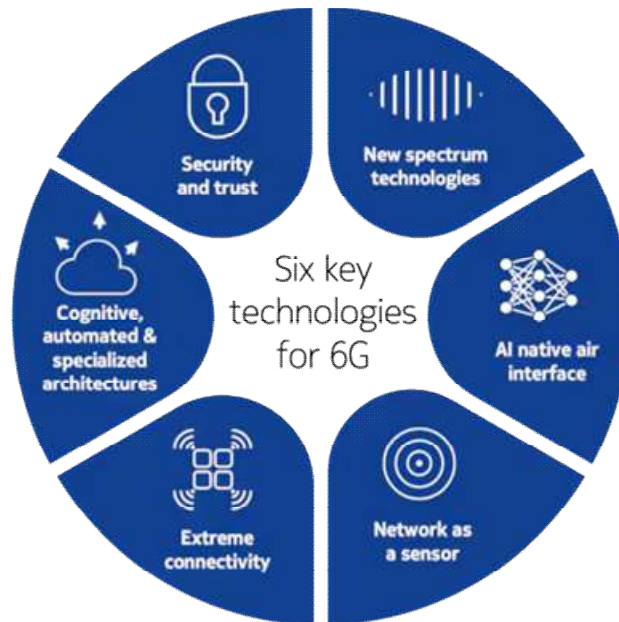
- 6G는 AI-네이티브 인터페이스, 네트워크의 센서화, 초연결성, 새로운 스펙트럼 대역 활용, 인지형 및 자동화 네트워크 구조, 보안 및 신뢰성이 주요 개발 기술
- 본 연구 동향에서는 상기한 각 핵심 기술별 연구 초점과 필요 해결점, 거버넌스 프로젝트들과의 매핑을 탐구

8) <https://www.entreprises.gouv.fr/priorites-et-actions/autonomie-strategique/soutenir-linnovation-dans-les-secteurs-strategiques-de-2>

9) <https://www.nokia.com/6g/6g-explained/>

- 5G에서는 Key Performance Indicator(KPI, 성능지표)에 큰 중점을 두었지만, 6G는 KPI와 함께, Key Value Indicator(KVI, 사회 환경 경제 가치) 평가가 함께 병행

<그림 1: 6G 주요특징>



□ 연구 주제별 동향

○ AI-네이티브 네트워크

- 네트워크 전 계층(RAN-코어-데이터-서비스)의 설계 운영 보증에 AI를 탑재. 오픈 및 클라우드 기반 아키텍처(Open-RAN/Open-Cloud)로 상호 운용성 극대화
- (핵심 기술) RAN-Intelligent Controller(지능형 제어, RIC), 자율운영, 머신 러닝 모델 배치 및 수명주기에 대한 연구(ML Ops for Telco), 연합학습(Federated Learning, FL), 신뢰 가능한 AI, Open-RAN 인터페이스, 컨테이너 기반의 텔코 클라우드 최적화 등
- (최신 기술) 학습 추론을 분산하는 온디바이스/온엣지 AI 기술, 네트워크 디지털 트윈을 통한 시뮬레이션¹⁰⁾ 등이 있음
- 실시간성 제약 내 학습 및 추론 지연과 리소스 부족, 멀티벤더 환경에서의 상호 운용 및 보증, 데이터 주권 및 보안 등 AI 데이터 접근성의 불균형 등의 해결이 필요

10) <https://www.nvidia.com/en-us/on-demand/session/gtc24-s63199/>

- 주요 거버넌스 연계

- SNS JU: Deterministic6G(Data-Driven 방식의 머신러닝을 활용한 네트워크 KPI 예측¹¹⁾¹²⁾), Predict6G(AI 기반의 컨트롤 평면 프레임워크¹³⁾)
- 6G-RIC: Open-RAN RIC 구현과 엣지 어플리케이션 패키징/배포 기술로 AI 모델의 온엣지 기술¹⁴⁾

○ 네트워크의 센서화: 통신-센싱 융합 기술 (ISAC)

- 무선 자원을 통신 및 센싱(물체 감지 등)에 공동 사용하여 산업 도시 로봇틱스 헬스 등 영역에서 실시간 인지과 제어를 강화
- (핵심 기술) 자원 스케줄링(통신/센싱 동시 최적화), 다중 기지국 협력 센싱(거리/각도/속도 등 위치의 정밀 추정), Extended Reality(XR)/로봇/제조라인 등과 디지털 트윈 연동
- 통신과 센싱의 상충(신뢰성/통신용량과 정밀도/탐지거리의 트레이드오프), 개인정보/안정성 등의 문제 상기 가능

- 주요 거버넌스 연계

- SNS JU: Hexa-X-II(ISAC의 KPI, KVI 정의와 대규모 트라이얼 스트림으로 통신/센싱 파형을 현장 검증)¹⁵⁾
- 6G-LIFE: 인간-기계 협업을 통한 ISAC, 초저지연 시나리오 집중 추진, 디지털 트윈과 연계한 공장/캠퍼스의 정밀 센싱 지표 실측¹⁶⁾
- 3GPP: Rel-20 범위의 TR38.765에서 5G (NR)의 ISAC 연구 추진¹⁷⁾
- Federated Telecoms Hub: HASC와 JOINER에서 멀티벤더 환경의 ISAC 파형 측정¹⁸⁾¹⁹⁾

○ 새로운 스펙트럼 대역 활용: Sub-THz/THz 및 신규 물리계층 소자

- 100-300GHz 대역의 초광대역/Tbps 급 전송. 사용자/백홀 초정밀 센싱 실현이 주요 목적
- 채널모델/파형/빔포밍 등이 주요 연구과제로 전파 감쇠와 차폐/민감성, 빔 얼라인먼트/모빌리티 등에서 발생하는 문제점 해결 필요

11) <https://foryou.ericsson.com/deterministic-6g-final-project-summit-registration.html>

12) <https://deterministic6g.eu/index.php/home>

13) <https://predict-6g.eu>

14) <https://6g-ric.de/the-project/>

15) <https://hexa-x-ii.eu>

16) <https://6g-life.de>

17) <https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=4446>

18) <https://allspectrumhub.org/category/hasc-updates>

19) <https://joiner.org.uk>

- 거버넌스 연계

- SNS JU: Tera6G(포인트-투-멀티포인트 THz 백홀/프론트홀 연구)²⁰⁾
- 6GEM: sub-THz 주파수 대역, 지능형 재구성 표면 Reconfigurable Intelligent Surface(RIS), 빔 얼라인먼트/모빌리티 연구²¹⁾

○ 초연결성: NTN 통합 및 커버리지 확장

- 위성/UAV/High Altitude Platform Station(HAPS) 등 Space-Air-Ground의 통합으로 전 지구의 커버리지, 재난상황에서의 통신 복구, 해상 및 항공 등 원격지역의 서비스 제공
- 3GPP-NTN 규격의 다중접속과 핸드오버, 스케줄링 알고리즘, 위성 단말의 안테나 파형(도플러, 지연), LEO Mega-Constellation과 기기 간 직접 접속(Direct-to-device) 시험, 항공/철도/해상에서 수직 실증과 SLA 모델 도입의 연구가 활발
- 거버넌스 연계
 - 3GPP: NTN 규격화 연구 및 표준화 진행²²⁾
 - SNS JU: ETHER 프로젝트의 지상-비지상 통합 RAN과 AI 자원관리 아키텍처 개발²³⁾

○ 인지형 및 네트워크 자동화 구조

- 네트워크가 인지로 환경을 파악하고, 자동화를 통한 폐루프(Closed-Loop) 운영과 서비스 목적에 맞추어 전문화된 마이크로 아키텍처를 조합하여 6G를 운영
- 공장 자동화 등의 분야에서 AI-네이티브 기반의 인지 네트워크 구조, 산업용 Ultra-Reliable and Low Latency Communications(초신뢰성 및 저지연 네트워크 URLLC)/XR, 등의 시나리오에 활용 가능. 앞서 설명한 6G 특징의 유기적인 결합이 필요
- 거버넌스 연계
 - SNS JU: Deterministic6G (산업용 URLLC 구현)[D2], DESIRE6G (제로터치 및 자율 운영 플랫폼 설계)²⁴⁾

○ 보안 및 신뢰

20) <https://sns-trackers.sns-ju.eu/vertical-engagement-tracker/vertical-cartography>

21) <https://www.6gem.de/en/>

22) <https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview>

23) <https://ether-project.eu>

24) <https://desire6g.eu>

- 제로트러스트/공급망 보안/양자내성 등 프라이버시 보호 통합. Cloud와 Virtual RAN의 보안 등이 핵심
- 거버넌스 연계
 - SNS JU: iTrust6G(제로트러스트 보안 오케스트레이션 연구로 6G 관리와 연계)²⁵⁾, SAFE-6G(차등 프라이버시에 관한 연구로, 6G에 미치는 AI 학습 추론 등 영향 분석 및 가이드 마련)²⁶⁾

□ 3GPP 표준화 회의 동향²⁷⁾

- 2025년 3월, 서울(인천)에서 첫 3GPP 표준화 회의가 열림. 회의에서 6G 스터디 현황 업데이트, 차세대 통신에 대한 전체 비전 및 우선순위 논의가 진행됨
- 회의 주제의 주요 기술은 앞선 개요에서 말한 기술을 포함하여, 왜 5G가 약속한 것이 실현되지 않았는지에 대해 논의되었고, 차세대 핵심 기술로는 ISAC, AI-네이티브 기술, NTN 기술들이 선정됨
- 새로운 6G 기술의 키워드로 Intelligence, Efficiency, Security, Sustainability, Expanded spectrum use 가 선정
- 5G-6G로 전환 방향은 기존 5G 업그레이드 및 소프트웨어화로 기존 기술 활용
- Radio 기술(TSG RAN)
 - (AI 네이티브 RAN) 실시간 대역폭, 전력, 스펙트럼 할당 기술, 트래픽 예측, 네트워크 파라미터 자동 최적화
 - NTN 기술과 Wi-Fi 등을 포함한 다중 액세스 기술의 매끄러운 통합 지향
 - 초저지연(1ms 이하 지연시간) 및 서비스 인지 RAN
 - 에너지 절감형 RAN: AI 기반의 전력 관리
 - Open RAN, vRAN, Cloud-RAN 의 지원과 지능형 컨트롤러의 도입으로 프로그래머블 및 멀티벤더 구조 지원
 - 5G와의 부드러운 연동: 5G-6G 간의 Carrier Aggregation/Dual Connectivity

25) <https://www.sns-itrust6g.com>

26) <https://safe-6g.eu>

27) <https://www.3gpp.org/technologies/6gworkshop-2025>

- 시스템 아키텍처, 코어 네트워크, 프로토콜(TSG SA/AT)
 - 완전한 클라우드-네이티브+ 엣지 컴퓨팅 통합
 - (네트워크 전 구간에 AI-네이티브 기술 적용) 트래픽 예측/유지보수, 자원 최적화
 - (보안) 제로 트러스트 아키텍처, 양자내성 암호(향후 양자 위협 대비)
 - (통신+컴퓨팅 통합) 디바이스가 연산을 망에 오프로딩(eXtended Reality(XR), 디지털 트윈, AI 추론 등)
 - (에너지 탄소 인지 네트워크) 실시간 에너지 사용/탄소량 모니터링 및 최적화

III. 시사점

- 대륙 규모의 대규모 투자(SNS JU 약 3조 원) 및 국가 규모(독일, 영국, 프랑스, 네덜란드, 스웨덴 등)의 투자들로 활발한 6G 연구가 이루어지고 있음
- SNS JU-6G IA-3GPP의 연계성으로 연구→표준화의 기반이 명확
- SNS JU를 포함한 다양한 거버넌스들의 프로젝트에서 유럽 내 다양한 국가의 기관들이 협력하여 6G에 대한 정의 및 기술개발을 목표로 운영되고, 특히 프로젝트별 6G 주요 특징에 따른 연구분야가 두드러짐
- 테스트베드 기반의 실증/상호운용 강화. 6G-RIC, JOINER, 네덜란드의 FNS 테스트베드에서 실험을 통한, 표준 기여와 초기 시장 적용의 기반을 마련한 것과 같이 한국도 산업계 뿐만 아닌 학연에서 사용 가능한 국가규모의 테스트베드 필요
- 유럽에서는 프로젝트 기반으로 6G 기술이 개발되고 있으며, 한국에서 개발하는 다양한 기술들이 표준화에 탑재될 수 있도록 노력 필요.