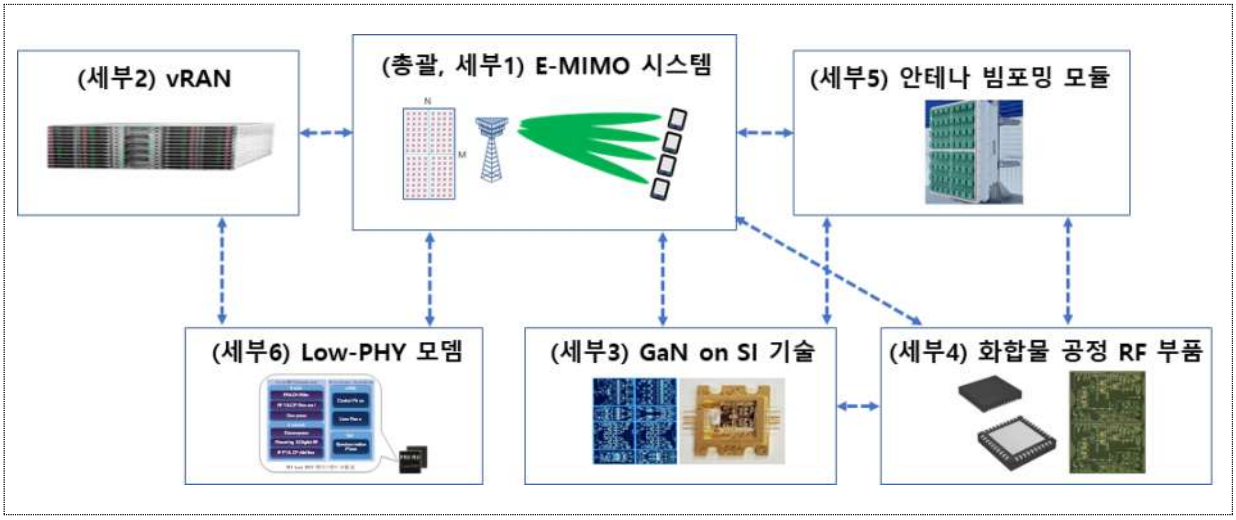
관리번호	2024-038	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신 · 전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신시스템)-세분류(셀룰러이동통신시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G Upper-mid Band E-MIMO 시스템 및 기지국 핵심부품 기술개발	
세부과제명	**(세부1) Upper-mid Band Extreme massive MIMO(E-MIMO) 시스템 기술 개발** (세부2) Upper-mid Band를 지원하는 Cloud virtualized RAN(vRAN) 시스템 기술 개발 (세부3) Upper-mid Band E-MIMO 기지국용 GaN on Si 기반 핵심 기술 개발 (세부4) Upper-mid Band E-MIMO 기지국 배열안테나용 화합물 공정 기반 RF 부품 기술 개발 (세부5) Upper-mid Band E-MIMO 기지국 안테나 빔포밍 모듈 개발 (세부6) Upper-mid Band E-MIMO 기지국을 지원하는 RU Low-PHY 베이스밴드 모뎀 칩 개발 (25년~ 추진예정)	

1. 개요

ㅇ **(총괄)** Upper-mid Band를 지원하는 기지국 Extreme massive MIMO, Cloud virtualized RAN 시스템 및 관련 부품/모듈 기술 개발

- (세부1) Upper-mid Band E-MIMO 시스템 기술 개발 및 통신/센싱 융합기술
- (세부2) 5G vRAN 대비 개선된 시스템 성능/용량을 동시에 지원하는 가상화 기지국
- (세부3) E-MIMO 지원가능한 기지국용 GaN on Si 기반 핵심 기술
- (세부4) 화합물 공정 이용한 E-MIMO용 RF 부품 및 듀얼채널 모듈
- (세부5) E-MIMO 지원하는 기지국 안테나 빔포밍 모듈 기술
- (세부6) Upper-mid Band를 지원하는 RU Low-PHY 베이스밴드 모뎀 칩

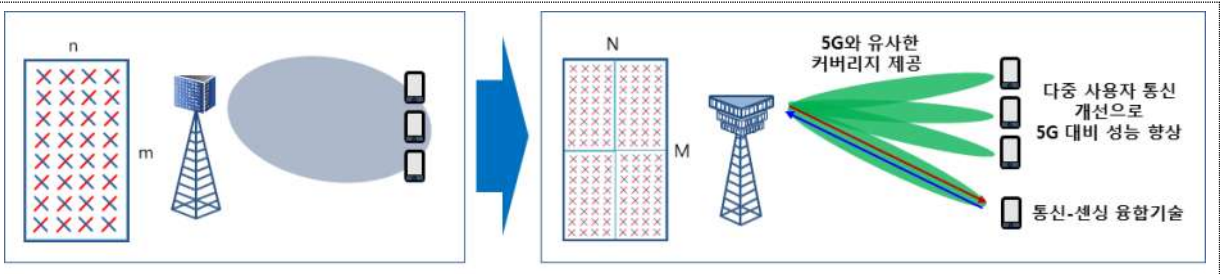
< 총괄-세부 과제 간 연계도 >



○ (세부1) Upper-mid Band에서 초고집적 안테나와 초-대규모의 다중입력 다중출력(E-MIMO) 통신을 지원하여 5G 수준의 통신 커버리지를 제공하면서 동시에 5G 대비 10배 이상 증가한 획기적인 시스템 성능(Throughput)을 실현하는 기술 연구

- 초-대규모의 다중입력 다중출력 핵심기술 연구개발
- 초고집적 고효율 안테나 및 RF 기술 개발
- E-MIMO 지원용 시스템 (기지국/단말 모뎀 및 프로토콜 스택) 기술 개발
- 저전력 고성능 E-MIMO 신호 처리 기술 개발
- 통신/센싱 융합기술 기술 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ **(기존 기술 현황)**

- Massive MIMO 기술은 5G 시스템에 도입, 상용화되어 2021년에는 관련 매출이 $10B에 육박, 현재 대부분의 글로벌 통신 인프라 장비 업체들은 32T32R 및 64T64R 구성의 Massive MIMO 제품 상용화 완료
- 화웨이는 E-MIMO 기지국 상용화를 선도, 384 안테나 요소를 갖는 64T64R AAU(Active Antenna Unit) 5G 기지국 장비를 상용화('23) 하였으며, 에릭슨, 노키아, 삼성도 192 안테나 요소를 갖는 64TR64R 5G 기지국 장비 개발('22)

○ **(필요성)**

- Upper-mid Band(7~24 GHz)는 미국 FCC 등 주요 규제 단체와 퀄컴, 에릭슨, 노키아 등 주요 이동통신 기업에서 6G 유력 주파수 대역으로 검토 중
- 3.5GHz대역 대비 주파수가 높아지면서 줄어드는 Upper-mid Band 커버리지와 용량을 개선하기 위해 기존 5G 보다 더 많은 안테나 엘리먼트(1000개 이상) 및 256개 이상의 TRX(transceiver)를 갖는 E-MIMO 기술의 도입이 필수적
- 해외 주요 국가 및 기업들은 폭넓은 관련 연구개발 진행 중으로 선제적인 기술 개발을 통한 기술 경쟁력 확보 필요

3. 수요분석

○ **(주요 수요처)**

- 6G 이동통신 기지국 제조사
- 6G 이동통신 사업자, 6G기반 특화망 사업자

ㅇ **(협력방안)**

– **(수요처 협력)**

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G Upper-mid Band E-MIMO 시스템 및 통신/센싱 융합기술 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

– **(과제 간 협력)**

· 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 사업 내 관련 총괄과제들간 상호 연계·협력 추진

· 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

– **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** Upper-mid Band E-MIMO 시스템 기술 개발 및 통신/센싱 융합기술 연구

– 5G C-Band(3.5GHz) 대비 증가한 경로 손실을 극복하기 위한 초고집적 고효율 안테나 및 RF 기술 개발

– 5G 대비 증가한 신호처리 복잡도를 해결하기 위한 지능화 모뎀 구조 및 신호처리 기술 개발

– 복잡도 증가로 인한 발열과 전력 소모를 개선하는 신호처리 기술 개발

– 3GPP 표준 진행과 연계된 Upper-mid Band E-MIMO 시스템 개발

– 통신 시스템을 이용한 센싱기술 및 센싱 결과를 활용하여 통신 시스템의 성능을 증대시키는 통신/센싱 융합기술 연구

ㅇ **단계별 목표**

구분	단계별 연구목표
1단계	■ Upper-mid Band E-MIMO 핵심기술 개발 ■ 6G Upper-mid Band E-MIMO 관련 국제 표준화 ■ Pre-6G 기술시연(3종)
2단계	■ 3GPP 표준과 연계된 Upper-mid Band E-MIMO 시스템 개발 ■ 6G Upper-mid Band E-MIMO 관련 국제 표준화 ■ 통합기술시연(3종) ■ 표준특허출원(20건), 표준특허등록(7건) ■ 최종결과물(3종) -Upper-mid Band E-MIMO RU 시스템 -Upper-mid Band E-MIMO DU 시스템 -Upper-mid Band 통합시험용 단말

ㅇ **정량적 연구개발목표**

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
1	기지국 최대전송용량주1) (HW 설계 및 구현)	Gbps	> 50	> 100	< 10 Gbps (5G NR)	(한국, 중국, 스웨덴, 핀란드/S社, 화웨이, 에릭슨, 노키아)
2	기지국 최대전송용량주2) (시연)	Gbps	25	50	6 Gbps (5G NR)	(한국, 중국, 스웨덴, 핀란드/S社, 화웨이, 에릭슨, 노키아)
3	셀 평균 throughput주3)	Gbps	8	16	0.8 Gbps (5G NR)	(한국, 중국, 스웨덴, 핀란드/S社, 화웨이, 에릭슨, 노키아)
4	사용자체감속도주4)	Mbps	500	1000	< 100 (5G NR)	(한국, 중국, 스웨덴, 핀란드/S社, 화웨이, 에릭슨, 노키아)
5	수요기업 적합성 평가주5)	-	-	3건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 실제 구현된 기지국 HW로 최대 전송량 제시

주2) Upper-mid Band E-MIMO DU/RU/시험단말로 PoC환경 구축하고, 10개 이상 단말* 동시 수신 상황에서 각 단말의 수신용량 및 간섭정도를 측정하여 기지국 최대용량 산출
* 단말은 물리적으로 단말과 에뮬레이터의 조합으로 구성될 수 있음

주3) Upper-mid Band E-MIMO DU/RU/시험단말로 PoC환경 구축하고, 10개 이상 단말 동시 전송 상황에서 각 단말의 수신 용량 기반 셀 평균 throughput 산출

주4) 시스템 레벨 시뮬레이션으로 측정

주5) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ Upper-mid Band E-MIMO 핵심기술 개발
- E-MIMO 프리코딩, 빔포밍, 오버헤드 감소, 스케줄러 기술개발 (≧1,000 안테나, ≧256 포트, ≧ 64 레이어, ≧ 400MHz 대역폭)
- 100 Gbps 이상 통신 속도를 지원하는 저복잡도 채널 코드 및 인코더/디코더

ㅇ 초고집적 안테나 및 RF 기술 개발
- 256개 이상의 RF Port가 존재하는 환경에서 동작하는 CFR(Crest Factor Reduction, 파고율감소) 기술 개발
- 256개 이상의 RF Port가 존재하는 환경에서 동작하는 DPD(Digital Pre-Distortion) 기술 개발

ㅇ 저전력 고성능 신호 처리 기술 개발

- 64개 이상의 MIMO Layer를 고려한 신호 처리 복잡도 개선 기술 개발 및 신호 처리 기술 개발
- 100 Gbps 이상 송신을 지원할 수 있는 지능형 기지국 모뎀 및 알고리즘 기술
- 100 Gbps 이상 송신을 지원할 수 있는 지능형 기지국 프로토콜 스택 기술

o E-MIMO 시스템 (기지국 단말/모뎀 및 프로토콜 스택) 기술 개발

o 통신/센싱 융합기술 연구
- 통신/센싱 융합 송수신 및 간섭제어 기술 연구
- 센싱 정보를 활용하여 통신 시스템의 성능을 증대시키는 기술 연구
- 센싱 정보 활용한 기지국/단말 동작 효율화 기술 연구

o E-MIMO 및 통신/센싱 융합 표준기술 발굴 및 표준화 과제와 협력

o Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연

구분	주요내용
Pre-6G 기술시연	‣Upper-mid Band E-MIMO RU 시스템 - Upper-mid Band 주파수, 400MHz 이상 대역폭 활용 - Antenna Element(AE) 512개 이상, 128TRX 이상 ‣Upper-mid Band E-MIMO DU 시스템 - 기지국 최대용량 25Gbps, 셀평균 throughtput 8 Gbps 사용자 체감 500Mbps ‣Upper-mid Band 시험단말 및 기술시연
6G 통합기술시연	‣Upper-mid Band E-MIMO RU 시스템 - Upper-mid Band 주파수, 400MHz 이상 대역폭 활용 - Antenna Element(AE) 1,024개 이상, 256TRX 이상 ‣Upper-mid Band E-MIMO DU 시스템 - 기지국 최대용량 50Gbps, 셀평균 throughtput 16 Gbps 사용자 체감 1 Gbps - 3GPP 표준진행과 연계 ‣Upper-mid Band 통합시험용 단말

※ 시연 세부조건은 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적으로 자유롭게 제시

o (총괄) 6G Upper-mid Band E-MIMO 시스템 및 기지국 핵심부품 기술개발 관련 Pre-6G 시연 및 6G 통합시연 등을 위한 세부 과제간의 통합 협력 체계 구성 및 총괄

6. 기대 효과

o 6G Upper-mid Band 이동통신 기술개발 및 시연을 통해 6G 상용화 기반을 마련하고 미래 이동통신 기술 글로벌 리더십 확대

o 차세대 통신 시스템의 주요 후보 기술인 통신, 센싱 융합기술을 선제적으로 확보하여 6G 기술 선도 기반 마련에 기여

ㅇ 초실감형 미디어 서비스나 통신, 센싱 결합을 통한 차세대 메타버스, 디지털트윈 서비스를 실현하여 양극화/디지털 격차 해소와 지속 가능한 성장을 뒷받침하는 국가 핵심 인프라로 활용될 것으로 예상

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 20억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 343억원 이내 (1단계 205억원 → 2단계 138억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	2,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	10,900 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	7,600 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	6,900 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	6,900 백만원 이내
합계		-	57개월	34,300 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

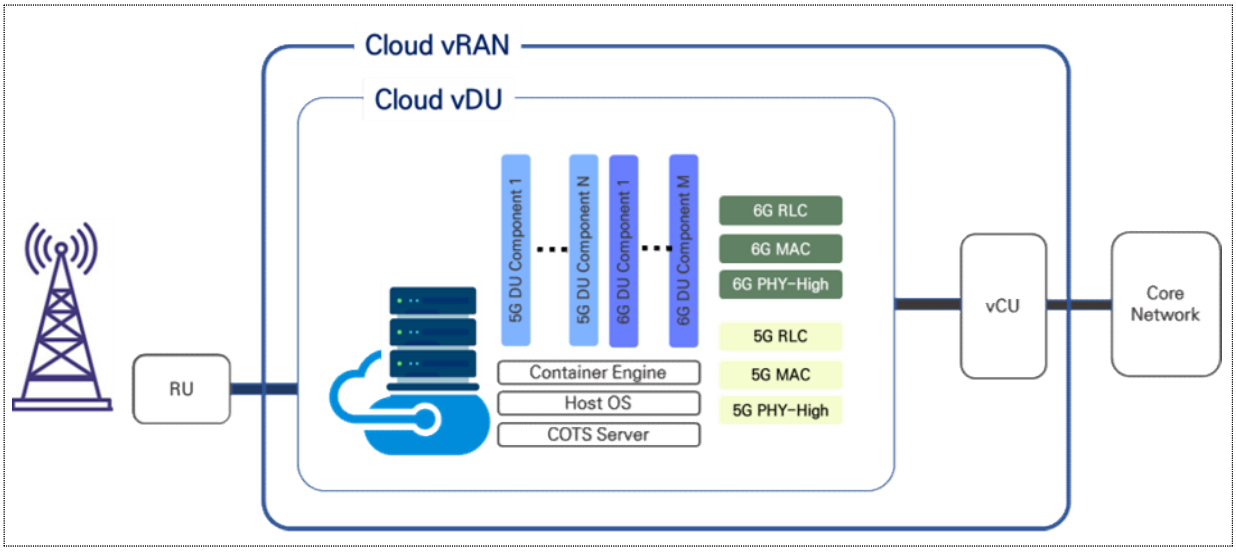
관리번호	2024-039	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신 · 전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신시스템)-세분류(셀룰러 이동통신시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G Upper-mid Band E-MIMO 시스템 및 기지국 핵심부품 기술개발	
세부과제명	(세부2) Upper-mid Band를 지원하는 Cloud virtualized RAN(vRAN) 시스템 기술 개발	

1. 개요

○ 클라우드 환경에서 유연한 자원 관리와 5G vRAN 대비 대폭 개선된 시스템 성능/용량을 동시에 지원하는 Upper-mid Band 가상화 기지국 (vRAN) 기술 개발

- 유연한 자원 관리를 지원하는 3GPP 표준기반 Cloud-Native vRAN 시스템 기술 개발
- 5G vRAN 대비 대폭 개선된 시스템 성능/용량을 제공하는 vRAN 기술 개발
- 5G 주파수와 6G 후보 주파수 대역인 Upper-mid Band를 지원하는 vRAN 기술 개발
- AI-native Upper-mid Band E-MIMO 무선통신기술 모델 학습 및 성능평가 연구

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 기존 기술 현황 및 필요성

○ (기존 기술 현황)

- 5G부터 클라우드 기술을 RAN에 적용함으로써 리소스 공유, 확장성 및 자동화와 같은 운영 용이성 등의 장점을 지닌 Cloud vRAN에 대한 관심이 증대
- 에릭슨, 노키아 등 기지국 장비 제조사는 자사 솔루션의 차별화를 위해 클라우드 네이티브 vRAN 및 AI 기반 기지국 지능화 기술을 확대 개발 중
- 클라우드 서비스 업체(AWS 등) 와 통신 칩 제조사(퀄컴 등)는 클라우드 및 통신 신호처리 기술 등의 강점을 활용하여 적극적으로 Cloud vRAN 시장 진출

ㅇ (필요성)

- 최근 주요 기지국 장비 제조사뿐 아니라 클라우드 서비스 업체, 통신 모뎀 칩 제조사까지 클라우드 기반 vRAN 시장에 진출하고 있으나 국내는 클라우드, SW 기술 수준의 열세로 기술 역량 확보 필요
- 6G Upper-mid Band 시스템의 성능 최적화를 위해서는 AI-native 무선통신기술로의 패러다임 전환이 필요하며, 세계 각 국은 이미 선제적인 연구개발 진행 중으로 국내 AI-native 무선통신기술의 경쟁력 확보가 절실

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

- 6G 이동통신 기지국 제조업체
- 6G 이동통신 사업자, 6G기반 특화망 사업자

ㅇ (협력방안)

- (수요처 협력)
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 클라우드 기반 vRAN 시스템과 AI-native E-MIMO 기술 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- (과제 간 협력)
  - 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축
- (6G사업단(IITP)) 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ (최종목표) Upper-mid Band를 지원하는 Cloud 기반 6G vRAN 기술 개발

- 3GPP 표준 진행과 연계된 Cloud 기반 6G vRAN 시스템 개발
- 5G 주파수와 6G 후보 주파수 대역인 Upper-mid Band를 지원하는 vRAN 기술 개발
- 다양한 하드웨어 가속기를 지원하는 Cloud 기반 6G vRAN 시스템 기술 개발
- Upper-mid Band 6G 성능 최적화를 위한 AI-Native E-MIMO 기술 연구

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ Cloud 환경에서 유연한 자원관리와 5G vRAN 대비 대폭 개선된 시스템 성능/용량을 동시에 지원하는 vRAN기술 개발 ■ 6G vRAN 관련 국제 표준화
2단계	■ 3GPP 표준과 연계된 Cloud-Native 6G vRAN 기술 개발 ■ 6G vRAN 관련 국제 표준화 ■ 통합기술시연(1종) -Upper-mid Band Cloud vRAN 시스템(3GPP표준진행과 연계) ■ 표준특허출원(9건), 표준특허등록(3건) ■ 최종결과물(1종) -Upper-mid Band Cloud vRAN 시스템

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
1	최대 처리 용량	Gbps	9[주1)주2)]	50[주1)주3)]	< 10 Gbps (5G NR)	5G NR (한국, 미국, 유럽 등)
2	최대 접속 사용자 수	수	128[주4)]	1024[주4)]	-	5G NR (한국, 미국, 유럽 등)
3	최대 수용 셀 개 수	수	-	10	3 (삼성)	5G vRAN (한국, 미국, 유럽 등)
4.	DU 가상화	유/무	유[주5)]	-	유 (삼성)	5G vRAN (한국, 미국, 유럽 등)
5	vDU 에너지 절감[주6)]		-	30%[주7)]		5G NR (한국, 미국, 유럽 / 삼성, Intel, Ericsson 등)
6	수요기업 적합성 평가[주8)]	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 실내환경에서 PoC 환경을 구축하고, 다수 단말 접속 시나리오에서 vRAN 최대 데이터 처리 용량 측정
* Upper-mid Band 주파수 대역의 3GPP 표준화 진행 상황 및 가용한 대역폭, 전송 레이어 수 등을 반영하여 최대 데이터 처리 용량 변경 가능
* 성능 목표치 근거
- 1단계 : 400MHz, 4Layers, 256QAM, 948/1024 Coderate, DL 전용 슬롯 포맷 기준 = 9Gbps
- 2단계 : 500MHz, 16Layers, 1024QAM, 948/1024 Coderate, DL 전용 슬롯 포맷 기준 = 58Gbps
6G vRAN 시스템에서 5G 기지국 대비 5배 이상의 최대 데이터 처리 용량 달성

주2) 3GPP 표준화 진행 상황에 따라 5G 진화 기술로 검증 가능

주3) RU, 단말 기능은 에뮬레이터로 검증

주4) O-RAN Alliance (O-RAN WG7.DSC.0-v04.00)의 Deployment Scenarios and Base Station Class 문서에 따르면 Outdoor Macro/Micro의 UE 수는 200 ~ 300으로 2단계에서는 현재 O-RAN 수준의 5배로 설정

주5) 3GPP 표준 기반 High-Phy, Layer2 이상의 Network Function Virtualization 기능 지원 여부

주6) 낮은 트래픽 상황이나 할당되지 않은 CPU의 활성화 정도를 제어하거나 리소스 풀링 등을 통해 vRAN의 컴퓨팅 리소스를 동적으로 제어하여 전력 소모를 줄이는 기술

주7) 기존 DU의 전력 소모 대비 에너지 절감 기능을 탑재한 vDU의 전력 소모 비율 (Ericsson의 경우, low traffic 상황에서 vDU의 전력 소모를 20% 줄임)

주8) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 유연한 자원 관리를 지원하는 3GPP 표준기반 Cloud-Native vRAN 시스템 기술 개발
  - 가용 자원(CPU, 가속기, memory/DISK 등)을 기반으로 신호 처리/스케줄링 알고리즘 동적 결정 기능
  - 주어진 통신 환경에 따라 최적의 성능(Latency & Throughput)을 제공하는 신호 처리 알고리즘 동적 결정 기술
  - Deployment 환경의 동적 변화에 대처하기 위한 탄력적인 RAN 리소스 제어 기술
  - HW와 디커플링된 유연하고 가변적인 SW 기반 3GPP 기반 통신 프로토콜 기술 개발
  - 3GPP, O-RAN Alliance 등 표준 진행과 연계된 vRAN 시스템 개발

- 5G vRAN 대비 대폭 개선된 시스템 성능/용량을 제공하는 vRAN 기술 개발
  - HW 가속기 기반 Cloud-native 무선 패킷 데이터 초고속 프로세싱 처리 기술
  - Cloud vRAN용 Fault Tolerance 지원 기술
  - 프로세서의 종류에 무관하게 정상 동작하는 HW Independent vRAN 기술 개발

- 5G 주파수와 6G 후보 주파수 대역인 Upper-mid Band를 지원하는 vRAN 기술 개발

- AI-native Upper-mid Band E-MIMO 무선통신기술 모델 학습 및 성능평가 연구
  - E-MIMO 채널 및 서비스 데이터 획득/증강 연구 및 SW 플랫폼 개발
  - AI-Native 스케줄링 및 다중접속 모델 및 학습기법 연구
  - AI-Native 무선통신기술 성능분석 시스템레벨 시뮬레이터 개발

- 6G Upper-mid Band Cloud vRAN 기술개발에 대한 통합기술 시연

6. 기대 효과

- Upper-mid Band 6G vRAN 핵심기술 및 시스템 기술의 선도적 연구개발 및 표준기술 선점으로 국내 산업체의 기술경쟁력 확보에 기여

- AI-Native E-MIMO 기술 확보로 국내 6G vRAN 장비 제조업체의 글로벌 기술경쟁력 확보에 기여

- Upper-mid Band vRAN 기술 확보를 통한 향후 6G 이동통신 기지국 장비 시장의 글로벌 점유율 확대 기대

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 9억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 196억원 이내 (1단계 117억원 → 2단계 79억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	900 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	6,700 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	4,100 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	3,950 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	3,950 백만원 이내
합계		-	57개월	19,600 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

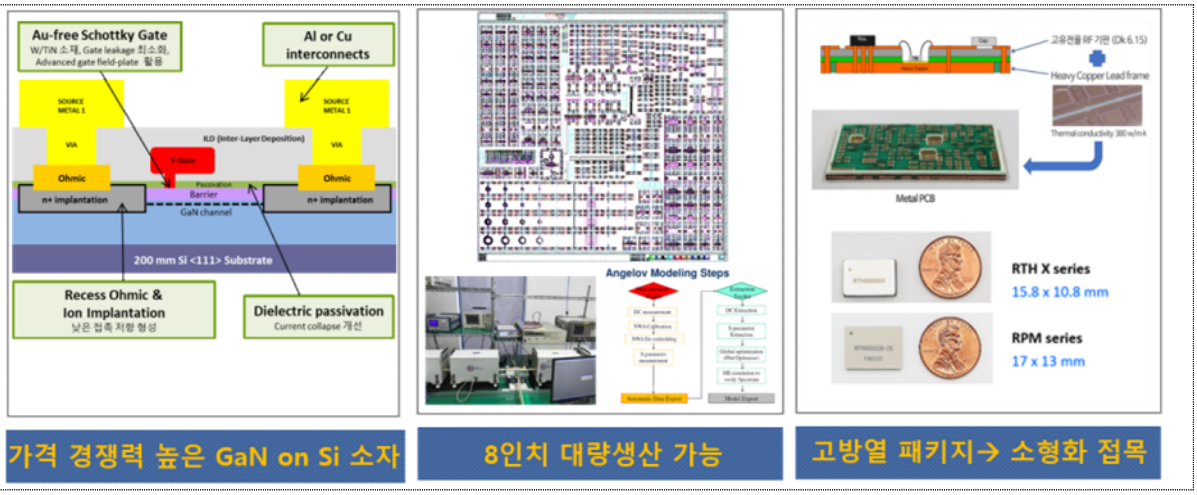
관리번호	2024-040	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신 · 전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G Upper-mid Band E-MIMO 시스템 및 기지국 핵심부품 기술개발	
세부과제명	(세부3) Upper-mid Band 기지국용 GaN on Si 기반 핵심 기술 개발	

1. 개요

○ E-MIMO(Extreme Multi Input Multi Output) 지원이 가능한 기지국용 전력증폭기를 위해 대량생산 능력을 갖춘 실리콘 기반 GaN(Gallium Nitride) 반도체 공정, 소자, 모델링, 패키지 및 도허티(Doherty*) 전력증폭기를 통합 개발

* 기지국 전력증폭기의 전력효율, 광대역 및 선형성 확보 등을 위해 사용하는 방식

< 세부과제 기술 개요 및 특성 >



2. 현황 및 필요성

○ **(기존 기술현황)**

- 5G 전력 증폭기용 RF(Radio Frequency) 소자인 GaN on SiC(Silicon Carbide) HEMT(High Electron Mobility Transistor)는 해외에서 전량 수입에 의존
- GaN on SIC HEMT를 적용한 기존 전력증폭기는 주로 4인치 웨이퍼 공정을 사용하여, 부품 단가가 높고 대량생산이 어렵다는 특징을 보유
- 기존 SiC 기반의 GaN 공정은 높은 출력과 소량 맞춤형 생산에 최적화되어 있는 반면, 낮은 출력과 대량 생산능력을 갖춘 소자를 필요로 하는 6G E-MIMO용 전력증폭기에는 효용성이 부족
- 해외 선진기관(인피니온, STMicroelectronics-MACOM, Global Foundries 등)은 GaN 소자의 가격 경쟁력과 대량생산 능력 확보를 위해 8인치 이상의 실리콘 웨이퍼 소재에 GaN 소자 기술과 공정 기술을 적용하여 '22년부터 생산 중

- 5G에서는 전력증폭기의 소형화가 크게 이슈되지 않았으나, 6G의 E-MIMO는 전력증폭기의 소형화가 필수로 요구되어, 현재 일본의 Kyocera, NTK/NGK 등 고 방열 패키지 기술개발을 통한 전력증폭기 소형화를 '22년부터 연구 중

○ **(필요성)**

- 6G 기지국의 E-MIMO 기술은 1,000개 이상의 RF 증폭기 배열을 이용하여 통신 전송 효율을 극대화해야 하며, 이를 위한 가격 경쟁력을 갖춘 대량 생산 기술이 E-MIMO용 RF 전력증폭기 기술 개발의 핵심
- 동시에 E-MIMO가 필요로 하는 전력 범위에서 GaN on SiC HEMT보다 좋은 특성을 제공해야 기술 경쟁력을 확보할 것으로 예상
- 높은 기술적 장벽을 돌파하기 위해 8인치 이상의 GaN on Silicon 제조 기술과 소재 기술을 보유하고 있는 해외 기관과의 협력을 통한 기술 획득 필요

3. 수요분석

○ **(주요 수요처)**

- 기지국용 RF 부품 및 모듈 제조기업
- 이동통신 기지국 제조기업 및 자체 기지국 솔루션 확보하고자 하는 기업 등

○ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G Upper-mid Band 기지국용 GaN on Si 기반 핵심기술 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

- **(과제 간 협력)**

· 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

○ **최종목표 :** Upper-mid Band E-MIMO 기지국용 GaN on Si 기반 핵심 기술 개발

- 8인치 GaN on Silicon 기반 HEMT 소자/공정 기술 개발
- GaN MMIC를 위한 수동소자/공정 기술 개발
- RF GaN 잡음/출력/Trapping 물리적 모델링 기술 개발
- GaN on Silicon Scalable PDK 개발

- GaN MMIC Doherty Power Amplifier 설계 기술 및 공정 기술 개발
- 저손실 세라믹 소재 및 공정 기술개발
- 광대역 고방열 HTCC(High Temp. Cofired Ceramic) 세라믹 패키지 개발
- 다층구조 금속 히트싱크 개발

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ GaN HEMT 및 수동 소자 기술 개발 ■ GaN on Silicon 단위공정 기술 개발 ■ GaN 잡음/출력/Trapping 특성 모델링 ■ GaN HEMT 및 수동소자 Scalable 모델링 기술 개발 ■ 해외 공정을 이용한 MMIC Doherty Power Amplifier 설계 기술 개발 ■ 저손실 세라믹 소재 및 공정기술개발 ■ Pre-6G 시연(1종) - GaN on Si 기반 HEMT소자 및 고방열 HTCC 패키지 부품
2단계	■ GaN HEMT 및 수동 소자 기술 최적화 ■ GaN on Silicon 일괄공정 기술 개발 ■ GaN HEMT 및 수동소자 Scalable 모델링 기술 개발 ■ 개발 공정을 이용한 MMIC Doherty Power Amplifier 개발 ■ 다층구조 금속 히트싱크 개발 ■ 광대역 고방열 HTCC 세라믹 패키지 개발 ■ 통합기술시연(2종) - PAM - 패키지 부품 ■ 최종결과물(2종) - GaN on Si 기반 HEMT소자 / 양산기술 - 고방열 HTCC 패키지 부품

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
GaN on Si 전력증폭기 성능지표						
1	Power Density[주1)]	W/mm	≥3.5	≥4.5	-	4.5 (미국/Global Foundry)
2	Gain[주2)]	dB	≥10	≥12	-	12 (미국/Global Foundry)
3	PAE[주3)]	%	≥40	≥50	-	50 (미국/Global Foundry)
광대역 고방열 패키징 성능지표						
4	내부 전극 표면저항[주4)]	mΩ/sq	≤10	≤10	-	10 (일본/Kyocera)
5	열전도율[주5)]	W/mK	≥280	≥320	-	320 (일본/ALMT)
6	열팽창계수[주6)]	ppm/K	≤8	≤8	-	8 (일본/ALMT)
공통사항						
7	수요기업 적합성 평가[주7)]	-	-	2건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) Calibration을 완료 후 개발 Transistor를 Loadpull 장비에서 단위 Gate width (mm) 당 출력(W)을 확인

주2) Power calibration을 완료 후 출력 파워를 측정하고 입력파워와 차이를 측정함으로 이득을 측정

주3) Power calibration을 완료 후 출력 포화 파워상태에서 PAE 수식에 맞게 측정

주4) Point probing 방식을 이용하여 digital mΩ Meter & 테스터기를 사용. 2point 간의 저항 측정
측정 조건 : 온도 25℃, 시료 사이즈 : 0.2mm(직경), 0.25mm(두께)

주5) Laser Flash 법으로 측정하며, 관련 규격은 ASTM E1491. 측정 지그에 맞춰 시편 가공

주6) ASTM E831-86. DIN 5234 하중이 0에 가까운 상태에서 측정되는 물질이 프로그램에 의해 조절되는 온도상수에 따른 표면적의 변화를 측정

주7) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ 8인치 GaN on Si 기반 HEMT 공정기술 개발
- 나노미터 Gate Length 공정 기술 개발
- Au-free 공정기술 개발

ㅇ MMIC 설계를 위한 RF GaN on Si 능동/수동소자 모델링 관련 기술개발
- 물리적 모델 기반 GaN HEMT 소자 모델링
- 소자의 Scalability 적용된 능동 PDK 개발
- 소자의 Scalability 적용된 수동 PDK 개발

ㅇ 8인치 GaN on Si 기반 Doherty MMIC PA 설계 기술 개발 및 신뢰성 향상 기술개발
- 12-13GHz 15W(peak)급 Doherty PA 설계 기술 개발
- 신뢰성 향상을 위한 공정기술 개발 (DC Arrhenius 방법으로 Tj=150℃ 기준 Pdiss=4.5W/mm 조건에서 Life Test > 10^6hrs)
- 양산 공정기술 개발(PCM기준, Gm & Vp측정하여 yield 90%이상)

ㅇ 저손실 세라믹 소재 및 공정 기술개발
- 세라믹 그린시트 조성 : 85%이상의 산화알루미늄
- 저손실 전극 공정 개발 : 내부전극 표면저항 10mΩ/SQ(mm) 이하

ㅇ 다층구조 히트싱크 개발
- 고열전도율, 저열팽창계수를 갖는 방열 소재 개발 : 열전도율 : 320W/m·K 이상, 열팽창계수 : 8ppm/K 이하
- 광대역 고방열 고신뢰 HTCC 세라믹 패키지 개발
- 삽입손실 3dB이하 대역폭 53GHz 이상

ㅇ 기술개발에 대한 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연, 핵심부품 확보

6. 기대 효과

- GaN foundry 관련한 소부장 산업의 국내 생태계를 구축하는 계기로 삼아 선진국과 동등한 경쟁력 확보 및 수출을 통한 글로벌 기업 육성에 기여
- 해당 기술의 고도화로 방위산업 분야 및 우주산업 분야의 부품 개발에도 활용 가능하여 국가 전략 기술에 해당하며 기술자립 및 선진화에 기여 및 미중 무역 경쟁의 시대에 GaN on Si 공정 국산화로 인한 안정화된 Supply chain 기대
- 기지국 및 중계기용 PA 제품화 가능하고, 공정기술 및 설계기술의 경우에는 우주통신 및 방산용 radar 등에도 적용 가능하여 파급력 최상

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 9억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 113억원 이내 (1단계 70억원 → 2단계 43억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	900 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	3,500 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,600 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,200 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,100 백만원 이내
합계		-	57개월	11,300 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 중소·중견기업

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

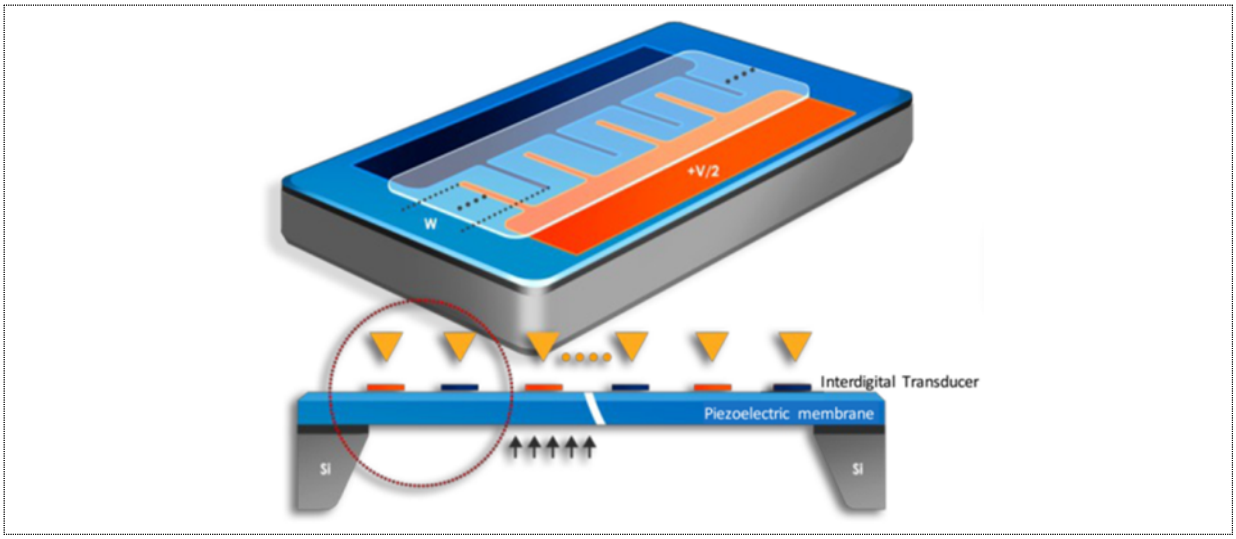
관리번호	2024-045	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신 · 전파)-중분류(차세대통신) -소분류(통신 단말/부품)-세분류(통신모듈/부품)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G Upper-mid Band 통신단말핵심 모듈 및 부품기술 개발	
세부과제명	(세부3) Upper-mid Band 통신단말용 고성능 광대역 Lamb Wave RF 필터 기술 개발	

1. 개요

ㅇ 6G Upper-mid Band 대역에서 동작하는, 높은 컷오프 및 광대역 특성을 가지는 RF 필터 개발

- Acoustic RF 필터 설계/공정 기술 확보
- 기존의 SAW, BAW 필터가 가지는 낮은 동작주파수(5GHz 이하)와 낮은 Coupling Factor를 해결하는 Lamb wave 기반의 RF 필터 개발

< Lamb Wave RF 필터 기술 개념도 (출처 : Resonant社) >



2. 현황 및 필요성

ㅇ (기존 기술현황)

- 휴대단말용 필터 기술인 BAW(Bulk Acoustic Wave) 기술은 FBAR(Film Bulk Acoustic Resonator), SMR(Spectral Multiband Resonator) 등 형태로 개발되어 왔으며, Broadcom社, Qorvo社, Murata社 등의 선진사에서는 BAW 기술을 적용한 단말용 고성능 필터, multiplexer, RF FEM 등 개발 중
- 5G FR2 대역, 6G Upper-mid Band 대역 등 높은 주파수 대응을 위해 lamb wave RF 필터 기술이 이러한 문제를 해결할 수 있는 대안으로 제시

- 미국 Resonant社의 XBAR 기술의 기반이 되는 lamb wave 기술에 대해서는 1998년부터 유럽, 미국, 일본의 대학과 연구기관에서 기초연구가 진행 중
- 2016년 일본 Murata社가 XBAR의 기초가 되는 POI 기술을 발표하였고, 2018년 미국 Resonant社가 Upper-mid Band 대역에 대응하는 XBAR 필터를 발표

ㅇ **(필요성)**

- 6G 휴대 단말기에서의 RF FEM의 복잡도가 증가됨에 따라 100개 이상의 RF 필터가 사용될 전망
- 기존의 SAW, BAW (FBAR, SMR) 필터의 경우 높은 TCF, 낮은 coupling factor, 동작 주파수 및 대역폭 등의 문제로 5 GHz 이상 사용에 한계
- Upper-mid Band 대역에서 동작 가능한 새로운 구조의 acoustic RF 필터의 국내 개발과, 이를 통한 6G 단말용 핵심 부품의 선행 기술 확보가 요구
- 고성능 광대역 lamb wave RF 필터의 동작 주파수 및 대역폭 등의 확보를 위해 공정 프로세스, 재료, 구조 및 설계 등 다양한 측면에서의 기술 개발 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 6G 휴대 단말 제조사, 6G 중계기 및 기지국 제조사
- 6G RF 모듈 제조사

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G Upper-mid Band 통신 단말용 고성능 광대역 Lamb Wave RF 필터 기술 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- **(과제 간 협력)**
  - 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** 6G 휴대 단말기용 Upper-mid band 대역 고성능 광대역 lamb wave RF 필터 기술 개발

- Upper-mid Band용 lamb wave 공진기 및 이를 이용한 광대역 필터 개발
- Lamb wave RF 필터를 적용한 RF 모듈 개발
- Lamb wave RF 필터 공정 국산화 및 최적화 기술 개발

ㅇ **단계별 목표**

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 신규 압전 물질 및 공진기 구조 연구를 통한 lamb wave 공진기 기술 확보 ■ 저손실 및 광대역 확보를 위한 이종 기술 결합 연구 ■ Upper-mid Band용 광대역 lamb wave RF 필터 설계 및 공정 기술 개발
2단계	■ Lamb wave RF 필터용 소재 및 공정 최적화 연구 ■ Lamb wave RF 필터를 적용한 Upper-mid Band용 RF 모듈 기술 개발 ■ Upper-mid Band용 RF 필터/모듈 최적화 및 신뢰성 확보 ■ 최종결과물(1종) - Lamb Wave RF 필터

ㅇ **정량적 연구개발목표**

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준 (Sub6 기준)	세계 최고수준 (보유국/보유기관) (Sub6 기준)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
1	3-dB fractional bandwidth주1)	%	≥ 20	≥ 30	≥ 20	≥ 30 (일본/무라타, 미국/브로드컴)
2	Insertion loss주1)	dB	≤ 2.5	≤ 2.0	≤ 2.5	≤ 2.0 (일본/무라타, 미국/브로드컴)
3	내전력주2)	dBm	≥ 25	≥ 27	≥ 25	≥ 27 (일본/무라타, 미국/브로드컴)
4	수요기업 적합성 평가주3)	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) Vector network analyzer를 통한 2-port S-parameter 측정을 통해 확인

주2) Signal generator의 출력 신호 증가를 통해 최대 내전력 특성 확인

주3) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표

- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ Upper-mid Band용 lamb wave 공진기 개발

- 신규 압전 물질 및 공진기 구조 연구
- Lamb wave 공진기 구조 설계 및 공정 기술 개발

ㅇ Upper-mid Band용 lamb wave 공진기를 이용한 광대역 필터 기술 개발

- 30% 이상의 3-dB BW 확보를 위한 공진기 및 필터 설계 기술
- 저손실 및 광대역 확보를 위한 이종 기술 결합 연구

- Lamb wave RF 필터를 포함한 Upper-mid Band용 RF 모듈 기술 개발
  - 듀플렉서, RF FEM 등 lamb wave RF 필터 기술을 활용한 모듈 개발
  - Upper-mid Band용 광대역 필터/모듈 최적화 기술 개발 및 신뢰성 확보
- Lamb Wave RF 필터기술개발에 대한 핵심부품 확보

6. 기대 효과

- 6G 단말기의 핵심 부품이며 점차 확대 적용이 예상되는 lamb wave RF 필터의 국산화 개발을 통해 Broadcom社, Qualcomm社 등 해외 기업만이 제공하고 있는 단말기 핵심 모듈의 국산화가 가능
- 휴대통신 기기에 사용되는 필터 및 모듈 제품에서 국가 간 무역분쟁 등과 같은 자국 이익 우선주의에 따라 좌우되는 수입, 수출 규제 회피 가능
- 6G 이동통신, 위성통신 등의 핵심 부품 솔루션을 확보하게 되어 산업 전반의 기술 확대 및 성장 효과 기대
- 핵심 부품의 수입에 따른 제품 생산의 불확실성 제거 및 국산 부품 활용을 통한 안정적 수급 확보

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 6억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 80억원 이내 (1단계 48억원 → 2단계 32억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	600 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,400 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,800 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	1,600 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	1,600 백만원 이내
합계		-	57개월	8,000 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 중소·중견기업

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

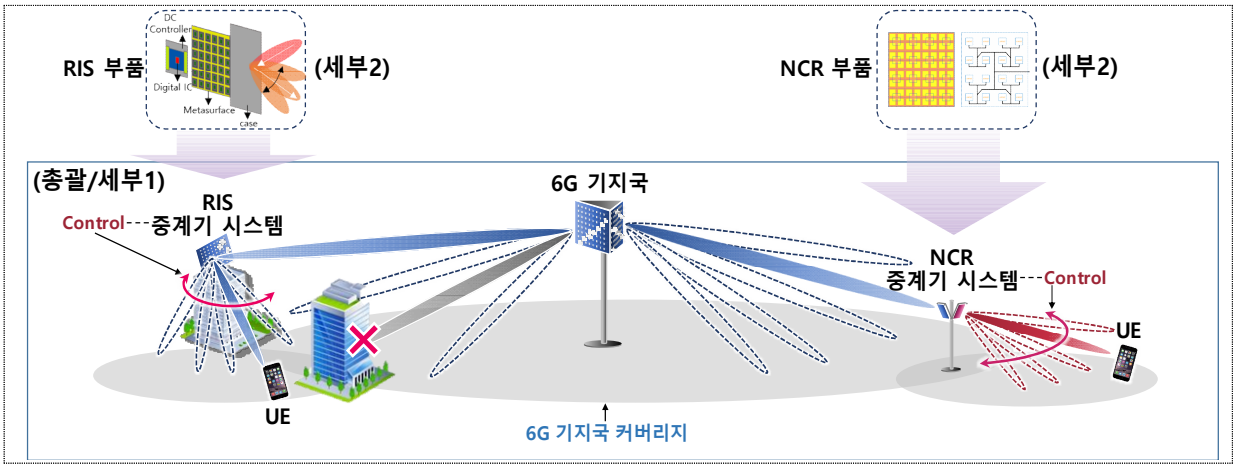
관리번호	2024-046	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 통신 커버리지 확장 중계 시스템 기술개발	
세부과제명	**(세부1) Upper-mid Band Smart 중계기 시스템 기술 개발** (세부2) Upper-mid Band Smart 중계기용 RIS 및 NCR 부품기술 개발	

1. 개요

○ **(총괄)** 6G Upper-Mid band 기반의 부품 RIS 및 NCR 부품을 이용하여 6G 통신 커버리지를 확장하는 Smart 중계기 시스템 기술 개발

- (세부1) Upper-mid Band RIS, NCR 기반의 Smart 중계기 시스템 기술
- (세부2) Upper-mid Band RIS, NCR 기반의 Smart 중계기 핵심 부품 국산화 기술

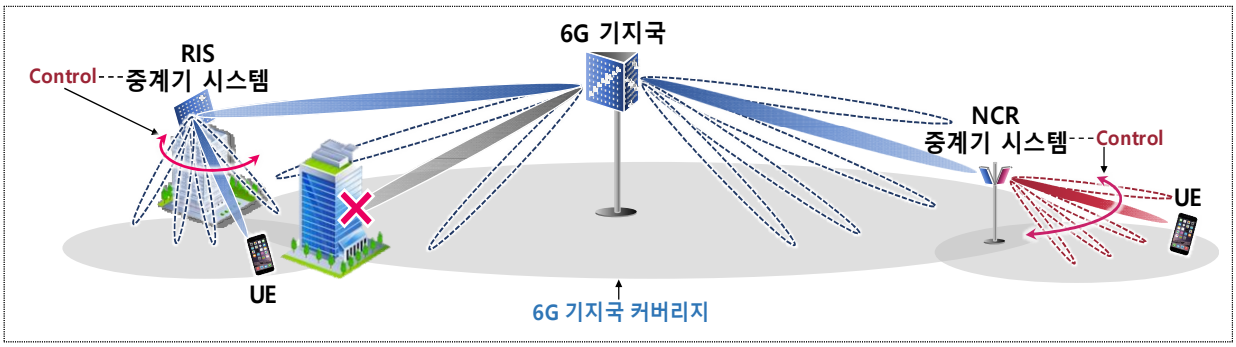
< 총괄-세부 과제간 연계도 >



○ (세부1) 6G Upper-Mid band를 사용하는 이동통신 시스템에서, 네트워크 제어정보 기반 빔형성을 통해 기지국의 비직접 경로 단말에게도 Gbps급의 안정적인 전송속도를 제공하는 NCR 및 RIS* 기반의 6G 커버리지 확대 핵심기술 개발

* NCR: Network-Controlled Repeater, RIS: Reconfigurable Intelligent Surface

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

ㅇ **(기존 기술현황)**

- 6GHz 이상의 주파수 대역을 사용하는 이동통신 주파수 대역의 서비스 커버리지 보완과 커버리지 내 데이터 전송 신뢰도 개선 및 에너지 효율 향상을 위한 새로운 유형의 중계 기술 개발 필요성 부각
- RF 중계기는 네트워크 범위를 확장하는 저비용의 수단을 제공하나 단순히 신호의 증폭 및 전달 작업을 수행함으로써 성능의 한계가 존재
- 동적 자원할당 구성 및 적응형 빔포밍 등의 네트워크 제어 정보를 수신하고 처리하는 기능을 갖춤으로써 기존 RF 중계기보다 향상된 기능을 제공하는 새로운 유형의 저비용 고효율 중계기 표준기술 개발 필요성 제기

ㅇ **(필요성)**

- 저비용 고효율 이동통신 네트워크 구축이 가능한 6G Smart 중계기 장비 시장은 6G 이동통신의 안정적 전국망 구축 지원이 가능하여 급속히 성장 전망
- NCR 및 RIS 기반 저비용 고효율의 6G RAN Smart 중계기 시스템 기술은 기존 아날로그 중계기 대비 성능향상이 가능하여 지상 커버리지 확장에 필수
- 저비용으로 서비스 커버리지를 개선하고 네트워크 효율을 향상시킬 수 있는 저비용 고효율의 6G RAN Smart 중계기 시스템 기술 개발 필요
- 6GHz 이상의 주파수 대역을 사용하는 이동통신 기지국의 소형화 및 밀집화에 따른 6G 이동통신 주파수 대역의 서비스 커버리지 보완과 밀리미터파 이상 대역에서의 커버리지 개선 및 에너지 효율 향상 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 6G 이동통신 사업자, 6G기반 특화망 사업자
- 6G 이동통신 중계기 제조업체

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력체계를 구축하여 6G RAN Smart 중계기 시스템 기술에 대한 요구사항을 분석하고 연구 개발을 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- **(과제 간 협력)**
  - 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 사업 내 관련 총괄과제들간 상호 연계·협력 추진
  - 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

○ **(최종목표)** Upper Mid-band 커버리지 확대에 기여하고 단말 당 1Gbps 전송속도를 제공하는 저비용/고성능의 NCR 및 RIS 기반 Smart 중계기 시스템 기술 개발

- Upper-mid Band NCR 기반 Smart 중계기 핵심기술 확보 및 6G RAN Smart 중계기 시스템 기술 개발
- Upper-mid Band RIS 기반 Smart 중계기 핵심기술 확보 및 6G RAN Smart 중계기 시스템 기술 개발
- 6G RAN Smart 중계기 관련 3GPP NCR 및 RIS 국제 표준화

○ **단계별 목표**

구분	단계별 연구목표
1단계	■ Upper-mid Band NCR 기반 Smart 중계기 핵심기술 개발 ■ Upper-mid Band RIS 기반 Smart 중계기 핵심기술 개발 ■ 6G RAN Smart 중계기 관련 3GPP NCR 및 RIS 국제 표준화 ■ Pre-6G 기술시연(1종)
2단계	■ Upper-mid Band NCR 기반 6G RAN Smart 중계기 시스템 개발 ■ Upper-mid Band RIS 기반 6G RAN Smart 중계기 시스템 개발 ■ 6G RAN Smart 중계기 관련 3GPP NCR 및 RIS 국제 표준화 ■ 통합기술시연(2종) ■ 표준특허출원(5건), 표준특허등록(1건) ■ 최종결과물(2종) -Smart NCR 중계기 -Smart RIS 중계기

○ **정량적 연구개발목표**

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
1	Smart 중계기 시스템 사용자체감 전송속도[주1)]	[Gbps]	0.5	1	0.1	스웨덴/에릭슨
2	Smart 중계기 시스템 커버리지 확대 (빔형성 이득)[주2)]	[dBi]	15	21	-	미국/퀄컴
3	멀티 사용자 지원을 위한 다중 빔형성[주3)]	개	2	2	1	N/A
4	수요기업 적합성 평가[주4)]	-	-	2건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 중계기 커버리지 내에 있는 사용자들의 체감 전송속도

주2) 중계기를 사용하지 않았을 때 대비 중계기 시스템의 빔 형성 이득

주3) 단일 빔이 아닌 복수의 빔 형성 Capability

주4) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표

- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- Upper-mid Band NCR 기반 Smart 중계기 핵심기술 개발
  - NCR을 고려한 시스템 구조 및 Cell Planning 기술 개발
  - NCR 기반 빔포밍 제어 기술 개발 (빔 측정/보고/지시 등)
- Upper-mid Band RIS 기반 Smart 중계기 핵심기술 개발
  - RIS를 고려한 시스템 구조 및 Cell Planning 기술 개발
  - RIS를 위한 빔포밍 설계 및 제어 기술, 채널 추정 및 간섭 관리 기술 개발
  - 기지국 제어에 따른 빔포밍을 지원하는 RIS 운영 기술 개발
  - Smart 중계기 최적화 및 관리 기술 개발
- Upper-mid Band NCR 기반 6G RAN Smart 중계기 시스템 개발
  - NCR 기반 Smart 중계기 모뎀 및 프로토콜 SW 구현
  - NCR 기반 Smart 중계기 시스템 개발 (타 세부과제 NCR 부품 이용)
  - NCR 기반 Smart 중계기 시스템 통합 및 연동 시험
- Upper-mid Band RIS 기반 6G RAN Smart 중계기 시스템 개발
  - RIS 기반 Smart 중계기 모뎀 및 프로토콜 SW 구현
  - RIS 기반 Smart 중계기 시스템 개발 (타 세부과제 RIS 부품 이용)
  - RIS 기반 Smart 중계기 시스템 통합 및 연동 시험
- 6G RAN Smart 중계기 관련 3GPP NCR 및 RIS 국제 표준화
- Pre-6G 기술 시연 및 통합기술시연

구분	주요내용
Pre-6G 기술 시연	›Smart 중계기 - 사용자당 체감: 500Mbps (시스템 레벨 시뮬레이터 활용 기술시연) - Smart 중계기 시스템 (모뎀 HW/SW 시스템 활용 기술시연)
통합기술시연	›Smart NCR 중계기 - Upper-mid Band 주파수, 500MHz 이상 대역폭 활용 - 사용자당 체감 1Gbps ›Smart RIS 중계기 - Upper-mid Band 주파수, 500MHz 이상 대역폭 활용 - 사용자당 체감 1Gbps

※ 시연 세부조건은 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적으로 자유롭게 제시

- (총괄) 6G 통신 커버리지 확장 중계 시스템 기술개발 관련 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연 등을 위한 세부 과제간의 통합 협력 체계 구성 및 총괄

6. 기대 효과

- 6G 이동통신 주파수 대역을 사용하는 이동통신 기지국의 소형화 및 밀집화에 따른 서비스 커버리지를 확보하고, 네트워크 환경을 유연하게 지원할 수 있는 6G RAN Smart 중계기 원천기술 및 표준기술 확보
- 6G RAN Smart 중계기 시스템 기술의 선도적 연구개발 및 기술적 허들 극복을 통해 국내 산업체의 6G 무선통신 부품, 장비 분야 기술 진입장벽을 해소하여 6G 이동통신 시장에서 국내 기업의 경쟁력 확보에 기여
- 6G 통신 중계기 표준 특허 및 표준 기술 선행 확보를 통하여 6G 통신 중계기 글로벌 시장을 선점하고 첨단 통신 부품 수출 증대에 기여

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 10억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 138억원 이내 (1단계 84억원 → 2단계 54억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	1,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	4,200 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	3,200 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,700 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,700 백만원 이내
합계		-	57개월	13,800 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4) ~ (7) 단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

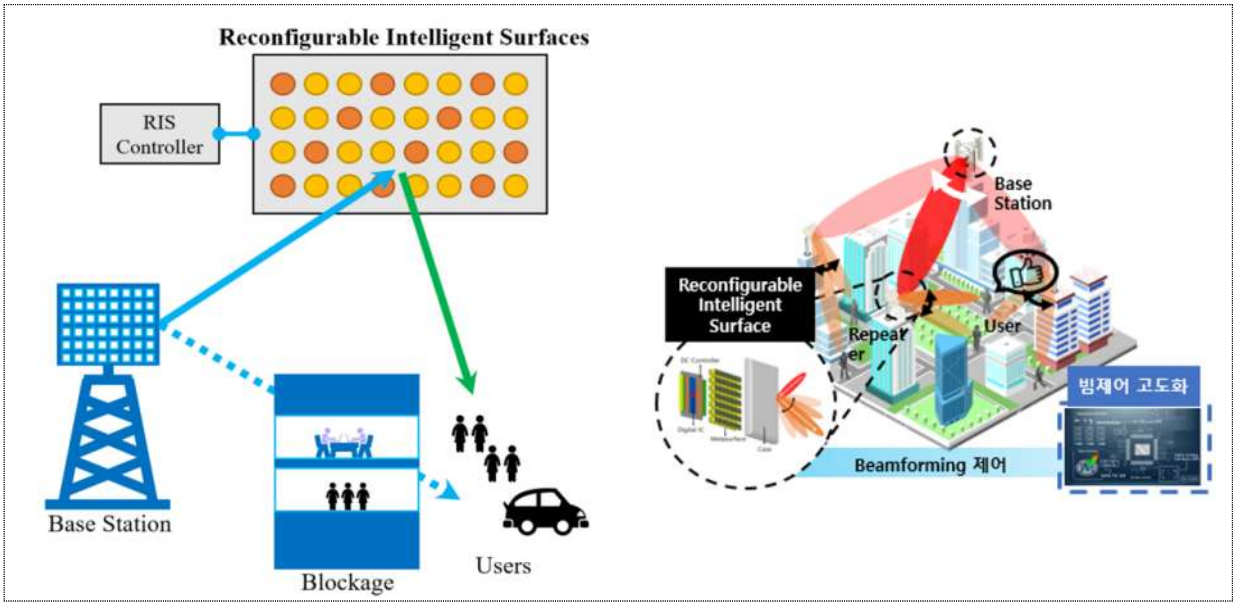
구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-047	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러이동통신시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 통신 커버리지 확장 중계 시스템 기술개발	
세부과제명	(세부2) Upper-mid Band Smart 중계기용 RIS 및 NCR 부품기술 개발	

1. 개요

- 6G 음영지역 개선 및 커버리지 확대를 위해 기존의 수동적인 무선통신 채널 환경을 동적 혹은 인공지능으로 제어할 수 있는 RIS(Reconfigurable Intelligent Surfaces) 핵심 부품 기술 개발
  - 고효율 개구면 구조 기술, 편파 제어와 같은 하드웨어 성능 향상, 그리고 통신환경에 빠르게 적응하는 AI-native RIS 기술 개발
- 기지국으로부터 빔포밍 정보, 전력 제어 정보 등의 다양한 정보를 제공 받아 동작하는 스마트 중계기용 NCR(Network Controlled Repeater) 부품 기술 개발
  - 빔포밍 안테나, FEM, 필터 등 NCR 핵심 부품 기술 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

- (기존 기술현황)
  - 기존 중계기는 정해진 안테나 송수신 방향으로만 RF신호를 증폭하여 다시 내보내는 수동적인 무선통신 방식으로 음영지역 발생 등 커버리지 한계 존재

- 음영지역 개선 및 커버리지 확대를 가능케 하는 RIS 원천 기술을 미국, 유럽, 일본 중국 등의 주요 통신사업자, 부품업체 등에서 선점하고 상용 통신시스템에서의 선도적인 시연을 위해 활발한 연구 진행 중
- 미국 MIT, 일본 NTT Docomo 등은 RIS 시제품을 개발, 단일 편광빔을 활용해 특수한 통신환경에서의 통신링크 유효성을 검증

ㅇ **(필요성)**

- 밀리미터파 대역 기반의 5G 통신은 통신 커버리지 문제로 상용화가 어려웠으며, 6G에서 이를 해결하기 위해 Upper-mid 대역 기반의 혁신적 부품기술이 필요
- Upper-mid Band에서 통신 장애물을 우회하며 신호를 증폭시키고 듀얼편파를 지원하기 위해서는 RIS 중계부품의 개발이 필요하며, 6G 인빌딩 커버리지를 확대하기 위해서는 NCR 기술 개발이 핵심적
- 이를 위해 안테나, 빔포밍IC(FEM), 필터, 커플러 같은 NCR 핵심부품에 대한 고도화된 기술 개발 및 6G 국산화가 필요
- 특히, 새로운 주파수 대역에서 주파수 자원을 효율적으로 활용하기 위한 3차원 빔포밍 안테나 기술과 시스템의 QoS 향상을 위한 하모닉 억제 기술이 중요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 통신사업자, 통신 중계기 제조사 및 통신 부품・모듈 제조업체

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - ・RIS, NCR 부품 국산화 기술 개발을 위해 수요기업 및 유관기관 등과 협력체계를 구축하여 시장의 수요를 파악하고 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - ・본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- **(과제 간 협력)**
  - ・성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** Upper-mid Band RIS 및 NCR 구현을 위한 부품기술 개발

- (RIS 부품 개발) Upper-mid Band 고효율 및 편파제어 RIS 구조 개발
- (NCR 부품 개발) Upper-mid Band 인빌딩 NCR용 핵심 부품, 안테나 및 빔포밍 IC(FEM) 개발

ㅇ **단계별 목표**

구분	단계별 연구목표
1단계	■ RIS 하드웨어 구조정의 및 유닛 설계 ■ Ray-tracing 가속화기법 기반 RIS 시연검증 전파시뮬레이터 개발 ■ NCR 빔포밍 안테나, FEM 및 인터페이스 개발 및 검증 ■ NCR 하모닉 억제를 위한 고성능 저손실 RF 필터 개발 및 검증 ■ Pre-6G 기술시연(2종) - RIS 프로토타입 - 중계기용 배열 안테나
2단계	■ RIS 하드웨어/알고리즘 고도화 및 전파 시뮬레이션/무반향실에서 성능 검증 ■ RIS 하드웨어 기반 통신 시스템 및 제어보드 제작 ■ NCR용 FEM 일체형 배열 안테나의 실내외 전파환경 최적화 시험 ■ 고신뢰성 확보를 위한 테스트베드 구축 및 기지국 연동시험 ■ 통합기술시연(2종) - RIS 부품 시연 - 빔포밍 안테나 시연 ■ 최종결과물(2종) - RIS 중계 부품 개발 - NCR 적용 FEM 일체형 배열 안테나/저손실 필터 기술 개발

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
1	RIS 부품 개구면 효율주1)	%	10	25	-	-
2	RIS 부품 시연거리주2)	m	5	20	-	-
3	NCR 부품 EIRP주3)	dBm	46	50	-	-
4	NCR 부품 하모닉 제거주4)	dBc	-40	-50	-	-
5	수요기업 적합성 평가주5)	-	-	2건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 제작된 RIS의 크기와 무반향실에서 측정한 이득을 통해 계산

주2) 제작된 RIS를 실통신 환경에서 통신 링크가 유지되는 거리 측정

주3) FEM 출력과 안테나 이득을 각각 측정하여 합산

주4) 네트워크 분석기를 이용한 S-파라미터 측정하여, 통과대역과 하모닉 성분과의 차이 계산

주5) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표

- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ Upper-mid 대역 고효율 및 편파제어 RIS 구조 개발

– 유닛셀 1,000개 이상, 개구면 효율 25% 이상, UE에 따른 임의의 편광으로 제어 지원

ㅇ Ray-tracing 가속화기법 기반 RIS 시연검증 전파시뮬레이터 개발

– RIS와 연동된 전파모델에 대한 Ray-tracing 가속화기법 개발

– RIS 부품성능과 실내/외 시연 환경을 반영한 RIS 전파시뮬레이터 개발

ㅇ RIS 최적 제어 알고리즘 및 코드북 개발
  - 가변 빔 조향각 범위 ±60°, 빔 개수 2개 이상

ㅇ Upper-mid 대역 통신 실환경에서 RIS 중계시스템 성능 시연
  - FR-3 대역 RIS 중계시스템 제작(시연 거리 20 m 이상)

ㅇ Upper-mid 기반 인빌딩 중계기 시스템 및 NCR용 빔포밍 안테나 개발
  - 배열 안테나 조립체 16/64/128개 이상, 합성 빔 이득 최대 17 dBi 이상
  - 광대역 필터를 포함하는 모듈형 다채널 FEM 개발

ㅇ FEM 모듈 연결을 위한 인터페이스 모듈 개발
  - 하모닉 성분을 효과적으로 억제할 수 있는 Staggered 공진기 필터 개발
  - 이중모드 공진기를 이용한 멀티밴드 필터 개발

ㅇ 하모닉 억제를 위한 저손실 광대역 필터 개발
  - 500MHz 대역폭 이상을 갖는 저손실 광대역 필터 개발
  - 고유전율 소재와 다수의 Negative / Cross 커플링을 이용한 고스커트 특성 세라믹 필터 개발

6. 기대 효과

ㅇ 6G 중계기 기술의 선도적 연구개발 및 기술적 허들 극복을 통해 국내 산업체의 6G 무선통신 부품, 장비 분야 기술 진입장벽 해소

ㅇ 차세대통신 시스템의 표준특허 및 표준기술 선행 확보를 통한 지적재산권 확보와 함께 지적재산권을 활용한 경제적 부가효과 기대

ㅇ RIS 및 NCR 기반 6G 중계기 원천기술 국산화를 통해 국내기업의 경쟁력을 확보하고 6G 통신 중계기 시장을 선점하여 첨단 통신부품 수출 증대에 기여

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 6억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 88억원 이내 (1단계 52억원 → 2단계 36억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	600 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,600 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,000 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	1,800 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	1,800 백만원 이내
합계		-	57개월	8,800 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

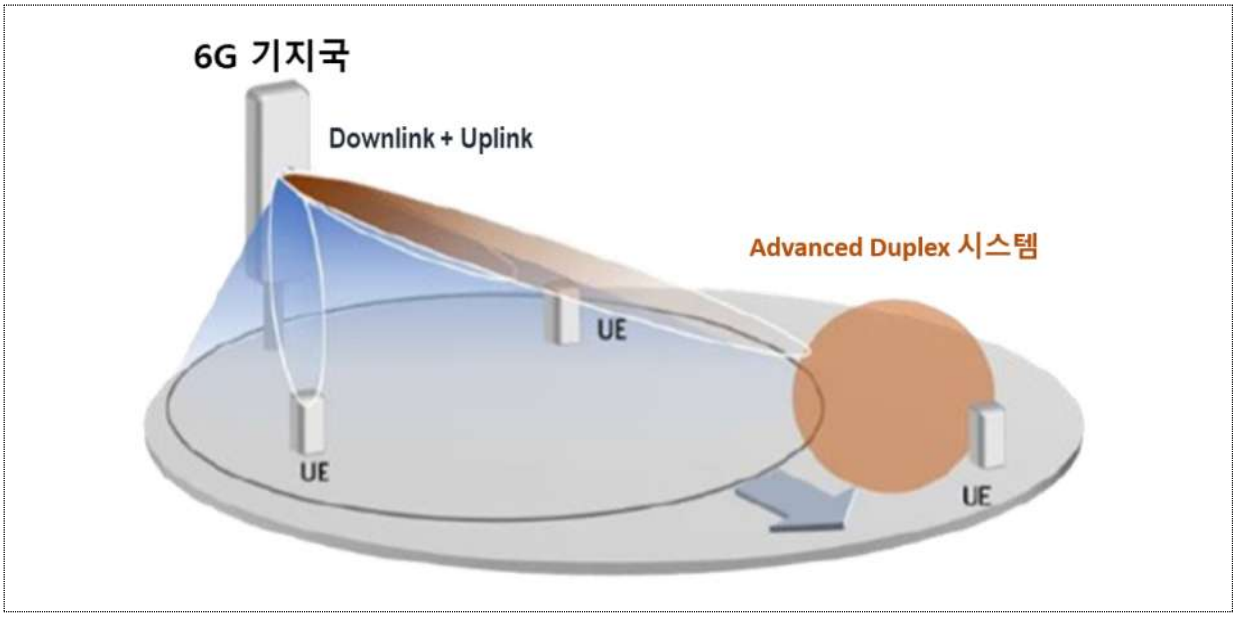
관리번호	2024-048	(지정공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러이동통신시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
과제명	Advanced Duplex 시스템 기술 개발	

1. 개요

○ 동일 주파수에서 전파를 동시에 송신·수신함으로써 FDD(Frequency Division Duplex)/TDD(Time Division Duplex) 통신시스템에 비해 주파수 효율과 커버리지를 향상시키는 advanced duplex 핵심기술 개발

- 다중 안테나를 사용하는 고출력 기지국에서 In-band/sub-band duplexing 시스템 지원을 위한 자기 간섭 신호 제거(SIC, Self-Interference Cancellation) 기술 개발
- 다중 송신 안테나에서 나오는 신호로부터 각 수신 안테나로 들어오는 안테나 간 간섭 신호(cross-talk interference) 제거 기술 개발
- Advanced 듀플렉싱 시스템 지원 표준 기술 규격 개발 및 표준특허 확보

< 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

- 5G의 경우 TDD 동작으로 인하여 상향링크 커버리지를 확보하기 어려운 문제가 발생, 3GPP, ITU-R 등 국제 표준화 단체에서는 상향링크 커버리지 및 주파수 효율 증대 기술로서 advanced 듀플렉싱 기술을 제안하고 관련 연구 추진
- 특히, full-duplex 동작 지원을 위한 필수 기술인 자기 간섭 제거 기술 및 상향링크-하향링크 간 간섭을 제어하기 위한 스케줄링 기술 관련 연구가 활발
- 단일안테나를 사용하는 저출력(20dBm) 및 협대역 신호(대역폭 20MHz) in-band full-duplex 시스템에서 비선형 및 채널적응형 SIC 기법 알고리즘 연구 중

- SIC 알고리즘 연구와 더불어 테스트베드 제작을 통해 국내외 연구기관 (스탠포드대, Kumu Networks, Intel Labs, 화웨이, 삼성, LG, Rice대, 고려대, 연세대)에서 발표하여 in-band full-duplex기술의 상용 가능성을 검증

ㅇ **(필요성)**

- Advanced duplex 기술은 상향링크 전송시간을 확보하여 상향링크의 커버리지를 증대시킬 수 있어, 동일 서비스 지원을 위해 단위면적당 설치해야 하는 기지국 수를 절감하는 저비용 고효율 이동통신망 구축에 필수적인 핵심기술
- In-band 및 sub-band full-duplexing은 상향링크 및 하향링크 사용자가 같은 시간-주파수 자원을 활용해 통신이 가능해지고, 이를 통해 half-duplexing 대비 시스템 성능을 획기적으로 증대시킬 수 있는 기술로 원천기술 확보가 필요
- 5G에서는 64개의 다중안테나를 활용해 100MHz의 광대역 송신신호를 전송하며, 다중안테나를 사용하는 광대역, 고출력 in-band full-duplex 시스템에 대한 개발 필요
- 다중안테나를 활용한 프리코딩을 통한 송신신호의 분포도 변경 및 기지국 주변 환경변화로 인한 자기간섭 신호의 분포도 및 채널 변화가 발생
- 이러한 변화는 자기간섭 신호제거 성능을 열화 시키므로 채널환경 변화 및 송신신호 분포도 변화에 빠르게 적응하는 고속 SIC기법에 대한 원천기술 연구 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 이동통신 장비제조사, 이동통신사업자, 특화망 장비 제조사 및 운용업체

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 Advanced Duplex 시스템 기술 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- **(과제 간 협력)** 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 관련 표준화 연계 과제와의 유기적인 연계·협력을 통해 '26년 Pre-6G 및 '28년 통합기술시연 추진
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** Advanced duplexing을 활용한 차세대 다중안테나 기지국 기술 개발

- Advanced 듀플렉싱 탑재 기지국 지원 자기간섭 제거기술 개발
- Advanced 듀플렉싱 시스템 및 구현 기술개발
- Advanced 듀플렉싱 시스템 지원 규격 개발

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표 및 주요 결과물
1단계	■ Advanced duplexing을 위한 비선형/채널적응형 고속 자기간섭 제거 기술 개발 ■ Advanced duplexing을 통한 상향링크 커버리지 확대 및 상향-하향링크 교차간섭 제어를 통한 하향링크 성능보장 기지국 시스템 기술 개발
2단계	■ Advanced duplexing을 위한 비선형/채널적응형 자기간섭 및 다중안테나 교차간섭 제거 기술 개발 ■ Advanced duplexing 기지국 동작을 지원하기 위한 3GPP 표준규격기술 개발 ■ 표준특허출원(5건), 표준특허등록(1건) ■ 최종결과물(1종) - Advanced 듀플렉싱 기술 탑재 기지국 시스템(자기/교차 간섭제어 기능)

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 (24-26)	2단계 (27-28)		
1	다중안테나 수 (# of RF chains)	개	4	8	2	2 (미국/Kumu Network)
2	신호 대역폭	MHz	100	400	20	20@LTE (미국/Kumu Network)
3	출력 파워	dBm	40	46	20	37 (미국/Kumu Network)
4	자가 간섭제거 후 간섭 신호 크기 (Power spectral density)	dBm	Noise floor + 3dB margin	Noise floor + 3dB margin	Noise floor + 3dB margin	Noise floor + 3dB margin (미국/Kumu Network)
5	자가간섭 제거 시간[주1)]	개	1개	0.5개	1개	1개
6	수요기업 적합성 평가[주2)]	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) LTE (20MHz 대역폭) 1 msec 기준 14 OFDM symbols 사용. 1개의 OFDM symbol duration (1/14 msec)에서 자기간섭신호가 제거되어야 나머지 13개의 OFDM symbol구간동안 UL-DL 동시 스케줄링이 가능. 대역폭 별 sample duration에 변화되므로, 자가 간섭 제거 시간을 1개의 OFDM symbol duration 및 0.5xOFDM symbol duration으로 설정함

주2) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ Advanced 듀플렉싱 탑재 기지국 지원 자기간섭 제거기술 개발
- 고출력 기지국 지원을 위한 선형 아날로그 자기간섭 제거기술 개발

- 고출력 기지국 지원을 위한 비선형/채널적응형/신호파형 적응형 자기간섭 제거 기술 개발
- 다중안테나 기지국 지원을 위한 안테나 간 교차 자기간섭 제거기술 개발
- 다중안테나 송신기법 변화 (프리코딩) 및 채널 변화에 적응적인 고속 자기간섭 제거기술 개발

○ Advanced 듀플렉싱 시스템 및 구현 기술개발
- 다중안테나 full-duplex 시스템을 지원하기 위한 상향링크-하향링크 간 간섭제어 스케줄링 기술개발
- 다중안테나 full-duplex 시스템을 지원하기 위한 빔포밍 기술 개발
- 다중안테나 full-duplex 시스템을 지원하기 위한 아날로그-디지털 통합 SIC 하드웨어 구현 기술 개발

○ Advanced 듀플렉싱 시스템 지원 규격 개발
- 동일 반송파 내, 주파수 분할 기반 상하향 동시 지원을 위한 in-band 및 sub-band full duplex 표준 기술 규격 개발

○ Advanced 듀플렉싱 핵심 기술 국제표준화 추진

6. 기대 효과

○ Full-duplex 자기간섭 신호 제거 및 다중안테나 교차간섭 제어기술을 통해 통신 주파수 효율성 향상 및 advanced 간섭신호처리 원천기술 확보

○ 다중안테나를 사용하는 advanced duplexing은 차세대 기지국, 중계기 관련 핵심 기술로 원천특허 확보 및 관련 표준화를 통한 기술 선도국으로서의 역량 확대 기대

○ Advanced duplexing 기능을 통한 통신 시스템 성능 개선(커버리지 확대, 주파수 효율증대, 지연시간 감소 등)으로 통신시스템 운영 및 설치 비용 감소 효과 기대

7. 지원기간/예산/추진체계

○ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

○ **'24년 정부지원연구개발비** : 6억원 이내

○ **총 정부지원연구개발비** : 102억원 이내 (1단계 62억원 → 2단계 40억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	600 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	3,200 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,400 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,000 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,000 백만원 이내
합계		-	57개월	10,200 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음 ㅇ **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)		
연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

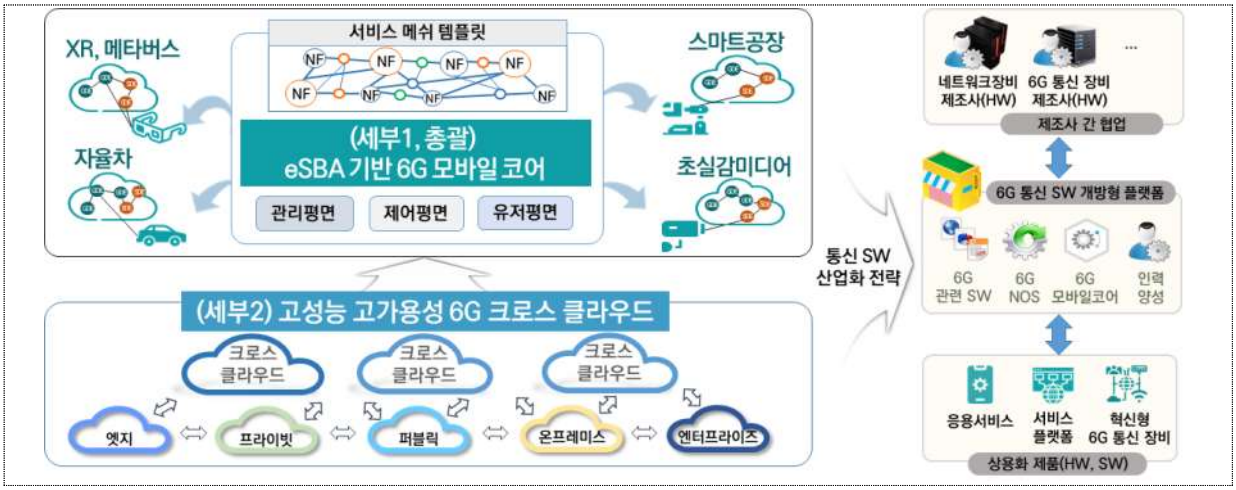
관리번호	2024-049	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신 · 전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 모바일 코어망 아키텍처 및 프레임워크 기술개발	
세부과제명	**(세부1) Evolved SBA 프레임워크 및 제어/유저평면 NF 핵심기술 개발** (세부2) 텔코용 고성능/고가용성 6G 크로스-클라우드 인프라 기술 개발	

1. 개요

ㅇ **(총괄)** 고성능/고가용성 클라우드-네이티브 인프라와 진화된 서비스 기반 아키텍처(Evolved SBA) 기반의 모바일 코어망 인프라 기술개발

- (세부1) 6G 다양한 서비스 요구를 수용하는 진화된 서비스 아키텍처 기반 6G 모바일 코어 기술
- (세부2) 이종 클라우드 환경에서 6G 통신 서비스가 요구하는 높은 수준의 성능과 고가용성을 보장하는 텔코용 클라우드-네이티브 인프라 기술

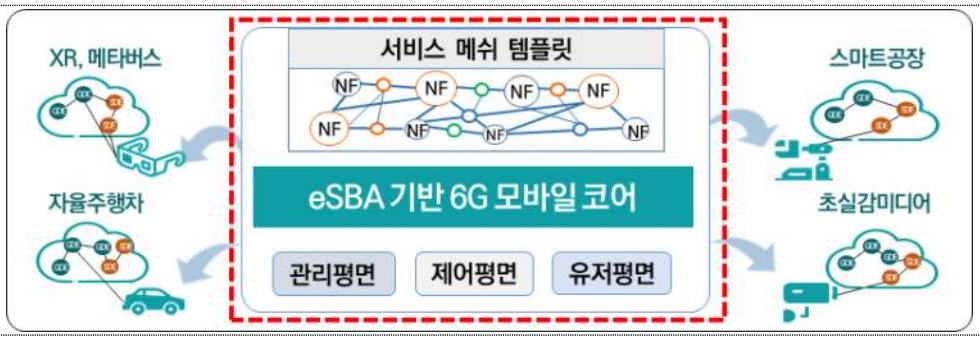
< 총괄-세부 과제 간 연계도 >



ㅇ **(세부1)** 6G의 다양한 서비스 요구를 탄력적으로 수용하기 위한 진화된 서비스 아키텍처(Evolved SBA: Evolved Service Based Architecture) 기반의 6G 모바일 코어 기술 개발

- 현재 SBA 구조의 신호체계 및 관리 효율성을 개선하기 위한 혁신적인 Evolved SBA 구조 설계
- NF(Network Function)의 모니터링과 통신 트래픽 관리 최적화를 위한 6G 모바일 코어망 제어/유저평면 핵심 기술 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

– 5G 코어 네트워크는 무선 액세스 네트워크, 전달망과 분리되어 모바일 코어 네트워크 단독의 SBA를 도입하고 있어 무선 액세스 네트워크, 전달망과의 유기적인 협업이 용이하지 않은 상황

– 5G 코어 네트워크의 SBA 구조는 세부 기능별 응집력을 높이고 세부 기능별 설치 및 운용의 편리성을 제공하고 있으나 복잡한 신호체계와 시그널링 트래픽 관리 문제, 기존 프로토콜과의 호환성 문제 등을 내포

○ (필요성)

– 다양한 6G 버티컬 서비스를 탄력적이고 유연하게 관리할 수 있도록 무선 액세스 네트워크와 전달망과의 유기적인 협업이 가능한 개선된 새로운 형태의 Evolved SBA 구조 정의 필요

– 복잡한 신호체계 및 시그널링 트래픽 관리 문제를 극복하기 위해 마이크로 서비스/NF 설계 및 마이크로서비스/NF 간의 시그널링 트래픽 관리 기술 개발과 이를 지원하는 Evolved SBA 기술 개발 필요

– 기존 프로토콜과의 호환성 문제를 극복하기 위해 멀티 프로토콜을 지원하는 통합형 인터페이스 체계 구축 필요

3. 수요분석

○ (주요 수요처)

– 모바일 코어 네트워크 장비 제조업체

– 6G 이동통신 사업자, 6G기반 사설망·특화망 사업자

○ (협력방안)

– (수요처 협력)

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G 모바일 코어망 아키텍처 및 프레임워크 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

- **(과제간 협력)**
  · 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 관련 사업 내 총괄과제들 간 상호 연계·협력 추진
  · 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ (최종목표) 무선 액세스 및 전달망을 융합하는 Evolved SBA 기반 6G 모바일 코어 개발

- 6G Evolved SBA 프레임워크 연구개발
- Evolved SBA 기반 제어/유저평면 핵심기술 개발
- 6G 모바일 코어망-전송망 융합 기술 개발
- 6G Evolved SBA 프레임워크 및 제어/유저평면 기술 및 규격 국제표준화
- 6G 코어 네트워크 Pre-6G 시연 및 6G 통합시연

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 전달망 통합형 Evolved SBA 기반 6G 코어 네트워크 기술 개발 및 국제 표준화 ■ Pre-6G 기술시연(1종) -전달망과 융합된 모바일 코어 네트워크를 통한 서비스 특성별 동적 경로 제어
2단계	■ RAN-전달망 통합형 6G 코어 네트워크 기술 개발 ■ 표준특허출원(4건), 표준특허등록(1건) ■ 통합기술시연(1종) -클라우드 Native 모바일코어 모듈(제어/유저평면) ■ 최종결과물(1종) -클라우드 Native 6G 모바일코어 SW 모듈 ·Evolved SBA 기반 모바일 코어 기능 (AMF, SMF, UPF) ·Evolved SBA 기반 Core-전달망 연동 모듈

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	SBA 적용 범위주1)	범위	-	CU-코어	코어네트워크 한정	코어네트워크 한정
2	제어 신호 처리 저감율 주2)	%	10%	30%	-	-
3	E2E(End-to-End) QoS 통합 경로제어 주3)	커버리지	코어-전달망	RAN-코어-전달망	-	-
4	제어 메시지 갯수 저감율 주4)	%	10%	20%	3GPP TS23.502	3GPP TS23.502
5	수요기업 적합성 평가 주5)	-	-	1건 이상		

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 3GPP TS 23.501 v18.3.0 기준으로 기존 코어네트워크에 한정된 SBA 구조를 확장하여 SBI를 기반으로 제어할 수 있는 범위
- 패킷 분석을 통해 RAN, 코어상에 SBA 기능 적용 여부 판단

주2) 응용 서비스 실행에(예: 웹 서비스) 필요한 기존 3GPP 표준 절차와 비교하여 제어 절차(예: 접속 기능, 세션 제어 기능, 정책 제어 기능)의 평균 신호 처리 저감율 측정 (3GPP TS 23.502 v18.3.0 기준)
- 동일한 클라우드 환경에서 기존 5G 신호 처리 성능과 개발결과물 측정 비교

주3) 단일 사업자내에서 단말에서 패킷을 발생하여 DN(Data Network)까지 송신할 때, 통합 경로제어가 가능한 커버리지 (예: RAN, 전달망, 코어) 검증
- QoS 제어 로그 및 패킷 분석으로 단말, RAN, 코어 통합제어 여부 판단

주4) 3GPP TS 23.502 v18.3.0 5G 표준의 제어 메시지 수와 개발결과물 측정 비교
- 현재 상용버전의 기술 및 제품은 없으나 RAN-코어 통합 연구 사례는 다음과 같음
  · J Cha, YG Moon, S Cho, D Kim, J Choi, J Jung, J Lee, S Choi, "RAN-CN Converged User-Plane for 6G Cellular Networks", in Proc. IEEE Global Communications Conference (Globecom), 2022.

주5) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 6G Evolved SBA 프레임워크 연구개발
  - Evolved SBA 구조
  - Evolved SBA 기반 차세대 서비스 메시 기술
- Evolved SBA 기반 제어/유저평면 핵심기술 개발
  - AMF (Access & Mobility Management Function) 개발
  - SMF (Session Management Function) 개발
  - UPF (User Plane Function) 개발
- 6G 모바일 코어망-전송망 융합 기술 개발
  - 코어망-전송망 통합 제어 기술
  - 코어망-전송망 통합 패킷 포워딩 기술
- 6G Evolved SBA 프레임워크 및 제어/유저평면 핵심기술 및 규격 국제표준화
  - TTA, 3GPP SA2 등 국내/국제표준화 반영 추진
- 6G 코어 네트워크 기술에 대한 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연
- (총괄) 클라우드-네이티브 인프라 및 모바일 코어 프레임워크 관련 Pre-6G 시연 및 6G 통합시연 등을 위한 세부 과제간의 통합 협력 체계 구성 및 총괄

6. 기대 효과

- 세계 최고 수준의 국제 표준에 기반한 새로운 프레임워크가 적용된 6G 모바일 코어 기술 확보
- 모바일 코어 시장은 2028년에 24.8억 달러에 이를 전망이며 6G 코어 시장은 더욱 성장할 것으로 전망
- 네트워크에 기반한 다양한 응용서비스를 안정적이고 비용 효율적으로 제공하기 위한 모바일 네트워크를 통한 B2B 서비스 시장 확산

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 10억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 106억원 이내(1단계 51억원 → 2단계 55억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	1,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	1,300 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,800 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,800 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,700 백만원 이내
합계		-	57개월	10,600 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 제한없음(산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

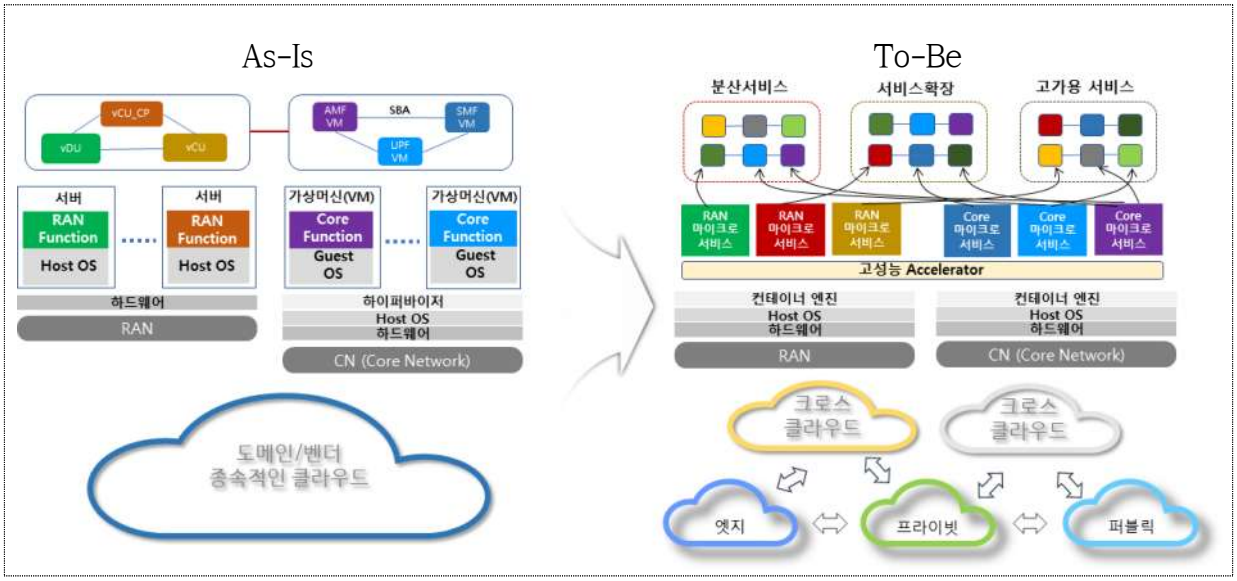
관리번호	2024-050	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(통신 서비스)-세분류(통신 컴퓨팅 융합)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 모바일 코어망 아키텍처 및 프레임워크 기술개발	
세부과제명	(세부2) 텔코용 고성능/고가용성 6G 크로스 클라우드 인프라 기술 개발	

1. 개요

○ 상호 호환적으로 배치·운용되는 이종 클라우드 환경에서 6G 통신 서비스가 요구하는 높은 수준의 성능과 고가용성을 보장하기 위한 텔코용 클라우드-네이티브 인프라 기술 개발

- 초분산 RAN-코어 통합 클라우드-네이티브 인프라 기술 개발
- 텔코용 이종 클라우드 환경에서의 크로스-클라우드 통합 관리 기술 개발
- 클라우드 컴퓨팅-통신 시스템의 통합 최적화 기술 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

- SDN/NFV/가상화 기술의 발전으로 인해 모바일 네트워크는 클라우드 기반으로 급격한 전환이 이루어지고 있으며, 마이크로소프트, 아마존, 구글 등의 글로벌 클라우드 사업자의 통신 시장 진출이 가속화

- 현재의 클라우드는 사일로 형태의 소수 제조사의 전용 장비 기반으로 구성되어 이종 클라우드 환경에서 호환성이 부족

ㅇ **(필요성)**

- 사용자에게 고품질 서비스 제공을 위한 성능 목표 강화 및 지역 단위 서비스 활성화를 위하여 차세대 모바일 네트워크 기능을 다양한 위치에 효과적으로 배치할 필요성 증대
- 네트워크 지연이나 트래픽 품질과 장애 등에 더 민감한 6G 통신 서비스의 요구사항을 만족시킬 수 있는 6G 특화형 클라우드 인프라 기술 개발이 요구
- 주요 국가 및 기업은 소프트웨어/개방형 형태로 진화한 엑세스 네트워크를 통합하여 운영될 수 있는 초분산 클라우드 플랫폼 기술개발 진행 중

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 6G 이동통신·유선통신 장비 제조업체
- 6G 이동통신 사업자(MNO, MVNO, 특화망 등 포함)

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 텔코용 고성능/고가용성 6G 크로스 클라우드 인프라 기술 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

- **(과제간 협력)**
  - 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표) 텔코용 이기종 클라우드 환경에서의 컴퓨팅-통신 최적화와 6G 크로스 클라우드 인프라 기술 개발**

- 크로스 클라우드 기반의 6G 클라우드 인프라 기술 개발
- 클라우드 컴퓨팅-통신 시스템 통합 최적화
- 크로스 클라우드 통합 관리 플랫폼 개발 및 실증

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 크로스 클라우드 기반의 6G 클라우드 인프라 기술 확보 ■ Pre-6G 기술 시연(1종) - 크로스-클라우드 인프라 기능 시연 · 이종 클라우드 코어망 배치 기능 · 클라우드간 연동 서비스 라이프사이클 관리 기능
2단계	■ 클라우드 컴퓨팅-통신 시스템 통합 최적화를 통한 고성능/고가용성 확보 ■ CI/CT/CD 기반의 크로스 클라우드 통합 관리 플랫폼 개발 및 실증 ■ 최종결과물(1종) - 크로스-클라우드 인프라 SW 패키지 · 이종 클라우드 코어망 스케일링 및 마이그레이션 · 크로스-클라우드 Unified 오케스트레이션(고성능 연동) ■ 통합기술시연(1종) - 크로스-클라우드 인프라 SW 플랫폼

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계(24~26)	2단계(27~28)		
1	이종 클라우드 서비스 구현 시간주1)	초	240	150	연구시제품	상용클라우드(미국/VMware,Redhat)
2	이종 클라우드 연동주2)	수	2개 이상	3개 이상	단일클라우드	상용클라우드(미국/VMware,Redhat)
3	서비스 배포 가용성주3)	방식	롤링	블루그린, 카나리, 적응형 무중단	단일클라우드	상용클라우드(미국/VMware,Redhat)
4	클라우드 서비스주4)	유형	CaaS, FaaS	BaaS, PaaS	단일클라우드	상용클라우드(미국/VMware,Redhat)
5	수요기업 적합성 평가주5)	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 다중 클라우드 환경 구성 및 크로스 클라우드 서비스 구현시간 측정

주2) 연동 이종 클라우드 개수

주3) 코어망 일부 기능의 변경 요청 시에 현재의 서비스를 유지하면서 해당 기능만을 업데이트 하기 위한 방법론의 다양성 확인

주4) 클라우드 서비스 API를 통해서 제공하는 서비스의 유형 분석 및 결과 확인

주5) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

※ 용어·약어 설명
- CI/CT/CD: Continuous Integration/Continuous Testing/Continuous Delivery
- 롤링(Rolling): 기존 서비스를 로드밸런서에서 차단후 새버전 적용 후 서비스 시작하는 방식
- 블루그린(Blue/Green): 시버전을 배포한 후에 동시에 트래픽 전환하는 방식
- 카나리(Canary): 신버전을 특정 사용자 혹은 단순 비율에 따라 구분해 제공하는 방식
- CaaS: Container-as-a-Service
- BaaS: Backend-as-a-Service
- FaaS: Function-as-a-Service
- PaaS: Platform-as-a-Service

5. 연구내용

- 크로스 클라우드 환경에서의 서비스/자원 디스커버리 기술 개발
  - 크로스 클라우드 유기적 연동 기술 연구
  - 크로스 클라우드 서비스/자원 명세 및 개방화된 디스커버리 기술 개발
- FaaS 기반의 크로스 클라우드 서비스/자원 프로비저닝/오케스트레이션 기술 개발
  - 서비스 요구 사항에 따라 탄력적으로 크로스 클라우드 서비스/자원을 제공할 수 있는 프로비저닝 기술 개발
  - 크로스 클라우드 자원에 대한 최적의 오케스트레이션 기술 개발
- 초분산 형태의 RAN-코어 통합 클라우드 인프라 원천 기술 개발
  - RAN-코어 통합 구조 설계
  - RAN-코어 통합 자원 관리 및 연동 기술 개발
- 서비스 미들웨어 기반의 크로스 클라우드 운영/관리 최적화 기술 개발
  - 마이크로 서비스 통신 최적화를 위한 프록시 기술 개발
  - 마이크로 서비스/서비스 메시 구조 최적화 기술 개발
- 컴퓨팅-통신 시스템 통합 최적화를 위한 고성능/고가용성 인프라 기술 개발
  - SmartNIC, 프로그래머블 스위치를 활용한 고성능/고가용성 클라우드 인프라 구조 설계
  - 커널 바이패싱, eBPF 등을 통한 컴퓨팅-통신 시스템 최적화 기술 개발
- 오픈 소스 기반의 6G 클라우드 플랫폼 테스트베드 기반 실증
  - 오픈 소스/컨테이너 기반의 6G 클라우드 테스트베드 개발
  - 6G 서비스 플로우에 따른 테스트베드 실증 실험
- CI/CT/CD 기반의 크로스 클라우드 통합 관리 플랫폼 개발 및 실증
  - CI/CT/CD를 기반으로 한 운용관리 구조 정립
  - 상용 클라우드와의 연동 기술 개발
  - 크로스 클라우드 환경에서의 통합 구축/운용 기술 개발
- 텔코용 고성능/고가용성 6G 크로스 클라우드 인프라 기술 개발에 대한 Pre-6G 기술 시연 및 통합기술 시연

6. 기대 효과

- 클라우드 기반 6G 네트워크의 기술적, 산업적 글로벌 경쟁력을 높이고 생태계 구축 및 시장 선도
- 클라우드 기술을 활용하여 다양한 분야에서 네트워크, 인프라, 서비스를 제공하는데 활용

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 6억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 102.8억원 이내(1단계 56.4억원 → 2단계 46.4억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	600 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,700 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,340 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,270 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,370 백만원 이내
합계		-	57개월	10,280 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 중소·중견기업

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-051	(지정공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(통신 서비스)-세분류(통신 서비스/플랫폼)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
과제명	6G 네트워크 통합 지능평면 기술 개발	

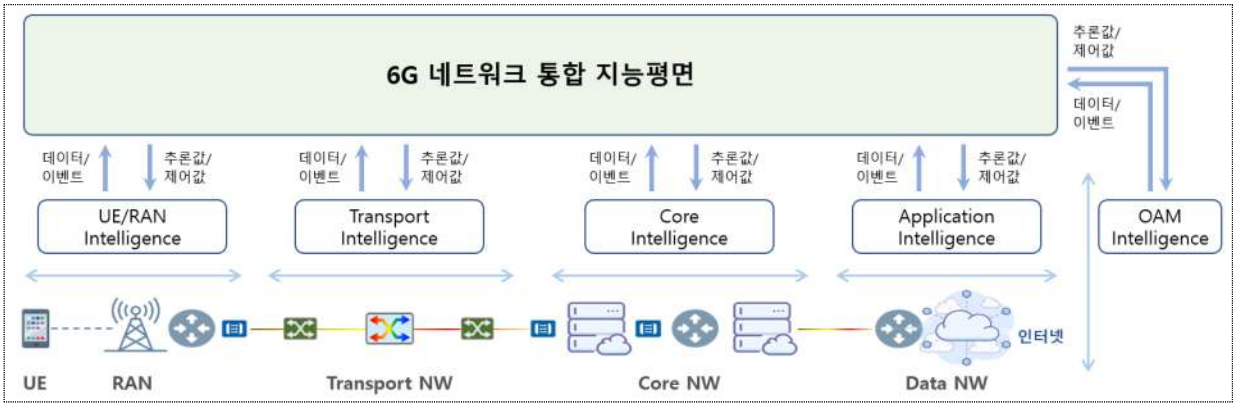
1. 개요

○ 도메인별 데이터 분석 방식에 따른 데이터 사일로화, 학습 환경의 중복 구성으로 인한 자원 낭비, 도메인간 추론 연계 부족으로 인한 서비스 종단간 추론 정확도 저하 등의 문제를 해결하고, 도메인별 데이터 수집/분석 수준을 넘어 최적의 네트워크 제어값 도출이 가능한 6G 네트워크 통합 지능평면 기술 개발

- 도메인간 데이터 활용/연계가 가능한 크로스 도메인 데이터 공유 기술 개발
- 자원 낭비 해결을 위한 도메인 통합 학습환경 구성 기술 개발
- 추론 정확도 저하 문제 해결을 위한 도메인간 추론 코디네이션 기술 개발
- 데이터 분석의 한계를 넘어 종단간 최적의 네트워크 제어값 도출 기술 개발

※ 도메인 : 6G 네트워크를 구성하는 단말, 무선 액세스망, 전송망, 모바일 코어, 데이터망 등의 수평적 구분 또는 제어 평면, 사용자 평면, 관리 평면 등의 수직적 구분을 의미

< 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

- 현재 네트워크 지능화는 도메인 종속적인 분석/추론 수준으로 개방형 통합 지식 체계가 미비하고 최적 제어값을 추론하는 단계에 이르지 못하는 상황
- 모바일 단말부터 데이터 네트워크까지 도메인별로 AI 기술이 적용되고 있으나, 도메인간 데이터 공유/활용을 위한 인터페이스/절차에 대한 표준과 방법 부재
- 現 5G 모바일 네트워크 지능화를 위한 데이터 분석 기능은 도메인에 종속되어

한정된 추론 결과를 도출하므로 도메인간 상호연계 효과를 얻을 수 없는 구조

- 現 데이터 분석 기능은 도메인에 특정된 분석 결과로부터 통계나 예측값을 제공하는 수준으로 네트워크 자동화에 필요한 종단간 최적 제어값 도출에 한계

ㅇ **(필요성)**

- 이종 도메인의 데이터 수집/분석/학습을 통한 통합적 추론 및 최적 제어값 도출 모델을 구축하고 검증을 수행하는 통합 지능평면 플랫폼 기술이 요구
- 도메인간 직접적인 데이터 인터페이스 부재로 상호 추론결과 활용이 어려움으로 데이터 공유 한계극복을 위한 크로스 도메인 데이터 수집/분배 기술 개발 필요
- 도메인별로 도출된 추론 데이터의 활용도와 확장성 제고를 위해 도메인 간 추론 데이터 상호연계/검증을 위한 크로스 도메인 추론 코디네이션 기술 개발 필요
- 모바일 네트워크의 통합적 데이터 분석/추론 결과와 심층 강화학습 기반의 모사 환경과 검증 기술을 이용한 통합 도메인 최적 제어값 도출 기술 개발 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 6G 이동통신 사업자, 서비스 제공기업
- AI-native 모바일 네트워크 관련 HW 및 SW 제조사

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 기술 적용 및 검증, 사업화까지 연계되도록 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- **(과제 간 협력)** 사업기간 내 상용화 수준 기술확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여 할 수 있도록 관련 총괄과제(6G 모바일 코어망 아키텍처 및 프레임워크 기술 개발)와 연계·협력을 통해 '26년 Pre-6G 및 '28년 통합기술시연 추진
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** 도메인별 데이터 분석에 따른 데이터 사일로화 및 학습 환경 중복 구성으로 인한 자원 낭비 문제를 해결하고, 도메인간 데이터 공유 및 추론 연계를 통해 최적의 네트워크 제어값 도출이 가능한 6G 네트워크 통합 지능평면 기술 개발

- 6G 통합 지능평면 개념 정립, 요구사항 및 구조 개발
- 6G 통합 지능평면 실시간/비실시간 데이터 취득 및 처리 기술 개발
- 6G 통합 지능평면 추론을 위한 도메인간 코디네이션 기술 개발
- 6G 통합 지능평면 학습환경 구성 및 워크플로우 자동화 기술 개발
- 6G 통합 지능평면 기반 네트워크 제어 최적화 기술 개발
- 6G 통합 지능평면 핵심기술 3GPP 국제표준화 추진

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 6G 네트워크의 통합 데이터 기반의 확장형 지능평면 플랫폼 핵심기술 확보 - 6G 통합 지능평면 개념 정립, 요구사항 및 구조 개발 - 6G 통합 지능평면 실시간/비실시간 데이터 취득 및 처리 핵심기술 확보 - 6G 통합 지능평면 추론을 위한 도메인간 코디네이션 핵심기술 확보 - 6G 통합 지능평면 학습환경 구성 및 워크플로우 자동화 핵심기술 확보 - 6G 통합 지능평면 기반 네트워크 제어 최적화 핵심기술 확보 - 6G 통합 지능평면 핵심기술 3GPP 국제표준화 추진 ■ Pre-6G 기술시연(1종) - AI-Native 코어망 기능(6G 학습환경 자동화, 예측 및 추론(슬라이싱, 서비스 QoS))
2단계	■ 6G 네트워크의 통합 데이터 기반의 확장형 지능평면 플랫폼 상용기술 확보 - 6G 통합 지능평면 실시간/비실시간 데이터 취득/처리 모듈 개발 - 6G 통합 지능평면 추론을 위한 도메인간 코디네이터 모듈 개발 - 6G 통합 지능평면 학습환경 구성 및 워크플로우 자동화 모듈 개발 - 6G 통합 지능평면 기반 네트워크 제어 최적화 모듈 개발 - 6G 통합 지능평면 핵심기술 3GPP 국제표준화 추진 ■ 통합기술시연(1종) - AI-Native 6G 지능평면 플랫폼 ■ 표준특허출원(4건), 표준특허등록(1건) ■ 최종결과물(1종) - AI-Native 6G 지능평면 SW 모듈(6G 네트워크 통합 지능평면 강화학습 기반 최적 제어 기능, 6G 네트워크 통합 도메인 예측 및 추론 기능)

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	통합 지능평면 다중 도메인 지원 범위[주1)]	개	2 (Core, OAM)	5 (RAN, Transport, Core, Data, OAM)	-	단일 도메인 (EU/에릭슨, 노키아)
2	통합 지능평면 데이터 관리 효율[주2)]	%	120	150	-	도메인별 관리 (EU/에릭슨, 노키아)
3	통합 지능평면 자동화 수준[주3)]	레벨	3	4	-	2 (EU/에릭슨, 노키아)

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
4	AI로 대체된 제어 정책[주4)]	개	2	5	-	0 (EU/에릭슨, 노키아)
5	수요기업 적합성 평가[주5)]	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 통합 지능평면을 중심으로 RAN, Transport, Core, Data, OAM 도메인의 데이터 수집 및 추론값의 연계 범위로 정의하며, 통합 지능평면과 데이터 수집, 데이터 공유, 추론 결과 등의 연계 인터페이스를 제공하는 도메인 수로 확인

주2) 도메인별 데이터 관리 대비 통합 지능평면 도입에 따른 데이터 관리 효율성으로 정의하며, 도메인간 데이터 중복 요청시 도메인별 데이터 관리에 따른 전송 오버헤드와 통합 지능평면의 데이터 코디네이션을 통한 전송 오버헤드를 비교 산정하여 확인

주3) 3GPP TR 28.810 표준문서에 근거한 모바일 네트워크 자율화 수준으로 정의하며, 현재의 데이터 분석 결과를 도출하는 레벨2 수준에서 의사결정의 지원여부(레벨3)와 자율적 의사결정(레벨4) 수준을 비교하여 확인

주4) AI 기술에 기반하여 모바일 네트워크의 성능 및 품질 관리를 위해서 도출된 제어 정책의 개수로 정의하며, AI 기술을 통하여 도출된 세션 및 자원 제어 정책의 종류를 확인 (예: 라우팅, QoS, 네트워크 슬라이싱, 전송, OAM 정책 등)

주5) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 6G 통합 지능평면 구조 기술 개발
  - 6G 통합 지능평면 유스케이스 및 서비스 시나리오 도출
  - 6G 통합 지능평면 개념 정립, 요구사항 분석 및 정의
  - 6G 통합 지능평면 구조/기능/인터페이스 개발
- 6G 통합 지능평면 실시간/비실시간 데이터 취득 및 처리 기술 개발
  - 도메인간 데이터 요청 및 제공 인터페이스 기술
  - 6G 통합 지능평면 데이터의 수집 및 분배 효율화 기술
  - 도메인간 학습 데이터 추출/분류/변환 기술
- 6G 통합 지능평면 추론을 위한 도메인간 코디네이션 기술 개발
  - 도메인 통합형 통계 및 추론 데이터 저장 및 현행화 기술
  - 요청 기반 도메인 통계 및 추론 도출 기술
  - 도메인간 추론 결과 재구성 및 사전 검증 기술
- 6G 통합 지능평면 학습환경 구성 및 워크플로우 자동화 기술 개발
  - 단일 도메인 학습/검증 시뮬레이션/테스트베드 구성 기술
  - 다중 도메인 학습/검증 시뮬레이션/테스트베드 통합 기술
  - 가상 학습/검증 환경 워크플로우 구성 및 프로비저닝 기술

ㅇ 6G 통합 지능평면 기반 네트워크 제어 최적화 기술 개발
- 분산 강화학습 기반 단일 도메인 제어 최적화 기술
- 다중 에이전트 강화학습 기반 통합 도메인 제어 최적화 기술
- 제어 최적화 품질 및 신뢰성/안정성 검증 기술

ㅇ 6G 통합 지능평면 핵심기술 3GPP 국제표준화 추진
- 통합 도메인 데이터 인터페이스 및 정보모델
- 지능평면 구조 및 인터페이스
- 크로스 도메인 학습 및 추론 공유 기술

ㅇ 6G 통합 지능평면 기술개발에 대한 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연

6. 기대 효과

ㅇ 도메인에 종속된 현재의 지능화 기술 한계를 극복하는 6G 네트워크 통합 지능평면 기술 글로벌 선도

ㅇ 서비스 공간 확대, 분산 가속화로 인해 복잡도가 증가하는 6G 네트워크 환경에서 네트워크 운영 관리의 지능화를 통해 자원/기능 효율화 및 사용자 서비스 품질 보장

ㅇ CN, RAN, OAM 등 개별 도메인에서의 데이터 수집, 분석 수준을 넘어 도메인간 지능화 연계를 통해 6G 네트워크의 운용관리를 보다 효율화하고 분석/예측뿐만 아니라 최적의 네트워크 제어값 제시 가능

ㅇ 다양한 6G 응용 서비스를 안정적이고 비용 효율적으로 제공하기 위한 지능형·자율형 6G 네트워크 구축 및 이를 통한 B2B 서비스 시장 확산 기여

ㅇ 통합 지능평면 기반 6G 네트워크의 성능 최적화를 통해 메타버스, AI 응용 등 B2C 영역에서의 6G 킬러 서비스에 대한 사용자 체감 품질 향상 및 시장 견인 기여

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 6억원 이내
ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 126억원 이내 (1단계 70억원 → 2단계 56억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	600 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	3,100 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	3,300 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,800 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,800 백만원 이내
합계		-	57개월	12,600 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

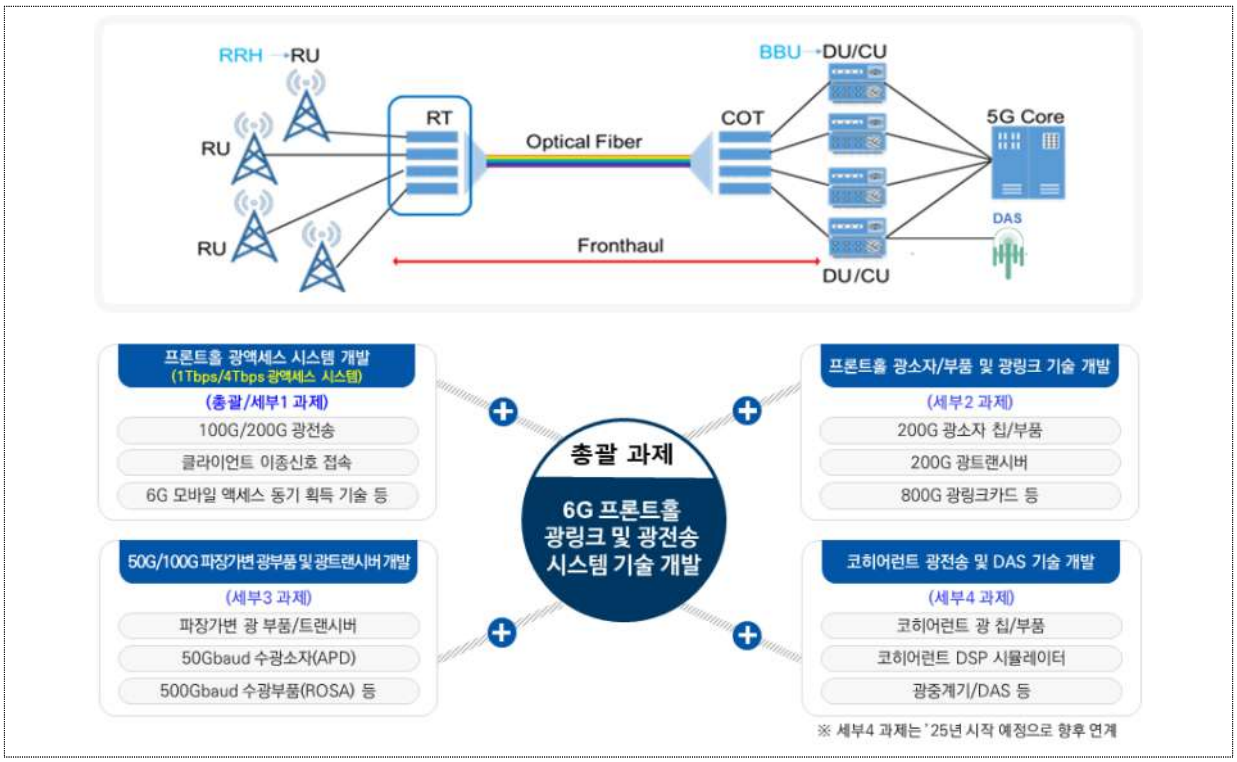
관리번호	2024-052	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신전파)-중분류(차세대통신) -소분류(유선통신시스템)-세분류(액세스/에지 네트워크 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 프론트홀 광링크 및 광전송 시스템 기술 개발	
세부과제명	**(세부1) 6G 플렉서블 모바일 광액세스 시스템 기술 개발** (세부2) 6G 무선액세스 프론트홀 광링크용 파장당 100/200Gbps 광소자 부품 및 광링크 기술 개발 (세부3) 6G 무선액세스용 지능형 50Gbps/100Gbps 파장가변 광부품 및 광트랜시버 기술 개발 (세부4) 6G 광액세스용 코히어런트 광전송 및 DAS 기술 개발 ('25년~ 추진예정)	

1. 개요

○ **(총괄)** 6G 무선액세스를 위한 광액세스 시스템, 프로트홀 광링크용 광소자 및 기술, 광부품 및 광트랜시버, 코히어런트 광전송 기술 등 핵심 기술 개발

- (세부1) 파장당 100/200Gbps 인터페이스를 지원하는 1Tbps/4Tbps급의 모바일 광액세스 시스템
- (세부2) 6G 무선액세스 프론트홀 광링크용 파장당 100Gbps/200Gbps 광소자 부품 및 광링크 기술
- (세부3) 6G 무선액세스용 지능형 50Gbps/100Gbps 파장가변 광부품, 수광부품 및 광트랜시버
- (세부4) 6G 광액세스용 코히어런트 광전송(칩, 모듈, 신호처리 등) 및 DAS 기술

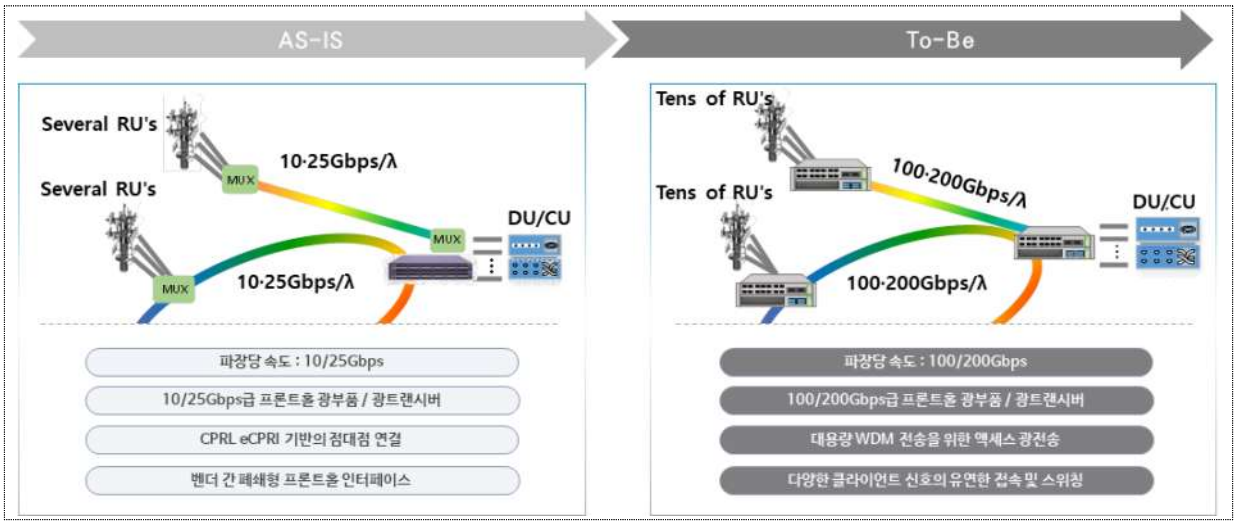
< 총괄-세부 과제간 연계도 >



○ **(세부1)** 6G 모바일 액세스망에서 CU/DU-RU의 모바일 장비를 수십 km의 광섬유 선로로 연결하고 다양한 클라이언트 신호 접속 및 망구성이 가능한 플렉서블 모바일 광액세스 시스템 기술 개발

- 채널당 100/200Gbps 속도의 1Tbps/4Tbps급 모바일 광액세스 시스템 개발
- 다양한 클라이언트 신호 접속과 유연한 망구성이 가능한 광액세스 시스템 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

ㅇ (기존 기술현황)

- RU-DU 간의 프론트홀은 통상 10~20km, DU-CU 간의 미드홀은 통상 40km 이내에서 최대 80km까지 거리로 구축되며 eCPRI 및 O-RAN 기술 등 패킷 기반의 모바일 광액세스 전송과 통계적 다중화 기술로 대역폭의 효율적 운영
- 현재 5G에서는 eCPRI 25Gbps를 주 신호로 이용하고 5G 광액세스에서는 10Gbps 및 25Gbps의 광전송 기술을 주로 이용
- 5G 모바일 프론트홀에서 사용하고 있는 파장당 10Gbps/25Gbps 광링크 기술과 500Gbps급 광액세스 시스템 기술로는 6G 모바일 프론트홀의 100Gbps~1Tbps급의 초고속 대용량 데이터 전송을 실현하는데 한계

ㅇ (필요성)

- 대용량 무선데이터 및 0.1msec 이하의 초저지연 6G 기지국 프론트홀을 지원하기 위해서는 파장당 100Gbps/200Gbps급의 다양한 인터페이스를 지원하는 대용량 플렉서블 프론트홀 광전송시스템 기술이 요구됨

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

- 6G 모바일 프론트홀 광전송장비 제조업체
- 6G 이동통신 사업자(MNO, MVNO 등 포함), 6G 기반 특화망 사업자

○ (협력방안)

– (수요처 협력)

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G 프론트홀 광링크 및 광전송 시스템 기술 개발 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

– (과제 간 협력)

· 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 사업 내 관련 총괄과제들 간 상호 연계·협력 추진

· 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

– (6G사업단(IITP)) 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

○ (최종목표) 파장당 100/200Gbps 인터페이스를 지원하는 1Tbps/4Tbps급 용량의 모바일 광액세스 시스템 개발

– 클라이언트 이종 신호 접속 및 집성 기술 개발

– 200Gbps급 신호 정합 인터페이스 기술 개발

– 시스템 제어관리 및 전송성능 확보 기술 개발

– 1Tbps/4Tbps급 모바일 광액세스 시스템 기술 개발

– 4Tbps급 모바일 광액세스 시스템 6G 통합기술시연

○ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 1Tbps급 모바일 광액세스 시스템 개발 - 다양한 클라이언트 이종 신호 접속 기술 - 100Gbps PAM4 정합 인터페이스 기술 - 5G Adv. 모바일 엑세스 동기 획득 기술 - 모바일 액세스 WDM 광전송 및 시스템 제어관리 기술 ■ Pre-6G 기술시연(1종) - 1Tbps급 모바일 광액세스 시스템
2단계	■ 4Tbps급 모바일 광액세스 시스템 개발 - 200G급 신호정합 인터페이스 기술 및 시스템 전송성능 확보 기술 개발 - 패킷 기반의 클라이언트 이종신호 접속 기술 - 6G 모바일 액세스 동기 획득 기술 - 시스템 제어관리 및 전송성능 확보 기술 개발 ■ 통합기술시연(1종) - 4Tbps급 모바일 광액세스 시스템

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	모바일 광액세스 시스템 전송 용량 (양방향)주1)	Tbps	1	4	0.15	0.45 (핀란드/Nokia)
2	WDM 파장당 전송 속도주2)	Gbps	100	200	25	25 (핀란드/Nokia)
3	WDM 광전송 파장 수주3)	개	5	10	-	-
4	클라이언트 이종 신호 접속 용량주4)	Gbps	100	200	-	-
5	수요기업 적합성 평가주5)	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 파장당 100G/200G 전송 채널 수의 총 용량
- 1단계 목표치 1Tbps의 경우, 클라이언트 이종 신호 인터페이스의 총 용량 500Gbps, 프론트홀 네트워크 인터페이스 총 용량 500Gbps로 구성하여, 1Tbps의 양방향 신호를 수용하는 시스템 용량
- 2단계 목표치 4Tbps의 경우, 클라이언트 이종 신호 인터페이스의 총 용량 2Tbps, 프론트홀 네트워크 인터페이스 총 용량 2Tbps로 구성하여, 4Tbps의 양방향 신호를 수용하는 시스템 용량

주2) 각 파장당 전송 속도로 프론트홀 전송구간의 광트랜시버에서 출력되는 광신호의 속도 측정

주3) WDM 전송구간의 광 전송 파장 수, 광 스펙트럼 분석기(OSA)로 측정
- 1단계의 경우, 파장 당 전송 속도 100Gbps, 프론트홀 네트워크 인터페이스 총 용량 500Gbps를 만족하기 위하여 WDM 광전송 파장 수는 5개로 정의
- 2단계의 경우, 파장 당 전송 속도 200Gbps, 프론트홀 네트워크 인터페이스 총 용량 2Tbps를 만족하기 위하여 WDM 광전송 파장 수는 10개로 정의

주4) 낮은 속도의 여러 개의 클라이언트 이종 신호를 집성하고 WDM 파장 채널을 이용하여 프론트홀 전송하는 방식에서 클라이언트 이종 신호 집성용량을 정의
- CPRI, eCPRI, ethernet, O-RAN등의 클라이언트 신호를 생성 및 분석하는 클라이언트 신호 분석기로 신호를 생성하여 전송 성능을 측정하고 신호분석기에서 생성 및 수신된 신호의 총 용량을 측정
- 클라이언트 신호는 Ethernet, eCPRI, O-RAN 인터페이스를 포함

주5) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ 1Tbps급 모바일 광액세스 시스템 개발

- 다양한 모바일 클라이언트 이종 신호 접속 기술
- 100Gbps 신호 정합 인터페이스 기술 및 정합카드 개발
- Pre-6G 모바일 광액세스 time synchronization 기술
- 모바일 액세스망 WDM 광전송 기술
- 시스템 연동을 위한 제어 관리 기술

- 4Tbps급 모바일 광액세스 시스템 개발
  - 패킷 기반의 모바일 클라이언트 이종 신호 접속 기술
  - 200Gbps 신호 정합 인터페이스 기술 및 정합카드 개발
  - 6G 모바일 광액세스 time synchronization 기술
  - 모바일 액세스망 WDM 광전송 기술
  - 시스템 연동 제어 관리 기술 및 전송 성능 확보 기술
- 1Tbps/4Tbps급 광전송용량 지원을 위한 광링크 기술개발에 대한 Pre-6G 기술 시연 및 통합기술 시연
- (총괄) 6G 플렉서블 모바일 광액세스 시스템 기술 개발 관련 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연 등을 위한 세부 과제간의 통합 협력 체계 구성 및 총괄

6. 기대 효과

- 6G 플렉서블 모바일 광액세스 시스템 기술 개발을 통해 6G 조기 실증 및 상용화 기반 마련하여 향후 6G 모바일 시스템에 대한 글로벌 주도권을 확보
- 초광대역 6G 서비스의 조기 상용화를 마련하고 초광대역 6G 서비스의 일상적 제공 및 새로운 트렌드를 견인하여 사회 전반의 초연결 디지털 정보시대를 구현
- 5G와 차별화된 모바일 프론트홀 광전송 기술을 확보하여 6G 모바일 광전송 장비 경쟁력 확보

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 10억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 110억원 이내(1단계 68억원 → 2단계 42억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	1,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	3,300 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,500 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,000 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,200 백만원 이내
합계		-	57개월	11,000 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-053	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신전파)-중분류(차세대통신) -소분류(통신단말/부품)-세분류(통신 모듈/부품)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 프론트홀 광링크 및 광전송 시스템 기술 개발	
세부과제명	(세부2) 6G 무선액세스 프론트홀 광링크용 파장당 100/200Gbps 광소자 부품 및 광링크 기술 개발	

1. 개요

○ 6G 이동통신 망에서 무선기지국과 집중국사 간의 초고속, 대용량 및 저지연 성능의 광링크 구현을 위한 파장당 100Gbps/200Gbps급 광소자 칩, 부품, 광트랜시버 및 광링크 기술 개발

– 광파장당 100Gbps/200Gbps급 광소자 칩, 부품, 광트랜시버 기술 개발

– 50Gbps/200Gbps 무선전송용량 및 0.1msec 이하의 저지연 속도를 요구하는 6G 무선기지국의 프론트홀 DU-RU 광링크 기술 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

– 5G 이동통신 기지국 및 프론트홀 망은 파장당 10Gbps/25Gbps급 광링크 속도로 25Gbps급 이하의 광트랜시버와 CWDM/LWDM/DWDM 방식의 파장 다중화 기술을 적용 중

– 광신호 chirp 및 색분산(chromatic dispersion) 등의 문제로 광전송 신호품질이 저하됨에 따라, 국내 이동통신용 망에서 25Gbps 이상급의 경우 1,310nm 중심의 O-band 대역, 10Gbps급의 경우는 O-band에서 C-band까지 넓은 대역폭을 활용 중

– 기존의 파장당 10Gbps/25Gbps 광소자, 부품, 광트랜시버 및 광링크 기술로는 6G 모바일 기지국 및 프론트홀에서 요구하는 100Gbps~1Tbps급 초고속 대용량 데이터 전송 구현에 한계

ㅇ (필요성)

- 대용량 무선데이터 및 0.1msec 이하의 초저지연의 6G 기지국 프론트홀을 지원하기 위해서는 파장당 100Gbps/200Gbps급 세기 변조 및 직접수신 방식의 광소자 칩, 부품, 광트랜시버 기술 필요
- 파장당 100Gbps/200Gbps 광전송을 위한 프론트홀용 광소자 구조 및 소자 광신호 변조/복조 기술과 광트랜시버 HW 설계 기술의 개발 필요
- 6G 기지국 프론트홀 망연동/실증을 위한 기지국 신호 인터페이스 기술 및 광링크 정합기술의 개발 필요

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

- 광소자 칩 및 부품 관련 광트랜시버・모듈 제조업체
- 프론트홀/백홀 광전송장비 제조업체 및 6G 이동통신 사업자

ㅇ (협력방안)

- (수요처 협력)
  ・수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G 프론트홀 광링크 및 광전송 시스템 기술 개발 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  ・본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)
- (과제 간 협력)
  ・성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축
- (6G사업단(IITP)) 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ (최종목표) 6G 무선액세스 프론트홀 광링크용 파장당 100Gbps/200Gbps 광소자 부품 및 광링크 기술 개발

- 파장당 200G급 PAM4 소자 및 광부품 기술 개발
- 200G-10km급 광트랜시버 기술 개발
- 200G급 프론트홀 인터페이스 기술 개발
- 200Gbps급 무선전송 지원 무선액세스 프론트홀 광링크 시연('28)

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 파장당 100Gbps급 광소자, 부품 및 광링크 기술 개발 - 파장당 100G급 PAM4 소자 및 광부품 기술 개발 - 100G-20km급 광트랜시버 기술 개발 - 100G 프론트홀 인터페이스 기술 개발 - 100G-20km급 광링크 기술 및 400Gbps 광링크 정합 기술 개발 ■ Pre-6G 기술시연(4종)
2단계	■ 파장당 200Gbps급 광소자, 부품 및 광링크 기술 개발 - 파장당 200G급 PAM4 소자 및 광부품 기술 개발 - 200G-10km급 광트랜시버 기술 개발 - 200G 프론트홀 인터페이스 기술 개발 - 파장당 200Gbps 광링크 지원 채널카드 기술 개발 - 200G-10km급 광링크 기술 및 800Gbps 광링크 정합 기술 개발 ■ 통합기술시연(4종) ■ 최종결과물(4종) - 파장당 200Gbps 광원소자 칩 - 파장당 200Gbps 광원부품(TOSA) - 파장당 200Gbps 광트랜시버 - 800Gbps 광링크 정합카드(200Gbps x 4체널)

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	파장당 속도[주1)]	Gbps	100	200	100G@소자/부품, 25G@프론트홀 RU-DU	100G(일본/Sumitomo), 25G(미국/AT&T)
2	3dB 대역폭[주2)]	GHz	≥45	≥65		
3	파장 채널[주3)]	채널	4 @100G	4 @200G/ 8 @100G	LWDM 6파장 @25G, DWDM/CWDM @10G/25G	LWDM 6파장 (일본/Sumitomo),
4	TDECQ, max[주4)]	dB	3.6	3.6	-	-
5	전송거리[주5)]	km	20@100G	10@200G	20km+@ NRZ 25G	25 (일본/Sumitomo)
6	수신 Sensitivity[주6)]	dBm	≤-6.8	≤-6.8		-7.6 (일본/Sumitomo)
7	인터페이스 링크 용량[주7)]	Gbps	400	800	200	200(한국/HFR)
8	수요기업 적합성 평가[주8)]	-		4건이상		

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 광신호 변조 및 광수신은 PAM4 변조의 세기변조 및 직접 수신방법(IM/DD: intensity modulation/direct detection)
이더넷신호 분석기를 통해 100Gbps/200Gbps 데이터 전송 후 수신된 데이터 속도 측정

주2) 소자 칩의 f3dB, E/O 응답특성으로 소자의 동적 성능 측정

주3,4,5) 성능지표는 100Gbps-20km, 200Gbps-10km 시험조건에서 TDECQ 값을 만족
광트랜시버와 인터페이스 카드는 목표 전송거리에서 성능 값을 만족

주6) 수신감도는 BER=$2x10^{-3}$, 동작환경(super IT) 기준을 만족
광소자 칩/부품은 –40℃~+90℃, 광트랜시버는 -40℃~+85℃ 환경조건 기준

광소자 칩의 출력은 3dBm 이상

주7) 400Gbps는 100Gbps 4채널, 800Gbps는 200Gbps 4채널 기준
6G 모바일 기지국 인터페이스 신호는 eCPRI 와 O-RAN 신호를 지원

주8) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

ㅇ 파장당 100Gbps/200Gbps급 외부변조 집적형 광소자 칩 개발
- 변조기/광원 일체형 구조 설계 기술 개발
- 고속변조 광소자, CoC 설계 기술 개발
- InAlGaAs 고품의 에피 및 공정 기술 개발
- PAM4용 저잡음, 고선형 소자 특성 확보 및 전송성능 최적화 기술 개발
- LWDM 또는 DWDM 6채널, 파장당 200Gbps 집적형 광소자 개발
- 소자 칩 신뢰성 확보 기술 개발

ㅇ 파장당 100Gbps/200Gbps급 광부품 기술 개발
- 고온 동작 집적형 광소자 개발
- 고속 동작 TOSA 설계 및 제작 기술 개발.
- 100GHz 급 EVB 설계 및 제작 기술 개발

ㅇ 파장당 PAM4 100Gbps/200Gbps급 광트랜시버 개발
- 고속, 동작환경 및 저전력 소모 TOSA 개발 (super IT-grade
- 65GHz 이상의 응답특성을 가지는 광전 부품 개발
- 200Gbps급 TOSA 개발 및 부품 신뢰성 확보 기술 개발
- 파장당 200Gbps급 광트랜시버 개발(LWDM 또는 DWDM 6채널 이상)
- PAM4 광신호의 검출/평가/분석 기술 개발

ㅇ 파장당 100Gbps/200Gbps급 인터페이스 기술 개발
- 파장당 100GGbps/200Gbps 광링크 기술 개발
- 고속, 동작환경 및 저잡은 HW 설계 기술 개발
- 6G 기지국 링크를 위한 동기획득 기술 개발
- 6G 기지국 인터페이스 신호 링크 기술 개발
- 400Gbps/800Gbps 광링크 정합카드 기술 개발
- 프론트홀 광전송 신호의 검출/평가/분석 기술 개발

ㅇ 50Gbps/200Gbps급 무선전송용량 지원을 위한 광링크 기술개발 관련 Pre-6G 기술 시연 및 통합기술 시연, 핵심부품 확보

구분	주요내용
Pre-6G 기술시연	50Gbps급 기지국 프론트홀 광링크 실증 ‣파장당 100Gbps 광원소자 칩 ‣파장당 100Gbps 광원부품(TOSA) ‣파장당 100Gbps 광트랜시버 ‣400Gbps 광링크 정합카드(100Gbps x 4채널)
6G통합기술시연	200Gbps급 기지국 프론트홀 광링크 실증 ‣파장당 200Gbps 광원소자 칩 ‣파장당 200Gbps 광원부품(TOSA) ‣파장당 200Gbps 광트랜시버 ‣800Gbps 광링크 정합카드(200Gbps x 4채널)

※ 시연 세부조건은 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적으로 자유롭게 제시

6. 기대 효과

- 6G 프론트홀 기지국용 광소자 부품 및 링크 기술 개발을 통해 6G 조기 실증 및 상용화 기반 마련으로 6G 모바일 시스템에서의 글로벌 주도권을 확보
- 초광대역 6G 서비스의 조기 상용화를 마련하고 초광대역 6G 서비스의 일상적 제공 및 새로운 트렌드를 견인하여 사회 전반의 초연결 디지털 정보시대를 구현
- 5G와 차별화된 모바일 프론트홀 기지국용 광소자 부품 및 링크 기술을 확보하여 6G 모바일 광전송 장비 경쟁력 확보

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 10억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 131억원 이내(1단계 79억원 → 2단계 52억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	1,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	3,600 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	3,300 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,500 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,700 백만원 이내
합계		-	57개월	13,100 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-055	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신・전파)-중분류(차세대통신) -소분류(유선통신 시스템)-세분류(액세스/에지 네트워크 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G・6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 유무선 통합 광액세스 시스템 및 광부품 기술 개발	
세부과제명	**(세부1) 6G 유무선 통합 광액세스 시스템 기술 개발** (세부2) 6G 개방화, 가상화 지원 PON MAC 칩 기술 개발	

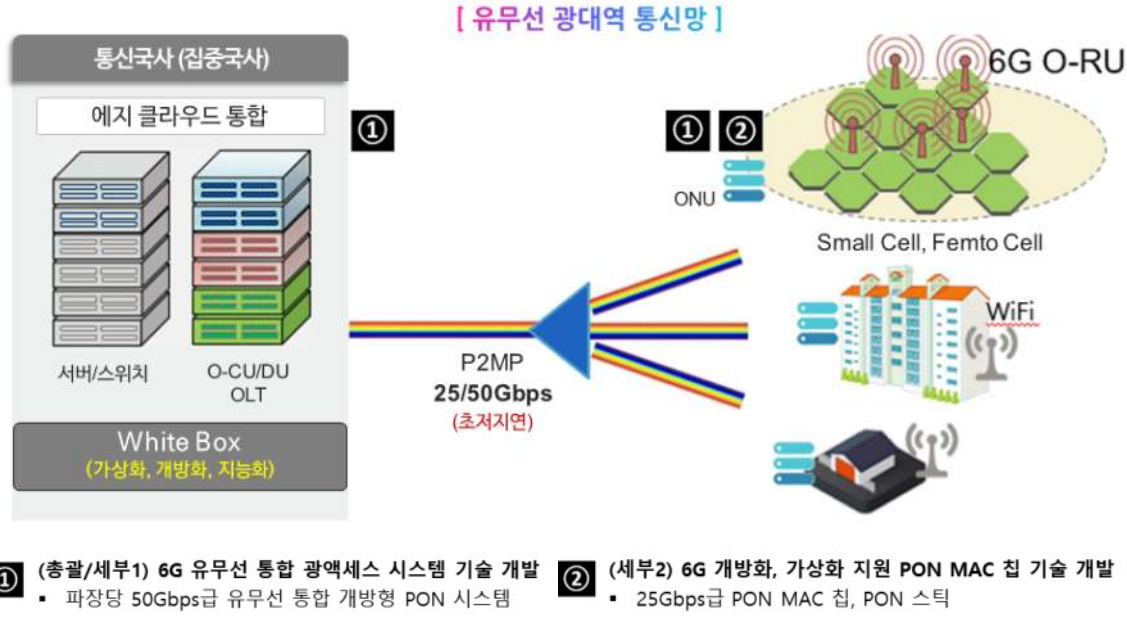
1. 개요

○ **(총괄)** 6G 시대의 다양한 융합 서비스를 수용하기 위해 고속화, 개방화, 지능화를 지원하는 유무선 통합 광액세스 네트워크 시스템 및 부품 기술 개발

– (세부1) 초연결 서비스 제공을 위해 파장당 25Gbps 및 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템 기술

– (세부2) 고속화/개방화/가상화 지원을 위해 MAC 칩이 내장된 PON 스틱과 화이트박스 형태의 스위치를 결합한 PON 기술

< 총괄-세부 과제간 연계도 >



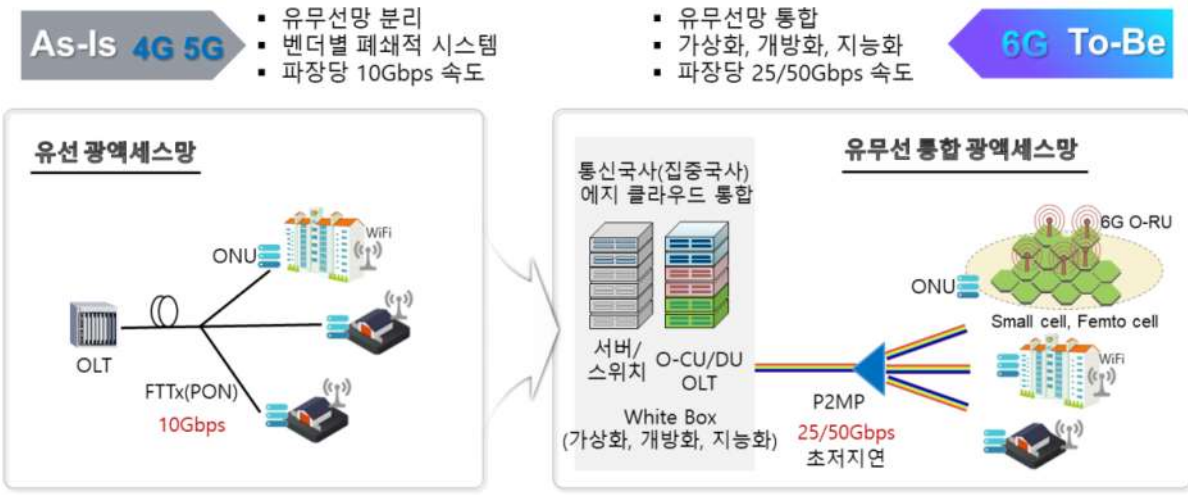
※ 세부2는 26년에 과제 종료, '26년 Pre-6G 기술 시연시 세부1과 상호 연계

○ **(세부1)** PON(Passive Optical Network) 기반 초고속 인터넷망을 활용해 6G 모바일 데이터를 수용하기 위한 파장당 25Gbps 및 50Gbps급 유무선 통합 광액세스 시스템 기술 개발

– 파장당 25Gbps급 개방형 PON 시스템 상용화 기술 개발

– 파장당 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템 기술 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

– 6G 시대의 높아지는 무선 캐리어 주파수로 인해 짧아지는 무선 구간과 넓어지는 광액세스망 구간에 대처하기 위한 효과적인 광연결 솔루션이 필요

– 초실감, 초저지연 등 6G 융합 서비스를 현재의 10기가 인터넷 기술로 수용하기에 대역폭(용량)과 지연 시간 측면에서 한계

– 벤더별, 기술별 독립적인 운용·관리 장치 및 폐쇄적 제어 인터페이스로 인해 광액세스망의 운영 관리 복잡도 증가 및 유연한 신규 기능의 추가·변경에 제약

○ (필요성)

– 점대다점(Point-to-Multipoint) 방식의 PON을 기반으로 많은 광연결이 필요한 6G 서비스를 효율적으로 수용하는 유무선 통합 광액세스망 기술 개발 필요

– 디지털트윈, 자율주행차 등 6G 융합 서비스를 수용하기 위해 현재의 10기가 인터넷을 뛰어 넘는 파장당 25Gbps, 50Gbps급 광액세스 시스템 개발 필요

– 다양한 광액세스 기술과 벤더를 수용할 수 있는 개방화/가상화 기술 및 자원을 효율적으로 관리할 수 있는 지능화 기술 개발 필요

3. 수요분석

○ (주요 수요처)

– PON 기반 유·무선 통합 광액세스망 관련 통신사업자

○ (협력방안)

– (수요처 협력)

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 6G 유무선 통합 광액세스 시스템

및 광부품 기술 개발 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

– **(과제 간 협력)**

· 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 사업 내 관련 총괄 과제들 간 상호 연계·협력 추진

· 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

– **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

○ (최종목표) 폭증하는 모바일/인터넷 트래픽 수용과 초연결 서비스 제공을 위한 파장당 25Gbps 및 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템 기술 개발

– 파장당 25Gbps급 개방형 PON 시스템 상용화 기술 개발

– 파장당 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템 기술 개발

○ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 파장당 25Gbps급 개방형 PON 시스템 상용화 기술 개발 ■ Pre-6G 기술시연(1종) - 파장당 25Gbps급 개방형 PON 시스템
2단계	■ 파장당 50Gbps급 유무선 통합 개방형 50Gbps급 PON 시스템 기술 개발 ■ 통합기술시연(1종) - 파장당 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템 ■ 최종결과물(1종) - 파장당 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템

○ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	파장당 전송 속도[주1)]	Gbps	25	50	10	25 (EU/노키아)
2	MAC 전송 속도[주2)]	Gbps	25	50	10	25 (EU/노키아)
3	PON 지연 편차[주3)]	μsec	2	0.2	-	-
4	수요기업 적합성 평가[주4)]	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) IEEE, ITU-T 등에서 표준화된 PON 속도로 정의하며 시스템에 장착되는 광트랜시버의 송수신 신호의 전송 속도로 확인

주2) IEEE, ITU-T 등에서 표준화된 PON 속도로 정의하며 시스템에 장착된 MAC의 물리적 인터페이스 속도 및 패킷 처리 용량으로 확인

주3) ONU와 OLT 사이의 상향 링크에서 패킷 전송에 소요되는 시간의 변화량으로 정의하며 계측기(packet generator, analyzer 등)를 이용하여 확인

주4) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 파장당 25Gbps급 개방형 PON 시스템* 상용화 기술 개발
  - 상하향 25G Symmetric 광전송 및 MAC 기술 개발
  - 시간 동기화 및 고속 PON ToD (Time of Day) 전달 기술 개발
  - 상향 전송 지연 편차(jitter) 저감 기술 개발
  - SW 기반 OLT/ONU 가상화 기술 개발
  - 멀티 벤더/기술 OLT/ONU 수용 개방화 기술 개발
- 파장당 50Gbps급 유무선 통합 개방형 PON 시스템※ 기술 개발
  - 파장당 50Gbps급 세기 변조 기반 optical PMD 기술 개발
  - 파워 버짓 확보를 위한 고감도 광프런트엔드 및 광링크 기술 개발
  - 스몰셀 수용을 위한 모바일 over 광액세스 기술 개발
  - 확정적(deterministic) 지연 제공 기술 개발
  - 파장당 50Gbps급 광액세스망을 위한 PON 신호처리 기술 개발
  - PON 추상화/개방화 및 PON 슬라이싱 기술 개발

* 본 과제는 PON 시스템의 용량 대신 파장당 속도만을 요구사항으로 제시함. (T)WDM 기반 멀티 파장 지원 등 PON 시스템 고용량화/다기능화를 위한 개발은 자유롭게 제시 가능

- 유무선 통합 개방형 PON 시스템 개발에 대한 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연
- (총괄) 6G 유무선 통합 광액세스 시스템 및 광부품 기술개발 관련 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연 등을 위한 세부 과제간의 통합 협력 체계 구성 및 총괄

6. 기대 효과

- 6G, WiFi-X 등 무선구간의 속도가 높아질수록 짧아지는 무선구간과 확장되는 광액세스 구간의 솔루션 해결
- 공간컴퓨팅, 메타버스, 디지털 트윈 등 6G 초실감, 초저지연 등 융합 서비스를 언제 어디서나 이용하고, 보편적 정보 접근권 보장
- 5G, 10기가 인터넷 등으로 마련한 광액세스 분야의 기술/산업 경쟁력을 유지하고 국내 관련 기업의 고성장과 글로벌 시장 진출

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 8억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 94억원 이내 (1단계 53억원 → 2단계 41억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	800 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,500 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,000 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,000 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,100 백만원 이내
합계		-	57개월	9,400 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-056	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(유선통신 시스템)-세분류(액세스/에지 네트워크 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 유무선 통합 광액세스 시스템 및 광부품 기술개발	
세부과제명	(세부2) 6G 개방화, 가상화 지원 PON MAC 칩 기술 개발	

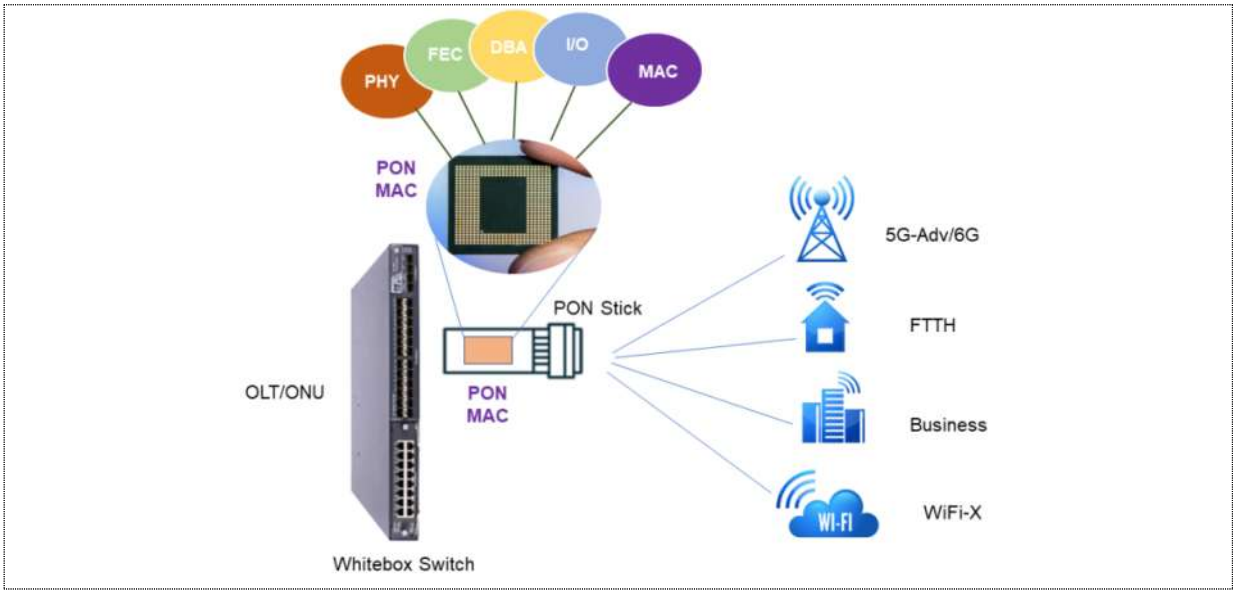
1. 개요

○ PON (Passive Optical Network)의 다양한 기능을 제공하는 MAC 칩이 내장된 PON 스틱(Stick)과 화이트박스 형태의 스위치를 결합하여 고속화/개방화/가상화를 지원하는 PON 기술 개발

- 25Gbps급 PON MAC 칩(ASIC/FPGA) 개발
- 25Gbps급 PON 스틱 및 화이트박스 스위치 기반 ONU 개발

※ PON 스틱: PON MAC 칩과 광송수신 기능을 광트랜시버와 동일한 폼팩터의 스틱 형태로 구현한 모듈(제품)

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

- 셀프(shelf) 형태로 구성된 시스템과 목적별로 구성하는 시스템으로 인해 네트워크 구조 및 환경별 맞춤형 솔루션 제공 기술 미흡
- PON MAC과 광트랜시버를 별도의 시스템으로 구성하고 ONU(Optical Network Unit)를 사용자 구간에 설치하여 초고속 인터넷/모바일 서비스를 제공하는 현재의 방식은 액세스망 HW 복잡도를 증가시키며 경제성 확보에 한계가 있음

ㅇ (필요성)

- 모바일, WiFi, 비즈니스, 초고속 인터넷 등 다양하고 복잡해지는 서비스 형태를 용이하게 수용하기 위한 광액세스 기술 필요
- 단순한 형태의 HW 플랫폼을 바탕으로 SW 기반 추상화/가상화/지능화를 통해 미래의 액세스망이 요구하는 다양한 요구사항을 신속하게 수용 필요
- PON MAC 칩이 내장된 PON 스틱을 통해 광액세스 분야 시장 진출을 위한 기술·가격 경쟁력 확보 필요

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

- PON 장비 제조사, PON 기반 유무선 통합 광액세스망 관련 통신사업자

ㅇ (협력방안)

- (수요처 협력)

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 PON MAC 칩, PON 스틱 개발 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

- (과제간 협력)

· 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

- (6G사업단(IITP)) 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ (최종목표) PON의 다양한 기능을 제공하는 MAC 칩이 내장된 PON 스틱과 화이트박스 형태의 스위치를 결합하여 고속화/개방화/가상화를 지원하는 PON 기술 개발

- 25Gbps급 PON MAC 칩, PON 스틱 개발 및 기능 검증
- Pre-6G 기술시연(2종) : 25Gbps급 PON MAC 칩, 25Gbps급 PON 스틱
- 최종결과물(2종) : PON MAC 칩(25Gbps급), PON 스틱(25Gbps급)

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치	연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
1	25Gbps PON MAC 검증 레벨 주1)	형태	ASIC/FPGA	FPGA	ASIC/FPGA
2	PON MAC 속도 주2)	Gbps	25	10	10 (미국/AT&T)

성능지표		단위	연구개발 목표치	연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
3	PON 스틱 속도 주3)	Gbps	25	10	10 (미국/AT&T)
4	수요기업 적합성 평가 주4)	-	2건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 25Gbps PON MAC 소자의 형상으로 정의하며 PON 기능을 지원하는 칩의 형태(ASIC 또는 FPGA)와 패킷 처리 속도 등을 확인

주2) IEEE, ITU-T 등에서 표준화된 PON 속도로 정의하며 MAC의 물리적 인터페이스 속도 및 패킷 처리 용량으로 확인

주3) PON MAC 칩이 내장된 PON용 광트랜시버의 광전송 속도로 정의하며, 광트랜시버의 전송 속도로 확인

주4) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표

- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 25Gbps급 PON MAC 칩, PON 스틱 개발 및 기능 검증
  - 이더넷 신호 처리, 프레이밍 구조 설계 기술 개발
  - 25Gbps급 CDR (Clock/Data Recovery) 및 SerDes 설계 기술 개발
  - UNI (User-Network Interface) 설계 기술 개발
  - Soft Decision 기반 오류 정정 기술 개발
  - PON MAC 칩 내장 PON 스틱 구조 설계 기술 개발
  - 화이트박스/PON 스틱 기반 가상화/추상화 기술 개발
- 6G 개방화, 가상화 지원 PON MAC 칩 기술 개발 및 Pre-6G 기술시연, 핵심부품 확보

6. 기대 효과

- 6G, WiFi-X 등 무선구간의 속도가 높아질수록 짧아지는 무선구간과 확장되는 광액세스 구간의 솔루션 해결
- 메타버스, 디지털 트윈 등 6G 초실감 및 초저지연 융합 서비스 기반 마련
- 5G, 10기가 인터넷 등으로 마련한 광액세스 분야의 기술·산업 경쟁력을 확보하고 기업 성장과 글로벌 시장 진출

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 3년 이내
- **'24년 정부지원연구개발비** : 5억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 36억원 이내

구분	기간	개월수	정부지원연구개발비
1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	500 백만원 이내
2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	1,700 백만원 이내
3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,400 백만원 이내
합계	-	33개월	3,600 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 중소·중견기업

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ), 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

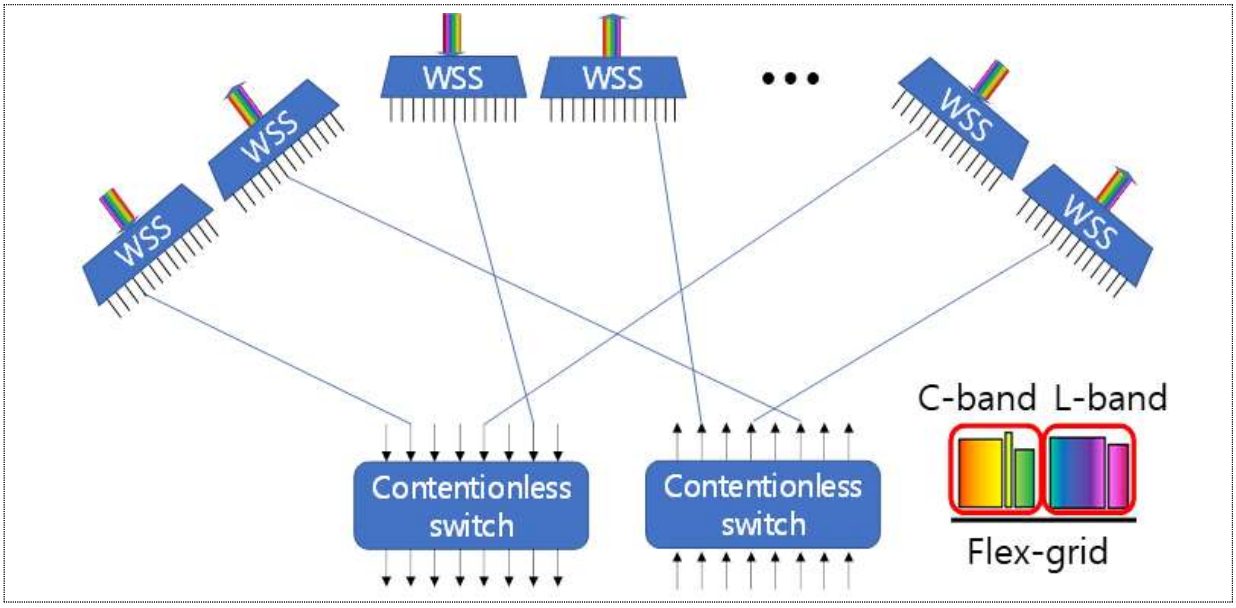
관리번호	2024-059	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신 · 전파)-중분류(차세대통신) -소분류(유선통신 시스템)-세분류(전달 네트워크 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G · 6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 네트워킹 전달망 장비/부품 기술개발	
세부과제명	(세부3) 6G 네트워크 광스위치 모듈 및 서브 시스템 기술 개발	

1. 개요

○ 실시간 원격 수술, 완전 자율 주행 차, 플라잉 카 등 대용량 전송을 필요로 하는 6G 응용서비스 지원을 위해 CDC-F(Colorless, Directionless, Contentionless and Flexible grid) 기능 수용이 가능한 6G 네트워크 광스위치 모듈 및 서브시스템 기술 개발

- 고정밀 플렉스 그리드 기능 및 채널수를 늘인 와이드 밴드 기술이 적용된 파장 선택스위치인 WSS(Wavelength Selective Switch) 모듈 개발
- Contentionless 동작이 가능한 와이드 밴드 광 스위치 모듈 개발
- C+L 와이드 밴드 수용 및 CDC-F 기능을 가진 차세대 ROADM용 광 스위치 서브 시스템 개발

< 세부 과제 기술 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술 현황)

- 통신사업자는 일본 지역을 제외하고 C-band 활용 통신망을 구성하여 증가하는 대역폭 요구사항을 만족시켜왔으나 C-band를 이용한 광전송은 용량 한계에 직면
- 파장당 전송속도 증가에 따른 채널당 대역폭의 증가로 fixed grid 기반 파장 스위칭 시스템은 효율적인 대역폭 활용이 어려운 상황

ㅇ **(필요성)**

- 증가하는 전송 용량을 수용하기 위해 현재 80개 채널인 C-band 네트워크에 L-band 용량을 추가하여 200개 채널을 하나의 부품으로 구현 가능한 와이드 밴드 네트워크 시스템 기술 개발 필요
- 네트워크 용량을 효율적으로 확장하기 위해 고정되었던 50GHz 채널 간격을 37.5GHz 부터 400GHz이상 0.5GHz 단위로 자유롭게 조절할 수 있는 초정밀 플렉스 그리드 기술 적용 필요
- 또한, 메트로 네트워크 트래픽 효율 향상을 위해 Contentionless 기능 수용이 가능한 광스위치 및 이를 적용한 차세대 ROADM용 광 스위치 서브 시스템 개발 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 6G이동통신장비 제조사 및 통신사업자, 광전송 장비 제조사

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**

· 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 광스위치 모듈 및 서브 시스템 기술 개발 요구사항 분석 및 연구개발 수행

· 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

- **(과제간 협력)**

· 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** 메트로 구간 통신용량 증가 수용과 효율적 트래픽 처리를 위해 CDC-F 기능 수용이 가능한 광스위치 모듈 및 이를 적용한 차세대 ROADM용 광스위치 라인카드 개발

- 0.5GHz 초정밀 플렉스 그리드 및 200채널의 와이드 밴드(C+L) 파장 선택 스위치(WSS) 모듈 개발
- C+L band 수용이 가능한 ROADM용 WSS 라인카드 개발
- Contentionless 기능 구현이 가능한 와이드 밴드(C+L) 광스위치 모듈 개발
- C+L band 수용 및 CDC-F 기능을 가진 차세대 ROADM용 광스위치 라인카드 개발

ㅇ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 초정밀 플렉스 그리드 및 와이드 밴드(C+L band) 파장 선택스위치(WSS) 모듈 개발 ■ 대용량 ROADM용 WSS 라인카드 개발
2단계	■ Contentionless 기능 수용이 가능한 광스위치 모듈 개발 ■ 네트워크 운용 효율이 향상된 CDC-F ROADM용 광스위치 라인카드 개발 ■ 통합기술시연(2종) - 파장선택 스위치(WSS) 부품 모듈 - 광스위치 라인 카드 ■ 최종결과물(2종) - 파장선택 스위치(WSS) 부품 모듈 - 광스위치 라인 카드

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발전 국내수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	플렉스그리드 광스위치 포트 수 주1)	개	≧ 30	-	20	≧ 30(미국)
2	플렉스그리드 광스위치 동작대역 주2)	Band	C+L	-	C 또는 L밴드	C 또는 L밴드(미국)
3	Contentionless 광스위치 포트 수 주3)	개	-	≧ 20	-	-
4	Contentionless 광스위치 동작대역 주4)	Band	-	C+L	-	-
5	ROADM 라인카드 동작방식 주5)		CD-F	CDC-F	-	CD-F(미국)
6	수요기업 적합성 평가주5)	-	-	2건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) C+L 밴드 대역의 신호를 입력포트에 입사한 후 개별 출력포트별로 파장 스위칭을 수행하여 통과 신호의 신호품질(BER 측정 등) 및 삽입손실 측정

주2) 광스위치의 동일 입력 포트에 C-band 및 L-band 광신호를 입력하여 임의의 출력 포트로 출력되는 광신호의 삽입손실 측정 비교

주3) C+L 밴드 대역의 신호를 입력포트에 입사한 후 개별 출력포트별로 파장 스위칭을 수행하여 통과 신호의 신호품질(BER 측정 등) 및 삽입손실 측정

주4) 광스위치의 동일 입력 포트에 C-band 및 L-band 광신호를 입력하여 임의의 출력 포트로 출력되는 광신호의 삽입손실 측정 비교

주5) 서로 다른 경로 입력하는 동일 파장의 광신호를 서로 다른 출력으로 보내는 기능의 수행 가능 여부 확인

주6) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표

- 개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 0.5GHz의 초정밀 그리드 및 200채널의 와이드 밴드(C+L) 파장 선택 스위치 개발 (포트수: 30개 이상)
  - 와이드밴드 수용을 위한 구조 설계
  - Flex-grid 초정밀 대역폭 조정 구조 설계
  - 30포트 이상 와이드밴드 파장선택스위치 제작 및 평가
  - 파장선택스위치 구동 알고리듬 및 펌웨어 개발
- C+L band 수용이 가능한 ROADM용 WSS 라인카드 개발
  - ROADM용 WSS 라인카드 요구사항 정의
  - ROADM용 WSS 라인카드 구조 설계
  - C+L 밴드 동작 WSS 라인카드 제작 및 평가
  - ROADM용 WSS 라인카드 펌웨어 개발
- Contentionless 기능 구현이 가능한 와이드 밴드(C+L) 광스위치 기술 개발
  - Contentionless 광스위치 구도 설계
  - 와이드밴드 수용을 위한 구조 설계
  - 8-Degree 지원가능 와이드밴드 Contentionless 광스위치 제작 및 평가
  - 광스위치 구동 알고리듬 및 펌웨어 개발
- C+L band 수용 및 CDC-F 기능을 가진 차세대 ROADM용 광스위치 라인카드 개발
  - CDC-F 동작 ROADM 라인카드 요구사항 정의
  - ROADM용 광스위치 라인카드 구조 설계
  - 4-Degree 지원 CDC-F 동작 ROADM용 광스위치 라인카드 제작 및 평가 (최대 16Tbps Add/Drop 지원)
  - 광스위치 라인카드 펌웨어 개발
- CDC-F 수용 가능한 광스위치 모듈 및 ROADM용 광스위치 라인카드 개발 및 관련 기술 통합기술 시연, 핵심부품 확보

6. 기대 효과

- 파장 자원의 효율적이고 유동적인 사용으로 6G 대응 가능한 초고속 메트로 및 장거리 차세대 네트워크 구축이 가능
- 초정밀 플렉스 그리드 및 와이드 밴드 파장선택스위치 및 contentionless 가능 와이드 밴드 광스위치 모듈의 상용화는 새로운 광통신 부품·장비 기술과 소프트웨어 및 관련 제어 기술 시장 진입
- 관련 기술 확보 및 시장 창출로 국내 광 네트워크 산업 생태계 조성

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 5억원 이내

ㅇ **정부지원연구개발비** : 80억원 이내(1단계 47억원 → 2단계 33억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	500백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,400백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,800백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	1,600백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	1,700백만원 이내
합계		-	57개월	8,000백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 중소·중견기업

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

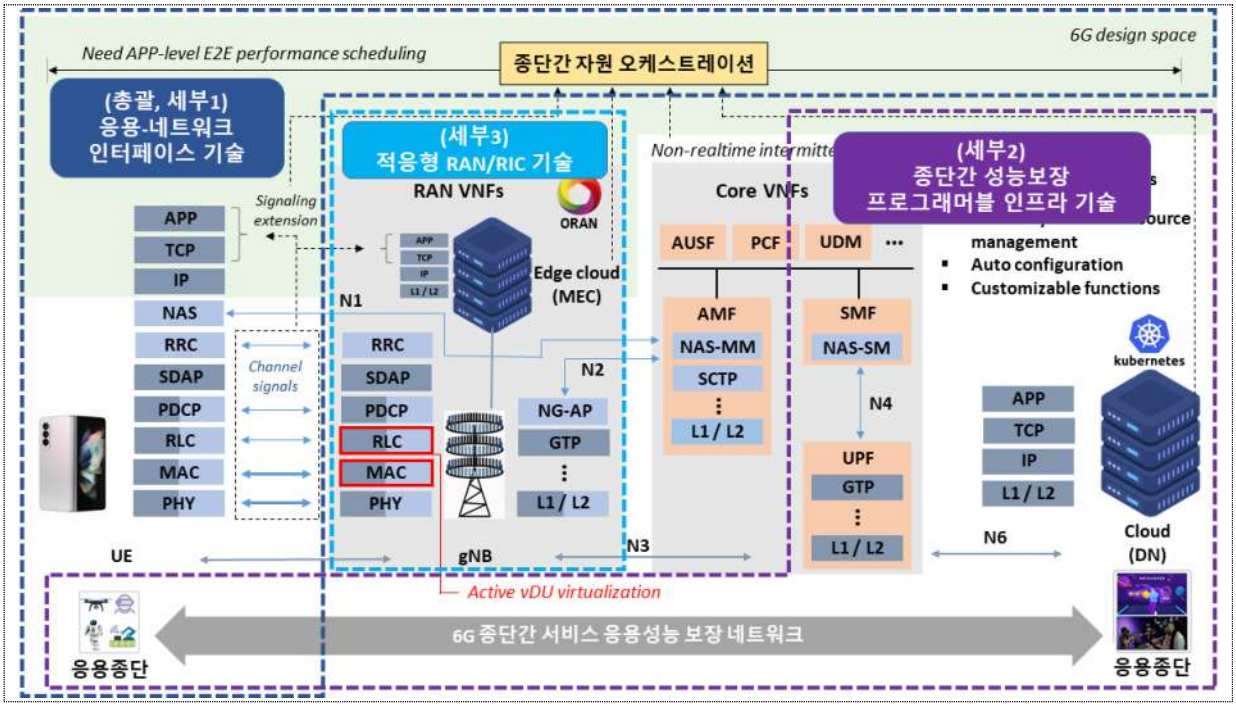
관리번호	2024-060	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(유선통신 시스템)-세분류(전달 네트워크 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 종단간 서비스 응용성능 보장 프레임워크 기술개발	
세부과제명	**(세부1) 고수준 응용-네트워크 연동 프로그래머블 인터페이스 기술 개발** (세부2) 응용성능 보장 프로그래머블 인프라 기술 개발 (25년~ 추진예정) (세부3) 응용성능 보장 적응형 RAN/RIC 기술 개발 (26년~ 추진예정)	

1. 개요

○ **(총괄)** 종단간 성능 보장을 통해 6G 고수준 응용서비스를 실현하기 위한, 응용과 네트워크 상호간 밀결합 및 협력적으로 동작하는 6G 네트워크 시스템 및 관련 요소 기술 개발

- (세부1) 응용-네트워크 상호간 고수준 정보교환 구조, 프로토콜 및 6G 네트워크 프로그래밍 인터페이스(API) 기술
- (세부2) 정형화된 성능 기반 프로그래밍 인터페이스를 통하여 자원의 자동적인 구성 및 동적 재구성이 가능한 6G 성능보장 자원운영 인프라 기술
- (세부3) 종단간 안정적 응용 성능 보장을 위하여 동적으로 변화하는 무선통신 환경 및 컴퓨팅 자원 상태에 대응할 수 있는 상태 정보 예측 기반의 변화적응형 RAN 기술 및 RIC(RAN Intelligent Controller) 기술

< 총괄-세부 과제간 연계도 >



ㅇ **(세부1)** 이동통신 시스템과 유무선 네트워크, 단말 등 모든 응용 및 네트워크 자원이 종단간 서비스의 성능을 최적화 할 수 있도록 유무선 네트워크 프로그래머블 인터페이스를 설계 및 개발하며, 이를 종단간 응용성능 QoE(Quality of Experience) 보장 서비스로 연계·개발

- 멀티미디어 응용 서비스가 필요로 하는 단위 데이터를 ADU(application data unit)로 정의하고 유무선 네트워크와 이동통신 시스템 내에서 종단간 ADU의 전송을 효율화 하는 기법에 관해 기술 개발
- 응용서비스의 지연성능 및 성능보장률을 보정하기 위해 프로그래머블 인터페이스를 활용하여 응용-단말-네트워크-컴퓨팅 자원 및 관련한 비용을 최소화하는 네트워크 내 fine-grained 컴포넌트 연동/제어 기술 개발
- 패킷 또는 바이트 단위로 이루어지고 있는 현재의 과금정책을 보완하여, 응용서비스 요구수준 및 그에 따른 자원 사용량을 반영하는 QoE 과금 정책과 기술 개발

2. 현황 및 필요성

ㅇ **(기존 기술현황)**

- 5G까지의 이동통신 시스템 및 현재까지의 인터넷은 응용은 네트워크를 블랙박스로 보고 네트워크는 응용을 블랙박스로 보고 각자 최선의 동작을 수행하는 구조에 가까웠으나 이로 인해 응용서비스 성능보장이 불가
- 3GPP SA4 (rel-18 이후)에서는 멀티미디어 응용 서비스가 필요로 하는 단위 데이터를 ADU(application data unit)라 정의하고 이동통신 시스템 내에서 ADU의 전송을 효율화 하는 기법에 관해 논의
- 미국 주도의 TIP(telecom infra project)에서는 이동통신시스템과 클라우드시스템을 연동 이동단말 컴퓨팅 서비스 기술 개발에 노력

ㅇ **(필요성)**

- 고수준의 응용 성능을 정교하게 보장하기 위해서는 응용 서비스가 전송하고자 하는 데이터에 대한 정보를 네트워크에 제공하고, 제공받은 정보를 기반으로 유무선 네트워크 종단간 능동적으로 자원 배분 및 할당을 수행하는 상호 협력적 프로그래머블 셀룰러 네트워크 인터페이스 구조 필요
- 응용성능을 보장하는 방법으로써 network slicing등의 resource reservation 기법이 널리 연구되었고, 정적인 방식(VxLAN, VLAN, VPN 등)이 아닌 동적(dynamic) 방식의 정책과 기법을 이용하는 경우 네트워크 자원 활용 효율성을 크게 향상 가능
- 초민감 응용서비스의 세밀한 요구수준을 수용하기 위해 저지연 및 고성능이 보장되는 fine-grained 기반 전용 네트워크 구축 기술과 네트워크·컴퓨팅 자원의 효율적·동적 활용이 필요
- 네트워크의 자원 현황, 사용자의 성능요구, 가격민감도에 따라, 트래픽 수요와 혼잡도를 예측하고 고효율 자원활용을 하기 위한 가격정책과 운영기술에 대한 설계 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 6G 이동통신 단말에 커넥티드 컴퓨팅 서비스를 제공하고자 하는 고수준 응용서비스 개발사 및 사업자
- QoE 또는 QoS 등의 성능이 보장된 이동통신 채널을 재판매하고자 하는 가상 이동통신망 사업자

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)**
  - 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 고수준 응용-네트워크 연동 프로그래머블 인터페이스 기술 개발 관련 요구사항 분석 및 연구개발 수행
  - 본 과제 기술결과물의 완성도 제고 및 활용성·상용화 제고 등을 위해 '수요기업 적합성 평가'를 진행(수요기업은 신청기관에서 자유롭게 제안가능)

- **(과제간 협력)**
  - 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 사업 내 관련 총괄과제들간 상호 연계·협력 추진
  - 성공적인 연구개발 목표 달성(기술시연, 최종결과물)을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력체계 구축

- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** 매순간 발생하는 응용 데이터 유닛(ADU)을 응용과 네트워크간 정보 교환 구조 및 프로토콜을 설계하고, 이를 활용한 프로그래머블 인터페이스를 설계 및 개발하며, 이를 종단간 응용성능 보장 서비스로 연계·개발

- 성능보장형 프로그래머블 인터페이스 파라미터 정의 및 제어 기술 개발
- 종단간 성능보장을 위해 네트워크 내 컴포넌트들(오케스트레이터, RAN, Core, 에지, X-Haul을 구성하는 네트워크 스위치 또는 장치 등)과 연동하는 제어구조 및 응용 서비스 연계 기술 개발
- 성능보장을 위해 활용하는 네트워크/컴퓨팅 자원 규모를 정밀 산정하기 위한 응용성능 보장형 가격정책 및 자원 운영기술 (dPCF: dynamic PCF) 개발

ㅇ **단계별 목표**

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 응용서비스와 이동통신시스템이 상호작용할 수 있는 실시간 정보교환 능력과 단말 및 네트워크 자원 제어 능력을 가진 프로그래머블 인터페이스 정의 및 요소 기술 개발 ■ Pre-6G 기술시연(2종)

구분	단계별 연구목표
2단계	■ 응용서비스의 다양한 성능 요구수준에 일괄 대응 가능한 고수준 응용-네트워크(유무선) 연동 프로그래머블 인터페이스 개발과 종단간 서비스 연계에 따른 응용 성능 보장 기술 개발 및 표준화 대응 ■ 통합기술시연(2종) ■ 표준특허출원(4건), 표준특허등록(1건) ■ 최종결과물(2종) -종단간 저지연, 고대역폭 6G 대표 서비스 시연 -응용성능보장 자원 오케스트레이션 SW 시스템

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	Classful 및 Classless 종단간 응용서비스 QoS 보장 주1)	%	90% 이상	80%이상	-	-
2	종단간 실감형컨텐츠 응용성능 보장율 주2)	%	90% 이상	99%이상		
3	종단간 응용서비스 지연 성능시간 주3)	ms	50ms이하	30ms이하	50ms (추정)	30ms(추정) (미국,Cisco, Juniper Networks), (중국,Huawei)
4	프로그래머블 인터페이스의 응용서비스를 위한 종단간 전용 네트워크 생성 및 갱신 시간 주4)	분	5분이하	1분이하	-	5분 (미국 Internet 2)
5	프로그래머블 인터페이스를 위한 성능보장형 과금 기술 개발 주5)	건		1	-	-
6	수요기업 적합성 평가 주6)	-	-	1건 이상	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 1단계('24~'26) 동안 기존 classful QoS 기반의 서비스 플로우들에 대해 네트워크 노드/자원 오케스트레이션 기술을 통해 QoS 보장률을 90% 이상으로 달성하고, 2단계('27~'30) 에서는 개발된 classless QoS를 적용한 다변화된 서비스들에 대해서도 QoS 보장률을 80% 이상으로 달성
(응용 서비스 요구성능이 만족된 종단 간 서비스 플로우 수)/(네트워크 상 서비스 플로우 총 수)x100%

주2) 실감형컨텐츠 보다 요구 성능이 낮은 현 5G 초고신뢰·저지연 통신(URLLC) 응용성능 보장율 목표치가 99.99%로 실감형컨텐츠 요구성능 보장율도 이와 비슷한 수준으로 보장하는 것을 목표로 설정 종단간 연결이 확립된 후, 네트워크에서 발생하는 실감혐컨텐츠 전송에 대해 실제의 성능을 측정하며, 네트워크에서 발생한 실감형컨텐츠 서비스 개수 대비 실제 요구응용 성능을 만족한 개수의 비율을 측정
(응용성능 보장된 단위 서비스 개수)/(네트워크에 발생한 응용 서비스 개수)x100%

주3) 프로그래머블 인터페이스를 통해 구동되는 임의의 응용서비스에 제공하는 종단간 서비스. 패킷 지연이 아닌 ADU 전송 완료 시간을 의미

주4) 응용서비스의 성능을 보장받기 위한 종단간 전용 네트워크 경로 생성 시간과 갱신 시간으로 프로그래머블 인터페이스 의 응용서비스 호출시 즉각적인 가상 전용 네트워크 생성을 의미하며, 시스템에서 생성시간을 표출

주5) 6G 전용의 고신뢰 초민감 응용서비스를 위한 저지연 등 성능보장형 과금 기술 개발을 의미

주6) 개발된 성과물의 수요기업 적용 가능성 여부를 판단할 수 있는 지표
개발된 제품의 성능을 평가한 공인시험성적서 또는 제3자 평가서 등을 기반으로 해당 수요기업이 보유하고 있는 자체평가 시스템을 활용하여 검증한 평가서

5. 연구내용

- 성능보장형 프로그래머블 인터페이스를 위한 파라미터 정의 및 제어 기술 개발
  - 응용서비스 특성 및 서비스 요구수준을 fine-grained 형태로 수용할 수 있는 범용적 프로그래머블 인터페이스 파라미터 정의 및 제어 기술 개발

- 성능보장 응용 네트워크 인터페이스를 위한 응용-네트워크 간 정보 교환 구조, 프로토콜 및 프로토콜 내 필수 교환정보 설계 및 개발

- 종단간 성능보장을 위한 프로그래머블 인터페이스의 자원/비용 효율적 구동을 위해 네트워크 내 컴포넌트들 (오케스트레이터, RAN, Core, 에지, X-haul 등)과 연동하는 제어구조 및 응용 서비스 연계 기술 개발
  - 프로그래머블 인터페이스를 활용하는 응용서비스의 지연성능 및 성능보장률을 보장하기 위해 소요되는 네트워크/컴퓨팅 자원 및 관련한 비용을 최소화할 수 있는 네트워크 내 컴포넌트 연동/제어 기술 개발
  - 응용계층 성능보장을 위한 세그먼트 라우팅 기반 라우터 간 오케스트레이션 및, SDN 아키텍쳐 기반 라우터 별 동작 연동 및 제어 기술 확보

- 성능보장을 위해 활용하는 네트워크/컴퓨팅 자원 규모를 정밀 산정하기 위한 종단간 응용성능 보장형 가격정책 및 자원 운영기술 (dPCF: dynamic PCF) 개발

- Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연

구분	주요내용
Pre-6G 기술시연	▸종단간 저지연, 중대역폭 Pre-6G 대표 서비스 시연 * 예시 : 초저지연, 광대역 메타버스 기술등 - 이동환경에서 아바타 기반 실시간 인터랙션 게임 등 중대역 컨텐츠 - 대규모 저지연 인터랙션 지원(XR 또는 스마트 팩토리 eMTC활용 등) ▸응용성능보장 자원 오케스트레이션 SW 시스템
6G 통합기술시연	▸종단간 저지연, 고대역폭 6G 대표 서비스 시연 * 예시 : 초저지연, 광대역 메타버스 기술등 - 대규모 저지연 인터랙션 지원(XR 또는 스마트팩토리 eMTC활용등) - 이동환경에서 아바타 기반 실시간 인터랙션 게임 등 고대역 컨텐츠 시연 - 이동환경 원격수술, 홀로그램 컨퍼런스, 공연등 기술시연 ▸응용성능보장 자원 오케스트레이션 SW 시스템

※ 시연 세부조건은 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적으로 자유롭게 제시

- (총괄) 기술개발 관련 Pre-6G 기술시연 및 통합기술 시연 등을 위한 세부 과제 간의 통합 협력 체계 구성 및 총괄
  - 종단간에서 요구하는 서비스 요구수준에 해당하는 네트워크 오케스트레이션 응용 요구사항을 명시적으로 제공

6. 기대 효과

- 5G까지의 표준화에서 다루어지지 않은 주제로, 선제적 6G 표준화를 위한 선행 기술 실증 및 주요 컨퍼런스들을 통한 국제적 컨센서스 도출가능
- 현재까지 셀룰러 네트워크의 최대 난제인 종단간 성능보장 한계 문제를 해결하고 성능보장 분야의 세계 최고 수준 R&D 역량 확보 및 국제 표준 기술 선도
- 종단간 성능보장으로 다양한 버티컬 산업 분야별 서비스 프로파일을 정의하고 새로운 6G 서비스 상용화 기술 주도

7. 지원기간/예산/추진체계

- **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비** : 8억원 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 100억원 이내 (1단계 71억원 → 2단계 29억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	800 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	4,500 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,800 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	1,600 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	1,300 백만원 이내
합계		-	57개월	10,000 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 제한없음 (산업체 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-062	(지정공모형, 병렬형 총괄/세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 유무선 핵심 표준화 기술 개발	
세부과제명	**(세부1) 6G 무선전송 표준기술 개발 및 표준화** (세부2) 6G 무선접속 표준기술 개발 및 표준화 (세부3) 6G 네트워크 구조/산업융합 표준기술 개발 및 표준화	

1. 개요

○ **(총괄)** 6G 시스템에 적용되는 무선 전송, 무선접속 및 네트워크 등의 표준기술을 개발하고 표준전문가를 육성하여 6G 유무선 핵심기술의 표준 및 특허 확보

- (세부1) 3GPP RAN WG1(PHY 계층), WG4(RF) 관련 표준기술 개발 및 표준화
- (세부2) 3GPP RAN WG2(L2, L3), WG3(액세스망) 관련 표준기술 개발 및 표준화
- (세부3) 3GPP SA(Services&Systems Aspects) WG1(서비스), WG2(네트워크 구조) 관련 표준기술 개발 및 표준화

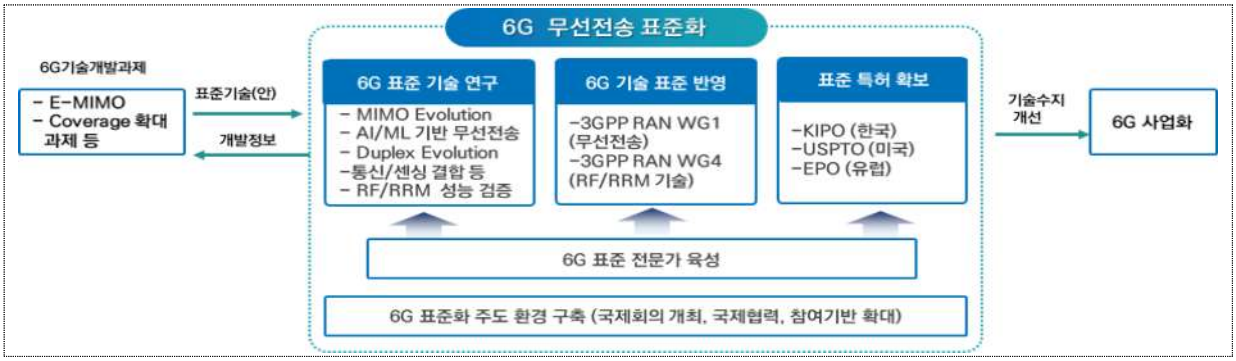
< 총괄-세부 과제 간 연계도 >



○ (세부1) 6G 무선전송 및 RF 표준기술을 개발하고, 개발된 기술을 5G-Advanced 및 6G 규격에 반영하여 6G 표준특허를 개발하는 표준 전담 연구

- 3GPP RAN WG1 무선전송, WG4 RF 표준활동에 대응하여 6G 무선전송 표준화기술 개발 및 표준 활동 전문성 강화
- 3GPP 표준화 회의 및 국제협력행사를 개최하여 국제표준화 주도역량과 참여 기반을 강화하고 아·태지역 국가·기관 등과의 협력채널 확대

< 세부 과제 개념도 >



2. 현황 및 필요성

ㅇ **(기존 기술 현황)**

- 5G 이동통신 경쟁에서 대기업에 집중되어 표준기술 개발과 글로벌 표준활동이 진행되었으나 글로벌 기업 대비 상대적으로 열세
- 국내 공공·민간의 6G 표준특허 및 표준기술 확보를 위한 상시적·장기적 표준 전담 연구체계 및 국제 표준화전문가가 부족하며 이를 뒷받침하는 국제표준 회의 유치 등의 국제표준화 주도역량과 참여기반도 부족

ㅇ **(필요성)**

- 6G 무선전송 및 RF 핵심기술을 확보하고 6G 시장·기술 주도권을 확보하기 위해, 무선 RF 및 전송 요소기술 선점과 3GPP RAN WG1 무선전송 및 WG4 RF/RRM 표준 활동을 통한 표준특허 확보가 매우 중요
- 3GPP RAN WG1/4의 표준활동에 전문성을 가진 표준전담 인력을 육성하고 국제 표준화 주도를 위한 3GPP 표준화 회의 개최 및 국제협력 확대 필요

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 3GPP WG1/4 표준에 직접 참여가 어려운 중소·중견기업, 대학교 등 6G R&D 사업 수행기관
- 무선전송기술, RF기술 관련 장비 제조사 및 이동통신 서비스 사업자

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)** 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 관련 요구사항 분석을 통해 기고서 제출, 표준활동 협력 등에 기반한 3GPP 표준특허 확보 추진
- **(과제 간 협력)**
  - 사업기간 내 상용화 수준 기술 확보 및 조기 상용화 목표 달성에 기여할 수 있도록 사업 내 관련 총괄과제들 간 상호 연계·협력 추진
  - 성공적인 연구개발 목표 달성을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력 체계를 구축하고, 사업 내 관련 표준화연계 과제와 표준 협력 추진
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** 5G-Advanced/6G 국제표준화 단계에 맞춰 무선전송 분야 표준기술 개발 및 표준화를 통한 표준특허 선도 기반 마련

- 3GPP RAN WG1 무선전송 표준기술 개발 및 표준특허 확보
- 3GPP RAN WG4 RF/RRM 표준기술 개발 및 표준특허 확보
- 3GPP 표준전문가 육성
- 3GPP 국제회의 개최 및 주요 기관과의 협력확대를 통한 표준주도 환경구축

○ 단계별 목표

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 5G-Advanced 무선전송 표준기술 개발 및 표준화 ■ 표준특허출원(15건), 기고문(140건)
2단계	■ 6G 무선전송 표준기술 개발 및 표준화 ■ 표준특허출원(15건), 표준특허등록(9건), 기고문(90건)

○ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	3GPP RAN WG1/WG4 기고서	건	140	90	-	-
2	표준특허[주1] 출원	건	15	15	-	-
3	표준특허 등록[주2]	건	0	9	-	-
4	3GPP RAN WG1/WG4 표준전문가[주3]	명	3	4	-	-
5	3GPP 국제협력 역량[주4]	건	7	5	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 3GPP 규격에 대한 청구항의 클레임차트가 작성된 특허

주2) 표준특허이면서 1개국 이상에 등록된 특허, 본 사업 내 타 과제에서 도출된 표준특허 등록작업 지원

주3) 3GPP 표준특허를 보유하고 20건이상 기고서를 제출한 자, 또는 표준기술 항목 리더 (Feature leader, Moderator, Rapporteur 등). 각 WG별 1명 이상, 사업비 15억 당 1명 이상 확보

주4) 3GPP 국제회의, 국제 협력 행사, 3GPP 추가 참여기관(멤버십) 확대

5. 연구내용

○ 5G-Advanced 무선전송 표준기술 개발 및 표준화

- mTRP (multiple Transmission and Reception Point) 기반 MIMO 및 빔포밍이 적용된 무선전송 표준기술

·mTRP 구조 및 성능 향상 기술

·CSI RS(Channel State Info. Reference Symbol 개선 및 UE 기반 빔관리 기술

- AI/ML (Artificial Intelligence/Machine Learning) 기반 무선전송 표준기술

·CSI estimation 및 prediction를 위한 AI/ML 기술

·시공간 빔 예측 및 관리를 위한 AI/ML 기술

- Duplex Evolution 표준기술

·gNB (g Node B) 방향 SBFD (Sub Band Full Duplex) 기술

·gNB-to-gNB 및 UE-to-UE 간섭 관리 기술

ㅇ 6G 무선전송 표준기술 개발 및 표준화
- Immersive Communication 무선전송 표준기술
·Upper-mid Band 대역에서 대용량 전송을 제공하는 Extreme MIMO 기술
·주파수 대역 효율성을 증대하는 In-band full duplex 기술
- Sensing-integrated Communication 무선전송 표준기술
·무선채널 센싱을 위한 New waveform 기술
·무선채널의 전파특성을 반영한 빔 예측 기술
- AI-integrated 무선전송 표준기술 (e.g. Advanced 빔포밍, CSI 예측 등)
·Extreme MIMO 환경에서 빔관리를 위한 AI기반 Advanced 빔포밍 기술
·보고 및 피드백 등의 오버헤드 감소를 위한 AI기반 CSI 예측 기술

ㅇ 무선 RF 성능/검증 표준기술 개발 및 표준화
- mTRP기반 MIMO를 위한 기지국 RF/RRM (Radio Resource Management) 송수신 성능기술 및 CSI RS 향상을 위한 무선자원 단말 측정 및 보고 기술
- Duplex Evolution RF/RRM 송수신 성능 기술 및 Co-existence 기술(e.g., SBFD, In-band full duplex)
- Upper-mid Band 대역 Extreme MIMO기술을 위한 RF/RRM 송수신 성능 기술 및 성능 측정 기술
- AI/ML 적용을 위한 무선자원 측정기술 및 보고기술

ㅇ 3GPP 무선전송/RF 표준화전문가 역량 강화
- 3GPP RAN WG1/WG4

ㅇ 6G 국제표준화 역량 및 표준화 기반 개발
- 3GPP 국제회의 주도를 위한 국제회의 개최
- 3GPP 영향력 확대를 위한 국제협력 및 참여기관 확대

ㅇ (총괄) 사업 내 과제의 Pre-6G 시연 및 6G 통합시연 등에 필요한 표준 기술 항목 지원 및 세부 과제 간의 통합 협력 체계 구성·총괄

※ 3GPP에서 진행되는 SI/WI에 근거하여 Release별로 연구내용에 대한 Rolling Plan 적용

6. 기대 효과

ㅇ 6G 이동통신의 무선전송 분야 3GPP RAN WG1/WG4 표준규격에 반영된 표준기술 및 표준특허 확보

ㅇ 3GPP 무선전송 분야에서 표준기술 연구를 수행하고, 6G 연구개발 사업 결과물을 무선전송 기술규격에 반영하며, 중소/중견기업 및 대학들의 표준 활동을 지원할 표준전문가 양성

ㅇ 3GPP 무선전송 분야 표준특허 확보를 통한 6G 단말 및 6G 기지국의 시장에서 특허 로열티 협상 권한 강화 및 이동통신 기술수지 흑자전환 기여

ㅇ 3GPP 국제회의 개최와 국제협력을 통한 국가 표준화 주도 역량을 강화하고, 3GPP 국제회의 참여기관 확대를 통한 국제표준 협상력 제고

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비** : 6억원 이내

ㅇ **총 정부지원연구개발비** : 110억원 이내 (1단계 66억원 → 2단계 44억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	600 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	3,800 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,200 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,200 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,200 백만원 이내
합계		-	57개월	11,000 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음 (대학 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-063	(지정공모형, 병렬형 세부)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신) -소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
총괄과제명	6G 유무선 핵심 표준화 기술 개발	
세부과제명	(세부2) 6G 무선접속 표준기술 개발 및 표준화	

1. 개요

○ 6G 무선접속 및 무선접속망 표준기술을 개발하고, 개발된 기술을 5G-Advanced 및 6G 규격에 반영하여 6G 표준특허를 개발하는 표준 전담 연구

- 6G 단말과 기지국간 무선인터페이스에서 6G 무선접속 및 무선접속망의 기술규격을 개발하는 3GPP RAN WG2/3 표준활동에 대응하여 6G 표준특허 개발 및 표준화 전문성 강화

< 세부과제 개념도 >



2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술 현황)

- 세계적으로 6G 표준화 경쟁이 심화되고 있으며, 현재는 3GPP 5G-Advanced 표준에 6G 표준기술을 반영하는 표준특허 선점 경쟁이 치열
- 무선접속 및 무선접속망 분야에서 우리나라 표준전문가가 대기업에 편중되어 있으나 글로벌 기업 대비 상대적으로 표준활동에 열세
- 6G 서비스 및 6G 프레임워크(비전)를 제공하는 무선접속 및 무선접속망 분야 6G 표준기술은 세분화된 6대 기술축과 AI-native 기술 내재화 등으로 진화
- 국내의 경우 공공·민간의 6G 표준특허 및 표준기술 확보를 위한 상시적·장기적 표준 전담 연구체계 및 국제 표준화전문가가 부족한 상황

ㅇ **(필요성)**

- 6G 무선접속 및 무선접속망 핵심기술 개발을 통해 6G 시장·기술 주도권 확보를 위해, 3GPP에서 진행하는 무선접속 및 무선접속망 표준기술 개발과 함께 개발기술을 5G-Advanced/6G 기술규격에 반영하여 표준특허 선점 필요
- 무선접속 기술규격은 3GPP RAN WG2, 무선접속망 기술규격은 3GPP RAN WG3, 각 WG별로 표준활동의 진입 장벽(기술력, 지속적 참여, 전략·협상력 등)이 높아 표준 전담 인력 육성과 지속적인 표준활동 요구

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 3GPP WG2/3 표준에 직접 참여가 어려운 중소·중견기업, 대학교 등 6G R&D 사업 수행기관
- 국내 표준기반 장비 제조사 및 이동통신 서비스 사업자

ㅇ **(협력방안)**

- **(수요처 협력)** 수요기업 및 유관기관 등과 협력 체계를 구축하여 관련 요구사항 분석을 통해 기고서 제출, 표준활동 협력 등에 기반한 3GPP 표준특허 확보 추진
- **(과제 간 협력)** 성공적인 연구개발 목표 달성을 위해 총괄-세부 과제 간 유기적인 협력 체계를 구축하고, 사업 내 관련 표준화연계 과제와 표준 협력 추진
- **(6G사업단(IITP))** 동 사업·과제의 원활한 사업추진 및 성공적인 목표 달성을 위해 '차세대 네트워크(6G) 사업단(IITP)' 등과 협력활동 필요

4. 연구목표

ㅇ **(최종목표)** 5G-Advanced/6G 국제표준화 단계에 맞춰 무선접속 및 접속망 분야 표준기술 개발 및 표준화를 통한 표준특허 선도 기반 마련

- 3GPP RAN WG2 무선접속 표준기술 개발 및 표준특허 확보
- 3GPP RAN WG3 무선접속망 표준기술 개발 및 표준특허 확보
- 3GPP 표준전문가 육성

ㅇ **단계별 목표**

구분	단계별 연구목표
1단계	■ 5G-Advanced 무선접속/접속망 표준기술 개발 및 표준화 ■ 표준특허출원(10건), 기고문(88건)
2단계	■ 6G 무선접속/접속망 표준기술 개발 및 표준화 ■ 표준특허출원(10건), 표준특허등록(6건), 기고문(59건)

ㅇ **정량적 연구개발목표**

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계 ('24~'26)	2단계 ('27~'28)		
1	3GPP RAN WG2/WG3 기고서	건	88	59	-	-
2	표준특허[주1] 출원	건	10	10	-	-
3	표준특허 등록[주2]	건	0	6	-	-
4	3GPP RAN WG2/WG3 표준전문가[주3]	명	2	3	-	-
5	3GPP 국제협력 역량[주4]	건	1	0	-	-

※ 성능지표는 상기 내용을 포함하여 창의적이고 도전적인 지표를 자유롭게 제시

※ 성능지표 설명

주1) 3GPP 규격에 대한 청구항의 클레임차트가 작성된 특허

주2) 표준특허이면서 1개국 이상에 등록된 특허, 본 사업 내 타 과제에서 도출된 표준특허 등록작업 지원

주3) 3GPP 표준특허를 보유하고 20건이상 기고서를 제출한 자, 또는 표준기술 항목 리더 (Feature leader, Moderator, Rapporteur 등). 각 WG별 1명 이상, 사업비 15억 당 1명 이상 확보

주4) 3GPP 국제회의, 국제 협력 행사, 3GPP 추가 참여기관(멤버십) 확대

5. 연구내용

ㅇ 5G-Advanced 무선접속/접속망 표준기술 개발 및 표준화

- eMBB/URLLC/mMTC 성능 향상 무선접속 표준기술

·Inter-CU(Centralized Unit) 이동성, NR-DC(Dual Connectivity), 지연시간 개선 등을 포함하는 LTM(Lower layer Triggered Mobility) 관련 Mobility 기술

·Multi-modality 개선, 측정 Gap 개선 등을 포함하는 XR 기술

- AI/ML(Artificial Intelligence/Machine Learning) 기반 향상된 무선접속 표준기술

·Mobility 이벤트 및 Hand Over Timing을 개선하는 Mobility 용 AI/ML 기술

- 5G-Adv. 무선접속망 표준기술

·이동형 Node와 Mobile IAB (Integrated Access/Backhaul) 액세스 기술

·NR 네트워크에 Femto셀을 구성하고 운용하는 기술

ㅇ 6G 무선접속/접속망 표준기술 개발 및 표준화

- Immersive Communication 무선접속 표준기술

·Upper-mid Band 대역의 Extreme MIMO를 운영하는 빔 및 자원관리 기술

·다양한 주파수 대역들(저대역, 고대역, Upper Mid 대역 등)의 운용성을 고려한 advanced CA/DC (Carrier Aggregation Dual Connectivity) 기술

- AI-integrated 무선접속 표준기술

·무선자원 및 다중화에 적용하는 무선접속 AI 기술

·AI/ML 서비스 지원 무선 네트워크 표준기술

- 6G 무선접속망 표준기술

·초고밀도 무선 네트워크 (UDN(Ultra Dense Network), IAB) 지원 기술

○ 3GPP 무선접속/접속망 표준화전문가 역량 강화

- 3GPP RAN WG2/WG3

※ 3GPP에서 진행되는 SI/WI에 근거하여 Release별로 연구내용에 대한 Rolling Plan 적용

6. 기대 효과

○ 6G 이동통신의 네트워크 및 산업융합 분야 3GPP RAN WG2/WG3 표준규격에 반영된 표준기술 및 표준특허 확보

○ 3GPP 무선접속 분야에서 표준기술 연구를 수행하고, 6G 연구개발 사업 결과물을 무선접속/무선접속망 기술규격에 반영하며, 중소/중견기업 및 대학들의 표준 활동을 지원할 표준전문가 양성

○ 3GPP 무선접속 분야 표준특허 확보를 통한 6G 단말·기지국 시장에서 특허 로열티 협상 권한 강화 및 이동통신 기술수지 흑자전환에 기여

7. 지원기간/예산/추진체계

○ **연구개발기간** : 5년 이내 (1단계 3년 → 2단계 2년)

○ **'24년 정부지원연구개발비** : 4억원 이내

○ **총 정부지원연구개발비** : 70억원 이내 (1단계 42억원→2단계 28억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	400 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,400 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,400 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	1,400 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	1,400 백만원 이내
합계		-	57개월	7,000 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

○ **주관기관** : 제한없음 (대학 참여 필수)

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (3)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

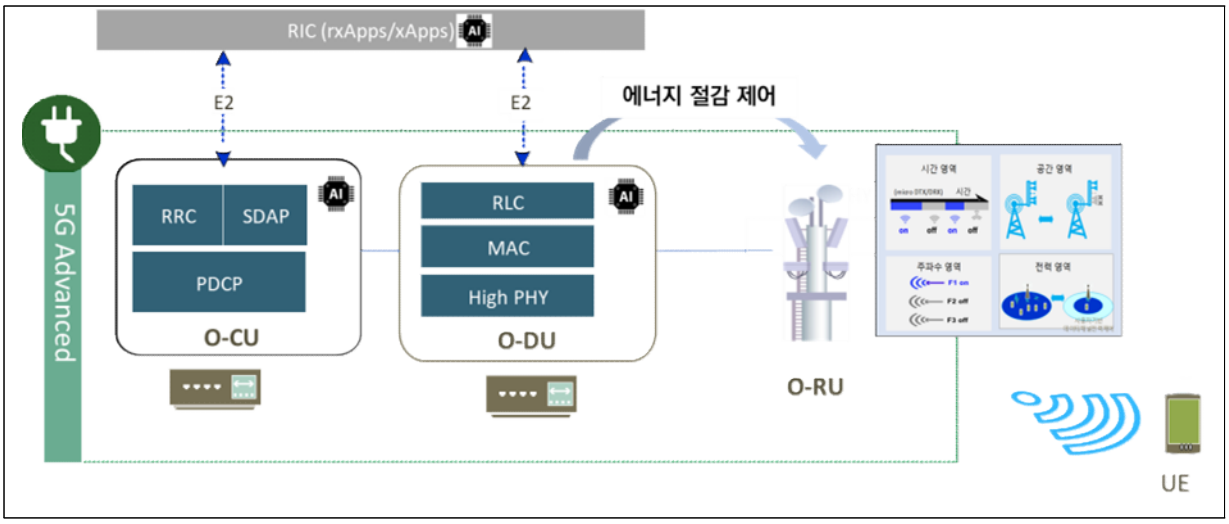
구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	5G·6G팀	박인성

관리번호	2024-065	(지정공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)–중분류(차세대통신)–소분류(무선통신 시스템)–세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
과제명	AI 기반 저전력 5G-A O-DU/O-CU 기술 개발	

1. 개요

○ 이동통신 세대 진화 및 네트워크의 SW·지능화에 따른 기지국 트래픽 처리용량 증대 및 효율적 자원 할당을 위한 프로세서의 계산량 증가로 인한 기지국 전력 소모량 증가 문제 해결을 위한 AI 기반 저전력 5G-A O-DU/O-CU 기술 연구개발

- AI 기반 기지국 네트워크 에너지 절감(Network Energy Saving) 기술 개발
- 5G-A AI 기반 핵심기술 개발 및 표준화
- AI 기반 3GPP Rel.18/19 5G-A O-DU/O-CU 시스템 기술 개발
- 3GPP Rel.18/19 5G-A 상용 시스템 통합 검증



< 5G-A O-DU/O-CU 개념도 >

2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

- 삼성전자는 오픈랜 가상화 기술(vDU, vCU) 에 대한 경쟁력을 확보하여 시장 진출, 중소·중견기업은 O-RU의 상용화를 앞두고 있으며, 대기업의 O-DU를 사용하여 검증을 하려는 단계로 O-DU와의 상호검증이 어려운 상태
- Open RAN 시장 매출 규모는 2030년까지 총 200억 달러에 이르는 전통적인 RAN 시장 매출보다 큰 300억 달러에 이를 것으로 전망(출처: ABI Research, 2020)
- SK텔레콤 등 이동사업자들은 AI 기술을 기지국 네트워크 및 운용 수준에서 최적화 문제를 해결하기 위하여 적용 중
- 라쿠텐 모바일(일본 이통사)은 기존 이통사와 달리 네트워크 구축에 SW 비중을 높여 오픈랜을 최초로 상용 적용하고, 모바일망 구축 비용을 40% 절감하여 저가의 5G 서비스 제공, 해당 기술력으로 독일, 싱가폴 등 글로벌 수출 추진

- 에릭슨은 사용자 트래픽에 기반한 ML 알고리즘을 적용하여 가 사이트의 슬립 모드를 활성화하여 14%의 소비전력을 감축('23.4), 화웨이는 주파수, 시간, 채널 및 전력 차원에서 지능형 종료를 가능하게 하는 초경량 부하 시나리오를 적용하여 에너지 소비를 감축('23.2), 삼성전자는 트래픽 패턴을 고려, 기지국 주파수 중 일부를 온/오프하여 에너지를 절감하는 AI 기술을 적용하여 10%이상 소비전력을 감축('23.2) 하는 등 에너지 절감을 위한 기술 적용 중

- 기존의 무선액세스망 설계 이후의 사후적 AI 적용을 넘어 AI 기술을 기반으로 무선망을 설계하는 개념으로 변화 무선 액세스 기술 분야에 광범위한 AI 기술 사용이 전망됨

- 3GPP Rel. 18은 NR 무선접속을 위한 AI/ML(인공지능/기계학습), Network Energy Saving 기술을 RAN1의 주요 Study Item으로 포함

- 3GPP RAN3는 NG-RAN을 위한 인공지능/기계학습 주제로 다양한 AI/ML 기능이 상호작용하는 방식에 대한 지침을 제공하고 프레임워크를 제시하였으며, 주요 사용 사례(네트워크 에너지 절감, 부하 제어, 이동성 최적화)에 대한 논의를 Work Item으로 진행

ㅇ (필요성)

- 실제 이동통신 네트워크 상황을 반영하여 AI/ML기반 기지국 트래픽을 예측하고, 기지국 에너지 절감을 위한 알고리즘 필요

- AI 기반 네트워크 성능향상 기술 개발을 통하여 단위 에너지당 비트 전송 효율을 증가시켜 네트워크 에너지 소모 절감을 실현하고 서비스 품질 향상 필요

- 현재까지 적용되어 온 기지국의 에너지 절감 기술은 운용사의 Cell planning 및 신호 품질에 대한 실측 데이터를 기반으로 기지국 출력을 조정해 기지국의 송신 전력을 최적화하는 정도

- 현실과 유사한 가변적인 무선 환경에 유연한 5G-A 지능형 DU/CU 기술 필요

- 5G-A 기지국의 일부 AI 알고리즘은 고속처리를 위한 별도의 가속기가 요구되는데, 저전력 AI 반도체를 활용한 가속기 구현이 필요

- 5G-A RAN 기술은 5G 네트워크 장비를 만들 수 있는 소수의 대기업에 의하여 상용화가 되어 기지국 장비간 외부인터페이스가 공개하지 않고 폐쇄화 되어 기술력이 우세한 소수 기업의 독점화 가속

- 5G 오픈랜 기술은 미국, 일본 등에서 활발히 기술 개발을 진행 중이며, 인력/자원이 적은 중소, 중견기업에서 RAN에 필요한 모든 기술을 개발하기 어려운 실정으로 국산기술 확보 필요

- 분산형 기지국(disaggregated RAN) 구조에서 RU(RRH)에 대한 기술력을 가진 기업은 있으나, 5G-A 기반의 DU, CU 기술 개발은 미비하여 국가 주도 R&D 필요

- 국내 기업의 AI 반도체를 AI 알고리즘 검증에 활용하고, 이후 저전력 기지국 장비에 적용함으로써 '기지국용 AI 반도체' 新시장 선점

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

- 이동통신 사업자, 공중망 기지국 제조업체, 특화망 기지국 장비 제조업체

ㅇ (협력방안)

- 이동통신 사업자 연계로 기지국 실측 데이터 기반 알고리즘 개발 및 검증
- 특화망을 포함한 Private Network 사업자 등과 연계하여 실증·검증 및 사업화
- 에너지 절감을 위한 알고리즘 개발 기술을 필요로 하는 기지국 제조사와 협력

4. 연구목표

ㅇ 최종목표 : AI 기술을 활용한 에너지 절감 5G-A O-DU/O-CU 기술 개발

- AI 기반 네트워크 에너지 소모 절감기술 개발
- 5G-A AI 기반 핵심기술* 개발 및 표준화 (표준화연계R&D)
  * AI 알고리즘 기술은 3GPP 표준화 반영(예, 채널상태정보 피드백, 빔관리, 측위 등)
- AI 기반 저전력 5G-A O-DU/O-CU 시스템* 기술 개발
  * 5G-A O-DU/O-CU 시스템은 3GPP Rel.18/19 표준기술 지원
  * 5G-A O-DU/O-CU 시스템은 Massive MIMO 기술 지원
  * AI 가속기(국산 AI 반도체 포함) 기반 O-DU High-Phy 개발
  * 5G-A O-DU/O-CU 시스템은 상용 단말 및 상용 O-RU와 연결하여 효용성 검증 필수
- 3GPP Rel.18/19 5G-A 상용 시스템 통합 검증
- 기술이전 및 상용화 지원

※ AI 기반 저전력 5G-A O-DU/O-CU는 상용단말 접속이 가능한 5G-A 오픈랜 기술로 상용화 연계 필수

구분	단계별 연구목표
1단계 ('24~'25)	- AI 기반 기지국 네트워크 에너지 소모 절감 핵심기술 개발 - 5G-A AI 알고리즘 개발 및 표준화 - AI 가속기(국산 AI 반도체 포함) 적용을 통한 저전력화 방안 도출 - 3GPP Rel.18 표준기술 지원 O-DU/O-CU 시스템 기술 개발 및 단대단* 통합 검증 * 단말↔O-RU↔O-DU/O-CU 시스템↔모바일코어
2단계 ('26~'27)	- AI 기반 기지국 네트워크 에너지 소모 절감 핵심기술 고도화 - 5G-A AI 알고리즘 개발 고도화 및 표준화 - Massive MIMO 기술, AI 기반 저전력 기술, 3GPP Rel.18/19 표준기술을 지원하는 O-DU/O-CU 시스템 기술 개발 및 단대단 통합 검증 - AI 기술을 활용한 에너지 절감 5G-A O-DU/O-CU 기술 시연

ㅇ 정량적 연구개발목표

성능지표		단위	연구개발 목표치		연구개발 전 국내 수준	세계 최고수준 (보유국/보유기관)
			1단계	2단계		
1	AI/ML 기반 네트워크 에너지 절감[주1)]	%	20[주2)]	40	10	14(스웨덴/Ericsson)
2	네트워크 트래픽 예측 오류율[주3)]	%	30	10	-	-
3	최대 동시 접속 사용자 수	개수	-	512[주4)]	-	200~300 (O-RAN Alliance)

4	O-DU/O-CU 인터페이스		Rel 18. 표준	Rel 19. 표준	-	3GPP
5	채널상태정보복원 AI 알고리즘 추론 지연[주5]	ms	-	4	-	-
6	빔관리 AI 알고리즘 추론 지연[주5]	ms	-	4	-	-
7	하위 10% 측위 오차[주6]	m	5	1	10~100	10~100 (미국/Qualcomm)
8	타겟 셀 예측정확도[주7]	%	85	90	-	-

주1) 사용자 서비스품질(데이터 전송률 및 커버리지)을 보장하면서 달성 가능한 네트워크 에너지 절감율
※ 3GPP Rel.18 TR38.864(Study on Network Energy Saving)의 Low Traffic 시나리오에서 기존 5G 기지국 시스템 대비 AI/ML 기반 네트워크 에너지 절감 알고리즘을 통하여 달성하는 5G-Adv. 기지국 에너지 절감율 측정

주2) 3GPP Rel.18 TR38.864를 기반으로 시뮬레이션 환경에서 검증

주3) 네트워크 트래픽을 정규화 한 후 MSE(Mean Square Error) 계산하여 측정

주4) O-RAN Alliance(O-RAN WG7.DSC.0-v04.00)의 Deployment Scenarios and Base Station Class 문서에 따르면 Outdoor Macro/Micro의 UE 수는 200 ~ 300임

주5) DU의 AI 추론엔진에 데이터입력 이후 추론결과 출력까지 소요되는 시간, 추론 지연 관련 성능지표 항목은 5G-A AI 표준화 진행사항에 따라 변경 가능

주6) 측위 성능 하위 10% 사용자의 측위 오차

주7) 예측된 최적셀이 실제 최적셀과 일치하는 확률

5. 연구내용

ㅇ 연구개발 내용

① AI 기반 기지국 네트워크 에너지 소모 절감기술 개발

. 상황인지(단말 측위, 서비스, 공간 등)기반 네트워크 트래픽 예측 기술 개발

. AI/ML 기반 기지국 on/off/sleep 알고리즘 개발

- 3GPP Rel.18/19 기반 주파수 ON/OFF, Micro 단위 Sleep 제어, RF 소자 단위 ON/OFF 제어
- 사용자 서비스 체감 품질(QoE)을 보장하는 네트워크 에너지 절감 알고리즘 개발
- RU의 전력소모 Profile 기반 네트워크 전력소모 절감 알고리즘 개발

. 기존 룰(Rule) 기반 에너지 소모 절감기술과의 성능 비교

② 5G-A AI 기반 핵심기술 개발 및 표준화

. 5G-A AI 기반 핵심기술 개발

- AI 기반 CSI 피드백 핵심기술 개발
- AI 기반 빔관리 핵심기술 개발
- AI 기반 측위 핵심기술 개발
- AI 기반 모빌리티 최적화 핵심기술 연구
- AI 기반 Traffic offloading 핵심기술 연구

. 5G-A AI 기반 핵심기술 표준화

③ AI 기반 5G-A O-DU 및 O-CU 시스템 개발

. 5G-A AI 알고리즘을 위한 AI 가속기 요구사항 도출

. 저전력 O-DU/O-CU를 위한 AI 가속기 적용방안 도출(가속기 별 전력소모량 고려)

- CPU, GPU 및 NPU 기반 AI 시스템의 전력소모 비교 분석

- CPU, GPU 및 NPU 기반 AI 시스템의 경제성 비교 분석

. 국산 AI 반도체 기반 5G-A O-DU High-PHY 시스템 개발

- Rel-18/19 표준기술 및 O-RAN 오픈 프론트홀 지원 O-DU High-PHY 개발
- Massive MIMO를 위한 O-DU High-PHY 기술 구현
- AI 기반 CSI 피드백 알고리즘 구현
- AI 기반 빔관리 알고리즘 구현

. 5G-A O-DU/O-CU L2/L3 SW 시스템 개발

- Rel-18/19 저전력 O-DU L2 프로토콜 SW 개발
- Rel-18/19 저전력 O-CU L2/L3 프로토콜 SW 개발
- 무선 자원 예측 기반 자원할당 스케줄링 기술
- 사용자 맞춤형 예측기반 호접속, 무선 베어러 제어 및 이동성 관리 기술
- O-RAN Alliance O-DU, O-CU (E2/O1) 표준 인터페이스 개발

④ 3GPP Rel.18/19 5G-A 상용 시스템 통합 검증

. 상용 단말, 상용 O-RU 및 5G 코어와 통합 검증

. AI 기술을 활용한 에너지 절감 5G-A O-DU/O-CU 기술 시연

⑤ 기술이전 및 상용화 지원

6. 기대 효과

ㅇ 이동통신용 저전력 5G-A DU/CU 장비 개발로 **기술경쟁력 확보 및 국내 장비 시장 활성화**

ㅇ 국내외 통신사업자망, 특화망 등에 적용할 수 있는 저전력 5G-A DU/CU의 **글로벌 기술·표준 확보**로 **산업 벨류체인 고도화 및 경쟁력 강화**

7. 지원기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간 : 4년 이내**(1단계 2년→2단계 2년)

ㅇ **'24년 정부지원연구개발비 : 43억원 이내**

ㅇ **총 정부지원연구개발비 :** 214억원 이내(1단계 100억원→2단계 114억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	4,300 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	5,700 백만원 이내
2단계	1년차	'26.1월~'26.12월	12개월	5,700 백만원 이내
	2년차	'27.1월~'27.12월	12개월	5,700 백만원 이내
합계		-	45개월	21,400 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관 :** 제한없음

ㅇ **특이사항 : 통신사업자, AI 반도체 연구기관 또는 사업자, 장비제조사 참여 필수**

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계(√), IP-R&D연계( )	

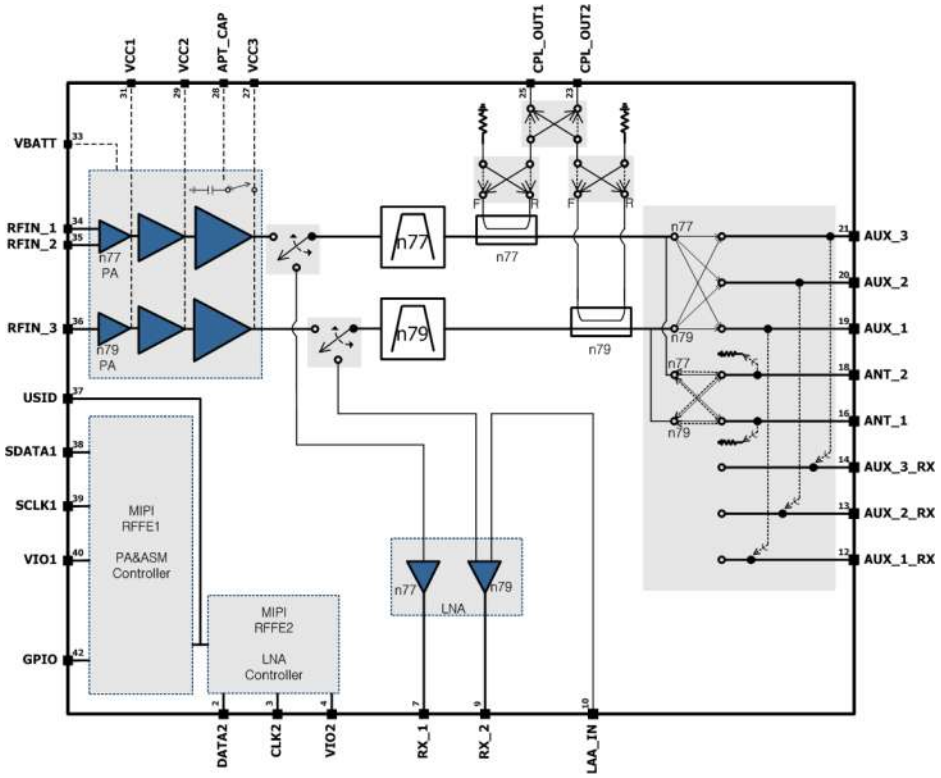
구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	네트워크팀	백선경

관리번호	2024-066	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(통신 단말/부품)-세분류(통신모듈/부품)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
품목(문제)명	5G 스마트폰향 n77~n79 대역 MIMO 지원 고효율 RF 모듈 개발	

1. 품목(문제) 정의

○ **(개념)** 5G 스마트폰의 경우 국내 대기업을 중심으로 세계 최고의 경쟁력을 확보하고 있으나, 통신용 부품은 아직도 미국 등 해외 부품사에 의존하고 있어 국산화가 필요하며, 현재 5G 통신용 부품의 경우 저전력 구조에 맞지 않는 증폭기 구조가 적용되어, 단말의 소모 전력과 전력 효율이 좋지 않음

- 5G의 주파수를 커버하는 MIMO 기술이 적용된 다출력 RF FEM에 대한 수요가 폭증하고 있는 만큼, 효율이 최적화된 부품 개발로 RF FEM(Front End Module)의 에너지 성능(효율) 개선



<그림 1. n77~n79 RF FEM Block Diagram Example with UL>

○ **(목표) 5G 스마트 단말용 n77~79 대역* 고효율 RF FEM 개발**

* n77 대역 : 3,300 MHz ~ 4,200 MHz, n78 대역 : 3,300 MHz ~ 3,800 MHz(n77에 포함), n79 대역 : 4,400 MHz ~ 5,000 MHz

- 5G NR n77 및 n79 Band 단말용 고집적 RF FEM 통합 모듈개발
  - · 5G NR n77 및 n79 Band 고효율 도허티 PA IP 개발
  - · 5G NR n77 및 n79 Band LNA IP 개발
  - · 5G NR n77 및 n79 Band Filter IP 개발

· 5G NR n77 및 n79 Band 단말용 RF FEM 통합 모듈용 Switch IP 개발
· 스마트폰 탑재 가능 고신뢰 5G NR n77 및 n79 Band 단말용 RF FEM 통합 모듈 개발
· 5G NR 스마트 단말용 n77 및 n79 Band 단말용 RF FEM 통합 모듈의 신뢰성 시험 및 고객사 연동 시험 통과

– 시장경쟁력 및 해외 대기업과 경쟁 가능한 수준의 제품 개발
· 주파수 : 3.3~4.2GHz(n77) & 4.4~5.0GHz (n79)
· 단말 출력 Power Class 2 (PC2) 충족을 위한 최대 출력 전력 : 28.5 dBm
· 높은 전류 효율 : 18% (최대 출력 전력 기준)

As is	To Be
• ET/APT 등 전원제어기술만 적용하는 FEM • 현재 FEM 모듈의 전력부가 효율은 15% 이내 • n77(n78) 대역만 대응 가능한 RF FEM	• ET/APT에 부가적 적용이 가능한 Doherty 개념 등 정합 회로 고도화 • 고효율 도허티 PA 구조가 적용된 RF FEM의 기대 부가 효율은 18% 이상 기대됨 • n77(n78) 대역 이외에 n79까지 포함하는 다중대역 RF FEM

2. 현황 및 필요성

ㅇ (기존 기술현황)

– 단말용 5G RF FEM 시장은 미국의 퀩리스 업체들이 대부분을 차지

– 미국의 퀄컴, 쿼보, 브로드컴, 스카이웍스 등이 5G RF FEM 시장의 90% 차지

– 특히 퀄컴의 경우 일본의 TDK와의 합병을 통해 자사의 앞선 Active 설계기술과 일본의 앞선 수동소자기술을 접목하여 5G 시장 점유율을 높이고 있음

– 일본의 무라타는 앞선 필터 및 모듈제작 기술로 4G 까지 30% 이상의 점유율을 차지했으나 5G 시장에서는 Active 기술 부재로 난항, 이를 반면교사 삼아 국내의 기술력 보유 중소기업 정부 집중 육성 필요

– 국내 중소기업 중 관련 기술 확보한 중소기업 집중 지원 시, 조기개발 가능

– 국내의 중소기업들은 4G LTE향 RF FEM을 양산했으며, 5G Low Frequency 대역에서도 삼성 스마트폰에 제품 탑재한 만큼 지원 시, 성공적 국산화 가능

ㅇ (필요성)

– 5G NR n77-79 지원 RF 부품 분야는 초고속 데이터 전송 시장의 증가로 수요가 늘어나고 있음

– 현재 미국의 퀄컴, 쿼보 등의 업체가 해당 주파수의 RF FEM을 전량 국내 스마트폰에 탑재하고 있으나, 국내 중소기업 중 스마트폰향 RF FEM 양산 기술 확보 기업 존재

– 정부의 연구개발 지원을 통해 5G NR n77-79 대역 RF FEM 핵심부품 조기 국산화 및 양산화 가능

– 최적의 부품을 조기에 국산화 개발함으로써 5G 핵심 RF 부품인 RF FEM의 시장을

국내 기업이 견인할 절호의 기회

- 국내의 중소기업은 정부의 연구개발 지원 등으로 4G LTE 및 5G NR Low 및 Mid 밴드에서 양산화에 성공한 만큼, 5G NR High 밴드인 N77~79 대역에서의 조기지원으로 양산화 가능성이 높음

3. 수요분석

ㅇ **(주요 수요처)**

- 국내 5G 스마트폰 및 기타단말 제조사
- 미국, 중국, 일본 등 5G 스마트폰 및 기타단말 제조사
- 국내 5G 차량용 텔레매틱스 모듈 제조사
- 해외 5G 차량용 텔레매틱스 제조사

ㅇ **(협력방안)** 예상 수요 기업과 신규 개발품에 대한 실장 시험 및 신뢰성 시험 협업을 통해 시장 적용성 검토

4. 기대 효과

ㅇ **경제적 파급효과**

- 5G NR n77-79 지원 부품 분야는 초고속 데이터 전송 시장의 증가로 수요가 늘어나고 있으나, RF FEM 부품은 대부분 미국 등 해외 대기업이 대부분의 시장을 점유하고 있어, 이에 대한 시장 국산화를 통한 수입 대체 효과 달성

ㅇ **사회적 파급효과**

- 5G 스마트폰의 경우, 5G의 주파수를 커버하는 RF FEM에 대한 수요가 폭증하고 있는 만큼, 최적의 부품을 국내 기업이 개발함으로써 5G 핵심 RF 부품인 RF FEM의 시장의 국산화에 기여함으로써 고용 창출에 기여

ㅇ **산업적 파급효과**

- 5G 스마트폰의 경우 국내 대기업을 중심으로 세계 최고의 경쟁력을 확보하고 있으나 통신용 부품에 있어서는 아직도 미국 등에 비해 기술 열위에 있어, 이를 극복하기 위한 지원을 통해
- 5G 스마트폰 부품 중에서 국내 중소기업이 경쟁력을 가지고 있는 RF FEM 제품의 고도화 및 사업화를 지원함으로써, 미국 중심의 경쟁 구도에 국산화 대체가 가능한 제품 확보를 도모할 수 있어야 산업 경쟁력 유지 달성 가능

5. 개발기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간 : 3년 이내**

ㅇ **정부지원연구개발비 : '24년 20억원 이내**(총 정부지원연구개발비 74억원 이내)

구분	기간	개월수	정부지원연구개발비
1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	2,000 백만원 이내
2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,700 백만원 이내
3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,700 백만원 이내
합계	-	33개월	7,400 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 중소·중견기업

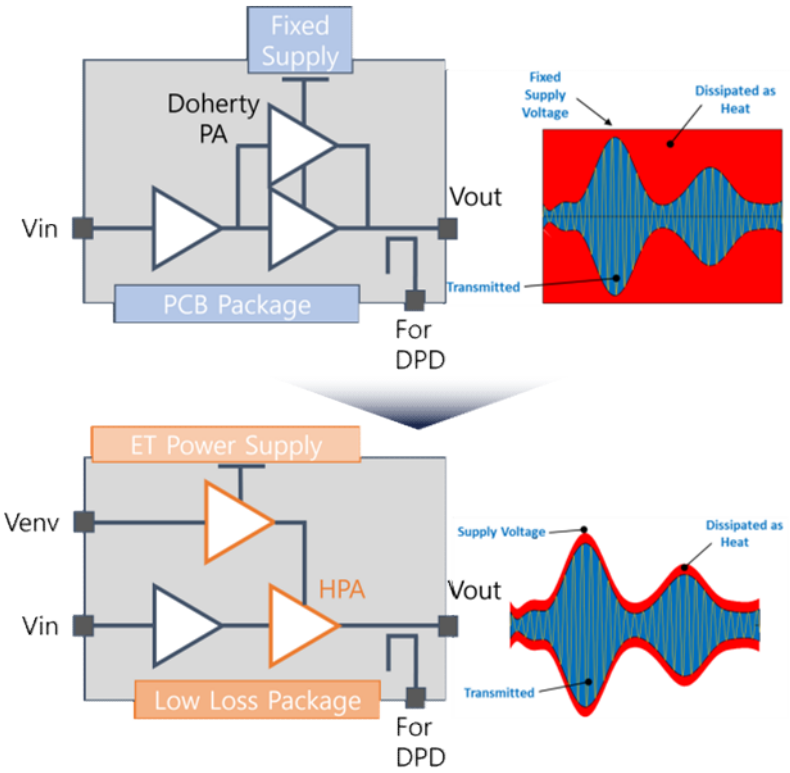
연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형( ), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비(√), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계(√), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	네트워크팀	백선경

관리번호	2024-067	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(통신 단말/부품)-세분류(통신모듈/부품)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
품목(문제)명	Sub-6GHz Massive MIMO 지원 기지국을 위한 Envelop Tracking PAM 개발	

1. 품목(문제) 정의

○ (개념) 현재 기지국용 5G Sub-6GHz 대역 PAM(Power Amplifier Module)은 Doherty 증폭기를 사용하여 선형 영역에서 25% 정도 효율을 보이고 있으나 좁은 대역폭 문제와 높은 PAPR에서 낮은 효율 문제가 있음, 이를 개선하기 위해 Envelop Tracking 기술(Supply Modulator + Power Amp Core Cell)을 적용한 광대역 기지국 PAM (저손실 패키지 포함) 개발함으로써 100MHz 이상의 높은 대역폭 내에서 고효율을 달성

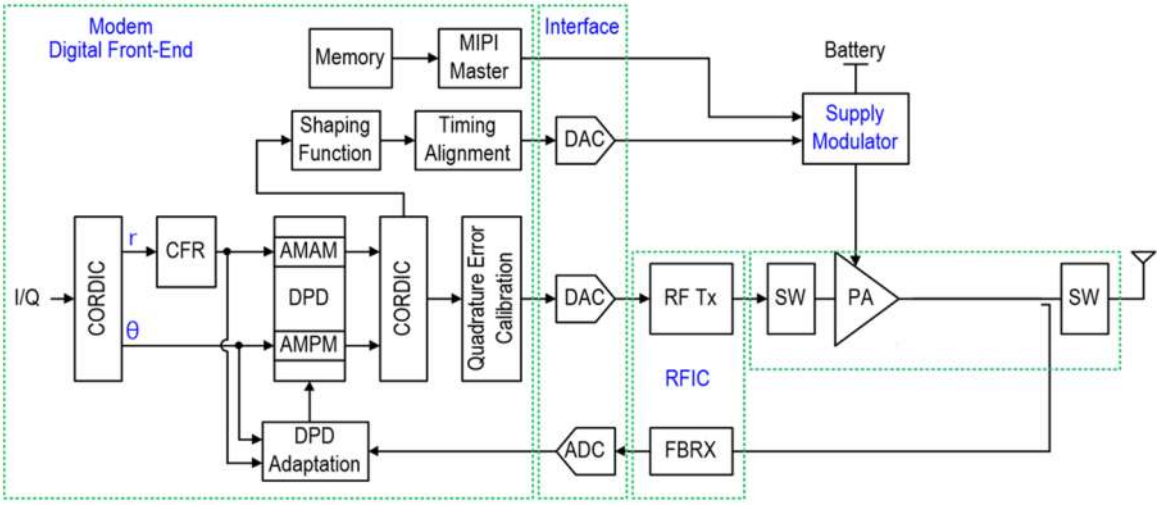


<그림 1. 기지국 PAM 모듈 비교: 기존 PAM(위), 제안 예시 PAM(아래)>

○ (목표) Sub-6GHz 대역 Massive MIMO 기지국용 고출력 전력 증폭기 모듈을 Envelop Tracking 기술과 저손실 패키징 매칭 기술을 적용하여 PAM 개발

- 130MHz 3dB 대역폭과 80%이상 효율을 갖는 Supply Modulator IC 기술 개발
- 300MHz 이상을 광대역을 지원할 수 있는 SPT(Symbol Power Tracking) 구조 개발
- 화합물반도체 기반 고출력 전력증폭기 코어 구조 개발
- 수동소자 임베디드 고주파 저손실 패키지 공정 기술 개발
- 4.7GHz 고출력(43dBm), 고효율 전력증폭기 모듈 개발(효율 ≥ 30%)

– 모뎀 기술과 연계되어 DPD, ET 구현을 통한 ACLR(≤−50dBc) 검증 기술 구현



<그림 2. PAM 및 ET 검증 기술 블록다이어그램 예시>

As is	To Be
• ET 미적용 Doherty 증폭기 • 단말기 ET 최대대역폭 100MHz 제공 • 선형영역 효율 (25%)	• ET 적용 전력 증폭기 • ET/SPT를 적용한 기지국 300MHz 제공 • 선형영역 효율 (≥30%)

2. 현황 및 필요성

ㅇ (기존 기술현황)

– Sub-6GHz 5G의 RF 기술력은 미국의 Qualcomm등을 중심으로 모뎀, Transceiver가 연동되어 있고 동시에 고가의 라이센싱 비용으로 일부 선진 산업체 외에는 시장 장벽이 매우 높음

– 모뎀과 Transceiver 외에는 다양한 산업체의 RF 부품이 적용되고 있으며, 특히 mMIMO를 지원하면서 한 기지국에 128개의 전력증폭기가 채용되면서 기지국 PAM에 대한 시장이 급증하고 있음

– 관련 시장을 미국의 Qorvo가 GaN 반도체를 이용하여 시장 지배력을 확대하고 있으나 주로 Doherty 기술을 활용한 제품을 출시하고 있음

– 과기정통부가 2021년 10월 5G 특화망 주파수로 4.72~4.82GHz를 할당한 만큼 국내 기업들(네이버클라우드, LG CNS, SK네트웍스서비스 등)도 새로운 서비스에 관심을 보이고 있음

– 현재까지 5G Sub-6GHz 대역 기지국용 전력증폭기와 특화망용 전력증폭기 전량이 해외 수입에 의존하고 있음

ㅇ (필요성)

– 기존 기술과 달리 제안 기술은 ET Supply Tracker를 통하여 GaN 전력증폭기 Core의 입력 전압을 조절함으로써 PAPR이 높은 5G 신호 전송에 있어서 고효율을

달성하는 기술임

- 현재는 단말기에서만 ET 기술이 적용되고 있지만 Massive MIMO 적용에 따른 기지국 부품 숫자가 증가함에 따라 기지국에서 고효율을 달성할 수 있는 ET 적용이 선진 기술국을 중심으로 연구 중
- 덧붙여 새로운 패키지 개발을 통해 Power Core, 매칭회로, ET/SPT를 초소형/고효율/고방열로 묶어 Massive MIMO PAM에 새로운 혁신을 가져와야 함
- 최근 베트남, 인도 등 신흥국에서 5G 기지국 설치 사업이 가장 활발하게 진행되고 있어 새로운 기지국 부품들이 진출할 기회가 생김
- 특화망도 주로 스마트팩토리 안의 자율형 로봇, 무인 운반 차량과의 통신으로 활용될 가능성이 높아 저전력 PAM 부품의 활용도는 높을 것으로 판단

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

- 국내 RF 기지국 모듈을 개발하는 회사
- 국내 특화망에 들어가는 RU를 개발하는 회사
- 삼성 등 국내 기지국을 생산하는 회사
- 베트남 비엣텔 등 인도 동남아시아의 신규 5G 기지국을 설치하는 회사

ㅇ (협력 방안)

- 국내 RU를 개발하는 회사와 함께 기지국용 부품을 개발하고 검증하며 동시에 이를 국내 기지국 회사 또는 베트남, 인도 등 5G 기지국 설치하는 기업과 협업하여 국내외 사업화를 추진

4. 기대 효과

ㅇ 경제적 파급효과

- 베트남, 인도 등 동남아시아에 국내 시장보다 큰 규모의 5G 기지국 시장이 새롭게 창출되고 있음
- 여기에 한국 부품을 수출하여 침체된 국내 RF 부품 시장에 활기를 불어 넣을 수 있음

ㅇ 사회적 파급효과

- 매년 10% 증가하고 있는 정보통신 분야의 전기 에너지 소비에 대부분을 차지하는 전력 증폭기의 효율을 극대화함으로써 탄소중립을 위한 막대한 기술적 기여를 할 것으로 예상

ㅇ 산업적 파급효과

- 제조업의 주된 新산업인 '스마트팩토리'를 위한 고성능 네트워크인 특화망을 안정적으로 구축함으로써 로봇의 고속 제어 등을 통한 작업 생산성 및 안정성 향상에 기여

5. 개발기간/예산/추진체계

ㅇ **연구개발기간 : 4년 이내**

ㅇ **정부지원연구개발비 : '24년 18억원 이내**(총 정부지원연구개발비 90억원 이내)

구분	기간	개월수	정부지원연구개발비
1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	1,800 백만원 이내
2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,400 백만원 이내
3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,400 백만원 이내
4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,400 백만원 이내
합계	-	45개월	9,000 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 중소·중견기업

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D(, 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비(√), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계(√), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	네트워크팀	백선경

관리번호	2024-070	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(무선통신 시스템)-세분류(셀룰러 이동통신 시스템)	
중점분야	AI ( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D( ), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D(√)	
품목(문제)명	5G-A vRAN 연구플랫폼 개발	

1. 품목(문제) 정의

○ **(개념)** Generation-agnostic 오픈랜 구조, 5G-A 오픈랜용 vRAN, RIC/SMO, 운용 관리 자동화 등 SW 및 클라우드 기반의 오픈랜 기술이 접목된 vRAN 플랫폼을 개발하고 캠퍼스에서 상용 단말 접속 및 서비스로 기술 검증 및 PoC

○ **(목표)**

- SW 및 클라우드 기반의 PoC급 O-RAN 기지국 Testbed 구축
- SDR(Software Defined Radio), 범용 서버·오픈소스 기반 RU, DU, Core가 연동된 Testbed 가동
- 오픈랜용 xApp, rApp 개발, 실증 및 공개
- 상용 단말을 접속하여 PHY, MAC 및 네트워크층 등의 다양한 계층에서 지능화 기술 구현 및 검증을 통한 실현가능성 확보

※ 관련 예시

· PHY, MAC : 지능형 채널 추정, 빔포밍, 빔스케줄링, 자원할당, 평면 제어

· 네트워크 : 오픈소스 기반 Testbed를 활용하여 이기종 네트워크 연동 기술 개발, (초저지연, 고대역폭을 요구하는 서비스 지원을 위한) Wi-Fi 연동을 통한 인빌딩 커버리지 및 데이터 오프로딩 솔루션 기법 개발, 위성 통신, IoT 통신 등 이기종 네트워크와의 연동

· Application : 오픈소스 기반 Testbed와 Mobile Edge Computing(MEC) 연동 및 활용 기술, 블록체인 기반 O-RAN 기지국 관리 및 보안 기술 개발

As is	To Be
HW 기반의 기지국 시스템 • 기지국 장비의 최초 가설, 장비 증설, 개보수 및 알고리즘의 업그레이드에 있어 네트워크 장비 대형 벤더에 종속 • 국내 인력 양성 제약 • HW, SW 기술 주권 및 기술/제품/솔루션 확보 제약	SW 및 클라우드 기반의 개방형 기지국 시스템 • 오픈 RU, 오픈 DU, 오픈 RU, 오픈 소스, 서드파티 App을 사용하여 기존 시스템 재사용 및 업그레이드 가능하여 대형 벤더의 기술 종속 탈피 • 국내 인력 양성 활성화 및 경로 다양화 • HW, SW 기술 주권 및 기술/제품/솔루션 확보 가능

2. 현황 및 필요성

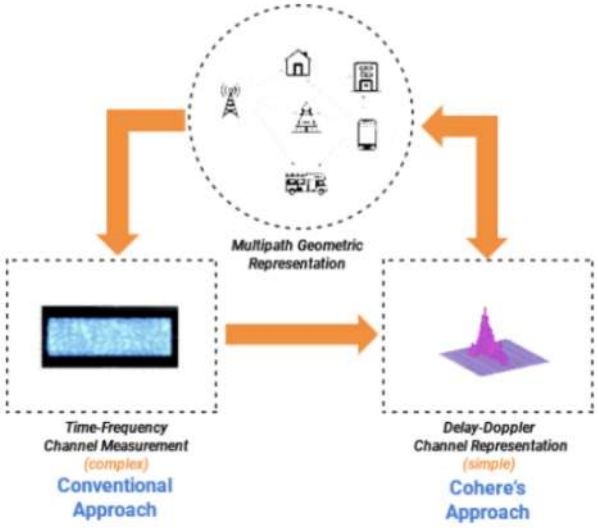
○ **(기존 기술현황)**

- 全산업의 디지털 대 전환을 지원할 수 있는 기존 통신 네트워크 혁신적인 구조 변화인 오픈랜 패러디임이 가속화됨
- 오픈랜 기반의 네트워크의 구조 변화는, 장비의 혁신적인 유연성, 개방화, 타 산업과의 융합을 가속화시킴. 전반적인 통신 산업의 HW 및 SW 기술 주권 그리고 기술/제품/

솔루션 확보가 국가 경쟁력의 핵심 역량이 됨

- 5G 오픈랜은 이동통신용 기지국 장비와 클라우드 및 AI 기술과의 융합이 필수 불가결하나, 기존 시스템의 업그레이드 및 정합의 복잡성, 통신사 개별 인프라의 클라우드 인프라 전환의 어려움, 네트워크 운용 기술/역량의 미흡, 대규모 초기 시장 발굴의 어려움으로 대형 벤더 기술에 종속 현상이 발생하므로 국내 오픈랜 자체 기술 확보 필요

- 미국의 경우 Univ. of Texas at Austin의 Hadani 교수가 대학에서 개발한 Delay-Doppler Communication기술을 이용하여 Cohere Technologies를 공동 설립한 후 O-RAN용 xApp인 Universal Spectrum Multiplier(USM)을 개발하여 사용자 용량을 2배 이상 확대시켜 주목을 받고 있음



<그림 1. Cohere Technologies의 USM xApp 접근법>

- 미국의 Northeastern대학의 경우 DOD, NSF의 지원을 받아 O-RAN Testbed를 구축하여 연구와 교육에 이용, Open6G 연구센터 개소



<그림 2. Northeastern 대학이 설립한 Open6G 연구센터>

- Singapore Univ. of Technology and Design(SUTD)은 동남아시아 최초의 O-RAN Open Testing and Integration Centre(OTIC)를 개소함. 또한 VIAVI Solutions와 RAN Intelligent Controller(RIC), Energy Efficiency and Savings, Security and Beyond 5G innovations 분야에서 혁신적인 O-RAN 솔루션을 개발하기로 함

o (필요성)

- 5G 무선 네트워크 장비 공급망 혁신 증대 및 빅데이터 기반 AI 네트워크 운용 혁신을 촉진하기 위해, 고도화된 RAN 및 RIC 기술 개발 및 RAN와 RIC 사이 유기적인 통합관리가 필수적이나 국내 대학의 관련 기술 개발이 초기 단계임
- 또한 O-RAN 기지국 Testbed를 구축하여 오픈 소스를 개발하는 단계에 이르지 못하고 있어 인력양성 및 기술 확보가 필요한 실정임
- 증강/가상/혼합 현실(AR/VR/MR), 클라우드 게임 스트리밍 서비스는 저지연, 고대역폭의 통신 환경을 사용자의 이동과 위치(실내/외)에 상관없이 만족시켜야 되기 때문에 5G 킬러 서비스로 주목을 받고 있음. 하지만, 장애물이 많은 공연장, 회의장, 강연장 등 밀집된 실내에서는 고주파수를 사용하는 5G 특성상 O-RAN 기지국과 Wi-Fi 연동을 통한 인빌딩 커버리지/데이터 오프로딩 솔루션 개발이 요구됨
- Mobile Edge Computing(MEC)은 5G 네트워크의 핵심 기술 중 하나로 주목받고 있음. MEC는 무선 기지국에 분산 클라우드 컴퓨팅 기술을 적용하여 사용자 가까이에서 유연한 서비스와 컨텐츠 제공이 가능함. MEC는 5G 네트워크의 핵심적인 기반 기술임에도 아직 기술적으로 초기 단계임. 따라서, 오픈소스 기반 Testbed에서 MEC를 연동하고 활용하는 기술 개발이 요구됨
- O-RAN 도입을 통해 여러 통신사가 기지국과 같은 통신 인프라 공유가 가능하기 때문에 다양한 기업의 시장 진입을 허가하며 비용을 절감할 수 있음. 하지만, 통신사 간 무선 자원의 공정한 배정 및 관리가 요구되고, 통신 인프라의 보안 위험이 증가할 수 있음. 블록체인은 이러한 문제점을 해결하기 위한 유용한 기술이나, O-RAN 과 블록체인 둘 다를 이해할 수 있는 인력의 부족으로 선도적 기술 확보가 어려움

3. 수요분석

o (주요 수요처)

- 오픈랜 연구 개발 대학 연구실
- 오픈랜 기반 5G 공중망/특화망 사업자 등 서비스 사업자
- 기지국 장비 및 오프랜 S/W 솔루션 등 네트워크 장비 사업자

o (협력 방안)

- 5G 오픈랜 기지국을 구축하는데 사용된 하드웨어 스펙 및 소프트웨어를 공개하여 국내 대학에 공유·확산
- 네트워크 사업자, 오픈랜 기지국 장비 및 솔루션 산업체에 구축한 5G 오픈랜 기지국 및 소프트웨어의 기능 및 성능에 대해 시연 및 평가를 받아 본 사업과 관련된 수요 기업들이 과제에서 개발된 기술을 채택하고 협력하도록 유도

4. 기대 효과

- 오픈랜 관련 기술을 국내 대학에 공유·확산하여 전문인력 양성을 통해 산업 경쟁력 확보
- 오픈랜 기지국 핵심 기술 및 특허 확보
- 전문 인력 배출을 통한 대학 연구실 기반 창업지원
- 기존 소수 대기업이 독점하는 이동통신 장비 생태계의 다양화로 오픈랜 관련 중견·중소기업에 개발된 기술을 이전하고 전문 인력을 공급
- 오픈 얼라이언스의 회원사와의 기술 협력 및 전문인력 지원
- 5G-A 기반 글로벌 오픈랜 시장 점유율 확보 및 6G 시대의 발판 마련

5. 개발기간/예산/추진체계

- **연구개발기간 : 5년 이내** (1단계 3년→2단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비 : 20억원** 이내
- **총 정부지원연구개발비** : 128억원 이내(1단계 74억원→2단계 54억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	2,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,700 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,700 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,700 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,700 백만원 이내
합계		-	57개월	12,800 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 대학
- **특이사항 : 국내외 오픈랜 민관 협의체와의 지속적 협력 및 수요 반영 권고**

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 (√), 개발연구 ( )	TRL (4)~(6)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계(√), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	네트워크팀	백선경

관리번호	2024-073	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(통신 서비스)-세분류(통신 서비스/플랫폼)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
품목(문제)명	디지털 트윈 기반 네트워크 장애예방 및 운영관리 자동화 기술 개발	

1. 품목(문제) 정의

○ **(개념)** 5G, 5G-A 등의 통신 네트워크는 이동통신과 산업기술간 융합된 정보화 사회 구축을 위한 서비스 인프라로 발전하고 있음

- 이에 따라 안정된 네트워크의 운영은 산업·경제·사회의 디지털 전환과 지속 성장을 뒷받침하는 핵심 인프라이자 공공재로서의 역할과 가치를 가지고 있음
- 다양한 정보의 제공과 유통의 핵심 매개체로서 특화망, 모바일, 에지 서비스 등의 생태계에서 높은 성능과 안정성을 보장해야만 함
- 하지만, 네트워크의 관리 및 관제의 많은 부분은 아직도 사람 중심으로 이루어지고 있으며 보다 높은 성능과 안정성을 확보할 수 있는 실제 네트워크를 모사하는 디지털 네트워크 트윈 기반의 네트워크 운영 관리 기술 개발이 필요함

○ **(목표)** 높은 응용 성능을 보장하면서 안정된 네트워크 운용을 지원할 수 있는 **디지털 트윈 기반 지능형 네트워크 장애예방 및 운영관리 자동화 플랫폼 개발**을 목표로 유무선 네트워크 트윈 데이터를 수집하고, 모델링 및 관리 서브시스템 개발과 트윈 기반 자동관제 및 이상/결함 예측 기술을 적용한 통합 플랫폼을 개발

- 네트워크 트윈 데이터 서브시스템 개발
  · 네트워크 트윈 데이터 수집 시스템 구축
  · 네트워크 모니터링 기술 고도화 및 실시간 네트워크 트윈 데이터베이스 구축
  · 네트워크 트윈 서브시스템(트윈 모델, AI 엔진, SDN 자동관제) 간 데이터 파이프라인 구축
- 네트워크 트윈 모델러 서브시스템 개발
  · 물리 인프라를 신속, 정확, 효율적으로 가상 트윈에 모사하기 위한 네트워크 노드 및 토폴로지 모델러 개발
  · 네트워크 기능(functions) 및 정책(policies) 매퍼 개발
- 네트워크 트윈 매니저 서브시스템 개발
  · 트윈 모델 시각화 모듈 개발
  · OAM 응용계층 요구사항 기반 서비스 매핑에 따른 서비스 에뮬레이션 모듈 개발
  · 네트워크 트윈 모델 인스턴스 관리 및 라이프 사이클 트랜잭션 관리 모듈 개발
- 네트워크 트윈 기반 자동관제 기술 개발
  · 물리 네트워크 설정·변경을 위한 Configuration Adaptor 개발
  · 네트워크 설정·변경 작업의 인적 오류 방지를 위한 에뮬레이션 기반 사전검증 모듈 개발

· 신속한 장애 탐지, 경보 및 복구 자동화 모듈 개발
· 네트워크 이상 현상/결함 예측/탐지 모듈 개발

– 네트워크 트윈 플랫폼 개발 검증
· 네트워크 트윈 플랫폼 고도화 및 통합 시험
· 유무선망 및 특화망 등에 적용 가능한 네트워크 트윈 PoC 설정 및 시험 검증

As is	To Be
• 네트워크 설정/변경/교체 작업에 수작업이 포함되어 이에 따른 오류 가능성 내재 • 장애의 신속한 복구 등 사후 처리 프로세스에 적용되는 “장애 대응 체계” 확보	• 네트워크 설정/변경/교체에 필수적인 동작/상태 모니터링 및 장애 예측 • 인적 오류 방지 최소화를 위한 사전 검증 가능 • 네트워크 디지털 트윈 기반의 “장애 예방 체계” 확보

2. 현황 및 필요성

○ (기존 기술현황)

– Tier-1 사업자의 백본 네트워크에 디지털 트윈을 구축하고, 인공 지능 기술을 활용하여 대규모의 복잡한 네트워크에서 라우팅 최적화 및 네트워크 오류 시뮬레이션 기능을 제공하는 STEP-T(Strategic Traffic Engineering and Planning Tool)를 출시함(AriaNetwork)

– 네트워크 운영 가속화 및 간소화를 통하여 자동으로 확장이 가능한 개방형 소프트웨어 기반 네트워크 플랫폼인 DNA(Digital Network Architecture)를 통해 인텐트 네트워크 개념을 실현할 수 있는 다양한 제품군 출시 중(시스코)

– 운영자의 개입을 최소화하고, 자동 구성, 모니터링, 관제 등을 수행할 수 있는 Self-Driving Network를 네트워크 자동화 최종 단계로 정의하고 IBN 확장 기술로 제품을 개발하고 있음(주니퍼)

– 인공지능, 빅데이터 및 클라우드를 이용 물리적 네트워크와 비즈니스의도 간에 디지털 네트워크 트윈을 구축하여 IDN(Intent Driven Network) 실현을 지원하는 NCE(Network Cloud Engine) 제품 출시함(화웨이)

– 3GPP와 ETSI의 표준화 단체는 NWDAF(Network Data Analytics Function), ZSM(Zero-touch network & Service Management) 등 자동화를 위한 기능적 요소와 참조 모델 정의함

– 이와 같이 세계 유수 경쟁 네트워크 업체들과 표준화 단체는 네트워크 모니터링 및 관리, 관제 자동화를 위한 적극적인 노력을 하고 있으나, 국내 네트워크 장비 기업은 인프라 장비 개발에 치중함으로써 네트워크 구성 기술개발에 한계가 있으며, 지능화, 자동화 등 변화하는 네트워크 인프라 요구사항에 능동적으로 대처하기 어려운 상황임

○ (필요성)

– 산업·경제·사회의 디지털 전환과 지속 성장을 뒷받침하는 핵심 인프라로서

네트워크의 안정성 보장을 위하여 인공지능, 소프트웨어 정의 네트워크, 디지털 트윈 등 신기술의 융합을 통한 네트워크운영관리 지능화·자동화 및 장애 예방 핵심기술 개발이 필요함

- 소프트웨어 기반으로 운용되는 네트워크 환경에서 고가용성/무중단 서비스를 제공하기 위해서는 자동화된 형태의 네트워크 관리/운용 기술이 요구되며 이에 따라 디지털 네트워크 트윈의 활용과 이를 바탕으로 한 인공지능 기반 관리 및 관제 기술 개발 필요함

3. 수요분석

o (주요 수요처)

- 주요 수요처는 통신 네트워크를 구축하고 있는 대형 통신사
- 특화 서비스를 위한 소규모 네트워크를 구축하고 있는 기업

o (협력 방안)

- 유·무선망을 보유한 서비스 제공 업체 및 통신사와의 협력

4. 기대 효과

o (기술적 효과)

- 디지털 트윈 네트워크 및 장애예방 핵심기술 선점 및 글로벌 선도하고 상대적으로 경쟁력 열위에 있는 국내 네트워크 장비의 글로벌 수준 기술 진화 유도
- 함께 개발될 인공지능, 소프트웨어 정의 네트워크, 디지털 트윈 등의 신기술은 타 분야 파급 효과도 매우 높을 수 있음
- 차세대 네트워크 신규 서비스 사전 시험 및 검증, 네트워크 Trouble-shooting 디버거, 무중단 6G 네트워크 안정성 강화 및 5G 특화망 서비스 유스케이스 적용 및 최적화에 활용 가능

o (경제적 효과)

- 미래 네트워크 운영관리 지능화·자동화 및 장애 예방 솔루션 확보, 국산 네트워크 장비의 업그레이드 등을 통한 시장점유율 확대

o (사회적 효과)

- 네트워크 안정성 보장을 통해 산업·경제·사회의 디지털 전환을 견인하고 신규 서비스 창출을 통한 국가 발전에 기여

5. 개발기간/예산/추진체계

o 연구개발기간 : 5년 이내 (1단계 3년→2단계 2년)

o '24년 정부지원연구개발비 : 20억원 이내

ㅇ 총 **정부지원연구개발비** : 128**억원 이내**(1단계 74억원→2단계 54억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	2,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	2,700 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	2,700 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,700 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,700 백만원 이내
합계		-	57개월	12,800 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

ㅇ **주관기관** : 제한없음

ㅇ **특이사항** : PoC 및 시험검증을 위한 통신사업자 참여 필수

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형( ), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계(√), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	네트워크팀	백선경

관리번호	2024-074	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(통신 서비스)-세분류(통신 서비스/플랫폼)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
품목(문제)명	유·무선 통신 소프트웨어 하우스 체계 개발	

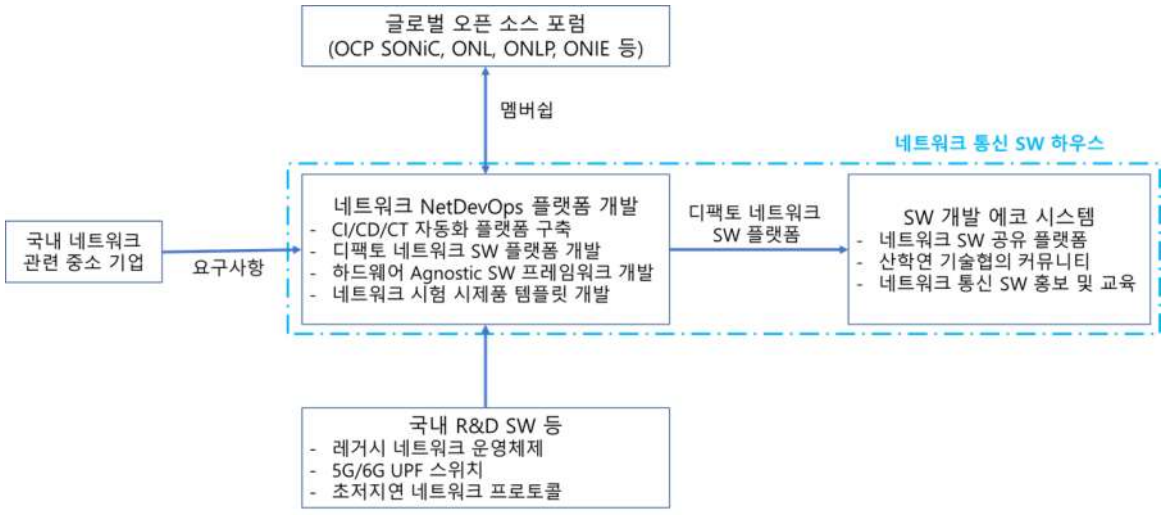
1. 품목(문제) 정의

○ **(개념)** 차세대 네트워크 장비 산업의 통신 SW 패러다임 전환기에서 국내 네트워크 장비 산업체가 산업화 가능한 수준의 통신 SW 기술을 조속히 확보하고, 지속적으로 시장 대응 능력을 유지할 수 있도록 차세대 네트워크 De-Facto(사실표준) SW 프레임워크를 개발, 보급을 통하여 국내 네트워크 장비 산업 경쟁력을 강화함

– **차세대 네트워크 장비군***에 적용 가능한 글로벌 오픈 플랫폼(OCP SONiC, ONL, ONLP, ONIE 등)을 활용한 De-Facto 네트워킹 소프트웨어 프레임워크 개발·보급 및 차세대 네트워크 오픈 소스 하우스 구축

* 차세대 네트워크 장비군 : 엔터프라이즈 스위치/라우터, 모바일 코어 장비 및 백본 장비를 포함하는 유·무선 네트워크 장비 군

○ **(목표)** 통신·네트워크 SW 패러다임 전환기에 **국내 통신 관련 산업체가 사업화 가능한 수준의 통신 SW 기술을 조속히 확보**하고, **지속적으로 시장 대응 능력을 유지할 수 있도록 상시 지원체계를 구축**함으로써 산업 생태계 강화 및 선순환 구조 정립



< 네트워크 통신 SW 하우스 추진 체계(안) >

– (**SW NetDevOps 플랫폼 개발**) 개발 소프트웨어의 안정성 및 실용성 향상을 위한 통신 SW의 개발/시험/검증 환경을 제공할 수 있는 기능·성능·통합 시험 자동화 플랫폼 개발

· 글로벌 오픈소스 컨소시엄(OCP SONiC, ONL, ONIE 등) 멤버쉽 구축

· 네트워크 장비 디팩토 SW 프레임워크 개발

· 국내 R&D SW 결과물을 반영한 네트워크 장비 디팩토 SW 프레임워크 개발

· SW 라이센스/정적/동적 분석 시나리오 저작기술

· 클라우드 기반 네트워크 통신 소프트웨어 검증용 런타임 가상 인프라 제작 기술

· Example Platform(HW Agnostic, White-Box 등) 기반 시험 시제품 템플릿 개발

– (**SW 개발 에코 시스템 구축**) 산업체의 유·무선 통신 SW의 제품화 · 산업화 과정에서 발생하는 다양한 문제점 기술 개발 지원을 위한 산·학·연 오픈 커뮤니티 및 SW 레포지터리 운영

· 통신 소프트웨어의 저장, 관리하며, 산업체의 필요시 개방적으로 SW를 제공하는 소프트웨어 공유 플랫폼 개발

· 산·학·연간 기술협의 오픈 커뮤니티 구축 등을 통한 유·무선 통신 SW 인재 양성 프로그램 운영

· 상용 유사 연구시험망(KOREN, KREONET 등)를 활용한 신규 네트워크 기능 SW 시험 지원

As is	To Be
• **중소기업의 인력 한계 상황에서 SW 개발 연속성 보장 어려움** • **3rd Party 상용 소프트웨어 활용으로 네트워크 장비 가격 경쟁력 약화** • **기존 시장 대응(하드웨어 중심)으로 신기술 SW 기술력 확보에 한계** • **하드웨어 중심 고비용 사업으로 중소기업의 사업 분야 확대 한계**	• **하드닝(Hardening)된 사실 표준 SW 플랫폼을 활용한 신시장 적응력 확보** • **오픈 소스 플랫폼 제공을 통한 네트워크 장비 가격 경쟁력 확보** • **신기술 SW 개발 및 보급을 통한 중소기업의 SW 기술력 혁신 지원** • **하드웨어 Agnostic SW 플랫폼을 통해 높은 시장 진입 장벽 해소로 사업 분야 확대 가능**

2. 현황 및 필요성

o **(기존 기술현황)** 국내 네트워크 관련 산업체는 대부분 중소기업으로, 기존 하드웨어 중심 장비산업 중심으로, 신기술에 대한 SW R&D 자체 투자 및 인력양성을 통한 기술혁신은 어려운 상황

o **(필요성)** SW의 원천적 특성과 국내 산업체 SW 경쟁력 확보를 위해 정부 지원에 의해 산출된 R&D 결과물을 산업체가 빠르게 제품화하고 확산 및 지속적으로 연구 결과물의 산업화/상용화를 지원하기 위한 생태계 구축 필요

– (**네트워크 통신 SW 특성**) 적용 시장 · 제품, 서비스 변화 · 진화에 따라 지속적 기능 커스터마이징, 기능 추가(Upgrade) 및 안정화(Maintenance)가 필수

– (**現 R&D 추진체계 한계**) R&D SW 결과물의 수준(TRL5~6, 핵심 모듈 검증)과 상용 제품 SW 요구 수준(TRL9이상, 시스템화 및 안정화)의 차이를 극복하기 위한 지속적 산업체 지원 한계 존재

– (**SW 추진체계 개선 필**요) 국내 통신 관련 산업계가 산업화 가능한 수준의 SW 기술을 조속히 확보하고 지속적인 시장대응력을 갖출 수 있도록 상시 지원할 수 있는 산학연 협력의 '**차세대 네트워크 소프트웨어 하우스**'와 같은 SW 특화된 연구 개발 지원 체계 필요

3. 수요분석

o **(주요 수요처)** 국내 네트워크 장비 중소 장비기업(Enterprise 네트워크/스위치 장비 개발 기업, Private 5G UPF 스위치 개발 기업 등, NMS 개발 기업 등)

o **(협력 방안)** 글로벌 오픈소스 컨소시엄(OCP, ONF 등)과의 멤버쉽을 구축하고, 사실 표준

프레임워크에 대한 직접 지원을 통해 국내 중소 기업에 배포하기 위한 PoC 예제 플랫폼 개발 및 보급하고, 국내 연구시험망(KOREN, KREONET 등)에서 실증사업화 추진

4. 기대 효과

- (**기술적 효과**) 차세대 네트워크 장비군을 위한 경쟁력을 갖춘 글로벌 오픈 소스 프레임워크 기반 네트워크 핵심 SW 및 지능형 네트워크 SW 기술 확보를 통해 국내 네트워크 장비 산업체의 기술 경쟁력 강화
- (**경제적 효과**) 신기술을 적용한 R&D 결과물을 상용화함으로써 기술 선점을 통한 신규 시장 창출이 가능함으로써 국내 산업 발전 및 해외 시장 개척도 가능함
- (**사회적 효과**) 국내 부족한 네트워크 SW 연구 개발 인력 확보가 가능하고, 지속적으로 발전되고 있는 신규 네트워크 기술에 적응적으로 대처함으로서 네트워크 인프라 안전성 확보

5. 개발기간/예산/추진체계

- **연구개발기간 : 8년 이내** (1단계 3년→2단계 3년→3단계 2년)
- **'24년 정부지원연구개발비 : 10억원 이내**
- **총 정부지원연구개발비** : 146억원 이내(1단계 36억원→2단계 60억원→3단계 50억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	1,000 백만원 이내
	2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	1,300 백만원 이내
	3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,300 백만원 이내
2단계	4년차	'27.1월~'27.12월	12개월	2,000 백만원 이내
	5년차	'28.1월~'28.12월	12개월	2,000 백만원 이내
	6년차	'29.1월~'29.12월	12개월	2,000 백만원 이내
3단계	7년차	'30.1월~'30.12월	12개월	2,500 백만원 이내
	8년차	'31.1월~'31.12월	12개월	2,500 백만원 이내
합계		-	93개월	14,600 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

- **주관기관** : 제한없음

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형( ), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개(√), 사업화연계(√), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신·네트워크	최성호
담당 팀장	네트워크팀	백선경

관리번호	2024-077	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(통신 단말/부품)-세분류(통신모듈/부품)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D(√), 문제해결형R&D( ), 기술축적형R&D( )	
품목(문제)명	MSA 호환형 플러거블 10GHz 아날로그 RoF 광트랜시버 기술 개발	

1. 품목(문제) 정의

ㅇ (개념)

- 현재 대부분의 RoF 아날로그 광트랜시버는 비플러거블(Non-Pluggable) 형으로, 형상이 제조사 별로 상이하고 규격화되어 있지 않아 호환성 문제 등이 있음
- RoF 아날로그 광트랜시버는 높은 선형성을 요구하는 광/RF 부품의 사용으로 제작단가가 상대적으로 높아, 구성 최적화 등을 통한 저가형/규격형 MSA 모델 개발이 필요함
  ※ RoF : Radio over Fiber, RF : Radio Frequency, MSA : Multi-Source Agreement
- 10GHz 대역폭 갖는 고성능 RoF 아날로그 광트랜시버의 개발을 통해, 직접변조 광원으로 수 Km 광전송이 가능하고, 저가형으로 규격화된 MSA 호환형 플러거블(Pluggable) 형태의 SFP+/qSFP+ 광트랜시버를 제공함
  ※ SFP : Small Form-factor Pluggable, qSFP : quad SFP, + : Enhanced

ㅇ **(목표) RoF 광전송을 위한 MSA 호환형의 10GHz 이상 대역폭을 갖는 플러거블 아날로그 광트랜시버 기술 개발**

① Receptacle형 고선형 아날로그 TOSA/ROSA 개발

- 주파수 대역폭(@3dB) : > 10GHz
- IMD3 : < -65dBc
  ※ IMD3 : InterModulation Distortion 3rd order

② 플러거블 아날로그 광트랜시버 인터페이스 및 호스트 보드 개발

- VSWR 1.5:1 이하의 특성을 갖는 플러거블 아날로그 광트랜시버 인터페이스 및 호스트 보드용 임피던스 매칭 기술 개발
  ※ VSWR : Voltage Standing Wave Ratio

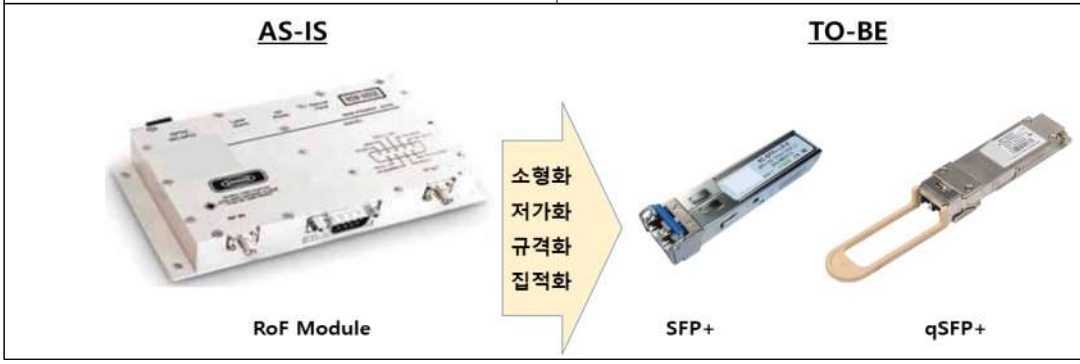
③ 플러거블 아날로그 광트랜시버 PBA 및 기구물 개발

- 송수신 isolation 35dBc 이상의 누화 저감 기술 개발
- 3dB 대역폭 10GHz 이상의 광대역화 기술 개발
- 기구물/PBA 소형화 기술 개발(SFP+/qSFP+형) .

④ 플러거블 아날로그 광트랜시버 관리/제어를 위한 F/W 및 S/W 개발

- 링크 이득 제어용 MCU F/W 개발
- 운용/관리를 위한 GUI S/W 개발

As is	To Be
• 현재 사용 중인 대부분 RoF 아날로그 광트랜시버는 규격화 되지 않은 비플러거블(Non-Pluggable) 형태로서, 형상이 제조사별로 상이하고 비표준으로 호환성 문제 등이 있음 • 기존 RoF 모듈은 박스 형태로 외부에 고정 광커넥터 형태를 가지며 광 송신기와 광수신기는 RF 기능부와 함께 모듈 내부에 설치하는 형태임	• 10GHz 대역폭 갖는 고성능 RoF 아날로그 광트랜시버는 제품의 소형화, 저가화, 규격화, 집적화 등의 기술 혁신을 통해 MSA 호환형 플러거블 형태의 SFP+/qSFP+ 광트랜시버를 개발함 • 개발할 10GHz급 플러거블 RoF 아날로그 광트랜시버는 광 기능부와 RF 기능부를 분리하여 적용 가능하며, 5G 3.5GHz 대역 신호는 RFoF 방식, 28GHz 밀리미터파 대역 신호는 IFoF 방식으로 각각 운용이 가능한 광트랜시버를 제공함



2. 현황 및 필요성

ㅇ (기존 기술현황)

– RoF 기술은 IFoF 방식과 직접(directly) RFoF 방식으로 분류할 수 있으며, 국내 개발은 IFoF 방식 용도로 6GHz 대역폭의 아날로그 광 트랜시버 개발 과제가 수행된 바가 있으며, 현재 28GHz 밀리미터파(mmWave) 대역에서 directly RFoF 방식 용도의 광 부품/모듈 개발 과제가 진행되고 있음

※ IF/RFoF : Intermediate Frequency/Radio Frequency over Fiber

– 기존 RoF 모듈은 AS-IS 그림과 같이 외부 고정 광커넥터 형태를 가지며, RoF 아날로그 광 송신기와 광수신기는 차폐 기구물(박스) 모듈 내부에 설치하고, RF 기능부도 모듈 내부에 설치하는 형태임

– 5G 주파수 대역 중 하나인 28GHz 밀리미터파 RF 신호는 기존 디지털화 방식(예: eCPRI)으로는 채널 대역폭이 대폭 늘어나면서 현 디지털 광통신 기술로는 수용하기 어려움

– 28GHz 밀리미터파 대역에서는 대역폭 측면에서 효율적 전송이 가능한 아날로그 RoF 기술이 유리한 측면이 있으며, 5G 이동통신 구간 즉 DU-RU 간 RoF 적용을 예시로 하여, IFoF 방식과 RFoF 방식을 비교하면 다음과 같음

※ DU : Digital Unit, RU : Radio Unit

· IFoF 방식은 중간주파수(IF)를 이용하여 DU에서 IF 변조로 전-광 변환하여 RU까지 전송하고, RU에서는 광-전 변환된 수신 IF 신호를 28GHz 밀리미터파로 주파수 업 변환(반대방향은 주파수 다운 변환)하여 안테나까지 전달하는 기술

· 직접 RFoF 방식은 RF 주파수(28GHz)를 이용하여 DU에서 직접 RF 변조로 전-광

변환하여 RU 까지 전송하고, RU에서는 광-전 변환된 수신 28GHz 밀리미터파를 주파수 업/다운 변환없이 안테나까지 전달하는 기술

• IFoF와 RFoF 방식의 비교

밀리미터파 대역 아날로그 IFoF 기술	밀리미터파 대역 아날로그 RFoF 기술
[장점] - RoF 광 링크의 주파수(IF)가 낮아 저가격의 광학/전자부품을 사용할 수 있고, 직접변조로 광 트랜시버 회로 단순 - RF 대비 낮은 IF 주파수에 따른 색분산 효과 최소화 등 신호왜곡 및 열화 경감 [단점] - RU에서 주파수 업/다운 변환에 따른 RF 처리 기능 구현 복잡(고속믹서와 안정적 로컬발진기 사용→광트랜시버 외부)	[장점] - RU에서 28GHz RF-광 변환만 필요 - 주파수 업/다운 변환이 없는 간단 구조 [단점] - 28GHz RF 주파수에 따른 직접 변조가 어렵고, 고속 LD/PD/변조기 회로 필요 - RF 주파수에 따른 고성능 선형성 요구, 색분산으로 거리 제한 등의 신호 왜곡 및 열화 증가

ㅇ (필요성)

– RoF 아날로그 광트랜시버는 높은 선형성을 요구하는 광 부품/RF 부품의 사용으로 제작 단가가 상대적으로 높아, 구성 최적화 등을 통한 저가형/규격형 제품 개발이 필요함

– RoF 아날로그 광트랜시버는 제품의 소형화, 저가화, 규격화, 고집적화 등의 기술 혁신을 통해, MSA 호환형의 10GHz급 이상 대역폭을 갖는 플러거블 형태의 제품 개발이 필요함

3. 수요분석

ㅇ (주요 수요처)

– 5G 3.5GHz 대역을 사용하는 국내 이동통신 3사에 In-building/지하구간 등의 음영지역에 10GHz 급 RoF 아날로그 광트랜시버(이하, 개발제품)을 적용한 directly RFoF 광중계기, DAS 등을 공급할려는 장비 제조사(국내 관련 중소기업의 디지털 방식 장비 선점으로 진입 장벽은 있음)

– 5G 28GHz 대역을 사용하는 국내 제4이동통신사업자 선정이 완료되면, 본 개발제품을 적용한 IFoF 광중계기, DAS 등을 공급할려는 장비 제조사

– 5G 특화망에서 28GHz 주파수 대역 사용이 활성화 시, 본 개발제품을 적용한 IFoF 광중계기, DAS 등을 공급할려는 장비 제조사

– 5G 3.5GHz/28GHz 대역을 사용하는 해외 이동통신 사업자에 본 개발제품을 적용한 IFoF/RFoF 광중계기, DAS 를 개발하여 수출할려는 장비 제조사

– 기타 RF 신호 전송용으로 RoF 광링크가 필요한 사업자(예: CATV 망 등)에 본 개발제품을 적용한 시스템을 공급할려는 장비 제조사

ㅇ (협력 방안)

– 3.5GHz 대역을 사용하는 이동통신 3사, 28GHz 대역을 사용하는 제4이동통신 사업자, 5G 특화망 등에 IFoF/RFoF 광중계기, DAS 등을 공급할려는 장비 제조사와 원천 핵심기술을 보유하고 있는 출연연 등의 참여를 통해 본 개발제품을 적용한 장비의 개념 검증, BMT 등을 통한 사업화 추진

4. 기대 효과

○ **(경제적 파급효과)**

– 5G(3.5/28GHz)/6G로 진화하면서 하나의 10GHz급 RoF 아날로그 광트랜시버를 사용하여 외부 RF 기능부의 변경 만으로, 5G 3.5GHz 주파수 대역은 directly RFoF 방식을 적용하고 28GHz 주파수 대역은 IFoF 방식을 적용 함으로써, 2개의 방식(IFoF/RFoF)에 각각 적용 가능한 SFP+/qSFP+ 광대역 아날로그 광트랜시버를 제공함으로써 장비의 경제적 구성 가능

– 5G/6G 망구축 시 In-building, 지하 구역, 터널 구간 등 무선 도달이 어려운 음영지역에 본 10GHz급 RoF 아날로그 광트랜시버를 적용한 광중계기/DAS 등의 적용으로 대용량 모바일 서비스 제공 가능

○ **(사회적 파급효과)**

– 본 개발제품을 활용한 5G/6G 음영지역 해소를 위한 RoF 광중계기/DAS 등의 사업화를 통해 안정적이고 비용 효율적인 이동통신 서비스를 가입자에게 제공하고, 국내 관련 기술 경쟁력 강화 및 이동통신사업자/장비제조사/부품제조사 간 사업화 협력 생태계 조성

5. 개발기간/예산/추진체계

○ **연구개발기간 : 3년 이내**

○ **정부지원연구개발비 : '24년 7.5억원 이내**(총 정부지원연구개발비 27.5억원 이내)

구분	기간	개월수	정부지원연구개발비
1년차	'24.4월~'24.12월	9개월	750 백만원 이내
2년차	'25.1월~'25.12월	12개월	1,000 백만원 이내
3년차	'26.1월~'26.12월	12개월	1,000 백만원 이내
합계	-	33개월	2,750 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

○ **주관기관** : 중소·중견기업

○ **특이사항 : RoF 원천기술을 보유한 출연연, 장비 제조사 참여 권장**

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 ( ), 개발연구 (√)	TRL (4)~(7)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형( ), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비(√), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계(√), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신・네트워크	최 성 호
담당 팀장	네트워크팀	백 선 경

관리번호	2024-078	(품목공모형)
기술분류	대분류(미래통신·전파)-중분류(차세대통신)-소분류(통신 서비스)-세분류(통신 컴퓨팅 융합)	
중점분야	AI( ), AI반도체( ), 5G·6G(√), 양자( ), 메타버스( ), 사이버보안( )	
기획유형	임무지향형R&D( ), 문제해결형R&D(√), 기술축적형R&D( )	
품목(문제)명	SmartNIC 설계 및 SmartNIC을 활용한 네트워크 시스템 기술 개발	

1. 품목(문제) 정의

○ **(개념)** SmartNIC은 연산 하드웨어를 포함하는 네트워크 인터페이스 카드(NIC)로서, 분산 애플리케이션, 서버리스 컴퓨팅, NFV, 모바일 통신망 등 다양한 환경에서 호스트의 연산을 오프로딩 함으로써 응용계층의 성능을 높이고 호스트의 부하를 줄이기 위한 용도로 많이 활용되고 있음. 또한, 최근에는 SmartNIC의 연산자원을 머신러닝 추론에 활용하여 트래픽 분석 등에 적용하는 기법도 제안됨

○ **(목표)**

- 초저지연/고대역 네트워크 스택 성능 보장을 위한 SmartNIC 기술

· 다양하고 복잡한 네트워킹 스택을 프로그래밍하여 하드웨어로 동작시킬 수 있는 아키텍처 개발

· 기본적인 네트워크 기능 요소들을 구현하고, 이들을 조합하여 복잡한 로직을 처리할 수 있는 구조를 설계 및 프로토타입 구현

· 구현된 기능을 통해 고대역(>100Gbps) 저지연(<10 microsecond) 패킷 포워딩 성능 달성 및 응용프로그램 지원 시스템 기술 확보

- SmartNIC을 활용한 네트워크 엣지 인프라 개발 및 어플리케이션 최적화

· SLA와 실시간 엣지 서버 정보를 기반으로한 로드밸런싱 기술

· 원시/중간/최종 데이터의 in-network 캐싱 기술 및 in-network AI 추론 기술

· 컨테이너를 활용한 SmartNIC 오프로딩 및 트래픽제어를 통합 전송 프로토콜

· 여러 AI 응용의 다양한 QoS 관련 성능 최적화를 통하여 기존 Edge 서버대비 30% 이상의 지연시간 감소

As is	To Be
• 연산기능이 없는 NIC 또는 고속 패킷 포워딩을 위한 단순 연산 SmartNIC 기술	• SmartNIC을 활용한 다양한 네트워크 기능 수행 및 응용연산 오프로딩 - 다양한 네트워크 스택 기능들의 고속 처리 - AI 응용의 SmartNIC 오프로딩

2. 현황 및 필요성

○ **(기존 기술현황)** 세계 SmartNIC 시장은 2024년 6억 달러를 넘어 이더넷 어댑터 시장의 23%를 차지하게 될 것으로 전망, 가상/증강현실, 자율주행자동차 등 높은 요구사항을 가지는 다양한 응용들이 제안되고 있으며, SmartNIC의 활용도가

높은 모바일 엣지 컴퓨팅 세계 시장은 2018년부터 2024년까지 연평균 36.1%의 성장률로 2024년 58억 달러에 이를 것으로 예측됨

- SmartNIC 등에 사용되는 네트워크 상용 핵심 칩셋은 미국의 브로드컴이 독점하고 있으며, Cisco, Huawei, Ericsson 등 글로벌 시스템 벤더는 자체 개발 칩을 보유하거나 대규모 구매력 활용이 가능함
- 최근 고성능 네트워크 시스템 기술 개발은 프로그래머블 하드웨어 NIC에 네트워크 스택을 직접 구현하여 네트워크 스택의 성능 보장을 지원하는 방향으로 진화하고 있음

○ (필요성)

- 애플리케이션에 특화하여, 네트워크 스택 등 일부 응용 로직을 SmartNIC 하드웨어에 오프로딩 할 수 있는 네트워크 기반 기술의 확보가 필요함. 이를 통해 네트워크 기능과 응용 어플리케이션의 처리를 가속화 할 수 있는 네트워크 인프라 개발이 가능함
- 국내에서 개발이 미진한 초고성능 데이터센터/6G코어 네트워크의 기반기술과 응용 프로그램 설계 기술 확보할 필요가 있음. 고성능 네트워킹을 통해 값비싼 CPU/GPU의 기능을 일부 대체하는 것이 가능해짐으로써, 시스템 활용과 비용에 있어서 높은 수준의 성능을 달성할 수 있음
- 유선 네트워크 분야 SW 기술은 기술 종속 심화 등으로 개발 필요성이 매우 높으나, R&D 관심 및 투자 부족으로 핵심 IP 코어 등 기초·원천 기술이 부족하여 장기간 꾸준한 투자를 통한 핵심기술 개발이 필요

3. 수요분석

○ **(주요 수요처)** 네트워크 인프라 기술로서, 새로이 구축되는 6G 코어 네트워크 및 데이터센터 네트워크에서 사용, 대규모 데이터 센터를 운용하는 플랫폼 사업자, 이동통신사업자 등

○ **(협력방안)** 6G 코어네트워크를 개발하는 이동통신 3사, 데이터센터 등 고속데이터 처리와 관련된 IT업계, 그리고 학계 등이 참여한 공동 협의체 운영 등 의견 교류 추진

4. 기대 효과

○ **(기술적 파급효과)** 차세대 네트워크 핵심 칩셋 개발 역량 확보로 100% 외산 의존도 탈피 및 기술 선진국의 부품장비 국가전략 자산화에 대한 장기적 대응 기반 마련

○ **(사회·경제적 파급효과)** 애플리케이션에 특화된 하드웨어 성능을 낼 수 있는 네트워크 스택 개발 및 활용을 통하여, 초저지연/고대역의 네트워크 인프라를 구축함으로써, XR/VR 등 새로운 미래 애플리케이션 서비스 개발을 선도할 수 있는 기반을 마련

5. 개발기간/예산/추진체계

○ **연구개발기간 : 5년 이내** (1단계 3년→2단계 2년)

○ ’24년 정부지원연구개발비 : 9억원 이내

○ **총 정부지원연구개발비** : 57억원 이내(1단계 33억원→2단계 24억원)

구분		기간	개월수	정부지원연구개발비
1단계	1년차	’24.4월~’24.12월	9개월	900 백만원 이내
	2년차	’25.1월~’25.12월	12개월	1,200 백만원 이내
	3년차	’26.1월~’26.12월	12개월	1,200 백만원 이내
2단계	4년차	’27.1월~’27.12월	12개월	1,200 백만원 이내
	5년차	’28.1월~’28.12월	12개월	1,200 백만원 이내
합계		-	57개월	5,700 백만원 이내

* 연차별 정부지원연구개발비는 당해연도 예산심의결과에 따라 변동될 수 있음

○ **주관기관** : 제한없음

연구유형	기초연구 ( ), 응용연구 (√), 개발연구 ( )	TRL (3)~(6)단계
과제특징	경쟁형( ), 경쟁형(챌린지)( ), SW자산뱅크등록( ), 공개SW( ), 기술료비징수( ) 국제협력R&D( ), 정책지정( ), 혁신도약형(√), 표준화연계( ), 사회문제해결형( ), 일자리연계( ), 소재부품장비( ), 규제샌드박스( ), 연구데이터공개( ), 사업화연계( ), IP-R&D연계( )	

구분	기술분야명/팀명	성명
책임PM(과제기획위원장)	통신・네트워크	최 성 호
담당 팀장	네트워크팀	백 선 경