



국가과학기술연구회 공동TLO마케팅사무국이란?

국가과학기술연구회 소관 25개 정부출연연구소(이하 출연(연))의 연구성과에 대한 공동 마케팅을 통해
기술이전과 출자 등 기업의 기술사업화 지원을 위한 전문조직입니다.



공동TLO마케팅사무국을 통해 무엇을 도움 받을 수 있나요?

신규 사업 아이템 및 기술 업그레이드 등 기술 고민이 있는 예비창업자 및 기존 사업자에게 25개 출연(연)이 보유하고 있는
약 10만여 건의 특허 외에 연구자 노하우 및 연구·시험장비 등을 활용하여 기업의 기술애로를 해결해드리고 있습니다.



기업 애로해결 지원

- 기술도입 및 사업화 유망기술 발굴
- 기술창업용 출자기술 발굴
- 공동연구 대상 전문연구자 연계



정부과제 소개 지원

- 기술도입형 R&BD 과제 연계



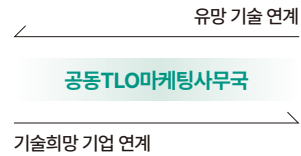
연구장비 지원

- 분석 및 실험장비 연계



IP인수보증 자금 연계 지원

- 기술보증기금, 신용보증기금 등



국가과학기술연구회

과학기술분야 정부출연연구기관을 지원육성하고 체계적으로 관리함으로써 국가 연구사업 정책 지원 및
지식산업발전을 견인하고자 만든 과학기술정보통신부 산하 정부기관임



문의처

국가과학기술연구회
T. 044-287-7369 E. gylee@nst.re.kr

공동TLO마케팅사무국
T. 042-862-6015 E. seungtae100@wips.co.kr



국가전략기술

Vol.10 차세대통신(5G·6G)

TLO Tech Trends

2024

국가과학기술연구회 공동 TLO 마케팅 사무국
Technology Licensing Organization



01

차세대통신의 세계

- 04 차세대통신이란
- 06 차세대통신 개발 변천사
- 08 차세대통신의 6G 미래상

02

차세대통신 기술의 혁신

- 10 6G 혁신과 미래 비전(삼성전자)
- 11 5.5G(5G-Adv) 시대 선점(Huawei)
- 11 오픈랜 상용화를 위한 기술 혁신(Nokia)
- 12 산업 속 차세대통신 활용 모습

03

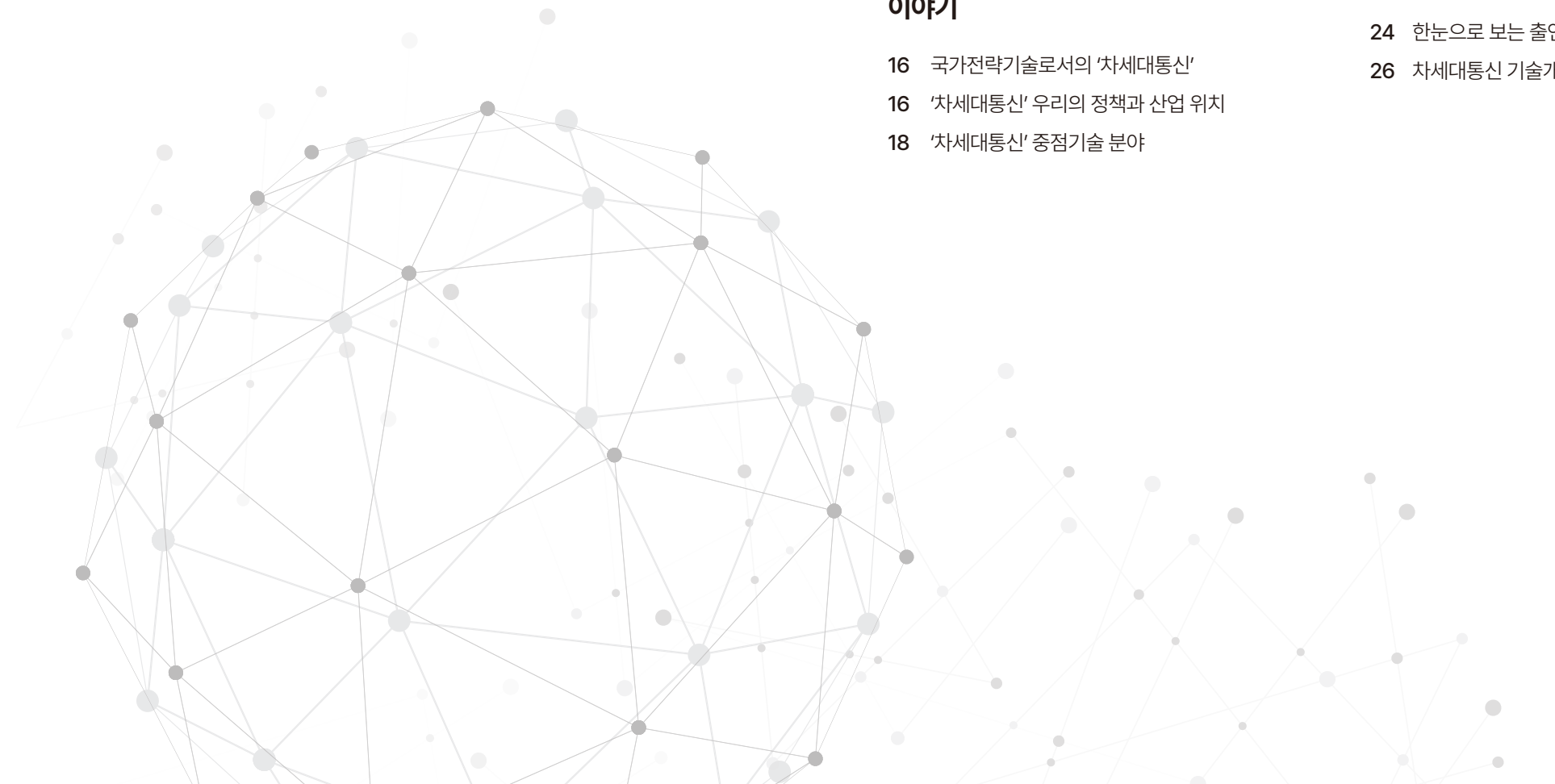
국가전략기술 '차세대통신(5G·6G)' 이야기

- 16 국가전략기술로서의 '차세대통신'
- 16 '차세대통신' 우리의 정책과 산업 위치
- 18 '차세대통신' 중점기술 분야

04

출연(연) 보유 '차세대통신' 기술

- 24 한눈으로 보는 출연(연) 기술 보유현황
- 26 차세대통신 기술개발 연구자 인터뷰



01 차세대통신의 세계

차세대통신이란?

최근 신융합 디지털 서비스들이 폭발적으로 늘어나면서, 현재 사용되고 있는 통신 기술보다 더 높은 성능과 효율성 등을 제공하는 차세대통신 기술은 미래 디지털 사회와 산업을 주도할 필수 기반 기술로 각광받고 있다. 이러한 국가전략기술로서 차세대통신의 중점 기술로는 6G, 5G-Adv, 위성통신, 오픈랜 등이 있으며, 기업들은 이 분야의 주도권을 잡기 위해 치열한 경쟁을 벌이고 있다.

5G와 6G는 미래 사회를 이끄는 핵심 기술로 자리잡고 있다. 5G 기술은 초고속 데이터 전송, 낮은 지연 시간, 대규모 연결성을 통해 다양한 산업에서 혁신을 가능하게 한다. 또한 사용자들을 위한 더 나은 모바일 서비스를 제공함과 동시에, 이를 타 산업으로 확산하는 新융합서비스 창출을 위한 인프라를 제공해준다. 그리고 6G는 종단 간 지연 미고려, 트래픽 용량의 한계 등 5G 기술의 한계를 극복하고 이를 한층 더 발전시켜 데이터의 폭발적 증가, 융합서비스의 가속화, 기존 육상 외 해상, 공중, 우주까지 커버리지 확대 등 현실세계와 사이버공간을 시공간 제약 없이 연결하는 지능형 통신인프라를 제공할 것이다.



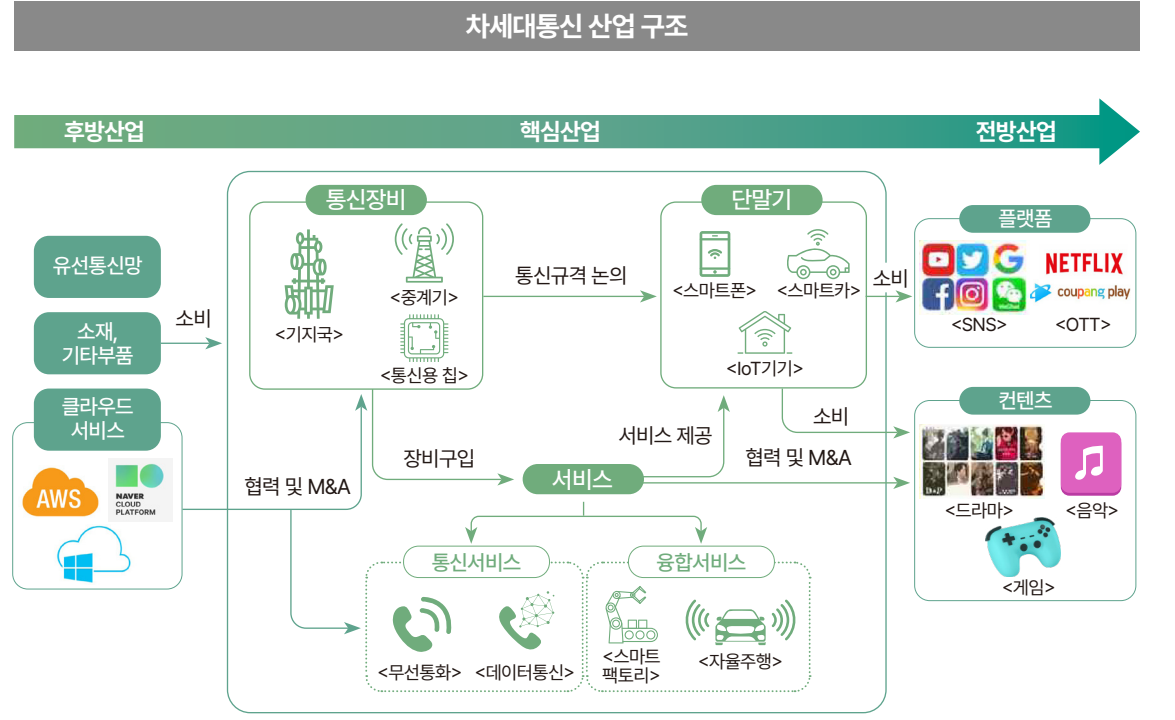
위성과 지상 이동통신이 결합한 이동통신 서비스 패러다임이 등장하게 되면서, 위성통신 기술에 대한 글로벌 기업들의 관심은 급증하게 되었다. 저궤도 위성통신은 300~1500km 상공에 다수의 위성을 배치하여 지상과 통신하는 방식으로, 약 36,000km 고도에 있는 정지궤도 위성에 비해 지상과 가까워 전파 손실이 적고 전송 지연 시간이 짧은 장점을 가지고 있다. 특히 최근에는 SpaceX, OneWeb 등 위성통신 기업들의 저궤도 위성통신을 통한 글로벌 인터넷망 구축이 본격화되고 있으며, 이를 통해 전 세계 어디서나 빠르고 안정적으로 인터넷을 사용할 수 있게 될 것이다.

5G와 6G 효율화에 필수적인 기술로 주목받고 있는 오픈랜(Open RAN)은 다양한 제조사의 기지국 장비를 상호 연동하여 사용할 수 있도록 표준화된 인터페이스와 프로토콜을 제공하는 기술이다. 이는 기존의 특정 제조사 장비에 대한 종속성을 탈피하고, 최고 품질의 장비 조합을 통해 비용 절감과 혁신을 가능하게 한다. 오픈랜 도입으로 통신사들은 더 많은 기지국을 설치해야 하는 차세대통신망

구축 비용을 줄일 수 있으며, 다양한 제조사와의 협력을 통해 새로운 솔루션과 서비스를 제공할 수 있다.

이처럼 차세대통신 기술은 5G와 6G를 통해 초고속 데이터 전송, 낮은 지연 시간, 대규모 연결성을 제공하여 다양한 산업에서 혁신을 이끌고 있으며, 저궤도 위성통신은 전파 손실과 전송 지연이 적은 글로벌 인터넷망 구축을 본격화하고 있다. 또한 오픈랜 기술은 다양한 제조사의 기지국 장비를 상호 연동해 비용 절감과 혁신을 도모하고 있다.

이러한 차세대통신 기술 발전은 교육, 의료, 교통, 스마트 시티 등에서 혁신적인 변화를 가져오고, 경제 성장을 촉진하는 새로운 산업을 창출하고 있다. 하지만 이러한 긍정적인 변화에도 불구하고, 여전히 해결해야 할 과제들이 산재해 있다. 높은 데이터 처리량, 낮은 지연 시간, 넓은 커버리지 확보 등의 기술적 과제와 보안 및 개인정보 보호 문제 등이 남아 있으며, 지속적인 연구 개발과 강화된 보안 프로토콜을 통해 이를 해결해야 할 것이다.



출처 : 5G 이동통신기술 핵심산업 분석, 한국수출입은행 해외경제연구소, 2021

차세대통신 개발 변천사



참고: 「삼성전자, 4세대 LTE 단말기 세계 첫 상용화 성공」, 삼성뉴스룸, 2009.12.15
 참고: 「5G 세계 최초 상용화...『정보통신 최강국』 입증」, 정책브리핑, 2019.04.04
 참고: 「1G부터 5G까지 총정리」, 삼성전기, 2019.05.21
 참고: 「이동통신의 역사, 1G부터 5G까지」, LG이노텍 뉴스룸, 2019.10.10
 참고: 「차세대통신 6G 미래상과 7대 기술 목표」, ETRI 네트워크본부 김선미 본부장, 2023.02.15
 참고: 「격변의 통신시장, 삼성전자는 어떻게 글로벌 리더가 되었나」, 삼성뉴스룸, 2020.07.21

차세대통신의 6G 미래상



02 차세대통신 기술의 혁신

6G 혁신과 미래 비전(삼성전자)

6G는 5G가 인간의 삶과 산업의 변화에 미친 영향보다 더 큰 변화를 가져올 것으로 예상되는 차세대통신 기술이다. 6G 기술은 현재 사용하고 있는 5G보다 50배 더 빠른 속도를 자랑하며, 이를 통해 초초실감 확장 현실(Truly Immersive XR), △고정밀 모바일 홀로그램(High-Fidelity Mobile Hologram), △디지털 복제(Digital Replica)와 같은 서비스를 구현하려 한다.

6G 서비스 구현을 위해 삼성전자는 테라헤르츠(THz) 주파수 대역 활용을 위한 기술, △고주파 대역 커버리지 개선을 위한 새로운 안테나 기술, △이중화(Duplex) 혁신 기술, △유연한 네트워크 구성, 위성 활용 등 네트워크 토폴로지 혁신 기술, △주파수 활용 효율을 높이기 위한 주파수 공유 기술, △AI 적용 통신 기술 등 총 8개 기술에 주목하고 있다.

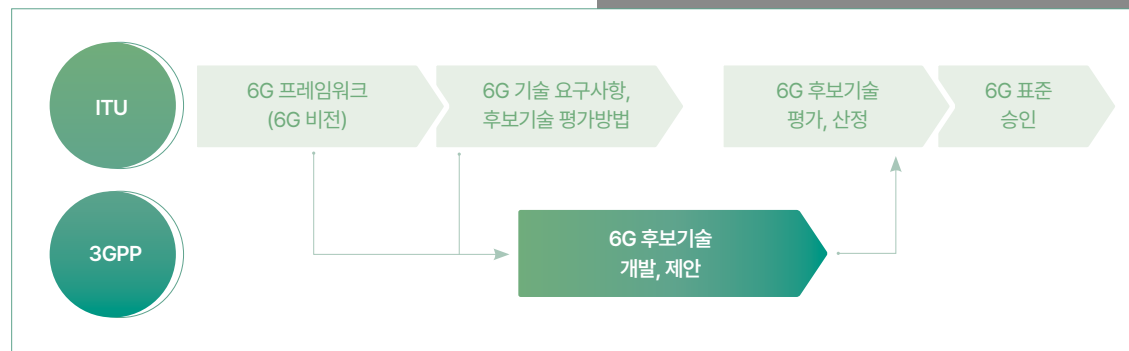
이러한 기술 중 테라헤르츠(THz) 대역에 대해 선제적 투자와 연구개발을 진행하고 있다. 테라헤르츠 대역은 100GHz~10THz 사이의 주파수 대역을 의미하는데, 이는 6G 통신의 후보 주파수 대역으로 꼽히고 있다. 그러나 높은 주파수 대역일수록 전파 특성상 경로 손실이 크고 전파도달 거리가

짧아지는 문제가 있어 고도의 빔포밍(Beamforming) 기술이 요구된다.

삼성전자는 미국 캘리포니아 주립대와 6G 테라헤르츠(THz) 대역에서 통신시스템 시연에 성공했다. 기존 테라헤르츠 대역의 시연은 RFIC 또는 모뎀 역할을 하는 계측장비와 안테나만을 이용해 데이터를 전송하는 방식이었으나 삼성전자는 RFIC, 안테나, 베이스밴드 모뎀까지 통합하여 실시간 전송시연에 성공하였다. 이는 6G 상용화 실현 가능성을 보여주는 의미있는 진전이라고 할 수 있다.

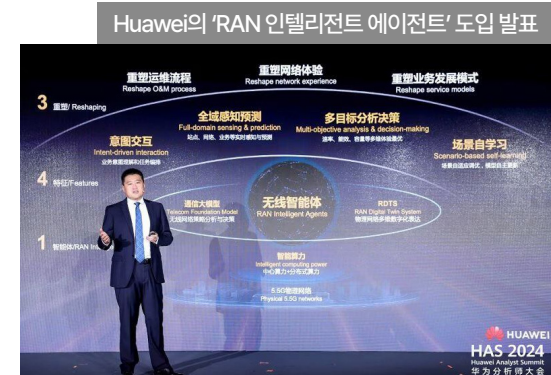
또한 삼성전자는 영국의 반도체 설계기업 ARM과 협력하여 'SIMD'기술을 통해 여러 데이터를 동시에 처리하는 병렬 컴퓨팅 기술을 연구하고 있다. 이는 6G의 방대한 통신 데이터를 효율적으로 처리할 수 있는 핵심 기술로 삼성전자는 AI, XR, 스마트공장 및 스마트시티 구현 등에 필수적인 통신 기술을 확보하고, 2030년까지 6G 상용화를 목표로 하고 있다.

삼성전자의 차세대 통신 기술 청사진 '6G 프레임워크 표준'



출처 : Samsung Newsroom

5.5G(5G-Adv) 시대 선점(Huawei)



출처 : 화웨이

5.5G(5G-Adv) 기술은 5G와 6G의 중간 단계로 AI, XR, 엣지컴퓨팅 등의 미래 신기술을 지원하는 차세대통신 기술이다. 기존 5G에서 중점을 두던 데이터 전송 속도가 아닌, 네트워크 이용자들의 체감 품질 향상에 초점을 맞추고 있으며, 비용과 에너지를 최소화하는 특징을 가지고 있다.

최근 AI 확산으로 트래픽이 급격하게 증가하게 되면서 현 주파수 수준으로는 이를 감당할 수 없게 되었고, 5.5G로의 통신 전환은 불가피해졌다.

이러한 흐름을 선도하기 위해 화웨이는 24년 중국 베이징에서 대규모 5.5G 네트워크 시범 구축에 성공했으며, 해당 테스트에서 최대 10Gbps의 다운링크 속도와 5G보다 10배 빠른 5Gbps 이상의 속도를 달성했다.

또한 화웨이는 5.5G 시대를 이끌 핵심 기술로 레드캡 기술을 선보였는데, 이는 최근 5G-Adv 표준 규격에서 논의된 기술로 5G IoT 단말의 대역폭과 안테나 수를 줄여 단말 자체의 비용을 낮추고 소비전력을 절감하는 기술이다. 국내외 메이저 통신사 및 솔루션 회사들은 레드캡 기술을 상용 검증 단계까지 개발하였으나, 화웨이는 이미 파트너 기업들과 협력하여 터미널 수 기준으로 30만에 이르는 레드캡 생태계를 구축한 상태이다.

화웨이는 현재 독일, 핀란드, 사우디아라비아 등 20여 개 도시에서 테스트하고 있으며, 5.5G의 연내 상용화를 목표로 5G-Adv 기술 개발을 가속화할 예정이다.

오픈랜 상용화를 위한 기술 혁신(Nokia)

오픈랜 기술은 기지국 등 무선 통신장비의 하드웨어와 소프트웨어를 분리해 서로 다른 제조사 장비 간 상호 연동이 가능하게 하는 표준기술이다. 오픈랜 기술 도입을 통해 제조사가 다른 기지국 장비를 혼합해서 사용해도 소프트웨어만 업데이트하면 함께 사용할 수 있기 때문에, 현재 중국이 장악한 통신장비 시장을 바꿀 기술로 평가받고 있다.

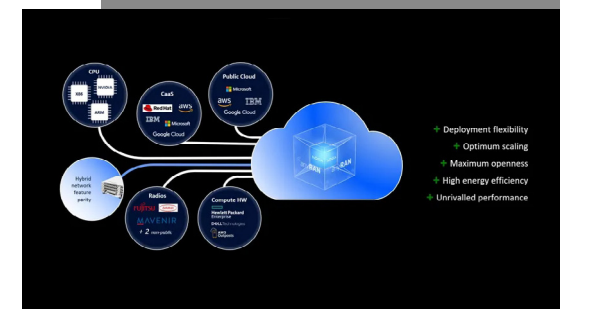
이처럼 통신사들은 특정 공급사에 묶이지 않고 다양한 통신장비와 소프트웨어를 사용하는 것을 선호하기 때문에, 오픈랜 기술은 기술패권 경쟁을 선도하기 위한 핵심 요소라고 할 수 있다.

최근 Nokia는 오픈랜에 대한 기술혁신을 강조하고 있으며, 국내통신장비업체인 삼지전자와 LG유플러스 상용망에서 오픈랜 글로벌 표준 필드테스트를 진행하였고, 그 결과, 최대속도와 핸드오버, 접속 성공률 등 성능과 안정성 측면에서 합격점을 받았다.

또한 Nokia는 클라우드 특화형 오픈랜 기술인 '애니랜' 을 공개했다. 애니랜은 하드웨어 규격을 따지지 않고 어떤 서버 환경에서도 오픈랜을 구동할 수 있는 기술이다. 이를 통해 AMD, AWS, Arm 등 다양한 기업이 구성한 서버 환경에서 제약 없이 오픈랜 기술을 사용할 수 있다.

향후 Nokia는 KT와 협력하여 6G의 향상된 오픈랜 기술과 6G 후보 주파수를 이용한 초 광대역 무선 접속 기술 등을 개발할 예정이다. 이를 통해 6G 핵심기술과 AI 접목 및 오픈랜 등의 차세대통신에 대한 공동 연구와 접목하여 기술적 우위를 확보할 계획을 가지고 있다.

Nokia '애니랜' 기술의 공급업체 생태계 및 특징점



출처 : Nokia

산업 속 차세대통신 활용 모습



5G 통신 기술이 이미 상용화되어 우리의 생활을 크게 변화시켰지만, 앞으로 다가올 초연결 시대에는 더욱 빠르고 안정적인 통신망이 필요하다. 이러한 요구를 충족시키기 위해 개발되고 있는 6G 기술은 5G보다 최대 50배 빠른 속도로 초연결 시대를 열 것으로 기대된다.

이처럼 차세대통신기술의 시대가 도래함에 따라, 6G 기술 개발을 선도하고 있는 삼성전자는 2023년 10월 미국 현지에서 세계 최장 거리 6G 통신에 도전하기 위해 미국연방통신위원회(FCC)에 차세대 셀룰러 장비 평가를 위한 전파 사용 허가를 신청하였다. 이는 2021년 진행되었던 텍사스 6G 실험(500m)의 두 배인 1km 구간이다.

이러한 기술 개발 노력들을 통해 삼성전자는 6G를 통한 인공지능, 자율주행차, 로봇, 확장현실 등 첨단 기술을 일상 생활에서 구현할 계획이다.

또한, 엔비디아, 소프트뱅크, 마이크로소프트 등 통신 및 소프트웨어 분야의 글로벌 기업들과 함께 AI와 무선통신 기술의 융합을 통해 6G 생태계 조성을 목표로 하는 'AI-RAN 얼라이언스'에 참여하고 있다.

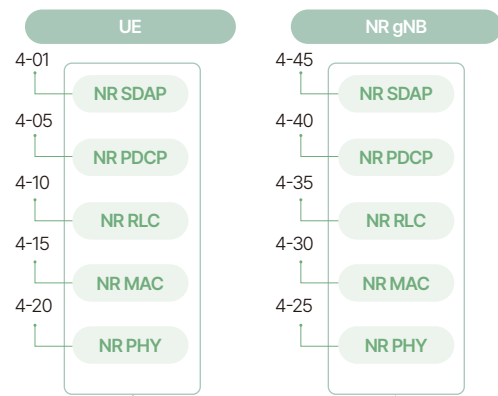
삼성전자 6G 기술 비전 구현 모습



출처 : 삼성전자 공식 홈페이지

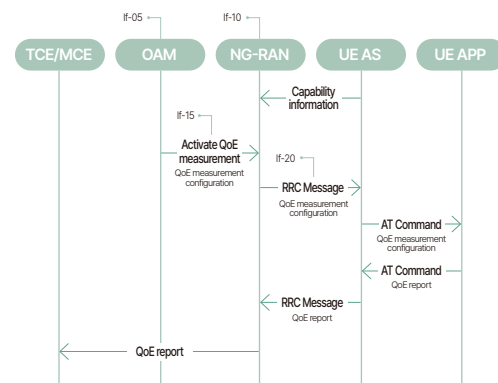
삼성전자는 향후 2030년까지 125GB 데이터를 1초 만에 전송할 수 있는 1Tbps의 통신 속도를 구현하기 위해 AI 기술을 6G 네트워크에 내재화하고 다양한 기기와 연결할 수 있도록 개발을 추진하고 있다.

01 6G 네트워크에서 단말기가 연결 실패 시 빠르고 효율적으로 다시 연결할 수 있도록 하여 지연 시간을 줄이고 통신 효율성과 안정성을 높이는 기술로, 특히 데이터 송수신 지연을 줄이고 다양한 상황에서도 안정적인 연결을 유지할 수 있다.



차세대 이동통신 시스템 무선 프로토콜 구조도 (KR 10-2022-0158686)

02 6G 네트워크가 테라헤르츠 대역을 이용해 더 빠르고, 지연이 적은 통신을 제공하는 데 도움을 주기 위해, 여러 사람에게 방송되는 서비스의 품질을 정확하게 확인하고 개선할 수 있도록 하는 기술이다.

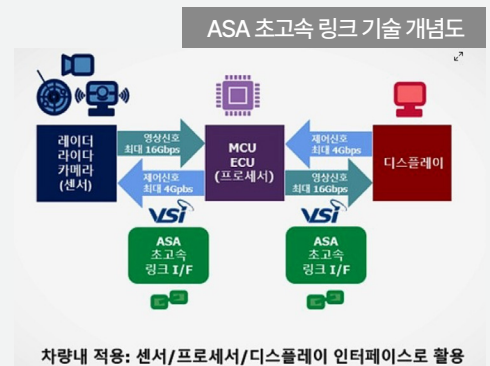


Management 기반 QoE 측정을 설정 흐름도 (KR 10-2022-0122522)



자율주행차는 차량에 설치된 센서를 통해 주변 환경 정보를 수집하고 분석하여 안전하고 효율적인 주행을 가능하게 한다. 최근 차량용 센서 수가 증가하면서 차량 내 네트워크가 복잡해지고 있으며, CPU로 전송되는 데이터를 빠르고 안정적으로 전송하고, 케이블 무게 및 비용까지 절감이 가능한 네트워크 통신 기술이 자율주행차의 핵심기술로 급부상하고 있다.

이러한 자율주행차량용 초고속 데이터 링크 네트워크 기술을 개발하는 브이에스아이는 자율주행차의 센서 성능 향상에 따라 증가하는 데이터 전송 요구치를 충족시키기 위해 연구개발에 집중하고 있다. 2020년에는 이더넷 네트워크 반도체 VS731을 개발하여 자율주행차의 안전성과 효율성을 높이는 등 중요한 역할을 하였다.

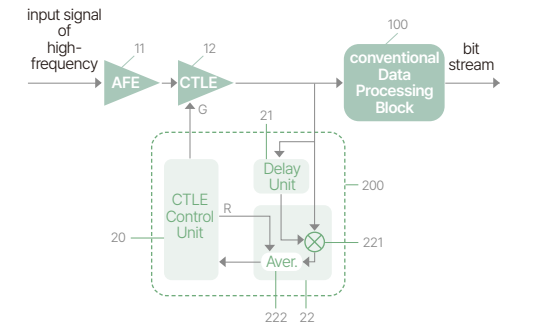


차량내 적용: 센서/프로세서/디스플레이 인터페이스로 활용

출처 : 브이에스아이 공식 홈페이지

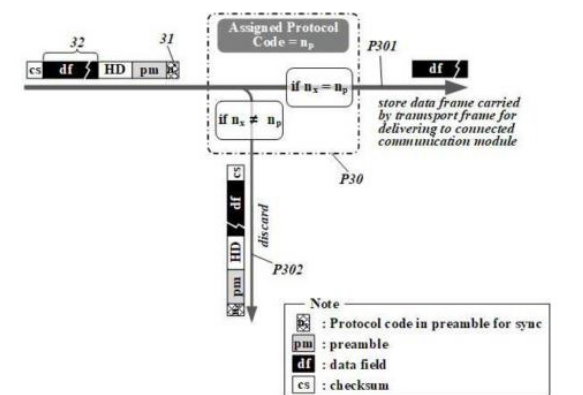
또한, 브이에스아이는 독일의 반도체 기업 인피니언과 협업하여 자율주행차량 내 고속 네트워크 기술을 차량용 마이크로컨트롤러 보드에 탑재해 네트워크 평가보드를 개발하였다. 이 보드는 자율주행차에 설치된 카메라 센서를 통해 주변 상황을 포착하며, 데이터 전송 속도가 기존 제품 대비 4배 이상 빠르다. 또한 네트워크 노드 불량에도 우회를 통해 안정적인 네트워크 유지를 가능하게 하는 등 글로벌 시장에서도 그 기술력을 인정받고 있다.

01 송신기와 수신기 사이의 통신 채널에서 고속 데이터 신호의 손실을 보상하는 기술로, 자율주행차와 같은 애플리케이션에서 프로세서와 센서 간의 고속 통신 중 발생하는 신호 손실을 신속하게 보상하여 데이터 전송의 신뢰성과 효율성을 높일 수 있다.



고속 신호의 통신 채널에서의 손실 보상 방법이 구현된 데이터 수신기의 구성도 (KR 10-2020-0128458)

02 자율주행차량의 다양한 통신 방식(CAN, LIN, Ethernet 등)을 단일 버스를 통해 통합하여 고속으로 데이터 전송을 가능하게 하는 기술이다. 이를 통해 자율주행차량 내 센서와 제어 장치 간의 실시간 데이터 송수신이 가능해져 주행 안정성과 효율성을 향상시켰다.



동일한 통신방식의 다른 버스로부터 통신모듈 데이터 선별적 수취과정 (KR 10-2019-0029536)



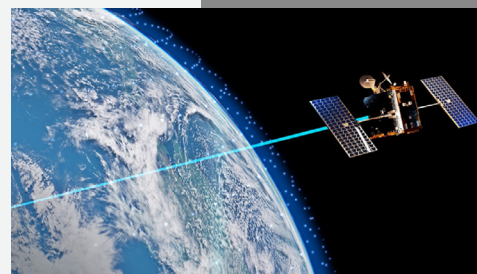
위성통신 분야의 차세대통신 기술은 데이터 전송, 통신 범위 확장, 신호 안정성 등 다양한 영역에서 혁신을 가져오고 있으며, 저궤도 위성, 위성 간 레이저 통신, 5G 및 6G와의 융합 등에서도 중요한 역할을 하고 있다.

특히, '우주 인터넷' 이라고 불리는 저궤도 위성통신 기술은 지구 상공에 수천 기의 인공위성을 배치하여 지상 통신망의 도움 없이 언제 어디서나 LTE, 5G 수준의 인터넷 서비스를 제공하는 차세대 기술이다.

한화시스템은 영국의 저궤도 위성 네트워크 스타트업인 유텔셋 원웹의 위성망을 활용해 한국군에 최적화된 위성통신 서비스를 제공하기 위해 준비하고 있다. 이를 위해 '상용 저궤도 위성 기반 통신체계' 사업에 참여하여 군에 최적화된 저궤도 통신망 구축, 차량함정용 이동형 ESA 위성 단말기 등을 개발할 예정이다.

군 통신체계가 구축되면, 군은 지상망의 지형적 제약을 극복하고, 기동 간 대용량 정보를 신속하고 끊김 없이 주고받을 수 있어 군 작전능력이 급격히 상승할 것으로 기대된다.

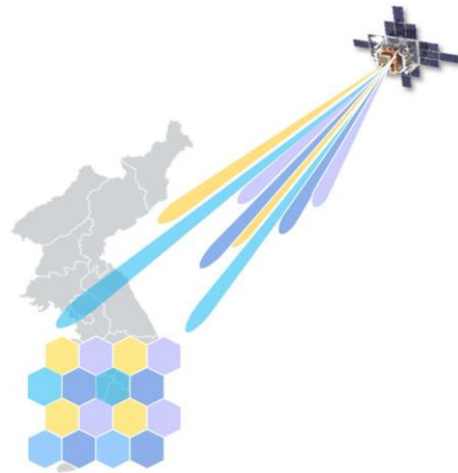
유텔셋 원웹의 위성 네트워크



출처 : 한화 공식홈페이지

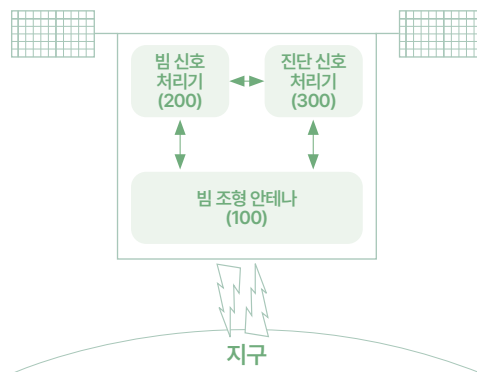
한화시스템은 향후 '상용 저궤도 위성기반 통신체계' 사업 참여를 기반으로 전시(戰時) 및 재난과 같은 긴급 상황에서도 끊김없이 원활한 통신 서비스를 제공할 수 있는 위성망-지상망 다계층·초연결 네트워크가 구현될 미래형 전술통신체계를 구축해나갈 계획이다.

01 저궤도 통신위성 및 이의 오프셋 그룹 빔 할당 방법은 순차적으로 할당하는 오프셋 그룹 빔(Offset Group-Beam) 할당 방식을 통해, 빔을 고정하는 FCA(Fixed Cell Allocation) 방식의 최대 단점인 동일 채널 간섭(Co-Channel Interference) 문제를 해결한다. 이를 통해, 대용량의 고속 전송을 가능하게 하면서도 위성 탑재체의 처리속도를 낮추어 소모전력을 개선하며 구현의 복잡도를 낮추어 실용성을 개선하며 시스템 및 망 운용의 안정성과 유연성까지 함께 증대시킬 수 있는 효과를 제공할 수 있다.



빔 고정 할당하는 FCA 방식 (KR 10-2022-0159221)

02 저궤도 통신위성 안테나 시스템 및 이의 점진적 성능 열화 감소 방법은 신호 송수신 경로의 고장을 파악하고 주변 경로의 이득값을 가변하여 성능 열화를 줄임으로써, 저궤도 위성통신 서비스의 안정성과 효율성을 향상시켜 다양한 환경에서 고속, 저지연 통신을 제공할 수 있다.



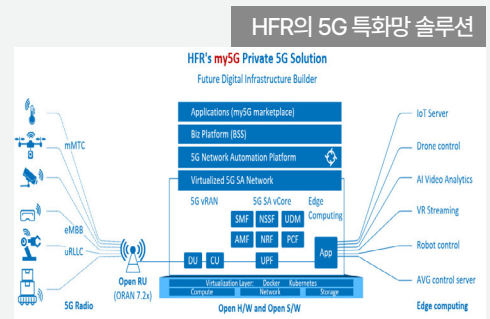
저궤도 통신위성 안테나 시스템 예시 (KR 10-2021-0162132)



최근 기업의 디지털 전환 가속화로 클라우드, 모바일 등 업무 환경이 확장되면서 전세계적으로 네트워크 보안 이슈가 강조되고 있다. 그에 따라 이동통신사의 공용 5G망보다 더 빠르고 안정적인 특성을 가지고 있는 '5G 특화망' 이 주목받고 있다.

5G 특화망이란 도입이 예정된 서비스 지역에 특화된 맞춤형 네트워크로, 스마트팩토리, 스마트 빌딩 등 특정 지역에서만 사용이 가능하며 물류, 교통, 의료 등 전 산업 분야에서 전문적으로 사용 가능한 망을 의미한다.

한국 뿐만 아니라 일본에서도 5G 특화망 기술력을 인정받고 있는 HFR의 5G 특화망 솔루션은 단말에서 기지국, 플랫폼에 이르기까지 모든 구성요소가 통합돼 쉽고 빠른 운영관리가 가능하며, 디지털 객체 복제로 직관적 분석에 용이하다는 특징을 가지고 있다.

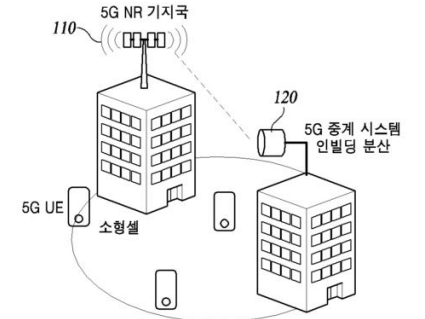


출처 : HFR 공식홈페이지

이러한 HFR의 5G 특화망 솔루션의 핵심 기술은 대형 멀티 셀 기지국을 소형 서버로 가상화하는 my5GBox로, 기업이 고가의 임대 회선 없이 일반 인터넷 회선이나 저궤도 위성 연결을 활용할 수 있게 한다. 더불어, HFR은 5G 특화망 네트워크 및 응용 프로그램 서비스의 관리를 원활하게 하는 서비스운영센터(SOC)를, 기업에게는 네트워크운영센터(NOC)를 통해 설치, 운영 및 유지보수를 지원하고 있다.

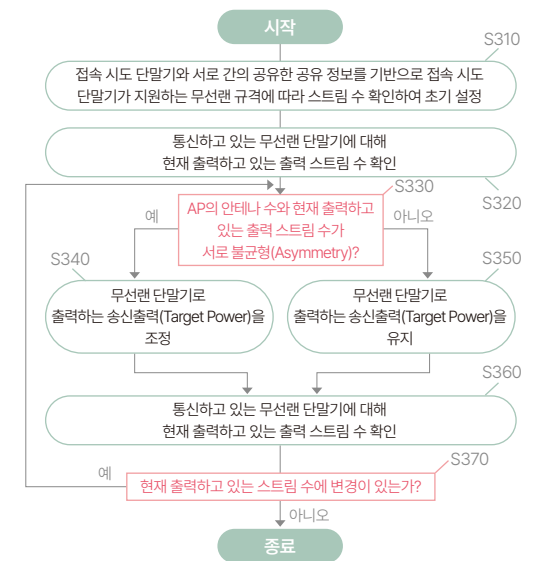
01 5G 중계 시스템으로 기존 네트워크 장비를 교체하지 않고도 소프트웨어 업그레이드만으로 5G 네트워크를 안정적이고 효율적으로 사용할 수 있도록 한다.

5G 기지국과 통신 장치 간의 동기화를 원활하게 만들어 통신이 끊기지 않고 안정적으로 유지되도록 하여 5G 특화망 구축에도 도움을 줄 수 있다.



SA 네트워크 구조에서의 5G 중계 시스템 (KR 10-2018-0134922)

02 안테나 송신출력 제어 시스템을 통해 통신 장비와 단말기 간의 신호를 최적화해 안정적이고 효율적인 5G 통신을 가능하게 한다. 단말기의 송신 출력을 동적으로 조절하여 항상 최적의 통신 품질을 유지시킴으로써, 5G 특화망 구축에 적용할 경우, 다양한 상황에서 일관된 통신 품질을 보장하고, 높은 보안성과 안정성을 유지할 수 있어 중요 인프라의 운영에 큰 도움을 줄 수 있다.



안테나의 송신출력 제어 시스템 블럭 구성도 (KR 10-2018-0060179)

03 국가전략기술 '차세대통신(5G·6G)' 이야기

국가전략기술로서의 '차세대통신'

기술의 진보는 이제 우리의 일상과 국가의 경제 성장에 필수적인 요소로 자리 잡았다. 그 중에서도 차세대통신 기술은 현대의 급증하는 데이터 사용량에 대응하기 위해 세계 주요국들과 글로벌 기업들이 요구하는 필수 기술이다.

차세대 5G와 6G 기술은 최대 1Tbps 수준의 전송속도를 제공하는 기술로 정의되며, 광대역 주파수, 저지연, 지능화, 위성 등 미래 사회의 근간을 이루는 요소로 작용하며, 다양한 산업에 혁신을 불러일으키고 있다.

차세대통신 기술은 단순히 빠른 인터넷을 제공하는 것을 넘어 다양한 산업과 직결되는 혁신을 불러일으킬 수 있다. 자율주행차, 스마트시티, 디지털 헬스케어 등의 분야는 물론, 모빌리티, 첨단 로봇 제조 등에서도 중요한 역할을 할 것으로 기대된다. 예를 들어, 스마트공장에서는 6G 네트워크를 통해 실시간으로 데이터를 분석하고, 자동으로 공정을 최적화할 수 있을 것이다. 이를 통해 생산성은 극대화되고 불량률은 최소화된다.

차세대통신 기술은 국가의 경제적, 기술적 경쟁력을 강화하는데 필수적인 요소라고 할 수 있으며, 이를 통해 모빌리티, 스마트제조 등 미래 산업을 선도하고, 새로운 비즈니스 모델과 서비스 창출이 가능해진다. 5G 도입으로 세계시장 규모는 2026년 서비스 1,309조 원, 단말기 647조 원, 통신장비 55조원에 도달할 전망이며, 이는 5G 도입 이전과 비교하여 최대 45% 증가한 수치이다. 또한 글로벌 5G 장비시장은 2025년 242.6억 달러 규모에 도달할 것으로 예상되는 등 신산업 선점 효과가 막대할 것으로 예상된다.

결론적으로, 차세대통신 기술은 미래 사회의 근간을 이루는 핵심 기술로서, 이를 토대로 전산업 분야에서 혁신 서비스를 새로이 발굴할 수 있으며, 이를 통해 산업 구조를 혁신하고 막대한 경제적 파급효과를 창출할 수 있다.

'차세대통신' 우리의 정책과 산업 위치

먼저, '차세대통신' 기술에 대한 주요국들의 정책을 살펴보면, 주요국은 5G의 시장 확대를 위한 망 구축에 착수하였으며, 6G 선점을 위해 국제표준, R&D에도 집중적으로 정책 지원을 하고 있다.

미국의 경우, 통신/네트워크를 10대 핵심기술로 지정하고 DARPA 주도의 장기 6G R&D프로젝트 착수를 통해 주요 우방국과 6G 기술 협력을 강화시키고 있다. 또한 화웨이 등 중 통신장비 업체 견제를 목적으로 출범한 오픈랜 글로벌 연합 'O-RAN Alliance'를 통해 표준 마련과 기능 확신을 추진하는 등 '탈(脫)화웨이 정책'을 통한 미국 중심의 오픈랜 생태계를 조성하고 있다.

한편, 중국은 6G 선도를 위해 매 5년 단위의 국가 6G R&D 프로젝트 추진 및 전담기구 출범시키며 정부 주도 6G R&D를 추진하고 있다. 또한 5G 확충을 위해 60만개 이상의 기지국을 신설하여 공장, 산업단지 등 중점 지역에 대한 네트워크 커버리지를 높이고 고속철, 교통허브, 쇼핑몰 등 인원 밀집지역의 커버리지를 높일 계획이다.

일본의 경우, '30년 6G 도입을 목표로 'Beyond 5G 추진전략' 수립하였으며, 10년 간 4조 엔을 투자하여 40만 개의 5G 기지국을 배치할 계획이다



삼성전자 등 기업의 기술력이 세계적으로 인정받고 있으며, 이동통신 단말 분야는 세계 최고 수준임. 핵심원천기술이 부족

한국은 차세대 네트워크에 대한 선제적 투자와 산업 기반 조성이 필요하다는 인식 하에 차세대통신 기술을 국가전략 기술로 선정하고, 23년 8월 예비타당성 조사를 통과한 4,407억 원 규모의 6G 상용화·표준화 R&D를 기반으로 무선통신 등 5대분야 기술개발을 추진한다.

한국은 차세대통신 기술 개발에서 글로벌 리더로서의 입지를 굳히고 있다. 그러나 차세대통신 관련 단말·장비 시장에서 국내 기업들이 상위권을 유지하는 것과 반대로, 단말·광통신 핵심부품 분야에서는 여전히 외산에 의존하는 모습을 보이고 있다. 미국, 일본, 중국 등 주요 국가들 역시 6G 기술 개발에 막대한 자원을 투입하고 있으며, 치열한 경쟁이 벌어지고 있다. 이러한 글로벌 경쟁 속에서 한국은 기술 개발의 속도를 높이고, 글로벌 협력을 강화하여 경쟁력을 유지하려고 노력하고 있다.

특히, 국제 표준화 작업에서 주도적인 역할을 수행하는 것이 중요하다. 한국은 국제전기통신연합(ITU) 등 글로벌 표준화 기구에서 적극적인 활동을 펼치고 있으며, 이를 통해 6G 기술의 표준을 선도하여 미래 차세대통신 시장을 주도하려고 한다.

차세대통신 기술은 단순히 빠른 인터넷을 제공하는 것을 넘어, 우리의 생활 방식을 혁신적으로 변화시킬 잠재력을 가지고 있다. 한국은 이러한 변화를 주도하기 위해 정부와

참고: 정책브리핑"6G 시장 경쟁력 확보...4407억 원 투입해 관련 기술개발 추진, 과기부, 2023.11.01



화웨이 등 세계적 기업 보유하고 있으며, 논문과 특허 점유율이 높음. 미국의 제재로 어려움을 겪고 있지만, 기술 수준은 EU와 대등 수준



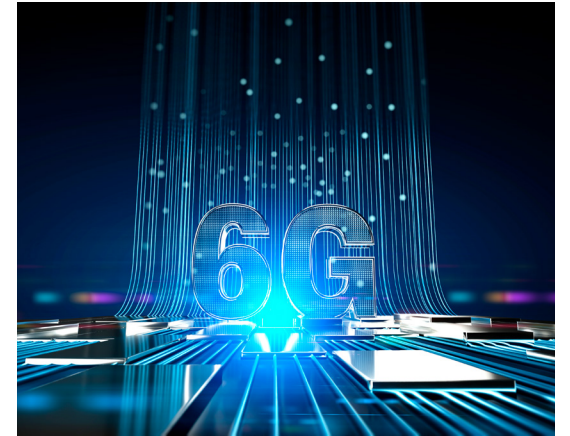
제품 경쟁력은 부족하지만, 도코모를 중심으로 오픈랜 기술 개발, 상용화 추진을 진행하고 있음. 최근이동통신 분야의 재도약을 위해 많은 투자와 노력을 하고 있지만 시간이 좀 더 필요함



에릭슨, 노키아 등 세계 최고 수준의 이동통신 연구개발 능력을 보유하고 있으며, 전 세계 장비 시장을 선도하고 있고 오픈랜 시장에서도 유리할 수 있음



가상화 플랫폼 기술, 무선 통신 핵심 및 원천 기술을 최고 수준으로 보유하고 있으며, 풍부한 우수인력과 연구개발 인프라 구성이 잘되어 있음. 오픈랜 기술 분야를 공략하기 위해 다방면으로 노력하고 있으며, 가장 많은 기초 핵심 원천기술을 보유하고 있음



국가별 차세대통신 기술수준 근거

'차세대통신' 중점기술 분야

5G 고도화(5G Adv) 기술

#5G 성능 향상 #5G 클라우드 연동 #RAN 고도화

한국은 6G로 향하는 표준의 시작으로 5G 고도화를 위해 관련 기술 개발에 박차를 가하고 있다. 5G 고도화(5G-Adv) 기술은 기존 5G와 호환성을 유지하면서 기술을 한 단계 업그레이드하여 기지국 저전력화, 무선망 커버리지 확장, 동시접속폭 확대 등 5G 기술의 경량화를 통한 고도화된 성능을 구현할 예정이다.

글로벌 기술 및 산업동향을 살펴보면, 주요국들은 3GPP 표준화 일정에 맞추어 핵심기술을 개발해 표준 반영을 위해 추진하고 있으며, 이와 관련하여 5G-Adv 표준에서 신규로 도입되는 기술을 지원하는 기지국, 코어망, 단말 등에 대한 개발 경쟁이 본격화될 것으로 예상된다.

한국의 경우, 삼성, 엘지 등 대기업들을 중심으로 5G 표준화에 대응하고 있으나, 미국과 유럽 대비 기술수지 적자는 지속되고 있으며, 관련 표준특허 지분에서도 중국에 추월당한 상황이다. 그럼에도 불구하고, 5G 고도화(5G-Adv) 기술은 미국과 유럽 등 기술 선도국과의 주요 협력의제로서 외교적 지렛대로 활용하기 위해 국가적 차원의 전략적 육성이 필요하다. 이를 위해 정부는 2025년 상용화될 5G-Adv 융합서비스 구현을 위해 무선망 커버리지확장, 동시접속폭 확대 등 기술 경량화를 구현하고 5G 고도화 표준화 활동 지원하고, 시장 활성화는 민간 주도로 추진할 방침이다.



RAN-네트워크 고도화

표준기술 주도 역량 확보

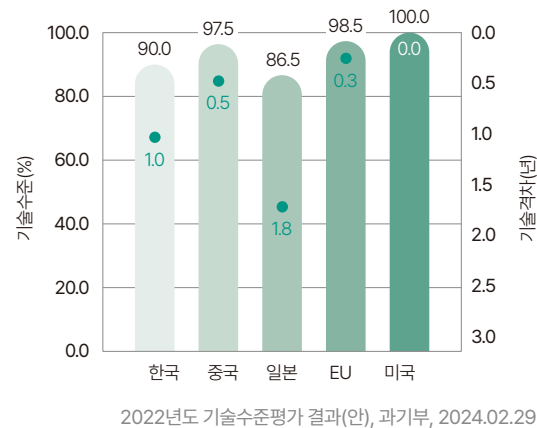
표준기술 주도 역량 확보

5G 무선통신-네트워크망 기술 고도화를 통한 산업 역량 강화

- 네트워크 에너지 저감(기지국 전력 소모량 5G 대비 30% 이상 저감)
- 무선망 커버리지 확대 및 저비용/고효율 무선망 구축

5G-Adv 특화망/공공망 구축을 통한 이종산업 융합서비스 검증

- 무선 네트워크 경량화 장비 국산화 → 특화망/공공망 적용을 통한 검증



6G 기술

#6G 통신 표준 #네트워크 아키텍처 #초고속 데이터 전송 #융합기술 고도화

6G는 단순한 통신 기술 이상의 의미를 지닌다. 6G는 5G 고도화(5G-Adv) 이후 지능형 미래사회의 핵심 인프라 역할을 수행하며, 초고속 데이터 전송, 초저지연, 초연결성을 통해 우리 일상에 혁신을 가져다 줄 차세대 이동통신 기술을 말한다.

글로벌 기술 및 산업 동향을 살펴보면, 주요국들은 국제 전기통신연합(ITU)의 6G 비전 및 6G 국제표준 발표 시점에 맞춰 다가오는 6G 통신기술 시대의 패권을 차지하기 위한 경쟁이 본격화될 것으로 예상되고 있다. 미국의 경우, DARPA 주도의 장기 6G R&D 프로젝트를 통한 주요 우방국 간 6G 기술 협력을 강화하고, 로드맵 수립을 위한 Next G Alliance를 발족하였다.

한국은 이러한 글로벌 경쟁 속에서 미래 6G 시대의 선두 자리를 지키기 위해 표준협력을 위한 국제 공동연구를 미국, 영국 등과 진행하고 있으며, ITU, 3GPP 의장단 확보 및 민간 표준화 활동을 지원하고 있다.

또한 6G 무선통신기술의 핵심이 되는 다중 안테나 사용 (E-MIMO), 클라우드 친화적 네트워크, AI 적용 개발 등을 본격화하고, 7~24GHz 주파수 대역인 어퍼미드(Upper-mid) 밴드를 지원하는 핵심 기술 개발 및 검증을 본격화할 계획이다. 또한 2026년까지 네트워크저전력화 데이터 증가에

다른 기지국 에너지 소모량 증가 문제 해결을 위한 Pre-6G 저전력 기지국 기술을 확보하고, 2024~2028년 5년간 4407억원을 투입하여 출연연·대학 등 원천연구를 토대로 6G 표준에 반영될 가능성이 높은 기반 및 사업화 기술도 추진할 예정이다.



원천기술 표준 경쟁력 강화

통신산업체 기술역량 육성

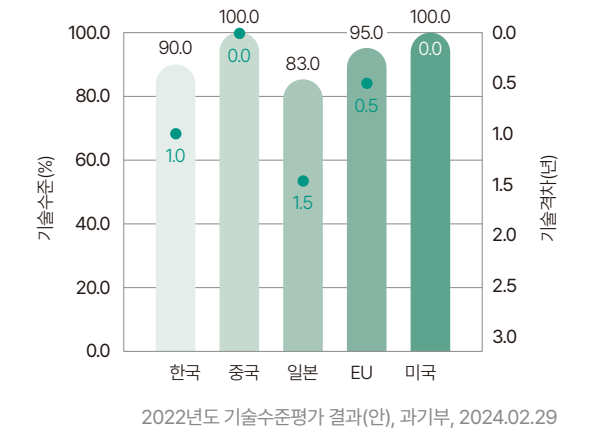
유망 신기술 지속 확보

6G 원천기술 개발, 표준-특허 확보 → 국내 이동통신 산업체 역량 강화

- E-MIMO 무선통신 기술 표준 반영
- 클라우드-네이티브 코어네트워크 기술 및 초고속 유선네트워크 기술 최적화

융합기술 고도화 및 인프라 저전력화를 통한 6G 응용서비스 실현

- 네트워크 신구조 및 AI-통신-센싱-컴퓨팅 융합기술, 인프라 저전력화 기술



오픈랜(Open-RAN) 기술

#오픈랜 표준 #가상화 랜 네트워크 #개방화 및 통합



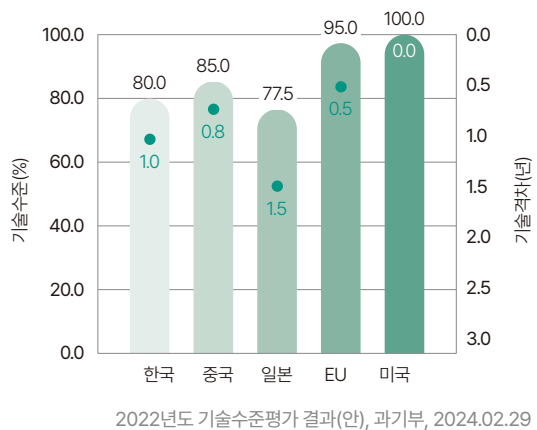
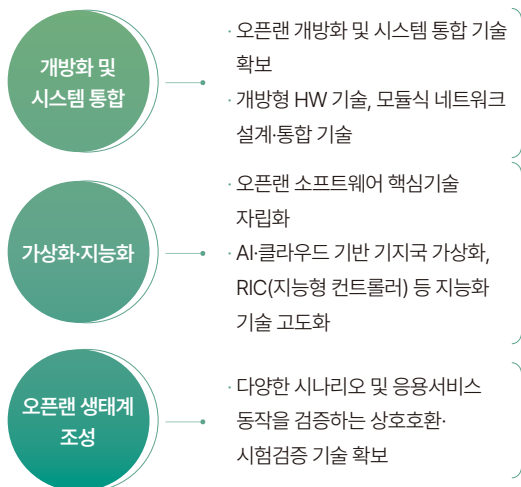
오픈랜(Open RAN) 기술은 무선통신의 새로운 혁신을 이끌어가는 핵심 기술로, 무선장치(RU), 분산장치(DU), 중앙장치(CU) 등의 하드웨어(HW)와 소프트웨어(SW) 블록 간의 프로토콜 및 인터페이스를 개방하는 것을 목표로 한다. 이는 차세대통신 환경에서 필수적인 기술로 자리매김하고 있다. 오픈랜 기술의 첫 번째 목표는 개방화와 시스템 통합이다. 오픈랜 개

방화 및 시스템 통합 기술을 확보함으로써, 다양한 제조사의 장비와 소프트웨어가 하나의 네트워크 시스템 내에서 원활히 작동할 수 있다. 개방형 하드웨어 기술과 모듈식 네트워크 설계·통합 기술을 통해 통신망의 운영 비용을 절감하고, 네트워크의 유연성을 극대화할 수 있다.

글로벌 기술 및 산업 동향을 살펴보면, 미국은 중국 중심의 통신 장비 경쟁구도를 전환하기 위해 다수 제조사 장비로 구성 가능한 '개방형 표준화'를 주도하고 있으며, 한미정상회담에서 오픈랜 협력을 명시하는 등 우방국을 중심으로 오픈랜 통신 패러다임 전환을 시도하고 있다.

한국의 경우, 국내 기업들은 RU 장비 및 안테나 부품을 중심으로 개발해 vRAN 등 SW 핵심 기술이 부족한 상황이며 이를 위한 타책으로 O-DU, O-RU 등 국내의 개방형 네트워크 장비 및 솔루션 전문기업이 자체 기술개발, 국책사업 참여 등을 통해 경쟁력 확보에 나서고 있다. 또한 오픈랜 생태계 활성화를 위해, 민간 중심의 상호운용성 실증 행사 참여 및 해외진출 지원을 위한 국제인증 체계(K-OTIC) 마련 지원하고 있다.

오픈랜 기술이 널리 보급되고, 다양한 산업 분야에서 활용될 수 있도록 지원할 예정이다. 이를 통해 무선통신의 미래를 선도하며, 개방화, 가상화 및 지능화, 생태계 조성을 통해 차세대통신 환경을 혁신적으로 변화시킬 것으로 기대된다.



고효율 5G·6G 통신부품

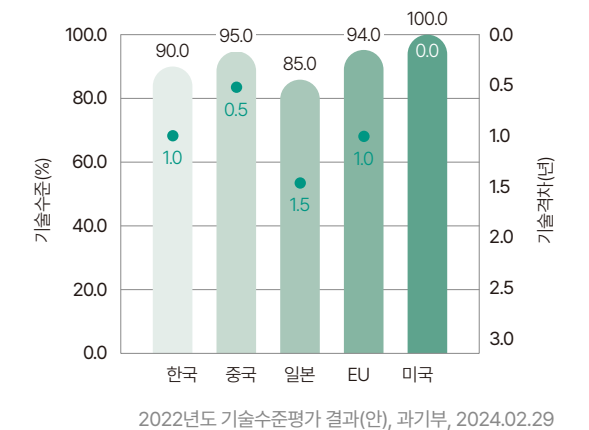
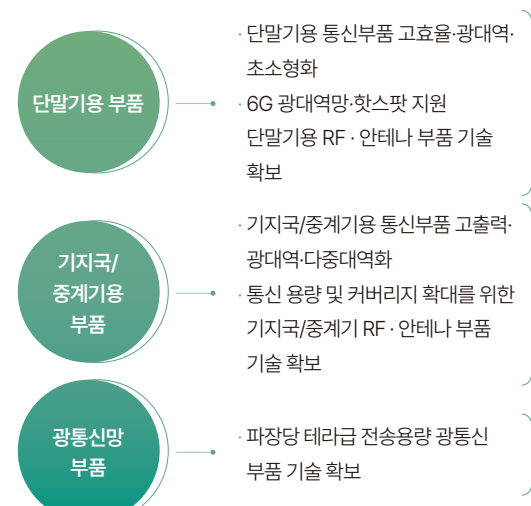
#고속 데이터 전송 #통신 모듈 설계 #통신부품 고효율 광대역

고효율 5G·6G 통신부품은 5G 및 차세대 6G 이동통신의 기능과 성능을 실현하는 데 필수적인 무선통신용 부품과 광통신용 부품 기술을 포함한다. 여기에는 단말기 RF/안테나, 기지국·중계기 RF/안테나, 광통신 부품 등이 포함된다. 이 부품들은 고속 데이터 전송, 저지연, 대규모 연결을 가능하게 하여 미래의 초연결 사회를 구현하는 데 필수적인 역할을 한다.

글로벌 기술 및 산업 동향을 살펴보면, 주요국들은 전반적으로 6G 통신에 필요한 Sub-THz 대역의 RF 소재 및 부품 설계 기술이 충분히 확보되지 않아 각국 간 경쟁이 치열해지고 있다. Sub-THz 대역은 6G 통신의 핵심 주파수 대역으로, 초고속 데이터 전송을 가능하게 한다. 이에 따라 미국, 중국, 유럽 등 주요 국가들은 관련 기술 개발에 막대한 자원을 투입하고 있으며, 기술 주도권 확보를 위해 경쟁을 가속화하고 있다.

우리나라의 경우, 삼성전자와 같은 국내 기업 중심으로 기술 혁신을 선도하여 한국은 단말기(1위)와 장비(3위) 시장에서 상위권을 차지하고 있다. 그러나 단말기용 RF 분야에서는 일본의 무라타, 미국의 퀄컴, 브로드컴, 스카이웍스 등이 시장의 90% 이상을 점유하고 있으며, 광통신 부품인 레이저다이오드는 일본의 미쓰비시와 스미토모에서 80%를 공급받고 있는 등 단말기와 광통신 핵심부품 분야에서는 여전히 외산 의존도가 높은 실정이다.

따라서 이러한 공급망 리스크를 관리하고 글로벌 통신 시장에서 선도적인 위치를 공고히 하기 위해, 6G 단말기·기지국용 차세대 부품 국산화를 제고를 위한 고효율 5G·6G 통신부품 관련 기술 개발은 무엇보다 중요하며, 정부에서는 이를 위해 6G가 구현될 Upper-Mid 대역 단말용 모듈 기술 자립화를 추진하고, 전력반도체 기반 광대역·다중대역 안테나 확보를 추진할 예정이다. 또한 6G 생태계 조성을 위해 장비산업 생태계 확장을 위한 기술운용 실증체계 및 국제인증 체계를 구축하고 민·관 파트너십 강화할 계획이다.



5G·6G 위성통신

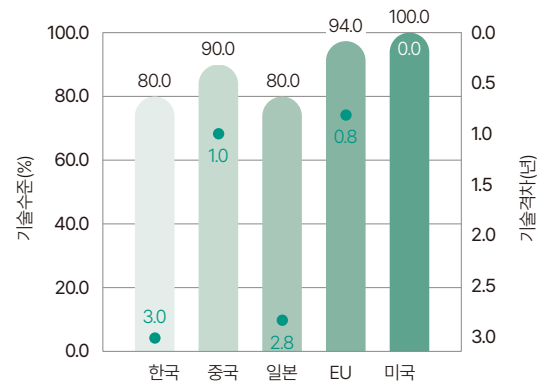
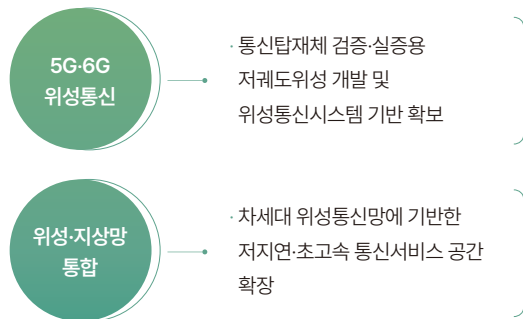
#위성 통신 기술 #통신탑재체 개발 #초고속 통신 확장

5G·6G 위성통신은 지상과 저궤도 위성 네트워크를 연결하여 지상, 해상, 공중까지 서비스를 제공하는 3차원 공간 통신 기술이다. 이는 기존의 지상 네트워크를 보완하고, 전 세계 어디서나 안정적인 통신 서비스를 제공하는 데 중요한 역할을 한다.

글로벌 기술 및 산업 동향을 살펴보면, 1998년 한국·유럽·일본·미국·중국의 표준화기관을 중심으로 효율적인 이동통신 표준화 추진을 위해 설립된 '3GPP'가 5G 표준과 위성통신을 연계하는 5G 비지상통신(Non-Terrestrial Network) 작업을 진행하고 있다. 또한 미국의 SpaceX를 비롯해 아마존, 영국의 유텔셋 원웹 등 글로벌 위성통신 관련 민간 기업들이 시장에 본격적으로 진출하고 있다. 테슬라의 SpaceX는 위성 인터넷 서비스를, 아마존은 인공위성 클라우드 서비스를 제공하는 등 차세대통신시장 선점을 위해 경쟁하고 있다.

그러나 한국은 막대한 투자비용과 저궤도 통신 관련 개발 경험 부족으로 인해 위성통신 기술 자립이 시급한 상황이다. 이처럼 글로벌 경쟁이 치열해지는 가운데, 정부는 핵심기술 자립화를 통해 6G 구현·음영지역 해소할 수 있도록 추진하고 있으며, 저궤도 위성통신 안테나 등 위성통신 설계·탑재체 핵심기술 및 실증용 위성을 개발하고, 지상에서 수백Mbps급 데이터 전송 및 정밀한 위성궤도 유지를 위한 관제국을 자체 구축할 수 있도록 기술을 확보할 계획이다.

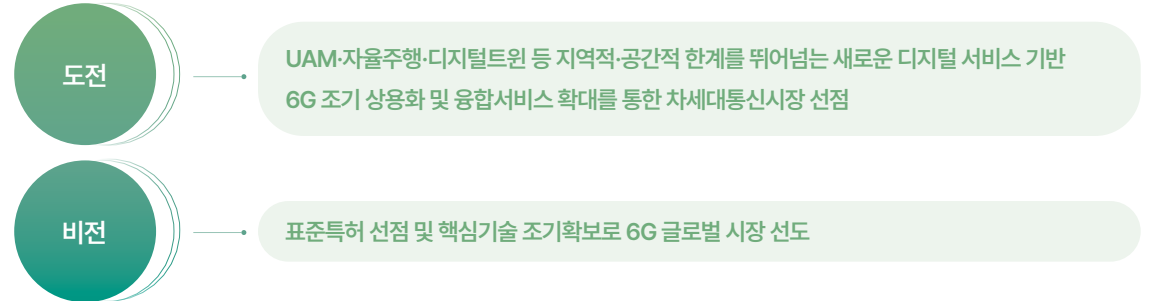
또한, 재난이나 전쟁 등 국가적 위기 상황에서 지상망이 손실 되더라도 위성통신을 통해 신속하게 대응할 수 있어 안보적 중요성도 높기 때문에 이러한 특수성을 고려하여 정부 주도의 연구개발 투자 및 관련 산업체 연계를 통해 중점적으로 투자 되고 있다. 이를 통해 전 세계 어디서나 안정적이고 빠른 통신 서비스를 제공하고, 미래 신산업을 선도하며, 국가 안보를 강화할 수 있을 것으로 기대된다.



2022년도 기술수준평가 결과(안), 과기부, 2024.02.29

차세대통신 중점기술 요약

차세대통신 세부 목표



중점기술	목표 선정 배경
6G	<ul style="list-style-type: none"> 자율주행, VR/AR 등은 데이터 사용량 급증을 수반, 6G는 디지털 전환의 핵심 현재 6G 표준이 구체화되지 않은 상황이며, 네트워크 개방화·경량화뿐 아니라 에너지 저감, 지능화 등을 중심으로 상용화·표준화 진행 → 차세대통신표준 주도권은 전략기술 전반의 기술리더십 확보와 직결. 총력 대응 필요
5G-Adv	
위성통신	<ul style="list-style-type: none"> 저궤도 군집위성 네트워크, 감시정찰 등 국방전략기술과 직결되는 분야이자, 6G 상용화의 전제가 되는 기술
오픈랜	<ul style="list-style-type: none"> 韓美 정상회담, QUAD 등 글로벌 기술협력 논의의 핵심 의제 → 中 중심의 통신 인프라 판도를 전환하기 위한 핵심 아젠다로, 우리도 공급망 자립 관점에서 적극 대응
고효율 통신부품	<ul style="list-style-type: none"> 우리 통신기업의 세계적 기술력 대비, 핵심부품·장비 자립도는 매우 취약, COVID-19 당시에 이미 병목현상 경험 → 선제적 공급망 다변화 필요



04 출연(연) 보유 '차세대통신' 기술



한눈으로 보는 출연(연) 기술 보유현황



차세대통신 중점기술 분야별 기술 보유현황



출연(연) 보유 차세대통신 주요기술

5G 고도화(5G Adv) 기술

- KISTI** · SDN 기반 네트워크 슬라이싱 기술 / 김동균
- ETRI** · 5G TSN 네트워크 게이트웨이 기술 / 김창기
· 다매체 다중경로 적응적 네트워크 최적화 기술 / 정부금
- KERI** · 저전력 엣지 디바이스 기반 멀티모달 학습 데이터 전처리 기술 / 홍지태

6G 기술

- ETRI** · 실리콘 기반 100Gb/s 광트랜시버 칩온보드 기술 / 이정찬
· IETF CoAP 및 OMA LWM2M 기반 IoT 표준 기기 관리 서버 기술 / 고석갑

오픈랜(Open-RAN) 기술

- ETRI** · eStarLink IoT 네트워크 시스템 기술 / 강호용
· 5G 특화망 통신구역 관리 기술 / 천경열
· Private LoRa 통신 시스템 기술 버전 2 / 윤태현, 정우성

고효율 5G-6G 통신부품

- ETRI** · 파장가변 DBR 레이저 반도체 칩 기술 / 권오기
· 100Gb/s PAM-4 변조방식 송수신 기술 / 이정찬
- KISTI** · 전력 효율을 제어하기 위한 서버랙 전력 관리 시스템 / 김상완
- KERI** · 멀티 입 출력 제어가 가능한 전력 변환 시스템 및 고속 통신기술 / 김호성

5G-6G 위성통신

- ETRI** · 밀리미터파 레이더 신호처리 기술-v3.0 / 이철효
· 600W급 무선충전 송신 및 수신 모듈 설계기술 / 김성민
- KFE** · 광대역 주파수 조향 위상 배열 안테나 / 서성현
· 고주파 무선전력 결합장치 및 증폭모듈 / 왕선정

차세대통신 기술개발 연구자 인터뷰

5G/6G 네트워크
슬라이싱 기술의
미래

KSITI
김동균 박사

연구 동기와 필요성: 김동균 박사의 비전

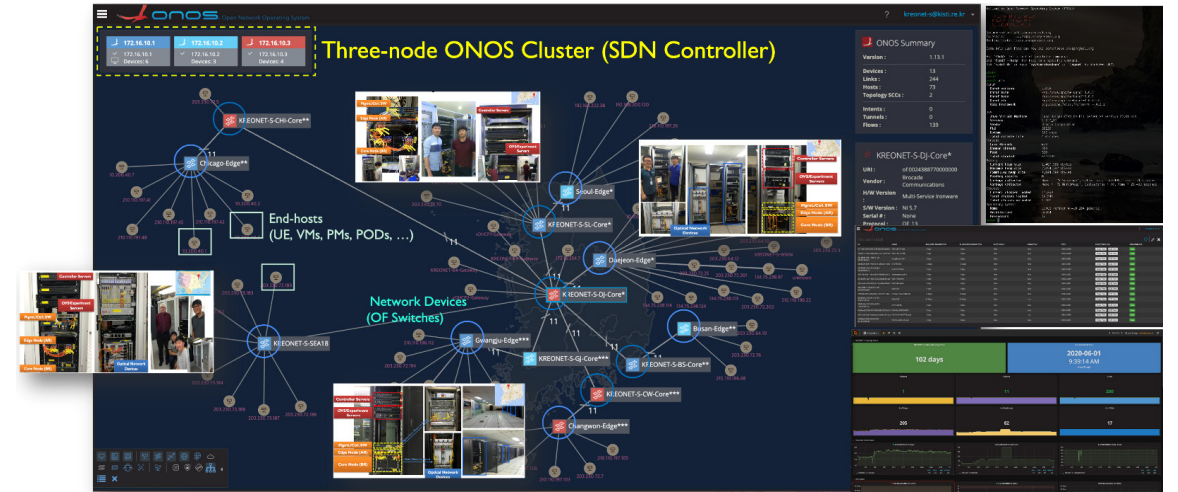
KISTI 과학기술연구망센터의 김동균 박사는 2015년부터 SDN(Software-Defined Network) 기반의 네트워크 슬라이싱 기술 연구를 시작했다. 이 기술은 KISTI가 운영하는 과학기술연구망(KREONET)에 적용되어 항공우주, 천문, 고에너지물리 등 고성능과 대용량 데이터 전송이 필요한 연구자들을 지원하는 데 목적이 있다. 기존 인터넷은 패킷 손실과 성능 저하가 발생할 수 있기 때문에, 중단 간 전용 네트워크 구축이 필요했다. SDN 기술을 이용해 하나의 물리적 네트워크를 여러 개의 가상 네트워크로 쪼개어 각 분야별로 독립적인 네트워크 슬라이싱을 제공함으로써 대용량 데이터 전송과 고성능, 저지연 데이터 전송이 가능해졌다.

주요 기능과 특징: SDN 기반 네트워크 슬라이싱의 혁신

SDN 기반의 네트워크 슬라이싱 기술은 하나의 물리적 네트워크를 여러 개의 가상 네트워크 슬라이스로 나누어 제공하는 기능을 특징으로 한다. 이는 소프트웨어를 통해 쉽게 슬라이싱을 생성하거나 삭제할 수 있고, 대역폭을 사용자의 요구에 따라 조정할 수 있다. 이러한 특성을 이용해 특정 서비스나 응용에 전용의 가상 네트워크를 효율적으로 구축 및 관리할 수 있으며, 하드웨어 기반이 아니기 때문에 구축 및 관리 비용을 절감할 수 있다. 또한, 독립적인 가상 전용 네트워크를 통해 보안도 제공할 수 있다.

산업 적용 사례: 스마트 팩토리와 스마트 모빌리티

KISTI는 연구소 기업과 공동으로 2022년부터 2023년까지 대전광역시 지원한 융합 신산업 특구 기술 실증 선도사업을 통해 대전시 유성구 소재의 대규모 자동차 부품 관련 공장에 스마트 팩토리를 위한 5G 특화망을 구축했다. 이 프로젝트를 통해 네트워크 슬라이싱 기술을 적용해 데이터 보안을 강화하고, 저지연의 고성능 네트워크를 통해 다양한 데이터를 실시간으로 수집, 분석하여 예측 및 저비용, 효율적



SDN 기반의 네트워크 슬라이싱 기술 개발 및 실증을 위한 유무선 통합 SDN 광역연구망 구현

관리가 가능한 지능형 디지털 트윈 환경을 구축했다. 이로써 해당 기업은 불량률을 감소시키고 설비 가동률을 향상시키는 효과를 얻었다.

또한, 스마트 모빌리티를 위한 원격제어 자율주행 자동차 분야에서도 5G 특화망 구축과 SDN/네트워크 슬라이싱 기술 적용을 진행하고 있다. KISTI는 KAIST 친환경자동차연구센터와 협력하여 대전 관제센터에서 제주도의 차량을 제어하는 원격제어 자율주행 기술의 실증을 추진하고 있다.

상용화를 위한 조건과 기술의 한계

네트워크 슬라이싱 기술의 상용화를 위해서는 산업계의 요구사항을 분석하고, 이들이 필요로 하는 산업용 네트워크 기술을 적시에 제공하는 것이 중요하다. KISTI는 연구소 기업과의 협력을 통해 5G 특화망에 실증 및 적용하며 상용화를 추진하고 있다. 다가오는 6G 시대에는 네이티브 AI, 자율형 특화망 관리 등 새로운 응용 및 서비스를 위해 추가적인 기술 연구개발이 필요하다. KISTI는 스마트 모빌리티 기반 네트워크 슬라이싱 기술 및 유무선 통합 특화망 로밍 기술 등을 개발하여 6G 환경에 대응하고자 지속적인 기술 개선을 추진하고 있다.

미래 전망과 발전 가능성

SDN 기반의 네트워크 슬라이싱 기술은 소프트웨어를 통해 유무선 통합 네트워크를 제어할 수 있어 6G 시대의 핵심 기술인 네이티브 AI와도 쉽게 접목될 수 있다. 네트워크 슬라이싱 기술이 네이티브

AI와 융합되면 유무선 통합 네트워크 슬라이싱의 제어를 최적화할 수 있어 보다 정교하고 세밀한 차세대통신 서비스를 제공할 수 있다. 이는 다양한 응용 분야와 연계된 새로운 기술 개발을 촉진할 것으로 기대되며, 6G의 자율형 네트워크 관리 기술 개발과 서비스에서도 중요한 역할을 할 것으로 전망된다. KISTI는 이러한 미래를 준비하며 지속적으로 연구개발을 진행하고 있다.

김동균 박사는 SDN 기반의 네트워크 슬라이싱 기술을 통해 차세대통신 기술의 혁신을 이끌고 있다. 이 기술은 5G/6G 시대의 핵심 기술로, 다양한 산업과 응용 분야에서 큰 파급효과를 가져올 것으로 기대된다. KISTI는 이러한 기술을 통해 미래의 통신 환경을 선도하고, 지속적인 연구개발을 통해 더욱 발전된 기술을 제공할 것이다.



국제 기술 시연/협력 참여 연구진

고속변조 레이저
다이오드 기술의
혁신

ETRI
권오기 박사



파장가변 레이저 다이오드 개발의 배경

ETRI(한국전자통신연구원)의 권오기 박사와 그의 연구팀은 2016년까지 고속변조 레이저 다이오드(LD)를 개발해왔다. 당시 4G 이동통신 광전송망은 하나의 광섬유에 여러 동작 파장이 할당되는 파장분할 다중방식(WDM)을 도입하고 있었다. 그러나 파장 고정 LD의 사용은 채널 간격과 수의 제한을 초래하여 전송 용량을 크게 증가시키기 어려웠다. 이를 해결하기 위해 연구팀은 LD의 동작 파장을 능동적으로 가변시킬 수 있는 파장가변 LD 기술을 개발했다. 이 기술은 동일한 종류의 LD로 시스템을 구축할 수 있어 운용비용(Opex)을 크게 줄일 수 있으며, 채널 수 확장이 용이해 대용량화와 유연성이 높은 시스템 구현이 가능해졌다.

DBR-LD의 주요 기능과 특징

권오기 박사가 개발한 DBR-LD는 광이득을 제공하는 이득부(Gain), 광의 위상을 조절하는 위상조절부(PCS), 반사기의 파장을 권오기 박사의 연구팀이 개발한 DBR-LD(Distributed Bragg Reflector Laser Diode)는 단일 집적된 형태로서 여러 기능을 구현한 파장가변 광원이다. 이 기술은 광이득을 제공하는 이득부, 광의 위상을 조절하는 위상조절부, 반사기의 파장을 가변시키는 분포브라그 반사부, 그리고 고속 세기 변조를 가능하게 하는 흡수변조



기로 구성된다. 이러한 구조는 화합물 반도체 기반에서 물질 성장, 칩 제작, 패키징 과정을 거쳐 구현된다.

DBR-LD는 파장 가변 범위, 가변 효율, 변조 속도 등의 면에서 우수한 성능을 보인다. 이 기술은 WDM 시스템의 고도화로 인한 채널 관리의 복잡성을 해결하고, 파장 동적 할당과 같은 기능을 통해 네트워크의 유연성을 높일 수 있다. 또한, 파장가변 광원은 다양한 구성과 함께 집적/공정기술의 발달로 더욱 소형화되고 저전력 소모 형태로 진화할 가능성이 크다.

5G/6G를 위한 파장가변 LD의 미래 전망

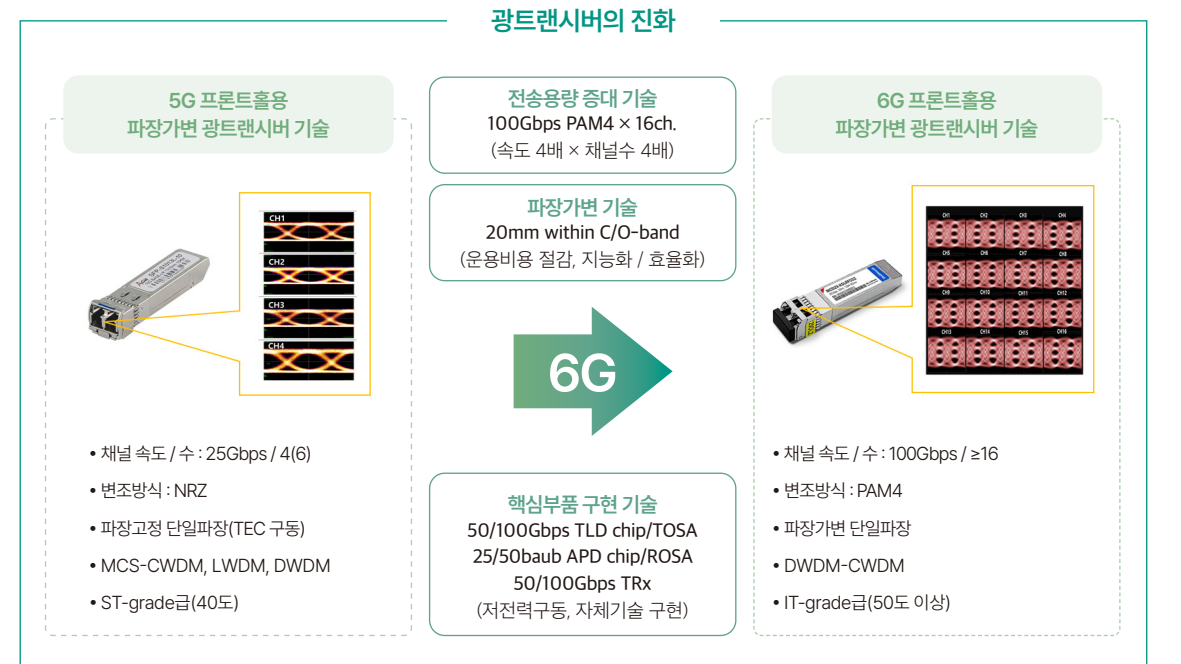
권오기 박사의 연구팀은 2017년부터 파장가변 LD 기술을 국내 업체에 기술이전하고 애로기술을 지원해왔다. 2020년에는 연구소 기업인 (주)이포토닉스를 설립하여 상용 개발을 진행 중으로 이포토닉스는 2021년부터 ETRI 화합물 공정실험실에서 파장가변 LD 칩을 구현하고 성능을 확인했으며, 2023년부터는 국내외 기관과 연계해 상용칩 개발을 추진하고 있다.

파장가변 LD 기술은 5G/5G+ 이동통신 프론트홀에 활용하는 광트랜시버용 파장가변 LD칩을 성공적으로 개발한 바 있다. 이는 차세대 네트워크(6G) 산업기술 개발 사업의 일환으로, 6G용 광원개발로 이어질 예정이다.

파장가변 광원의 다양한 응용 가능성

운용 파장대에서 발진 파장을 가변할 수 있는 파장가변 광원은 WDM 시스템의 고도화로 인한 채널 관리의 복잡성을 해결하고, 파장 동적 할당과 같은 기능을 통해 네트워크의 유연성을 높일 수 있다. 이 기술은 다양한 응용과 함께 특히 국방, 항공 및 우주 통신에서 핵심 부품으로 활용될 가능성이 크다.

권오기 박사는 "파장가변 LD 기술은 차세대 네트워크의 핵심 요소로서, 6G 시대의 네이티브 AI와 융합되면 유무선 통합 네트워크 슬라이스의 제어를 최적화할 수 있다"고 설명했다. 이로써 보다 정교하고 세밀한 차세대통신 서비스의 제공이 가능해질 것이며, 다양한 응용 분야와 연계된 새로운 기술 개발이 추진될 것으로 전망된다. ETRI의 권오기 박사와 그의 연구팀이 개발한 파장가변 레이저 다이오드 기술은 차세대 네트워크의 혁신을 주도하고 있다. 이 기술은 운용비용 절감, 대용량화, 유연성 증대 등 다양한 이점을 제공하며, 6G 시대의 다양한 응용 분야에서 핵심적인 역할을 할 것으로 기대된다. 지속적인 연구개발과 기술 고도화를 통해 차세대통신 서비스의 미래를 밝게 비추고 있다.



광트랜시버의 진화

차세대 광통신 패키지 기술



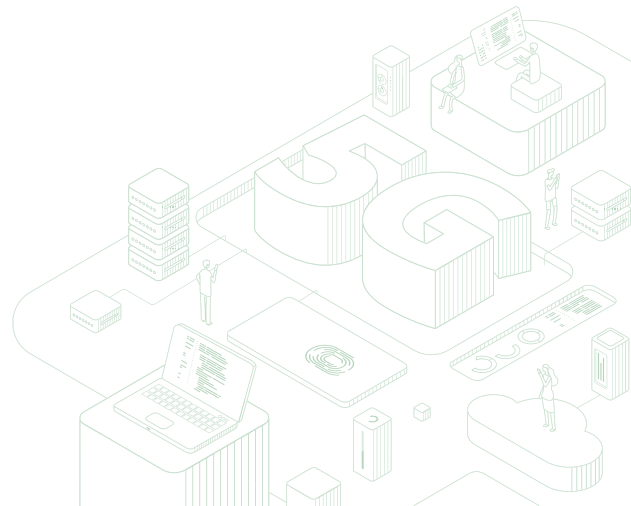
ETRI
이정찬 박사

고속, 고밀도 광통신 패키지 기술의 필요성

현재의 광인터페이스에서의 대역폭 확장은 전기 비트 전송률을 높이고 이더넷 스위치 패키지당 물리적 데이터 레인 수를 늘림으로써 이루어지고 있다. 그러나 기존 2D 평면으로 구성된 Gold BOX 형태의 패키지 기술로는 고집적, 고밀도 대역폭의 한계가 있다. 이에 따라 AI 및 머신러닝(ML) 시대의 대용량 광인터페이스를 위한 chip-to-chip, board-to-board 인터커넥트용 고속, 저전력, 고집적 패키지 기술이 필요하게 되었다.

디지털 전환과 광통신의 중요성

최근 바이오 헬스, 인공지능(AI), 가상현실(VR), 자율 로봇 등의 기술 도입과 함께 비대면 업무와 산업이 급증하며 디지털 전환이 가속화되고 있다. 이에 따라 초고속 인터넷 통신 인프라 구축은 국가적 임무로 더욱 강조되고 있다. 이러한 변화 속에서 데이터 센터의 IP 트래픽은 기하급수적으로 증가하고 있으며, 2~3년마다 이더넷 스위치와 연결 대역폭을 두 배로 늘려야 하는 상황에 이르렀다.



이정찬 박사의 연구팀은 실리콘 포토닉스 기술과 이를 기반으로 한 소형 광학 엔진 및 광 트랜시버를 통해 이러한 문제를 해결하고자 했다. 실리콘 포토닉스 기술은 저손실 전기 채널을 통해 스위치 ASIC과 광학 소자를 함께 패키징하여 전력 효율성을 높이는 중요한 해결 방법으로 보고 있다.

실리콘 포토닉스 기반 광트랜시버 기술

ETRI 광네트워크연구실은 CMOS 반도체 공정으로 구현된 실리콘 포토닉스 소자를 활용한 광트랜시버 및 칩온보드(Chip-On-Board) 패키지 기술을 개발했다. 이 기술은 광트랜시버 및 칩온보드 내부 광-전, 전-광 변환 기능의 광학 엔진 고밀도 집적화를 위한 2.5D 및 3D 적층 광소자 패키지가 특징이다.

이 연구는 ⑥오이솔루션 사와 공동으로 진행되어 '실리콘 포토닉스 기반 100Gb/s 광트랜시버'를 구현했으며, 이를 통해 광송수신 기능의 고밀도화, 패키징 공정 단순화, 저가화 가능성을 연구 시제품 수준에서 확인했다.

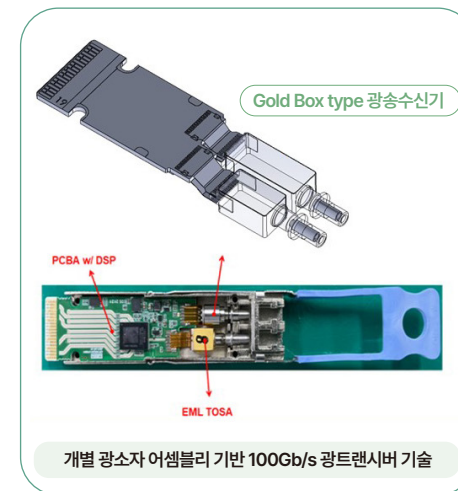
차세대 2.5D/3D 집적 패키지 기반 Optical Chiplet 기술의 미래 전망

현재 이 기술의 상용화를 위해서는 대량 양산 수율 조건을 맞추기 위한 공정 안정화가 필요하다. 국제 표준 단체인 Ethernet Alliance, IEEE, OIF는 광인터페이스를 단위 채널당 100Gb/s에서 200Gb/s로 발전시키기 위한 국제 표준을 진행 중이다. 이에 따라

광인터페이스는 더욱 고도화된 고집적, 고밀도 대역폭 패키지 기술을 필요로 하게 될 것으로 예상된다.

이정찬 박사는 광인터페이스의 기술적 한계를 극복하기 위해서는 반도체 산업의 공정 기술을 활용한 '차세대 2.5D/3D 집적 패키지 기반 Optical Chiplet 기술'이 향후 핵심 기술로 부각될 것으로 전망하고 있다. 이와 동시에 '차세대 3D 패키지-집적화 High-End급 신기술' 사업화 전략 및 비즈니스 모델 발굴 기획이 병행되어야 한다고 강조한다.

이 연구는 다양한 기대 효과를 가지고 있다. ETRI의 아이디어와 산업계 기술을 결합해 한국법인의 글로벌 산업체 성장을 위한 생태계를 창출하고, 전·후방 산업 협력을 통해 글로벌 산업체와의 전략적 포트폴리오 제휴로 수요 기술과 수요처를 연계한다. 또한, 10년 이상의 지속 연구를 통해 보유한 기술을 활용하여 전달망, 데이터센터, 슈퍼 컴퓨터, Memory-CPU/GPU 인터페이스 등 광범위한 응용 분야로 확대할 수 있다. 이정찬 박사의 연구는 차세대 광통신 기술의 혁신을 이끌며, 디지털 전환 시대의 핵심 인프라를 제공하고 있다. 이러한 기술 발전은 우리 사회 전반에 걸쳐 큰 영향을 미칠 것이며, 지속적인 연구와 개발을 통해 더욱 높은 성과를 기대할 수 있다.



광송수신부 고밀도화
패키징 공정 단순화
광트랜시버 저가화

