

한국전자통신연구원

2019 ~ 2024

연구사업계획서

Electronics and Telecommunications
Research Institute

▶ 2019. 10.

제 출 문

국가과학기술연구회 이사장 귀하

본 보고서를 한국전자통신연구원의 2019년~2024년
연구사업계획서로 제출합니다.

2019년 10월 28일

한국전자통신연구원장 김 명 준



목 차

I . 요약	1
01 임무 및 역할	3
02 목표수립 배경	4
03 전략 · 성과목표 총괄표	5
04 연구사업 개요	11
II . 기관 현황 및 경쟁력 분석	21
01 일반현황	23
02 연구기관 주요현안 및 경쟁력 분석	26
III . 연구사업계획	33
01 중장기 연구목표	35
02 [전략목표1] 초지능 정보사회 기반 구축	38
03 [전략목표2] 초성능 컴퓨팅 실현	62
04 [전략목표3] 초연결 인프라 구현	79
05 [전략목표4] 초실감 서비스 실현	110
06 [전략목표5] 국가 지능화 융합기술 개발	128
[부 록]	171

I. 요약

- 01
임무 및 역할
- 02
목표수립 배경
- 03
전략·성과목표 총괄표
- 04
연구사업 개요

1 임무 및 역할

임무

미래 지능정보 기술 개발로 ICT 산업발전을 견인하고
국가 혁신성장에 기여

비전

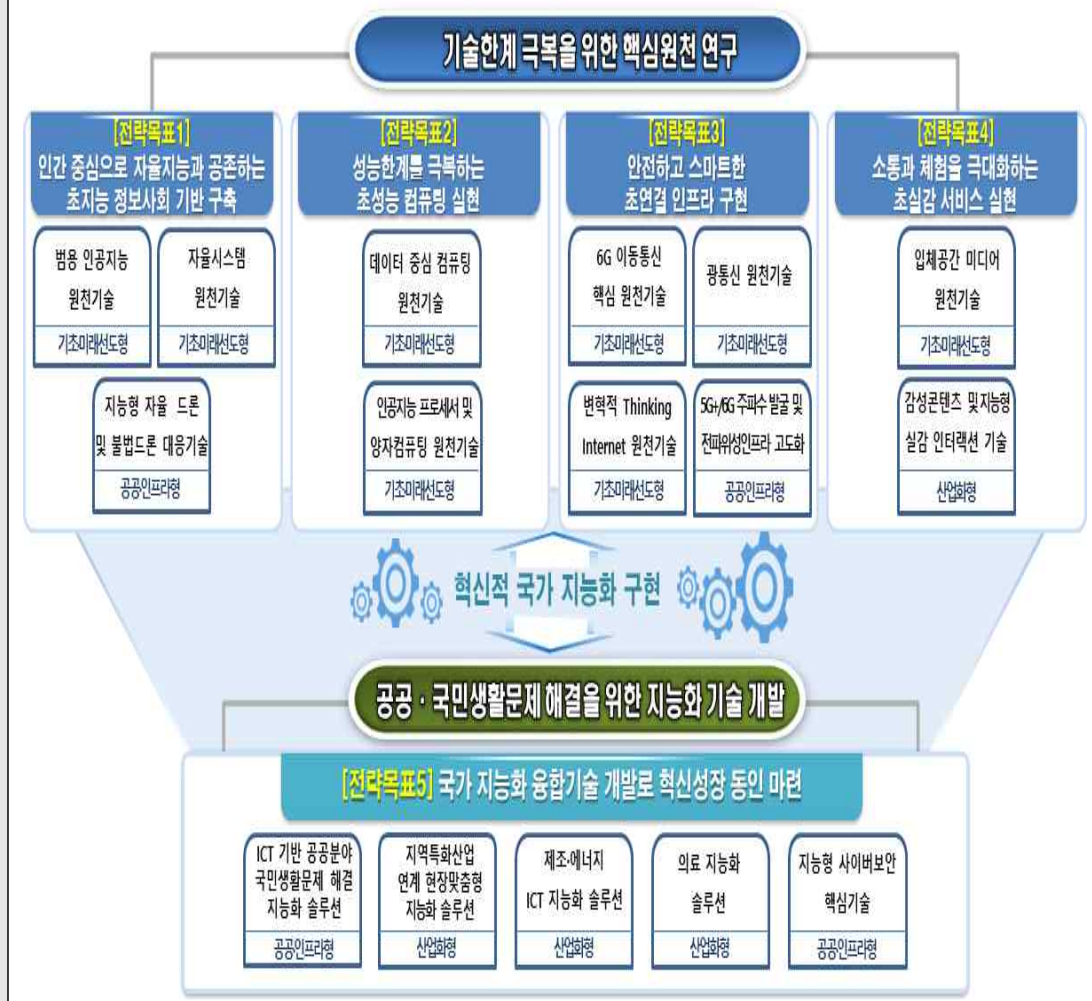
미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합연구기관

중점추진방향

기술한계 극복을 위한
핵심원천 연구

공공·국민생활문제
해결을 위한 지능화
기술 개발

전략·성과목표



2 목표수립 배경

No.	전략/성과목표명	목표수립 배경
전략목표① 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축		
1-1	스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술	❑ 정해진 데이터로 학습하여 한정된 업무만 수행하는 현재 AI의 한계를 극복하여 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 필요
1-2	고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템(로봇·자율주행차) 원천기술	❑ 고령자들의 독립생활 영위를 도와줄 수 있는 로봇 및 휴먼증강 기술과 이동약자를 위한 자율주행서틀 서비스의 수요 증대
1-3	국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술	❑ 드론의 상황인식 한계, 수동조작에 따른 휴먼 에러 문제 및 불법드론 위협 문제를 해결하기 위한 수요 증대
전략목표② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현		
2-1	인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술	❑ 인공지능 데이터 처리 시 발생하는 성능 병목 문제를 해결하기 위한 새로운 방식의 컴퓨팅 기술개발 필요
2-2	컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술	❑ 장기적으로 기존 컴퓨팅 한계를 극복하기 위한 새로운 처리 방식의 변혁적 컴퓨팅 시스템 기술개발 필요
전략목표③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현		
3-1	공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술	❑ 정형화된 형태없이 서비스 요구지역에 동적으로 연결성을 제공하는 이동통신 기술개발 필요
3-2	속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술	❑ 현재 광통신 기술의 속도·에너지·집적도 한계를 극복하고 초고신뢰 보안 통신을 가능하게 하는 원천기술 개발 필요
3-3	연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술	❑ 연결 중심 인터넷의 구조적 한계를 극복하는 분산협업 자율네트워크 인프라 구조 제시 및 산업 생태계 확산 필요
3-4	5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화	❑ 5G+/6G 주파수 적시 적량 발굴 공급, 전자파 안전성, 지상/위성융합 및 통신위성 고도화 요구 증대
전략목표④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현		
4-1	가상과 현실의 경계를 허무는 입체 공간 미디어 원천기술	❑ 현실과 구분이 어려운 초실감 소통과 체험을 제공하기 위해 입체공간 미디어 기술 혁신 및 신서비스 창출 필요
4-2	초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성 콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술	❑ 사용자 경험 가치를 중시하는 오감감성 융합 서비스 시대 도래에 따라 국민 체감형 초실감 콘텐츠 서비스 요구 증대
전략목표⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련		
5-1	ICT 기반의 공공분야 국민생활문제 해결 지능화 솔루션	❑ ICT R&D를 통해 공공분야(안전·환경·도사·국방)의 지능화로 국민생활문제 해결에 기여 요구 증대
5-2	지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화 산업연계 현장맞춤형 지능화 솔루션	❑ 지역의 균형 발전을 위한 과학기술 중심의 지역혁신 선도에 출연(연) 지역조직의 역할 확장 요구 증대
5-3	수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션	❑ 전통적인 생산체계를 극복한 수요맞춤 분산자율형 新 제조·에너지 ICT 융합 산업생태계 창출에 대한 산업계 요구 증대
5-4	건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션	❑ 고령화에 따른 헬스케어 수요 급증과 산업계의 헬스케어 ICT 기술역량 부족 해결 요구 증대
5-5	정교화·자동화 해킹을 원천차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술	❑ AI해커 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방에 대한 수요 증대

3 전략·성과목표 총괄표

No.	전략/성과목표명	배점	최종목표
전략목표Ⅰ 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축 [배점: 20점]			
성과 목표 1-1	스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 (기초미래선도형)	7점	● 정해진 데이터로만 학습하는 현재 AI의 한계를 극복하여 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 개발
	과거실적 (2016~2018)		
	○ (언어지능) 엑소브레인 원천기술 확보 및 기술공개로 AI 토종 생태계 구축(대한민국 ICT대상 지능정보 부문 대상)		
	○ (언어지능) 다국어 자동통역 원천기술 개발 및 국제표준 확보(평창동계올림픽 공식 자동통역서비스 제공)		
	○ (시각지능) 세계최고 수준의 시각지능(답변) 원천기술 확보(세계최대 영상이해 글로벌 챌린지 대회에서 국내최초 종합3위 달성)		
성과 목표 1-2	주요 달성목표 (2019~2024)		
	○ (복합지능 AI) 언어/시각/청각 등 개별지능이 상호작용함으로써 인간과 유사한 보편적 지식을 형성하여 복합 컨텍스트 이해를 기반으로 인간과 교감하는 AI 서비스 제공		
	○ (자율성장 AI) 수동 정제된 데이터를 기반으로 하는 현재의 고비용·저효율 AI 기술 한계를 극복하여, 스스로 학습하고 진화하는 비지도학습형 AI 원천기술 개발		
	○ (액티브 빅데이터) 복합적인 데이터로부터 지식을 얻는 데이터 모델을 경량화하고, 데이터 모델을 단말 간 협업으로 사물/인간 공존 성장형 액티브 빅데이터 핵심 기술 개발		
	고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템(로봇·자율주행차) 원천기술 (기초미래선도형)	10점	● 소셜로봇 솔루션, 완전자율주행차 서비스, 휴먼증강 기술로 고령화 사회에서 자율적이고 독립적인 생활의 기반 정립
성과 목표 1-3	과거실적 (2016~2018)		
	○ (로봇인공지능) 휴먼케어 로봇을 위한 AI 핵심요소 기술개발 및 아파트 테스트베드에서 최초 통합 시연		
	○ (자율주행지능) AI기반 자율주행 핵심기술 정밀 맵 자동갱신 SW 국내최초 개발 및 산업확산, 전기차기반 자율주행용 위치·장애물인지 핵심요소기술 구현 및 일반도로 시연(K-City 준공식 VIP 1호차 시연)		
	○ (휴먼증강) 투명소자기반 촉각 입출력기술 개발, 웨어러블 근력증강로봇 기술 개발, 고령인의 보행보조를 웨어러블 근력제어 기술 개발		
	○ (감각디바이스) 세계최고 수준 플렉시블 전자소자 기술 개발(2017 대한민국 10대 나노기술), 대면적 고해상도 감각 입출력 디바이스 기술 개발, 생체적합 광대역 임플란터를 디바이스 집적 플랫폼 개발		
성과 목표 1-3	주요 달성목표 (2019~2024)		
	○ (로봇인공지능) 일상생활에서 인간과 같이 생활하면서 인간을 이해하고 정서적 교류와 상황에 맞는 서비스를 제공하기 위한 AI기반 휴먼케어로봇의 소셜지능 원천기술 개발		
	○ (자율주행지능) 유무인이 혼재된 도심도로에서 운전문화를 이해하는 AI기반 주행판단 원천기술을 개발하여 도로주행 면허 수준의 자율주행지능 개발		
	○ (휴먼증강) 유연한 적응력을 갖는 인간 고유의 지각인지 기전 분석을 통해 기능저하 또는 손상된 지각인지 능력을 복구·확장하는 지능형 휴먼증강 원천기술 개발		
	○ (감각디바이스) 뇌신경과학 및 뇌연구기반 감각증강기술을 견인하기 위한 플렉시블 신경 I/F기반 감각증강 디바이스 원천기술 개발		
성과 목표 1-3	국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술 (공공인프라형)	3점	● 사고율 제로를 지향하는 지능형 자율 드론 프레임워크 개발을 통한 공공 활용성 제고 및 불법드론 대응 시스템 구축으로 불법드론에 의한 범죄테러로부터 국가·국민을 보호
	과거실적 (2016~2018)		
	○ (지능형 자율 드론) 정밀 측위 및 장애물 탐지/충돌 회피 기반기술 확보, 고장탐지 및 자율임무 개념 설계		

No.	전략/성과목표명	배점	최종목표
	<p>○ (드론 시뮬레이션) 가상공간 내비게이션 환경 분석 및 사이버 ETRI 드론 시험장 구축, 객체(이동체/센서/환경) 모델 분석 및 시뮬레이터-자율비행 알고리즘 연동</p> <p>○ (불법드론 대응) 하이브리드 스캔 방식 배열 안테나 및 레이더 신호처리 확보, 레이더연계 EO/IR 소형드론 추적 기술 확보, 저고도 드론 탐지 EO/IR 연동 레이더 기반 기술 확보 (1차 시작품 제작)</p>		
	<p>주요 달성목표 (2019~2024)</p> <p>○ (지능형 자율 드론) 자신의 정확한 위치와 주변 환경을 인식하여 충돌 없이 비행하고, 현장 상황을 인식하여 자율적인 의사결정을 통해 주어진 임무를 수행하는 지능형 자율 드론 기술 개발</p> <p>○ (드론 시뮬레이션) 다양한 환경에서 새로운 드론 기술(수동/자율, 단독/다중/협업 비행 등) 개발, 성능 검증을 안전하고 효율적으로 수행하기 위한 고정밀 현실모사 시뮬레이션 인프라 구축</p> <p>○ (불법드론 대응) 불법드론에 의한 사생활 침해, 범죄 및 테러로부터 국가·국민을 보호할 수 있는 불법 드론 대응 시스템 구축</p>		
전략목표② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현 [배점: 10점]			
성과 목표 2-1	<p>인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술 (기초미래선도형)</p>	5점	<p>● 대규모 인공지능 학습과 실시간 추론의 성능 한계를 극복하는 페타바이트급 스케일의 메모리 중심 컴퓨팅 기술 개발</p>
	<p>과거실적 (2016~2018)</p> <p>○ 엑사스케일 스토리지 시스템 원천기술 개발</p> <p>○ 국내외 퍼블릭 클라우드 5종을 연계하는 CSB(Cloud Service Brokerage) 플랫폼 기술 개발</p>		
	<p>주요 달성목표 (2019~2024)</p> <p>○ (메모리 중심 컴퓨팅) 페타바이트급 스케일의 메모리 중심 고성능 컴퓨팅 시스템 원천기술 연구</p> <p>○ (임베디드 지능화 컴퓨팅) 임베디드 장치의 인공지능 처리 성능을 극대화하는 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술 연구</p> <p>○ (멀티 클라우드) 대규모 지능정보 서비스를 위하여 단일 클라우드 컴퓨팅 자원 한계성을 극복하는 멀티 클라우드 기반기술 연구</p>		
	<p>컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자 컴퓨팅 원천기술 (기초미래선도형)</p>	5점	<p>● 무한히 증가하는 컴퓨팅 요구에 대하여 물리적 또는 전력소모량 한계를 가진 현재 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 200TFLOPS 인공지능 프로세서, 10fJ/SOP 뉴로모픽 반도체 및 16큐비트 양자 컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 기술 개발</p>
	<p>과거실적 (2016~2018)</p> <p>○ (AI프로세서) 1.2GHz 쿼드코어(4-Core), 영상처리 코어, 초고해상도 비디오 코덱 인코더 및 디코더를 통합한 알데바란 프로세서5(9개 코어 장착) 개발(기능안전성 국제표준(ISO 26262) 준수)</p> <p>○ (양자컴퓨팅) 가상머신(40큐비트) 기반 양자컴퓨팅 시스템/고성능 컴파일/시스템 합성기 개발, 단일광자 검출기(23% 검출효율) 및 1MHz 단일광자 생성 광원개발</p>		
성과 목표 2-2	<p>주요 달성목표 (2019~2024)</p> <p>○ (AI프로세서) 현재 반도체 대비 1000배 이상의 성능을 제공하는 세계최고 200TFLOPS@30Watt 인공지능 프로세서 개발</p> <p>○ (뉴로모픽 반도체) 실시간 객체인식 가능한 30 TOP/s-W급의 뉴로모픽 반도체 칩 개발</p> <p>○ (양자컴퓨팅) 반도체 16큐비트 수준 프로그래밍 가능한 양자컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 개발</p>		
전략목표③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현 [배점: 25점]			
성과 목표 3-1	<p>공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술 (기초미래선도형)</p>	7점	<p>● 영토를 넘어서 영해 및 영공까지 연결성을 확장하여 공간의 제약없이 어떤 곳에서나 광대역·초저지연 이동통신 서비스를 제공받을 수 있는 6G 이동통신 핵심기술 개발</p>
	<p>과거실적 (2016~2018)</p>		
	<p>○ 밀리미터파 고정형 빔형성 기반 실시간 빔추적 기술 개발 성공('16년 출연연 우수성과 10선, '18년 국가연구개발 우수성과 100선)</p>		

No.	전략/성과목표명	배점	최종목표
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용레벨의 소형셀 개발 성공을 통해 기지국 기술 확보(재난안전통신망 사업화, 국방용 애드혹 네트워크 구축 솔루션 추진) ○ 모바일 핫스팟 네트워크(MHN)용 기가급(종래 대비 100배 개선) 이동백홀 기술 개발 성공 및 서울지하철 공공와이파이 품질개선사업의 최종기술로 선정('17년 국가연구개발 우수성과 100선, '17년 출연연 우수성과 10선) 		
	<div> <div>주요 달성목표</div> <div>(2019~2024)</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ (6G) 6G 비전 정립 및 핵심 요소기술 개발 ○ (엑스홀 네트워크) 저지연 다중홉 이동형 릴레이를 통해 전파 도달거리를 확대하는 환경 적응형 이동통신망 확장 핵심 기술개발 ○ (엑세스 네트워크) 시·공간 및 서비스 환경에 따라 유연한 기지국을 제공하는 고용량 6G 입체 이동통신 액세스 네트워크 핵심기술 개발 ○ (공간제약극복) 비정형 입체 네트워크 간섭제어를 통해 어디에서나 대용량·저지연·고신뢰 전송을 제공하는 입체 이동통신 네트워크 핵심기술 개발 		
성과 목표 3-2	속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술 (기초·미래선도형)	7점	<ul style="list-style-type: none"> ● 대규모 사람·사물의 데이터가 실시간으로 연결되고 소통하는 초연결 사회 기반 구축을 위해 광통신 기술의 속도·에너지·집적도 한계를 극복하고 초고신뢰 보안 통신을 가능하게 하는 원천기술 개발
	<div> <div>과거실적</div> <div>(2016~2018)</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 광·회선·패킷 통합 스위칭 시스템 기술 개발(광전송 기술: '16 국가연구개발 우수성과 100선) ○ 테라급 통신을 위한 400G 광전송 부품 및 광스위치 기술 개발('17 국가연구개발 우수성과 100선) ○ 축각인터넷을 실현하는 광액세스 기술 개발 및 코랜망 적용시험 ○ 데이터센터 광스위칭 기술 KT PoC, 100G/400G 광송수신 부품/모듈 개발 ○ 세계 최초 무선양자암호통신 핵심 칩 개발(낮 실환경에서 100m 전송 성공) 		
	<div> <div>주요 달성목표</div> <div>(2019~2024)</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ (초연결 부품) 3D 광전집적 기반 테라급 초연결 부품 기술을 개발하여 데이터 트래픽 폭증으로 인한 광전송 속도, 상면적 부족 문제를 해결 ○ (데이터센터 광네트워킹) 광스위치 기반 클라우드 자원 연결 기술 및 실리콘 기반 테라급 광송수신 기술을 개발하여 데이터센터 자원 활용도를 제고하고, 소모전력, 전기적 신호전달 속도·용량 한계를 극복 ○ (유무선 광액세스) 포토닉스 기반 유무선 광액세스 기술을 개발하여 B5G/6G 초광대역초저지연 서비스 실현 ○ (무선 양자암호) 초소형 이동형 무선 양자암호통신 기술을 개발하여 드론, 이동단말, 자율주행 등 이동형 플랫폼 환경에서 물리계층 초고신뢰 보안 통신을 제공 		
	연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술 (기초·미래선도형)	5점	<ul style="list-style-type: none"> ● 사람, 사물, 공간, 자능이 유기적으로 연결되어 실시간으로 정보를 공유·협업하는 데이터 중심 분산협업 자율 인프라 원천기술 확보로 Intelligence Everywhere 지향 인터넷 혁신 선도
	<div> <div>과거실적</div> <div>(2016~2018)</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 테라급 패킷/광 통합 전달망 시스템 핵심기술 확보 및 사업화('16년 국가연구개발 우수성과 100선) ○ SDN/NFV 기반 다중 도메인 분산 클라우드 네트워킹 핵심기술 확보 및 사업화 ○ 국내 네트워크 장비 산업 혁신을 위한 개방형 고가용성 네트워크 운영체제 기술 확보 ○ 지능형 사물간의 협업 학습 및 지능 전이 핵심원천 기술 확보 		
성과 목표 3-3	<div> <div>주요 달성목표</div> <div>(2019~2024)</div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ○ (데이터 중심 자율 네트워크) 데이터 중심 전달·분배·처리·공유 자율 네트워크 구조 및 핵심 원천기술을 개발하여 'Intelligence Everywhere 인터넷' 으로의 인프라 혁신 선도 ○ (고정밀·고가용 지능 에지 네트워킹) 초저지연·고생존 지능 에지 네트워킹 핵심기술을 개발하여 통신재난에 대응하고, 자율주행차, 스마트공장 등 5G+ 신서비스 활성화 지원 ○ (분산 협업 사물 지능) 대규모의 사물들에 지능을 부여하고 협업하는 원천기술을 확보하여 스마트공장, 재해재난 자율대응 적용 등으로 초연결 사회 전반의 효율성과 편의성 향상 ○ (5G+ 응용도메인 실증) 스마트공장, 자율주행차, 스마트시티 등 5G+ 핵심 서비스 실증을 통한 Thinking Internet 실현 가능성 제시 		

No.	전략/성과목표명		배점	최종목표
성과 목표 3-4	5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화 (공공인프라형)		6점	<ul style="list-style-type: none"> ● 5G+ 추가 주파수 적시 적량 공급지원 및 6G 후보 주파수자원 발굴, 5G+/6G 주파수에서의 안전한 전자파 이용, 5G+/6G망 구성 요소 중 위성망용 다중 빔 위성통신 기술 등 5G+/6G망 실현을 위한 주파수자원 확대와 통신 공간 확장을 위한 전파위성 핵심 원천기술 개발
	과거실적	(2016~2018)		
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G 주파수(2,680MHz) 확보에 기여, 플렉시블 통신위성 탑재체 기술 개발, 재구성 통신위성 탑재체 기술 개발 ○ 무선통신 전자파에 대한 인체 영향의 과학적 규명('18 국가연구개발 우수성과 100선 최우수 선정), 융합형 전파 모니터링 시스템 기술 개발 			
	주요 달성목표	(2019~2024)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G+용 주파수 2,130MHz 폭 확보 지원, 전파매질 극복 원천기술 확보, 전자파 청정/안전 이용환경 조성 ○ 5G+/6G 3차원 공간 통신망을 위한 재구성 다중 빔 기반 위성통신 기술 개발
전략목표④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현 [배점: 15점]				
성과 목표 4-1	가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술 (기초미래선도형)		7점	<ul style="list-style-type: none"> ● 입체공간 기반의 초실감 미디어 기술 혁신을 통한 신산업 창출 및 국제표준 선도
	과거실적	(2016~2018)		
	<ul style="list-style-type: none"> ○ (이머시브 공간) 4K UHD보다 3배 넓은 12Kx2K 대화면 UWV 획득, 실황중계 시스템 개발 및 시범서비스 실증 ○ (홀로그래프) 세계 최초 수평 360도 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이 구현, 3um 픽셀피치 홀로그래프 디스플레이 개발/시연, 16K 2인치급 SLM 패널 개발/시연 ○ (AV 부호화) MPEG 4세대 표준특허 기술료 182억원, 5세대 영상 부호화(VVC) 국제표준(안) 반영(12건) ○ (전송) UHD 및 이더HD 동시방송이 가능한 2계층 LDM 등 ATSC 3.0 전송 표준 필수특허 확보('18년 출원연 우수성과 10선) 			
	주요 달성목표			<ul style="list-style-type: none"> ○ (이머시브 공간/홀로그래프) 세계최고 성능의 6DoF 이머시브 미디어 공간 및 홀로그래프 입체영상 획득/재현 기술 ○ (AV부호화/전송) 대용량 입체·공간 미디어의 초고압축 부호화 및 초고효율 전송 기술 혁신 ○ (국제표준) MPEG, ATSC, DVB, 3GPP 등 표준 필수특허 확보로 글로벌 기술 주도권 확보
성과 목표 4-2	초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술 (산업화형)		8점	<ul style="list-style-type: none"> ● 오감·감성까지 자극하는 초실감 콘텐츠 기술 선도로 소통과 체험이 가능한 초실감 서비스 제공
	과거실적	(2016~2018)		
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호흡을 통해 당뇨 증상을 스크리닝하는 고감도 전자코기술 개발(인식률 85% 이상) ○ 세계최초 향기의 조합 및 24단계 농도 제어로 영상과 동기화된 향기를 제공하는 조합형 발향기술 개발 ○ 세계 최초 단일 카메라(하이퍼스펙트럴)를 활용한 영상기반의 비접촉식 생체신호 3종(호흡, 맥박, 체온) 동시 획득 기술 개발 			
	주요 달성목표	(2019~2024)		<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경과 조명변화에 자동적응 실감가시화 기술개발로 실환경에서 콘텐츠 이질감 제거 ○ 초연결된 원격 공간에 대한 지능형 실감 인터랙션 기술개발로 소통과 체험 극대화 ○ 오감/감성 콘텐츠 기술개발로 자유롭고 안전한 사람중심의 콘텐츠 서비스 제공
전략목표⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련 [배점: 30점]				
성과 목표 5-1	ICT 기반의 공공분야 국민생활문제 해결 지능화 솔루션 (공공인프라형)		8점	<ul style="list-style-type: none"> ● 국가 안전·환경·도시·국방 분야의 공공수요를 반영하여 국민생활문제를 해결함으로써 삶의 질 개선 등 공공성에 기여하는 ICT 기반 국가지능화 플랫폼 기술개발
	과거실적	(2016~2018)		
	<ul style="list-style-type: none"> ○ (안전) 재난피해 최소화를 지원하기 위한 인프라 기술 개발(재난현장 통신, 재난상황 전파) ○ (환경) 국내 최초로 드론 기반 초분광 영상 기술을 활용하여 대청호 지역 녹조 모니터링 성공, 안전유통을 위한 농축산 빅데이터 플랫폼 및 클라우드 기반 농축산 서비스 표준 모델 개발, 가축질병 안전축사를 위한 			

No.	전략/성과목표명	배점	최종목표
	국내 테스트베드 구축 및 동물복지 인증시스템 개발		
	○ (도시) 주민 데이터 기반 가구현황 및 유동인구/매출 데이터 기반 특성 분석, 세종시 행정 데이터 현황판 프로토타입 설계 및 개발		
	○ (국방) 훈련플랫폼으로 자세인식·위치인식·행동인식 핵심 기술개발, All-IP 기반의 국방 통합망 구축 핵심기술 개발, 다매체 다중경로 네트워크 단위기술 및 PoC 개발		
	주요 달성목표	(2019~2024)	
	○ (안전) 건축물내 화재 위험요소의 사전 탐지 및 화재 징후의 조기발견을 위한 데이터 기반 화재예방시스템 및 화재 재난시 신속한 대응과 인명구조를 위한 고정밀 인명탐지시스템 개발		
	○ (환경) 직독식 수질 센서 및 초분광영상 기반 녹조 시공간 복합 예측 시스템 개발 및 고도화(금강·낙동강 유역 실증), 사람중심 Bio-Security 분석 시스템/안전측사 표준화, OneWelfare AI 구제역 조기탐지(90%이상) 및 에너지 연계 공기오염제어(90%이상)		
	○ (도시) 도시 현상에 대한 모델링/시뮬레이션을 통해 과학적 정책 결정을 지원하는 도시행정 디지털트윈 기술 도시 적용(세종시 실증)		
	○ (국방) 인공지능 적과 상호 교전 가능한 혼합현실 훈련 시스템 군 적용 및 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용화 시제품 개발		
성과 목표 5-2	지역혁신성장을 선도하기 위한 지역 특화산업연계 현장맞춤형 지능화 솔루션 (산업화형)	6점	● 지역특화산업기반의 글로벌 강소기업 육성을 위한 국제 수준의 기술력 확보, 지역기업의 글로벌 시장 진출 및 신사업 창출을 위한 기술사업화 등의 지역혁신성장 선도
	과거실적	(2016~2018)	
	○ (호남권) IoT 디바이스 프로토콜 개발 및 사업화를 통한 사물인터넷 시장 견인(기술이전 17건), 100기가급 초소형 광모듈 상용화 기술지원을 통한 기업지원(상용시제품 개발 16건, 시제품 사업화 8건, 상용화 기술지원 37건)		
	○ (대경권) 승용이앙기 통합제어 전장화 기술 성능우수 및 시제품 개발을 통한 국내시장점유율 제고(세계최고 업체 대비 성능우수), 국내 차량번호판 검지 및 인식기술 사업화 지원(조달청 우수조달제품 지정 2건)		
	○ (수도권) ETRI가 개발한 인공지능 SW 및 기계학습데이터 개방형 공유 플랫폼으로 구축 및 API 제공		
	주요 달성목표	(2019~2024)	
	○ (글로벌 강소기업 육성) 지역산업체 수요기반의 현장맞춤형 기술사업화를 통해 지역산업 생태계를 확장, 지역·글로벌 강소기업이 되도록 혁신성장 지원(3건)		
	○ (글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출) 지역특화산업연계 지능화 솔루션 적용을 통해 국내·외 시장 확대, 신 Biz. 서비스 실증을 통해 새로운 산업 육성 및 시장 창출(7건)		
	○ (지역혁신 역할 수행) 중소·창업 기업의 혁신기술을 공급하고, 기술 상용화 및 사업화를 지원하며, 지자체의 지역특화산업 육성 정책을 위한 혁신 파트너 역할을 수행함으로써 제4차 산업혁명 시대에 지역의 혁신성장을 선도하는 혁신기관으로 발전(지역별 수시)		
성과 목표 5-3	수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션 (산업화형)	7점	● 전통적인 제조·에너지산업에 초지능, 초성능, 초연결, 초실감 기술을 융합하여 수요자 중심의 혁신적 新제조·에너지 산업생태계 실현
	과거실적	(2016~2018)	
	○ (제조) 전자소자 3D 프린팅 소재·장비·설계 기술 개발, 기능성 나노패턴 제조 기반 등 나노융합센서 기반 제조기술 개발, 스마트팩토리 유연생산 운영제어 기술 개발, 국제표준(OPC-UA, AML) 기반 인간-기계 협업 하이브리드 조립제조 핵심요소 기술 개발, 제조 및 물류처리 최적화를 위한 IIoT 및 분산제어 설계 및 요소기술 개발, 다품종혼류생산 환경에서 분산지능 기반 동적작업 스케줄링 요소기술 개발		
	○ (에너지) OASIS E/EMIX국제표준 준용 세계최초 에너지 정보교환 상용프로토콜 개발, 가상발전소(VPP) 기반 통합 에너지 관리 기술 개발, 에너지 공유 네트워킹 핵심기술 개발, 자가충전용 광전/열전/압전 에너지변환 소자 기술 개발		

No.	전략/성과목표명	배점	최종목표
성과 목표 5-4	<div>주요 달성목표 (2019~2024)</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> ○ (제조) 제조 패러다임 변화에 따라 다양한 창업·중소기업이 원하는 제품을 값싸고 빠르게 생산할 수 있도록 자율유연생산이 가능한 지능·제조 융합 솔루션 개발 ○ (에너지) 에너지전환 정책에 따른 신재생에너지의 수용성 확대, 프로슈머 확산 등 기술적 지원과 산업체 난제를 해결하기 위한 AICBM기반 발전예측, 중개/거래 및 지능형 통합운영기술을 개발하고 데이터 기반 新에너지 산업생태계 창출(P2P 에너지 직거래 시장, 에너지 인포메틱스 플랫폼 협동조합, 새로운 수익배분 모델기반 시장 BM) </div>		
	<div>건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션 (산업화형)</div> <div>과거실적 (2016~2018)</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> ○ 건강 추이 예측 기술 개발(건강보험공단 코호트 데이터 이용, 정확도 85.3%), 바이오마커(16종) 측정 기술 개발 ○ 전류밀도 0.5A/cm²의 나노 냉음극 및 고정형 양극 디지털 엑스선 튜브 개발, 전류밀도 1A/cm²의 나노 냉음극 및 고정형 양극 디지털 엑스선 튜브 상용화 성공 ○ 암치료용 입자 방사선 발생 연구를 위한 500 TW 초고출력 레이저 시스템 구축 완료 ○ 연구소기업을 통하여 바이오마커 현장진단 기술 사업화(수젠텍 코스닥 상장) </div>	3점	● 지능화된 진단·치료 혁신기술로 개개인의 특성에 기반한 헬스케어 정밀화와 일상적인 건강관리를 지원하는 헬스케어 일상화 실현
	<div>주요 달성목표 (2019~2024)</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> ○ (진단치료 지능화) 헬스케어 빅데이터 학습을 통해 질병 조기진단 및 합병증을 예측/치료/재활하는 의료지능 딥러닝 솔루션 개발(최적 진단/치료/재활을 위한 협진형 의료지능) ○ (진단기기 지능화) 헬스케어 빅데이터 구축을 위해 상시 건강상태를 자동으로 획득하고, 질병 부위를 저선량/고화질로 촬영할 수 있는 영상부품 및 진단기기 솔루션 개발(휴대용 소형 자동 심혈관질환 현장 진단기기, 높은 수명의 회전 디지털 엑스선 튜브, 입자빔 치료기 핵심 기술) </div>		
	<div>정교화·자동화 해킹을 원천차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술 (공공인프라형)</div> <div>과거실적 (2016~2018)</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> ○ vVaccine을 위한 클라우드 기반 신종 악성코드 탐지, Scan Service I/O 처리 구조를 통한 실시간 악성코드 분석, 인공지능망 기반 데이터 분석 및 악성파일 탐지 기술 확보 ○ 중강 프라이버시 마스킹 및 복원 기술 국내최초 확보 및 CCTV기반 영상보안 시범서비스 ○ 분산 트러스트 커넥터를 위한 데이터 거래 최적화 모델링, 신경망 학습 기반 키교환을 위한 원천기술 확보 ○ 4종(지식/소지/생체/행위 기반) 인증멀티팩터를 지원하는 FIDO 기술 확보 및 상용화 </div>	6점	● AI해커 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방 핵심기술 확보
성과 목표 5-5	<div>주요 달성목표 (2019~2024)</div> <div> <ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 위협대응) 주요 기반시설에 대한 고도화된 해킹 탐지, 국민생활 안전을 위한 AI 침단치안 서비스 및 공급망 보안을 위한 지능형 위협대응 인프라 핵심기술 제공 ○ (미래위협 예방) 초연결 분산 환경에서 예상되는 데이터 거래 사기, ID 유출/도용 및 양자컴퓨팅으로 인한 기존암호 무력화 등의 미래위협 예방 핵심기술 확보 </div>		

4 연구사업 개요

① 연도별 사업비 및 인원

연도	사업비(백만원)			비중 (C/A, %)	비중 (C/B, %)	인원(정규직, 명)		비중 (E/D,%)
	기관 총사업비 ¹⁾ (A)	총연구사업비 (B) ²⁾	해당 연구 사업비 (C) ³⁾			연구사업 인원 ⁴⁾ (D)	해당 연구사업 투입 인원 ⁵⁾ (E)	
2019	625,514	519,846	474,243	75.8%	91.2%	1,915	1,638	85.5%
2020	634,897	527,644	484,905	76.4%	91.9%	1,890	1,638	86.7%
2021	644,420	535,558	495,927	77.0%	92.6%	1,865	1,638	87.8%
2022	654,086	543,592	507,171	77.5%	93.3%	1,840	1,638	89.0%
2023	663,898	551,746	518,641	78.1%	94.0%	1,815	1,638	90.2%
2024	673,856	560,022	530,341	78.7%	94.7%	1,815	1,638	90.2%

주1) 기관 총 사업비는 기관의 ‘2019년도 사업계획 및 예산(안)’ 반영

* 연도별 기관 총사업비는 소비자 물가상승률 1.5%(2018년 한국은행 기준)를 적용하여 증액함

주2) 총 연구사업비는 출연금사업 연구사업비와 수탁사업(정부/민간) 연구사업비의 합

* 연구사업비 총액에서 비R&D 예산 제외(선행적 기획기반 구축사업, 중소기업 동반성장 및 기술사업화 성과확산사업 등)

* 연도별 총연구사업비는 소비자 물가상승률 1.5%(2018년 한국은행 기준)를 적용하여 증액함

주3) 해당 연구사업비는 연구사업계획에 포함되는 연구사업비

* 2020년부터 매년 일정 비율(0.7%)에 해당하는 연구사업비를 전략성과목표에 부합하게 개편하여 산입함(2024년 해당 연구사업비 비중은 2019년 대비 총 3.5% 증가시킴)

주4) 연구사업 인원은 정규직 및 무기계약직 전체 인원(2019.5.31.기준)

* 연구부서 인력 가운데 비R&D 인력 제외(선행적 기획기반 구축사업 관련 인력)

* 연구사업 인력은 단기·소형 수탁사업의 단계적 축소와 연동해서 감축하고, 해당 연구사업 투입 인력은 연구사업계획서에 미반영 연구사업에 참여한 인력을 전환해서 일정 규모를 유지함

주5) 해당 사업 투입 인원은 정규직 및 무기계약직 중 해당 연구사업에 투입되는 연인원(man/year 기준)

② 전략목표 간 자원투입 비중

전략목표		① 인간 중심으로 자율지능과 공존 하는 초지능 정보 사회 기반 구축	② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현	③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현	④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현	⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련	합 계
예산	출연금 사업	21.3%	15.4%	21.7%	13.5%	28.1%	100.0%
	수탁 사업	18.1%	7.2%	24.1%	14.7%	35.9%	100.0%
	계	19.1%	9.7%	23.3%	14.4%	33.5%	100.0%
인력		19.0%	8.1%	23.3%	17.7%	31.9%	100.0%
배점		20점	10점	25점	15점	30점	100점

주1) 출연금사업과 수탁사업 간 예산·인력·배점은 기관비전, 고유임무 수행, R&R과의 연관성 등을 고려한 비중임

주2) 전략목표별 연구비 투입 비중은 연구사업계획 기간('19~'24)에 투입되는 전략목표 연구비 총합계에서 해당 전략목표 연구비 합계의 비중임(해당 전략목표 연구비 합계÷전략목표 연구비 총합계)

주3) 전략목표별 인력 투입 비중은 연구사업계획 기간('19~'24)에 투입되는 전략목표 인력 총합계에서 해당 전략목표 인력 합계의 비중임(해당 전략목표 인력 합계÷전략목표 인력 총합계)

③ 전략목표 및 성과목표별 자원 투입(예산, 과제, 인원) 총괄 현황

(단위: 백만원, 개, 명)

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
전략목표① 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축 [배점: 20점]						
[성과목표1-1] (배점: 7점) 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술	2019	5,703	22,290	27,993	13	80
	2020	6,036	27,503	33,539	11	83
	2021	9,045	25,206	34,251	9	86
	2022	12,187	22,790	34,977	8	94
	2023	15,467	20,251	35,718	7	97
	2024	18,902	22,982	41,883	6	100
	소계	67,340	141,021	208,361	54	540
[성과목표1-2] (배점: 10점) 고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템(로봇·자율주행차) 원천기술	2019	9,304	30,504	39,808	33	146
	2020	9,627	35,564	45,191	28	148
	2021	12,547	33,334	45,882	23	150
	2022	15,598	30,989	46,587	22	158
	2023	18,781	28,525	47,306	21	160
	2024	22,115	31,175	53,290	20	162
	소계	87,972	190,091	278,063	147	924
[성과목표1-3] (배점: 3점) 국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술	2019	1,261	6,759	8,020	5	59
	2020	1,584	11,819	13,403	5	61
	2021	4,504	9,589	14,094	5	63
	2022	7,555	7,244	14,799	5	72
	2023	10,738	4,780	15,518	5	74
	2024	14,072	7,430	21,502	5	77
	소계	39,714	47,621	87,335	30	406
합계		195,026	378,733	573,759	231	1,870
전략목표② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현 [배점: 10점]						
[성과목표2-1] (배점: 5점) 인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술	2019	4,404	21,132	25,536	11	51
	2020	4,893	21,844	26,737	11	54
	2021	9,318	17,958	27,276	11	57
	2022	13,940	13,888	27,828	11	67
	2023	18,764	9,626	28,390	11	70
	2024	23,814	4,758	28,572	11	73
	소계	75,133	89,205	164,338	36	372

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표2-2] (배점: 5점) 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술	2019	2,840	16,744	19,584	23	62
	2020	3,329	17,456	20,785	20	64
	2021	7,754	13,570	21,324	16	66
	2022	12,376	9,500	21,876	15	76
	2023	17,200	5,238	22,438	14	78
	2024	22,250	248	22,498	13	81
	소계	65,749	62,755	128,504	101	427
합계		140,882	151,960	292,842	137	799
전략목표3] 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현 [배점: 25점]						
[성과목표3-1] (배점: 7점) 공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술	2019	330	29,869	30,199	17	138
	2020	575	28,975	29,550	15	135
	2021	2,787	27,410	30,197	12	132
	2022	5,098	25,760	30,858	11	125
	2023	7,510	24,022	31,532	10	130
	2024	10,035	19,758	29,793	9	135
	소계	26,334	155,793	182,128	74	795
[성과목표3-2] (배점: 7점) 속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술	2019	7,712	25,085	32,797	36	95
	2020	7,957	24,191	32,148	31	93
	2021	10,169	22,626	32,795	26	91
	2022	12,480	20,976	33,456	25	73
	2023	14,892	19,238	34,130	24	71
	2024	17,417	14,974	32,391	23	69
	소계	70,626	127,089	197,716	165	492
[성과목표3-3] (배점: 5점) 연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술	2019	5,425	20,805	26,230	14	104
	2020	5,670	19,911	25,581	12	102
	2021	7,882	18,346	26,228	10	100
	2022	10,193	16,696	26,889	9	81
	2023	12,605	14,958	27,563	8	79
	2024	15,130	10,694	25,824	7	77
	소계	56,904	101,409	158,314	60	543
[성과목표3-4] (배점: 6점) 5G+6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화	2019	3,376	23,949	27,325	17	89
	2020	3,621	23,055	26,676	15	87
	2021	5,833	21,490	27,323	12	85
	2022	8,144	19,840	27,984	11	67
	2023	10,556	18,102	28,658	10	65
	2024	13,081	13,838	26,919	9	63
	소계	44,610	120,273	164,884	74	456
합계		198,474	504,564	703,042	373	2,286

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
전략목표④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현 [배점: 15점]						
[성과목표4-1] (배점: 7점) 가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술	2019	3,638	41,109	44,747	32	143
	2020	4,127	31,667	35,794	28	139
	2021	8,552	28,007	36,559	22	135
	2022	13,174	24,167	37,341	20	133
	2023	17,998	20,141	38,138	18	130
	2024	23,048	13,252	36,300	16	127
	소계	70,537	158,342	228,878	93	807
[성과목표4-2] (배점: 8점) 초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술	2019	682	39,880	40,562	28	163
	2020	1,171	30,438	31,609	24	160
	2021	5,596	26,778	32,374	20	157
	2022	10,218	22,938	33,156	19	155
	2023	15,042	18,912	33,953	18	152
	2024	20,092	12,023	32,115	17	148
	소계	52,801	150,968	203,768	126	935
합계		123,338	309,310	432,646	219	1,742
전략목표⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련 [배점: 30점]						
[성과목표5-1] (배점: 8점) ICT 기반의 공공분야 국민생활 문제해결 지능화 솔루션	2019	550	46,614	47,164	25	160
	2020	746	48,910	49,655	22	161
	2021	2,516	47,885	50,400	18	162
	2022	4,364	46,796	51,160	16	166
	2023	6,294	45,642	51,936	14	164
	2024	8,314	44,413	52,727	13	163
	소계	22,783	280,259	303,042	95	976
[성과목표5-2] (배점: 6점) 지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화산업연계 현장맞춤형 지능화 솔루션	2019	16,395	11,591	27,986	52	105
	2020	16,591	13,887	30,477	44	106
	2021	18,361	12,862	31,222	36	107
	2022	20,209	11,773	31,982	35	110
	2023	22,139	10,619	32,758	34	109
	2024	24,159	9,390	33,549	33	107
	소계	117,853	70,121	187,974	234	644

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표5-3] (배점: 7점) 수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션	2019	3,853	32,780	36,633	15	112
	2020	4,049	35,076	39,124	13	113
	2021	5,819	34,051	39,869	10	114
	2022	7,667	32,962	40,629	9	118
	2023	9,597	31,808	41,405	8	117
	2024	11,617	30,579	42,196	7	116
	소계	42,601	197,255	239,856	62	690
[성과목표5-4] (배점: 3점) 건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션	2019	330	12,387	12,717	33	44
	2020	526	14,683	15,208	28	45
	2021	2,296	13,658	15,953	23	46
	2022	4,144	12,569	16,713	22	53
	2023	6,074	11,415	17,489	21	52
	2024	8,094	10,186	18,280	20	51
	소계	21,463	74,897	96,360	147	291
[성과목표5-5] (배점: 6점) 정교화·자동화 해킹을 원천차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술	2019	5,267	21,675	26,942	16	86
	2020	5,463	23,971	29,433	14	87
	2021	7,233	22,946	30,178	11	87
	2022	9,081	21,857	30,938	10	90
	2023	11,011	20,703	31,714	9	90
	2024	13,031	19,474	32,505	8	89
	소계	51,085	130,625	181,710	68	529
합계		255,785	753,157	1,008,942	606	3,130

④ 연구성과창출 로드맵 및 최종목표

성과목표	연 도	
	1단계 2019-2021	2단계 2022-2024
전략목표① 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축		
[성과목표1-1] 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 정해진 데이터로만 학습하는 현재 AI의 한계를 극복하여 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 뉴럴 메모리모델 기반 복합지식 학습기술 • 파트 단위로 사람을 인식하고 세부 구성을 이해하는 기술 • 중단형 구조 기반 비(준)지도학습형 AI 기술 • 중단형 강화학습 기반 대화형 AI 기술 • 구조 탐색 기반 엡지 분석 모델 경량화 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 인터랙션 기반 지식성장형 복합지능 • 시각적 증거 기반의 콘텍스트 반영 사물인식 기술 • 전이학습 기반 다영역 확장형 AI 기술 • 자가대화형 강화학습 기반 지식증강형 AI 기술 • 모델 자가 결정 및 액티브 학습 기반 능동형 협업 지능 기술
[성과목표1-2] 고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율 시스템(로봇·자율주행차) 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 소셜로봇 솔루션, 완전자율주행차 서비스, 휴먼증강 기술로 고령화 사회에서 자율적이고 독립적인 생활의 기반 정립 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 휴먼케어 로봇인공지능 통합SW • 시나리오 기반 주행지능판단엔진 V1.0 • 단일감각, 단일우회경로 기반 감각지각증강(1:1) • 생체적합성 형상가변소자 • 인공피부용 대면적 고신축 감각 입출력 디바이스 • 다채널 생체신호 감지/자극소자 	<ul style="list-style-type: none"> • 사회규범 이해기반 로봇소셜지능 프로토타입 • LV4 정밀 맵 음영지 및 기술적 한계상황 대응 주행지능엔진 및 시험인증 프로세스 • 단일감각, 다중우회경로 기반 감각지각증강(1:n) • 안정형 시력 제어 및 촉감 입체화 • 고해상도 인공감각 복합센서 개발 • 대면적 고해상도 프론트엔드 신경 인터페이스
[성과목표1-3] 국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 사고율 제로를 지향하는 지능형 자율 드론 프레임워크 개발을 통한 공공 활용성 제고 및 불법드론 대응 시스템 구축으로 불법드론에 의한 범죄·테러로부터 국가·국민보호 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 센서 기반 자율 드론 및 정밀추위 기술 • 드론 시뮬레이션 기술 개발 및 인프라 구축 • EO/IR 연동 레이다 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 환경·상황인식 기반 지능형 자율 드론 • 드론 Space-CPS 기술 개발 및 실증 • 저고도 소형 불법드론 대응을 위한 지능형 통합 시스템
전략목표② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현		
[성과목표2-1] 인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 대규모 인공지능 학습과 실시간 추론의 성능 한계를 극복하는 페타바이트급 스케일의 메모리 중심 컴퓨팅 기술 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Giga Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템 • 1종 가속기 기반 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술 • 멀티 클라우드 인프라 연동 및 운용 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • Peta Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템 • 2종 가속기 기반 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술 • 멀티 클라우드 공통 프레임워크 기술
[성과목표2-2] 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 무한히 증가하는 컴퓨팅 요구에 대하여 물리적 또는 전력소모량 한계를 가진 현재 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 200TFLOPS 인공지능 프로세서, 10fJ/SOP 뉴로모픽 반도체 및 16큐비트 양자 컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 기술 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 40TFLOPS 프로세서 반도체 및 초고성능 뉴메모리 융합 아키텍처 • 뉴런-시냅스 집적형 뉴로모픽 하드웨어 • 반도체 8큐비트 수준 양자컴퓨팅 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능 200TFLOPS 30W 프로세서 반도체 • 실시간 객체인식용 뉴로모픽 플랫폼 • 반도체 16큐비트 수준 프로그래밍 가능한 양자컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 개발
전략목표③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현		
[성과목표3-1] 공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 영토를 넘어서 영해 및 영공까지 연결성을 확장하여 공간의 제약없이 어떤 곳에서도나 광대역·초저지연 이동통신 서비스를 제공받을 수 있는 6G 이동통신 핵심기술 개발 	
	<ul style="list-style-type: none"> • 광대역 P2MP 고정형 무선백홀 기술 • 5G+ 액세스네트워크 핵심기술 및 시제품 • 5G+ 저지연·고신뢰·초연결 통합 전송 및 접속 핵심기술 • 동적기능분할기반 5G+ 개방형 가짜국기능분할분산 유닛 기술 • 핫스팟 토폴로지 기술 • 고밀도 네트워크 간섭제거기술 • 5G+ 이동체 성능향상 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 2/3차원 비정형 입체 엑스홀 기술 • 가상화 RAN*슬라이싱 액세스 플랫폼 기술 • 테라헤르츠 대역 무선전송 기술 • 통합 액세스/백홀 기반 확장형 분산 유닛 기술 • 비정형 입체 토폴로지 기술 • 고밀도 네트워크 간섭극복기술 • 신파형 기반 도플러 극복 전송기술

연 도 성 과 목 표	1 단계 2019-2021	2 단계 2022-2024
[성과목표3-2] 속도에너지집적도 보안 한계 극복을 위한 광통신 원천 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 대규모 사람사물의 데이터가 실시간으로 연결되고 소통하는 초연결 사회 기반 구축을 위해 現 광통신 기술의 속도에너지집적도 한계를 극복하고 초고신뢰 보안 통신을 가능하게 하는 핵심 원천기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 테라급 전달망 광전집적 모듈 • Optical Disaggregation 스위칭 구조, 프로토콜, 제어평면 기술, 실리콘 기반 테라급 광연결 기술 • 200G 10mTHz 무선 링크 동기식 50G 시스템 슬라이싱 기술 • 집적화 칩형 무선양자 송신부/수신부 모듈
[성과목표3-3] 연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 사람, 사물, 공간, 지능이 유기적으로 연결되어 실시간으로 정보를 공유·협업하는 데이터 중심 분산협업 자율 인프라 원천기술 확보 	Intelligence Everywhere 지향 인터넷 혁신 선도 <ul style="list-style-type: none"> • 데이터 중심 전달·분배·공유 엔진/플랫폼, 자율 인-네트워크 컴퓨팅 엔진 • ≤10μs 지연, 다중장애 무손실 40Gb/s급 패킷 전달 엔진 및 상황인지 분산 지능 에지 플랫폼 • 지능사물간 협업학습/지능전이/협업대응 플래닝 엔진 • 지능사물간 협업 응용 플랫폼 및 분산 협업 지능 응용 시스템 (ALFUS 레벨 6)
[성과목표3-4] 5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 5G+ 추가 주파수 적시 적량 공급지원 및 6G 후보 주파수자원 발굴, 5G+/6G 주파수에서의 안전한 전자파 이용, 5G+/6G망 구성 요소 중 위성망용 다중 빔 위성통신 기술 등 5G+/6G망 실현을 위한 주파수자원 확대와 통신 공간 확장을 위한 전파위성 핵심 원천기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 전파 간섭분석시스템 및 Time-varying 간섭 분석 알고리즘 • 5G 트래픽 예측 및 5G 주파수 포화 예측 • 고감도 자기장 수신기 개발 • 5G/28G 대역 전파 모니터링 시스템 • mmWave와 피부질환에 관계 규명, 온도상승에 대한 효과 규명 • 다중 빔 급전 핵심 부품 및 MMC 칩
전략목표4] 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현		
[성과목표4-1] 가상과 현실의 경계 를 허무는 입체공간 미디어 원천기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 입체공간 기반의 초실감 미디어 기술 혁신을 통한 신산업 창출 및 국제표준 선도 	<ul style="list-style-type: none"> • 3DoF+지원 가상시점 생성/재현 시스템 • 자연광 실시간 총천연색 홀로그램 카메라 10(4K@15fps) • 박형 Tangible 홀로그램 재현 모듈 • HEVC 4배 평면 압축 요소기술 • 3DA 4배 다채널 오디오 압축 알고리즘 • UHQ 전송 모듈 및 시제품
[성과목표4-2] 초실감콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 오감·감성까지 자극하는 리얼리티 기술을 선도하여 감각과 시공간 제약을 뛰어넘는 소통과 체험이 가능한 초실감 서비스 실현 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 환경 적응형 실감 콘텐츠 • 실내 동적 환경 반응형 휴먼 트윈스 가시화 • 컬러영상 기반 동작 및 생체신호 인식(정확도 95%) • 단일감각(후각) 정밀 센싱 • 발향 기반 치매 콘텐츠 • 동작인식기반 홈트레이닝 기술 • 인터랙티브 미디어 창작 플랫폼 기술

성과목표	연 도	
	1단계 2019-2021	2단계 2022-2024
전략목표5] 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련		
[성과목표5-1] ICT 기반의 공공분야 국민생활문제 해결 지능화 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 국가 안전·환경·도시·국방 분야의 정책수요를 반영하여 국민생활문제를 해결함으로써 삶의 질 개선 등 공공성에 기여하는 ICT 기반 국가지능화 플랫폼 기술개발 • 화재 예방시스템 및 인명탐지시스템 시제품 개발 및 재난관리자용과 대국민 시범 서비스 제공 • 녹조 시공간 복합 예측 시스템의 실증시험 (대청호 유역) • Bio-Security 플랫폼 개발 및 구축, 구체적 방어 시스템 현장 시험 및 성능검증 • 도시행정 디지털트윈을 위한 도시 모형 프로토타입 개발, 가상도시 모형 및 정책 시뮬레이션 기능 프로토타입 개발 • 초실감 국방 가상훈련시스템 개발 • Live-MR 훈련시스템(1단계) 개발 • 지능 기반 국방 네트워크 제어관리 기술 설계 	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 예방시스템 및 인명탐지시스템 현장환경 기술 검증 및 사업화 추진, 실 수요부처(행안부, 소방청, 지자체 등)에 의한 재난·안전 현장 적용 • 녹조 시공간 복합 예측 시스템의 확장적용 (낙동강 유역) 및 시스템 고도화 • 디지털트윈기반 안전측사 시험 및 성능검증 • 사람·동물·환경(Digital One-Welfare) 자동화 기술 검증 • 자체 통합시스템 구축을 통한 살도시(세종) 살증 및 가능 확장 • 초실감 국방 가상훈련시스템 군 적용 시험 • Live-MR 훈련시스템(2단계) 개발 및 통합 군 적용 시험 • 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용시 제품 개발 및 군 적용 시험
[성과목표5-2] 지역혁신성장을 선도하기 위한 지역 특화산업연계 현장 맞춤형 지능화 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 지역특화산업기반의 글로벌 강소기업 육성을 위한 국제 수준의 기술력 확보, 지역기업의 글로벌 시장 진출 및 신사업 창출을 위한 기술사업화 등의 지역혁신성장 선도 • 지역산업연계 지능화 솔루션 기술 고도화 및 국제 수준의 기술력 확보 • 지능화 솔루션 기술사업화를 통한 지역 강소기업 육성 • 핵심솔루션 실증을 통한 기업 주도 국내외 시장 진출 유도 • 지역산업 육성을 위한 정책 발굴 	<ul style="list-style-type: none"> • 지역·글로벌 강소기업 육성 • 글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출 • 지역산업 육성을 위한 정책 구현
[성과목표5-3] 수요자 중심 新산업 생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 전통적인 제조·에너지산업에 초지능, 초성능, 초연결, 초실감 기술을 융합하여 수요자 중심의 혁신적 新제조·에너지 산업생태계 실현 • 산업IoT기반 유연제조운영 시스템 • 복수공장 연계 개방형 제조서비스 시스템 • 다중 설비간 자율이송/조립/협업 기술 • 3D프린팅 멀티모달 센서 부품 플랫폼을 나노 융합 센서 기술 • 소규모 분산에너지원 중개시스템 • 에너지 프로슈머 P2P 거래서비스 • 태양광 배터리 모니터링 서비스, 태양광 예지보전 서비스 • 신재생에너지 발전량 예측 고도화 서비스, 재생에너지 ESS 단위셀 요소기술 • 스마트 팩토리 환경 모니터링용 자가충전 센서노드 기술 	<ul style="list-style-type: none"> • 제품-생산트윈 통합 개방형 제조서비스 시스템 • 다중설비간 분산협업형 자율생산시스템 • 3D프린팅 초경량 부품 및 플랫폼을 나노 융합 센서 제조 플랫폼 • 전력중개/거래 블록체인 서비스 • 마이크로그리드 디지털 트윈 서비스 • 초지능 xEMS 서비스 • 재생에너지 ESS 복합시스템용 단위셀, 모듈, 랙 기술 • 스마트 팩토리 공정 모니터링용 자가충전 센서노드 기술 • 스마트 팩토리내 작업자 안전 모니터링용 웨어러블 자가충전소자 기술
[성과목표5-4] 건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) 지능화된 진단·치료 혁신기술로 개인의 특성에 기반한 헬스케어 정밀화와 일상적인 건강관리를 지원하는 헬스케어 일상화 실현 • 다기관 협진형 양상불 의료지능 학습 엔진 • 완전자동 현장진단검사기기 • 회전형 양극 디지털 엑스선 튜브 • 레이저 기반 소형 양성자 발생기 	<ul style="list-style-type: none"> • 병원·병원간 의료지능의 비동기 협진형 학습 엔진 • 지능형 현장진단검사기기 • 고효율, 장수명 회전형 양극 디지털 엑스선 튜브 • 치료기용 고효율 양성자 발생기
[성과목표5-5] 정교화·자동화 해킹을 원천차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술	<ul style="list-style-type: none"> ● (최종목표) AI해커 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방 핵심기술 확보 • 주요 ICT인프라 해킹대응 솔루션 • 지능형 범죄예측 치안서비스 • 임베디드 펌웨어 악성행위 검증 서비스 • TTP-free 키교환 및 분산 자율 거래 서비스 • 블록체인 ID관리 서비스 • 디바이스 DNA 인증 서비스 	<ul style="list-style-type: none"> • 국방 ICT인프라 해킹대응 서비스 • 5G기반 지능형 CCTV 모빌리티 도시안전서비스 • HW ROM 바이너리 악성행위 검증 서비스 • 트러스트 데이터 거래 실증 서비스, 공유·협업 서비스 • 능동적 자율 인증(Beyond PKI) 서비스 • 암호 양자보안강도 검증 (QCrypto)(2029년까지)

⑥ 전략목표의 대표성

- (전략목표 수립 방법론) ETRI R&R, 중점연구영역 대표성과, 정책 및 수요 분석 기반으로 전략목표 수립 방향성 도출 및 전략목표 제시



- (전략목표 수립 방향성 및 전략목표 제시) 전략목표 수립 방향성에 따른 중점영역 문제설정 및 문제해결 방향을 설정하고, 이를 실현할 수 있는 전략목표 제시



- (전략목표별 배점 부여 사유) ETRI R&R의 추진방향과 전략목표 방향성, 전략목표별 예산과 인력의 투자 포트폴리오(6개년) 등을 고려하여 전략목표별로 차등적으로 배점 부여

● (전략목표 성과관리 체계 운영) 전략목표의 성과 수월성 확보와 성과책임 강화

분야	주안점
계획·성과관리 전담조직 운영	○ 중장기 연구목표 및 중장기 로드맵의 롤링플랜 추진, 성과목표 연차별 추진계획 및 연구진행 점검 등
무빙타겟형 경쟁력 분석	○ 성능목표 질적 우수성 관리를 위해 세계 최고 수준 보유 기관의 연구수준 모니터링 및 주기적인 업데이트 ☞ 국내외 선진기관의 연구수준을 재평가 및 분석, 이를 토대로 성과목표의 기술향상 수준 및 목표 재설정
롤링플랜 주기화	○ 환경 변화에 대응할 수 있도록 연차별 추진계획 및 예상성과 변경 추진, 변경 이력관리 체계화 ☞ 변경 이력관리를 통해 중간 컨설팅 시 타당성 검증 추진

II. 기관 현황 및 경쟁력 분석

01

일반현황

02

연구기관 주요현안 및
경쟁력 분석

II 기관 현황 및 경쟁력 분석

1 일반현황

① 설립근거 및 임무

❑ 설립근거 및 목적·임무



연구개발 ————— 기업지원 ————— 서비스

- 방송·통신, 미디어분야 연구개발
- SW·콘텐츠분야 연구개발
- IT기반 융·복합분야 연구개발
- IT부품·소재분야 연구개발
- IT분야 정보보호 및 표준화 연구

- 정부, 민간, 법인, 단체 등과 연구개발 협력 및 기술용역 수탁·위탁
- 중소·중견기업 등 관련 산업계 협력·지원과 기술사업화

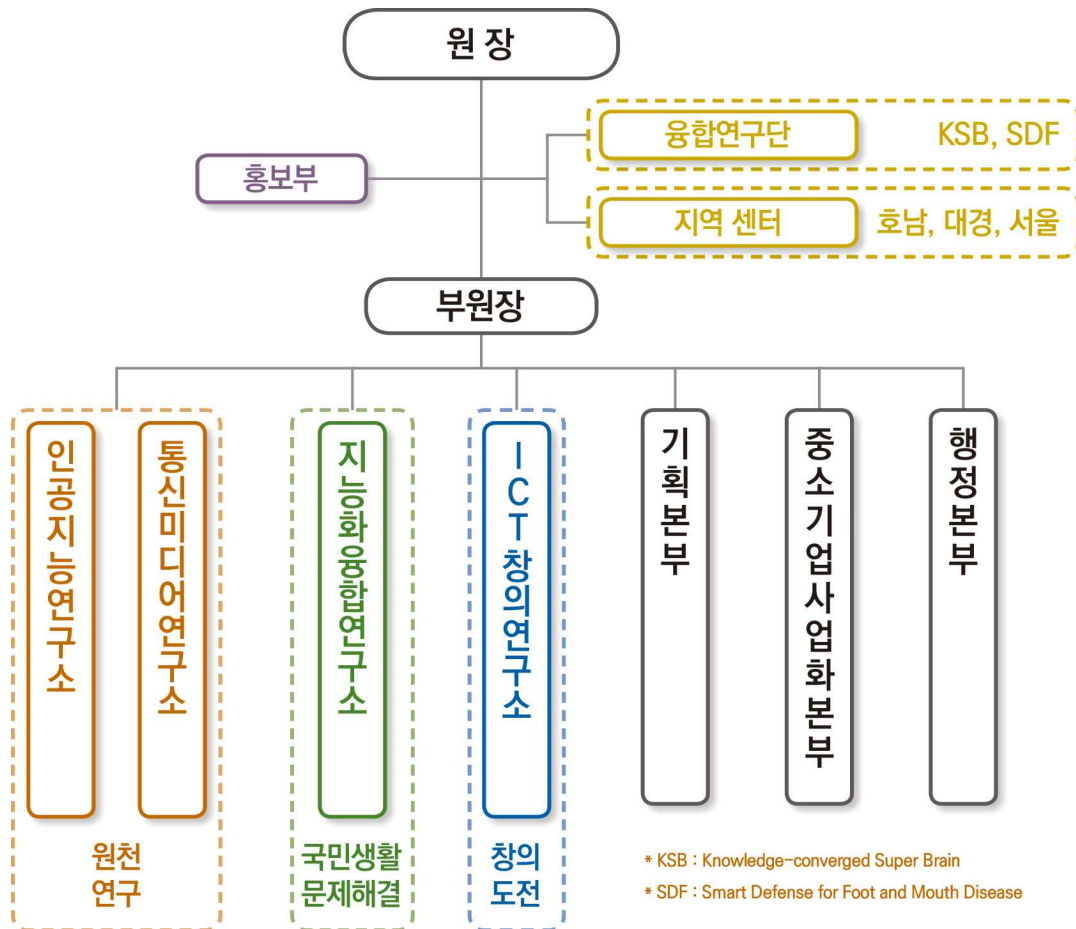
- 주요 임무 분야의 전문인력 양성 및 기술정책 수립 지원
- 위 각 호의 부대사업 및 시험평가, 인증 등 연구원의 목적달성을 위하여 필요한 사업

❑ 연혁



② 조직 및 인력

조직 : 1부원장 4연구소 3본부 2단 3센터 1부



* '19.7.1. 기준

인력 현황

(단위: 명)

구분	임원		연구직				기술직				행정직				실무 지원 직	합계
	원장	감사	책임	선임	원	소계	책임	선임	원	소계	책임	선임	원	소계		
박사	1	-	807	272	19	1,098	10	4	-	14	18	-	-	18	-	1,131
석사	-	-	528	203	126	857	25	27	8	60	57	5	3	65	2	984
학사 이하	-	1	5	-	2	7	24	15	6	45	48	7	27	82	21	156
계	1	1	1,340	475	147	1,962	59	46	14	119	123	12	30	165	23	2,271

* 정규직 및 무기계약직('19.7.31. 기준)

③ 예산 현황

(단위: 백만원)

수입		지출	
항목	2019예산	항목	2019예산
I.정부출연금	91,073	I.인건비(2,306명)	227,111
1.기관운영비	44,735	1.총액인건비	191,549
○인건비	40,656	2.법정부담금	19,647
○경상비	4,079	3.퇴직급여충당금	15,915
-경상비	4,079		
-전환인건비	-	II.연구직접비	332,809
2.주요사업비	44,378	1.주요사업비	46,972
○SW·콘텐츠기초·원천기술개발	9,960	○직접비	45,229
○안전하고 스마트한 초연결 핵심기술 개발	8,446	○대체조정	1,743
○ICT소재부품핵심원천기술개발	5,288	2.정부수탁연구사업	257,798
○방송·미디어미래선도기술개발	3,732	3.민간수탁연구사업	16,835
○ETRF&D·융합·회용위협·신행작·기획·연구추진사업	6,395	4.기타연구사업	8,714
○지역전략산업육성 및 중소기업 활성화 사업	7,593	5.기술지원사업	2,490
○중소기업 동반성장 및 기술사업화 성과확산사업	1,200		
○장비구입비	1,764	III.경상비	29,327
○전환인건비	-	1.정부출연금	4,079
3.시설비	1,960	2.자체수입	25,248
4.차입금상환	-	(감사지적 후속조치)	(-)
II.자체수입	528,283	IV.시설비	2,132
1.정부수탁사업	444,581	1.노후시설보수사업(계속)	2,132
○인건비	166,511		
○경상비	23,529		
○직접비	254,541	V.기타	34,135
(성과출연금)	(2,411)	1.기술료수입 대응지출	31,000
2.민간수탁연구사업	29,495	2.인건비불용차액	135
○인건비	11,091	3.차입금 상환	3,000
○경상비	1,569		
○직접비	16,835	(VI.연구수당 및 비정규직인력)	
3.기타연구사업	7,570	(1.연구수당)	(39,981)
○인건비	1,000	(○주요사업비)	(7,335)
○경상비	-	(○정부수탁)	(30,932)
○직접비	6,570	(○민간수탁)	(1,197)
4.기술지원	4,177	(○기타연구)	(286)
○인건비	1,537	(○기술지원)	(231)
○경상비	150	(2.기간제근로자, 75명)	(6,479)
○직접비	2,490	(○출연금, 16명)	(1,406)
5.기술료	37,000	(-인건비, -명)	(-)
6.지자체분담금	-	(-경상비, -명)	(-)
7.기타	5,460	(-주요사업비, 16명)	(1,406)
○이자수입	1,960	(○정부수탁, 53명)	(4,603)
○연구개발준비금	3,000	(○민간수탁, 2명)	(182)
○기타 잡수입등	500	(○기타연구, 1명)	(54)
III.대체조정	1,743	(○기술지원, 1명)	(34)
IV.전기이월금	4,415	(○기타, 2명)	(200)
계	625,514	계	625,514

* '19년도 사업계획 및 예산 변경 기준('19.03.)

2 연구기관 주요현안 및 경쟁력 분석

① 국내외 환경 및 수요 분석

환경분석

국가·사회 환경 변화

- 제4차 산업혁명에 대응하기 위해 국가지능화로 패러다임 대전환 가속화
 - (경제) 생산성의 비약적 증대, 디지털 역량을 갖춘 기업 중심으로의 산업지형 재편과 더불어 일자리 규모 등 노동 변동성이 심화
 - (사회) 기계가 인간의 업무를 대체하면서 삶의 질과 편의성이 극대화되는 한편, 인공지능 윤리문제, 디지털 격차 해소, 교육 개혁 등의 이슈도 분출
 - (산업) 디지털 경제 전환을 통한 혁신성장 동력 확충 요구 증대
 - (공공) 국민 편의를 위해 의료·복지·교육 등 전 사회 분야에 지능화 솔루션 기술을 도입하여 수요를 충족하는 맞춤형 서비스 혁신 도모
- 삶의 질, 환경 등 사회적 가치와 관련된 국민의식 변화
 - 재난, 감염병 등 일상생활 속 위험요인이 증가하면서 건강·안전 등에 대한 국민들의 불안감 증대 → 생활안전, 재난·재해 등 안전·안보와 관련된 기술개발 필요
 - 삶의 질, 환경친화, 공유경제 등 사회적 가치를 중시하는 국민적 인식 확산과 생산·소비 증가 → 경제성장과 함께 삶의 질 향상을 추구하는 성장전략을 모색하고, 삶의 질과 사회적 가치에 대한 과학기술의 역할 확대 필요

과학기술·ICT 정책 환경 변화

- 2040년을 향한 국가과학기술 혁신과 도전(제4차 과학기술기본계획, '18)
 - 제4차 산업 혁명에 대비라는 국가적 당면과제에 적극 대처하고 성장동력과 신산업 육성
 - 제4차 산업혁명으로 촉발되는 기술적 측면의 미래사회 변화 트렌드는 ICT 핵심기술(초지능·초성능·초연결·초실감)과 다양한 과학기술이 융합된 첨단기술에 기반한 혁신적 서비스가 확산되고 일자리 환경, 직업 등이 구조적으로 변화될 전망
 - * 2019 다보스포럼, 2019 CES, 2019 MWC 등에서 제4차 산업혁명과 새로운 ICT 핵심기술로 초연결, 초지능, 초실감 기술에 주목
- ICT 기술혁신 패러다임 대전환(I-KOREA4.0, ICT R&D 혁신전략, '18)과 ICT 산업 고도화 및 확산전략('19) 추진
 - 도전적·고위험 제4차 산업혁명 기반기술 축적 강화, ICT 융합 R&D를 통해 국민생활문제 집중 해결, ICT 중소·벤처 고성장화 지원
 - (도전적·고위험 제4차 산업혁명 기반기술) 제4차 산업혁명 인프라인 D.N.A.(Data,

- Network, AI 고도화에 집중 투자하여 주력산업 업그레이드와 SW·서비스의 경쟁력을 확보하고, 지능화 기술과 기존 산업의 전면적 융합을 통한 혁신으로 융합 신산업일자리 창출로 확산
- (국민생활문제 집중 해결) 산업성장에만 치중하고 사회문제 해소에 소극적이었던 기존 패러다임에서 탈피하여 삶의 질을 개선하는 ICT 융합 R&D 확대
 - *국민생활문제 집중 해결 6대 분야 : 도시, 교통, 복지, 환경, 안전, 국방
 - (ICT 혁신기업 성장지원) ICT 중소·벤처가 차세대 기술확보 등 성장에 필요한 기술 지원을 통한 포용성장 토대 마련

○(혁신성장동력, '18) I-KOREA 4.0 등과 연계해 13개 분야 혁신성장동력 확보에 대한 실행계획 수립
 *지능화인프라(빅데이터, 차세대통신, 인공지능 등), 스마트 이동체(드론), 융합서비스(스마트시티, 가상증강현실 등), 산업기반조성(지능형반도체) 등 관련 기술개발수요 부응
 ○(혁신성장 10대 융합과제, '18) 초연결 지능화 기술개발을 통해 자율주행차, 스마트시티 등의 혁신성장과 재난, 안전 등 국민생활문제해결의 효과적 지원
 *초연결 지능화 분야 : AI, 빅데이터, IoT, 블록체인, 차세대 통신 등
 ○제2차 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획(미래 초고성능 컴퓨팅 패러다임 변화대응, '18) : 인간의 뇌와 동등한 사고능력을 구현하는 지능형 초고속 컴퓨팅 역량 강화

출연(연) 정책 환경 변화

○ R&D 정책 기조의 변화

- (혁신방향) 단기목표·과제중심 → 사람과 미래에 대한 투자 강화(연구자 중심, 창의·도전)
- (혁신주체) 산학연 주체별 역량 강화에 집중 → 융합과 협력에 기반한 국가전체 혁신역량 제고
- (혁신성과) 경제성장과 과학기술 양적 성과 → 과학기술 기반 혁신성장과 국민체감 성과

○ 출연(연)에 대한 기대 및 요구 변화

- 추격형 R&D를 통한 주력산업의 핵심원천기술 공급자적 국가 경제성장 기반 구축
 → 세계적 수준의 선도형 R&D를 통한 혁신성장동력·신산업을 육성하고, 과학기술의 사회적 책임 강조로 국민이 공감하는 출연(연)의 역할과 책임(R&R) 확장

○ 혁신과 성장을 주도하는 세계적 수준의 연구기관으로 성장

- (과학기술기본계획/국가과심) 미래지향적인 원천연구를 도전적으로 수행
- (출연연 발전방안/NST) 미래를 선도하는 세계 최고 과학기술, 장기·특화 연구 등
- (기관평가 연구사업계획서/과기정통부) 세계적인 선도기관으로 자리매김할 수 있는 매우 도전적인 전략성과목표 수립

환경분석 시사점

- ICT가 새로운 혁신성장을 만들 수 있는 **지능화 기반 산업구조 재편 전략**이 필요
- 다양한 사회문제 해결 도구와 전산업 혁신을 위한 Enabler로서 **ICT 융합 활성화 기반 강화**
- 도전성을 강화하고 국민이 생활 속에서 R&D 성과를 체감할 수 있는 **출연(연)의 역할과 책임 확장**이라는 강력한 시대적 요구 증대

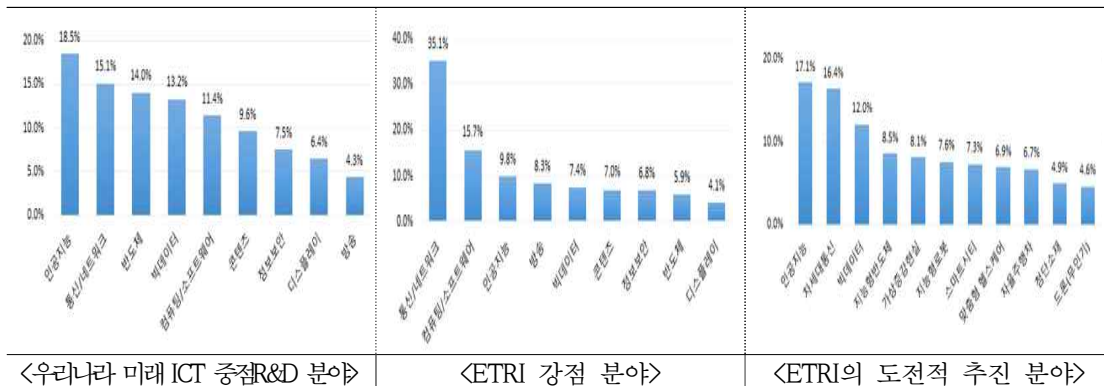
수요분석

조사개요

- **(조사분야)** 우리나라의 ICT 중장기 중점 연구분야, ETRI의 강점분야, ETRI의 미래 도전적 연구분야 등에 대한 설문조사 실시
- **(조사대상 및 응답결과)** ICT분야 산·학·연·관 외부전문가 총 530명 대상 설문배포, 응답자 212명(응답률 40%, '19.5.17.~5.26)
*외부전문가 선정 기준 : 정부출연금사업·ETRI연구개발지원사업 신규과제 선정평가위원, ETRI 중장기 기술개발계획 2025 자문위원, ETRI 연구부서별 추천 위원 등
- **(응답자 기술통계)** 응답자는 학계(55.5%)와 산업계(28%)가 총 83.5%에 해당하고, 응답자 전문분야는 쏠분야에 고루 분포함
*응답자 가운데 정부·공공기관·연구소는 13.2%, 기타는 3.3%임

조사결과

- **(집중 육성 전략 필요)** ‘인공지능 분야’는 우리나라 미래 ICT 중점 R&D 분야와 ETRI가 도전적으로 추진해야할 연구 분야에서 가장 큰 수요가 존재함
- ‘ETRI의 강점 분야’에서 인공지능 R&D 역량이 낮게 평가되고 있어 집중 육성 전략이 필요
- **(지속 강화 전략 필요)** ‘차세대 통신 분야’는 우리나라 미래 ICT 중점 R&D 분야와 ETRI의 강점 분야 및 ETRI가 도전적으로 추진해야할 연구 분야에서 매우 많은 수요가 존재함
- **(선택과 집중 전략 필요)** ETRI가 도전적으로 추진해야 할 분야에 대해서 새로운 분야를 개척할 수 있는 breakthrough형 R&D에 선택과 집중 필요
*지능형반도체, 가상증강현실, 지능형로봇, 자율주행차, 드론, 맞춤형 헬스케어 등
- **(임무유형별 투자적정 비중)** ETRI가 대형성과를 창출하기 위한 임무유형별로 투자 비중은 기초·미래선도형 47.1%, 공공·인프라형 30.7%, 산업화형 22.2%으로 조사됨
- **(집중 추진 연구단계)** 실험단계(TRL 3~4단계) 34.2%, 시작품단계(TRL 5~6단계) 30.7%, 기초연구단계(TRL 1~2단계) 23.5%, 실용화(TRL 7~8단계) 10.7% 순임
- **(ETRI에 대한 기대)** 대다수 설문응답자는 ETRI가 “ICT 모든 분야의 산발적인 연구보다는 대형 프로젝트로 선택과 집중이 필요하고, 기업이 할 수 없는 기초원천 및 공공인프라 연구중심으로 장기·도전적 연구를 추진” 해야 한다는 의견을 제시함



해외 연구기관과 비교분석

조사개요

- **(비교대상)** 공공연구기관의 역할이 비교적 강한 유럽 및 아시아 지역의 6개 공공연구기관을 비교대상으로 설정
 - * 독일 막스플랑크연구회(MPG) 및 프라운호퍼연구회(Fh.G), 프랑스 INRIA, 핀란드 VTT, 일본 산업기술종합연구소(AIST), 대만 공업기술연구소(ITRI),
- **(비교지표)** 산업적 성과(기술료, 연구생산성), 학술적 성과(논문: 수, 평균 피인용수, 1인당 논문), 기술적 성과(특허: 수, 1억원당 특허)
 - * 연구생산성: 최근 5개년('13~'17) 기술료 총계를 동 기간 총예산으로 나누어 산출
 - * 1인당 논문건수: 최근 6개년('13~'18) 총 논문건수를 총인원수(2017년 인력규모×6)로 나누어 산출
 - * 1억원당 특허건수: 연도별 1억원당 특허건수(해당년도 특허건수/해당년도 예산)의 최근 5개년('13~'17) 평균으로 산출

조사결과

- **(주요 연구분야)** ETRI는 해외 연구기관과는 달리 ICT분야에 특화된 전문연구 수행
- **산업적 성과(기술료)**
 - 비교대상 기관 중 응용/실용화 연구를 표방하는 Fh.G와 ITRI의 산업적 성과가 가장 우수한 것으로 나타났으며, ETRI도 이들 기관과 대등한 수준으로 나타남
 - 연구기관의 R&D 활동에 대한 투자효율성을 판단하는 지표인 연구생산성*은 Fh.G(6.25%), ITRI(6.13%), ETRI(5.9%)가 높은 수준을 기록('17년 기준)
 - * 연구생산성은 투입 연구비 대비 기술료 수입의 비율로 산정(단, 투입 연구비에 대한 산정 기준이 기관별로 상이하므로 비교의 일관성을 위해 총예산으로 계산)
- **학술적 성과(논문)**
 - ETRI와 INRIA는 Engineering과 Computer Science 분야에 논문활동이 집중되어 있음 (ETRI, 61%, INRIA 56%)
 - ETRI는 학술적 성과는 상대적으로 부족하나, Engineering에서는 미디어기술 분야, Computer Science에서는 컴퓨터 네트워크·통신 및 정보시스템 분야에서 상대적인 강점을 보임
- **기술적 성과(특허)**
 - 특허성과는 응용·ICT 연구비중이 높은 ETRI가 압도적으로 많으며, 응용연구 기관인 ITRI, Fh.G 순으로 나타남
 - 예산 1억원 당 특허 수도 ETRI가 탁월하게 높은 것으로 나타남(0.157건)
 - ICT분야는 거의 모든 분야에서 ETRI가 특허활동 관점에서 경쟁우위 확보

구분	산업적 성과 ('13~'17)		학술적 성과('13~'18)			기술적 성과('13~'18)	
	기술료(억원)	연구생산성	논문(건)	평균 피인용수	1인당 논문(건)	특허(건)	1억원당 특허(건)
ETRI	1,735	5.52%	6,272	3.8	0.4	4,927	0.157
MPG	1,481	1.04%	73,542	16.4	0.5	257	0.005
FhG	8,684	6.33%	24,829	6.1	0.2	1,154	0.008
AIST	181	0.35%	19,237	7.7	0.6	461	0.027
ITRI	2,128	5.97%	4,284	5.8	0.1	1,960	0.014
VTT	39	0.22%	5,268	9.0	0.4	111	0.007
INRIA	-	-	17,039	6.6	1.2	48	0.001

② 과거 3년 간 연구기관 역량 분석

2018년 종합평가 분석과 시사점 도출

- (분석) 전략목표가 성과목표로 구체화되어 실제적으로 새로운 ICT 패러다임을 선도하고, 산업생태계에 충격을 가할 만한 기술개발 역량의 확보에 집중하여 국가 출연연구기관으로서 기술로 승부하는 정체성의 확보가 필요함
- (시사점 도출) 전략·성과목표를 정합성을 갖고 시스템적으로 구성하기 위해 전략목표 도출 방법론을 정립해서 전략목표를 제시하고, 전략목표에 따라 파급효과가 큰 성과를 창출할 수 있도록 성과목표 도출 방법론을 정립해서 성과목표를 수립함

ETRI 역할인식 분석

내·외부 인식 분석

- 내·외부 인식차이
 - (외부) 정부 ICT R&D 예산 대부분을 사용하는 최대 연구기관으로 ETRI를 바라보면서, ROI 측면에서 ETRI 역량 및 활용 미흡을 지적하는 등 부정적 시각 증대
 - (내부) PBS 이후 ETRI 과제당 연구비가 점진적으로 축소되는 사실을 더 크게 인지하면서, 성과기준을 현실화시키거나 대형성과를 위한 대형투자가 가능하도록 PBS 개선 요구
- 내·외부 요구사항 차이
 - (외부) ETRI에 대한 신뢰 저하를 극복하고, 쓰일 수 있는 성과를 창출하고 관련 생태계를 기술적으로 리딩할 수 있는 경쟁력 확보를 위한 과감한 변화 요구
 - (내부) 기술축적을 위한 장기투자, 연구부서 자율성 확대, 전략적 대표성과 창출을 위한 기획전담조직 강화 등 연구환경 개선 요구
- R&D 혁신 추진방향
 - (Two Track) 내·외부 요구사항 중 ETRI 스스로 할 수 있는 것과 외부 협력이 필요한 것을 분리하고, 내부변화를 위한 R&D 혁신과 이의 실효성 극대화를 위한 출연연 R&D 시스템 개선을 연계 추진
 - (영역별 R&D 특성 구분) 미래의 불확실한 Risk-taking 영역, 산업화 영역, ICT 융합 영역의 성과유형, 연구단계, 과제목표, 생태계 역할 등을 구분하고 전략적 추진 필요
 - (활용성 강화) 과학기술적 성과가 경제사회적 성과로 연결될 수 있도록 기초연구는 응용연구와 연결성 강화, 응용연구는 개발과 결과물 요구사항 격차해소에 중점을 두는 기술 활용성 강화

ETRI 기술 역량분석

연구분야 분석

- 기술 중요도
 - ETRI의 중점 분야들은 기술 중요도가 전반적으로 높으며, 특히 AI 연관 분야들의 기술·경제 파급효과가 크게 나타남
 - 공익적 활용 가능성이 높거나, 미래지향적 연구에 대한 출연(연) 기여 기대가 높은 편임

구분		기술 중요도 세부 항목별 고평가 분야(점수/100점 만점)	
		기술·경제 파급효과	출연연 기여 기대
ETRI 중장기 기술개발계획	12대	지능융합(90.5)	전파(89.3)
	대분류	지능정보컴퓨팅(90.1)	위성(85.6)
	49대	영상콘텐츠(100.0)	전자파환경기술(96.9)
	중분류	지능형반도체(96.9)	테라헤르츠소자/부품(90.9)

○ 기술개발 시급성

- AI 및 이동통신 연관 분야에서 기술 변화속도 및 기술 간 경쟁정도를 매우 높게 인식
- AI 연관 분야는 기술 중요도, 기술개발 시급성에서 공히 주요 기술 분야로 기관 차원의 전략적 대응 시급

구분			기술개발 시급성 세부 항목별 고/저평가 분야(점수/5점 만점)	
			기술 변화속도	기술 간 경쟁정도
ETRI 중장기 기술개발 계획	12대 대분류	高	이동통신(4.24) 지능정보소프트웨어(4.21)	지능정보컴퓨팅(4.08) 이동통신(4.05)
		低	위성(3.10), 전파(3.38)	위성(3.23), 전파(3.48)
	49대 중분류	高	시각지능(4.73) 이동통신단말/모듈(4.64)	이동통신 액세스 네트워크(4.50) 시각지능(4.45)
		低	위성탑재체(2.29) 위성전송(3.14)	전자파환경기술(3.00) 위성탑재체(3.08)

○ 기관 보유기술 역량

- 전반적으로 분야별(초연결, 초지능, 초실감, 소재부품) 높은 기술역량 및 유망성을 보유하고 있으나, 융복합 분야는 일부 분야에서 경쟁력 보유
- (초연결) 이동통신, 네트워크, IoT 등에서 6개 기술분야가 종합적으로 매우 우수하며, 특히 내부역량 분석결과는 초연결 분야 전반적으로 높은 수준
- (초지능) 지능응용, 지능정보 소프트웨어, 지능콘텐츠 등에서 4개 기술분야가 종합적으로 매우 우수하며, 특히 외부설문결과 초지능 소분야 기술의 유망도가 높은 수준
- (초실감) 실감콘텐츠의 미디어 스페이스 기술분야에 대한 연구현장의견, 내부역량 분석결과, 외부설문결과가 매우 우수하며, 특히 내부역량 분석결과는 초실감 분야 전반적으로 우수
- (소재부품) 디스플레이 소자/부품, 지능형 반도체, 광 소자/부품 기술분야가 종합적으로 우수하나, 글로벌 역량에는 아직 부족한 수준
- (융복합) 정보보호, 지능형 드론, 스마트 바이오의료, 지능형 안전시스템 등을 제외한 분야가 종합적으로 역량·유망성·경쟁력이 낮은 수준

【참고】 ETRI 우수역량 보유기술 현황

※ 연구현장의견, ETRI·국내·글로벌의 역량분석결과, 외부설문 등을 종합한 결과가 우수한 주요확보 기술역량

분야	우수역량 보유기술 현황
초연결	엑스홀 네트워크(이동통신), 광통신 및 국방네트워크 기술(네트워크), 전파 관리 및 환경기술(전파), IoT 플랫폼(IoT) 등
초지능	언어지능(지능정보 소프트웨어), 로봇지능 및 바이오·의료지능(지능응용), 지능형 인터랙션 기술(지능 콘텐츠) 등
초실감	미디어 스페이스(실감 콘텐츠), 방송미디어 전송기술(미디어 인프라) 등
소재부품	디스플레이 소자/부품, 지능형 반도체, 광 소자/부품 등
융복합	공통보안(정보보호), 지능형 드론, 스마트 바이오의료, 초연결 지능형 안전시스템 등

역량분석 시사점

- ☐ ETRI R&D 목적성 강화를 통한 사업구조 전환
- ☐ 연구성과 활용가치 혁신을 위한 사업화 체질 개선
- ☐ ETRI R&D 혁신의 실효성 극대화를 위한 출연연 R&D 시스템 개선 지속 노력

SWOT 분석 기반 대응전략



Ⅲ. 연구사업계획

- 중장기 연구목표
- [전략목표1]
초지능 정보사회 기반 구축
- [전략목표2]
초성능 컴퓨팅 실현
- [전략목표3]
초연결 인프라 구현
- [전략목표4]
초실감 서비스 실현
- [전략목표5]
국가 지능화 융합기술 개발

III 연구사업계획

1 중장기 연구목표

- ① 국가정책(출연연 역할), R&D 수요 및 R&R 기반 전략·성과목표 역량 집중

비전 미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합연구기관



② 전략성과목표 중장기 연구로드맵(2019-2029)

1단계(2019-2021)		2단계(2022-2024)		3단계(2025-2029)	
전략목표	성과목표	전략목표	성과목표	전략목표 (최종)	성과목표
전략목표① 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축					
동종 데이터 기반 시각, 언어 등의 단일지능 기술	언어/시각/청각 등 단일 인공지능 기술 고도화	사람처럼 다양한 입력을 종합판단 하는 복합지능 기술	언어/시각/청각/감각 지능의 상호작용으로 복합적인 상황 이해 기술	인간중심의 자율지능과 공존하는 자율성장 복합지능 기술	스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용인공지능 원천 기술로 자율성장 인공지능 기술
	독립이동체 기반 정형환경 자율주행 서비스		인프라연계 복합인지 기반 비정형환경 자율주행서비스		커넥티드 협업인지 기반 예측 대응형 완전자율주행 서비스
	센서 기반 자율 드론 및 불법드론 탐지 기술		복합적인 환경·상황 인식 기반 자율 드론 및 통합 불법드론 대응기술		자율성장형 협업 드론 및 지능형 불법드론 대응 기술
전략목표② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현					
메모리 중심 컴퓨터 구조 기반 초성능 컴퓨팅 시스템	메모리 연결망 기반 Tera-Scale 수준의 메모리 중심 컴퓨팅 시스템 원천기술	인공지능 프로세서를 활용하는 초성능 컴퓨팅 시스템	혼성(휘발성/비휘발성) 메모리 통합 연결망 기반 Peta-Scale 메모리 컴퓨팅 시스템	성능한계를 극복하는 인공지능 프로세서 및 양자가속 기반의 초성능 컴퓨팅 시스템	신개념 인공지능 프로세서 탑재 기반 Exa-scale급 초성능 메모리 컴퓨팅 시스템
	○ 뉴메모리 통합 인공지능 프로세서 ○ 반도체 기반 8큐비트 양자 프로세서		○ 수백 테라플롭스급 컴퓨팅이 가능한 인공지능 뉴로모픽 프로세서 ○ 16큐비트 양자 프로 세서 개발		○ 자율학습이 가능한 뉴로모픽 신소자 융합 인공지능 프로세서 ○ 반도체 기반 50큐비트급 양자컴퓨팅 모듈
전략목표③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현					
스마트 5G+ 인프라	○ 6G 버전 요구사항 정립 핵심요소 기술 연구 ○ 5G+소형셀, 저지연 기술 ○ 5G+ P2MP 이동무 선백홀 기술	초연결 Pre-6G 인프라	6G 테라헤르츠 및 입체 통신 무선전송 기술 및 PoC	안전하고 스마트한 초연결 6G 인프라	6G 입체통신 통합 시스템 개발 및 서비스 시연 (지상/공중 통합 입체 통신 서비스 시연)
	수백기가급 광통신 기술		800기가급 광통신 기술		테라급 광통신 기술
	분산협업 자율네트워크 구조 및 핵심기술 (데이터 중심)		분산 협업 자율네트워크 고도화 및 실증 (스마트시티 규모)		분산 협업 자율네트워크 新서비스 활성화 (전국망 규모)
	○ 5G+ 주파수 발굴 및 안전한 주파수 이용 환경 조성을 위한 요소기술 ○ 5G+ 통신공간 확장을 위한 요소기술		○ 5G+ 주파수 발굴 및 안전한 주파수 이용 환경 조성을 위한 시스템 ○ 5G+ 통신공간 확장을 위한 시스템		○ 6G 주파수 발굴 및 안전한 주파수 이용환경 조성을 위한 요소기술 ○ 6G 통신공간 확장을 위한 요소기술

1 단계 (2019-2021)		2 단계 (2022-2024)		3 단계 (2025-2029)	
전략목표	성과목표	전략목표	성과목표	전략목표 (최종)	성과목표
전략목표④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현					
초실감 서비스를 위한 원천기술 개발	○3DoF+지원 가상시점 생성/재현 시스템 ○자연광 실시간 총천연색 홀로그래픽 카메라 1.0 ○HEVC/3DA 대비 4배 압축 요소기술	초실감 시범 서비스	○4Kx2K@6DoF 재현 시스템 ○자연광 실시간 총천연색 홀로그래픽 카메라 2.0 ○HEVC 대비 18배 압축 3DA 대비 10배 지연 시간 개선 ○환경 반응형 원격 공간기반 실감 상호작용 콘텐츠 ○후·미각 복합감각 하이브리드 센싱 시스템	초실감 서비스 실현	○실사기반 6DoF 서비스 ○Holo-TV 시범서비스 ○AV 압축 국제표준 선점 ○실시간 변형 가능한 대형/원격 공간기반 실감 콘텐츠 ○복합감각/감성 콘텐츠 실감 재현 서비스
	○실세계 원격 공간 실감 가상화 콘텐츠 ○후·미각 단일감각 센싱 원천기술				
전략목표⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련					
공공·국민생활 밀착형 ICT융합 시스템 고도화	○녹조 시공간 복합 예측 시스템(대청호 유역) ○화재예방대응 시스템 ○대중교통분담 정책 시뮬레이터 ○가상훈련시스템	공공·국민생활 문제해결형 국가지능화 융합 핵심기술 개발	○녹조 시공간 복합 예측 시스템 확장(동강 금강) ○화재예방대응 시스템의 국민대상 실증 및 운용 ○도시행정 디지털트윈 시스템 기술검증(광역시) ○가상훈련시스템 군적용 시험	제4차 산업기반 국가혁신을 위한 국가지능화 융합 서비스 개발	○통합 수질 예측 시스템 (물환경 정보시스템 연계) ○화재예방대응 시스템의 국가차원 시스템 구축 ○도시행정 디지털트윈 시스템 운영(광역시) ○가상훈련시스템 전군으로 확대 적용
	지역특화산업 수요기반 지능화 솔루션 요소기술		지역특화산업 수요기반 지능화 솔루션 실증 및 고도화		지역특화산업 수요기반 지능화 솔루션 사업화
	○개인맞춤생산을 위한 제조CT융합 솔루션 ○그리드 안정화와 신뢰성 보장 신재생 운영 및 프로슈머 직거래 솔루션		○수요자 중심의 자율 유연생산이 가능한 지능제조 융합 솔루션 ○에너지 인포메틱스 기반 지능형 에너지 비즈니스 솔루션		○수요자 중심의 신산업 생태계 혁신형 개방형 분산 자율 제조서비스 ○수요자 중심 신에너지 생태계 창출 소비자 양(주)망 에너지 서비스
	의료지능을 위한 학습 엔진 및 진단치료 기술		지능형 의료지능 기반 정밀 진단 및 치료기 핵심 기술		최적 진단/치료/재활을 위한 의료지능 및 진단 치료기
	○SW 및 임베디드 펌웨어 악성 행위 검증 솔루션 ○TTP-free 키교환 및 분산 자율거래 신뢰 플랫폼		○주요 ICT 인프라 해킹 대응 및 지능형 CCTV 위험예측 서비스 ○능동적 자율인증 및 암호 양자보안강도 검증 플랫폼		○사이버-물리 공간 지능형 위협탐지 서비스 ○초연결 분산 환경 신뢰 거래-자율인증 서비스

2 전략목표

전략목표 1

[배점: 20점]

인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축

기본 추진방향

추진목적

- 스스로 인지, 판단, 진화하고 협업하는 자율지능 핵심기술 구현으로 인간중심의 초지능 정보사회 기반 제공

최종목표(대표성과)

- 정해진 데이터로만 학습하는 현재 AI의 한계를 극복하여, 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 개발
- 소셜로봇 솔루션, 완전자율주행차 서비스, 휴먼증강 기술로 고령화 사회에서 자율적이고 독립적인 생활의 기반 정립
- 사고율 제로를 지향하는 지능형 자율 드론 프레임워크 개발을 통한 공공 활용성 제고 및 불법 드론 대응 시스템 구축으로 불법드론에 의한 범죄·테러로부터 국가·국민을 보호

고유임무와의 연계성

- ETRI R&R의 주요역할(1-1)과 연계(스스로 학습, 판단, 진화하는 복합인공지능기술 연구)
- ETRI R&R의 주요역할(1-2)과 연계(인간과 자율지능시스템의 상호작용이 가능한 자율지능 공존기술 연구)

중점 추진방향

- 초지능 서비스 제공을 위한 원천 기술 확보 및 국제 표준화 주도
- 원천기술 조기 확보를 위해 글로벌 선도기관과의 공동연구 추진 및 협력적 연구환경 조성, 개발 기술의 확산을 위해 개방형 플랫폼 운영과 선도기술의 국내외 사업화 추진

대내외 환경분석 및 전략목표 적합성

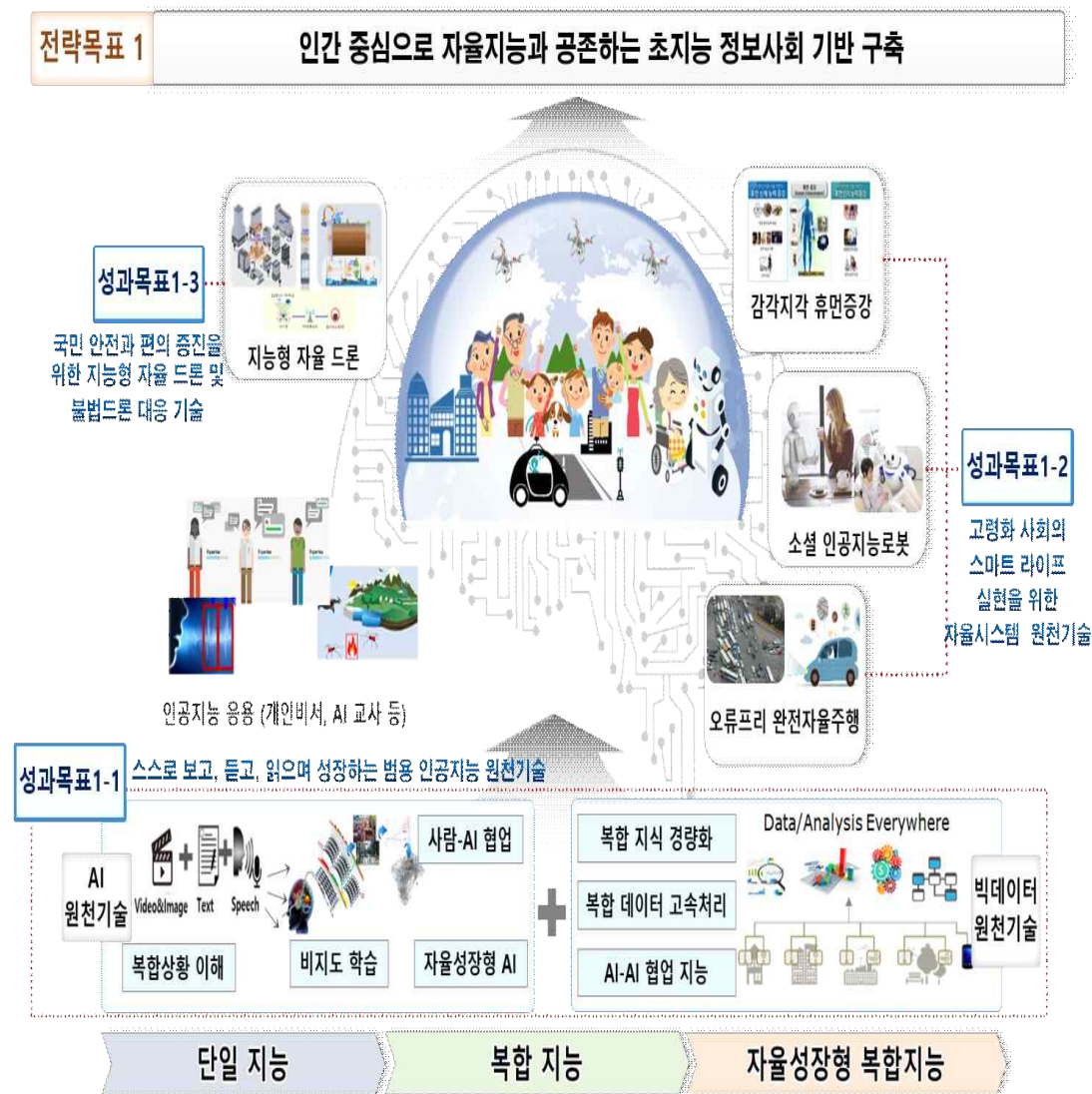
차원		환경분석
유망성	시장성	인공지능기술은 국가 성장에 커다란 파급효과를 끼칠 것으로 전망
	기술성	인간 수준의 비지도학습형 자율복합지능 기술 수요 증가
공공성	공익적 가치	지능정보 원천기술 확보를 통한 기술·산업·사회·인류 변화의 선제적 대응과 국가·사회 문제를 해결
	공적투자 필요성	초지능 정보사회 구축을 위한 미래 원천기술개발, 개방형 플랫폼 운영, 실증추진은 출연(연)을 통한 장기간 투자와 기술축적 필요

ETRI 경쟁력	기술수준	세계최고 수준의 언어지능 원천기술 확보, 자율지능시스템과 휴먼 증강 기술은 2024년에 세계최고 동등 수준 가능
	연구역량	다국어 자동통역 원천기술 및 국제표준 확보, 자율지능시스템 분야 선도적 역량 보유
	생태계 영향력	지능정보 핵심기술 및 데이터 공개를 통한 인공지능 응용 서비스 발굴 및 확산을 통한 국내 생태계 활성화



전략목표 적합성	유망성과 공적투자 필요성이 높으면서 ETRI 경쟁력이 있는 자율성장형 복합지능 AI 기술과 자율지능공존 기술은 ETRI 전략목표로 적합함
----------	---

🔗 전략목표와 성과목표 연계도



성과목표 및 대표성

● 성과목표 대표성 도출 방법론



● 성과목표 대표성 도출

핵심분야 문제정의	문제해결 방향	성과목표 도출
<ul style="list-style-type: none"> ○ 언어/시각/청각 등 개별 지능의 한계 ○ 수동 정제된 데이터 기반의 고비용 학습 한계 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 개별 지능을 통합하여 복합 지식을 추론·예측하는 복합지능AI 원천기술 필요 ▶ 자율적으로 학습·진화하는 비지도학습형 AI 원천기술 필요 	<p>스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ 로봇이 실환경에서 일상생활을 이해하는 기술 한계 ○ 다양한 운전문화를 이해하는 자율주행 AI 부재 ○ 인간 감정·행동 이해기술의 실생활 적용기술 수준 한계 ○ 감각정보를 신경 I/F를 통해 뇌에 전달하는 연구 초기 단계 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ AI기반 휴먼케어 로봇의 소셜지능 원천기술 필요 ▶ 다양한 운전문화를 이해하는 AI기반 주행판단 원천기술 필요 ▶ 기능저하된 인간능력을 복구·확장하는 휴먼증강 원천기술 필요 ▶ 플렉시블신경 I/F기반 감각 증강 디바이스원천기술 필요 	<p>고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템 (로봇·자율주행차) 원천기술</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ 드론의 장애물 단순 파악, 수동조작사고 유발 등 자율 임무수행 한계 ○ 불법 드론의 식별 어려움과 무력화 기술 부족 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자율적인 의사결정을 통해 임무수행하는 지능형 자율 드론기술 필요 ▶ 드론의 불법 행위 대응 및 무력화할 수 있는 카운터 드론시스템 구축 	<p>국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술</p>

자원투입 현황

(단위: 백만원, 개, 명)

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표1-1] (배점: 7점) 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술	2019	5,703	22,290	27,993	13	80
	2020	6,036	27,503	33,539	11	83
	2021	9,045	25,206	34,251	9	86
	2022	12,187	22,790	34,977	8	94
	2023	15,467	20,251	35,718	7	97
	2024	18,902	22,982	41,883	6	100
	소계	67,340	141,021	208,361	54	540
[성과목표1-2] (배 점: 10점) 고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템(로봇· 자율주행차) 원천기술	2019	9,304	30,504	39,808	33	146
	2020	9,627	35,564	45,191	28	148
	2021	12,547	33,334	45,882	23	150
	2022	15,598	30,989	46,587	22	158
	2023	18,781	28,525	47,306	21	160
	2024	22,115	31,175	53,290	20	162
	소계	87,972	190,091	278,063	147	924
[성과목표1-3] (배 점: 3점) 국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술	2019	1,261	6,759	8,020	5	59
	2020	1,584	11,819	13,403	5	61
	2021	4,504	9,589	14,094	5	63
	2022	7,555	7,244	14,799	5	72
	2023	10,738	4,780	15,518	5	74
	2024	14,072	7,430	21,502	5	77
	소계	39,714	47,621	87,335	30	406
합계		195,026	378,733	573,759	231	1,870

※ 출연금사업 대과제명과 수탁사업명 상세내역(2019) : <부록5> 참조(관련 페이지: 197-200)

성과목표 1-1

[기초·미래선도형] 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 [배점: 7점]

Ⅰ 최종 달성목표

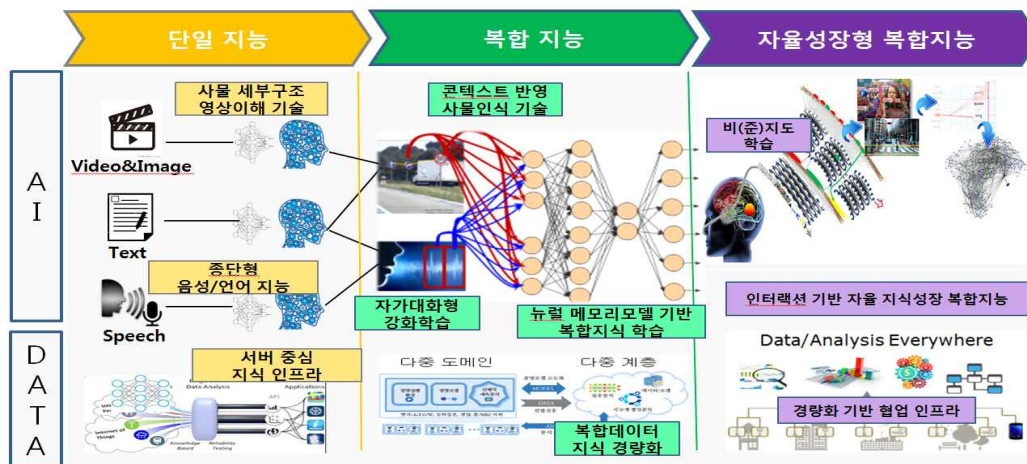
- 정해진 데이터로만 학습하는 현재 AI의 한계를 극복하여, 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술 개발

《세부 달성목표》

- (복합지능 AI) 언어/시각/청각 등 개별지능이 상호작용함으로써 인간과 유사한 보편적 지식을 형성하여 복합 컨텍스트 이해를 기반으로 인간과 교감하는 AI 서비스 제공
- (자율성장 AI) 수동 정제된 데이터를 기반으로 하는 현재의 고비용·저효율 AI 기술 한계를 극복하여, 스스로 학습하고 진화하는 비지도학습형 AI 원천기술 개발
- (액티브 빅데이터) 복합적인 데이터로부터 지식을 얻는 데이터 모델을 경량화하고, 데이터 모델을 단말 간 협업으로 사물/인간 공존 성장형 액티브 빅데이터 핵심 기술 개발

성과분야	예상성과
복합지능 AI	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인간의 기억모델을 모사하는 언어/시각/청각 복합지식 학습 기술 (세계최고) ○ 시청각 정보 및 언어에 기반한 멀티모달 교감형 에이전트 기술 (세계최고)
자율성장 AI	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원시데이터(raw data)를 이용해 지식을 스스로 학습하는 비지도학습 기술 (세계최고) ○ 인간-AI 인터랙션에 의해 스스로 지식을 학습, 확장하는 진화형 AI 기술 (세계최고)
액티브 빅데이터	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소형 단말에도 탑재 가능한 복합 데이터 분석 모델의 경량화 기술 (세계 최고) ○ 분석 모델을 단말 간 협력으로 스스로 학습하는 액티브 협업 지능 기술 (세계 최고)

《기술 개념도》



Ⅱ 목표수립 배경

- (정책연계성) I-Korea 4.0(인공지능(AI) R&D 전략), ‘데이터·AI 경제 활성화 계획’ 등과 연계 추진
 - I-Korea 4.0(인공지능(AI) R&D 전략): 차세대 AI 핵심기술 확보, 타 분야 접목 시너지 극대화, 윤리적 AI 기술 기반 확보 등에 기여 (과기정통부, ' 18.05)
 - 데이터·AI 경제 활성화 계획: 빅데이터와 인공지능과의 연계성 강화를 위한 방안을 발표하고 데이터 활용방안을 제시 (혁신성장전략회의, ' 19.01)
- (중요성) 기존 AI 기술의 한계를 넘어서는 범용 인공지능 원천 기술 개발
 - (복합지능 AI의 중요성) 게임, 필기체 인식, 음성 인식, 영상 처리, 검색 엔진 등 기능 중심의

- AI(Narrow AI) 에서 다양한 도메인에 보편적으로 적용 가능한 범용인공지능 요소 기술 개발
- (자율성장 AI의 중요성) 인간 두뇌 발달 과정의 이해를 기반으로 학습, 기억, 추론하는 인지 모델링 기반의 자율성장 인지컴퓨팅 핵심 기술 개발을 통해 수동 정제된 대규모 빅데이터에 의존하는 기존 AI 기술 한계를 극복
 - (액티브 빅데이터의 중요성) 분석 모델의 경량화 기술 개발과 단말 간 액티브 협업 기술을 통하여 대용량 고성능 서버가 아닌 소규모 단말에서도 빅데이터 분석이 가능

● 기술적 문제정의 및 해결방향

기술적 문제 정의	해결 방향
○ (복합지능 AI) 현재 단일지능의 개별적 모사(음성인식, 영상인식 등)로 인해 복잡한 상황인지 및 문제 해결에 한계를 가짐	○ 인간의 기억모델의 메커니즘에 기반하여 시각지능, 청각지능, 언어지능 등을 하나의 보편적 의미체계로 통합, 학습하고, 새로운 복합지식을 추론, 예측하는 방법론 개발
○ (자율성장 AI) 현재의 AI는 수동 구축된 데이터 기반의 고비용 학습 구조의 기술적 한계를 가짐	○ 원시데이터 기반의 학습 기법인 비(준)지도학습, 전이학습, 데이터 자동 증강, 자가대화형 강화학습 등의 기법을 융합한 독창적 방법론 개발
○ (액티브 빅데이터) 현재 빅데이터 분석 기술은 고성능 서버와 많은 학습 시간을 요구하여 자원이 적은 단말에 탑재될 수 없음	○ 다양한 데이터 분석 모델을 경량화하기 위하여 양자화, 가지치기, 압축 등의 방법을 적용하고, 경량 학습 모델 기반으로 상호 협업 가능한 액티브 빅데이터 기술 확보

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2016 ~2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 세계최고 수준의 언어지능(엑소브레인) 원천기술 확보, AI 기술의 자주성 확보 및 기술공개로 AI 토종 생태계 구축 <ul style="list-style-type: none"> ※ 대한민국 ICT대상 지능정보 부문 대상(2017), EBS 장학퀴즈 공개검증 압승(2016) ○ 세계최고 수준 다국어 자동통역 원천기술 개발 및 국제표준 확보를 통한 독창적 자동통역 서비스 패러다임 제시, 평창동계올림픽 공식 자동통역서비스 제공 <ul style="list-style-type: none"> ※ 국가연구개발 우수성과 100선(2017), Zero UI 웨어러블 자동통역 국제표준 승인 및 표준특허 3건 (2017) ○ 사물인식, 분류 등 세계최고 수준의 시각지능(딥뷰) 원천기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> ※ 세계최대 영상이해 글로벌 챌린지 대회인 ILSVRC에서 국내최초 종합 3위 달성, 2017 ○ 엣지-서버 협업분석, 빅데이터 플랫폼, 국제 표준 기반 데이터 유통 플랫폼 등 원천기술을 확보하고, 국가 차원의 데이터스토어를 구축하였으며, 글로벌 대상으로 운영 중 (2017년) <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (SCI 논문) 심층질의응답기술 등 13건 (IF 상위 20% SCI 12건, IF 상위 10% SCI 1건 포함) ○ (국제표준기고서) 면대면 자동통역시스템 등 ITU, ISO/IEC 국제표준 승인 7건 ○ (특허) Hansfree speech translation apparatus 등 49건 등록 (표준특허 3건, 국제특허 20건) ○ (기술이전 및 사업화) 음성인식, 엑소브레인, 자동통역 등 기술이전 25건 (36억원) <ul style="list-style-type: none"> ※자동통역기술 사업화 (한컴인터프리, 2018 평창동계올림픽 공식 서비스, 중국 iFlytek과 합작법인 설립 등) ※음성인식 기술 사업화 (80여 콜센터에 상용화, 관련 매출액 130억 이상, 국내최초 북미 시장에 상용화 성공)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합지능 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 강화학습기반 복합지식 성장형 AI PoC SW 구현 - 영상에서 사물을 주변과 같이 인식하는 SW 개발 ○ 자율성장 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비(준)지도학습형 AI 기술 요구사항 도출 및 설계 - 비(준)지도학습형 AI 핵심 기술 트렌드 조사 ○ 액티브 빅데이터 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 경량 분석 모델 구조 탐색 연구 - 분석 모델 경량화 비율 30% 성능 확보 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과(실증) <ul style="list-style-type: none"> - 대전시청 대규모 CCTV 관제에 시각 지능 기술 시험 적용
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합지능 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - AI 지식 축적을 위한 단기/장기 메모리 모델의 통합 구현 - 움직이는 사물의 상태 변화를 인지하는 기술 개발 ○ 자율성장 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비(준)지도학습형 AI 요소기술 개발 - 비지도학습 적용을 위한 중단형 음성인식 기술 개발 ○ 액티브 빅데이터 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 분석 모델 경량화 기술 고도화 - 스스로 분석 모델을 결정하는 자가 분석 프레임워크 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과(실증) <ul style="list-style-type: none"> - 행안부, 법무부, 서울시 등 공공기관에 청각지능 AI 기술 적용
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합지능 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 역강화학습, 모방형 학습 등 자율성장형 AI 메카니즘 연구 - 주변 사물과의 의미적 결합을 통한 관계 인식 기술 개발 ○ 자율성장 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비지도학습을 위한 데이터 증강 핵심기술 개발 - 다영역 확장을 위한 전이학습 방법 연구 ○ 액티브 빅데이터 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 경량 분석 모델 기반의 액티브 협업 지능 프레임워크 설계 - 자가 분석 매트릭 결정 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과(실증) <ul style="list-style-type: none"> - 복합지능 AI 개발용 API 및 DB 공개
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합지능 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자율샘플링 기반 지식 증강/강화 기술 개발 - 증거 기반의 추론과 시각적 상식 기반의 인식 기술 개발 ○ 자율성장 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 중단형 강화학습 기반 대화형 AI 기술 개발 - 강화학습 기반 능동형 지식 성장 기술 개발 ○ 액티브 빅데이터 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 단말간 협력으로 상호 학습하는 액티브 협업 지능 연구 - 자가 분석 모델 풀 관리 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과(실증) <ul style="list-style-type: none"> - 동남아 언어 자동통역 SW 사업화 ▶ 정성적 성과 (국가사회문제해결기여) <ul style="list-style-type: none"> - 동남아 이주민의 한국어 문제 해결 - 국민들의 동남아 지역 언어소통 기여
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합지능 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 다중 에이전트 기반 복잡 태스크 처리 기술 연구 - 점진적 성장이 가능한 심층 신경망 기술 개발 ○ 자율성장 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비(준)지도학습 기반의 지식 증강형 AI 기술 개발 - 전이학습 기반 도메인 확장형 AI 기술 개발 ○ 액티브 빅데이터 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 액티브 학습 기반의 자율 성장형 협업 지능 플랫폼 개발 - 자가 분석 플랫폼 및 서비스 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과(실증) <ul style="list-style-type: none"> - 다중 인지의 의미 결합을 통한 장면 인식 SW 사업화 ▶ 정성적 성과 (국가사회문제해결기여) <ul style="list-style-type: none"> - 소리/시각 측면을 동시에 고려한 장면 인식으로 CCTV 안전감시 등 기여
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합지능 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 다중 에이전트 협업 기반 자율성장 교감형 AI 시제품 개발 - 다중 모달리티에 따른 상호 간섭 및 지식 증강 기술 개발 ○ 자율성장 AI 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 자가 대화형 강화학습 기반 대화형 AI 기술 개발 - 인터랙션 기반 지식 자율성장형 AI 기술 개발 ○ 액티브 빅데이터 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 액티브 협업 지능 기반의 사물/인간 공존 지능 서비스 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과(실증) <ul style="list-style-type: none"> - 국내 거주 외국인 대상 AI 한국어 튜터링 실증 서비스 시행 ▶ 정성적 성과 (국가사회문제해결기여) <ul style="list-style-type: none"> - 국내 거주 외국인들에게 인공지능 기술로 언어 습득 기회 제공

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~ 2029
복합지능 AI							
	뉴럴 메모리모델 기반 복합지식 학습기술 개발			인터랙션 기반 지식성장형 복합지능 개발			
	 반팔 티 짧은머리 반바지 기타						복합 컨텍스트 이해 기반 교감형 AI 개발
	파트 단위로 사람을 인식하고 세부 구성을 이해하는 기술 개발			시각적 증거 기반의 컨텍스트 반영 사물인식 기술 개발			
자율성장 AI							
	종단형 구조 기반 비(준)지도학습형 AI 기술 개발			전이학습 기반 다영역 확장형 AI 기술 개발			
							준지도학습형 AI 기반 대화형 튜터링 시스템
	종단형 강화학습 기반 대화형 AI 기술 개발			자가대화형 강화학습 기반 지식증강형 AI 기술 개발			
액티브 빅데이터							
	구조 탐색 기반 엣지 분석 모델 경량화 기술			모델 자가 결정 및 액티브 학습 기반 능동형 협업 지능 기술			
구로 탐색 기반 엣지 분석 모델 경량화 기술			모델 자가 결정 및 액티브 학습 기반 능동형 협업 지능 기술			사물/인간 공존 성장형 협업 지능 기술	

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거			평가방법(평가 시 착안점)
① 복합지능 AI (breakthrough)			
<p>○ (문제정의) 현재의 AI는 인간의 단일지능을 개별적으로 모사함으로써(음성인식, 영상인식 등) 복잡한 상황인지 및 문제 해결에 한계를 가짐</p> <p>○ (접근방식) 인간의 기억모델의 메커니즘에 기반하여 시각지능, 청각지능, 언어 지능 등을 하나의 보편적 의미체계로 통합, 학습하는 방법론 개발</p>			<p>▶ 이미지, 음성, 텍스트 등의 복합 모달리티를 이용하여 AI-인간 인터랙션의 완성도 측정 (대화처리 정확도, 태스크 성공률 등의 통계적 분석)</p> <p>▶ 통계적으로 유의미한 시료 데이터를 통해 성능을 검증하며 TTA등 공인인증 기관을 통해 객관성 검증</p>
항목	접근방식 비교	기관/시스템	
학습 방법 및 대상	뉴럴 메모리 모델 및 강화학습에 기반 복합지능 구조 채택, 인간 학습 메커니즘 모사로 보편적 의미체계 구성하여 지식의 추론, 확장, 예측	ETRI/제안기술	
	이미지로부터 캡션을 자동 생성하는 복합지능 구현. 의미체계의 근본적 통합이 아닌 딥러닝에 의한 통계적 변환 기법의 한계를 가짐.	구글, MS, 바이두/ 이미지 캡션 자동생성 시스템	
	영상에서 사물과 관련된 의미적 질문을 하고, 이에 대한 답을 제공하는 기술이 연구되고 있으나 사물의 위치, 사용방법, 형태 등으로 한정되어 있어 보편성의 한계가 있음	구글, MS, Facebook / Visual QA 시스템	
② 자율성장 AI (breakthrough)			
<p>○ (문제정의) 현재의 AI는 수동 구축된 데이터 기반의 고비용 학습 구조의 기술적 한계를 가짐</p> <p>○ (접근방식) 원시데이터 기반의 학습 기법인 비(준)지도학습 방법과 자가 대화형 강화학습 기법을 융합한 독창적 방법론 개발</p>			<p>▶ 원시데이터를 이용하여 AI 학습 가능 여부를 판단 - 비지도학습 방식에 의해 성능 향상(오류율 감소) 30% 이상 달성</p> <p>▶ 통계적으로 유의미한 시료 데이터를 통해 성능을 검증하며 TTA등 공인인증 기관을 통해 객관성 검증</p>
항목	접근방식 비교	기관/시스템	
학습 방법	비(준)지도학습형 AI, 자가대화형 강화학습 기술이 융합되어 원시데이터를 이용해 스스로 지식을 학습, 확장하는 진화형 AI 기술	ETRI/제안기술	
	구글, MS, 삼성, SK 등 대부분의 AI 학습 방법은 수동 정제된 빅데이터 기반의 지도학습 방식을 채택	구글, MS/음성인식, 영상인식, 대화처리	
	수동 정제 데이터 기반으로 변형된 데이터를 자동생성하는 데이터 증강형 비지도학습 기술을 도입하고 있으나, 성능 향상에 한계	구글/음성인식, 영상인식	
③ 액티브 빅데이터			
<p>○ (문제정의) 현재의 서버 중심의 데이터 분석 학습 모델로 시간적, 시스템 자원 측면의 고비용 소모로 작은 단말에는 탑재 불가</p> <p>○ (접근방식) 데이터별 학습 모델을 이진화, 압축, 가지치기 등 다양한 알고리즘을 개발하여 현재 모델 크기의 20% 수준까지 줄여서 소규모 단말에서 수행 가능할 수 있도록 함</p>			<p>▶ 많이 알려진 분석 기법을 대상으로 평가하는 것을 전제로 하며, 전후 정확도 성능은 5% 이내여야 함</p> <ul style="list-style-type: none">- CIFAR10 등 널리 알려진 데이터와 최고 성능 학습 모델- 모델크기, 에너지 소모, 지식 밀집도 등의 지표생성 <p>▶ 모델의 정확도를 최소화하면서 지식을 경량화할 수 있어야 하며 공인인증기관을 통한 객관성 입증</p>
항목	접근방식 비교	기관/시스템	
경량화 방법	데이터별 손실은 줄이면서 학습 모델을 경량화 시킬 수 있는 양자화, 압축, 가지치기 등의 방법 중 최적의 방법을 스스로 찾을 수 있는 액티브 빅데이터 경량화 기술	ETRI/제안기술	
	토론토대는 이진화 중심 경량화, 구글 딥마인드와 스위스 ETH는 양자화(Quantization)*, 파라미터 감소, 교사-학생 방법의 종류 학습을 적용으로 정확도 감소율 2 ~ 7% 수준에서 25% 감축 * 양자화: 변수 비트수를 줄여서 경량화 하는 기술	토론토대, 구글 딥마인드 & ETH	

⑥ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
복합지능 AI	구글, 트위터, 몬트리얼대	멀티모달 대화에 의한 사물찾기 성공률 60%	멀티모달 대화에 의한 사물찾기 성공률 70%	-	멀티모달 대화에 의한 일반적 문제해결 성공률 70%
자율성장 AI	구글	학습데이터 자동증강 (청각, 시각 각각 7.4%, 5.8% 성능향상)	학습데이터 자동증강 (청각, 시각 각각 15%, 12% 성능향상)	-	비지도학습, 자가대화형 강화학습, 데이터 자동증강 (복합지능 성능향상 30%)
액티브 빅데이터	구글 딥마인드	양자화 기반 경량화 비율 25% (손실률 7% 이하)	학생-교사 학습 모델을 통한 양자화 종류 최적화	양자화 기반 경량화 비율 25% (손실률 10% 이하)	학습모델 자기결정 기반 경량화 비율 17% (손실률 3% 이하)

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- (복합지능 자율지능 AI) 복합지능 자율성장형 AI 기술은 스마트 스피커, 대화형 개인비서, AI 면접관, AI 개인교사 등 대표적 인공지능 서비스에 적용되어 시장 확대에 기여
- (액티브 빅데이터) 정부가 비 R&D 사업추진 중인 빅데이터 센터 및 빅데이터 플랫폼과 연계하여 빅데이터 플랫폼을 업그레이드 하기 위한 기술로 활용하여 데이터 분석 기술 활성화 도모

② 세부실행 계획

- (복합지능 자율성장 AI) 수요 기관들로부터 요구사항 조사('19), 요구사항이 반영된 설계 완료 및 협력 생태계 구축('20~ '21), 핵심 기술 개발('21~ '24), 시험서비스 시스템 개발 및 상용화 추진('24~)
- (액티브 빅데이터) 현재 과기부 정보통신방송 기금사업으로 부하분산을 위한 엣지 분석 기술 연구 ('18~20), 정보통신 기금사업 또는 정부출연금사업으로 빅데이터 자가 분석 기술 개발 추진 ('20~ '23)

③ 성과활용 및 기대효과

〈성과활용〉

- (복합지능 자율성장 AI) 핵심 요소기술 공개를 통한 국내 AI 기술 경쟁력 제고 및 공공분야 적용을 통한 사회문제 해결
 - (기술 공개) 자율성장형 인지컴퓨팅 요소기술 및 개발용 DB를 공개함으로써 해당 분야 연구 생태계 확산('21년), 컨텍스트 기반의 사람의 세부 속성을 인식기술의 중간 결과물을 활용하여 서비스에 적용('22년)
 - (AI 적용분야 확산) '데이터에 종속되지 않는 AI기술'의 핵심 IP 확보로 AI 서비스 개발에 필요한 데이터 구축 문제를 완화 하여, 다양한 전문 영역의 AI 정보 서비스 적용 가능
- (액티브 빅데이터) 스마트 센서로 진화하는 사물 인터넷 환경에 적합한 스마트 사물 데이터의 분석 기술로 활용하여 다양한 응용 및 서비스 도출 가능
 - 시티, 교통, 복지, 국방, 환경, 안전 등 센서에서 발생하는 데이터를 서버에서 분석하는 것보다 빠르게 분석하여 신속하게 대응할 수 있는 기술로 활용

〈기대효과〉

- (복합지능 자율성장 AI) 24년까지 대화형 AI 서비스(스마트 스피커, AI 상담원, AI 개인교사, AI 면접관 등)에 적용되는 복합지능 자율성장형 AI 상용화 사례 3건 이상 달성
- (액티브 빅데이터) 적은 단말에서도 데이터 분석이 가능해짐에 따라 적은 디바이스 기반의 지능형 응용 서비스가 활성화 될 수 있으며, 아이디어만으로 공개된 대규모 데이터 분석 가능

성과목표 1-2

[기초·미래선도형] 고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템(로봇·자율주행차) 원천기술 [배점: 10점]

① 최종 달성목표

- 소셜로봇 솔루션, 완전자율주행차 서비스, 휴먼증강 기술로 고령화 사회에서 자율적이고 독립적인 생활의 기반 정립

《세부 달성목표》

- (로봇인공지능¹⁾) 일상생활에서 인간과 같이 생활하면서 인간을 이해하고 정서적 교류와 상황에 맞는 서비스를 제공하기 위한 AI기반 휴먼케어로봇의 소셜지능 원천기술 개발
- (자율주행지능²⁾) 유무인이 혼재된 도심도로에서 운전문화를 이해하는 AI기반 주행판단 원천기술을 개발하여 도로주행 면허 수준의 자율주행지능 개발
- (휴먼증강) 유연한 적응력을 갖는 인간 고유의 지각인지 기전 분석을 통해 기능저하 또는 손상된 지각인지 능력을 복구·확장하는 지능형 휴먼증강 원천기술 개발
- (감각디바이스) 플렉시블 신경 I/F기반 감각증강 디바이스 원천기술 개발로 뇌신경과학 및 뇌연구 기반 감각증강기술을 견인

성과분야	예상성과
로봇인공지능	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고령자의 일상행동·교류 행동을 이해하는 로봇특화 시각지능기술 (세계최고) ○ 사람의 발화 내용에 적합한 학습기반 로봇 제스처 자동생성기술(세계최초) ○ 세계 최초/최대규모의 고령자 특화 로봇시점 데이터셋 (세계최초/최대)
자율주행지능	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내주행 경험데이터³⁾ 10만km공개로 산학연 자율주행 생태계 활성화(기반마련) ○ 도로주행 경험데이터와 주행환경 관계데이터기반 주행지능판단 엔진 개발(세계최초) ○ 지정노선 레벨4 라스트마일 자율주행 셔틀 서비스 (세계최초)
휴먼증강	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시각정보를 he감각으로 우회전달하여 손상된 시지각 한계를 극복하는 감각지각 증강 기술(세계최초) ○ 형상 가변소자 기반 시점 인식 기술 및 입체적 촉각 정보화 기술(세계최초/최고) ○ 일상환경에서의 복합모달 기반 감·행동패턴 분석을 통한 인간이해기술(세계최고)
감각디바이스	<ul style="list-style-type: none"> ○ 능동구동 고해상도 플렉시블 감각 신경 I/F 디바이스 기술(세계최고) ○ 고해상도 실감각-인공감각 신호변환 소자 및 패턴 인지-생성기술(세계최고)

《기술 개념도》



- 1) 로봇인공지능 : 인간의 생활공간에서 외부환경을 인식하고 스스로 상황을 판단하여 자율적이고 안전하게 동작하고 지능적으로 교감하는 핵심 원천기술로, 로봇지능은 크게 이동, 조작, 소셜(상호작용) 기술로 구성되며 이중 인간과의 공존이 요구되는 소셜지능은 3가지 핵심기술 중 불확실성이 가장 높아 기술장벽이 높고 기술 수준이 기대치에 비해 매우 낮음
- 2) 자율주행지능 : 유·무인 교통객체의 의도를 행동(강화)학습을 통해 추론하고 스스로의 행동판단에 반영 및 의도 표출을 가능하게 하

② 목표수립 배경

- (정책연계성) ①제4차 과학기술기본계획(혁신성장동력 육성), ②혁신성장동력(자율주행차, 지능형 로봇, '19, 과기정통부), ③I-KOREA 4.0 ICT R&D 혁신전략 (SW·컴퓨팅, 디바이스, '19, 과기정통부) ④제3차 뇌연구촉진 기본계획('18 ~ '27)

● (중요성)

- (로봇인공지능) '26년경 인공지능과 로봇의 융합기술로 소셜로봇, 휴먼케어로봇 등이 본격 확산될 것으로 예상되어, 장기적 관점에서 기술수요가 클 것으로 예상되며, 특히 클라우드 기반 로봇인공지능형태로 서비스를 제공하면 다수의 수요에 효율적으로 대응 가능
- (자율주행지능) 운전문화이해의 주행 AI는 차선이 없는 시골길이나 극한 기후조건에서도 주행경험데이터 학습으로 위험상황에 대응하는 것으로, '25년 제한구역내 자율주행시장 창출을 위한 “공공사회문제 해결+중소기업 생태계 활성화” 전략 실현이 가능
- (휴먼증강) 노화, 질환 또는 사고 등으로 인한 장애 극복뿐만 아니라 초고령화/저성장시대 문제를 해결하는 하나의 도구로 복지비용 감소와 삶의 질 향상 등 파급효과가 큼
- (감각디바이스) 센서로부터 수집된 감각정보를 신경 I/F를 통해 뇌에 전달하는 연구는 초기 단계로 뇌연구기반 감각증강기술 전인 및 활용 가능성이 큼

● (기술적 문제정의 및 해결방향)

분야	기술적 문제 정의	해결 방향
로봇 인공 지능	가정에서 사람(고령자)의 외형, 동작 특징, 낮/밤 조명변화, 로봇 카메라의 높이/이동에 따른 문제로 일상생활 이해기술 한계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가상환경에서 대규모로 학습한 인식엔진을 실환경에서 안정적으로 동작가능하게 하는 'Robot Sim-to-Real' 기술개발 ○ 로봇시각 및 상황정보 기반 고령자 개인 특성 파악, 일상행동의 이해, 고령자특화 음성인식, 건강이상징후 감지, 고수준 생활 패턴 모델링, 로봇의 자연스러운 행동생성 기술 개발을 통해 '고령자 특화 로봇 이해 지능' 분야 세계 최고수준의 핵심기술 확보
자율 주행 지능	국가 및 지역별로 다양한 운전문화를 이해하는 4단계 자율주행AI부재	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 실도로 환경 최대 규모 학습 데이터 구축 →> 주행 모사엔진 학습 →>실도로 환경 테스트베드를 통해 기술 정확도 향상 ○ 복잡도높은 실도로 트랙레코드 구축 플랫폼개발을 통해 사고위험도 및 운전 태스크별 주행경험데이터 수집 및 표준 데이터셋을 공개, 공동 활용하여 산학연 자율주행 AI기술경쟁력 확보
휴먼 증강	실적용 불능 및 인간 감정·행동 이해기술의 실생활 적용기술 수준의 한계	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다수의 감각경로를 융합하여 채널 용량 확장 및 형상가변형 시촉각 소자로 감각경로 자체의 해상도를 높여 정보를 손실 없이 전달하는 방법 확보 및 임상시험을 통한 검증 ○ 기존의 접근방식을 탈피하여 복합 모달기반의 실생활 적용이 가능한 경험기반의 분석·추론 기술 연구개발
감각 디바 이스	실감각-인공감각신호 변환소자 및 플렉시블 신경I/F기반 고해상도감각 증강 핵심원천기술부재	<ul style="list-style-type: none"> ○ 25ppi 세계최고 해상도 멀티감각 센서 및 64x64 능동구동 다채널 감각-뉴런 신호변환 복합감각패턴 원천기술 개발 ○ 10um 초고해상도 및 10K 다채널 능동구동이 가능한 플렉시블 전위 센서 및 광-전기 자극 소자 기반 신경 I/F 원천기술 개발

는 기술과 인간의 개입 없이 임무를 수행하기 위한 임무계획 수립, 자율이동, 상황판단, 수립된 계획을 상황에 따라 자율 수정하는 ICT중심 핵심기술

3) 주행경험데이터 : 차량 외부 360° 영상과 GPS, 교통 신호등, 운전자의 의도 등

③ 세부 추진계획

① 과거실적

구분	실행연도	실적
로봇 인공 지능	2016 ~ 2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조명/표정/포즈변화에 강인한 얼굴인식기술, 얼굴영상기반 무접촉 심박측정기술, 가상 학습셋을 이용한 물체인식기술 등 휴먼케어로봇을 위한 AI 핵심요소 기술개발(~2018) ※ KISA 공인인증(얼굴인식기술), 기술이전 30건 16.67억, AI면접시스템(마이다스 아이티, 2018) 등으로 사업화. IF 상위 2% 논문 1건, 20% 논문 1건 ※ 특허밀착지원 서비스 대상과제 선정(2017), 핵심 국제특허 출원 5건(S급 1건) ○ 아파트 테스트베드에서 휴먼케어 로봇 요소기술 최초 통합 시연(2018) ※ 인식-판단-표현 3단계 인지 과정 기반 프레임워크를 통해 15개 컴포넌트 체계적 통합
자율 주행 지능	2016 ~ 2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI기반 자율주행 핵심기술 정밀맵 자동갱신 SW를 국내최초 개발 및 산업확산(HERE社 NDA), 전기차기반 자율주행용 위치·장애물인지 핵심요소기술 구현 및 일반도로 시연 - 국내 순수 전기차기반 AI 융합의 자율주행 3단계 요소기술개발 - K-City 준공식 VIP 1호차 자율주행시연 ※ 자율주행SW최적화 구현으로 차량탑재 컴퓨팅 시스템의 난제인 저전력, 저발열 문제 극복 ○ SCI 1건, 핵심 국제특허 4건 출원 및 R&D연계 표준특허창출사업선정, ISO13184-2 제정, 국민체감형서비스 다수 시연으로 기술적 수용성 확보, 유튜브 및 언론매체 홍보 20여회
휴먼 증강	2016 ~ 2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 투명소자기반 촉각 입출력기술(2016) ※ 우수 신진연구자상 수상 (국가과학기술연구회) ※ 민간수탁 : 촉각만으로 차량용 전자장치 조작성이 가능한 햅틱 패널 기술(2016, BMW) ○ 웨어러블 근력증강로봇 기술 (2017) ※ (2025년을 대상으로) 대한민국 100대 미래기술과 기술주역으로 선정(한국공학한림원) ○ 고령인의 보행보조를 웨어러블 근력제어 기술(2018) ○ 투명 시촉각 인터페이스 등 상위 20% 논문 16편, 3급특허 1건, 국제등록특허 15건
감각 디바이스	2016 ~ 2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계 최고수준의 플렉시블 전자소자 기술 - 플렉시블 뉴럴프로브에 응용가능한 그래핀기반 플렉시블 디바이스기술 세계최초 개발 ※ 2016 국가연구개발 우수성과 100선 - 세계 최고수준의 고신뢰성 생체적합 플렉시블 신경 전극기술 확보 ※ 2017 ACS AMI, 2017 대한민국 10대 나노기술 ○ 세계 최고 수준의 대면적 고해상도 감각 입출력 디바이스 기술 - 64x64 대면적 신축 센서 어레이(해상도: 25ppi, 신축율: 10%) 개발 성공 (2018) ○ 세계 최고 수준의 생체적합 광대역 임플란터를 디바이스 집적 플랫폼 개발 성공 - EMG Triggered Spinal Cord Stimulation Closed Loop 구현 (2018)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

구분	실행연도	세부추진계획	예상성과
로봇 인공 지능	2019	○ 고령자 특화 로봇시점 데이터셋기반 휴먼케어 로봇인공지능 핵심요소기술 개발	▶ 세계 최초/최대 규모 고령자 특화 로봇시점 데이터셋 및 SW 4건(로봇 발화제스처 자동생성 등) 공개
	2020	○ 가상환경기반 휴먼케어 로봇AO 핵심 요소기술개발 및 Sim-to-Real기술 검증	▶ 400만개 이상 단위 행동 데이터 생성이 가능한 가상 로봇환경 플랫폼 및 SW 5건(고령자 행동인식 등) 공개
	2021	○ 휴먼케어 로봇 AI핵심기술 통합 및 리빙랩 환경기술 검증	▶ 로봇 클라우드 AI 기업과 연계한 공개 API 서비스 제공
	2022	○ 장기적 상호작용 경험에 기반한 관계 지향적 자율지능 모델링 연구	▶ 장기적 인간-로봇 상호작용 자율지능 PoC
	2023	○ 인간의 감성, 의도, 습관, 성격 이해에 기반한 인간-로봇 교감지능 연구	▶ 자율상호작용기반 인간-로봇 교감지능 PoC 및 상용 로봇 탑재를 통한 기술 검증
	2024	○ 사회규범 이해에 기반한 로봇소셜 지능 자율발달기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 사회규범 이해기반 로봇소셜지능 프로토타입, 로봇 클라우드AI기업과 연계한 시범API 서비스 제공 ▶ 클라우드 서비스 제공 기업 및 가정용 로봇 서비스 기업에 의한 기술 상용화(2024년 일부 상용화 개시, 2026년 국내가정용 서비스 로봇 기업중 30% 이상)

구분	실행연도	세부추진계획	예상성과
자율주행지능	2019	○ 주행상황사례 구축 및 주행경험 데이터 저장모델 표준개발	▶ 최대 규모 국내 주행상황 8만km 구축 및 공개 ▶ 도로주행(운전면허장 수준) 시나리오기반 학습 엔진
	2020	○ 학습데이터 기반 주행지능 판단엔진 V1.0 (도로주행면허 수준)	▶ 세계최초/최대규모 국내주행상황 10만km 구축 및 공개 ▶ 실도로 주행사고재현 주행콘텐츠 기반 시뮬레이션 검증 엔진
	2021	○ 라스트 마일 서틀서비스를 위한 운용 조건설계 및 주행 AI 엔진 검증 프로세스 개발	▶ 캠퍼스 수준의 공간 내 서틀서비스 기술 요구조건 설계 및 프로토타입 구현 ▶ 경기도 판교 스타트업 7개 기관 협의회를 통한 자율주행 우수기술 통합시스템 설계
	2022	○ 라스트 마일 서틀서비스를 위한 오류인지 및 대응 조치 AI개발	▶ 정밀 차량위치인식기술 개발, 차선구분이 불명확한 지역에서의 자율주행 시범서비스, 엣지 및 클라우드 서버연계 V2X 적용의 연결형 태스크 최적화 연구
	2023	○ 라스트 마일 서틀서비스를 위한 지능엔진 시험인증 절차 개발	▶ 교통약자용 라스트마일 서틀서비스, 연결형 자율주행차를 이용한 주행지능SW 엔진시험인증절차 ▶ 서틀 및 수송 서비스 실용화 검증 및 시험인증 요구사항 개발, 교통법규 오류 대응 관련 국제특허 출원
	2024	○ 라스트 마일 서틀서비스를 위한 극한 환경 대응 지능 개발	▶ 차량-엣지-클라우드 및 보안 토탈솔루션 적용 서틀 서비스 시범 테스트(스마트시티) ▶ 지정노선 레벨4 라스트마일 자율주행 서틀 서비스 개시
휴먼증강	2019	○ 시각-청각 변환 기반 감각지각증강 플랫폼 정의 및 요소기술 개발 ○ 형상가변 소재기술 연구	▶ 시각각 정보 특징 분석 및 고유신호 생성 알고리즘 확보 ▶ 물리 화학적 특성이 변하는 생체적합성 능동소재 확보
	2020	○ 시각-청각 변환 및 변환 신호 전달 시스템 개발 ○ 생체적합성 형상가변소재 기술개발	▶ 다차원 시각-청각 매핑 및 전달 알고리즘 확보 ▶ 복합모달 기반 감정 및 행동패턴 추론 기술
	2021	○ 시각-청각 변환 기반 감각지각증강 자가-학습 시스템 개발 ○ 복합모달 기반 근력보조 기술	▶ 시각-청각 변환 지각인식 검증 방법, 지표 정의 및 임상시험을 통한 검증(10명) ▶ 경량의 착용형 근력보조 시스템 임상시험 검증
	2022	○ 시각-청각 변환 기반 감각지각증강 플랫폼 개발 ○ 형상가변소재 집적기술	▶ 실생활 경험정보 학습 데이터셋 구축 ▶ 생체신호 응답 제어 및 생체적합성 시점 가변렌즈
	2023	○ 시각정보를 다중 경로로 전달하는 다중감각전달경로 융합 기반 감각 지각증강 시스템 구조 설계 ○ 지능형 시력 제어 기술	▶ 교차-감각 Correspondence 맵정의 및 최적경로 설정 ▶ 안정형 맞춤형 시력 제어 기술을 통한 시력 증강
	2024	○ 다중감각전달경로 융합 기반 감각 지각증강 시스템 기본 기능 개발 ○ 시촉각 증강 UI기술 연구	▶ 경험모델 기반 감정/행동 이상패턴 추론 기술 ▶ 이미지 입체적 표현이 가능한 시촉각 디스플레이 ▶ IF 상위 10% 논문 게재, 국제특허 3건
감각디바이스	2019	○ 능동구동 고해상도 복합 감각입력 디바이스 기술 ○ 플렉시블 전위 능동 센서 어레이 기술 개발	▶ 고해상도 압력센서 어레이 및 플렉시블 전위 센서 관련 기술전시 홍보 (나노코리아 2019, IMID 2019) ▶ 40ch 무선 뇌파 전송모듈 기술전시 홍보 (SfN 2019)
	2020	○ 대면적 고신축 복합 감각입력 디바이스 기술 ○ 양방향 BCI 페루프 제어 동물 (Rodent) 이식 동작시험	▶ 세계 최고 대면적 고해상도 복합 감각입력 디바이스 기술 전시 및 홍보
	2021	○ 대면적 고신축 멀티감각 입출력 디바이스 복합화 기술 ○ 능동형 센서/광원 복합 어레이 기술 개발	▶ JCR 상위 10% 논문 게재
	2022	○ 대면적 고신축 감각 입출력 디바이스 기술 ○ 페루프 자극 제어 영장류(Monkey) 이식 동작시험	▶ 세계 최고 수준의 대면적 고신축 감각 입출력 디바이스 기술 언론 홍보
	2023	○ 다채널 고집적 능동형 프론트엔드 인터페이스 및 동물 이식 동작 시험	▶ JCR 상위 10% 논문 게재
	2024	○ 양방향 감각 패턴 인지-생성 복합 소자 기술개발 ○ 플렉시블 신경/IF 집적모듈 전임상 동물이식 동작시험	▶ 세계 최고 수준의 플렉시블 신경 인터페이스 집적모듈 전임상 동물이식 동작 시험(4주 이상)

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~ 2029
로봇 인공 지능							
	휴먼케어 로봇인공지능 통합SW			사회규범 이해기반 로봇소셜지능 프로토타입			사회규범이해기반 소셜로봇 AI클라우드 서비스
자율 주행 지능							
	시나리오 기반 주행지능판단엔진 V1.0			LV4 정밀 맵 음영지 및 기술적 한계상황 대응 주행지능엔진 및 시험인증 프로세스 연구			LV4 완전자율주행 플랫폼 실용성 검증 및 인증제도 확립
휴먼 증강							
	단일감각, 단일우회경로 기반 감각지각증강 (1:1)			단일감각, 다중우회경로 기반 감각지각증강 (1:n)			다중감각, 다중우회경로 기반 감각지각증강 (n:n)
감각 디바 이스							
	생체적합성 형상가변소자 연구			안경형 시력 제어 및 촉감 입체화			콘택트렌즈형 시각증강
감각 디바 이스							
	. 인공피부용 대면적 고신축 감각 입출력 디바이스 . 다채널 생체신호 감지/자극소자			. 고해상도 인공감각 복합센서 . 대면적 고해상도 프론트엔드 신경 인터페이스			단위뉴런 수준의 초고해상도 플렉시블 신경 인터페이스

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 로봇인공지능	
<p>○(문제정의)</p> <p>▶ 가정에서 사람(고령자)의 외형, 동작 특징, 낮/밤 조명의 변화, 로봇 카메라의 높이/이동에 따른 문제로 일상생활 이해기술한계로 상황 맞춤형 로봇 서비스 제공 불가</p> <p>○(접근방식)</p> <p>▶ 가상환경에서 대규모로 학습한 인식엔진을 실환경에서 안정적으로 동작가능하게 하는 ‘Robot Sim-to-Real’ 기술로 문제 해결</p> <p>- 실환경 세계 최대규모 학습데이터 구축, 가상환경 학습데이터 구축, 가상환경과 실환경의 Gap을 지속적으로 극복하도록 가상환경 데이터 생성 플랫폼 개발</p> <p>- 로봇시각기반 고령자 개인특성 파악, 일상행동 이해, 건강 이상징후감지,</p>	<p>▶ 실환경 테스트베드(아파트) 및 고령자가 실거주하는 리빙랩에서 수집된 로봇 기반 고령자 특화 데이터로 일상이해 성능 측정</p> <p>* 로봇기반 고령자 데이터로 성능을 평가한 사례는 현재 까지 없음</p> <p>▶ 객관적이고 정량적인 로봇</p>

목표 도출근거			평가방법(평가 시 착안점)
고수준 생활패턴 모델링, 로봇의 자연스러운 행동생성 등 핵심기술 확보를 통해 고령자이해에 기반한 상황 맞춤형 로봇서비스 제공 가능			지능 평가모델을 개발하여 로봇 지능수준을 측정하고, 정성적 측면에서는 사용자의 만족도/유용성 등을 측정 ▶ 고령자(독거 또는 부부)가 실거주하는 리빙랩에서 요소기술이 통합된 휴머노이드형 로봇을 통해 기술 검증
항목	접근방식 비교	기관	
고령자 일상(이해)가 가능한 로봇지능	Robot Sim-to-Real 기술로 휴먼케어 로봇이 고령자의 장기 일상(행동, 이상징후, 생활 패턴 등) 이해	ETRI	
	고정 카메라 기반 범용 행동 데이터를 활용한 단기 행동인식 기술 개발	옥스퍼드 대학 등 대부분의 연구기관	
	더 단순한 문제인 로봇 조작 분야 (물체 피킹)에서 가상 데이터를 활용한 Manipulation 기술 개발	구글, NVIDIA	

② 자율주행지능

○(도출근거)

- ▶ 자율주행기술은 국가나 지역에 따라 특별한 운전문화에 대한 이해가 필수적으로 필요. 특히, 국내의 교통신호등이나 비신호교차로 통과 및 우회류, 시골길 등의 운전환경에 대한 이해없이 운전자가 운전하는 차량과 혼용된 교통서비스 불가

○(검증목표)

- ▶ [데이터 셋] 원형교차로, 비신호 교차로, 시골길 포함 주행경험데이터 구축 및 공개
- ▶ [SDK] 도로주행면허 수준의 주행지능모사엔진 테스트베드 검증 및 SDK공개

○(기술수준)

- ▶ (As-Is) 자동차 전용도로(보행자 X, 교통신호등 X) 운전지원, 도심 일시적 자율주행
- ▶ (To-Be) 도심 또는 시골길 등의 실시간 주행 공간인식 및 상황예측이 가능한 초보 운전자 면허획득 수준

○(접근방식)

- ▶ 국내 주행경험데이터를 활용한 ‘선학습 후 실용성 검증’ 반복으로 기술경쟁력 확보
- ▶ 5G 연계 커넥티드 인지확장기술 적용, 교통환경 데이터의 대규모 수집 및 모사 엔진으로 학습한 후, 실도로 환경에서 내재화하는 기술로 문제 해결⁴⁾

항목	접근방식 비교	기관
주행 행동 모사 엔진	5G-V2X 연계 차량과 인프라 융합의 인지범위 확장 및 국내 교통문화 이해형 주행모사식 접근	ETRI
	차량 자체 센서를 이용한 대규모 트랙레코드 수집 및 롤기반에서 인공지능 확률 기반으로 우회 중	구글 웨이모원
	주로 비전센서 의존 및 NVIDIA협력의 ICT 접목비율을 높인 “지도, 컴퓨팅보드, 적응형센서”등 과감하고 융합적인 시도 중	테슬라

- ▶ 가상 도로환경에서의 유사 테스트케이스 기반 주행거리당 인식 및 판단 오류율 측정
- ▶ K-City기반 사고 위험 케이스 재현방식에 의한 사고 회피 정확도 측정

③ 휴먼증강

○(문제정의)

- ▶ 인간 감각기관의 기능저하/손실로 인한 복합정보 전달의 한계와 인간 감정·행동 이해 기술의 실생활 적용가능 기술 수준의 한계

○(검증목표)

- ▶ (세계최초) 생체신호 응답 기반 맞춤형 시력제어(의도인지 80%, 초점가변거리 10D)
- ▶ (세계최고) 시각정보 고차원 입체화 (해상도 16 pixel/inch, 촉각 인지 수준 3 Bit/픽셀)

○(기술수준)

- ▶ (As-Is) 주기적 교체를 통한 수동적 시력교정 → (To-Be) 실시간 맞춤형 시력교정
- ▶ (As-Is) 표정 영상정보 중심 → (To-Be) 복합모달 정보기반 실생활 적용

○(접근방식)

- ▶ 다중감각인지 전달경로 확장연구와 확보된 세계수준의 투명소자, 광학기술과 지능형 SW 융합을 통한 실용성 확보
- ▶ 일상생활 복합모달 DB구축과 개인경험기반의 감정/행동 분석 · 추론연구

- ▶ 지각 성능 검증 방법 제시 및 정량화 지표의 제시 여부 판단 (세계최초)
- ▶ 검증 목표의 세계 최초/최고 수준 달성 여부 및 도전성 판단 (글로벌 연구현황 대비)
- ▶ 문제 해결을 통한 신시장 개척/선점 가능성 판단
- ▶ 목표 기술의 실생활 환경 적용 및 활용가능성 판단

④ 감각다바이스

○(문제정의)

- ▶ 실감각-인공감각 신호변환 소자 및 플렉시블 신경 인터페이스 기반 고해상도 감각

- ▶ 세계최고수준의 감각신호변환 센서 해상도, 다채널(능동구동),

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
증강 핵심 원천기술의 부재 ○(검증목표) ▶ 다채널 초고해상도(10kch 능동구동, 10um 픽셀피치) 플렉시블 신경 I/F 소자개발 ▶ 세계최초 다채널 페루프 제어 집적 모듈 개발 및 영장류 이식 검증 ○(기술수준) ▶ (As-Is) 5ppi, 12x12/40um, 256ch → (To-Be) 25ppi, 64x64/10um, 10kch ▶ (As-Is) 1채널 오픈루프 제어 → (To-Be) 다채널 페루프 제어 (Monkey, 4주 이상) ○(접근방식) ▶ 10um 초고해상도 및 10K 다채널 능동구동이 가능한 플렉시블 전위 센서 및 광-전기 자극 소자기반 신경 I/F원천기술 개발 ▶ 다채널 감각 신경회로 페루프 제어 및 검증에 대한 영장류 이식 실험을 통해 고차원의 뇌신경기반 감각 인지 매핑 및 재활, 인공감각대체기기 등에 활용	플렉시블 신경/F디바이스의 픽셀피치, 채널수(능동구동) 달성 여부 ▶ 세계최고 성능의 생체신호 저잡음밀도 집적 모듈 개발 및 영장류 이식 다채널 페루프 제어 검증 여부 (4주 이상) ▶ 개발된 핵심 요소기술의 성능 개선 정도 및 향후 실용화 기능 여부

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
로봇 인공지능	옥스퍼드 대학(영국)	비디오 이해를 위한 단기 행동인식 (85%, 유튜브)	컨텍스트 기반 비디오 행동이해 (95%, 유튜브 및 클라우드 소싱)	로봇시각기반 고령자 특화 일상행동 인식 (선진 기관의 90% 수준, 실환경 테스트베드 데이터 기반 성능 평가) ⁵⁾	이동로봇기반 고령자 일상 이해(행동, 이상징후, 생활 패턴 등) (선진 기관의 100% 수준, 실환경 테스트베드/리빙랩 데이터 기반 성능 평가, 휴머노이드형 이동로봇기반 기술 검증리빙랩)
자율주행지능	웨이모원	17,951km (3단계)	- (4단계)	- (부분 3단계)	14,000km (부분 4단계, 선진기관의 80% 수준)
휴먼증강	Facebook	정의된 패턴 단순 인식 (88% 테스트베드)	-	-	비정형 정보인식 (60% 테스트베드) (세계최초)
감각 디바이스	도쿄대 (일본)	5ppi/12x12/ 능동구동 ⁶⁾	10ppi/12x12/ 능동구동	15ppi/8x8/ 능동구동 (선진기관의 90%)	25ppi/64x64/ 능동구동 (선진기관의 120%)

4) 실도로환경 세계 최대 규모 학습데이터 구축, 주행모사엔진 학습, 테스트베드에서의 실도로환경 테스트, 복잡도가 높은 실도로 트랙레코드 구축 플랫폼 개발

5) 2019년 말까지 대전시 소재 아파트에서 고령자/성인 각 50명, 개인당 55종 일상행동 비디오 클립 11만개(세계최대), 경기도 소재 리빙랩에서 18가구 300시간 분량 구축. 이들 데이터를 포함한 총 9종의 대규모 데이터셋을 구축 중이며 향후 추가 구축을 통해 실 환경에서 강인하게 동작하고 측정 가능한 기술개발 예정

6) S. Lee et al., "A transparent bending-insensitive pressure sensor", Nature Nanotech. 11, 472-478 (2016)

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 로봇 인공지능

《성과활용》

- 세계 최대 규모 실환경 고령자 특화 로봇시점 데이터 셋 공개('19년~' 21년) 및 가상환경 고령자 특화 로봇시점 데이터 생성 플랫폼 공개(' 21년)를 통한 ETRI 주도 로봇 소셜지능 획기적 향상 촉진⁷⁾
- 클라우드 서비스제공 기업(네이버, SK텔레콤, LG전자, KT, SKC&C, 마인즈랩 등)과 협력을 통해 휴먼케어 로봇인공지능 핵심요소기술의 클라우드 기반 API 서비스 제공(' 21년 일부, '24년 확대)

《기대효과》

- 휴먼케어 로봇인공지능 핵심기술을 클라우드기반 서비스로 제공하여 국내 가정용 서비스 로봇의 지능 수준 향상
- 2026년 국내가정용 서비스 로봇기업 (LG전자, 삼성전자, 유진로봇, 로보케어, 클로봇, 한컴로보틱스, IPL 등) 중 본 기술 활용기업 비중 30% 이상

② 자율주행 지능

《성과활용》

- 세계 최대 규모 국내 실도로환경 주행데이터 및 학습데이터 셋 공개('19년~' 20년), 차량 전방위 데이터 수집 플랫폼 공개(' 21년) 로 산학연 자율주행 기술 개발 생태계 확산⁸⁾
- 교통약자 이동공백제조를 위한 자율주행셔틀 AI 기술 개발(시골길, 극한 환경 대응 등) 및 시범서비스 2곳 실용화 검증(~ '23년)을 지자체(서울시, 경기도) 및 서비스기업(엔맨드솔루션 등), 스타트업기업(서울로보틱스, 모라이 등)과의 협력을 통해 자율주행차에 대한 기술적·사회적 수용성 검증

《기대효과》

- 국민체감형 자율주행차 개발 및 서비스 보급을 통한 교통 약자에 독립이동권 보장 인프라 제공
- 주행학습데이터 활용플랫폼의 공개로 산학연 자율주행관련 연구기관의 집중연구기반 제공

③ 휴먼증강

《성과활용》

- 시각·지각 능력 한계 극복기술로 인간의 감각·지각능력의 강화 가능성 검증으로 향후 다중감각 융합연구를 통한 Zero UI, Screenless 컴퓨팅 등 새로운 컴퓨팅 패러다임 선도
- 시촉각 증강기술로 굴절 이상의 시력장애 해소와 고차원 시각정보의 입체화 제공으로 시각장애인의 디지털 정보격차를 해소하고, 기존의 터치스크린 및 운전자용 인터페이스 등 사용성에 변화 추구

《기대효과》

- 세계최초, 최고수준의 기술과 성과 확보로 세계적인 휴먼증강 연구를 견인하는 미래선도 연구기관 도약과 국가 경쟁력 강화에 기여

④ 감각디바이스

《성과활용》

- 감각 신경 인터페이스 기반 전임상 영장류 신경회로 제어 검증과 관련한 원천기술 이전 및 사업화 추진을 통해 알츠하이머 및 파킨슨 등의 질병치료, 신경재활 등에 기여 예정

《기대효과》

- 생체친화적인 플렉시블 전자소자 기반 신경 인터페이스 기술은 세계 최고 기술성과로서 국가경쟁력 제고 및 신경과학분야의 발전을 견인

7) 휴먼케어 로봇 인공지능 핵심요소 기술' 공개('19년 4건 신규, '20년 5건 신규, '21년 최종)를 통한 기술 기반이 취약한 로봇 중소 기업의 신규 로봇 서비스 기술 기반 제공

8) 운전자 지능 모사 인공지능 핵심요소 기술 공개('19년 3건 신규, '20년 5건 신규, '21년 최종)로 국내 AI적용 자율주행기술 경쟁력 강화

성과목표 1-3

[공공·인프라형] 국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술 [배점: 3점]

Ⅰ 최종 달성목표

- 사고율 제로를 지향하는 지능형 자율 드론 프레임워크 개발을 통한 공공 활용성 제고 및 불법드론 대응 시스템 구축으로 불법드론에 의한 범죄, 테러로부터 국가·국민을 보호

〈세부 달성목표〉

- (지능형 자율 드론) 자신의 정확한 위치와 주변 환경을 인식하여 충돌 없이 비행하고 현장 상황을 인식하여 자율적인 의사결정을 통해 주어진 임무를 수행하는 지능형 자율 드론 기술 개발
- (드론 시뮬레이션) 다양한 환경에서 새로운 드론 기술(수동/자율, 단독/다중/협업 비행 등)의 개발 및 성능 검증에 안전하고 효율적으로 수행하기 위한 고정밀 현실모사 시뮬레이션 인프라 구축
- (불법드론 대응) 불법드론에 의한 사생활 침해, 범죄 및 테러로부터 국가·국민을 보호할 수 있는 불법드론 대응 시스템 구축

성과분야	예상성과
지능형 자율 드론	<ul style="list-style-type: none"> ○ 환경 및 현장 상황 인식기술과 자율 비행 기술 개발(세계최고), 지능형 자율 드론 프레임워크 개발 (세계최초) ○ 도심 자율비행 및 임무수행을 위한 0.5m 수준의 정밀측위 기술 확보 (세계최고)
드론 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다중드론 지원이 가능한 scalable 고정밀 현실모사 시뮬레이션 기술 개발 (세계최고) ○ 실제와 사이버 공간에 존재하는 드론 간 상호작용이 가능한 Space-CPS 기술 개발 (세계최초)
불법드론 대응	<ul style="list-style-type: none"> ○ RCS⁹⁾ 0.01m²@3km의 저고도 소형 드론 탐지 EO/IR 연동 레이더 개발 (세계최고) ○ 드론의 불법 행위 대응을 위해 다중 탐지 센서로부터의 수집된 정보의 융합을 통해 드론을 탐지하고 컨텍스트를 반영한 높은 수준 정보 융합을 통해 최적의 위치 및 타이밍에 무력화할 수 있는 지능형 통합시스템 개발 (세계최고)

〈기술 개념도〉



9) RCS (Radar Cross Section, 레이더 단면적): 레이더에서 쏘아 보낸 전자파가 표적에 반사되어 돌아올 때, 그 반사체의 반사량을 나타내기 위해 규정한 평면 면적

② 목표수립 배경

- **(정책연계성)** 국정과제(34-5, 드론산업 육성), 고기능 무인기 분야 패키지형 투자모델('18.2, 과기혁신본부), 혁신성장 8대 선도사업 중 드론 분야('18.5, 관계부처합동)
- **(중요성)** 공공수요, 활용가능성, 실현가능성 측면에서 중요함
 - ① **(공공수요)** 공공부문 수요 증대에 따른 정부의 선도사업 지정
 - ▶ 국방, 치안, 재난·재해 대응, 국토·인프라 관리 등의 공공수요 확산을 감안하여 관계부처 합동「드론산업 기반 구축 방안('17.12)」에서 국내 드론산업 육성을 위해 향후 5년간 3,700여대 공공수요 발굴 목표 설정
 - ▶ 불법드론 대응이 필요한 행사와 주요 국가기간시설(공항, 원전 등)이 다수 존재하며, 이에 따라 범부처 불법드론 대응 TF 발족('19.5)
 - ② **(활용가능성)** 공공분야의 드론 활용 확대 기반 마련 및 불법드론 대응을 위한 인프라 구축 필요
 - ▶ 공공분야 수요 요구 증대에도 불구하고 안전성 및 자율운행 능력 부족 때문에 복잡한 임무수행과 비가시권 비행이 어려워 현업 적용 및 응용 확대 제한
 - ▶ 무단비행, 사생활 침해, 테러 등에 드론을 활용하는 드론범죄가 지속적으로 증가하는 추세로, 국민안전 및 국가재산 보호를 위해 불법 드론 대응을 위한 인프라 구축이 시급
 - ③ **(실현가능성)** 혁신성장 8대 선도사업에 포함되고 국가·사회적 니즈가 풍부한 기술 분야
 - ▶ 드론 사고는 조종 미숙과 안전운행 기술 부재에 기인하며, 자율 드론 핵심기술을 개발하여 산업계에 제공함으로써 공공부문 드론 활용성 제고에 일조
 - ▶ 불법드론에 의한 국민안전 위협 및 신종테러 가능성이 높아짐에 따라 관계부처는 과기정통부 주관으로 불법드론 대응을 위한 TF를 구성('19.4)하고 법제도 개선, R&D 등을 포함한 대책을 마련 중
- **(역할부합성)** ETRI R&R의 주요역할(1-2) ‘인간과 자율지능시스템의 상호작용이 가능한 자율 지능공존기술 연구’, 소형 드론 탐지·판단·무력화 지능형 통합시스템 기술 연구 및 초지능 정보사회 구현을 위한 지능형 완전자율 드론 기술 연구

《 기술적 문제정의 및 해결방향 》

기술적 문제 정의	해결 방향
현재 드론은 특정 방향의 장애물 존재 유무의 단순 파악과 회피 수준에 머물러있고, 임무 수행은 대부분 조종자의 수동 조작에 의존함에 따라 실수에 의한 빈번한 사고 발생	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI를 통한 주변 장애물과 상황인식을 통해 안전한 회피 경로를 선택하여 99%이상 충돌 회피 보장 및 자체 의사결정으로 자율 비행 ○ 자율적으로 주변 환경 및 상황을 고려한 의사결정을 함으로써 부여된 임무를 안전하게 수행하는 지능형 자율 드론 기술을 개발함으로써 조종자의 실수에 의한 사고 가능성 차단
자율 임무수행을 위해 중요한 측위 정밀도는 현재 도심 urban canyon 환경에서 수십에서 수백 미터까지 오차가 발생하여 비행 불능	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도심환경에서 GNSS 다중경로오차 제거 및 GNSS/INS/고도계 결합 방법을 통해 5m 이내의 측위 정밀도를 확보 ○ 2D 또는 3D 지도와 라이다 센서 데이터를 결합하여 측위 정밀도를 0.5m 이내로 향상
자율 드론, 드론 협업, 드론교통관리를 포함한 새로운 드론 기술 개발을 위한 실제 환경에서의 드론 운용(시험, training 등)은 비용, 투입 인력과 시간 측면에서 매우 비효율적이며, 사고 발생 가능성도 매우 높음	<ul style="list-style-type: none"> ○ 비용, 시간, 위험성 등의 부담 없이 새로운 드론 기술을 개발할 수 있는 scalable한 고정밀 현실모사 시뮬레이션 기술과 이를 기반으로 한 기계학습 기술 확보 ○ 드론 시뮬레이션 기술을 기반으로 실제와 사이버 공간 간 드론들의 상호작용이 가능한 Space-CPS 기술 확보
저고도 원거리 소형 드론 탐지, 식별의 어려움과 효과적인 무력화 수단 연계 기술 부족	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이종(heterogeneous) 탐지 데이터(레이다, 영상, 표적의 궤적 등)를 퓨전하여 드론을 탐지, 식별 및 무력화 연계(수행기관: ALADDIN Project, 유럽) ○ 드론 탐지 및 판단 정보와 상황, 효과 등의 고수준 컨텍스트 정보를 융합하여 불법 드론 대응을 위한 최적의 위치, 타이밍, 대응 수단을 도출하여 대응 ○ 다양한 무력화 장치가 활용 가능한 경우 불법 드론의 접근 단계별 최적 무력화 방식을 도출하여, 원거리 무력화 시도가 실패한 경우에도 상황에 맞게 무력화를 연속적으로 시도

③ 세부추진계획

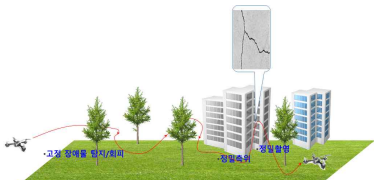

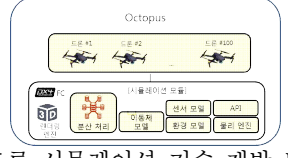
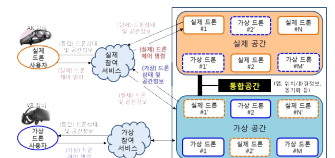




① 과거실적

실행연도	실적
2017 ~2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지능형 자율 드론 <ul style="list-style-type: none"> - 정밀 측위 및 장애물 탐지/충돌 회피 기반기술 확보 - 고장탐지, 자율임무 개념 설계 ○ 드론 시뮬레이션 <ul style="list-style-type: none"> - 가상공간 내비게이션 환경 분석 및 사이버 ETRI 드론 시험장 구축 - 객체(이동체/센서/환경) 모델 분석 및 시뮬레이터-자율비행 알고리즘 연동 ○ 불법드론 대응 <ul style="list-style-type: none"> - 하이브리드 스캔 방식 배열 안테나 및 레이더 신호처리 기술 확보 - 레이더 연계 EO/IR 소형 드론 추적 기술 확보 - 저고도 드론 탐지 EO/IR 연동 레이더 기반 기술 확보 (1차 시작품 제작)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 자율 드론) 정밀측위 핵심기술 구현, 고정 장애물 탐지 및 충돌 회피 ○ (드론 시뮬레이션) 드론 센서 모델 고도화, 소규모 다중드론 시뮬레이션 기술 연구 ○ (불법드론 대응) 저고도 드론 탐지 EO/IR 연동 레이더 현장시험 및 보완 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (지능형 자율 드론) 3m 정밀측위 기술, 고정 장애물 95% 충돌회피 기술 확보 ▶ (드론 시뮬레이션) 통신, GPS 및 LiDAR, IMU 센서 모델 개발; 소규모 다중드론의 동시 시뮬레이션 기능 개발 ▶ (불법드론 대응) EO/IR 연동 레이더 기능/성능 검증
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 자율 드론) 정밀측위 기술, 고정 장애물 탐지 및 충돌 회피 고도화, 자율 임무수행 프레임 워크 개발 ○ (드론 시뮬레이션) 대규모 다중드론 시뮬레이션 연구 ○ (불법드론 대응) EO/IR 연동 레이더 2차 시작품 제작, 불법 드론 대응 지능형 통합 시스템 설계 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (지능형 자율 드론) 0.5m 정밀측위 기술 확보, 고정 장애물 99% 충돌회피 기술 확보 ▶ (드론 시뮬레이션) 환경 영향을 받는 드론 dynamics 모델 개발, 대규모 다중드론의 동시 시뮬레이션 기능 개발, 드론 시뮬레이션 SW 개발 완료 ▶ (불법드론 대응) EO/IR 연동 레이더 2차 시작품
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 자율 드론) 센서 기반 자율 드론 테스트베드 구현 및 검증 ○ (Space-CPS) 실제-가상 공간 간 동기화 기술 연구 ○ (불법드론 대응) EO/IR 연동 레이더 실증 시험, 불법 드론 대응 지능형 통합 시스템 모듈별 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (지능형 자율 드론) 센서 기반 자율 드론 기술 확보, 지능형 자율 드론 기술 발전 단계 정의 ▶ (Space-CPS) 공간 간 동기화 방안 도출, 실내외 고정밀 위치/자세의 측정/추정 기능 개발, 드론 시뮬레이션 인프라 구축@ETRI 판교 ▶ (불법드론 대응) 저고도 드론 탐지 EO/IR 연동 레이더 실증
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 자율 드론) 네트워크 연결 및 환경·상황인식 기반 지능형 자율비행·임무수행 핵심 기술 설계 ○ (Space-CPS) 실제-가상 공간통합 연동 구조 연구 ○ (불법드론 대응) 불법드론 대응 지능형 통합 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (Space-CPS) 공간 간 객체 동기화 기술 개발, 공간통합형 이동체 동시 모니터링 기술 개발 ▶ (불법드론 대응) 불법드론 대응 지능형 통합 시스템 시작품
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 자율 드론) 네트워크 연결 및 환경·상황인식 지능형 자율비행·임무수행 핵심 기술 개발, 자율 임무 수행 프레임 워크 고도화 ○ (Space-CPS) 실제-사이버공간 간 상호 제어 기술 연구 ○ (불법드론 대응) 불법드론 대응 지능형 통합 시스템 현장 시험 및 보완 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (Space-CPS) 공간통합형 이동체 동시 제어 기술 개발, Space-CPS SW 개발 완료 ▶ (불법드론 대응) 불법드론 대응 지능형 통합 시스템 보완
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ (지능형 자율 드론) 네트워크 연결 및 환경·상황인식 기반 지능형 자율 드론 테스트베드 구현 및 검증 ○ (Space-CPS) 디지털트윈 응용 기술 연구 ○ (불법드론 대응) 불법드론 대응 지능형 통합 시스템 시험 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (지능형 자율 드론) 고정 및 이동 장애물 회피, 환경·상황인식 기반 지능형 자율 드론 기술 확보 및 교량 등 공공시설 점검분야 시범 서비스 ▶ (Space-CPS) Space-CPS 기반 드론 비가시권 비행 실증 ▶ (불법드론 대응) 불법드론 대응 지능형 통합 시스템 현장 실증

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~2029
지능형 자율 드론	 센서 기반 자율 드론 및 정밀측위 기술			 인증된 네트워크 연결 및 환경·상황인식 기반 지능형 자율 드론			시제품 제작 및 공공서비스
드론 시뮬레이션	 드론 시뮬레이션 기술 개발 및 인프라 구축			 드론 Space-CPS 기술 개발 및 실증			 드론 디지털트윈 응용 서비스 지원 고도화
불법드론 대응	 EO/IR 연동 레이더 기술			 저고도 소형 불법드론 대응을 위한 지능형 통합 시스템			 지능형 통합 시스템 현장 구축

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 국가·사회문제해결	
<ul style="list-style-type: none"> ○ (문제 정의) 국민 안전과 편의의 제공을 위한 공공분야 드론 활용 요구가 급증하고 있으나 안전운항 기술 미비와 조종자의 운용 개입 필요성이 드론의 공공 활용성을 크게 제한하고 있음 ○ (목표 도출근거) 안전한 비행과 자율 임무수행이 가능한 지능형 자율 드론 기술 확보로 공공 활용성 크게 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 고정 및 동적 장애물 특성 인지 기반 지능형 탐지·회피 기술 - 도심에서도 자율 비행이 가능한 0.5m 오차 수준의 정밀측위 기술 - 활용성 제고를 위해 다양한 응용에 적용 가능한 지능형 자율 임무 수행 프레임워크 개발 ○ (문제 정의) 최근 무단비행, 사생활 침해, 테러 등 불법드론에 의한 피해가 지속 증가하고 있으나, 현재 민간 분야의 불법 소형 드론 대응을 위한 제품의 경우 대부분 탐지 또는 무력화 장비가 분절적으로 개발되고 있어서, 운용 인력의 능력에 따라 대응 수준에 차이가 발생 ○ (목표 도출근거) 소형 불법드론에 대하여 이중 탐지 데이터를 퓨전하고 AI 기술을 접목하여 최적의 무력화 시나리오를 도출하는 지능형 탐지-식별-무력화 통합 시스템 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 측위, 탐지 및 회피 기술의 정량적 성과지표는 공인 시험기관(KTL, KCL)을 통해 검증 *KTL: 한국산업기술시험원 KCL: 한국건설생활환경시험연구원 ▶ 자율 드론 프레임워크 기술이 적용되어 수행된 자율 임무의 성공 여부 확인 ▶ 불법드론 대응 시스템 수요가 있는 공항 등 공공시설에서 실증
② Quality-of-Experience	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Microsoft 사의 AirSim 시뮬레이터의 경우 확장성 문제로 인하여, 대규모 다중드론 시나리오(드론교통관리, 드론 협업 등)의 시뮬레이션 불가능 <ul style="list-style-type: none"> - 분산 드론 시뮬레이터 개발을 통한 대규모 다중드론 시뮬레이션 지원 필요 ○ AirSim은 사이버 공간 전용 시뮬레이터로, 실공간-사이버공간 간 실시간 상호작용을 요구하는 Space-CPS 응용의 실행이 원천적으로 불가능 <ul style="list-style-type: none"> - 양 공간간 고정밀 모니터링/제어 및 동기화 기술 개발 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ High workload 하에서 100대 이상의 가상 드론 동시 운행 시뮬레이션 인프라 구축 및 시연 ▶ High workload 하에서 14대(7대의 가상드론 + 7대의 실제드론) 드론이 상호작용하는 Space-CPS 운용 시연

⑥ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
지능형 자율 드론	Intel, DJI 등	(안전운항) 카메라, 초음파 센서 등을 통한 장애물 탐지 및 회피 비행 (상용제품)	(안전운항) 객체 인식을 통한 자율 비행	(안전운항) 카메라, 초음파 등을 이용한 장애물 탐지 및 회피기술구현 (선진기관 80% 수준)	(안전운항) 객체 및 상황인식 기반의 안전·자율 비행 (선진기관과 동등 수준)
		(측위) GPS에 의존하여 도심에서 위치오차 최대 백 수십미터까지 발생 (상용제품)	(측위) GNSS 다중경로오차 제거, GNSS/INS/고도계 결합	(측위) GNS 다중경로오차 제거, GNSS/INS/고도계와 지도 결합 방법을 통한 3m 수준의 정밀 측위 (세계최고)	(측위) GNSS 다중경로오차 제거, GNSS/INS/고도계 결합, 지도 결합 방법을 통한 0.5m 수준의 정밀 측위 (세계최고)
		(자율임무) 특정 목적의 임수 수행을 위한 제한적 자율 드론 (상용제품)	(자율임무) 특정 목적의 임수 수행을 위한 자율 드론	(자율임무) 자율 임무수행 프레임워크 개념 설계	(자율임무) 다양한 지능형 자율 드론에 활용 가능한 프레임워크 개발 (세계최초)
드론 시뮬레이션	Microsoft	기본 센서/드론 모델 구축, high workload 하에서 최대 4대의 드론만 시뮬레이션	센서/드론 모델 다양화 및 환경 시각화 기능	기본 센서/드론 모델 구축 (선진기관과 동등 수준)	scalable 다중드론 시뮬레이션, 환경(바람, 비 등) 반영 드론 동적 모델, Space-CPS로 확대 (세계최고)
불법드론 대응	ALADDIN 프로젝트 (유럽)	소형 불법 드론 대응 시스템 시작품(Beta Version) 테스트	JDL ¹⁰⁾ Level 1까지 반영된 소형 불법드론 시스템 (상용)	탐지/판단/무력화에 대한 요소 기술 보유 (선진기관의 80% 수준)	JDL Level 4까지 반영된 지능형 불법 드론 대응 시스템 실증 시험 (세계최고)

10) JDL (Joint Directors of Laboratories) 모델은 정보 융합을 구분하는데 가장 널리 활용되고 있는 개념으로, 정보 융합을 Level 0 (Signal Refinement), Level 1 (Object Refinement), Level 2 (Situation Refinement), Level 3 (Impact Refinement), Level 4 (Process Refinement)까지 구분

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- 지능형 자율 드론 핵심기술 개발 후 산업계 기술이전을 통한 산업계의 공공분야 드론 적용 지원
- 개발 드론 시뮬레이션 인프라를 ETRI 판교 센터에 구축하여 공공·산업계에서 개발한 드론 신기술 및 신기술 적용 가능성 테스트 활용 지원
- 불법드론 대응 시스템 개발 수행 후, 수요부처, 공공기관과 공동으로 실증 시험 수행. 대기업에서 상용화를 진행하여 수요 공공기관(공항, 원전 등 국가 기간시설)에 적용할 수 있도록 지원

② 세부실행 계획

- 정밀측위 SW 실시간화 후 GNSS 수신모뎀 제작사의 제품화 지원 및 지능형 자율 드론 핵심기술 개발 후 공공분야 활용 드론에 적용
- 드론 센서(LiDAR, IMU, GPS 등)를 시뮬레이터 상에서 고정밀 모델링함으로써 기존 시뮬레이터의 고질적 문제였던 낮은 센서 정밀도를 극복하고, 최신 게임엔진 기술을 활용하여 고화질 이미지 렌더링 및 다중드론 구동 기능을 구현
- 잠재적 수요 공공기관들로부터 요구사항 조사('19), 실증 협력할 수요 공공기관 선정('20), 불법드론 대응 시스템 개발('20~ '24), 불법드론 대응 시스템 실증 시험 및 시험 결과 홍보('24) 불법드론 대응 시스템 제품화('25~)

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 치안 및 수색, 재난 대응, 국토 및 인프라 관리, 환경 및 기상 탐사, 의료품 긴급 수송 등의 공공서비스에 활용
- 고정밀 다중 드론 시뮬레이션 인프라를 통해 편리한 자율비행 기술 연구 환경 제공
- Space-CPS 기술을 활용하여 대규모 고난이도 드론 임무에 대한 정밀 모니터링/제어 지원 (실제/가상 드론간 협업 등 엔터테인먼트 산업으로의 확장 용이)
- 공항, 원전 등의 국가 주요시설에 설치하여 활용 (실증시험 단계에서는 1개 실증 기관 선정, '24 예정)
- 불법드론에 의한 사생활 침해 방지 탐지 시스템은 보안 등의 사업화를 원하는 기업에 기술을 이전하여 제품화(' 24 예정)

《기대효과》

- 사람이 직접 수행하기 어려운 다양한 3D(Dirty, Dull, Dangerous) 공공 서비스에 지능형 자율 드론을 활용함으로써 국민의 안전과 편의 증대
- 공공서비스 드론의 안전하고 자율적인 비행 및 임무수행 기술은 일반 산업 및 레저용 드론에도 확산 활용될 수 있으므로 국내 드론 산업 경쟁력 확보에 일조
- 시뮬레이션 기술 고도화를 통해 드론 관련 연구 가속화 및 임무 지능화 견인
- 실증시험을 통한 불법드론 대응 시스템의 기능 및 성능을 검증하고, 제품화를 통해 국내 민간 시장 및 해외 시장 진출
- 안정적인 공공서비스 제공으로 인한 경제적 손실 방지 (2018년 런던 게트워공항의 경우 불법 드론으로 인해 공항 운영 마비로 약 500만 파운드 손실, 한국경제신문 '19.01.09.)

전략목표 2

[배점: 10점]

성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현

기본 추진방향

추진목적

- 컴퓨터 연산 방식의 한계를 극복하는 새로운 처리 방식 개발로 지금까지 풀지 못했던 거대과학문제를 해결하고 국가 지능화 실현에 기여하는 컴퓨팅 인프라 제공

최종목표(대표성과)

- 대규모 인공지능 학습과 실시간 추론의 성능 한계를 극복하는 페타바이트급 스케일의 메모리 중심 컴퓨팅 기술 개발
- 무한히 증가하는 컴퓨팅 요구에 대하여 물리적 또는 전력소모량 한계를 가진 현재 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서, 뉴로모픽 반도체 및 양자 컴퓨팅 기술 개발

고유임무와의 연계성

- ETRI R&R의 주요역할(2-1)과 연계(인공지능 처리성능 한계를 극복하는 고성능컴퓨팅기술 연구)
- ETRI R&R의 주요역할(2-2)과 연계(컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자 컴퓨팅 원천기술 연구)

중점 추진방향

- 초성능 컴퓨팅 실현을 위한 원천 기술 확보 및 국제 표준화 주도를 통한 표준특허 확보
- 국내외 산학 협력연구 및 글로벌 컨소시엄 참여로 고성능·변혁적 컴퓨팅 연구개발 생태계 구축 및 선도적 연구수행

대내외 환경분석 및 전략목표 적합성

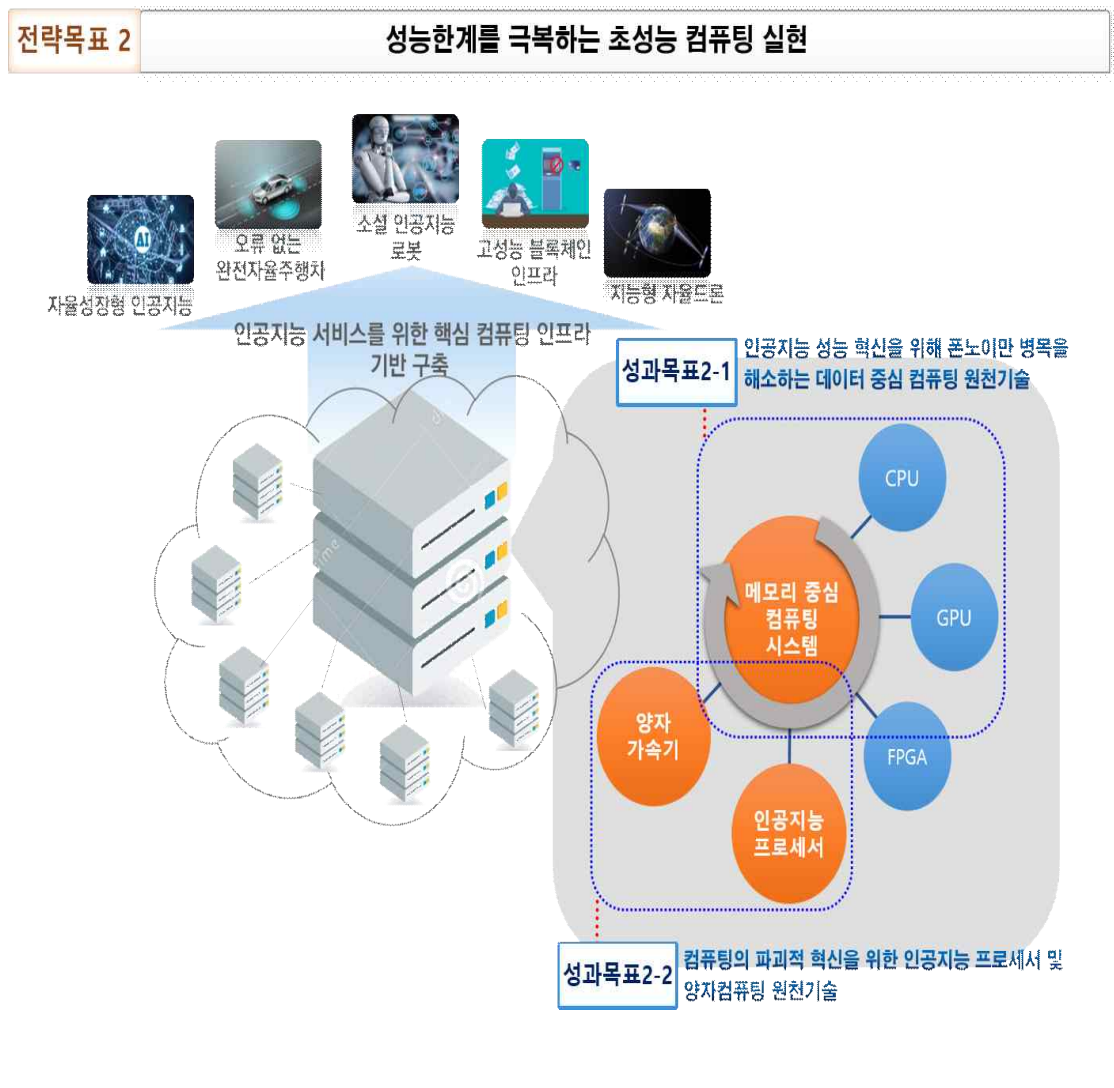
차원		환경분석
유망성	시장성	인공지능의 전 산업분야로 확대에 따라서 인류가 요구하는 컴퓨팅 성능은 페타플롭스 이상 지속 증가
	기술성	고성능 데이터 처리에 최적화된 새로운 컴퓨터 구조 개발 및 기존 처리 방식을 탈피하는 새로운 컴퓨터 개발 수요 증가
공공성	공익적 가치	현재의 컴퓨팅 기술로는 해결하기 어려웠던 우주, 생명 등 거대과학문제와 의료, 교통, 도시행정 등 국가사회문제 해결에 기여
	공적투자 필요성	전통적 컴퓨팅 개념 및 구조의 파괴적 혁신이 요구되는 연구 분야로 고난도 고위험 기술로서 민간이 투자하기 어려워 출연(연)을 통한 장기간 투자와 기술축적 필요

ETRI 경쟁력	기술수준	고성능 컴퓨팅, 인공지능 프로세서, 뉴로모픽 반도체, 양자 프로세서 기술 분야에서 기반기술 분야는 선진 기술 대비 경쟁 가능
	연구역량	고성능 컴퓨팅과 변혁적 컴퓨팅 분야에서 선도적 연구 경험 및 기반기술 보유
	생태계 영향력	선도기술 및 원천기술 기반의 기술 확산 및 활용을 위한 국내외 주요 기관과의 협력 네트워크 보유



전략목표 적합성	유망성과 공적투자 필요성이 높으면서 ETRI 경쟁력이 있는 고성능 컴퓨팅 인프라 구축과 변혁적 컴퓨팅 원천 기술 확보는 ETRI 전략목표로 적합함
----------	---

🔗 전략목표와 성과목표 연계도

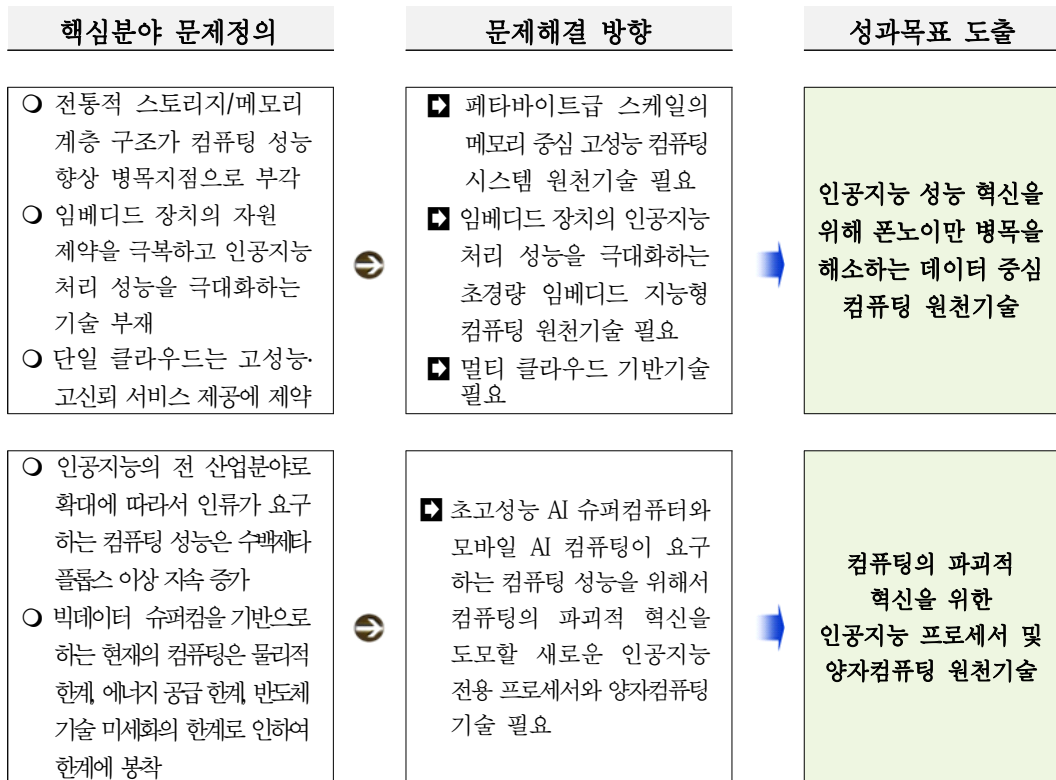


성과목표 및 대표성

● 성과목표 대표성 도출 방법론



● 성과목표 대표성 도출



자원투입 현황

(단위: 백만원, 개, 명)

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표2-1] (배점: 5점) 인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술	2019	4,404	21,132	25,536	11	51
	2020	4,893	21,844	26,737	11	54
	2021	9,318	17,958	27,276	11	57
	2022	13,940	13,888	27,828	11	67
	2023	18,764	9,626	28,390	11	70
	2024	23,814	4,758	28,572	11	73
	소계	75,133	89,205	164,338	36	372
[성과목표2-2] (배점: 5점) 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술	2019	2,840	16,744	19,584	23	62
	2020	3,329	17,456	20,785	20	64
	2021	7,754	13,570	21,324	16	66
	2022	12,376	9,500	21,876	15	76
	2023	17,200	5,238	22,438	14	78
	2024	22,250	248	22,498	13	81
	소계	65,749	62,755	128,504	101	427
합계		140,882	151,960	292,842	137	799

※ 출연금사업 대과제명과 수탁사업명 상세내역(2019) : <부록5> 참조(관련 페이지: 200-202)

성과목표 2-1

[기초·미래선도형] 인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술 [배점: 5점]

Ⅰ 최종달성목표

- 대규모 인공지능 학습과 실시간 추론의 성능 한계를 극복하는 페타바이트급 스케일의 메모리 중심 컴퓨팅 기술 개발

〈세부 달성목표〉

- (메모리 중심 컴퓨팅) 페타바이트급 스케일의 메모리 중심 고성능 컴퓨팅 시스템 원천기술 연구
- (임베디드 지능화 컴퓨팅) 임베디드 장치의 인공지능 처리 성능을 극대화하는 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술 연구
- (멀티 클라우드) 대규모 지능정보 서비스를 위하여 단일 클라우드 컴퓨팅 자원 한계성을 극복하는 멀티 클라우드 기반기술 연구

성과분야	예상성과
메모리 중심 컴퓨팅	<ul style="list-style-type: none"> ○ 컴퓨팅 모듈당 최대 4테라바이트(TB) 확장 메모리 지원 메모리 연결망(세계동급) ○ 메모리/스토리지 계층 구조 비효율성을 재편하는 혼성 메모리 운영체제 기술(세계최초) ○ 선진기관 대비 2배 수준(5 GTEPS)의 지능정보 처리 성능 기술(세계최고)
임베디드 지능화 컴퓨팅	<ul style="list-style-type: none"> ○ 적용전 대비 100x 경량 학습모델 지원 초경량 임베디드 인공지능 플랫폼(세계 최고) ○ 임베디드 인공지능 플랫폼 지원 실시간 운영체제 기술(세계 최초) ○ 2종이상 임베디드 자원 융합 가속 처리 기술(세계 최초)
멀티 클라우드	<ul style="list-style-type: none"> ○ 퍼블릭 클라우드(8종이상) 동적 연동 기반의 클라우드간 인프라 서비스 및 응용의 통합 운용 클라우드OS(세계최고) ○ 최적 성능의 컴퓨팅 자원과 응용 가용성을 보장하는 최적 배치 알고리즘(4종이상) (세계동급)

〈기술 개념도〉



② 목표수립 배경

- **(정책연계성)** ①제2차 국가초고성능컴퓨팅 육성 기본계획('18 과기정통부) ②제2차 클라우드 발전 기본 계획('18 과기정통부)
- **(중요성)**
 - 20엑사바이트 자율주행 자동차 데이터를 다루는 자동차 기업, 1회 비행당 생산되는 5TB 데이터를 활용하고 싶은 항공사 등 다양한 기업에서 머신러닝을 이용하여 대량 데이터를 실시간으로 처리하기 위해서는 컴퓨팅기술의 혁신이 필요함
 - Peta Scale의 실시간 인공지능 정보처리 실현을 위한 메모리 중심 신개념 컴퓨팅기술은 가속기와 메모리/스토리지 사이의 HW, OS, 응용 수준을 포괄하는 새로운 컴퓨팅 시스템 기반기술로 난이도가 매우 높아 민간의 투자가 어려우나 개발 성공 시 활용 가능성 및 파급효과가 막대함
 - 자원에 제한이 있는 임베디드 장치(예: 스마트 디바이스/센서 모듈)에서 인공지능 처리의 중요성은 인식되고 있으나, 인공지능 프로그램이 자원을 효율적으로 사용하는 연구가 부족하여 현재는 사람이 직접 자원을 할당해야 함. 이에 자원을 시스템 SW 수준에서 효율적으로 관리하는 새로운 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술이 필요함
 - 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술은 산업과 생활 전반부에 인공지능 기술을 확산시킬 수 있으므로 개발 성공 시 활용 가능성과 파급효과가 막대함
 - 멀티 클라우드 기반기술은 클라우드 간의 컴퓨팅 자원 및 응용 연계를 위한 기술적 복잡도와 개발 비용이 많이 들어 민간 투자가 저조한 상황이나 스마트시티 및 대규모 지능정보 서비스를 위한 핵심 인프라로 활용의 파급효과가 막대함
- **(역할부합성)** ETRI R&R의 주요역할 2-1(인공지능 처리성능 한계를 극복하는 고성능 컴퓨팅 기술 연구)에 해당함
- **(기술적 문제정의 및 해결방안)**

기술적 문제 정의	해결 방향
지능정보 가속 장치(CPU/FPGA/AI칩 등)의 급격한 발전으로 기계학습과 추론 과정에서 장치 간 대량 데이터 이동에 CPU-메모리-저장장치의 계층구조가 컴퓨팅 성능 향상 병목지점으로 부각	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전통적 스토리지/메모리 계층 구조의 비효율성을 단일 메모리 계층구조로 극복하는 운영체제 및 SW 기술 개발 ○ 개발된 메모리 중심 컴퓨팅 인프라에서 거대 지능 정보 처리 가속 기술 개발 ○ CPU에 인접한 메모리가 아닌 별도의 확장 메모리 풀을 모듈당 4TB까지 확장
임베디드 인공지능 응용의 분야와 수요는 증가하고 있으나, 임베디드 장치의 자원 제약을 극복할 수 있는 인공지능 처리 성능을 극대화하는 기술은 부재	<ul style="list-style-type: none"> ○ 임베디드 장치 구조와 특성에 최적화되어 스마트 디바이스/센서 모듈 등을 위한 초경량 인공지능 플랫폼 기술 개발 ○ 실시간/고신뢰 임베디드 장치를 위한 인공지능 처리를 지원하는 운영체제 기술 개발 ○ 임베디드 다중/이형 자원 융합 가속기반 학습/추론 데이터 고속 전처리 기술 확보
단일 클라우드는 컴퓨팅 자원의 한계성, 서비스 중단 리스크, 지역적 제약성 등으로 고성능, 고신뢰 서비스 제공에 제약	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역적으로 격리된 클라우드 인프라의 연동을 통한 컴퓨팅 자원 확장으로 서비스를 위한 최적 성능을 제공 ○ 응용 실행환경의 서비스 메쉬 기술 및 이동 기술 확보로 서비스 가용성 및 신뢰성 보장

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2017 ~ 2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 엑사스케일 스토리지 시스템 원천기술 개발 (1억사, 파일 1조개, 처리 성능, 점유공간 2배 절감) ※ Journal of Supercomputing 등에 7건 게재 (SCI, IF 1.088), 국제KOLAS 국제공인기관 시험성적서 확보, 국내 50PB 규모 스토리지에 상용 적용중 ○ PoC: 저전력 고집적 마이크로서버 플랫폼(5U 512코어, 256Gbps 내부연결망, 와트당 3배 성능) ○ 국내외 퍼블릭 클라우드 5종을 연계하는 CSB 플랫폼 기술 개발 (2018) ○ ITU-T Y.3507 Functional Requirement for physical machine 국제표준승인(2018.12) ○ ITU-T Y.3506 Functional Requirement for CSB 국제표준승인(2018.05) ○ 민간수탁: 1건 ((주)한국항공우주산업, 8.8억원) (2017) <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국제표준 특허: 3건, 특허: 출원 67건 (국내 46건, 국제 21건) ○ 논문: 국제 16건 (SCI 7건, 비SCI: 8건, 워크숍 1건), 국내 12건 ○ 기술이전 및 사업화: 6건 <ul style="list-style-type: none"> - 페타급 파일시스템; (주)엘지유플러스 등; 1.59억원: 2건 - 공유 스토리지 G드라이브; 행자부: 2건 - 클라우드 서비스 브로커리지, CSB플랫폼; INSOFT, KINX; 0.5억원: 2건 - 온디바이스 머신러닝/비전처리 라이브러리; (주)모디엠 등; 0.7억원: 2건

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리 중심 컴퓨팅 연결망 요소 기술 및 시스템 SW 기술 연구 ○ (임베디드 지능화) 임베디드 인공지능 초경량 처리 요소 기술 연구 ○ (멀티클라우드) 멀티 클라우드 공통 프레임워크 개방형 아키텍처 및 인프라 동적연동 기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (메모리중심 컴퓨팅) 국내 클라우드 서비스 업체와 협력하여 대용량 메모리 가상 머신 서비스에 시험 적용 ▶ (임베디드 지능화) 임베디드 인공지능 가속화 SW 플랫폼 프로토타입 개발로 원천 기술 확보 ▶ (멀티클라우드) 클라우드 인프라 동적 연동 기술 연구로 멀티클라우드 기반 핵심 기술 내재화
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리 중심 컴퓨팅 시스템 기술 연구 ○ (임베디드 지능화) 초병렬 임베디드 자원 지원 SW 스케줄링 기술 연구 ○ (멀티클라우드) 대규모 멀티 클라우드 인프라 모니터링 및 인프라 서비스 운용 관리 클라우드OS 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (메모리중심 컴퓨팅) 대덕연구단지 출연연 대상 대용량 데이터 분석 프로그램 용량 증대 및 정확도 향상 실증 ▶ (임베디드 지능화) ITU-T 경량머신러닝 표준 승인으로 사업화 기반 확보 ▶ (멀티클라우드) 멀티 클라우드 인프라 운용 클라우드OS 개발로 기반 기술 확보
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리 중심 컴퓨팅 기반 성능 확장형 인공지능 플랫폼 연구 ○ (임베디드 지능화) 1종 가속기 기반 임베디드 인공지능 SW 플랫폼 개발 ○ (멀티클라우드) 멀티 클라우드 기반 응용의 최적배치 및 클라우드간 서비스 운용 특화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (메모리중심 컴퓨팅) TB급 메모리 중심 컴퓨팅 기술 사업화 ▶ (임베디드 지능화) 1종 가속기 기반 초경량 임베디드 인공지능 SW 플랫폼 및 사업화 ▶ (멀티클라우드) 고가용, 최적 서비스를 제공하는 클라우드 간 서비스 운용 특화 모듈 개발로 글로벌 경쟁력 확보
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리 중심 컴퓨팅 운영체제 기술 연구 ○ (임베디드 지능화) NPU를 고려한 자원 최적화 지원 임베디드 인공지능 운영체제 연구 ○ (멀티클라우드) 국제표준기반의 멀티 클라우드 공통 프레임워크 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리 중심 컴퓨팅 운영체제 SW 공개 및 커뮤니티 활성화 ▶ (임베디드 지능화) HW 프로파일링 분석 기반 임베디드 인공지능 최적화 운영체제 및 오픈소스화를 통한 생태계 활성화 ▶ (멀티클라우드) ITU-T 멀티 클라우드 표준 플랫폼 기반의 신규 서비스 창출
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리/스토리지 통합 연결망 요소기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리 연결망 기반 기술 상용화

	<ul style="list-style-type: none"> ○ (임베디드 지능화) NPU 지원 임베디드 딥러닝 시스템 및 응용 SW 개발 ○ (멀티클라우드) 멀티 클라우드 기반의 대규모 마이크로 서비스 운용, 관리 기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (임베디드 지능화) 학습지원 임베디드 인공지능 SW 플랫폼 프로토타입으로 세계 수준 기술 확보 ▶ (멀티클라우드) 대규모 마이크로 서비스 운용 기술을 통한 멀티 클라우드의 타 분야 적용, 확산 촉진
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리/스토리지 통합 연결망 기반 메모리 중심 컴퓨팅 시스템 프로토타입 개발 ○ (임베디드 지능화) 2종 가속기 (GPU, NPU) 기반 임베디드 인공지능 플랫폼 개발 ○ (멀티클라우드) 다양한 범용 퍼블릭 클라우드 연동, 협업이 가능한 엣지 클라우드 컴퓨팅 기술 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (메모리중심 컴퓨팅) 메모리/IO 통합 스위치 HW 보드 개발 및 Peta-Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템 핵심기술 확보 ▶ (임베디드 지능화) 세계 수준의 임베디드 추론 처리(0.2s)가 가능한 인공지능 컴퓨팅 플랫폼으로 글로벌 경쟁력 강화 ▶ (멀티클라우드) 엣지 클라우드 컴퓨팅의 연결성 극대화 사업자 종속성 탈피 및 글로벌 경쟁력 강화

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~ 2029
메모리 중심 컴퓨팅 시스템	Giga Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템		Tera Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템		Peta Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템		비폰노이만 구조 Exa Scale 메모리 중심 컴퓨팅 시스템
임베디드 지능화 컴퓨팅 기술	1종 가속기 기반 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술			2종 가속기 기반 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술			2종 이상 가속기 기반 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술
멀티 클라우드 컴퓨팅 기술	멀티 클라우드 인프라 연동 및 운용 기술		클라우드간 응용서비스 최적운용 기술		멀티 클라우드 공통 프레임워크 기술		멀티 클라우드 연계 지능형 에지컴퓨팅 기술

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 신규분야 개척	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 인텔/HPE, 프로세서 중심의 빅데이터/머신러닝 플랫폼을 메모리 중심으로 기술 개발 추진 <ul style="list-style-type: none"> - HPE/Linux, 메모리 스토리지 계층 파괴형 운영체제 기술 확보(2025년 목표) 시도 - 메모리 중심 컴퓨팅 특징을 활용한 그래프 분석 성능 10배 향상 목표 ○ 이중 데이터 모델 메모리 시맨틱 융합 기술 개발 추진 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 256TB 이상의 영속메모리 공간 제공 ■ 1조개 에지 그래프 탐색 속도 측정(평가 시 세계최고 수준과 비교)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 임베디드 장치 상에서 인공지능 처리를 가능하게 하는 초경량 임베디드 지능화 컴퓨팅 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 모델 압축수준 100x 지원 임베디드 장치 지원 인공지능 처리 초경량화 기술 확보 - 2종 이상 가속 자원 융합 기반 실시간 데이터 처리 지원 운영체제 기술 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 실시간 비전 인식용 학습모델 압축률(100x)과 데이터 처리 가속 수준(2종 이상)으로 초경량화 달성
<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계 최고 클라우드 연동 기관(미국 Flexera)의 이중 퍼블릭 클라우드 연동 수를 기준으로, 국내 퍼블릭 클라우드의 추가 연동을 정량목표에 반영 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최고 이중 퍼블릭 클라우드 연동 수 대비 150% 이상 증가 - 기존 클라우드 연동의 복잡성을 극복한 플러그인 기반의 연동 용이성 제공 ○ 다수의 퍼블릭 클라우드 연동 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 퍼블릭 클라우드 5종 + 국내 퍼블릭 클라우드 다수 연동 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 세계 최고 퍼블릭 클라우드 연동 규모(6종)와 비교, 130% 이상의 규모 확대
② Breakthrough	
○(문제정의) 초고성능 컴퓨팅을 위한 인메모리 컴퓨팅에서 현재 DIMM 방식의	■ 메모리 연결망을 통한 HW

메모리 증설은 단일 노드 메모리 용량 한계 발생			확장메모리 풀 (4TB/모듈) 구현 및 메모리 중심 컴퓨팅 운영체제 기술 개발	
○(접근방식) 비휘발성 메모리를 중심으로 다중 노드를 메모리 연결망으로 묶는 시스템을 구축하고 메모리 용량에 따른 성능 확장성 운영체제 및 SW 기술 개발			❑ 메모리 용량을 응용프로그램 성능으로 변환하는 SW 기술 개발	
구분	기존	목표		
성능 향상 방법	많은 CPU → 높은 성능	많은 메모리 → 높은 성능		
고성능 시스템 구축 방법	단일 노드 CPU 및 메모리 확장(고비용)	메모리를 중심으로 다중 노드 결합(저비용)		
○(문제정의) 임베디드 장치의 자원 제약을 극복하여 임베디드 지능화 컴퓨팅을 가능하게 하는 인공지능 처리 성능을 극대화하는 기술은 부재			❑ 저사양 임베디드장치에서 비전인식을 위한 판단 처리 실시간성 달성	
○(접근방식) 임베디드 장치 구조와 특성에 최적화된 인공지능 처리 초경량화 기술과 2중 이상의 가속기 융합 기반 실시간 데이터 처리를 가능하게 하는 운영체제 기술 개발				
○(문제정의) 단일 클라우드는 서비스 중단 등에 따른 리스크, 제한적인 컴퓨팅 자원 및 서비스, 지역적 제약성 등으로 고품질, 고신뢰 서비스 제공에 제약			❑ 멀티클라우드 인프라 및 응용의 최적 컴퓨팅 자원 제공을 위한 배치 알고리즘 4중 이상 지원	
○(접근방식) 글로벌 5중+국내 주요 3중 이상의 퍼블릭 클라우드 인프라 연동 및 응용 실행환경의 최적 배치 알고리즘을 통한 최적 성능의 컴퓨팅 자원과 응용의 가용성을 보장				
③ Impact-on-Technology				
○ 페타바이트급 데이터에 대한 메모리 중심 컴퓨팅 시연			❑ 고집적 비휘발성 메모리를 활용한 페타바이트급 메모리 풀(Pool) 기반 성능 확장 컴퓨팅 시연	
○ CPU 중심 컴퓨팅에서 메모리 중심 컴퓨팅으로의 컴퓨팅 변혁 선도			❑ 메모리 중심 컴퓨팅 SW 플랫폼 공개 및 개발 커뮤니티 확산	
○ 메모리에 대한 성능 확장성을 기반으로 하는 프로그래밍 패러다임 변화 주도				
○ 향후 출현이 가능한 병렬성 높은 다양한 HW 지원 운영체제 SW 기술			❑ 임베디드장치 SoC의 다양성과 성능제약을 극복하여 다양한 산업과 생활 전반에 인공지능 인프라 확산	
○ 멀티 클라우드 자원 최적화 및 가용성 보장으로 서비스 성능의 최적화			❑ 성능 최적화를 위한 클라우드 간 가용성 및 품질보장 기술 지원	

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
메모리 중심 컴퓨팅 시스템	Gen-Z (미국)	확장 메모리 모듈 용량: 1TB/모듈	확장 메모리 모듈 용량: 4TB/모듈	확장 메모리 모듈 용량: 512GB/모듈 (선진기관의 50%)	확장 메모리 모듈 용량: 4TB/모듈 (선진기관의 100%)
	Intel (미국)	비휘발성 메모리 단독 사용	혼성 메모리 공유 사용	휘발성 메모리 단독 사용	혼성 메모리 공유 사용 (선진기관의 100%)
	Georgia공대 (미국)	그래프 처리 성능: 0.25 GTEPS	그래프 처리 성능: 2.5 GTEPS	그래프 처리 성능: 0.11 GTEPS (선진기관의 44%)	그래프 처리 성능: 5 GTEPS (선진기관의 200%)
임베디드 지능화 컴퓨팅	Tencent/ncnn (중국)	임베디드 컴퓨팅 처리 시간: 0.376s(ARM보드, 추론기능)	임베디드 컴퓨팅 처리 시간: 0.2s (추론기능)	임베디드 컴퓨팅 처리 시간: 0.5s(ARM보드, 추론기능)	임베디드 컴퓨팅 처리 시간: 0.2s (추론기능)

	스탠포드대학 (미국)	학습모델 압축률: ~49X	학습모델 압축률: ~80X	학습모델 압축률: ~12X	학습모델 압축률: ~100X
	Nvidia (미국) Huawei (중국)	가속 융합 자원 수: 1 (GPU 또는 NPU)	가속 융합 자원 수: 2 (GPU + NPU)	가속 융합 자원 수: 1 (GPU)	가속 융합 자원 수: 2 (GPU + NPU) (선진기관의 100%)
멀티 클라우드 컴퓨팅	Jamcracker (미국)	연동 방식 및 규모: 정적연동, 6종	연동 방식 및 규모: 동적연동, 8종이상	연동 방식 및 규모: 정적연동, 4종 (선진기관의 67%)	연동 방식 및 규모: 동적연동, 8종 이상 (선진기관 대비 100% 수준)

※ 그래프 처리 성능 기준(Georgia공대 MOSAIC): 단일 시스템, BFS 벤치마크, rmat 그래프, 1조개 에지 그래프

6 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

성과활용

- 4차 산업에 필수적인 컴퓨팅 인프라로 산업 현장의 에지 컴퓨팅/마이크로 데이터센터, 지능정보, 빅데이터, IoT를 위한 데이터센터로 활용이 가능
- 인메모리 데이터베이스, 인메모리 분석 등 초고속 대규모 저장 및 분석에 적용 가능한 혁신적인 원천기술 제공
- 국내 클라우드 컴퓨팅 서비스 업체와 협력하여 PoC 수행 ('19년 예정)
- 출연연과 협력하여 연구소에서 사용하는 대용량 메모리 프로그램 용량 및 정확도 향상 PoC 수행 ('19년 진행중)
- 메모리 중심 컴퓨팅 SW 플랫폼 공개 및 개발 커뮤니티 확대 ('20년)
- 대규모 모델 및 데이터를 대상으로 하는 실시간 AI에 적용 ('22년)
- 대규모 데이터에 대한 실시간 분석 ('24년)
- 국내외 업체 (LG전자 등 대기업 및 벤처기업) 및 연구기관(KIST 등)에서 개발하고 있는 임베디드 인공지능 프로세서에 컴파일러 기술이 통합된 최적화 운영체제를 적용하여 임베디드 컴퓨팅의 개념 선도('22년)와 오픈소스화를 통한 임베디드 지능화 컴퓨팅 생태계 형성('22년)
- 멀티 클라우드 공통 프레임워크 기반의 솔루션 개발 추진(공개SW화를 통한 수요기업 중심의 솔루션 개발)
- 페타바이트급 메모리 중심 컴퓨팅 기술을 근간으로 하여 IoT와 빅데이터를 융합한 인공지능 비즈니스 창출
- 사람 수준의 인지/추론에 근접하는 복합 인공지능 실현과 다양한 데이터 집약적 빅데이터 응용들에 필요한 고성능 컴퓨팅 환경을 지원

기대효과

- 메모리 중심 컴퓨팅 관련 핵심기술은 국내 컴퓨팅 산업 생태계를 수입·유통 구조에서 제작·개발 구조로 개조 가능하고, 세계 최고 국내 메모리 반도체 기술과 연계한 고부가가치를 창출하는 시너지 효과
- 메모리/스토리지 계층이 별개로 존재하는 기존 시스템 구조에 밀착된 운영체제의 데이터 저장, 처리, 검색에 이르는 각 단계별 데이터 변환 및 이동 관련 비효율성을 제거하는 혁신적인 원천기술 확보
- 지금까지 공개 소프트웨어 수혜국 역할에만 머물러온 한계를 탈피해서 국가 위상을 강화할 기회 제공
- 컴퓨팅의 중심이 메모리로 옮겨감으로써 우리나라 메모리 반도체 기업의 성장 동력 확보 ('24년 981조원)
- 초고속의 AI 및 데이터 처리 기술 확보로 관련 산업 분야의 고속 성장 기대
- 대용량 메모리 클라우드 서비스 시장 선도
- 병렬성이 높은 프로세서를 위한 OS를 제공함으로써 온디바이스 및 엣지 디바이스에서 인공지능 기술을 가능하게 함으로써 산업 전분야에 인공지능 기술 적용 확대
- 멀티 클라우드 공통 프레임워크 기술을 확보, 산업계에 보급함으로써 다양한 서비스 분야의 컴퓨팅 인프라로 적용하고, 멀티 클라우드 기반의 신규 서비스 창출을 촉진하여 차기 클라우드 산업을 견인

성과목표 2-2

[기초·미래선도형] 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술 [배점: 5점]

① 최종 달성 목표

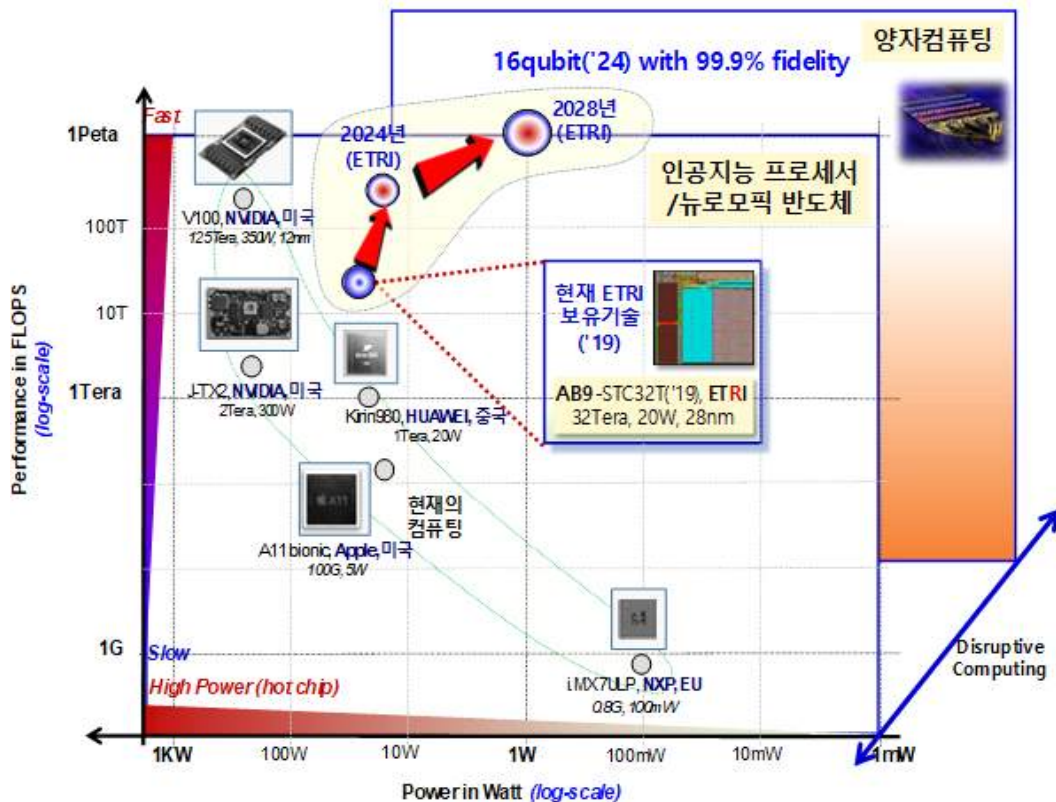
- 무한히 증가하는 컴퓨팅 요구에 대하여 물리적 또는 전력소모량 한계를 가진 현재 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 200TFLOPS 인공지능 프로세서, 10fJ/SOP 뉴로모픽 반도체 및 16큐비트 양자 컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 기술 개발

《세부 달성목표》

- 현재 반도체 대비 1000배 이상의 성능의 세계최고 200TFLOPS@30Watt 인공지능 프로세서
- 실시간 객체인식 가능한 30 TOP/s-W급의 뉴로모픽 반도체 칩
- 반도체 16큐비트 수준 프로그래밍 가능한 양자컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 개발

성과분야	예상성과
AI프로세서	<ul style="list-style-type: none"> ○ 200TFLOPS@30Watt급의 인공지능 프로세서로서 독자적인 초병렬 인공지능 반도체(세계최고) ○ 독자적인 고성능, 저전력 인공지능 아키텍처인 슈퍼스레드 나노코어 아키텍처(세계최초) ○ 컴퓨팅의 전력한계극복을 위한 뉴메모리 및 뉴럴넷 최적화 전력제어 프로세서 반도체(세계최초)
뉴로모픽 반도체	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 범용 객체 인식용 30 TOP/s-W 뉴로모픽 반도체 칩 기술 (세계최고) ○ 3차원 집적형 전자 뉴런-시냅스 소자 기술 (세계최고)
양자컴퓨팅	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실용적 범용 양자 컴퓨팅 기술로 확장 가능한 16큐비트급 반도체 양자프로세서 집적 기술(세계최고) ○ 반도체 집적회로 모듈 기반 양자 프로세서 계산 신뢰도 향상 기술(세계최고) ○ 고신뢰 확장형 양자컴퓨팅을 위한 고성능 결합허용 양자컴퓨팅 시스템 기술(세계최고)

《기술 개념도》



② 목표수립 배경

- (정책연계성) 부처 합동으로 4차 산업혁명 대응을 위한 반도체 및 양자컴퓨팅 기술 정책 수립
 - (AI프로세서 및 뉴로모픽 반도체) ① “범부처 차세대 지능형반도체 기술개발 사업” 예비타당성 조사 최종통과 및 기획 추진 중(‘19.4, 과학기술정보통신부 & 산업통상자원부) ② “비메모리 반도체·바이오·미래형자동차 중점육성 발표” (‘19.4, 청와대&정부) ③ “과학기술정보통신부 인공지능 R&D 전략” 에서 지능형반도체 추진전략 수립(‘18.5, 과학기술정보통신부)
 - (양자컴퓨팅) ① “양자정보통신 개발 종합계획” 수립 진행중 (‘19.4, 과기정통부) ② “양자컴퓨팅 연구개발 사업” 진행 중 (‘19.8, 과기정통부) ③ “빅데이터인공지능블록체인 기반구축” 분야 핵심기술로 범용 양자컴퓨터 개발 및 양자 컴퓨팅 연구기반 마련 계획 포함(‘18.8, 혁신성장 관계장관회의 “혁신성장 전략투자 방향”)
- (중요성·당위성) 컴퓨터의 파괴적 혁신(Disruptive Computing)을 위한 Breakthrough 원천기술 필요

문제 정의	해결 방향
<ul style="list-style-type: none"> ○ (컴퓨팅 요구량의 지속적 증대) 인공지능의 전 산업분야로 확대에 따라서 인류가 요구하는 컴퓨팅 성능은 수백제타플롭스 이상 지속 증가 ○ (기술적인 SW인공지능의 한계) 빅데이터 슈퍼컴을 기반으로 하는 현재의 컴퓨팅은 물리적(공간, 전력, 관리) 한계, 에너지 공급 한계, 반도체 기술 미세화의 한계로 인하여 한계에 봉착 ○ (파괴적 혁신 필요) 초고성능 AI 슈퍼컴퓨터와 모바일 AI 컴퓨팅을 위해서는 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 도모할 새로운 인공지능 전용 프로세서와 양자컴퓨팅 기술 필요 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (AI프로세서) 현재 반도체 대비 1000배 성능 실현을 위하여 독자적인 인공지능 프로세서 아키텍처와 뉴메모리 융합 인공지능 프로세서를 연구 개발하며 이를 이용하여 자율주행차, AI로봇 등의 모바일 AI 및 페타플롭스 데스크탑 AI 슈퍼컴을 개발 ○ (뉴로모픽 반도체) 저전력 전자 시냅스 등의 3차원 집적화된 뉴로 모픽 칩 기술을 구현하여 병렬 연산을 통한 실시간 범용 객체 인식 소자의 경량화 구현 및 반도체 한계극복형 초장기 기억소자 개발 ○ (양자컴퓨팅) 현재의 비트기반 컴퓨터의 성능한계를 1억배로 증대하는 양자컴퓨팅과 반도체 기반 집적도 향상을 통한 확장형 양자컴퓨팅 프로세서 필요

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
① AI프로세서	
2016	<ul style="list-style-type: none"> ○ (ETRI 독자형 프로세서) 자동차 기능안전 국제표준(ISO 26262)을 준수하는 1.2GHz 어플리케이션 프로세서를 위한 원천 설계기술(비메모리 반도체 설계) 개발 ○ (국가 반도체 핵심 설계 기술) 국가 수출의 20% 이상을 차지하는 반도체에서 프로세서 기술은 일부 선진국만이 확보한 기술로서, ETRI의 ‘알데바란’ 프로세서 기술은 국내 독자개발 핵심기술 ○ (국제표준화, 기능안전 독자기술) ETRI의 ‘AB3’ (2016년 4월) 프로세서는 삼성전자와의 협력하에 ISO TC22/SC32/WG8 국제 기능안전성 표준그룹에서 국가전문가 (National Expert) 활동을 병행하여 확보한 기능안전 표준 준수 설계를 적용한 프로세서 반도체
2017	<ul style="list-style-type: none"> ○ (초고속 인공지능 프로세서) 자율주행자동차를 위한 1.2GHz 쿼드코어(4-Core), 영상처리 코어, 초고해상도 비디오 코덱 인코더 및 디코더를 통합한 기능안전성 국제표준(ISO 26262)을 준수하는 어플리케이션 프로세서의 28nm 반도체 Fab-out 및 자율이동체 적용완료 ○ (기술이전, 기술발표 및 홍보) • ETRI는 알데바란의 반도체 설계기술 및 SW기술을 개발하여 대기업 포함 국내기업에 프로세서 핵심기술을 기술이전(20건, 착수료 17.5억원) • 기술이전과 별도로 ETRI 플래그십으로서 9개 코어 장착 프로세서인 “AB5” (2017년 3월)를 개발하여 초지능, 고안전성의 세계수준 프로세서 기술개발 완료 및 매일경제를 비롯한 국내 미디어와 KBS, YTN등 언론사를 통한 미디어 홍보
2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ (인공지능 프로세서 설계) 인공지능과 딥러닝을 자율이동체에 적용하기 위한 초병렬 나노코어 멀티쓰레드 아키텍처의 자율이동체용 인공지능 프로세서 개발 및 자동차 기능안전 국제표준(ISO 26262)을 준수하는 코어 통합을 통하여 자율주행차를 위한 인공지능 프로세서 설계 개발 ○ (기술축적) 인공지능 컴퓨팅 프로세서 반도체 관련 국제/국내 특허 11건, 논문 2건(인공지능 프로세서 누적 특허 총 110건, 저널논문 13편(SCI포함), 국제학회 27편

실행연도	실적
② 뉴로모픽 반도체	
2016	○ 전자시냅스용 산화물 또는 강유전체 박막 제작 기술 개발
2017	○ 전자시냅스 소자 제작 및 특성 평가 기술 개발
2018	○ 강유전체 초박막 기반 두뇌 시냅스에 근접 에너지소비량(potential : ~20 fJ)의 전자시냅스 개발, 광감응형 FET기반 메모리 소자 개발 (기술이전 2건, SCI논문 4편, 핵심 특허 3건 출원)
③ 양자컴퓨팅	
2016	○ 실리콘 및 화합물 반도체 기반 집적회로 양자 프로세서 구현을 위한 사업기획 및 핵심소자 개념설계 ○ 양자컴퓨팅 컴파일러와 결합허용을 고려한 합성기 개념 설계
2017	○ 단일광자 검출기, 단일광자 광원, 광도파로 집적형 광자 큐비트 소자 및 실리콘 전자 큐비트 소자 구조설계 ○ 17큐비트 가상머신 기반 양자컴퓨팅 시스템, 결합허용 양자컴퓨팅 시스템의 성능 분석 시뮬레이터
2018	○ 23% 검출효율 단일광자 검출기, 1MHz 단일광자 생성 광원개발, 확장형 실리콘 광집적회로 단위소자 및 실리콘 큐비트 소자 동작을 위한 단일전자 소자 제어 전극 공정기술 ○ 가상머신(40큐비트) 기반 양자컴퓨팅 시스템, 고성능 컴파일, 시스템 합성기 개발

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ (AI프로세서)세계최고 40TFLOPS급 인공지능 프로세서 <ul style="list-style-type: none"> - ETRI 독자적인 인공지능 아키텍처로 설계한 40 TFLOPS 세계최초의 인공지능 프로세서 ○ (AI프로세서)영상인식 초저전력 프로세서 반도체 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 512GSOPS, 0.45Watt급의 초저전력 프로세서 ○ (뉴로모픽반도체) MNIST 필기체 인식을 75% 이상의 뉴로모픽 하드웨어 ○ (양자컴퓨팅) 집적회로 기반 2 큐비트 양자 게이트 및 실리콘 양자소자 1큐비트 HW 구현, 컴파일러 고도화 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (AI프로세서)인공지능 서버를 위한 세계최고수준의 40TFLOPS급 인공지능 프로세서 반도체(ETRI와 (주)SK텔레콤 공동 개발)를 국내최초로 개발 ▶ (뉴로모픽반도체) 초박막 기반 뉴로모픽 하드웨어 개발 ▶ (양자컴퓨팅) 양자 큐비트 소자 및 시스템 구성요소 구현, 가상머신 QC 고도화
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ (AI프로세서)인공지능 프로세서 기반의 자율학습 아키텍처와 자율학습 인공지능 프로세서 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 자율학습상황예측을 통하여 스스로 감독하여 학습하는 기능)프로세서 및 SW 아키텍처 개발 ○ (뉴로모픽반도체) 주변 회로 적합성 초박막 기반 크로스바형 시냅스 어레이 (동작전압 < 4V, ON/OFF ratio > 100) ○ (양자컴퓨팅) 집적회로 기반 4 큐비트 양자 프로세서 및 실리콘 양자소자 3 큐비트 HW 구현, 제어시스템 구현, 컴파일러 및 42 큐비트 가상머신 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (AI프로세서)자율주행차를 위한 인공지능 프로세서로서 스스로 드라이빙 패턴을 학습하는 신개념 프로세서를 (주)현대자동차와 공동개발 ▶ (뉴로모픽반도체) 초박막 기반 시냅스 어레이 개발 ▶ (양자컴퓨팅) 양자 프로세서 소자 기본성능 구현 및 시스템 구성요소 고도화, 외부 양자칩 QC구축
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ (AI프로세서)자율학습 100TFLOPS를 실현하는 초고성능 뉴메모리 인공지능 프로세서 아키텍처 <ul style="list-style-type: none"> - 한 개 인공지능 프로세서 반도체에서 자율학습 100 TFLOPS 구현을 하는 아키텍처 ○ (뉴로모픽반도체) 뉴런-시냅스 3차원 집적형 뉴로모픽 하드웨어 (동작전압 < 3V) ○ (양자컴퓨팅) 광집적회로와 실리콘 큐비트 소자 하이브리드 집적회로 개발을 통한 8 큐비트 양자 프로세서 소자 구현, 운영체제 및 프로그래밍 언어 완료 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (AI프로세서)자율이동체를 위한 인공지능 프로세서 개발 (현대자동차 및 현대오트론과 공동 개발) ▶ (뉴로모픽반도체) 뉴런-시냅스 집적형 뉴로모픽 하드웨어 개발 ▶ (양자컴퓨팅) 실리콘 집적소자와 광집적회로 소자 하이브리드 시스템 성능구현, 반도체 양자점 기반 양자칩
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ (AI프로세서)자율학습 100TFLOPS 100Watt 인공지능 프로세서 <ul style="list-style-type: none"> - 자율학습 100 TFLOPS급 인공지능 프로세서 반도체 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (AI프로세서)초미세 반도체 공정(14nm) 기반 인공지능 프로세서 반도체를 현대자동차, SK텔레콤의 시스템에 적용 ▶ (뉴로모픽반도체) 덴드라이트-뉴런-시냅스 집적형 뉴로모픽

실행연도	세부추진계획	예상성과
	기반 세계최초 자율학습 인공지능 프로세서 반도체 개발 ○ (뉴로모픽반도체) 웨이퍼 레벨의 뉴런-시냅스 집적형 뉴로모픽 하드웨어 (집적도 > $10^{11} / \text{cm}^2$) ○ (양자컴퓨팅) 단일집적 반도체 플랫폼을 이용한 8 큐비트 양자프로세서 계산 신뢰성 10^{-2} 이하 소자기술 개발 및 계산 신뢰도 향상 오류보정 SW 모델링	하드웨어 개발 ▶ (양자컴퓨팅) 전자와 광자 큐비트 단일집적 실리콘 플랫폼 및 시스템 구성요소 고도화, QC 고도화
2023	○ (AI프로세서) 1.2 PetaFLOPS/데스크탑 슈퍼컴퓨터 - 데스크탑의 컴퓨터에서 1.2 PetaFLOPS(1초당 1.2경개 연산), 20PFLOPS/Rack급 세계최초 인공지능 슈퍼컴퓨터 ○ (뉴로모픽반도체) 20 TOP/s/W 급의 병렬처리 가속 연산기 핵심기술 개발 ○ (양자컴퓨팅) 16 큐비트 양자 프로세서 확장성 구현 실리온 집적회로 플랫폼 개발 및 비트기반 컴퓨팅 한계 돌파 검증	▶ (AI프로세서) ETRI 독자개발 프로세서 반도체를 포함하는 인공지능 슈퍼컴퓨터 개발 및 서버 및 모바일 인공지능 프로세서 반도체 스타트업과의 협력 ▶ (뉴로모픽반도체) 병렬처리 가속화 가능한 뉴로모픽 플랫폼 개발 ▶ (양자컴퓨팅) 실리온 집적회로 플랫폼 확장성 기술 및 양자오류보정 기술 개발, 양자점 큐비트 기반 QC 확보
2024	○ (AI프로세서) 자율학습 200 TFLOPS의 성능을 30Watt 전력으로 실행하는 인공지능 프로세서 반도체 개발 - 뉴아키텍처와 뉴메모리 융합 자율학습 프로세서 ○ (뉴로모픽반도체) 30 TOP/s/W 급의 실시간 객체인식 가능한 뉴로모픽 플랫폼 개발 (범용객체 인식률 > 95% 범용객체 인식종류 > 500) ○ (양자컴퓨팅) 16 큐비트 범용 양자 프로세서에서 오류보정 기반 계산 신뢰성 10^{-3} 이하 기술 개발, 비트기반 컴퓨팅 한계돌파	▶ (AI프로세서) 신개념 인공지능 프로세서 아키텍처 및 뉴메모리를 적용한 인공지능 프로세서 독자개발 ▶ (뉴로모픽반도체) 실시간 객체인식 가능한 뉴로모픽 플랫폼 핵심기술 개발 ▶ (양자컴퓨팅) 범용 양자 프로세서 신뢰성 향상기술 개발

③ 중장기 로드맵

연도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025 ~ 2029
인공지능 프로세서	인공지능 40TFLOPS 프로세서 반도체	자율학습 인공지능 아키텍처	초고성능 뉴메모리 융합 아키텍처	인공지능 100TFLOPS 100W 프로세서 반도체	1.2PFLOPS 인공지능 데스크탑 슈퍼컴퓨터	인공지능 200TFLOPS 30W 프로세서 반도체	자율학습이 가능한 뉴로모픽 신소자 융합 1PetaFLOPS, 0.5pJ/SOP 인공지능 프로세서
뉴로모픽 소자	초박막 기반 MNIST 필기체 인식률 75% 이상 뉴로모픽 하드웨어	초박막 기반 ON/OFF ratio > 100 수준 시냅스 어레이	뉴런-시냅스 집적형 동작전압 3V이하 뉴로모픽 하드웨어	웨이퍼 레벨 뉴런-시냅스 집적형 집적도 > $10^{11} / \text{cm}^2$ 뉴로모픽 하드웨어	병렬처리 가속용 뉴로모픽 플랫폼	실시간 객체인식용 범용객체 인식률 95%의 뉴로모픽 플랫폼	실시간 교통표지판 인식용 10fJ/SOP (시냅스당 10fJ)급 뉴로모픽 칩 개발
양자컴퓨팅	반도체 기반 양자 게이트 HW	컴파일러 및 42 큐비트 가상머신	반도체 8큐비트 수준 양자컴퓨팅 시스템 개발	계산 신뢰도 향상 양자오류 보정 SW 시뮬레이터	16 큐비트 양자 프로세서 실리콘 집적회로 플랫폼	반도체 16큐비트 수준 프로그래밍 가능한 양자컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 개발	50 큐비트 이상 범용 양자 프로세서 확장성 구현 모듈

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거		평가방법 (평가 시 착안점)
① 신규분야 개척		
AI프로세서	<p>○ 도출근거:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능을 위한 슈퍼컴퓨터의 성능요구량은 제타급으로 증가하는 반면, 자율주행차, 드론 등 모바일 어플리케이션에서도 인공지능 컴퓨팅 필요 - 모바일 인공지능 프로세서를 위한 신기술 확보가 필요함 <p>○ 달성목표: ‘스스로 학습가능한’ 200TFLOPS, 30Watt 인공지능 프로세서 개발</p>	<p>■ 인공지능 프로세서의 인공지능 연산성능 목표인 200 TFLOPS 급의 인공지능 성능 달성여부와 전력소모량의 달성 여부(평가 시의 세계최고수준과 비교)</p>
뉴로모픽 반도체	<p>○ 도출근거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 대용량의 비정형 객체 인식을 위한 뉴로모픽 반도체의 개발이 IBM, 퀄컴, 인텔 등 전세계적으로 이루어지고 있으므로, 이를 위한 신기술 확보가 필요함 <p>○ 달성목표: 95% 이상 정확도 범용 객체 인식 뉴로모픽 반도체</p>	<p>■ 실시간 범용 객체 인식 뉴로모픽 반도체 칩의 정확도의 달성 여부 평가(평가 시의 세계최고수준과 비교)</p>
양자컴퓨팅	<p>○ 도출근거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가가 필요로 하는 범용 컴퓨팅이 요구하는 성능은 50 큐비트 급으로 지속적으로 증가하고 있으나 양자소자 및 컴퓨팅 시스템 구성요소 기술 선도 필요 <p>○ 달성목표: 16 큐비트 급 실리콘 집적회로 양자 프로세서, 계산오류율 10^{-3}, 집적도 10배 향상 HW 모듈 및 오류보정 기능을 가진 SW 플랫폼 개발, 반도체 16큐비트 수준 프로그래밍 가능한 양자컴퓨팅 SW/HW통합 시스템 개발</p>	<p>■ 광자 및 타 기술대비 집적도가 가장 높은 전자 동작 실리콘 집적회로 플랫폼은 초전도 기술 대비 10배의 고도화 기술로서 실제 구현 성능(Quantum Volume 등)으로 평가</p>
② Breakthrough		
AI프로세서	<p>○ 도출근거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가가 요구하는 인공지능 성능은 수백 제타플롭스급으로 지속적으로 증가하는 반면, 국내 슈퍼컴퓨터는 수십 페타플롭스 급으로서 현재의 1000배에 달하는 성능이 필요하며 이를 위해서는 인공지능 반도체 필요 <p>○ 달성목표: 인공지능 응용영역을 확장하여 모바일 200TFLOPS, 30Watt급 프로세서 및 1.2PetaFLOPS/데스크탑 급의 AI 슈퍼컴퓨터 개발</p>	<p>■ 인공지능프로세서 기반의 데스크탑형 AI 슈퍼컴퓨터의 개발 여부와 (평가 시의 세계 최고수준과 비교) 200TFlops 성능목표 달성 여부 평가</p>
뉴로모픽 반도체	<p>○ 도출근거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 뉴로모픽 반도체는 단일 소자 구현 및 검증 단계인데, 이를 극복하는 방법은 저전력 고집적 가능한 뉴로모픽 소자와 반도체 공정 기반 3차원 고집적화를 통한 병렬 연산 기능의 구현임 <p>○ 달성목표: 500종 이상 실시간 범용 객체 인식 뉴로모픽 플랫폼</p>	<p>■ 실시간 인식 가능한 범용 객체의 수의 달성 여부 평가(평가 시 세계최고수준과 비교)</p>
양자 컴퓨팅	<p>○ 도출근거 및 달성목표</p> <ul style="list-style-type: none"> - 광도파로 기반 광집적회로는 4 큐비트 양자 프로세서 92% 동작 신뢰도 기술이 세계최고 수준이며, 실리콘 집적회로 기반 단일전자 큐비트 소자는 2 큐비트 양자 게이트 90% 신뢰도 기술이 세계최고 수준 	<p>■ 광자손실 최적화 및 전자 스핀 제어 전자회로 최적화, 오류보정 기술로 신뢰도 10배 향상, NISQ수준 적용 및 QEC 입증</p>

목표 도출근거		평가방법 (평가 시 착안점)
③ Impact-on-Technology		
AI프로세서	○ 도출근거 - 인공지능 SW의 발전은 고성능을 제공한 인공지능 반도체로 인해 실현된 것으로 인공지능 프로세서 반도체의 성능 발전은 인공지능 SW의 발전을 가져오는 선순환 구조 형성 ○ 달성목표: 세계최고수준 한 개의 반도체에 200TFLOPS 구현 모바일 인공지능 프로세서 및 데스크탑형 AI 슈퍼컴퓨터를 개발	■ 인공지능프로세서 200TFLOPS/Chip의 달성 여부와 데스크탑형 AI 슈퍼컴퓨터의 개발 여부 평가 (평가 시 세계최고수준과 비교)
뉴로모픽 반도체	○ 도출근거 - 응용 구현을 통하여 (예: 실시간 교통 표지판 인식 뉴로모픽 반도체) 상용화 가능성을 확인하고, 다양한 분야로 적용 ○ 달성목표: 자율주행 실시간 교통표지판 인지 뉴로모픽 반도체 개발	■ 실시간 범용 객체 인식 가능한 뉴로모픽 반도체를 이용한 실시간 교통 표지판 인지 여부 평가
양자 컴퓨팅	○ 도출근거 - 초전도체 집적도 한계(9 큐비트/50 mm ²) 수준으로 확장형 범용 양자 컴퓨팅 집적회로 기술이 미해결 상태 - 양자 프로세서 계산 신뢰도 10 ⁻² 수준으로 큐비트의 수가 늘어나도 계산 용량이 늘어나지 못하는 한계에 직면 - 양자컴퓨팅을 위한 알고리즘, 시스템 요소 개발, 결함허용 기술 필요 ○ 달성목표 - 반도체 집적도 기반 16 큐비트/5 mm ² 수준 향상, 양자 오류보정 기술 및 SW 기반 최적화 양자오류 진단기술 개발을 통한 10 ⁻³ 이상 계산 신뢰도 확보	■ 초전도체의 집적도 한계에 따른 확장성 문제에 미해결 상태로 집적도를 향상할 수 있는 대안기술 개발 ■ 양자 프로세서 계산 신뢰도 한계에 따른 계산량(quantum volume) 증가 지연 문제 해결을 위한 신뢰도 향상

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		2019년(현재)	2024년	2019년(현재)	2024년
AI 프로세서	NVIDIA, Tesla, Intel	10 TFLOPS@300Watt ¹⁾	100 TFLOPS@200Watt	10 TFLOPS@10Watt (선진기관의 70%)	200 TFLOPS@30Watt (선진기관의 1200%)
뉴로모픽 반도체	IBM	90% 필기체 인식률 ²⁾	95% 이미지 인식률 ²⁾	70% 필기체 인식률 ²⁾ (선진기관의 78%)	95% 이미지 인식률 ²⁾ (선진기관의 100%)
양자컴퓨팅	IBM	20 큐비트, 99% fidelity	50 큐비트, 99.9% fidelity	2 큐비트, - (선진기관의 50%)	16 큐비트, 99.9% fidelity ³⁾ (선진기관의 90%)

1) NVIDIA V100 GPGPU for Server (nvidia.com). 목표수치는 글로벌 수준 대비 20배의 성능으로 매우 도전적임.

또한, University of Michigan의 Compute RAM을 이용한 AI 프로세서(ISSCC '19)는 8.2GFLOPS@60mW 성능수준.

2) 인식률에 사용한 Benchmark는 MNIST와 CIFAR이나 뉴로모픽 반도체만으로 달성하는 성능으로서 도전적임.

미국 매사추세츠 대학(University of Massachusetts)의 뉴로모픽 반도체 플랫폼(Neuromorphic Semiconductor: 뉴로모픽 기능을 실현하는 반도체)은 MNIST 필기체 인식률 90%의 성능수준(미 공군연구소 제출 보고서).

3) IBM Q System One(20큐비트, 단일 큐비트 게이트 정확도: 99.96%, 2-큐비트 게이트 정확도: 98.31%), Google (72큐비트, 게이트별 정확도 미공개 상태), IBM 대비 양자 프로세서 집적도 10배 이상 향상

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- (AI프로세서) 인공지능 프로세서는 현재('19년) (주)SK텔레콤의 AI 인퍼런스 서버 목표 성능을 달성하기 위한 프로세서(AB9) 반도체를 개발 중이며, 개발한 프로세서 아키텍처 핵심기술과 뉴로모픽 반도체 기술을 융합하여 자율주행자동차 요구성능에 최적화하여, (주)현대자동차, (주)현대오트론과 공동 사업을 기획하고 있고, (주)삼성전자 메모리 사업부와 협력 추진
- (뉴로모픽 반도체) 신소재 기반 시냅스 신소자 기반 뉴로모픽 칩 관련, SK하이닉스 등과 기술 교류 추진, 온칩 통합을 통해 신소자의 인공지능 기술 응용을 검증, 초저전력 패턴 인식 동작에 활용 중. 대량의 비정형 정보 분석 등 광범위한 인공지능 산업 적용을 위해 (주)한국정보공학 등과 협력 중
- (양자컴퓨팅) 반도체 공정 시설, 냉동기 및 양자 컴퓨팅 제어 모듈 인프라 기술로 R&D 플랫폼을 확립, 국내외 전문가 참여 공동연구 협력체계 구축, 수요기업 및 사용자 참여 활용 가능한 양자컴퓨팅 시스템을 공개, 확산

② 세부실행 계획

- (AI프로세서) ①인공지능 프로세서 개발 계획을 가지고 있는 국내 대기업과 기술개발 사업 및 NDA 등을 통한 협업을 강화 ②인공지능 스타트업(국내)과 인공지능 반도체 컨소시엄 구성 추진 ③차세대 지능형 반도체 기술개발 사업' 예비타당성 평가 통과에 따라서 향후 인공지능 프로세서 반도체 사업 국내 생태계 활성화
- (뉴로모픽 반도체) 자율 주행용 실시간 교통 표지판 인식이 가능한 뉴로모픽 칩을 제작하여 실증
- (양자컴퓨팅) ①국내 전문가 협력 및 해외 CIQM (Harvard + MIT), QIC(Watrou)등 전문연구기관과 큐비트 공정 및 제어 핵심기술 확보를 위한 협력체계 강화 ②반도체 집적회로 양자 컴퓨팅 플랫폼 공정기술 확립을 위해 나노종합기술원(NNFC)과 공동장비 활용 및 협력 추진 ③국내 반도체 기업 및 학계 연계 양자컴퓨팅 협력사업 수행

③ 성과활용 및 기대효과

- (AI프로세서) ①40TFLOPS급 인공지능 인퍼런스 서버를 (주)SK텔레콤에서 활용('20년) ②100TFLOPS급 인공지능 프로세서 반도체를 (주)현대자동차에서 자율주행 자동차에 활용('22년) ③1.2PetaFLOPS/ 데스크탑 서버를 (주)SK텔레콤의 서버 플랫폼에 활용('23년) ④ 200TFLOPS 자율학습 인공지능 프로세서를 (주)SK텔레콤과 (주)현대자동차에 적용('24년)
- (뉴로모픽 반도체) 하드웨어 기반 뉴로모픽 시스템에 적합한 SW 및 뉴로모픽 시스템의 중요 변수 정량화 연구를 통해 세계적으로 뉴로모픽 시스템 분야를 선도하는 연구 및 개발 기술을 가질 것으로 예상
- (양자컴퓨팅) ①고유의 경쟁력 있는 양자 컴퓨팅 시스템 프로토타입 구현을 통한 국가 기술력 향상 ②인공지능 등 지능정보 산업에 필수적인 슈퍼컴퓨터 성능을 넘어서는 양자 컴퓨팅 계산능력 실현 ③신소재 개발, 신약개발, 기상분석, 인공지능 빅데이터 분석 등 대용량 컴퓨팅 분야에 활용

전략목표 3

[배점: 25점]

안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현

기본 추진방향

추진목적

- 물리·가상세계의 모든 것이 제한없이 안전하게 연결되어 자율적으로 상호작용하는 스마트한 국가 초연결 신경망 구축 핵심기술 개발

*안전 정의: 유/무선링크(광, 셀룰러/위성)의 신뢰도 및 지연을 최소화하여 안전한 초연결 인프라 구축

*스마트 정의: 머신러닝 등 인공지능 개념을 유/무선 네트워크(광, 셀룰러/위성)에 접목

최종목표(대표성과)

- 영토를 넘어서 영해 및 영공까지 연결성을 확장하여 공간의 제약없이 어떤 곳에서도나 광대역·초저지연 이동통신 서비스를 제공받을 수 있는 6G 이동통신 핵심기술
- 대규모 사람·사물의 데이터가 실시간으로 연결되고 소통하는 초연결 사회 기반 구축을 위해 광통신 기술의 속도·에너지·집적도 한계를 극복하고 절대보안 통신을 가능하게 하는 원천기술
- 사람, 사물, 공간, 지능이 유기적으로 연결되어 실시간으로 정보를 공유·협업하는 데이터 중심 분산협업 자율 인프라 원천기술 확보로 Intelligence Everywhere 지향 인터넷 혁신 선도
- 5G+ 추가 주파수 적시 적량 공급지원 및 6G 후보 주파수자원 발굴, 5G+/6G 주파수에서의 안전한 전자파 이용, 5G+/6G망 구성 요소 중 위성망용 다중 빔 위성통신 기술 등 5G+/6G망 실현을 위한 주파수자원 확대와 통신 공간 확장을 위한 전파위성 핵심 원천기술 개발

고유임무와의 연계성

- ETRI R&R의 주요역할(3-1)과 연계(연결의 한계를 극복하는 초연결 입체통신 기술 연구)
- ETRI R&R의 주요역할(3-2)과 연계(자율적으로 연결제어·진화하는 초연결 지능화 기술 연구)

중점 추진방향

- 초연결 지능 인프라 구축을 위한 원천기술 확보 및 미래 네트워크 인프라 구축 선도
- ‘초연결 자율 인프라 Global Open Lab.’을 기반으로 산·학·연 협력 및 연계를 통한 연구개발과 상용화 선순환 생태계 구축

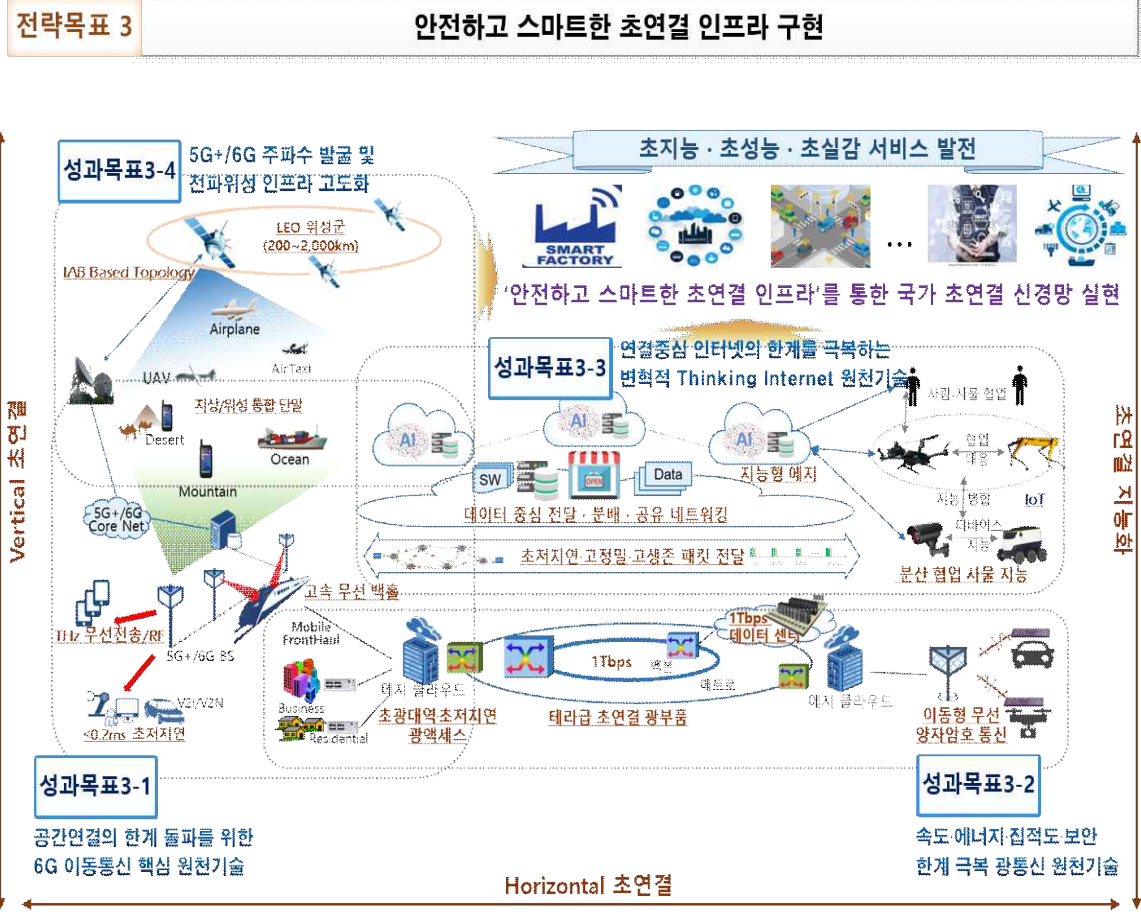
대내외 환경분석 및 전략목표 적합성

차원		환경분석
유망성	시장성	국가 경제·산업·사회의 디지털 전환으로 초연결인프라 기반의 신산업 생태계 활성화 전망
	기술성	초연결 지능사회 도래로 사람·사물·정보(데이터)·지능을 언제 어디서나 지능적으로 연결·공유할 수 있는 고도의 연결성 제공 기술의 시급성과 중요성 증대

공공성	공익적 가치	고도의 끊임없는 연결성을 지원하는 초연결 지능화 기술개발을 통해 안전한 디지털 사회·산업 기반 실현 및 재난, 안전 등 국민생활문제의 효과적 해결에 기여
	공적투자 필요성	민간 자원으로 개발이 어려운 인프라 기술이어서 출연(연)을 통한 장기간 투자와 기술축적이 필요
ETRI 경쟁력	기술수준	초연결 인프라 분야 전반적으로 높은 기술 수준을 보유 중이며, 엑스홀 네트워크, 광통신 및 고생존 네트워크 기술, 전파관리 및 환경기술 등에 글로벌 수준 기술 수준 보유
	연구역량	초연결 인프라 분야에서 우수한 성과 창출과 중장기 역량 축적을 통해 글로벌 수준의 전문인력과 연구·실험 환경 확보
	생태계 영향력	모든 것이 제한없이 안전하게 연결되어 자율적으로 상호작용하는 국가 신경망 구축 기술 및 플랫폼 확보와 공개로 초연결 지능사회 국가 경쟁력의 근간확보, ICT 산업생태계 활성화 견인

전략목표 적합성	유망성과 공적투자 필요성이 높으면서 ETRI 경쟁력이 있는 국가 신경망을 실현하는 초연결 기술 연구는 ETRI 전략목표로 적합함
----------	---

🔗 전략목표와 성과목표 연계도



성과목표 및 대표성

● 성과목표 대표성 도출 방법론



● 성과목표 대표성 도출

핵심분야 문제정의	문제해결 방향	성과목표 도출
○ 現 지상 위주 이동통신 기술의 공간 제약 문제	▶ 환경 적응형 이동통신망 확장 개방형 이동 액세스 네트워크, 공간제약극복 원천기술 필요	공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술
○ 데이터 트래픽 폭증에 따른 광통신 기술의 속도·에너지· 집적도·보안 한계	▶ 테라급 초연결 부품, 데이터 센터 광네트워킹, 포토닉스 기반 유무선 광액세스, 무선 양자암호통신 원천기술 필요	속도·에너지·집적도· 보안 한계 극복 광통신 원천기술
○ 現 “연결·전달 중심 인터넷”은 구조적·기능적 한계로 “Intelligence Everywhere”를 필요로 하는 초연결 지능사회의 인프라로 부적합	▶ 데이터 중심 자율네트워크, 고정밀·고가용 지능 에지 네트워킹, 분산협업 사물 지능 기술이 밀접합된 “데이터 중심 분산 자율 협업 인프라”로 혁신 필요	연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술
○ 5G+/6G 적시적량의 주파 수 공급 필요 ○ 차기 공공통신위성 국내개발 /발사에 앞서 위성통신 핵심기술 자체확보 시급	▶ 5G/6G 네트워크 기준 주파수 소요량 분석 및 예측을 통한 전파자원 적기 공급 ▶ 다중 빔 기반 고속전송 위성 통신 기술 개발	5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화

자원투입 현황

(단위: 백만원, 개, 명)

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표3-1] (배점: 7점) 공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술	2019	330	29,869	30,199	17	138
	2020	575	28,975	29,550	15	135
	2021	2,787	27,410	30,197	12	132
	2022	5,098	25,760	30,858	11	125
	2023	7,510	24,022	31,532	10	130
	2024	10,035	19,758	29,793	9	135
	소계	26,334	155,793	182,128	74	795
[성과목표3-2] (배점: 7점) 속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술	2019	7,712	25,085	32,797	36	95
	2020	7,957	24,191	32,148	31	93
	2021	10,169	22,626	32,795	26	91
	2022	12,480	20,976	33,456	25	73
	2023	14,892	19,238	34,130	24	71
	2024	17,417	14,974	32,391	23	69
	소계	70,626	127,089	197,716	165	492
[성과목표3-3] (배점: 5점) 연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술	2019	5,425	20,805	26,230	14	104
	2020	5,670	19,911	25,581	12	102
	2021	7,882	18,346	26,228	10	100
	2022	10,193	16,696	26,889	9	81
	2023	12,605	14,958	27,563	8	79
	2024	15,130	10,694	25,824	7	77
	소계	56,904	101,409	158,314	60	543
[성과목표3-4] (배점: 6점) 5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화	2019	3,376	23,949	27,325	17	89
	2020	3,621	23,055	26,676	15	87
	2021	5,833	21,490	27,323	12	85
	2022	8,144	19,840	27,984	11	67
	2023	10,556	18,102	28,658	10	65
	2024	13,081	13,838	26,919	9	63
	소계	44,610	120,273	164,884	74	456
합계		198,474	504,564	703,042	373	2,286

※ 출연금사업 대과제명과 수탁사업명 상세내역(2019) : <부록5> 참조(관련 페이지: 202~206)

성과목표 3-1

[기초·미래선도형] 공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술 [배점: 7점]

1. 최종 달성목표

- 영토를 넘어서 영해 및 영공까지 연결성을 확장하여 공간의 제약 없이 어떤 곳에서도 광대역·초저지연 이동통신 서비스를 제공받을 수 있는 6G 이동통신 핵심기술 개발

《세부 달성목표》

- 6G 비전 정립 및 핵심 요소기술 개발
- 저지연 다중접속 이동형 릴레이를 통해 전파도달거리를 확대하는 환경 적응형 이동통신망 확장 핵심 기술개발
- 시·공간 및 서비스 환경에 따라 유연한 가시국을 제공하는 고용량 6G 입체 이동통신 무선전송 핵심기술 개발
- 비정형^(주1) 입체 네트워크 간섭제어를 통해 어디에서나 대용량·저지연·고신뢰 전송을 제공하는 입체 이동통신 네트워크 핵심기술 개발

성과분야	예상성과
엑스홀 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 100Gbps@1km 무선백홀 핵심기술 개발 (25Gbps 솔루션 개발 포함) 고효율 환경 적응형 1 Gbps급 듀플렉싱 멀티홉 이동 릴레이 기술 개발
엑세스 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 3Gbps급 밀리미터파 기반 5G 개방형 스몰셀 기술 개발 엑세스 네트워크 기능분할 지원 개방형 20Gbps급 기지국 분산 장치 기술 개발 테라헤르츠 대역 기반 40 Gbps급 무선전송기술 개발 초정밀 전송지연 실현 <ul style="list-style-type: none"> 사용자 평면 지연: 0.2ms (IMT-2020 대비 5배) 무선 링크 초고신뢰성 “$1-10^{-8}$” (IMT-2020 대비 1000배) 달성
공간제약극복 핵심원천기술	<ul style="list-style-type: none"> (비정형 입체 토폴로지) “고정형 셀룰러 이동통신”에서 “3D 이동통신”로 패러다임 전환을 실현하기 위한 비정형 입체 토폴로지 구성 기술 (비정형 입체 간섭 극복) 비정형 입체 간섭환경에서 주파수 효율 극대화 <ul style="list-style-type: none"> 단위면적당 트래픽 용량: 100Mbps/m² (IMT-2020 대비 10배) 셀경계 주파수 효율: 3bps/Hz 달성 (IMT-2020 대비 10배) (이동속도 극복) 이동체의 한계(500km/h)에서도 최대 전송용량 달성 <ul style="list-style-type: none"> 4bps/Hz@500km/h (IMT-2020 대비 10배)

《기술 개념도》



(주1) 비정형 입체 이동통신 종래의 고정형 셀룰러 이동통신과 달리, 정형화된 형태 없이 서비스 요구지역에 동적으로 연결성을 제공하는 3D 이동통신 구성 기술

[2] 목표수립 배경

- (정책연계성) 5G 이동통신 산업발전 전략 2.0('17, 미래창조과학부), 5G 플러스 전략('19, 과학기술정보통신부)

● (중요성)

- ① (기술수요) 지난 40여 년간 이어온 셀룰러 방식의 이동통신 기술을 뛰어넘는 변혁적 비정형 입체 이동통신 네트워크 기술 시도는 매우 도전적인 기술 수요에 해당
 - ▶ (비정형 입체 토폴로지) “고정형 셀룰러 이동통신” 에서 “3D 이동통신” 로의 변혁을 통해, 현재 이동통신으로는 효율적으로 제공할 수 없는 공간 제약의 문제를 해결함으로써 융합서비스 범위를 국방·재난·해양·항공으로 확대할 수 있는 핵심적인 요소기술 개발이 차세대 이동통신의 핵심임
 - ▶ (엑스홀 네트워크) 기지국의 커버리지 및 이동성 한계를 동적으로 해결하기 위해 원거리 광대역 백홀 기술과 이동형 릴레이 기술 개발은 이동통신기술의 오래된 현안으로 해결 필수
 - ▶ (엑세스 네트워크) 목적형 기지국 필요에 따라 인터페이스 개방성을 확보한 유연한 고성능 기지국(스몰셀, 기지국분산장치 등) 기술 개발이 필수
 - ▶ (공간제약극복 핵심원천기술) 엑스홀 및 액세스 네트워크를 통해 구성한 비정형 입체 토폴로지 기반 이동통신에서는 종래에서는 없었던 새로운 기술적 허들이 등장
 - 셀 경계 간섭문제가 비정형 입체 간섭문제로 확대됨에 따라 비정형 입체 토폴로지 환경에서 간섭극복기술 필요
 - 거리의 제약을 해결하기 위해 다중홉 릴레이 지연을 제로 레벨(Near-Zero)로 축소하는 기술 필요
 - 이동체 한계 상황에서 전송용량을 Normadic 환경 수준으로 제공하기 위한 이동속도의 한계 극복기술 필요
- ② (활용가능성) 미래 이동통신 서비스는 지상뿐만 아니라 오지·공중·해상 등에서도 원활한 서비스를 제공하는 진화할 것으로 예상
 - ▶ 영해·영토·영공을 아우르는 대한민국 국토 전역에서 필요시에 연결성을 제공할 수 있도록 통신 환경에 따라 동적으로 변경될 수 있는 비정형 입체 이동통신 네트워크 기술이 필수
 - ▶ 핵심요소기술을 기반으로 차세대 이동통신(예, 6G 이동통신)의 핵심표준기술로 반영함으로써 국내 기술의 경쟁력 제고 및 핵심 지적재산권 확보에 기여
- ③ (실현가능성) 종래의 이동통신 기술만으로 국토 전역에 연결성을 제공하는 것은 매우 비효율적이기 때문에, 셀룰러 이동통신 기술과 결합하여 미래 이동통신 서비스 제공을 위한 공간 한계 극복형 비정형 입체 이동통신 기술이 실현될 것으로 예상

- (역할부합성) 한계없는 초연결 기술개발 중에서 공간의 한계를 극복하는 ETRI의 R&R에 부합

● (기술적 문제 및 해결방향)

기술적 문제 정의		해결 방향
① 이동통신 사용자 단말을 변경하지 않은 채 서비스 제공	공간의 장애가 발생하는 항공, 위성, 선박 등에서 특화된 단말외에는 서비스 제공 불가	❑ 이동통신용 기지국을 공간장애가 발생하는 곳에 제공하기 위해 개방형 액세스 네트워크 기술 개발
② 공간의 장애가 발생하는 곳에서 이동하는 서비스 제공	현재는 유선기반의 고정형 기지국 구성으로는 모든 공간 장애지역에 설치하는 방법 외에는 서비스 불가	❑ 이동하는 기지국의 엑스홀을 환경에 맞춰 무선을 이용하여 동적으로 추적하는 이동 엑스홀 기술 개발 필요
③ 지상뿐만 아니라 항공까지 이동하는 기지국에 의한 비정형 입체 간섭 해소 기술 요구	고정형 기지국의 간섭 제어기술로는 이동형 기지국에 따른 간섭 이동성 제어 불가	❑ 비정형 입체 토폴로지 기반의 획기적인 간섭제어기술을 통해 실현
④ 이동체 속도에 상관없이 어떤 환경에서도 전송용량을 유지하는 기술 필요	현재 기술로는 고속 이동체 환경에서 전송용량이 Normadic 환경대비 1/10 수준 이하로 격감하는 문제 발생	❑ 고속 이동체 환경에서 안정적 전송용량을 제공하기 위한 웨이브폼 및 신호처리를 통해 이동속도 한계 극복

③ 세부추진계획

① 과거실적



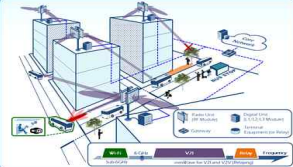
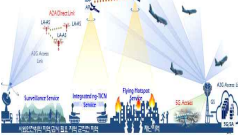

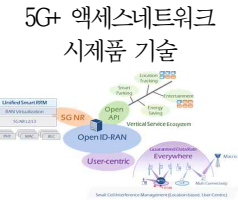
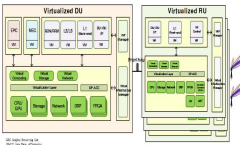
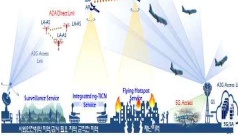
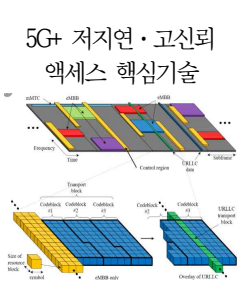
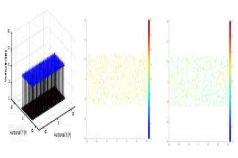

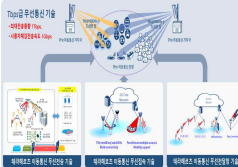
실행연도	실적
2016	<ul style="list-style-type: none"> ○ 밀리미터파 고정형 빔형성 기반 실시간 빔추적 기술 개발 성공 <ul style="list-style-type: none"> - 밀리미터파의 협소한 빔형성 환경에서 이동성을 효과적으로 제공하는 빔추적 기술 개발을 통해 밀리미터파에서의 이동성 제약의 한계를 해결 ※ 밀리미터파 기반 변혁적 네트워크 기술 개발을 인정받아 2016년 출연연 우수성과 10선 및 2018년 국가연구개발 우수성과 100선 선정됨
2017	<ul style="list-style-type: none"> ○ 상용레벨의 소형셀 개발 성공을 통해 기지국 기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 최신 규격의 4G LTE 소형셀의 상용레벨 SW 개발에 성공하여, 대기업과 중소기업에 기술이전을 통해 매크로 기지국의 대체 기술력 확보 ※ 대기업 및 중소기업에서 기술이전 받은 SW를 활용하여 이동형(배낭) 기지국을 개발하여 재난 안전통신망 사업화('19년, 매출 60억원) 및 국방용 애드혹 네트워크 구축 솔루션 추진중
2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 밀리미터파 기반 이동백홀 기술개발 및 상용화 성공 <ul style="list-style-type: none"> - 모바일 핫스팟 네트워크(MHN)용 기가급(종래 대비 100배 개선) 이동백홀 기술 개발 성공 및 서울지하철 공공와이파이 품질개선사업의 최종기술로 선정 (총 구축비용 1,500억으로 예상) ※ 밀리미터파 기반 세계 최초 상용제품 개발 성공 및 중소·중견기업의 해외사업 진출 가능성 등을 인정받아 2017년 국가연구개발 우수성과 100선 및 2017년 출연연 우수성과 10선 선정됨

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6G 개념 및 비전 정립 ○ 5G+ 소형셀 핵심기능 ○ 5G+ 저지연·고신뢰 액세스 핵심기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 6G 비전 문서 Ver1.0 ▶ 5G+ 소형셀 SW 개발 및 이를 활용한 기술 시연 성공 ▶ 5G 성능한계 극복 저지연·고신뢰 액세스 핵심기술 및 저지연·고신뢰 특화 단말, 기지국 (5G 스마트공장 환경에서의 서비스 시연)
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6G 핵심요소기술 및 요구사항 정의 ○ 광대역 고정형 무선백홀 기술 개발 ○ 5G+ P2MP 이동무선백홀 (버스 공공와이파이 지원) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 6G 비전 문서 Ver2.0, 6G 요소기술 ▶ 엑스홀 링크 핵심기술인 광대역 무선백홀 기술 (25Gbps) ▶ 고정형 광대역 백홀 시스템 국산화를 통해 수입대체 기여 ▶ 버스당 1 Gbps 공공와이파이 지원 가능한 이동무선백홀 기술 확보 (사회문제 해결)
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6G 핵심요소기술 기초연구 ○ 5G+ 소형셀 SW 시제품(TRL-7) 개발 ○ 5G+ 개방형 기지국 분산 유닛(DU) 개발 ○ 5G+ 저지연·고신뢰·초연결 통합 전송 및 접속 핵심기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 6G 표준화 대상 요소기술 (특허, 논문) ▶ 5G+ 기술들의 중소/중견기업 기술이전을 통한 중소기업 5G+ 버티컬 생태계 구축 ▶ 초고속 버스 공공와이파이 지원을 위한 이동네트워크 시스템 구축 (버스당 1 Gbps 제공) ▶ 5G+ 스몰셀 SW 상용화 레벨 개발을 통해 5G 스몰셀 국산화 성공 (스몰셀 기지국 SW 기술이전 1건) ▶ 동적 기능분할 기반 5G+ 개방형 기지국 기능분할 분산 유닛(DU) 상용레벨 시제품 개발 성공 (세계 최고 수준의 20Gbps급 CU-DU 인터페이스 용량, 5Gbps급 최대 전송 속도 제공) ▶ 저지연·고신뢰·초연결 동시 수용을 위한 통합 전송 및 접속 기술 개발과 5G+ 단말 및 기지국 개발 (5G 스마트공장 환경에서의 기술 시연)
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6G 테라헤르츠 무선전송기술 상위설계 ○ 6G 지상위성 통합 입체통신 핵심기술 개발 ○ 도로기반 비정형 입체 이동 엑스홀 기술 개발 ○ 2차원 비정형 입체 간섭환경 용량 극대화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 테라헤르츠 Ultra-Massive MIMO 핵심기술 확보 (특허, 논문) ▶ 6G 지상위성 통합 입체통신 무선전송무선접속 핵심기술 확보 (특허, 논문) ▶ 영토 중심의 5G 기반의 비정형 입체 네트워크 실현을 위해 2차원 비정형 입체 엑스홀 기술 ▶ 도로 환경에서 mmWave 릴레이 이동통신 기술 시연 성공

실행연도	세부추진계획	예상성과
		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2D 비정형 입체 간섭환경에서 전송용량(단위면적당 트래픽 용량 및 셀경계 주파수 효율)의 극대화(5G대비 10배) ▶ 6G 이동통신 기술 선도개발은 국가 인프라의 안전성 확보 및 국내 통신 단말과 통신 장비의 핵심 부품 국산화에 기여
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6G 테라헤르츠 무선전송기술 상세설계 ○ 6G 지상/위성 통합 입체통신 PoC 설계/구현 ○ 항공기반 비정형 입체 이동 엑스홀 기술 개발 ○ 3차원 비정형 입체 간섭환경 용량 극대화기술 개발 ○ 통합 액세스/백홀 기반 확장형 분산 유닛 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 테라헤르츠 다중점 다중안테나 전송 핵심기술 확보 (특허, 논문) ▶ 6G 지상/위성 통합 입체통신 PoC 모뎀/프로토콜 스택 구현기술 확보 (모뎀 IP 및 L2/L3 SW) ▶ 영공 중심의 비정형 입체 네트워크 실현을 위해 3차원 비정형 입체 엑스홀 기술 확보(긴급재난망 구축을 통한 사회 안전도 제고) ▶ 무인비행체 항공기 등을 활용한 3차원 비정형 입체 이동통신 기술 시연 ▶ 3D 비정형 입체 간섭환경에서 전송용량 극대화 기술 개발 (2D 셀경계 대비 2배 용량 확보) ▶ 통합 액세스/백홀 기반 확장형 분산 유닛 핵심기술 및 시스템 개발 (세계 최초)
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6G 테라헤르츠 무선전송 PoC 개발 ○ 6G 지상/위성 통합 입체통신 PoC 개발 ○ 비정형 입체 이동통신 네트워크 성능 고도화 ○ 초고속 이동체를 위한 신호처리 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 테라헤르츠 대역 40 Gbps급 무선전송 시연 성공 ▶ 6G 지상/위성 통합 입체통신 PoC 개발 및 시연 성공 ▶ 위치에 상관없이 전송 용량을 유지할 수 있는 네트워크 간섭제어 기술 고도화 (Cell-Edgeless) ▶ 초고속 환경(500km/h)에서도 Nomadic 환경의 주파수 효율을 확보(5G대비 10배 수준)할 수 있는 웨이브폼 및 신호처리 기술 개발 ▶ 6G 기술은 디바이스와 인프라 장비 시장을 생성하고 산업과 사업 전반으로 확산된 통신서비스로 이어지는 거대 시장의 기록재로 작용

③ 중장기 로드맵

연도	1단계			2단계			3단계
세부목표	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~2029
엑스홀 네트워크	P2P 고정형 무선백홀 기술 	광대역 P2P 고정형 무선백홀 기술 		23차원 비정형 입체 엑스홀 기술 			3차원 비정형 6G 입체통신 통합 시스템 개발 및 서비스 시연 
액세스 네트워크	5G+ 액세스네트워크 핵심기술개발 		5G+ 액세스네트워크 시제품 기술 	가상화 RAN* 슬라이싱 액세스 플랫폼 기술 			테라헤르츠 대역 기반 Tbps급 이동통신 기술 
	5G+ 저지연·고신뢰 액세스 핵심기술 		5G+ 저지연·고신뢰·초연결 통합 전송 및 접속 핵심기술 	테라헤르츠 대역 무선전송 기술 			유선 수준 초정밀 On-Time 액세스 기술 

연 도 세 부 목 표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2029
공간제약 극복 핵심원천 기술	<p>동적 기능분할 기반 5G+ 개방형 기지국 기능분할 분산 유닛(DU) 기술</p>			<p>통합 액세스/백홀 기반 확장형 분산 유닛 기술</p>			
	<p>향상된 도플러 기술</p>			<p>비정형 입체 도플러 기술</p>			<p>비정형 입체 네트워크 기반 주파수 공유 기술</p>
	<p>지상위성 수직통합 네트워크 연동 기술</p>			<p>저궤도 위성통신을 위한 빔형성/빔추적 및 다수의 위성 셀간 간섭극복 기술</p>			<p>고밀도 네트워크 간섭극복 및 저전력 기술</p>
	<p>고밀도 네트워크 간섭제어기술</p>			<p>고밀도 네트워크 간섭극복기술</p>			<p>도플러 극복 On-Rate 액세스 기술</p>

(주) RAN^{*} : 이동통신용 액세스 네트워크 뿐만 아니라 응용분야별로 de-facto 표준을 사용하는 타 무선통신의 요소기술을 포함하는 무선 액세스 네트워크를 포함

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 신규분야 개척	
<p>○ (3차원 비정형 입체 이동통신 네트워크) 위치 및 트래픽에 상관없이 커버리지 기반의 종래의 고정형 셀룰러 이동통신 네트워크를 환경에 최적화될 수 있는 동적 비정형 입체 이동통신 네트워크 분야 개척 - 현재까지 셀룰러/위성 연동기술은 개발되어 있지 않음. 현재 기관이 가지고 있는 셀룰러 및 위성 기술을 발전시켜 6G에서 셀룰러/위성 연동 네트워크 기술을 선도개발</p> <p>○ (초고속 이동체 전송기술) 초고속 환경(500km/h)에서도 Nomadic 환경의 주파수</p>	<p>▶ 연구개발 된 기술의 활용성 측면을 파악하기 위해 기술 이전 또는 사업화 여부를 통한 평가, 입체통신 기술의 성과 시연 (구체적으로 위성과 셀룰러 연동) 및 관련 지적재산권 확보 여부</p> <p>▶ 시간·주파수 직교성 기반 OFDM 신호파형의 고속환경 한계를 극복하는 새로운 웨이브폼을 개발하고, 시뮬레이션</p>

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
<p>효율을 확보할 수 있는 웨이브폼 및 신호처리 기술 개발</p> <p>- 5G (IMT-2020)의 경우 500 Km/hr 환경에서 무선전송기술의 주파수 효율이 0.4 bps/Hz 이하임. 6G 웨이브폼 및 신호처리 선도개발을 통해 5G 대비 주파수 효율 10배로 증대</p>	<p>을 통한 성능 분석 결과를 최상위 국제 논문(IF 상위 5%)에 발표함으로써 동일 분야 전문가들로부터 신규분야에 대한 검증은 통해 평가, 관련 지적재산권 확보 여부</p> <p>(구체적으로, 500km/h에서 주파수 효율성 4bps/Hz 달성 여부)</p>
② Breakthrough	
<p>○ (이동 릴레이 기술)</p> <p>‘이동하는 단말’에서 ‘이동하는 기지국(릴레이)’로의 변혁을 통해서 셀룰러 이동통신을 비정형 입체 이동통신으로 패러다임 변혁 실현</p> <p>- mmWave 기반의 Point to Multi Point 이동무선백홀 및 멀티홉 릴레이 기술 선도 개발 하여 세계최초 도로상에서 필드시연 검증</p>	<p>▶ 외부 전문가로 구성된 리빙랩을 구성하여 P2MP 이동무선백홀 및 이동릴레이의 성과 시연 및 관련 지적재산권 확보 여부 (1 Gbps급 Point to Multi Point 이동무선백홀 및 이동 릴레이)를 통해 평가</p>
<p>○ (비정형 입체 간섭해소 기술)</p> <p>셀 경계 간섭을 해소하는 기술을 넘어서, 동적인 비정형 입체 토폴로지에서의 발생하는 간섭문제(간섭의 이동성, 완전 중첩 간섭 등)를 해결하는 기술 제시</p> <p>- 기존의 고정형 2D 이동통신에서 3D로 진화할 때 가장먼저 고려되어야 할 부분이 주파수 공유 가능성 연구임. 이 경우 간섭제어, 회피 기술을 선도 개발하여 국제표준 등을 선도할 필요 있음</p>	<p>▶ 고정형 셀 경계 간섭의 해소방안에서 시작하여, 이동형 간섭의 제어를 통한 비정형 입체 간섭해소 기술을 개발하고, 시뮬레이션을 통한 성능분석 등의 결과를 최상위 국제 논문(IF 상위 5%)에 발표함으로써 동일 분야 전문가들로부터 Breakthrough 검증을 통해 평가</p>
③ Impact-on-Technology	
<p>○ (이동통신 패러다임 쉬프트)</p> <p>고정형 셀룰러 이동통신 네트워크 기술에서 비정형 입체 이동통신 네트워크 기술로 변화</p>	<p>▶ 지상 이동통신망과 위성망의 수직통합에 의한 공간한계 극복을 통해 100% 글로벌 커버리지의 Super-Connectivity를 제공할 수 있는 비정형 6G 입체 이동통신 네트워크 실현 및 성과 시연 (셀룰러/위성 연동)여부, 관련 SCI 논문, 지적재산권 확보 여부로 평가</p>
<p>○ (THz 무선전송 기술) 6G 이동통신의 핵심이 될 수 있는 Sub-THz (100 ~ 300 GHz)의 광대역 스펙트럼을 이동통신에 활용하여 개인당 수 Gbps 전송속도를 필요로 하는 미래 홀로그램과 같은 이동통신 서비스를 대비한 이동통신 기술 확보</p>	<p>▶ THz 무선전송 핵심 기술 관련 지적재산권 확보, THz 전송기술 PoC 개발 및 시연. 국제표준단체 (ITU-R 등)에 기고 여부, 최상위 국제 논문에 게재 여부를 통해 평가</p>
<p>○ (초정밀 전송지연) 무선 링크의 신뢰도를 획기적으로 높이고 전송지연을 최소화 하므로써 기존 유선 기반 공장자동화를 완전히 무선화 하여 국가 관련 산업계 생산성 제고</p>	<p>▶ 초정밀 전송지연 관련 지적재산권확보, 국제표준 반영 및 현장 (공장 등) 시연 여부를 통해 평가</p>

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
엑스홀 네트워크	Huawei <엑스홀 용량/타입>	20Gbps@1Km (고정형)	40Gbps≤1Km (고정형)	20Gbps@1Km(고정형) (선진기관 대비 80%)	1Gbps@3D(이동형) (세계최초 이동형)

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
액세스 네트워크	삼성전자 <기지국 최대용량>	DL 3Gbps (5G NSA@3.5GHz)	DL 6Gbps ^(주1) (SA@mmWave)	-	DL 40Gbps (세계최초 THz 대역)
공간제약 극복 핵심원천 기술	TAS	위성링크만 제공	위성링크만 제공	-	위성과 셀룰러 간 vertical 연동 기술 제공 (세계최초)
	Ericsson <단위면적당 용량>	20 Mbps/m ²	50 Mbps/m ² ^{주2)}	20 Mbps/m ² (선진기관 대비 100%)	100Mbps/m ² (선진기관 대비 200%)
	Ericsson <신뢰도, 지연>	10 ⁻⁵ , 1.0ms	10 ⁻⁷ , 0.3ms	10 ⁻⁵ (선진기관대비 100%) 1.0ms(선진기관대비 100%)	10 ⁻⁸ (선진기관대비 10배), 0.2ms(선진기관대비 150%)
	Nokia/ Ericsson	0.45bps/Hz @500Km/h	2bps/Hz @500Km/h	0.45bps/Hz@500Km/h (선진기관 대비 100%)	4bps/Hz @500Km/h (선진기관 대비 200%)

(주1) 액세스 네트워크의 할당 주파수 대역 및 TDD 설정과 연관되는 값으로, 800MHz 대역을 기준으로 한 Peak Data Throughput을 나타내며, 할당대역 및 TDD 설정과 관련이 있을 수 있음

(주2) ITU-R 및 3GPP의 이동통신 세대별 성능요구사항 변화에 근거하여 추정

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

성과활용
<ul style="list-style-type: none"> ● 오지·공중·해상 등 현 이동통신의 음영지역에서도 항상 연결될 수 있도록 하여 공간의 한계를 넘어서는 솔루션을 제공함으로써 효율적인 우리나라 영해·영토·영공을 아우르는 전 국토의 3D 이동통신 네트워크 구축에 활용 ● 공장·자동차·도시 등을 위한 5G융합서비스 범위를 공간의 한계에 직면한 국방·재난·해양·항공 영역으로 확대함으로써 5G+ 전략을 실현하기 위한 실천적 모델로 활용 ● 이동통신의 네트워크 기반 서비스에서 서비스 기반 네트워크로, 셀룰러 이동통신 구조에서 비정형 입체 이동통신 구조로, 기지국 중심의 셀형성에서 단말 중심의 커버리지 형성으로 이동통신의 패러다임을 바꾸는 도전적 시도를 통해 6G 이동통신을 위한 핵심표준기술 발굴 및 IPR 획득에 활용 ● 상용레벨의 액세스/엑스홀 기술 고도화를 통해 국내 이동통신 유관 중소·중견기업의 신산업 창출에 활용
기대효과
<ul style="list-style-type: none"> ● (글로벌 Top 지위 유지) 세계 최초로 환경(공간, 트래픽 등)에 최적화할 수 있는 비정형 입체 이동통신 네트워크 기술 개발을 통해 셀룰러 기반의 이동통신의 기술을 변혁적으로 개선한 세계적 기술 수준 확보 ● (차세대 통신 기술 선도) 비정형 입체 이동통신 기반의 핵심기술을 선도적으로 확보함으로써 5G 이후의 이동통신 기술의 진화를 위한 방향을 제시하고, 6G 이동통신을 위한 핵심기술 확보 및 국가 인프라의 안전성 확보 및 국내 통신 단말과 통신 장비의 핵심 부품 국산화에 기여 ● (신규 서비스 창출 인프라 제공) 공간의 한계에 직면한 국방·재난·해양·항공 영역으로 확대할 수 있는 인프라를 제공함으로써 미래 신규 서비스 창출에 크게 기여 ● (이동통신 산업생태계 활성화) 국내 중소·중견기업의 세계 강건기업으로 성장할 수 있는 기술적 기틀을 마련하고, 대기업·중소중견기업의 건전한 산업생태계 활성화에 기여

성과목표 3-2

[기초·미래선도형] 속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술 [배점: 7점]

1. 최종 달성목표

- 대규모 사람·사물의 데이터가 실시간으로 연결되고 소통하는 초연결 사회 기반 구축을 위해 現 광통신 기술의 속도·에너지·집적도 한계를 극복하고 초고신뢰 보안 통신을 가능하게 하는 핵심 원천기술 개발

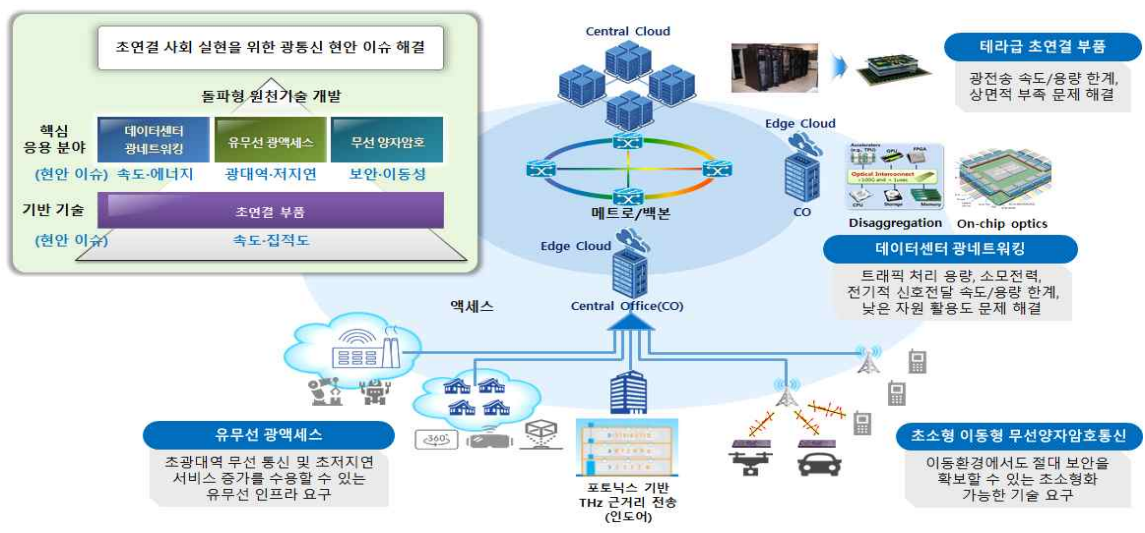
〈세부 달성목표〉

- (초연결 부품) 3D 광전집적 기반 테라급 초연결 부품 기술을 개발하여 데이터 트래픽 폭증으로 인한 광전송 속도, 상면적 부족 문제를 해결
- (데이터센터 광네트워킹) 광스위치 기반 클라우드 자원 연결 기술 및 실리콘 기반 테라급 광송수신 기술을 개발하여 데이터센터 자원 활용도를 제고하고 소모전력, 전기적 신호전달 속도·용량 한계를 극복
- (유무선 광액세스) 포토닉스 기반 유무선 광액세스 기술을 개발하여 B5G/6G 초광대역·초저지연 서비스 실현
- (무선 양자암호) 초소형 이동형 무선 양자암호통신 기술을 개발하여 드론, 이동단말, 자율주행 등 이동형 플랫폼 환경에서 물리계층 초고신뢰 보안 통신을 제공^(주)

* (주) 물리계층 초고신뢰 보안 통신: 양자 중첩 상태와 양자복제 불가능성 원리를 이용하여 양자키를 분배함으로써 두 사용자 사이의 중간에서 도청이 원천적으로 불가능한 물리계층의 통신 기술을 의미함

성과분야	예상 성과
초연결 부품	○ 세계 최고 수준 테라급 3D 광전집적 부품 기술 ○ 실리콘/화합물 융합 반도체 기반 초고속 (80GHz) 광전소자 기술
데이터센터 광네트워킹	○ 광스위치 기반 초저지연 (10 μ s) 클라우드 자원 연결 기술 ○ 세계 최고 수준의 실리콘 기반 테라급 광송수신 기술
유무선 광액세스	○ 세계 최고 수준 포토닉 집적화 기반 200G THz 근거리 (10m) 전송 기술 ○ 트렁크 링크 50G 제공 초저지연 (250 μ s) 동기식 광액세스 및 슬라이싱 기술
무선 양자암호	○ 세계 최초 이동형 무선 양자암호통신 집적화 부품·모듈 기술 - 독창적 구조의 집적화칩 기반 무선 양자키분배 핵심 부품 및 송수신 모듈 기술 (속도: 1GHz, 거리: 1km)

〈기술 개념도〉



② 목표수립 배경

- (정책연계성) I-KOREA 4.0 (2018, 과기정통부), 13대 혁신성장동력 (2018, 관계부처 합동), 광융합 산업진흥법(2018), ICT산업 고도화 및 확산전략 (2019, 관계부처 합동)

● (중요성)

- ① (기술수요) 광통신 기술은 무선 구간 외의 모든 통신망을 담당하며, 무선 셀의 면적이 줄면서 트래픽은 증가하고 있어 이를 뒷받침할 광통신망의 중요성 증대. 빠르고 안전한 초연결 인프라 구축을 위해 초연결 부품 기술을 기반으로 핵심 응용분야(데이터센터, 광액세스, 양자암호통신) 원천 기술 개발 필요
 - ▶ (초연결 부품) 테라급 3D 광전집적 기술 확보를 통하여 광전달망 및 데이터센터 광통신 모듈/시스템의 고속화·소형화 수요뿐 아니라 광전소자의 응용 범위 확대 필요
 - ▶ (데이터센터 광네트워킹) Optical disaggregation 기술과 실리콘 광연결 기술 확보를 통하여 데이터센터의 클라우드 자원이용 및 용량/상면적/에너지 효율화 필요
 - ▶ (유무선 광액세스) 주파수가 높아질수록 전파 구간은 짧아지고, 음영지역이 넓어져 광액세스 기술의 중요성이 증대되고 있으므로, 포토닉스 기반 THz 전송 기술과 초광대역·초저지연 광액세스 기술 개발을 통하여 테라급 데이터 통신 실현 필요
 - ▶ (무선 양자암호통신) 집적화 칩 기반의 초소형 플랫폼 개발을 통하여 ATM기와 이동단말 간 보안 제공이 필요하며, 전송거리 증대 및 고속이동 기술 개발을 통하여 군용 드론, 자율주행차 등에 차세대 보안 제공 필요
- ② (활용가능성) 전자기술 기반의 통신 속도 및 용량 한계를 광자기술로 극복하기 위한 시대 도래
 - ▶ 기존 광통신 기술의 속도·에너지·집적도 한계 극복과 광자를 이용한 보안통신 기술을 통해 사람 사물의 데이터가 실시간으로 안전하게 연결되고, 소통되는 초연결 사회 기반구축에 활용
- ③ (실현가능성) 양자통신 기술은 해외로부터 기술 도입이 제한적이고 기술 난이도로 민간 투자 기피 분야로서 장기적인 국가정책에 기반 한 기초원천 기술개발 투자 필요
 - ▶ 초연결 포토닉스 기술은 광통신 기술의 한계를 광자의 물리적 한계까지 확장하기 위한 고 위험 도전형 미래 국가 인프라 기술임

- (역할부합성) ETRI R&R의 주요역할 3-1(초연결 입체통신 기술 연구) 및 5-2(신뢰 인프라 기술 연구)에 해당

● (기술적 문제 및 해결방향)

기술적 문제 정의	해결 방향
① 트래픽 폭증으로 인한 광전송 속도/용량 한계, 상면적 부족	기존 부품의 조합이나 2D 기반의 부분적 집적으로는 고밀도 요구사항 해결 불가
② 클라우드 트래픽 처리 용량, 과도한 전력 소비, 전기적 신호전달 속도/용량 한계 및 낮은 자원 활용도	기존 전기 스위치 기반 신호처리 및 전송 기술로는 대역폭과 소모전력 문제로 해결 불가
③ 초광대역 무선 통신 및 초저지연 서비스 증가를 수용할 수 있는 유무선 인프라 요구	기존 밀리미터파 기반 무선 전송기술로는 수백기가급 무선통신 불가; 기존 광액세스망 기술로는 1 ms 이하 지연 서비스 불가
④ 드론, 이동단말, 자율주행 등 이동 환경에서도 초고신뢰 보안을 확보할 수 있는 초소형화 가능한 기술 요구	기존 벌크 광부품 기반 또는 부분 집적화 기반 고정형 무선양자암호 전송기술로는 상용성 확보 불가
	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3D 광전집적 기술 확보를 통한 초소형 테라급 부품 개발 ▶ 광스위치 기반 Disaggregation 및 실리콘 기반 광인터커넥트 기술 개발 ▶ 포토닉 집적화 기반 THz 무선 전송 기술과 초광대역·초저지연 통신이 가능한 광액세스 기술 개발 ▶ 집적화 칩기반 초소형 이동형 무선 양자암호 송수신 모듈 및 전송기술 개발

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2016 ~2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 100Gbps 데이터의 1,000km 광전송 PoC (2016) ○ 광-회선-패킷 통합 스위칭 시스템 기술 개발 - 광전송 기술 부분 (2017) <ul style="list-style-type: none"> ※ 2016 국가연구개발 우수성과 100선 선정 ○ 테라급 통신을 위한 400G 광전송 부품 및 광스위치 기술 개발 (2018) <ul style="list-style-type: none"> ※ 2017 국가연구개발 우수성과 100선 선정 ○ 축각인터넷을 실현하는 광액세스 기술 개발 및 코랜망 적용시험 (2018) <ul style="list-style-type: none"> ※ 2018 ETRI 기술대상 수상, 저명국제학회 초청논문 4건 발표 ○ 데이터센터 광스위칭 기술 KT PoC (2018), 100G/400G 광송수신 부품/모듈 개발 (2016~2018) <ul style="list-style-type: none"> ※ 국산화 및 저가격화를 통한 세계시장 진출 기반 확보, 기술이전 7건 (5.1억원) ○ 세계 최초 무선양자암호통신 핵심 칩 개발, 낮 실험환경에서 100m 전송 성공 (2018) <ul style="list-style-type: none"> ※ SCI 상위 10% 논문 Photonics Research 표지 채택 <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (SCI 논문) 400G 광전송 부품/모듈 등 총 35편 (상위 20% 18편) ○ (국제표준기고서) 파장가변 광송신기 등 IEC 표준승인 기고서 3건 ○ (기술시연) 5G 분산안테나 시스템 평창올림픽 세계 최초 데모, NG-EPON용 광액세스망 세계 최초 데모 ○ (기술이전 및 사업화) 100G/400G 광송수신 부품/모듈 기술, 광액세스 기술, 무선양자암호 기술 등 기술이전 17건 (8.1억원), 100G 광트랜시버 경상기술료 1.3억원 <ul style="list-style-type: none"> ※ 광트랜시버 중국수출 (800+억원), ROADM 시스템 (800+억원) ※ 광트랜시버 기술 관련 '1실 1기업 맞춤형 기술지원' 대상 수상 (2016), 'E-패밀리 기업지원' 우수상 수상 (2018)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2D 하이브리드 집적 구조 기반 광전소자 기술 개발 ○ Optical disaggregation 네트워크 구조, 광송수신 핵심소자 설계 ○ 포토닉스 기반 THz 근거리 전송 물리계층 및 B5G 광액세스 요구사항 정의, 구조설계 ○ 무선 양자암호통신용 광원 및 광감쇄기 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최초 밀리미터파 기반 5G 모바일 신호 인도어 전송 (Indoor DAS) 시연 - 세계 수준의 III-V on Si 레이저 성장 및 칩 기술 확보 ▶ 주요 결과물 <ul style="list-style-type: none"> - (SCI논문) 밀리미터파 기반 5G 모바일 신호 RoF 전송, 비동기식 25G 광액세스 시연, III-V on Si 레이저 성장 관련 IF 상위 20% 논문 게재 - (기술이전) 5G DAS용 RoF 광트랜시버 기술, 실리콘 가이저모드 APD 기반 단일광자검출기 모듈 기술 등
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터센터용 400G 광송수신 엔진 및 광스위치 부품 기술 개발 ○ Optical disaggregation 기반 CPU-Memory 모듈 및 광송수신 핵심 기술 개발 ○ 포토닉스 기반 THz 근거리 전송 기술(25G, 1m) 및 Physical/Virtual OLT 분리 기능 개발 ○ 어레이형 무선 양자통신용 광원 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 수준의 데이터센터 400G 광송수신 기술 확보 - OLT의 HW/SW 기능 분리를 통한 광액세스망 장치 유연성 제공 가능성 검증 ▶ 주요 결과물 <ul style="list-style-type: none"> - (IPR) 집적화 칩형 무선 양자 편광부호화 모듈 기술 - (SCI논문) 100G bidirectional optical subassembly, 데이터센터 400G 광송수신 엔진 기술 관련 IF 상위 20% 논문 게재
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 800G 전달망용 광소자 및 집적화 모듈 기술 개발 ○ 광스위칭 기반 CPU-Memory optical disaggregation 및 800G 광송수신 기술 개발 ○ 50G, 2m THz 전송 기술 개발 및 동기식 PON physical OLT, virtual OLT 연동 ○ 무선 양자 신호 편광부호화 칩 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> - CPU-Memory 자원간 광스위칭 기반 저지연 (10μs) OD 기술 데이터센터 적용 가능성 검증 - 세계 최초 6 x 1 집적화 칩형 편광부호화 모듈 기술 확보 ▶ 주요 결과물 <ul style="list-style-type: none"> - (IPR) 광스위칭 기반 저지연 Optical disaggregation 장치 - (SCI논문) 집적화 칩형 1 x 6 편광부호화 칩 및 모듈 기술 IF 상위 20% 논문 게재

실행연도	세부추진계획	예상성과
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 3D 광전집적용 구조 및 광전소자 원천기술 확보 ○ 데이터센터 Disaggregated 모듈간 동기화 기술 및 실리콘 기반 핵심소자 설계 기술 개발 ○ 광집적화 THz 생성 기술 및 수백 μS급 초저지연 대역 할당 기능 개발 ○ 무선 양자키 분배 송신부 모듈 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 800G 전달망 광전집적 소자 시연 - 세계 최고 수준의 포토닉 집적화 기반 THz 생성기 시연 ▶ 주요 결과물 <ul style="list-style-type: none"> - (IPR) THz 근거리 무선 전송을 위한 포토닉 집적화 기반 THz 생성 장치 및 방법 - (SCI논문) 무선 양자암호통신용 집적화 칩형 송신부 모듈 기술 관련 IF 상위 20% 논문 게재
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터센터용 800G 광송수신 소자 및 3D 집적화 기술 개발 ○ 데이터센터 광 스위칭 경로 제어 기술 및 실리콘 기반 800G 광수신 기술 개발 ○ 집적화 기반 THz 수신 기술 및 광액세스망의 기능별(B2B, B2C, 모바일) 분리 기술 개발 ○ 무선 양자키 분배용 집적화 구조의 단일광자 검출기 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 데이터센터용 800G 광부품 시연 - 초저지연(250μS) 동기식 25G 광액세스 기술 망 적용 시험 ▶ 주요 결과물 <ul style="list-style-type: none"> - (IPR) 데이터센터용 광스위칭 경로제어 장치 및 방법, 광 전달망용 광송수신을 위한 광집적 소자, 집적화를 위한 단일광자검출기 - (SCI논문) 동기식 25G 추상화 및 가상화 기술 - (기술이전) 데이터센터 광송수신 엔진 기술
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 테라급 전달망용 광전집적 모듈 기술 개발 ○ 데이터센터 Disaggregated 모듈간 대역폭 할당 및 실리콘 기반 테라급 광송수신기 개발 ○ 집적화 기반 200G, 10m THz 전송 기술 및 50G급 광액세스망의 기능별(B2B, B2C, 모바일) 분리 기술 개발 ○ 소형 이동형 빔정렬 및 무선 양자신호 전송 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 실리콘 기반 테라급 광송수신기 핵심 기술 확보로 테라급 시대 선도 - 포토닉 집적화 기반의 200G, 10m THz 전송 기술 확보로 상용화 가능성 제시 - 세계 최초 집적화 칩형 무선 양자 신호 전송 시연 ▶ 주요 결과물 <ul style="list-style-type: none"> - (IPR) 테라급 광송수신을 위한 광전집적부품 기술, 이동형 무선 양자 신호 정렬 방법 및 전송 기술 - (SCI논문) 포토닉 집적화 기술을 활용한 THz 근거리 무선 전송 결과 시연 IF 상위 20% 논문 게재 - (기술이전) 실리콘 기반 광송수신 기술

③ 중장기 로드맵

연도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~ 2029
초연결 부품	2D 하이브리드 집적 기반 핵심 광전소자	데이터센터 400G 광송수신 엔진 및 광 스위치 부품	800G 전달망용 광소자 및 집적화 모듈	3D 광전집적용 구조 및 광전소자 원천기술	데이터센터용 800G 광송수신 소자 및 3D 집적화	테라급 전달망 광전집적 모듈	테라급 광전집적 모듈 및 양자암호 기반 데이터센터 광송수신 기술
데이터센터 광네트워킹	OD(Optical Disaggregation) 네트워크 구조, 광송수신 핵심소자		CPU-Memory 컴퓨팅 자원 800G 광연결 기술	Optical Disaggregation 스위칭 구조, 프로토콜, 제어평면 기술 실리콘 기반 테라급 광연결 기술			sub- μ sec 초고속 광스위칭 및 실리콘 칩 기반 테라급 광연결 기술
유무선 광액세스	25G, 1m THz 무선 링크 25G 엑스홀 트랜시버		50G, 2m THz 무선 링크, virtual OLT 시스템	200G, 10m THz 무선 링크 동기식 50G 시스템/슬라이싱 기술			테라급 초저지연 유무선 광액세스 기술
무선 양자암호	무선양자 통신용 칩형 광원 및 광감쇄기	초소형 어레이형 광원 칩 및 모듈	집적화 칩형 6 x 1 편광 부호화 모듈	집적화 칩형 무선양자 송신부 모듈	어레이형 단일광자 검출기 및 집적화 기술	집적화 칩형 수신부 모듈	소형 이동형 플랫폼 환경에서 무선양자키분배 송수신 집적화 모듈 기술

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
① 초연결 광부품		
○(문제정의) 데이터 전송용량 증가에 따른 속도 증대, 상면적 감소 요구에 대한 기존 평면 2D 광집적회로 기술의 한계		▶ (속도, 집적화) 테라급 광송수신 테스트베드를 구축하여 3D 광전집적 광부품을 탑재하고 BERT 연동을 통한 데이터 속도 및 전송 성능 평가
○(접근방식) 이중결합 방식의 3D 광전집적용 소자·부품 기술 개발을 통한 초고속 광전소자 및 초소형 모듈 기술 확보		▶ 우수 SCI 논문, OFC 등 저명 학회 발표를 통한 우수성 판단
② 데이터센터 광네트워킹		
○(문제정의) CPU와 Memory가 서버 단위로 구성되어 memory-intensive/CPU-intensive 응용 지원 시 낮은 자원 활용도		▶ (지연) 광스위치로 연결된 CPU-memory 구성에서 패킷 성능분석 장비를 이용하여 memory access를 위한 플로우를 생성, round trip 시간이 10 μ s 이내임을 검증
○(접근방식) 광스위치에 기반한 새로운 구조의 optical disaggregation 기술을 확보하여 CPU-Memory 사용 효율 극대화		▶ 우수 SCI 논문, OFC 등 저명 학회 발표를 통한 우수성 판단
○(문제정의) 스위치칩의 용량은 현 12.8Tbps로 지속적으로 증가하고 있으나 칩 인터페이스 속도, 용량 물리적 한계에 도달, 소모전력 문제 발생		▶ (광연결) 테라급 광송신 및 광수신 기능이 실리콘 칩으로 집적화되며 BERT 연동을 통한 광송수신 기능 여부 확인
○(접근방식) 대용량 고집적 광인터커넥션을 위한 실리콘 기반 Co-packaged Optics 기술 개발로 전기적 신호전달 속도/용량 한계 극복 및 소모전력 문제 해결		▶ 우수 SCI 논문, OFC 등 저명 학회 발표를 통한 우수성 판단
③ 유무선 광액세스		
○(문제정의) 기존 밀리미터파 기반 무선 전송기술로는 수백기가급 무선통신 불가, 기존 벌크 광학 부품 기반 THz 전송 기술로는 상용성 확보 불가		▶ (전송속도) 전송 속도 200G를 기준, FEC 오버헤드를 제외한 유효 전송속도를 임의파형 발생기 및 오실로스코프 등을 이용해 평가
○(접근방식) 포토닉 집적화 기술을 활용한 THz 생성 및 복원 기술로 수백기가급 무선통신 제공 및 상용성 확보		▶ (집적화) THz 생성기의 구성 소자가 실리콘 기반으로 집적화되었는지 확인하고 우수 SCI 논문을 통한 성능 우수성 및 상용성 판단
○(문제정의) 시간을 나누어 전송하는 점대다점 방식 광액세스 망에서 모바일 장치가 요구하는 지연시간 제공 불가		▶ (지연) 점대다점 광액세스 장치의 트렁크 속도 및 원격지 장치 대역할당시간을 패킷 발생기/분석기를 통해 평가, PoC 시험 수행
○(접근방식) 모바일 장치와 광장치간 스케줄링 정보 교환으로 전송 지연 시간 증가 문제 해결		▶ SCI급 논문, 저명 국제학회, 초청논문을 통한 우수성 판단
④ 무선 양자암호		
○(문제정의) 기존 벌크 광학 부품 기반 무선 양자암호통신 기술은 부피 및 중량문제에 의해 소형 경량 이동형 플랫폼에서 사용 불가		▶ (집적화) 무선 양자키분배 송신부와 수신부에 집적화 칩 적용 확인 및 PoC 시험 수행
○(접근방식) 무선 양자키분배 송신부와 수신부를 초소형화가 가능한 집적화 칩으로 개발		▶ 우수 SCI 논문, OFC 등 저명 학회 발표를 통한 우수성 판단

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
초연결 부품	Finisar	400G급 광송수신 모듈 기술 ^(주1)	테라급 광송수신 부품 기술	400G급 광부품 기술 ^(주2) (선진기관 대비 80%)	테라급 광송수신 부품 기술 (선진기관 대비 100%)
데이터센터 광네트워킹	Polatis Finisar	On-board optics 기반 Rack-to-Rack 광스위칭 ^(주3)	Co-packaged optics 기반 Board-to-Board 광스위칭	Pluggable Optics 기반 Rack-to-Rack 광스위칭 ^(주4) (선진기관 대비 80%)	Co-packaged optics 기반 Board-to-Board 광스위칭 (선진기관 대비 100%)

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
유무선 광액세스	덴마크공대 NTT Nokia	(근거리 무선) 전송속도: 100Gbps 전송거리: 2m ^(주5)	(근거리 무선) 전송속도: 200Gbps 전송거리: 10m	(근거리 무선) 전송속도: 10Gbps 전송거리: 0.4m ^(주6) (선진기관 대비 10%)	(근거리 무선) 전송속도: 200Gbps 전송거리: 10m 포토닉 집적화 기술 (선진기관 대비 150%)
		(동기식 유선) 전송속도: 10Gbps 지연시간: 1ms (물리계층+제어평면)	(동기식 유선) 전송속도: 50Gbps 지연시간: 250 μ s	(동기식 유선) 전송속도: 10Gbps 지연시간: 1ms (물리계층 위주) (선진기관 대비 80%)	(동기식 유선) 전송속도: 50Gbps 지연시간: 250 μ s (선진기관 대비 100%)
무선 양자암호	Oxford	개별 Bulk 광학부품 기반 무선 양자암호 송수신부 ^(주7)	집적화 칩형 무선 양자암호 부품, 모듈 (송수신부 일부)	집적화 칩형 편광부호화 모듈 (송수신부 일부) ^(주8) (선진기관 대비 80%)	초소형 초경량 집적화 칩형 무선 양자암호 부품, 모듈 (선진기관 대비 120%)

(주1)(주2) M2E.3 OFC2019, OPTICS EXPRESS, Vol. 26, No. 22, 28453, 2018.

(주3)(주4) W1C.2 OFC 2018., TuDS.7 ECOC 2018.

(주5)(주6) Photonics Technology Letters, vol 30, no.11, pp. 1064, 2018., W4B.4 OFC 2017.

(주7)(주8) Optic Express, Vol. 25, No. 6, 280433, Mar. 2017., IEEE Photonics Journal, Vol. 10, No. 1, Feb. 2018.

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 세부실행 계획

- 초연결 포토닉스 기술의 선제적 연구개발을 통해 글로벌 리더십을 확보·유지하고, 산학연 협력연계를 통해 우수인재 육성 및 혁신적 연구성과 창출
 - 국내외 우수 연구기관과 협력 초연결 광부품(TU/e, SMART Photonics), 데이터센터 광네트워킹(KAIST와 실리콘 포토닉스 기술 협력), 포토닉스 기반 THz (오사카대와 THz 무선 링크 데모 시스템 공동 구축/활용), 양자암호통신(KANO)
- 광전집적 부품을 데이터센터 및 광액세스에 적용하고 양자암호 기반의 안전한 테라급 초연결 광네트워킹 구현

② 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 기존 광통신 기술의 한계 극복을 통해 새로운 디바이스, 콘텐츠 및 혁신적인 서비스 기반 제공
- 광통신 소자부품의 2D 집적화 한계를 극복하여 초고속, 저전력, 초소형 차세대 광통신 모듈 기술 개척에 활용
- 홀로그래프, 고화질 영상 등 초광대역 서비스와 자율주행, 로봇제어, 스마트 팩토리 등 초저지연 서비스에 활용
- 초소형초경량 이동 플랫폼에서 물리계층의 초고신뢰 보안이 가능한 무선 양자키 분배 기술 활용
- 기술 개발 초기부터 국내 기업들과 공동연구를 함으로써 요구사항을 구체적으로 파악하고 기술 확보 즉시 사업화를 진행하여 타임 투 마켓을 최소화

《기대효과》

- (글로벌 Top 지위 확보) 선도형 연구를 추진하여 세계 Top 지위 확보하고 광통신 기술 국가 경쟁력 강화
- (차세대 통신 기술 선도) 포토닉스 기반 차세대 광통신 기초·원천 기술의 선제적 연구를 통해 핵심 IPR 조기 확보, 미래 통신기술 선도, 포토닉 IC 세계시장 선도
- (신규 서비스산업 창출 기반 제공) 클라우드 기반 컴퓨팅, 인공지능, 슈퍼컴퓨터 등 대규모 데이터 소비 산업 활성화 및 신산업 창출 기반 제공. 드론, 자율주행 등의 분야에서 초보안 기능을 제공함으로써 신규 시장 개척
- (광통신 산업생태계 활성화) 광통신 첨단 소자부품 기술의 민간 확산을 통한 국내 산업생태계 활성화 및 국내중소기업 경쟁력 강화. 글로벌 광통신 기업의 수직 계열화에 따른 첨단 부품의 수급 문제 해결

성과목표 3-3

[기초·미래선도형] 연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술 [배점: 5점]

Ⅰ 최종 달성목표

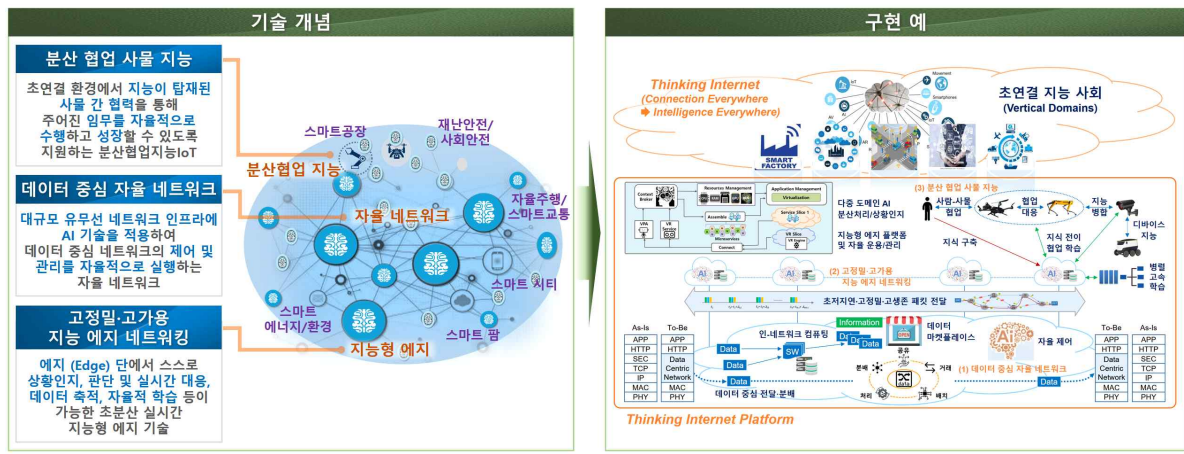
- 사람, 사물, 공간, 지능이 유기적으로 연결되어 실시간으로 정보를 공유·협업하는 데이터 중심 분산협업 자율 인프라 원천기술 확보로 Intelligence Everywhere 지향 인터넷 혁신 선도
 - ※ Thinking Internet: 대규모 유무선 네트워크 자원, 데이터, SW, 사물들이 상황에 따라 자율적으로 연결·제어되고 지능사물 간 분산협력을 통해 상황에 따른 임무를 수행함으로써 현재의 “연결·전달 중심 Internet”에서 B5G 이후 “Intelligence Everywhere Internet”으로 진화해 가는 분산협업 자율네트워크

《세부 달성목표》

- (데이터 중심 자율 네트워크) 데이터 중심 전달·분배·처리·공유 자율 네트워크 구조 및 핵심 원천기술을 개발하여 ‘Intelligence Everywhere 인터넷’ 으로의 인프라 혁신 선도
- (고정밀·고가용 지능 에지 네트워킹) 초저지연·고생존 지능 에지 네트워킹 핵심기술을 개발하여 통신재난에 대응하고, 자율주행차, 스마트공장 등 5G+ 신서비스 활성화 지원
- (분산 협업 사물 지능) 대규모의 사물들에 지능을 부여하고 협업하는 원천기술을 확보하여 스마트공장, 재해재난 자율대응 적용 등으로 초연결 사회 전반의 효율성과 편의성 향상
- (5G+ 응용도메인 실증) 스마트공장, 자율주행차, 스마트시티 등 5G+ 핵심 서비스 실증을 통한 Thinking Internet 실현 가능성 제시

성과분야	예상성과
데이터 중심 자율 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> ○ 데이터 중심 전달·분배·공유 네트워크 핵심기술 (세계최고) <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 중심 전달·분배·공유 네트워크 구조, 프로토콜 및 플랫폼 ○ 서비스 요구사항 맞춤 자율적 인-네트워크 컴퓨팅 핵심기술 (세계최초) <ul style="list-style-type: none"> - 대역폭·지연·위치·이동성·컴퓨팅자원 복합 인지 자율 컴퓨팅/네트워킹 엔진
고정밀·고가용 지능 에지 네트워킹	<ul style="list-style-type: none"> ○ B5G 초정밀 산업응용 서비스 지원 초저지연·고생존 패킷 전달 핵심기술 (세계최고) <ul style="list-style-type: none"> - 노드당 $\leq 10\mu s$ 지연, ≥ 8’s 가용성 보장 패킷 전달 엔진 및 시스템
분산 협업 사물 지능	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간으로 사물들이 지능을 구축하는 분산협업 사물지능 핵심 원천기술 (세계최초) <ul style="list-style-type: none"> - <3s 사물 간 지능전이, 1K+ 스케일-업 ○ 인간 독립적으로 사물들이 적응적으로 동작하는 자율 협업 플랫폼 기술(세계최고, ALFUS 8 수준) ○ 스마트공장 자율생산, 초고충화재 자율대응 솔루션 구현 (세계최초)

《기술 개념도》



② 목표수립 배경

- (정책연계성) ① 초연결 지능형 네트워크 구축전략('17, 과기정통부), ② 5G+ 추진전략 10대 핵심산업('19, 과기정통부), ③ 자율형 사물인터넷 핵심기술 개발 사업 에타추진('19, 과기정통부), ④ 6G 핵심기술개발사업 에타기획('19, 과기정통부)
- (필요성: 기존 인프라 한계 극복) 초연결 지능사회 도래로 인해 기존 연결 중심 인터넷의 구조적 한계를 극복하여 사람·사물·공간이 생성하는 무한 정보들을 자율적이고 유기적으로 연결, 신속하고 지능적인 처리·공유·협업을 통해 새로운 가치 창출이 가능한 '데이터 중심 분산 자율 협업 인프라'로 혁신 필요
 - ▶ 주소 기반 단순 연결성 및 대역폭 보장 수준 QoS를 지향하는 현재의 인터넷을 데이터 최적 전달·분배·처리 및 공유를 지향하는 데이터 중심 인프라로 혁신
 - ▶ 인공지능·네트워크 기반 4차 산업혁명 촉진, 산업간 융합 창출 및 응용 다양화 지원이 가능한 초저지연·고정밀·고생존·초분산 지능 인프라로 혁신
 - ▶ 지속 가능한 초연결 사회 실현을 위해 인프라 기반 new서비스의 신속 창발과 융합을 지원할 수 있는 분산 협업 사물 지능 인프라로 혁신
- (중요성: 활용가능성) 민간 주도의 응용별 파편화된 기술개발로는 달성할 수 없는 인프라 연구 분야로서 출연연 주도 핵심원천기술 확보 및 산업 생태계 확산을 통해 자율주행, 스마트시티/제조, 초실감 콘텐츠 등 인프라 의존성이 높은 분야의 혁신성장 및 첨단 new산업 활성화 기여
- (중요성: 실현가능성) 출연연이 혁신적 네트워크 인프라 구조를 제시하고 핵심기술과 플랫폼을 확보·공개하여 기술 선도시, B5G 시대 다양한 공공·산업 분야에서 인프라 기반 new서비스 신속 창발과 융합 지원 가능
 - ▶ '20년까지 데이터 중심 자율 네트워크 핵심기술 및 엔진/플랫폼 확보(국내 산학연 연구협력 체계 구축), '21년 자율주행차 서비스 실증, '24년 스마트시티 복합 실증을 통해 Thinking Internet 실현 가능성 확인
 - ▶ '24년까지 $\leq 10\mu s$ 지연 및 ≥ 8 bit/s 가용성 패킷 전달 엔진/시스템 핵심기술 확보 시, '24년 이후 B5G망, 국방망, 전력망 등 다양한 실시간·고정밀 원격제어 및 실감 서비스를 위한 네트워크 적용
 - ▶ '24년까지 1K+ 개 사물들의 자율적 지능 구축 및 7% 미만의 지능 적용 오류율 보장 분산협업지능 기술 실현 시, 자율생산, 재난대응 등 초연결 공간의 복잡하고 동적인 문제를 해결하는 지능사물 중심의 초연결 지능 인프라 세계최초 실현 및 기술 선도
- (역할부합성) ETRI R&R의 주요역할 3-2 (초연결 지능화 기술 연구)에 해당함
- (기술적 문제정의 및 해결방향)

기술적 문제 정의	해결 방향
<p>기존 연결 중심 IP 네트워크는 인프라 기반 데이터 접근성·활용성, 서비스 이동성 제한으로 B5G 이후 데이터 중심 초연결 지능사회에 부적합</p> <p>※ 현재의 개념 검증 수준의 데이터 중심 패킷처리 기술로는 데이터 중심 인프라 실상용화가 불가하여 확장성과 네트워크-컴퓨팅 통합기술 확보 필요(5배 이상 개선)</p> <p>※ 대규모 네트워크-컴퓨팅 인프라에 대한 운용자의 실시간 제어 및 활용 한계로 자동화·자율화 필요</p>	<p>▶ 호스트간 단순 연결 네트워크의 한계를 극복, 데이터 특화 전달과 최적 처리를 지원하는 네트워킹 및 컴퓨팅 통합 인프라로 구조 혁신</p> <p>▶ 데이터 중심 네트워킹, 실시간 이벤트 구동형 데이터 분배, 인-네트워크 자율 컴퓨팅 기술 확보, 검증 및 국제표준화/오픈소스화 추진</p>
<p>현재의 네트워크 생존성 및 품질 보장 기술로는 B5G 시대의 초정밀 산업응용 서비스 제공 불가</p> <p>※ 현재 음성서비스 보호 수준 생존성(50ms 보호절제)과 대역폭 중심 QoS(지연시간 불확정) 제공</p> <p>※ TSN, DetNet 등 기존 시간민감형 네트워킹 기술은 근거리망, 단일 사업자망 등 적용 범위에 한계</p> <p>※ 단말, 에지, 클라우드 등 모든 지능 자원에 대한 분산 협업 처리 미흡으로 서비스 연속성 보장 불가</p>	<p>▶ 시간민감형 패킷/광 통합 전달망을 위한 고정밀·고가용 패킷 전달 엔진 핵심기술 개발</p> <p>▶ B5G 정밀 산업응용을 위한 종단간 시간민감형 네트워킹, 고정밀·고가용 패킷 전달 핵심 IPR 확보, 기술개발 및 국제표준화 추진</p> <p>▶ 네트워크 기반 응용(Post App), AI 응용 서비스의 실시간성 보장을 위한 분산 지능 에지 플랫폼 개발(전략목표1의 범용인공지능 원천기술 성과의 순차적/유기적 연계, 연/에지/클라우드/각각 지능의 복합적인 상황 이해기술 연구성과 활용 가능성 포함)</p>
<p>스마트시티, 스마트공장 등 초연결 IoT 환경에서 기존 클라우드 지능 방식은 최적 운영관리, 실시간 대처 등 불가</p> <p>※ 스마트공장 실시간 대응 요구사항 <1ms (Globecom 2018)</p> <p>※ 사물지능 패러다임 부재: 학습일반화 모델/지능 전이</p>	<p>▶ 전통적인 클라우드 지능 방식과 실시간 사물 지능 구축 방식의 상호보완 방법론 연구개발</p> <p>▶ 자원제약형 사물 탑재 가능한 강화학습 등 AI 경량화, 연결형 IoT에서 자율형 IoT로 진화하기 위한 지능처리 및 자율처리 핵심 IPR 확보</p>

기술적 문제 정의	해결 방향
/운영 신뢰성 보장/환경 적응성/시스템 확장성 등의 새로운 사물지능 기술 정의 및 구현 필요	▶ 분산 협업 지능 사물 기반의 사회안전, 산업응용 솔루션 제시

[3] 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2016 ~2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 테라급 패킷/광 통합 전달망 기술, 계층통합망 핵심기술 확보 및 사업화 (세계최고 수준) <ul style="list-style-type: none"> ※ 11.52Tb/s PTN 및 4.8Tb/s OTN 통합 패킷/회선 스위칭 시스템 기술 ※ 전달계층과 IP계층을 단일망으로 일원화하는 슬롯당 600Gb/s급 계층통합망 기술 ※ 2016 국가연구개발 우수성과 100선 선정 ○ SDN/NFV 기반 다중 도메인 분산 클라우드 네트워킹 핵심기술 확보 및 사업화 (세계최고 수준) <ul style="list-style-type: none"> ※ 10분 이내 가상 인프라 자원 및 기능 구성 기술 (2017 5G PPP 요구사항 10분) ※ 지능 네트워크 기술, 2017 공학한림원 ‘2025년 대한민국을 이끌 100대 기술과 주역’ 수상 ○ 국내 네트워크 장비 산업 혁신을 위한 개방형 고가용성 네트워크 운영체제 기술 확보 (국내최초) <ul style="list-style-type: none"> ※ NSAR (Non-Stop Active Routing) 지원 고가용성(99.999%) 기술, KTL/ONF 공인인증 4건 - 고장복구시간 ≤400ms, 무중단 업그레이드 서비스 제공 ○ 지능형 사물간의 협업 학습 및 지능 전이 핵심원천 기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> ※ 사물협업 군집지능, 사물 간 지능전이 및 다중 문제 강화학습 기술 IPR 확보 <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (SCI 논문) ‘Hybrid Particle Swarm Optimization for Multi-Sensor Data Fusion’, ‘An Approach to Share Self-Taught Knowledge between Home IoT Devices at the Edge’ 등 총 7편, ‘다중 문제 강화학습 기술’ 국제 지능학습 경진대회 3위(2018) ○ (국제표준화) ITU-T SG15 부의장 등 국제표준화 의장단 9석, ‘Dual Node Interconnection 보호절체’ 기술 등 국제표준 승인 12건, ‘Method and apparatus for linear protection switching’ (표준명: ITU-T G.8131) 등 국제표준 특허 등록 3건 ○ (기술이전) 3.2테라급 OCS OTN 및 MPLS 기술, 트랜스포트 SDN 네트워크 서비스 모델링 기술, 커넥티드 사물지능 기술 등 기술이전 22건 9.38억원 ○ (사업화, 新기술 시장진입) 패킷기반 광전달망 장비 사업화 (코위버㈜, ㈜우리넷, ㈜텔레필드 누적매출 601.3억원), ㈜아이엔소프트 등 NFV/클라우드 시장 진입 (서울시 및 롯데정보통신 데이터센터), ㈜모비젠 등 T-SDN 시장 진입 (SKT 및 KOREN)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ Thinking Internet 구조 및 핵심 IPR 확보 - Thinking Internet 개념 확산을 위한 유관 생태계 기술교류 추진 - 데이터중심자율네트워크 핵심IPR 확보및개발 - 초저지연·고생존 패킷 전달 엔진 개발 및 검증 - 지능사물 협업 핵심 IPR 확보 및 협업 대응 플래닝 엔진 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과: B5G 정밀 산업응용을 위한 시간민감형 패킷/광 통합 전달망 PoC (10μs급 저지연 및 단일장에 무손실, 세계최초) ▶ 주요 결과물 - (IPR) 이벤트 구동형 분배 및 인-네트워크 컴퓨팅, 온 디바이스 지능 전이, 다중 에이전트 협업학습 - (시제품) 지능사물간 협업학습/지능전이/협업대응 플래닝 엔진 - (국제협력) 메타러닝 기술 세계최고 연구기관 (Ludgers Univ.)과 협력을 통한 학습지능 일반화 원천기술 확보(논문, IPR)
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ Thinking Internet 핵심기술 개발 및 검증 - Thinking Internet 기술 국내 산학연 연구 협력체계 구축 - 데이터 중심 자율 네트워크 핵심기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과: (시제품 검증) 데이터 중심 자율 네트워크 통합 PoC (자율 주행차 응용 시뮬레이션 환경), 생산로봇 간 지능전이 PoC (세계최초) ▶ 주요 결과물 - (표준) 이벤트 구동형 분배, 인-네트워크 컴퓨팅 프로토콜 (IRTF)

	<ul style="list-style-type: none"> 및 통합 PoC - 네트워크 기반 AI 응용 서비스를 위한 분산 지능 에지 프레임워크 개발 - 지능사물 간 협업 플랫폼 개발 및 PoC 	<ul style="list-style-type: none"> - (IPR) 분산병렬 학습 기반 온 디바이스 협업 핵심기술 - (시제품) 지능사물 간 협업 응용 플랫폼 (자율생산/재난대응, ALFUS 6) - (국제협력) 강화학습 기술 세계최고 연구기관 (Albert Univ.)과 협력을 통해 다중 문제해결 지능 원천기술 확보(논문, IPR)
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ Thinking Internet 핵심기술 실증(1단계) - 데이터 중심 자율 네트워크 핵심기술 실증 (자율주행 응용 도메인) - 초저지연·고생존 패킷 전달 고도화 핵심 기술 국제표준 반영 및 실증 - 네트워크 기반 AI 응용 서비스를 위한 분산 지능 에지 플랫폼 개발 및 PoC - 분산 협업 지능 응용 시제품 개발 및 테스트베드 구축 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과: Thinking Internet 1단계 핵심기술 실증 - (핵심기술 실증) 데이터 중심 자율 네트워크 자율주행차 서비스 실증 - (패킷전달엔진 시제품 실증) $\leq 10\mu s$ 초저지연 및 다중장애 무손실 40Gb/s급 패킷 전달 무인이동체 원격제어 실증 (세계최고) - (분산 지능 에지 플랫폼) PoC (AR/VR 인터랙티브 서비스, (서비스 라이브 마이그레이션 <10초, 상황인지 기반 μ서비스 구성 <3초)) - (분산 협업 지능 응용 시스템) PoC (재난구조 드론 5대 편대비행, 세계 최초, (ALFUS 6, 다중 에이전트 다중 문제 환경 One-Shot 협업학습 10종, 6종 MAML 협업대응 플레닝))
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ Thinking Internet 고도화 기술개발 - 데이터 중심 자율 네트워크 고도화 핵심 IPR 확보 - B5G 정밀 산업응용 지원 중단간 고정밀·고가용 네트워크 핵심 IPR 확보 - 분산 협업 지능 프레임워크 개발 및 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과: 분산 협업 사물지능 프레임워크 PoC (100대 분산합의 오류율 1% 미만, 10종+ 이중 에이전트 협업학습, 세계최고) ▶ 주요 결과물 - (IPR) 데이터 중심 전달분배-공유 및 분산/AI 자율 인-네트워크 컴퓨팅 고도화, 초연결 대규모 인프라 자동화 핵심 기술 - (IPR) 중단간 sub-μs 지연편차 및 Eight-9's급 고가용성 네트워크, 실시간성 지원 분산 지능 에지 핵심 기술
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ Thinking Internet 고도화 기술개발 - 데이터 중심 자율 네트워크 고도화 핵심 기술 통합 PoC - 중단간 고정밀·고가용 네트워크 핵심기능 설계, 구현 및 검증 - 네트워크 기반 AI 응용 서비스 실시간성 지원 분산 지능 에지 플랫폼 개발 - 분산 협업 지능 자율화고도화기술개발및검증 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과: 데이터 중심 자율 네트워크 기술 이전 (신규 산업생태계 구축 지원), 인간 개입없는 자율생산 시스템 검증 (ALFUS 6) 및 자율 비행그룹 실현 (5대 이상, ALFUS 6) ▶ 주요 결과물 - (시제품) 중단간 고정밀·고가용 400Gb/s급 플로우 지원 패킷 전달 엔진, 실시간성 지원 분산 지능 에지 플랫폼 - (시제품/IPR) 다중 에이전트 다중 문제 환경 학습 모델 (전이율 93.7%), 지능사물 협업운영 자율도 측정·검증 플랫폼
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ Thinking Internet 고도화기술 실증(2단계) - 데이터 중심 자율 네트워크 고도화 기술 복합 도메인 실증 (자율주행, 스마트시티) - 중단간 고정밀·고가용 네트워크 핵심기술 국제표준 반영, 시제품 개발 및 PoC - 대규모 지능사물 자율 협업 기술 응용 솔루션 개발 및 실증 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 정성적 성과: Thinking Internet 고도화 기술 실증 - (시제품 실증) 데이터 중심 자율 네트워크(TRL4) 스마트시티 내 복합 실증 - (시제품 실증) 중단간 고정밀·고가용 400Gb/s급 플로우 지원 패킷 전달 시스템 (TRL4) PoC (세계최고) - (시제품 실증) 자율운영 가능 대규모 생산설비 운영 시스템, 자율협업 인도어 내비게이션 소방 드론 시스템 실증 (세계최초, ALFUS 8) ▶ 주요 결과물 - (표준) 중단간 고정밀·고가용 네트워크 기술 (ITU-T/ETP)

③ 중장기 로드맵

세부목표	연도		1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2029		
데이터 중심 자율 네트워크	데이터 중심 전달·분배·공유 엔진, 인-네트워크 컴퓨팅 엔진		데이터 중심 전달·분배·공유 엔진, 인-네트워크 컴퓨팅 엔진 (자율주행차 응용 도메인 적용)	분산 및 AI 기반 인프라 자동화 엔진 (TRL4) (스마트시티 복합 실증)			전국망 규모, 다중 버티컬 도메인 공통 적용 (TRL6)		
고정밀·고가용 지능 에지 네트워킹	초저지연·무손실 패킷 전달 엔진 (TRL6) (지연 $\leq 10\mu s$, 다중장애 무손실, 시민감 트래픽 용량 40Gb/s)			고정밀·고가용 지능형 패킷 전달 시스템 (TRL4) (편차 $\leq 1\mu s$, 가용성 \geq Eight-9's, 시민감 트래픽 용량 400Gb/s)			중단간 고정밀·고가용 패킷 전달 시스템 (TRL6) (가용성 \geq Nine-9's, 시민감 트래픽 용량 4Tb/s)		
분산 협업 사물 지능	분산병렬 학습 기반 온디바이스 협업 기술		다중 에이전트 협업 학습 프레임워크 (10종+)	자율협업 인도어 내비게이션 소방 드론 시스템 (ALFUS 8)			인간 독립적 소방관 지원 시스템 (ALFUS 8)		

	다중 에이전트 협업 플래닝 엔진	공동지향 분산합의 프레임워크 (100대+)	자율운영 가능 대규모 자율생산 설비 운영 시스템 (ALFUS 8)	인간 독립적 자율 생산 시스템 (ALFUS 8)
--	----------------------	----------------------------	--	-------------------------------

4 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
<p>○ 현재의 “연결·전달 중심 Internet” 에서 사람, 사물, 공간이 생성하는 초분산화된 무한 정보들의 유기적 연결·공유·협업이 가능한 변혁적 지능형 인프라 제시</p> <p>※ 인터넷 진화: 1세대(IP) ⇒ 2세대(광대역 통합망) ⇒ 3세대(개방형 SW 중심 네트워크) ⇒ 4세대(Thinking Internet)</p> <p>○ 세계 최초 Thinking Internet 구조 제시 및 breakthrough 기술 확보, 초연결 인프라 분야 세계적 선도 연구기관 도약</p> <p>○ B5G/6G 시대 기존 네트워크의 한계와 문제점을 도출하고 이를 극복하기 위한 변혁적 네트워크 인프라 구조 및 breakthrough 기술 제시 과정 논리성 및 목표 명확성 평가</p> <p>○ 연구개발 주요 단계에서 자율주행차, 스마트공장, 스마트시티 등 5G+ 핵심 서비스 실증을 통해 확보 기술의 실현가능성 및 실상용성을 제고하는 체계적 성과목표 달성 계획 및 추진 성과 평가</p>	
<p>○ 지능화 인프라 구축으로 네트워크 역할/기능 확대</p> <p>▶ (As-Is) 대역폭·속도 향상 중심의 호스트간 연결 기반 네트워크 → (To-Be) 데이터 중심의 전달, 분배, 데이터 공유, 응용 서비스 처리 가능 네트워크 인프라</p> <p>▶ (As-Is) 데이터 중심 전달 43Mpps, 이벤트 구동형 데이터 분배 (Push-mode) 지연 300ms, PoC 수준 인-네트워크 컴퓨팅 → (To-Be) 데이터 중심 전달 >100Mpps, Push-mode 지연: <100ms, 서비스별 인-네트워크 컴퓨팅 자율 최적화</p>	<p>■ B5G 이후 ‘Intelligence Everywhere Internet’ 으로의 인프라 혁신을 위해 요구되는 세계최고 수준의 성능 목표 만족</p> <ul style="list-style-type: none"> - 데이터 중심 전달 200Mpps(NE당), 이벤트 구동형 N:M 실시간 데이터 분배 지연 50ms 보장 - 대역폭-지연-위차-이동성-컴퓨팅자원 복합 인지 AI 기반 및 분산 방식의 자율 컴퓨팅 보장
<p>○ B5G 네트워크 지연 및 생존성 목표 제시</p> <p>▶ (As-Is) 대역폭 보장, 음성 서비스 보호 생존성 (50ms 보호절체, Five-9’s 가용성), ≤40Gb/s 시민감 트래픽 처리 → (To-Be) 지연시간 보장, 크리티컬 서비스 보호 고생존성 (무손실, Eight-9’s 가용성), ≥400Gb/s 시민감 트래픽 처리</p>	<p>■ B5G 네트워크 성능 목표 만족</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10μs 이하 확정지연 및 sub-μs 지연 편차 보장 (10GbE, Last-In/First-Out, RFC 2544/4689 기준) - 크리티컬 서비스 보호 수준의 네트워크 고생존성 (무손실 보호절체, Eight-9’s 이상 고가용성 보장) - 시민감 트래픽 처리 성능 증대 (400Gb/s급 이상) (라인카드 용량, RFC 2544 기준)
<p>○ 기존 클라우드 AI 한계를 극복하는 초연결 사물 중심 AI 컴퓨팅 기술 목표 제시</p> <p>▶ (As-Is) 클라우드 기반 Monolithic AI Model 기반 획일적 대응 (ALFUS 4 수준 Cloud AI) → (To-Be) 현장 데이터 중심, 사용자 의도 기반 자율적 임무수행 기술 선도 (ALFUS 8 수준 자율 분산협업, 1K대+, 10중+, 7%미만 오류율)</p>	<p>■ 초연결 사물 중심 AI 컴퓨팅 기술 목표 만족</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사물지능 AI 기술과 초연결 자율 협업 SW 프레임워크 및 사람 중심의 안전하고 편리한 지능형 솔루션(자율생산, 화재대응) 확보 - 초연결 사물중심 AI 컴퓨팅기술 확보 (ALFUS 레벨 8), 높은 수준의 분산 협업(1K+, 10중+, 7% 미만)을 필요로 하는 자율생산, 자율 화재대응 등 신규 분야 시장 개척

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		2019년	2024년	2019년	2024년
데이터 중심 자율 네트워크	UCLA, Osaka Univ. (전달·분배 성능) 주1), 주2)	Pull-mode 성능: 43Mpps Push-mode 지연: 300ms	Pull-mode: 100Mpps Push-mode: 100ms 주5)	Pull-mode: 30Mpps Push-mode: 300ms (선진기관의 70%)	Pull-mode: 200Mpps Push-mode: 50ms (선진기관의 200%)
	UCLondon, Cisco, (자율화 수준)	개념 검증 (PoC)	2종 요구 최적화 (대역폭·지연)	개념 검증(PoC) (선진기관의 70%)	5종 요구 적용 (선진기관의 130%)
고정밀·고가용 지능 에지 네트워킹	Broadcom/Cisco, Ericsson (지연 및 처리)	노드 지연: $\leq 10\mu s$ 시민감 트래픽 처리 용량: 20Gb/s(Cisco), 320Gb/s(개발중)	노드 지연: $\leq 10\mu s$ 시민감 트래픽 처리 용량: $\geq 400Gb/s$ ^{주6)}	노드 지연: $\sim 10\mu s$ 시민감 트래픽 처리 용량: 40Gb/s (선진기관의 70%)	노드 지연: $\leq 10\mu s$ 시민감 트래픽 처리 용량: $\geq 400Gb/s$ (선진기관의 100%)
분산 협업 사물 지능	UC Berkeley (다중문제해결) 주3)	4종 문제 동시 학습	10종 문제 동시 학습 주7)	2종 문제 동시 학습 (선진기관의 50%)	10종 문제 동시 학습 (선진기관의 100%)
	Siemens (자율도) 주4)	ALFUS Level 5	ALFUS Level 8 주8)	ALFUS Level 4 (선진기관의 60%)	ALFUS Level 8 (선진기관의 100%)

※ 주1) Pull-mode: 수요자 요청시 네트워크로부터 데이터 수신, 주2) Push-mode: 이벤트 발생시 수요자에게 데이터 송신, 주3) 다중 문제해결 지능: 하나의 학습모델(뉴럴넷)로 복수의 문제를 동시에 해결하는 학습 기술, 주4) 자율도: 인간 독립적으로 동작하는 무인시스템 자율도

주5) 국제연구논문 및 시험결과 발표 등의 자료에 근거하여 주장: 국제연구논문 및 시험결과 발표에 의하면 데이터중심 자율네트워크의 전달 성능은 3년에 약 150% 향상, 이를 근거로 6년 후인 '24년 최고 연구기관의 목표를 225%로 설정(43Mpps/300ms→100Mpps/100ms) ETRI는 세계 최고 연구기관 대비 200%의 도전적 목표 설정 ('24년 200Mpps/50ms)

주6) 세계 최고 기관의 기술 발전 추세 예측을 통한 주장: '19년 현재 가용한 최고 수준의 시민감 트래픽 지원 칩은 브로드콤의 320Gb/s급 TSN 스위치 (BCM56170)이나, 이는 단독 시스템용으로 분산 시스템 구조를 지원하는 시민감 트래픽 지원 패킷 처리 엔진은 출시된 바 없음. '19년 현재 가용한 최고 수준의 분산 시스템용 패킷 처리 엔진은 브로드콤 BCM8680으로 64B 패킷 기준 약 480Gb/s의 트래픽 처리 성능을 제공. 브로드콤 패킷 처리 엔진의 트래픽 처리 용량 발전 추세를 고려, '24년에는 720Gb/s급 이상의 패킷 처리 엔진이 출시되고, 전체 용량의 50% 이상이 시민감 트래픽 처리에 사용될 것으로 추정

주7) 세계 최고 연구기관의 현황과 2018년 발표된 논문을 고려하고 기술발전 추세 예측을 통해 주장: 세계 최고 연구기관 현황과 2018년 논문("Learning Dexterous In-Hand Manipulation", OpenAI, 미국)에서 언급한 4종의 Physical Task: Block(state), Block(state, locked wrist), Block(vision), Octagonal Prism(state)의 기술적 난이도와 기술 발전 속도를 고려하여, '24년 10종 문제 동시 학습을 추정. ETRI는 세계 최고 연구기관 대비 100%를 목표로 '24년 10종 문제 동시 학습을 설정(ETRI는 '19년 2종 문제 동시학습 수준으로 세계선진기관의 50% 수준)

주8) 세계 최고 기관의 현황과 기술발전 추세 예측을 통해 주장: 세계 최고 기관의 현황과 통상적인 자율도 발전 추세를 고려하여 '24년 자율도 수준을 ALFUS 레벨 8로 추정(ALFUS 레벨 8은 긴급을 요하는 문제 등을 사물이 스스로 판단하고 실행한 후, 조치 내용을 사후에 사용자에게 통보할 수 있는 수준의 지능). ETRI는 '24년 자율도 목표를 세계 최고 기관 대비 100%인 ALFUS 레벨 8로 설정(ETRI는 '19년 ALFUS 레벨 4, 세계선진기관의 60% 수준)

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

성과활용

- (Intelligence Everywhere를 위한 인프라 혁신) 연결 중심 네트워크의 기술 및 산업적 한계를 극복, 인프라 기반의 자율적 데이터 최적 처리 및 최대 활용을 가능하게 하여 지속 가능한 초연결 지능 사회 토대 마련에 활용 ('24년 스마트시티 복합 실증, '24년 이후 B5G/6G 인프라 혁신 선도)
- (B5G 이후 중단간 초저지연·고생존 B2B 서비스 확산) 대역폭·지연시간 보장, 크리티컬 서비스 보장 수준 고생존성 breakthrough 기술 확보로 다양한 초저지연, 고생존, 정밀 산업 인프라 신규 분야 개척 및 新서비스 활성화에 활용 ('24년 이후 B5G 통신사업자망, 국방망, 전력망 등 적용 추진)
- (분산 지능 기반의 다양한 사물인터넷 신산업 확산) 사물들이 현장에서 스스로 협업하여 문제를 해결하는 새로운 지능 사물인터넷 인프라에 활용 ('24년 이후 스마트팩토리 자율생산, 초고충화재 재난대응 등 분산 협업 사물 지능 기반 솔루션 적용 추진)
- (통신 재난 대응 사회현안 해결) 초연결 지능사회의 핵심인 인프라 안정성 보장 기술 확보로 통신재난 사회 현안 해결에 활용

기대효과

- (인프라 분야 세계 선도 연구기관으로 도약) 세계 최초 Thinking Internet 구조 및 breakthrough 기술 확보를 통해 초연결 인프라 분야의 세계적 선도 연구기관으로 도약
- (Intelligence Everywhere 지향 안전한 인프라 기술 선도)
 - 데이터 중심 연결 및 산업 도메인 간 데이터 공유와 서비스 최적 실행을 통해 분산 자율적 지능 창출을 가능하게 하는 인프라 구조 및 기술 선도
 - 대역폭·지연시간 보장, 크리티컬 서비스 보장 수준 고생존성 확보를 통해 B5G 이후의 다양한 산업/특수목적 응용 확산에 필수적인 지능 에지 및 네트워킹 분야 기술 선도
- (5G 이후 다양한 B2B/공공 신규 서비스 창출 및 신산업 시장 견인)
 - B5G 이후 다양한 초저지연·고생존 정밀 산업 인프라 신규 분야 개척 및 新서비스 활성화
 - 기존 패킷/광 전달망 기술에 초저지연·고정밀·무손실 네트워킹 기술을 접목하는 융합형 전달망 핵심기술 확보를 통해 홀로그램, 자율이동체 등 혁신적 융합서비스 실현을 위한 발판 마련
 - 로봇, 이동체, CCTV 등 미래사회의 핵심 사물에 탑재하여 인간 생활 편의, 재난대응, 자율생산 등 사물중심의 자율시스템 시장 창출과 성장 견인
- (안전한 사회 기반 구축) 통신 및 물리재난·사회안전·환경위험 대응을 통한 안전사회 기반 구축 및 국민 행복지수 향상

성과목표 3-4

[공공·인프라형] 5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화 [배점: 6점]

Ⅰ 최종 달성목표

- 5G+ 추가 주파수 적시 적량 공급지원 및 6G 후보 주파수자원 발굴, 5G+/6G 주파수에서의 안전한 전자파 이용, 5G+/6G망 구성 요소 중 위성망용 다중 빔 위성통신 기술 등 5G+/6G망 실현을 위한 주파수자원 확대와 통신 공간 확장을 위한 전파위성 핵심 원천기술 개발

《세부 달성목표》

- (주파수 자원 발굴) 5G 네트워크 기준 주파수 소요량 분석 및 예측을 통한 2,130MHz 폭 확보 지원
 - 데이터 기반 4G/5G 모바일 주파수 소요량 분석 및 예측 기술
 - 5G+ 서비스를 수용하는 주파수대역 전파 혼간섭 분석 기술
- (안전한 주파수 이용 환경) 5G+/6G 대역까지의 청정하고 안전한 전파이용 환경 조성
 - 밀리미터파 5G 주파수 대역에 대한 전자파 인체 영향 규명
 - 전파관리 사각지대 해소를 위한 탐사형 전파 모니터링 시스템
- (통신 공간 확장) 전파매질 한계극복을 위한 전자기파 원천기술개발
 - 100m 단방향 지중 자기장통신 기술개발
 - 자기장 기반 직경대비 10배 무선전력전송 기술개발
- (통신 공간 확장) 5G+/6G 3차원 공간 통신망을 위한 재구성 다중 빔 기반 위성통신 기술 개발
 - 정지궤도(GEO) 및 저궤도(LEO) 위성통신을 위한 재구성 다중 빔 기반 위성탑재체 설계
 - 3차원 통신망 구성을 위한 위성통신/지상통신 연동 기술 개발
 - 재구성 다중 빔 안테나 핵심 부품 및 대형 안테나 반사판 개발
 - 빔 직경 150km 재구성 다중 빔 안테나 검증 모델 개발
 - 재구성 다중 빔 안테나 기반 통신위성의 재난/안보 활용 시나리오 개발

《성과목표 개념도》



② 목표수립 배경

- (정책연계성) ①5G+ 전략('19, 과기정통부) ②제3차 전파진흥기본계획('19, 과기정통부) ③ 우주 개발중장기 계획('18, 과기정통부)
- (중요성) 공공수요, 활용가능성, 실현가능성 측면에서 중요함
 - ① (공공수요) 정부는 '19년에 5G+ 전략의 정책 중점 추진방향에 주파수 조기 할당, 전파의 안전한 이용환경 인프라 구현 목표 발표, 그리고 공공통신망 다중화 및 공간 확대를 통해 어디에서라도 국민보호 및 국가안보를 위한 대용량 다중빔 위성통신 기술 필요성 증대
 - ▶ 정부의 중요 통신망의 다중화를 위한 위성망 필요성에 대한 국회 지적사항 반영을 위한 공공통신위성 활용이 시급하며, 국가 안보를 위해 자체 기술을 통한 국산화 개발 시급
 - ▶ 5G 지상망으로 서비스를 제공할 수 없는 해양지역, 도서지역 및 산간벽지 거주 국민의 공공복지/비상 통신 서비스를 제공하고, 화재/재난으로 지상망 두절시 대체 통신망으로 활용할 수 있는 대용량 전송 가능 위성 기술 확보 시급(현재 우리나라는 국가 통신 위성 부재)
 - ② (활용가능성) 전파·위성 기술은 국가 공공재로써 우리나라 통신 인프라 고도화에 필수적으로 활용
 - ▶ (5G+/6G 주파수 확보) 과학적 데이터 분석을 통한 정확한 주파수 사용량 예측과 정밀한 전파 간섭 분석 기술을 이용하여 5G+ 주파수를 확보함으로써 주파수 경매를 통한 국가 R&D 재원 확보에 기여
 - ▶ (안전한 주파수 이용환경) 전파 이용 확대에 따른 불법 전파 사용, 전자파 인체 영향 불안감이 확대될 것이므로, 이에 대비한 정부 정책 수립에 고도화된 불법 전파 탐지 기술, 전자파 인체 영향 분석 기술 활용
 - ▶ (전자기파 원천기술 기반 통신공간 확대) 기존 전자기파의 전파매질 한계를 극복하여, 수중이나 지중에서 통신 및 전력전송이 가능하게 하여 국민의 재산과 인명보호에 활용
 - ▶ (위성기반 3D 통신공간 확대) 5G 등 지상 통신망 성능이 급격하게 높아짐에 따라, 5G-위성 연동 통신망 및 재난 환경에서 핵심적으로 활용될 위성 통신망의 성능 고도화를 위한 대용량 전송 재구성 다중 빔 위성 기술 활용
 - ▶ (위성기반 3D 통신공간 확대) 5G+/6G 3차원 전공간 통신서비스 제공을 위한 다중빔 안테나 기술을 활용하여 지상국 및 단말기 성능을 획기적으로 향상시켜, 세계 최고 수준의 위성-지상망 연동 통신망 기술력 확보 추진
 - ③ (실현가능성) 전파·위성 기술 확보는 정부 정책과 보조를 맞춰 핵심 기술 확보 및 예산 확보하여 기술 개발 목표 실현
 - ▶ (5G+/6G 주파수 확보) 주파수 사용량 예측과 정밀한 전파 간섭 분석 기술을 확보하기 위하여 기계학습 기술 개발과 3차원 지리정보시스템 기반 간섭분석 기술 개발에 예산을 반영하여, 정부에서 추진 중인 추가 주파수 2,130MHz 이상 확보
 - ▶ (안전한 주파수 이용환경) 피부 및 안구 노출에 대한 영향 연구를 하기 위하여 3D 세포 모델을 이용한 노출 실험에 집중하며, 불법 전파 탐지 시스템의 상용화 경험을 바탕으로 탐사형 전파모니터링 시스템의 기술이전을 통한 상용화에 예산과 인력 투입
 - ▶ (전자기파 원천기술 기반 통신공간 확대) 지중 100m까지 통신이 가능하게 되면 지중에 있는 시설물을 관리 및 다양한 자원개발에 적용이 가능하고, 직경대비 10배의 무선에너지 전송은 완전한 자유로운 무선전력전송이 가능
 - ▶ (위성기반 3D 통신공간 확대) 천리안1호 위성의 통신탑재체 실용화 경험과 축적된 위성탑재 안테나 기술 및 인증시험 경험을 활용하여 다중 빔 안테나 탑재 위성 국산화 기술 개발 추진
 - ▶ (위성기반 3D 통신공간 확대) 3차원 전공간 통신을 위해 활성화되고 있는 저궤도(LEO) 군집위성에 요구되는 다중빔 안테나 기술은 선행과제에서 확보된 능동위상배열 안테나 기술을 활용하고, 국내 ICT 제조 기술을 기반으로 국산화 개발 추진
- (역할부합성) ETRI R&R의 3-1-3(한정된 주파수 자원 및 위성자원 이용 한계 극복 기술 연구)에 해당함
- (기술적 문제 및 해결방향)

기술문제	해결방향
5G+ 적시적량의 주파수 공급	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전파간섭 정확도를 높이기 위한 3차원 지형정보기반 고정밀 실환경/실시간 간섭분석 기술 확보 ○ 트래픽 성장 모형 개발과 실측 주파수 사용률의 기계학습으로 5G 주파수 포화를 예측하여, 적시적량의 주파수 공급 문제를 해결
전파 모니터링 사각지대 해소 및 밀리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차량탑재를 위한 안테나 소형화 기술, 잡음저감 및 신호원

기술문제	해결방향
미터파 비전리 복사의 복합 환경에서 피부 영향 및 온도상승에 대한 건강 역효과 역치 규명	특성분석을 위한 SW플랫폼 기술 개발 ○ 실환경을 고려한 전자파 노출장치를 개발하여 의사피부모델인 3D 세포모델을 활용하여 전자파 노출과 인체조직 사이의 영향에 대한 연관성 분석
전자기파의 전송거리 한계극복을 위한 새로운 신호원과 고감도 수신기 개발이 요구됨	○ 자기장 우세 모드 생성, 고감도 수신기 기술과 전송거리 확장을 위한 새로운 코일 구조 개발
3차원 공간 통신 서비스 제공을 위한 초소형 빔폭의 위성탑재용 다중 빔 안테나 기술 필요	○ 위상배열 다중빔 안테나 기술을 개발하여 정지궤도 위성 또는 저궤도 통신위성에 적용함으로써 서비스 커버리지를 세분화하고 재구성하여 빔당 데이터 전송속도를 향상시키고, 다중빔 간 주파수 재사용을 통한 주파수 자원 효율화 기술 개발

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2016	○ 플렉시블 통신위성 탑재체 기술 ('16, 기술이전 2건(6천만원), 특허 9건 출원)
2017	○ 융합형 전파 모니터링 시스템 기술 (기술이전 2건(6.65억원), '18.01) - '17년 국가연구개발 우수성과 100선 최우수과제 ○ 플렉시블 통신위성 탑재체 기술 ('17, 기술이전 2건(7천만원), 특허 5건 출원, SCI 1건)
2018	○ 5G 주파수 경매를 통한 국가 R&D 재원(2,680MHz, 3조6천억원) 확보에 기여(' 18.6) ○ 무선통신 전자파에 대한 인체 영향의 과학적 규명 - '18년 국가연구개발 우수성과 100선 최우수과제 ○ 재구성 통신위성 탑재체 기술 ('18, 기술이전 1건(7천만원), 특허 5건 출원, SCI 1건)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	○ 5G+/6G 주파수 발굴 - 4G 주파수사용률 분석 기술 개발 ○ 5G+/6G 주파수 안전한 이용 환경 조성 - 탐사형 전파모니터링 안테나 소형화 - mmWave 세포노출장치 개발 ○ 5G+/6G망 통신공간 확장 - 디지털 채널화기 및 빔형성모듈 기술 개발 - 직경대비 4배 무선전력전송 기술개발	▶ 4G에서 5G로 전환가능 주파수폭 산출 ▶ 차량 탑재형 안테나 및 신호처리 모듈 ▶ 노출시스템 설계 및 구현 ▶ 빔형성 모듈 및 MMIC 칩 ▶ 직경대비 4배 공진코일 시제품
2020	○ 5G+/6G 주파수 발굴 - 5G 트래픽 성장모형 개발 ○ 5G+/6G 주파수 안전한 이용 환경 조성 - 신규전파서비스 모니터링 시스템 개발 - 전자파에 대한 피부 영향 규명 ○ 5G+/6G망 통신공간 확장 - 직경대비 5배 무선전력전송 기술개발 - 탑재체용 16배열 빔형성 네트워크 개발	▶ 5G 트래픽 예측 ▶ 28G대역 5G 전파 모니터링 시스템 설계 ▶ 2020 전자파 인체 건강위험 보고서 ▶ 직경대비 5배 공진코일 시제품 ▶ 탑재체용 16 배열 빔형성 네트워크 시제품

실행연도	세부추진계획	예상성과
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G+/6G 주파수 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - Time-varying 간섭분석 알고리즘 개발 ○ 5G+/6G 주파수 안전한 이용 환경 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 탐사형 전파 모니터링 시스템 고도화 - 전자파에 대한 온도 상승효과 규명 ○ 5G+/6G망 통신공간 확장 <ul style="list-style-type: none"> - 탑재체용 다중빔 안테나 운용 알고리즘 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실환경 전파간섭 분석 시스템 ▶ 탐사형 전파 모니터링 실용 시스템 ▶ 전자파 피부 온도상승 효과 우수논문 ▶ 탑재체용 다중 빔 급전 핵심 부품 및 MMIC
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G+/6G 주파수 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - GIS기반 3D 전파특성분석 및 실환경 전파간섭분석기술 - 5G 주파수효율 예측 기술개발 ○ 5G+/6G 주파수 안전한 이용 환경 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 드론형 전파 모니터링 시스템 설계 - 전자파와 UV 동시 노출 효과 규명 ○ 5G+/6G망 통신공간 확장 <ul style="list-style-type: none"> - 40m 단방향 지중 자기장통신 기술 - 탑재체용 대형안테나 반사판 검증 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실시간 전파간섭 분석 시스템 ▶ 5G 경매의 주파수 공급량 ▶ 드론형 전파 모니터링 시스템 설계서 ▶ 2022 전자파 인체 건강위험 보고서 ▶ 40m 단방향 지중 자기장통신 시스템 ▶ 탑재체용 2 m 급 전개안테나 시제품
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G+/6G 주파수 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - 초격리 전파간섭 알고리즘 개발 ○ 5G+/6G 주파수 안전한 이용 환경 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 드론형 전파 모니터링 모듈 - 밀리미터파 건강 역효과 역치 규명 ○ 5G+/6G망 통신공간 확장 <ul style="list-style-type: none"> - 직경대비 10배 무선전력전송 기술개발 - 탑재체용 다중빔 네트워크 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 5G vertical 주파수 공급량 ▶ 드론 위치보정 및 제어 기술 ▶ 전자파 인체 보호 기준의 안전성 평가 ▶ 직경대비 10배 공진코일 시제품 ▶ 4개 다중 빔 생성 급전 네트워크 시제품
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G+/6G 주파수 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - 5G 주파수 분석 시스템 개발 ○ 5G+/6G 주파수 안전한 이용 환경 조성 <ul style="list-style-type: none"> - 드론형 전파 모니터링 시스템 - 휴대전화 주파수 별 전자파 영향 검증 ○ 5G+/6G망 통신공간 확장 <ul style="list-style-type: none"> - 100m 단방향 지중 자기장통신 기술 - 150km 빔 직경 다중 빔 안테나 검증모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 6G 주파수 확보를 위한 채널사운드 (시간 분해능: 0.25nsec) ▶ 드론형 전파 모니터링 시스템 시제품 ▶ 전자파 인체 건강위험 종합 결과 보고서 ▶ 100m 단방향 지중 자기장통신 기술 ▶ 150km 직경 4개 채구성 다중빔 안테나 시제품

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2029
5G+/6G 주파수 적시 적량 발굴 공급	<ul style="list-style-type: none"> • 실환경 전파 간섭 분석 시스템 • 4G에서 5G 로의 전환 주파수폭 	<ul style="list-style-type: none"> • 5G 트래픽 예측 	<ul style="list-style-type: none"> • Time-varying 간섭분석 알고리즘 • 5G 주파수 포화 예측 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 전파 간섭분석 시스템 • 5G 주파수 경매공급량 	<ul style="list-style-type: none"> • 초격리 간섭분석 알고리즘 • 5G vertical 주파수 공급량 	<ul style="list-style-type: none"> • 6G 주파수 확보용 채널사운드 	<ul style="list-style-type: none"> • 6G 후보주파수 표준화 • ITU-R 주파수 분석 표준화
청정/안전 전자파 환경기술		<ul style="list-style-type: none"> • 탐사형 전파 모니터링 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 5G(28G 대역) 전파 모니터링 시스템 			<ul style="list-style-type: none"> • 드론형 전파모니터링 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 핸드형 전파 모니터링 시스템

연 도 세 부 목 표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2029
		•밀리파와 피부질환에 관계 규명	•밀리파 온 도상승에 대한 효과 규명		•mmWave 건강영향 과의 역치 규명	•전자파 인 체 건강 위 험성 평가	•휴대전화 전자파와 암 발생과의 관계 규명
전자기파 원천기술	•직경대비 4배 무선 전력전송 코일	•직경대비 5배 무선 전력전송 코일	•고감도 자 기장수신기 개발	•40m 단방 향 자중자 기장통신 모듈	•직경대비 10배 무선 전력전송 시스템	•100m 단방 향 자중자 기장통신 모듈	•양방향 지중 자기장 통신 시스템
위성탑재 다중 빔 안테나 기술	•빔형성 모 듈 및 MMC 칩	•16 배열 급전 네 트 위 크 시제품	•다중 빔 급 전 핵심 부품 및 MMC 칩	•2m 급 대 형 반사 판 안테나	•4개 다중 빔 생성 배 열 급 전 네트 워크	•150km / 4 개재구성 다 중 빔 안테나시제 품	•차세대 공공위성에 탑재 하여 150km 다중빔 안테 나 시스템 우주인증 •지상/위성 통합플랫폼

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
○ (최종달성목표) 주파수 발굴은 정부 계획, WRC 계획에 근거하여 발굴량을 결정하였으며, 통신공간 확장은 세계적인 추세와 달성 가능성을 고려하여 지중 통신 영역과 위성의 빔 사용 효율을 설정함	■ 주파수 자원 발굴, 해당 주파수에서의 안전한 주파수 이용 환경 조성, 통신공간 확장 분야로 구성되어 통합된 시스템에 의한 평가가 불가능하므로, 세 영역에 대해 개별 평가 방법 적용
○ (주파수 자원 발굴) 전파진흥기본계획에 근거하여 이를 실현하기 위한 5G 주파수공급량 목표치 약 2,130MHz 폭을 제공하는 것으로 설정	■ 실환경/실시간 전파간섭분석 기술 및 트래픽 예측 모델 개발을 통하여 과기정통부의 '제3차 전파진흥계획'에 제시한 주파수 공급시기 및 공급량으로 적시적량을 평가 ■ 6G 주파수 확보위한 채널사운더 시간분해능 성능 (0.25nsec) 만족 여부
○ (안전한 주파수 이용 환경) 전파신호 분석 시 16bits A/D를 사용하여 분석 가능한 최대 대역폭 100MHz 로 목표 설정	■ on-air 밀집 전파환경내 최대신호 대비 90dB 이상 낮은 신호 수신 조건에서 최대 순시대역폭 100MHz에 대한 전파 모니터링 가능 여부 ■ 수요기관인 과기정통부 산하 중앙전파관리소에서 실환경 성능 검증을 통해 평가
○ (안전한 주파수 이용 환경) 밀리미터파 인체 피부영향 연구는 전세계적 현안이며 연구결과 전무하여 자체 설정	■ 의사 피부조직을 이용한 28GHz 인체 안전성 규명기술에 대해 SCI급 논문, 저명 국제학회, 초청논문 등을 통한 우수성 판단
○ (통신공간 확장) 무선전력전송은 현재 세계 최고기술인 직경대비 2배 수준(MIT), 미국 NIST는 원자자력계 활용 37m로 대역폭 180Hz 자기장 통신기술 개발	■ 통신공간 확장 및 대역폭 목표를 달성한 시스템 시제품의 성능 평가 ■ SCI급 논문, 저명 국제학회, 초청논문 등을 통한 우수성 판단
○ (통신공간 확장) 150 km 빔 직경/4개 다중빔 안테나 구현 - 기존 천리안 위성 및 무궁화 위성의 한계인 한반도 대상 1개 또는 2개의 빔을 능가하는 4개 다중빔으로 목표 설정 - 국외 최신 다중빔 위성인 Huge사의 Jupiter 위성은 북미지역에 300km 직경의 다중빔으로 서비스 중인 바, 이를 능가하는 150km 직경으로 목표 설정	■ 안테나 성능 측정 결과 및 성능 분석 결과를 바탕으로 목표 만족여부를 판단 ■ 국내 위성 및 안테나 전문가 집단에 의한 성능 달성 여부 판단하고 세계 최고 기술과의 비교 평가 추진

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
주파수 소요량	미국 FCC	단일 셀 기준 주파수 소요량 산출	-	단일 셀 기준 주파수 소요량 산출 (선진기관 대비 100%)	복수 셀 등 무선 네트워크 기준으로 ITU-R 주파수 소요량 산출방법을 선도 (선진기관 대비 150%)
전파 모니터링	독일 Rohde&Schwarz	실시간 신호분석 대역폭 80MHz	실시간 신호분석 대역폭 100MHz	85% (실시간 신호분석 대역폭)	100% (실시간 신호분석 대역폭)
전자파 인체 영향 분석	일본 NICT	4G (0.9 ~ 3 GHz)	N/A	4G (0.9 ~ 3 GHz) 100%	5G (28 GHz) 100%
전자파 원천	미국 MIT 미국 NIST	직경대비 2배 37m(BW:180Hz)	직경대비 10배 -	직경 대비 3배 -	직경대비 10배 40m(BW:500Hz 이상)
위성 빔 직경	미국 HUGHES ¹⁾	300 km	200 km	300 km (선진기관 대비 100 %)	150 km (선진기관 대비 125 %)

1) 북미 전지역을 60개의 Ka 대역 빔으로 서비스 중인 HUGHES사의 Jupiter-2 위성의 성능 제원을 기준으로 하였으며, '25년경에는 위성의 대용량화 추세와 위성기술 개발 추세를 바탕으로 200 km 빔 직경 다중 빔 안테나의 사용이 예상됨

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- 5G 주파수 소요량 산출, 5G 주파수 포화 예측 등의 방법론은 신규 ITU-R 보고서로 제시하여, 여러 국가에서 이용할 수 있는 확산체계를 구성
- 전파모니터링 기술 개발 관련하여, 과제수행 중 발생하는 국내·외 감시환경 변화에 대처하기 위하여 과기정통부 및 중앙전파관리소와 업무 협조
- 전파모니터링시스템 해외수출 관련국의 요구사항을 파악하여 산업체에 필요기술 및 장비 개발 지원
- 3D 공간 통신망 확장을 위한 과기정통부/출연연/산업체 협력 연구개발 체계 수립 및 고비용 위성 기술의 산업체 개발 지원을 위한 정부 지원 방안 수립을 통해 위성 산업 활성화 추진
- 대용량 다중빔 위성 기술을 군통신 위성에 적용하기 위한 국방 ICT 기술 개발 사업과 긴밀한 협력 체계 구축하고, 차기위성 개발 등에 국방 수요 기술 검증 추진

② 세부실행 계획

- ITU-R에 주파수 소요량 및 포화시기를 연구하는 과제를 만든 후, 관련 보고서 및 권고서를 제정할 계획
- 전파모니터링 기술개발과 병행하여 요소기술(안테나, 디지털보드)의 상용화를 위한 기술이전 추진 (2019)
- 전자파 인체 영향 연구 결과에 대한 전자파에 대한 건강영향 평가 보고서(KEHC: Korea EMF Health Criteria) 발간
- 위성 기술개발 추진에 있어, 국내 산업체 기술 최대 활용할 수 있도록 업체 공동 참여를 유도하고, 핵심 요소 기술의 산업체 기술이전으로 산업체 기술력 확대와 상용화를 동시에 추진(2020~)

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 5G 주파수 경매 시기 및 주파수 공급량에 활용
- 중앙전파관리소 및 국가 주요시설 전파 환경 보호 업무에 활용
- 전자파 인체보호기준 수립 및 전자파 건강역효과 역치 개발에 활용
- 기존의 전파매질 한계기술을 극복하여 지중/수중 자기장 통신과 자유로운 무선전력전송에 활용
- 차세대 공공복합 통신위성 ('27년 발사 예정) 개발에 직접 활용
- 저궤도 군집위성을 활용한 3차원 전공간 통신 시스템 테스트 베드 구축에 활용
- 국내 수요 군위성 및 정보위성의 국산화에 직접 활용

《기대효과》

- 국내 5G 기반 4차 산업혁명 발전에 필요한 적시적량 주파수 공급에 기여
- 국민의 전자파에 대한 이해증진 및 안전한 전파 사용에 이바지
- 전파 환경 보호, 신규전파 서비스에 대한 전파 감시 및 국제 표준화 및 IPR 확보로 국내 전파 산업 활성화
- 자기장을 이용하여 지중/수중과 같은 극한환경에서 통신이 가능해지므로 국민의 재산/인명 보호에 기여
- 해상, 공중 등 국가 영토 100%를 모두 커버하는 위성통신 서비스를 통해 국민생명보호/국가안보에 기여
- 산업체 기술이전을 통한 국내 우주 산업 고도화를 추진하여 고부가 우주산업 활성화와 고용 창출 기대
- 다중 빔 위성탐재체 기술은 세계 최선도 우주기술로서 개발 성공시 우주기술 선진국 진입 가능하며, 국내 기술 자립화와 우주 인증 이후에 국외 위성 또는 위성탐재 안테나 수출 기대
- 위성기반 3D 전공간 통신 서비스 제공 인프라 구축 사업의 국내 주도 개발로 국제적 경쟁력 확보 기대
- IT 강국의 기술력을 바탕으로 미래 우주기술 강국 진입을 위한 기틀 마련

전략목표 4

[배점: 15점]

소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현

기본 추진방향

추진목적

- 가상과 현실의 경계를 허무는 초실감 미디어 기술 혁신과 감각 장벽을 해소한 콘텐츠 제공을 통해 현장감 있는 초실감 서비스 시대 선도

최종목표(대표성과)

- 입체공간 기반의 초실감 미디어 기술 혁신을 통한 신산업 창출 및 국제표준 선도
- 오감·감성까지 자극하는 초실감 콘텐츠 기술 선도로 소통과 체험이 가능한 초실감 콘텐츠 제공

고유임무와의 연계성

- ETRI R&R의 주요역할(4-1)과 연계(가상과 현실의 경계를 허무는 초실감 입체공간 기술 연구)
- ETRI R&R의 주요역할(4-2)과 연계(오감·감성 체험이 가능한 초실감 상호작용 기술 연구)

중점 추진방향

- 시공간 제약을 해소하고 고부가가치 미디어·콘텐츠 산업이 연계된 신산업 생태계 조기 구축을 위한 초실감 미디어 핵심원천기술 확보 및 국제표준 선도
- 오감을 제공하고 감성 기반의 인터랙션을 통해 초실감 콘텐츠 산업 활성화 도모

대내외 환경분석 및 전략목표 적합성

차원		환경분석
유망성	시장성	가상과 현실을 자유로이 이동하며 체험하는 시공간적 한계극복 요구 증대 및 오감·감성 융합 서비스 시대 도래에 따라 국민 체감형 초실감 콘텐츠 서비스 요구 증대
	기술성	실제와 같은 고품질 미디어를 사용자의 이동에 따라 제공하는 초실감 미디어 기술 수요 증가
공공성	공익적 가치	시공간의 제약을 해소하고 소통·체험을 통한 국민 삶의 질 향상을 위한 고품질·고실감 몰입형 미디어 서비스 제공
	공적투자 필요성	초실감 서비스를 위한 미래 원천핵심기술개발, 국제표준화 및 콘텐츠 개발은 출연(연)을 통한 장기간 투자와 기술축적이 필요

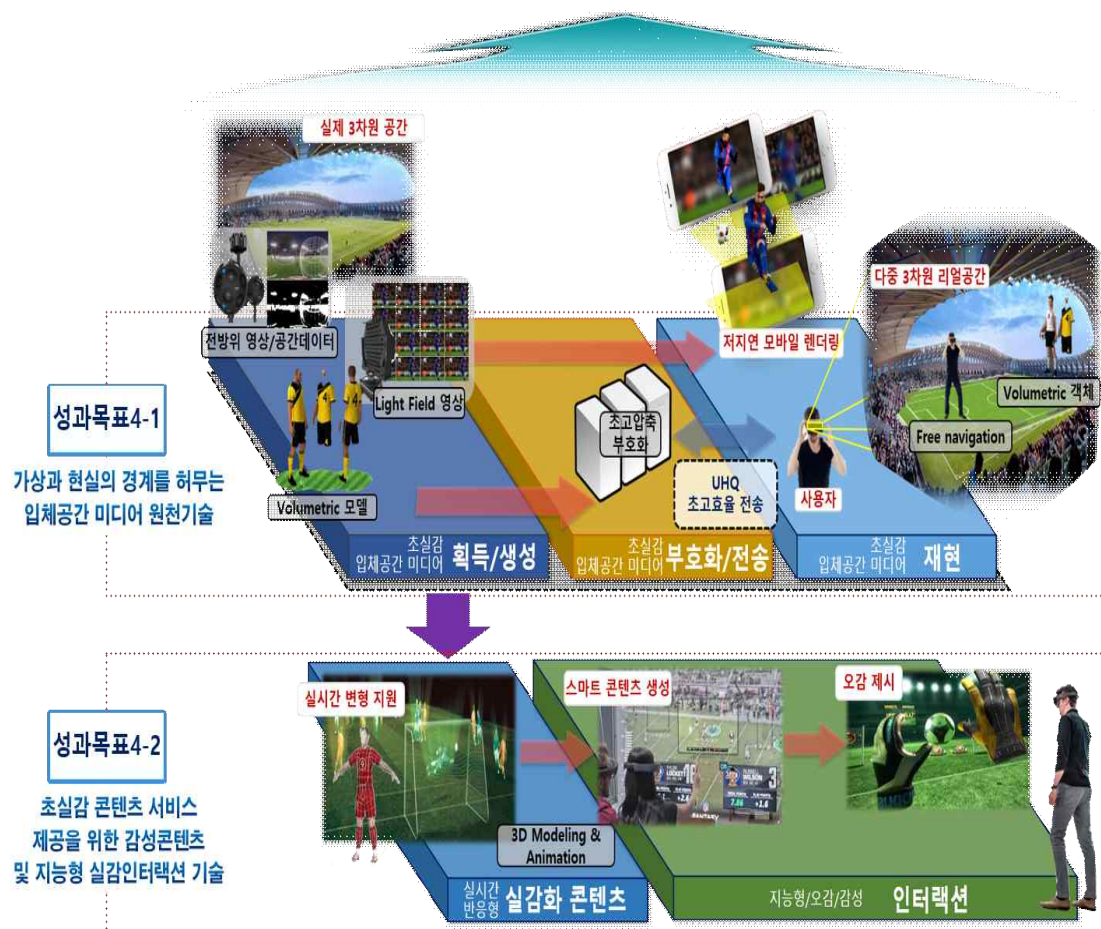
ETRI 경쟁력	기술수준	미디어 관련 세계 최고 연구기관들과 대등한 기술 보유
	연구역량	세계 최초 상용화에 성공한 4K-UHD기술, 세계 최초 46인치급 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이 구현 및 다수의 MPEG 및 ISO/IEC 표준특허를 보유
	생태계 영향력	MPEG, ATSC, DVB 등 표준 필수특허 확보로 글로벌 기술 주도권 확보

전략목표 적합성	유망성과 공적투자 필요성이 높으면서 ETRI 경쟁력이 있는 초실감 미디어 원천기술과 디지털 감성 인터랙션 기술은 ETRI 전략목표로 적합함
----------	---

🔗 전략목표와 성과목표 연계도

전략목표 4

소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현



성과목표 및 대표성

● 성과목표 대표성 도출 방법론



● 성과목표 대표성 도출

핵심분야 문제정의	문제해결 방향	성과목표 도출
<ul style="list-style-type: none"> ○ 현재의 AR/VR 기술로는 자연스런 고품질 서비스 제공이 어려움 ○ 홀로그램 직접 획득은 레이저 사용이 가능한 실험실 환경에서만 제한 ○ 수동적 평면 기반 부호화 및 전송 기술은 초대용량 데이터가 요구되는 초실감 서비스 불가 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실제와 같은 고품질 미디어를 사용자의 이동에 따라 제공하는 이머시브 미디어 기술 필요 ▶ 실내외 모든 환경에서 안전성 문제없이 실시간으로 홀로그램 획득하기 위한 자연광 기반 획득 기술 필요 ▶ 영상·음향 미디어의 양적 팽창과 초고품질 서비스를 위해 초고압축 부호화 및 초고효율 전송 기술 필요 	<p>가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ 가상객체와 실제 환경의 부조화로 인한 몰입감 저하와 단순하고 획일화된 콘텐츠 제공 ○ 일반 콘텐츠에서 개별 센싱에 의한 단순 인터랙션으로 소통과 체험 한계 ○ 단일 감각 센싱에 따른 감성 추출/동작인식 제약 및 감성 정보의 콘텐츠 재현과 체감의 한계성 노출 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실환경에서 콘텐츠 이질감 제거를 위한 환경과 조명 변화에 자동 적응하는 실감가시화 기술 필요 ▶ 소통과 체험 극대화를 위한 초연결된 테라급 공간에 대한 지능형 실감 인터랙션 기술 필요 ▶ 자유롭고 안전한 사람중심의 콘텐츠 서비스 제공을 위한 오감/감성 콘텐츠 기술 필요 	<p>초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술</p>

자원투입 현황

(단위: 백만원, 개, 명)

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표4-1] (배점: 7점) 가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술	2019	3,638	41,109	44,747	32	143
	2020	4,127	31,667	35,794	28	139
	2021	8,552	28,007	36,559	22	135
	2022	13,174	24,167	37,341	20	133
	2023	17,998	20,141	38,138	18	130
	2024	23,048	13,252	36,300	16	127
	소계	70,537	158,342	228,878	93	807
[성과목표4-2] (배점: 8점) 초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술	2019	682	39,880	40,562	28	163
	2020	1,171	30,438	31,609	24	160
	2021	5,596	26,778	32,374	20	157
	2022	10,218	22,938	33,156	19	155
	2023	15,042	18,912	33,953	18	152
	2024	20,092	12,023	32,115	17	148
	소계	52,801	150,968	203,768	126	935
합계		123,338	309,310	432,646	219	1,742

※ 출연금사업 대과제명과 수탁사업명 상세내역(2019) : <부록5> 참조(관련 페이지: 207-210)

성과목표 4-1

[기초·미래선도형] 가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술 [배점: 7점]

① 최종 달성목표

- 입체공간 기반의 초실감 미디어 기술 혁신을 통한 신산업 창출 및 국제표준 선도

《세부 달성목표》

- 현실과 구분할 수 없는 입체·공간 미디어 생성/재현 기술 혁신
- 대용량 입체·공간 미디어의 초고압축 부호화 및 초고효율 전송 기술 혁신
- 초실감 미디어 국제표준 선도

《기술 개념도》



② 목표수립 배경

- **(정책연계성)** ①제4차 과학기술기본계획(혁신성장동력 육성), ②혁신성장동력(가상증강현실, '19, 과기정통부), ③전파진흥기본계획(2019~2023), ④5G+ 전략(10대 핵심산업: VR·AR디바이스, 5대 핵심서비스: 실감컨텐츠, '19, 과기정통부)
- **(중요성)** 기존의 수동적 평면 미디어에서 입체공간 미디어로의 패러다임 변화 가속화
 - ① **(기술수요)**
 - ▶ 현재의 AR/VR 기술로는 자연스런 고품질 서비스 제공이 어렵기 때문에, 실제와 같은 고품질 미디어를 사용자의 이동에 따라 제공하는 6DoF 이머시브 미디어 기술 수요 증가
 - ▶ 세계 최초로 상용화에 성공한 5G/4K-UHD 성과 확산 및 8K/16K 시대를 대비한 콘텐츠·디바이스 경쟁우위 지속을 위해 초고품질 미디어 생성 및 부호화·전송 기술개발/표준선점이 필수
 - ▶ 레이저기반 홀로그램 획득은 제한적 환경에서만 사용가능하고 안전성 문제를 유발하므로, 모든 환경에서 안전한 자연광 기반 홀로그램 획득 기술에 대한 수요 증가
 - ▶ VR·AR 디바이스의 및 초고해상도 디스플레이에 대한 수요가 증가하고 있으나, 핵심 부품인 마이크로디스플레이 패널은 국내에 대응할 수 있는 기업이 거의 없어 국가주도 연구개발 필요
 - ② **(활용가능성)**
 - ▶ 이머시브 공간 미디어 생성/재현 기술은 VoD, 스트리밍, 라이브 방송 등의 초고품질 몰입형

서비스를 위한 핵심 기술로 활용되며, 쇼핑, 부동산, 헬스케어, 교육, 국방, 제조 등의 다양한 산업분야에서 현실과 가상을 연결할 수 있는 매개체로서 활용

- ▶ 홀로그램 입체 획득/재현 및 촉감 구현 기술은 난이도가 높아 민간의 투자가 활발하지 않으나 궁극의 실감 미디어로서 개발 성공시 활용가능성 및 파급효과가 막대함
- ▶ 초고압축 부호화 및 초고효율 전송 기술은 영상·음향 미디어의 양적 팽창 대비와 8K, 16K, VR, 이머시브 공간, 홀로그램과 같은 초대용량 미디어 서비스를 위한 필수 구성 요소임





● (역할부합성) ETRI R&D의 주요역할 4-1(가상과 현실의 경계를 허무는 초실감 입체공간 기술 연구)에 해당함

● (기술적 문제 및 해결방향)

분야	기술 문제	해결 방향
이머시브 공간	○ 낮은 주시역 해상도(1K급)와 낮은 휘도에 의해 사용자 피로도 증가 및 시인성 저하 발생 ○ 시청 자유도가 3DoF로 제한됨에 따라 시청 이동시 부자연스러운 영상 발생	■ DVB 요구사항인 4K급 이상의 주시역 해상도 및 자유로운 이동 체험을 제공하는 6DoF 이머시브 공간 획득/생성 및 재현
홀로그램	○ 레이저 기반의 홀로그램 획득은 실험실 환경 내 객체로 제한적일 뿐 아니라 안전성 문제를 유발하므로 실용화 어려움. 現 홀로그램 재현 기술은 해상도가 낮고 촉감을 느낄 수 없어 차별화된 사용자 경험 제공에 한계 존재	■ 일반 2D 디지털 카메라처럼 실내외 구분 없이 자유롭게 안전하게 촬영이 가능한 자연광 기반의 고해상도 홀로그램 획득 및 고해상도의 만질 수 있는 Tangible 홀로그램 재현
AV 부호화	○ 현재의 평면 비디오 부호화 표준으로는 8K 이상 대응 어려움. 기존 다시점 부호화 표준으로는 막대한 데이터량의 6DoF 입체공간 서비스 불가 ○ 실시간 소통을 위해서는 오디오 지연이 30ms 이내이어야 하나, 현재의 부호화 기술은 고음질 제공시 수백ms의 구조적 지연 발생	■ 8K 이상의 비디오 서비스 및 입체공간 비디오 서비스를 위한 혁신적 압축률 향상 ■ 저지연·고품질 동시 제공 오디오 부호화 기술 개발로 자연스럽고 생생한 소통과 체험을 제공
전송	○ 기존 4K UHD TV 방송기술(ATSC 3.0 SISO)은 전송용량의 한계로 2027년경 서비스 도입이 예상되는 8K UHD 와 같은 UHQ 미디어 전송이 어려움	■ SFN-LDM-MIMO 기반의 방송 전송효율 극대화로 신규 서비스 도입 촉진 및 방송·통신 주파수 부족 이슈 해소

③ 세부추진계획

① 과거실적

분야	실적 (2016 ~ 2018)
이머시브 공간	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4KUHD(4Kx2K)보다 3배 넓은 12Kx2K 대화면 UWV 획득, 실시간 스티칭 및 실황중계 시스템(2017), 시범서비스(2018) ○ 1280x1024 해상도의 녹색 OLED 마이크로 디스플레이 국제전시(2018) 
홀로그램	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계 최초 수평 360도 테이블탑형 홀로그래픽 디스플레이 구현(2016) ○ 3um 픽셀피치 홀로그램 디스플레이 개발/시연(2017), ○ 16K 2인치급 SLM 패널 개발/시연(2018) 
AV 부호화	<ul style="list-style-type: none"> ○ MPEG 4세대 표준특허 기술료, 라이선싱 182억원 달성(누적) ○ MPEG 5세대 영상 부호화(VVC) 국제표준(안) 반영 12건(2018) 
전송	<ul style="list-style-type: none"> ○ UHD 및 이동HD 동시방송이 가능한 2계층 LDM 기술 등 ATSC 3.0 전송 표준 필수특허 확보(2017) ○ 2018 출연연 10대 성과로 “UHD 모바일 방송기술” 선정 

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
① 6DoF 이머시브 공간 획득/생성 및 재현		
2019	○ HMD 기반 3DoF+ 가상시점 생성 및 재현 기술 개발 ○ 5,000nit급 고휘도 백색 탠덤 OLED소자 구조 개발	▶ 주시역 Kx1K 및 좌우 ±20cm의 3DoF+ 영상 재현 SW ▶ 1Kx1K 백색 OLED마이크로 디스플레이 국제 전시
2020	○ 3DoF+ 표준기술 및 희소공간데이터 생성 기술 개발 ○ 4K급 디스플레이 구동회로 및 화소구조 개발	▶ MPEG-I 표준 IPR 5건 이상 ▶ JCR 상위 20% SCI 논문 1건(공간데이터 추출 관련)
2021	○ HMD기반 3DoF+ 가상시점 생성 및 재현 시스템 개발 ○ OLED용 고투과 상부 전극구조 및 칼라필터/봉지기술 개발	▶ 주시역 2Kx2K 및 좌위/상하 ±30cm 3DoF+ 영상 재현 시스템 ▶ 광시야각 OLED마이크로 디스플레이 국제 전시
2022	○ 3DoF+ to Omnidirectional 6DoF 확장 기술 연구 ○ 휘도 향상을 위한 상부발광 OLED용 광추출 구조 개발	▶ JCR 상위 10% SCI 논문 1건(디스플레이 기술 관련) ▶ 핵심원천 3급특허 1건 확보(디스플레이 기술 관련) ▶ 광추출 구조가 적용된 OLED마이크로디스플레이 시제품 확보
2023	○ Omnidirectional 6DoF 획득/재현 표준기술 및 답라닝기반 희소공간 데이터 생성 기술 개발 ○ 4K x 2K 인터페이스 및 광시야각 광학계 개발	▶ MPEG-I 표준 IPR 5건 이상
2024	○ Omnidirectional 6DoF 영상 획득 및 재현 시스템 개발 ○ 4K급 고휘도/저전력 마이크로 디스플레이 개발	▶ 주시역 4Kx2K 및 반경 1M 이내 움직임 범위의 6DoF 미디어 획득 및 재현 시스템(세계 최고) ▶ 초경량·광각 AR 글래스 디스플레이 국제 전시
② 자연광 기반 홀로그램 획득 및 Tangible 홀로그램 재현		
2019	○ 자연광 기반 홀로그램 획득 기초 연구 ○ 스택TFT기반 픽셀구조 개발	▶ 1um피치 픽셀 어레이 기술 개발로 SID 2019에서 Distinguished Paper Award 수상
2020	○ 자연광 기반 단일 파장 홀로그램 획득 기술 개발 ○ 고압전성 초음파 소재 및 촉감 재현 픽셀구조 개발	▶ 자연광 기반 4K@10fps 단일 파장 홀로그램 획득 시스템
2021	○ 자연광 기반 충전연색 홀로그램 획득 기술 개발 ○ 초음파 액추에이터 집적형 공간광변조기 구조 설계	▶ 자연광 기반 4K@15fps 충전연색 홀로그래픽 카메라 ▶ 세계최초 Tangible 홀로그램 PoC 시연 (4K급)
2022	○ 자연광 기반 실시간 홀로그램 획득 알고리즘 최적화 ○ 16K Tangible 홀로그램 구동용 영상처리 드라이버 IC 및 초음파 액추에이터 신호처리 IC 개발	▶ JCR 상위 20% SCI 논문 2건 (획득 분야, SLM 분야)
2023	○ 자연광 기반 고해상도 단일파장 홀로그램 획득 시스템 개발 ○ 홀로그램-촉감 액추에이터 동기화 기술 개발	▶ 자연광 기반 8K@15fps 단일파장 홀로그램 획득 시스템 ▶ Tangible 홀로그램 재현 관련 3급 특허 등록
2024	○ 자연광 기반 고해상도 충전연색 홀로그램 획득 기술 개발 ○ 16K x 16K Tangible 홀로그램용 초박형 촉감 액추에이터 집적 공간광변조기 패넬 개발	▶ 자연광 기반 충전연색 홀로그램 획득 및 이를 이용한 실 시간 Tangible 홀로그램 동영상 재현 시연 (세계 최초)
③ 초고압축 AV 부호화		
2019	○ 5세대 평면 비디오 압축 기술 국제표준화 ○ 기계학습 기반 코어대역 오디오 압축 기술 개발	▶ VVC 국제표준안 반영 기술 30건(누적) ▶ 3DA 대비 2배 압축 코덱(멀티채널)
2020	○ 기계학습 기반 비디오 압축 원천 기술 개발	▶ HEVC 대비 3배 평면 압축 요소 기술
2021	○ 기계학습 기반 비디오 압축 원천 기술 고도화 ○ 기계학습 기반 단일구조 오디오 압축 기술 개발	▶ HEVC 대비 4배 평면 압축 요소 기술 ▶ 3DA 대비 4배 압축 알고리즘(멀티채널)
2022	○ 입체공간 비디오 공간적 예측 기술 개발 ○ 최소 분석단위 기반 저지연 오디오 압축 기술 개발	▶ HEVC 대비 6배 입체공간 압축 알고리즘 ▶ 3DA 대비 5배 지연시간 개선 @MOS 4.5
2023	○ 입체공간 비디오 시간적 예측 기술 개발	▶ HEVC 대비 12배 입체공간 압축 알고리즘
2024	○ 6세대 평면 비디오 압축 표준기술 선점 ○ 입체공간 비디오 부호화 기술 통합 및 성능 개선 ○ 저지연-고품질 오디오 코덱 구조적 복잡도 개선	▶ 기계학습 기반 6세대 국제표준 제안(세계 최초) ▶ HEVC 대비 18배 입체공간 압축 알고리즘(세계최고) ▶ 3DA(현존 세계최고) 대비 10배 지연시간 개선 @MOS 4.5

실행연도	세부추진계획	예상성과
④ 초고효율 전송		
2019	○ UHQ 전송 모듈 구현(캐나다 CRC와 국제공동연구)	▶ ATSC 3.0 SISO 대비 전송효율: 150% 달성
2020	○ UHQ 전송 시제품 구현	▶ ATSC 3.0 SISO 대비 전송효율: 160% 달성
2021	○ UHQ 전송 시제품 보완	▶ ATSC 3.0 SISO 대비 전송효율: 160% 달성
2022	○ UHQ 전송 방송실험	▶ ATSC 3.0 SISO 대비 전송효율 180% 달성
2023	○ UHQ 방송시스템 요구사항 정의	▶ 8K ‘UHQ 방송시스템’ 요구사항 정의서
2024	○ UHQ 방송시스템 구조 설계	▶ 8K ‘UHQ 방송시스템’ 구조설계서

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2029
6DoF 이머시브 공간 획득/생성 및 재현	저전압/ 고휘도 OLED 원천기술	초고해상도 CMOS 백플레인 원천기술	3DoF+지원 가상시점 생성/재현 시스템	초고해상도 /광시야각 Full-color VR-AR 모듈	4K/5,000nit 초경량/ 자연적VRAR 디바이스	4Kx2K@ 6DoF 재현 시스템	실사 기반 6DoF 서비스 - 주시역 4K급 6DoF 입체 공간 실시간 생성 - HMD 및 AR클래스 기반 입체공간 재현
자연광 기반 홀로그래픽 획득 및 Tangible 홀로그래픽 재현	자연광 실시간 총천연색 홀로그래픽 카메라 1.0 (4K@15fps)			자연광 실시간 총천연색 홀로그래픽 카메라 2.0 (8K@30fps)			Holo-TV 시범서비스 - 홀로그래픽 카메라 3.0(16K@30fps), - 5인치급(32Kx32K) Tangible 홀로그래픽 재현 디바이스
초고압축 AV 부호화	HEVC 2배 국제표준안 반영 30건	HEVC 3배 평면 압축 요소기술	HEVC 4배 평면 압축 요소기술	HEVC 6배 입체공간 압축압축	HEVC 12배 입체공간 압축압축	HEVC 18배 입체공간 압축압축	AV 압축 국제표준 선점 - 6세대 평면 비디오 압축 표 준 및 입체공간 압축 표준 반 영 각 30건 - 차세대 오디오 압축 표 준 반영 30건
초고효율 전송	UHQ 전송모듈	UHQ 전송 시제품	UHQ 전송 방송실험	UHQ 전송 방송실험	UHQ 방송시스템	UHQ 방송시스템	8K 방송 국제표준 및 서비스 기반조성

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
① 6DoF 이머시브 공간 획득/생성 및 재현		
문제 정의	▶ 낮은 주시역 해상도와 제한적 시청자유도로 몰입감 저하 ▶ 저해상도 VRAR 디스플레이의 스크린도어 효과로 인한 사용자 피로도 유발	▶ (주시역해상도) HMD 또는 2D 디스플레이에서 재생되는 영상 해상도 측정 ▶ (시청 자유도) 사용자를 중심으로 일정 범위 안에서 상하/좌우/전후 이동시 생성되는 가상시점 영상 재현 여부 확인
접근 방식	▶ 다중카메라기반 획득 및 실시간 영상합성을 통한 초고품질(주시역 해상도 4K 이상) 공간미디어와 6DoF의 자유로운 이동시청 제공 ▶ CMOS 공정 활용 및 신규 화소 구조 설계를 통해 디스플레이 해상도 향상(4K급) 및 고휘도 OLED소자 구조 및 칼라필터 공정 개발	▶ (디스플레이 해상도) 제작된 Back-plane의 화소 SEM 이미지 및 active 영역 계산을 통해 해상도 확인
검증 목표	▶ 6년뒤 예상되는 세계최고수준(Goggle)의 주시역 해상도 및 시청 자유도 ▶ Full-white 기준으로 4K급 5,000nit의 고휘도 재현	▶ (휘도) Full-white 데이터 입력 상태에서 디스플레이 패널을 휘도계로 측정
기술 수준	▶ (As-Is) 1Kx1K 주시역 해상도 및 3DoF+ 시청 자유도 → (To-Be) 4Kx2K @6DoF ▶ (As-Is) 2K급 3,000nit → (To-Be) 4K급 5,000nit 재현	▶ (정량목표) 표준 IPR 확보, SQ 저널 논문 게재, 국제시연, 기술이전 여부 확인

목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
② 자연광 기반 홀로그램 획득 및 Tangible 홀로그램 재현		
문제 정의	<ul style="list-style-type: none">▶ 현재 자연광 기반 홀로그램 직접 획득 기술은 다수의 간섭패턴들을 시간차이를 가지고 획득하므로 실시간 동영상 획득이 어려움▶ 재현된 홀로그램의 해상도가 낮으며, 촉감을 느낄 수 없어 차별화된 사용자 경험 제공에 한계가 있음	<ul style="list-style-type: none">▶ (해상도 및 프레임율) 직접 획득된 홀로그램에 대해 합성 영상처리 및 변환 기술을 적용한 복소 홀로그램의 가로 화소수 및 초당 프레임 수 측정▶ (SLM 픽셀피치 및 해상도) 홀로그램 영상의 시야각 및 크기를 측정하여 픽셀피치 및 해상도를 계산▶ (촉감 재현) 세계 최고 수준의 초박형 모듈 및 촉감 분해능 달성 여부 확인▶ (정량목표) SCI 저널 논문게재, 국제 전시회 시연 및 기술이전 여부 확인
접근 방식	<ul style="list-style-type: none">▶ 다수 촬영소자 화소를 하나로 묶는 다중화 기술로 실시간 획득달성▶ 수직 적층구조 및 랜덤 픽셀 기반 공간광변조기 패널은 대면적 광시야 각 홀로그램 영상 구현이 가능하고, 고압전성 복합체 기반 초박형 초음파 트랜스듀서를 집적하여 광시야각 Tangible 홀로그램 재현	
검증 목표	<ul style="list-style-type: none">▶ 자연광 기반 컬러 홀로그램(8K)을 실내외 환경에서 실시간(30fps) 생성▶ 초박형(10mm두께) Tangible 홀로그램 재현(픽셀피치 3um x 3um, 해상도 16K x 16K 홀로그램 및 촉감 분해능<10mm)	
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ (As-Is) 레이저 기반 2K@정지 홀로그램 획득 → (To-Be) 자연광 기반 8K@30fps▶ (As-Is) 공간광변조기(SLM)와 촉감 재현 모듈 별도 존재 → (To-Be) 초박형 촉감 액추에이터가 집적된 공간광변조기	
③ 초고압축 AV 부호화		
문제 정의	<ul style="list-style-type: none">▶ 6DoF 입체공간 비디오 데이터량은 수십 테라급으로 기존 2D 평면 압축 기술로는 서비스 불가▶ 現 고품질 오디오 압축기술은 고지연 특성에 의해 실시간 소통과 체험 불가▶ 기계학습 접목을 통한 평면 비디오 압축률 혁신과 더불어, 3차원 공간에서 시공간 예측 등을 통해 입체공간 비디오 압축 성능 한계 극복	<ul style="list-style-type: none">▶ (비디오 압축율) 라이트필드 비디오 입력에 대해 HEVC로 압축/복원한 영상과 ITU-R BT.500에 따라 화질 측정 및 압축 비트량 평균을 계산▶ (오디오 압축 지연) 시험 음향신호의 마커 위치를 기준으로 부호화 시작과 복호화 종료 시점간 시간 차 측정▶ (오디오 압축품질) 압축하고 복원한 시험 음향신호에 대해 MOS 4.5 이상의 고품질을 제공하는지 여부를 주관적 음질평가 방법을 통해 평가▶ (국제표준 반영) 특허사무소의 클레임 차트를 통해 국제표준안과 특허기술의 매칭 여부 확인
접근 방식	<ul style="list-style-type: none">▶ 단구간 신호 정합/분석 및 음향 정보량 예측 기반 가변 양자화 등 지연 최소화 방법과 기계학습 접목을 통해 저지연과 고압축 동시 달성	
검증 목표	<ul style="list-style-type: none">▶ 6년뒤 예상되는 세계최고수준(MPEG, HEVC 대비 4.5배)보다 월등한 입체공간 비디오 압축률(HEVC 대비 18배) 달성▶ MOS 4.5 고품질을 유지하면서 현 세계최고인 3DA 대비 10배 지연시간 개선	
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ (As-Is) HEVC 1.5배 성능의 다시점 부호화(MV-HEVC) → (To-Be) HEVC 18배 성능의 6DoF 입체공간 비디오 부호화▶ 오디오 부호화 지연: (As-Is) 500ms → (To-Be) 50ms	
④ 초고효율 전송		
문제 정의	<ul style="list-style-type: none">▶ 6MHz 대역폭에서 ATSC 3.0 SISO 전송기술로는 8K UHD와 같은 새로운 UHQ 미디어 전송 한계 발생	<ul style="list-style-type: none">▶ (전송효율) SISO 전송시스템의 전송률 30Mbps를 기준으로, 개발된 SFN-LDM-MIMO 전송시스템의 입출력에서 오버헤드(약 20%)를 제외한 순수 데이터의 초당 비트수(bps)를 측정하여 비교▶ (방송실험) 개발된 SFN-LDM-MIMO 전송시스템의 8K UHDTV 방송실험
접근 방식	<ul style="list-style-type: none">▶ SFN-LDM-MIMO 성능이득 향상 기술로 문제해결	
검증 목표	<ul style="list-style-type: none">▶ ATSC 3.0 SISO 대비 MIMO 전송효율 180%@6MHz, C/N=20~25dB	
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ (As-Is) ATSC 3.0 SISO 대비 150%의 전송효율(ETRI) → (To-Be) 現 세계최고인 NHK 수준의 MIMO 전송효율(180%)	

⑥ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	핵심 지표	기관명 (국가)	기술 수준		기관 기술	
			현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
6DoF 이머시브 공간 획득/생성 및 재현	주시역 해상도/휘도 @시청자유도	Google(미국) Sony(일본)	2Kx1K ¹¹⁾¹²⁾ /3,000nit @3DoF+ (Single구조)	4Kx2K /4,000nit @6DoF	1Kx1K /1,000nit @3DoF+ (85%) (Tandem 구조)	4Kx2K /5,000nit @6DoF (>100%)
자연광 기반 홀로그래프 획득 및 Tangible 홀로그래프 재현	홀로그래프 획득 해상도 @프레임율	Ben-Gurion Univ. of the Negev (이스라엘)	1024x768 ¹³⁾ @정지	2Kx1K @30fps	2Kx1K @정지 (200%)	8Kx4K @30fps (400%)
	홀로그래프 재현 해상도 ¹⁴⁾ 및 촉감 분해능 @모듈 두께	NA (해상도 Holoeye, 촉감분해능: Ultrahaptics)	NA (4Kx2K ¹⁵⁾ , 10mm ¹⁶⁾ @54mm)	NA (8Kx4K, 10mm @40mm)	NA (16Kx3.2K NA) (100%)	16Kx16K, <10mm @10mm (400%)
초고압축 AV 부호화	비디오 압축률 1) 평면 2) 입체공간	MPEG & VCEG	HEVC 대비 1) 평면: 2배 ¹⁷⁾ 2) 입체: 1.5배 ¹⁸⁾	HEVC 대비 1) 평면: 3배 2) 입체: 4.5배	HEVC 대비 1) 평면: 2배 (100%) 2) 입체: 1.5배 (100%)	HEVC 대비 1) 평면: 4배 (132%) 2) 입체: 18배(400%)
	오디오 압축상능 1) 지연시간 2) 압축률	프라운호퍼 (독일)	3DA 대비 1) 1배 ¹⁹⁾ 2) 1배	3DA 대비 1) 1배 2) 2배	3DA 대비 1) 1배 (100%) 2) 1배 (100%)	3DA 대비 1) 1/10배 (1,000%) 2) 2배 (100%)
초고효율 전송	MIMO 전송효율 (SISO 대비)	NHK STRL (일본)	180% @CNR 20~25dB ²⁰⁾	180% @CNR 20~25dB	150% @CNR 20~25dB (83%)	180% @CNR 20~25dB (100%)

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 세부실행 계획

● 성과목표 달성 및 국제표준화/실용화를 위한 신규사업 및 후속사업 추진

- ▶ (이머시브 공간 재현) 4K급 고해상도와 1,000nit급 고휘도 재현이 가능한 OLED 마이크로 디스플레이 기술 개발을 위해 과기정통부에서 추진하고 있는 5G 기반 VR/AR 디바이스 핵심 기술개발 신규과제 수주 추진(2019)
- ▶ (Tangible 홀로그래프 재현) 16K*16K 초고해상도 공간광변조기 및 촉감 공간 재현 모듈 기술 개발을 위해 주요사업으로 “공간인터랙션 디바이스 핵심기술 개발” 신규과제 추진(2019)
- ▶ (저지연·고품질 오디오) 초실감 음향 기반의 실시간 소통과 체험을 위해 “저지연·고품질 오디오 부호화

11) Ryan S. Overbeck, et. al., “The Making of Welcome to Light Fields VR,” SIGGRAPH '18 Talks, Aug. 12–16, 2018
12) Y. Motoyama et al., SID 2019 Digest pp.721–724 (2019)
13) M. Ratnam Rai, et. al., “Single camera shot interferenceless coded aperture correlation holography,” Opt. Lett. 42, 3992–3995 (2017)
14) 공간광변조기의 면적은 해상도 x 픽셀피치로 계산되므로, 여기에서는 해상도와 픽셀피치로 정량목표를 설정
15) <https://holoeve.com/gaea-4k-phase-only-spatial-light-modulator/>
16) <https://www.ultrahaptics.com/products-programs/stratos-inspire/>
17) ITU-T/ISO/IEC JVET ‘Versatile Video Coding (VVC)’ Test Model 5.0 (2019)
18) ITU-T/ISO/IEC JCT-VC ‘Multiview Extension of HEVC (MV-HEVC)’ Reference Software 2014
19) ISO/IEC 23008-3 (MPEG-H Part 3) ‘3D Audio Coding’ 2016
20) NHK STRL, “Development of Advanced ISDB-T System,” BMSB 2019

원천기술 개발” 신규과제를 주요사업으로 추진(2019)하여 원천기술 개발 및 국제표준 선점 달성

- ▶(초고압축 비디오 부호화 기술 국제표준화) ‘21년 확보되는 HEVC 대비 4배 압축 원천기술을 기반으로 6세대 국제표준화를 위한 후속과제로 “6세대 비디오 부호화 기술개발 및 국제표준화” 수주 추진(2021)
- ▶(초고효율 전송기술의 실용화/국제표준화) 초고효율 전송 기술 확보를 위한 UHQ 전송기술개발 사업 종료 (2022년) 시점에 “UHQ 방송시스템 기술개발” 후속사업 수주를 통해 8K UHD를 위한 실용화 및 국제표준화 추진
- ▶(홀로그램 실용화를 위한 메가프로젝트) 확보된 홀로그램 핵심원천기술을 기반으로 초고속 통신환경에서 홀로그램 영상통신을 실현하기 위한 “실대면(實對面) 홀로그램 영상통화 기술 개발” 과제를 ETRI Flag 과제로 추진(2020)

② 성과활용 및 기대효과

〈성과활용〉

분야	성과 활용 계획
6DoF 이머시브 공간 획득/생성 및 재현	- 초고품질 이머시브 미디어 서비스를 위한 핵심기술을 제공하고, 다양한 산업분야에서 현실과 가상을 연결할 수 있는 매개체로서 활용 - 고해상도 OLED마이크로 디스플레이 기술이전 및 사업화 추진
자연광 기반 홀로그램 획득 및 Tangible 홀로그램 재현	- 홀로그램 입체영상 서비스의 대중화와 광범위한 서비스 확산을 유도하는 핵심 기반 기술로 활용 - Tangible 홀로그램 재현을 위한 고압전성 복합체 기반 초음파 트랜스듀서 집적 초고해상도 공간광변조기 패널 및 모듈 기술 기술이전 및 사업화 추진
초고압축 AV부호화	- 개발된 원천 기술을 기반으로 MPEG 국제표준 제안 및 표준 필수 특허 선점을 추진하여 특허 풀 가입 및 라이선싱 등 수익화 추진 - 표준 완료 단계에 8K/16K 평면 코덱 및 클라우드 기반 입체공간 부호화기 개발 등 상용화 기술 개발 및 민간 기술이전 추진
초고효율 전송	- 8K UHD TV 국제 표준화 추진 및 2027년경 HD방송 종료 후 발생하는 신규 주파수 자원을 활용한 차세대 방송 서비스 추진

〈기대효과〉

- 2차원 평면에 한정된 미디어에서 공간을 표현하는 미디어로의 패러다임 변화를 촉진하고, Google 등 글로벌 기업들에 의해 주도되고 있는 이머시브 미디어 산업에서 국내 산업계의 글로벌 경쟁력 확보
- 5G 서비스 및 관련 콘텐츠 서비스 활성화를 통해 신규 시장 및 일자리 창출
- 기존 2D 카메라와 유사하게 홀로그램 획득이 가능해짐에 따라 3D 입체영상 포토그래피 신시장 개척
- 웨어러블 기기에 Tangible 홀로그램 탑재 등 핵심기술 확산을 통한 신규 서비스 및 디바이스 시장 창출
- 별도의 착용/부착이 없는 고분해능 촉감 모듈을 통해 AR/VR, 홀로그램 기반 미디어 산업 뿐 아니라 교육, 의료, 제조 등 다양한 분야에서 활용될 것으로 예상되어 매우 높은 경제적 성과 기대
- MPEG, ATSC, DVB, 3GPP 등 표준 필수특허 확보로 글로벌 기술 주도권 확보 및 국가 기술무역수지 적자 해소 기여

성과목표 4-2

[산업화형] 초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술 [배점: 8점]

Ⅰ 최종 달성목표

- 오감·감성까지 자극하는 초실감 콘텐츠 기술 선도로 소통과 체험이 가능한 초실감 콘텐츠 제공

《세부 달성목표》

- 환경과 조명변화에 자동적응하는 실감가시화 기술개발로 실환경에서 콘텐츠 이질감 제거
- 초연결된 원격 공간에 대한 지능형 실감 인터랙션 기술개발로 소통과 체험 극대화
- 오감/감성 콘텐츠 기술개발로 자유롭고 안전한 사람중심의 콘텐츠 서비스 제공

기술 분야	예상 성과
시각적 실감화 콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정합된 가상객체와 실제환경을 구분하기 힘든 정도의 조명/환경 적응형 실감 가시화 ○ 대형/원격 공간상에서 사용자 및 객체와의 상호작용에 의한 실시간 콘텐츠 변형 ○ 인간의 신체, 행동까지 정확히 묘사하는 비주얼 휴먼 트윈스 가시화
지능형 인터랙션	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대규모 사용자의 다차원입력(동작, 표정, 음성, 텍스트 등)에 반응하는 복합 인터랙션 ○ 사용자 환경/상황 이해 및 의미론적 지능형 콘텐츠 분석 기반 능동형 인포콘텐츠 제공 ○ 시나리오 및 사용자 상태의도를 인지하여 스스로 콘텐츠를 생성하는 자율 콘텐츠 생성
오감/감성 인터랙션	<ul style="list-style-type: none"> ○ 복합 감각 센싱/재현(시각, 청각, 촉각, 후각, 미각) ○ 맛(味)과 향(香) 센싱 및 표준화된 미각 콘텐츠 (국제표준) ○ 사용자의 생각, 이념, 습관, 인성, 지식, 건강상태 등을 디지털화하는 개인화 디지털 휴먼
사용자 기반 콘텐츠 서비스	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인간의 동작 및 상태를 확인하고 사용자기반 맞춤 콘텐츠를 제공하는 건강, 교육 서비스 ○ 다수의 사람들에게 현장에서의와 같은 실감성을 제공하는 관광, 공연, 전시, 체험 서비스 ○ 산업현장 및 가정에서 전문가와 같은 정보를 공유하며 협업하는 정비, 제조, 지원 서비스



◎모든 것이 연결되는 초연결 세상에서 대규모 공간으로 구성된 실제와 가상의 방대한 데이터를 콘텐츠로 시각화하고, 오감/감성을 포함한 실감 콘텐츠 기술개발을 통해 현실과 가상의 경계를 허물고, 대규모 원격 공간에서의 사람중심의 의미 있는 정보제공과 자연스러운 지능형 인터랙션 기술개발을 통해 다가오는 미래 콘텐츠 서비스에 대한 신시장 선도

② 목표수립 배경

- **(혁신성장실현을 위한 5G+ 전략, '19, 관계부처합동)** 고부가가치 미디어·콘텐츠 산업이 연계된 新산업 생태계 조기 구축을 통한 혁신성장동력 확보
 - ▶ 정부는 실감콘텐츠 발전전략에서 몰입감·사실감이 극대화된 실감콘텐츠는 5G 환경에서 소비자가 가장 먼저 체감가능한 핵심서비스로 부각되며 실감콘텐츠 경쟁력이 5G 시대의 성패를 좌우할 것으로 예상
 - ▶ 아울러 글로벌 초기시장 선점을 지원하기 위해 5G 서비스 예정 국가(2개국)와 신남방국가(2개국)에 5G 실감콘텐츠 체험관을 구축하는 한편, 케이팝(K-Pop) 콘서트 등 파급력 있는 한류 행사와 연계하여 5G 실감콘텐츠 글로벌 진출을 지원할 예정
- **(인간중심의 4차산업혁명을 대비한 체감형 서비스 기술)** 초실감 서비스 인프라를 활용한 국민 체감형 서비스 발굴 및 기후·교통·재난안전 등 사회문제 해결 서비스 실증
 - ▶ 오감 콘텐츠 및 디지털 트윈을 활용하여 도시문제를 해결하려는 시도가 있으며, 적용산업의 확장을 위해서는 모델링되는 가상공간의 정확도와 현실감 향상 요구
 - ▶ 오감 감성정보 및 동작 인식 기술을 기반으로 사용자의 의도를 감지하여 지능형 인터랙션을 구현하고 치유, 회복, 감성케어(홈 테라피, 감성 SNS), 트레이닝 서비스를 제공함으로써 질병의 조기감지, 독거노인 케어, 장애인 돌봄, 건강증진 등의 사회문제 해결에 기여
 - ▶ 오감/감성 인터랙션 기술은 현재 '시각/후각'에 편중되어 있는 기술에서, 오감을 포함한 감성 인터랙션으로 확장하여 인간중심의 차세대 콘텐츠를 서비스하기 위한 디지털 트렌스 포메이션을 포함한 인터랙션 기술
 - ▶ 초저지연을 가능하게 하는 5G와 다양한 IOT 센서를 기반으로 긴급한 응급상황(뇌졸중 등) 뿐만 아니라 지속적으로 건강을 관리해주는 콘텐츠 기반 평생 건강 관리 서비스로 빠르게 증가하는 의료비 지출 확대에 대안을 제공(GDP 대비 3.3%('18)⇒ 10.9%('60))

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2016	<ul style="list-style-type: none"> ○ (기술이전) 골프 스윙자세 분석 기술 총 3.8억 ('16.12) ○ (우수저널) 사용자 동작인식 기술관련 SCI 논문 3편 발표, 대표 논문 1편은 IF 5.69인 PAMI 게재('16.8.) ○ (수상) ImageNet 객체 분류 및 위치 검출 기술 세계 5위 ('16.10) ○ (국제표준/표준특허) 사용자 정보 서술 체계(MPEG-21, '16.11.), 스펙트럼 정보 기반 컬러 표현(MPEG-V, '16.07)
2017	<ul style="list-style-type: none"> ○ (국제표준) 3D 프린팅파일 포맷(MPEG-4 AFX, '17.8, 표준특허) 채택 ○ (수상) ImageNet 객체 검출 기술 세계 3위('17.7.), ○ (사업화) 장애인 전자책 변환기술(국립장애인도서관, '17.9.)
2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ (상용화) 상용콘텐츠업비전2 전국 1,176개 매장에 동작인식용 AI 스틱기술 관련 매출 8.3억 ('18.11.) ○ (기술이전) 객체 인터랙션 기술 총 2.6억원('18.12.) ○ (상용화) 가상현실 스포츠실 보급: '17전국 12개 초교(매출 8.5억원), '18전국 178개 초교(매출 15억원) ○ (시험서비스) 중국 연안남관소학교시험 적용('18.11.) ○ (수상) 국제저전력 이미지 검색 대회 세계 1위 ('18.6.), Google Landmark 검색 대회 상위 4% ('18.6.) ○ (국제표준) ISO/IEC JTC1 SC29 WG11 MPEG-V에 후각 전자코(ISO 23005 4thEdition)('18.09.) ○ (당뇨 스크리닝후각 전자코) 호흡을 통해 당뇨 증상을 스크리닝하는 고감도 전자코기술 보유(인식률 85% 이상) ○ (조합형 발향) 세계최초 향기의 조합 및 24단계 농도 제어로 영상과 동기화된 향기를 제공하는 조합형 발향기술보유 ○ (영상기반생체신호 획득) 세계 최초 단일 카메라(하이퍼스펙트럴)를 활용한 영상기반의비접촉식 생체신호 3종(호흡, 맥박, 체온) 동시 획득 기술 개발('18.12.)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
① 시각적 실감화 콘텐츠		
2019	○ 10장 이하 사진 기반 외부 환경 조명 모델링 기술 ○ 동일 카테고리 객체간 10개 이상 대응관계 추출	▶ 10장 이하 RGB 영상 기반 스펙큘라 질감 측정 달성 ▶ 임의 토폴로지 구성 모델 간 대응점 추출(10개/3분) 달성
2020	○ 주변 환경 적응형 실감 콘텐츠 ○ 실감 비주얼 휴먼 트윈스 가시화	▶ 자연 조명 환경에서 인체 모델을 생성하고 4종 이상의 사람 체형을 분류
2021	○ 15fps급 실시간 자연 조명 정보 제어 기술 ○ 실내 동적 환경 반응형 휴먼 트윈스 가시화	▶ 1만장 이상의 빅데이터 기반에서 외부 자연조명에서 촬영된 영상의 조명 정보 제어 기술 시연
2022	○ 10K 이상의 이중 3D 객체간 형상 및 질감 변형 ○ 실-가상 합성 기반 실감 콘텐츠	▶ 10K 이상의 이중 객체에 대한 준 실시간(1초 이내) 인터랙티브 객체 편집 기술 시연
2023	○ 자연환경(4~7000K)내 실시간(30fps) 라이팅 ○ 실시간 주변 환경 적응형 실감 콘텐츠	▶ 실-가상 영상 합성시 조명 차에 의한 차이 5% 이하 달성 ▶ 실-가상 융합 초실감(합성오류 5% 이하) 콘텐츠
2024	○ 원격 공간 내 임의 객체간 외형/모션 변형 ○ 실감 인지 반응형 휴먼 트윈스 가시화	▶ 실시간 전송된 10K 이상의 3D 객체에 대한 외형 및 모션 변형 기술 시연(250ms 이내, 95% 이상 만족도)
② 지능형 인터랙션		
2019	○ 식별율 AP(0.40) 단위 객체식별 기술 개발 ○ 컬러영상 기반 정확도 95%이상 동작인식 기술 개발	▶ 단위 객체식별 요소기술 ▶ 단일 컬러영상 기반 정확도 95%이상 동작인식 실시간 시연
2020	○ 단위 모달 영상 합성 기술 개발 ○ 컬러영상 기반 3종(맥박, 호흡, 체온) 생체신호 정확도 95%이상 인식 기술 개발	▶ 단위 모달 영상 합성 핵심 요소기술(기술이전 1건이상) ▶ 자연광 기반 3종(맥박, 호흡, 체온) 생체신호 획득 시스템
2021	○ 식별율 IoU(0.80) 비정형 장면식별 기술 개발 ○ 정밀 동작인식을 위한 토탈 휴먼캡처기술 개발	▶ 비정형 객체/장면 클래스(>80/>10) 식별 요소기술 ▶ V2V(vertex-to-vertex) error 50mm이하 휴먼 캡처 SW
2022	○ 바디 데이터(체형, 동작, 활동징후 등) 기반 정확도 90%이상 사용자 상황인식 기술 개발 ○ 단답형 의미론적 관계 추론 기술 개발	▶ 자연스러운 일상생활 동작 기반 바디 데이터 획득 시스템 국제 전시 ▶ 단답형 영상콘텐츠 객체 관계 추론 시스템
2023	○ 상황분석(사람/물체/위치/물리속성 등) 기반 정밀 인터랙션 기술개발 ○ 식별율 IoU(0.85) 비정형 장면식별 기술 개발	▶ JCR 상위 20% SCI 논문 1건(상황 인지 기술 관련) ▶ 영상콘텐츠내 고성능 단위객체 식별 시스템(세계 최고)
2024	○ 대규모 사용자(100명 이상)-환경 인터랙션 기술 개발 ○ 서술형 의미론적 관계 추론 기술 개발	▶ 사용자(100명 이상)-실내 환경 실시간(24fps 이상) 상호작용 시연 ▶ 서술형 영상 콘텐츠 객체 관계 추론 시스템
③ 오감/감성 인터랙션		
2019	○ 단일감각(후각) 검출 한계 농도 50ppb(아세톤 기준) 센싱 기술 개발 ○ 개인 임상 데이터(3종 이상) 지원 휴먼 트윈 개발	▶ 후각 센싱 처리 요소기술 ▶ 개인 임상 데이터 3종(X-ray, MRI, BMI)를 지원하는 메디컬 트윈 생성 기술 확보
2020	○ 단일감각(후각) 검출 한계 농도 20ppb(아세톤 기준) 센싱 기술 개발 ○ 후각센싱 기반 치매 선별기술 개발	▶ JCR 상위 20% SCI 논문 1건(후각 센싱 기술 관련)
2021	○ 단일감각(후각) 검출 한계 농도 10ppb(아세톤 기준) 센싱 기술 개발 ○ 후각발향 기반 치매 재활기술 개발	▶ JCR 상위 10% SCI 논문 1건(후각 센싱 기술 관련) ▶ 후각자극을 통한 치매재활 콘텐츠 임상시험
2022	○ 복합감각(시,촉,후각) 센싱 기반 정확도 95% 감성 인식 기술 개발 ○ 개인 맞춤형 지능형 디지털 트윈 기술 개발	▶ 국제 우수학회 논문 1건(감성 인식 기술 관련) ▶ 개별 인지/감각(3종 이상)/행동 특성을 반영한 실감 훈련 콘텐츠 개발 기술 확보
2023	○ 복합감각(후,미각) 하이브리드 센싱 표준 기술 개발 ○ 휴대형 고감도 나노 가스센서 기반 질병진단 기술 개발	▶ 후각 메타데이터 MPEG-V 표준 IPR 3건 이상
2024	○ 복합 감성(생각, 습관, 지식, 건강상태) 콘텐츠 재현 기술 개발 ○ 하이퍼스펙트럴 신호 기반 초감각 콘텐츠 기술 개발	▶ 복합감성 분석기반 행동 예측 및 감성모사(세계최고) ▶ 일반 영상 센서(컬러/테스)로 감지할 수 없는 상황 및 동작인식 국제 전시
④ 사용자 기반 콘텐츠 서비스		
2019	○ 동작인식기반 홈트레이닝 기술 ○ 시나리오 기반 미디어 창작 플랫폼 기술	▶ 동작 인식 기반 홈 트레이닝 시스템 시범 서비스
2020	○ 실시간 3차원 인체 모델 생성 기술	▶ 인체 모델을 생성하고 4종 이상의 사람 체형을 분

실행연도	세부추진계획	예상성과
	○ 인터랙티브 미디어 창작 플랫폼 기술	류해 질병 사전 진단 시범 서비스
2021	○ 5G 콘텐츠 제작 기술 보급 ○ 사용자 상태분석 및 행동예측 기술	▶ 5G 콘텐츠 제작·유통 지원을 위한 뉴콘텐츠센터* (일산) 고도화 지원
2022	○ 사용자 맞춤형 라이프케어 기술 ○ 장애 맞춤 가상훈련 콘텐츠 기술 보급	▶ 발달장애인 개별 인지/감각/행동 특성을 반영한 맞춤 가상 직업훈련 서비스 보급 (전국 장애인 훈련센터 및 교육기관)
2023	○ 실제상황 체험 교육 기술 ○ 실감 가상공간 커뮤니티 기술	▶ VR/AR 기술 기반 다자 참여 가상 커뮤니티를 통한 교육, 회의 엔터테인먼트, 훈련 등의 서비스 보급
2024	○ 원격 체감 인터랙션 기반 건강 관리 기술 ○ 초감각 콘텐츠 기술	▶ 환경 오염 및 고령화에 대응한 일상생활 중 5G 기반 지속적 건강 모니터링/관리 시범 서비스

③ 중장기 로드맵

연도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~ 2029
시각적 실감화 콘텐츠	주변 환경 적응형 실감 콘텐츠 (10장 이하 사진 및 15fps급)			실시간 환경 적응형 실감 콘텐츠 (사진 빅데이터 및 실시간 30fps)			원격 공간상에 객체간 외형 및 모션 변형이 가능(250ms 이내)한 적응형 실감 콘텐츠
	실내 동적 환경 반응형 휴먼 트윈스 가시화(유사도 75%)			원격 환경 반응형 비주얼 휴먼 트윈스 가시화 기술(유사도 90%)			오감 인지 반응형 비주얼 휴먼 트윈스 가시화 기술
지능형 인터랙션	컬러영상 기반 동작 및 생체신호 인식 (동작인식, 생체신호(맥박, 호흡, 체온) 정확도 95%이상)			컬러영상 기반 동작 및 생체신호 인식 (동작인식, 생체신호(맥박, 호흡, 체온) 정확도 98%이상)			인체데이터(체형, 동작, 활력징후) 기반 상황인식 (인식정확도 90% 이상)
	비정형 장면식별 (식별율 IoU 0.8)			비정형 장면식별 (식별율 IoU 0.9)			영상콘텐츠 내 고성능 단위객체 식별 (0.6AP)
오감/감성 인터랙션	단일감각(후각) 정밀 센싱 (한계농도 10ppb)			다중감각 하이브리드 센싱 (후각+미각)			오감 복합감각 센싱 (후각+미각+촉각+시각+청각)
	발향 기반 치매 콘텐츠 (32단계 정밀 발향농도 제어)			발향 디스플레이 (3차원 공간)			발향 디스플레이 4차원 시공간
사용자 기반 콘텐츠 서비스	동작인식기반 홈트레이닝 기술 (복합 구조 인식)			사용자 맞춤형 라이프케어 기술 (지능형 원격 분석)			원격 체감 인터랙션 기반 건강관리 기술 (오감 및 감성 인식)
	인터랙티브 미디어 창작 플랫폼 기술 (복합감각 90% 이하)			초감각 콘텐츠 기술 (복합감각 95%)			VR/AR 기술로 다자 참여 가상 커뮤니티를 통한 초감각 콘텐츠 서비스 (100명 이상)

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
① 시각적 실감화 콘텐츠		
문제 정의	▶ 가상객체와 실제 환경의 조명정보 및 형상간의 부조화로 인한 몰입감 저하 ▶ 3D 객체의 토폴로지 차이로 인한 객체 편집의 어려움 ▶ 인간의 신체, 행동까지 정확히 묘사하는 비주얼 휴먼 트윈스 필요	▶ (조명정보 일관성) 가상 객체와 실 객체간의 조명의 색온도, 광원의 위치 등에 대해 사람의 차이 인식 제거
접근 방식	▶ 빅 데이터를 이용한 데이터 드리븐 방식으로 외부 실 세계 환경의 조명 위치/색상 등의 특징을 유추하고, 조명 정보를 가상 객체에 적용 ※ 데이터 드리븐: 빅 데이터 셋의 특성을 분석/정량화하고, 유사한 셋의 입력인 경우 분석하는 기술 ▶ 동일 카테고리 객체간의 대응관계 정보를 데이터 드리븐 방식으로 선 추출하고, 이를 입력 3D 객체에 적용 ▶ 개인 임상 데이터 구획화 정보와 외형과의 일치도 검증	▶ (객체간 대응관계) 3D 객체의 의미론적 대응관계에 대한 일관성 유지 ▶ (외형 및 모션의 스타일 일관성) 객체 편집시 한 객체를 변형 경우 다른 객체의 스타일 변형의 일관성 유지 ▶ (트윈스 정밀도) 의료용 진단 장비 영상 대비 실시간 획득 정보로 구성된 결과와의 일치도 측정
검증 목표	▶ 자연환경(4~7000K)조명 환경에서 실시간 조명 정보 분석 기술 달성 ▶ 실시간으로 전송된 10K이상의 3D에 대해 10개 이상의 대응관계 추출 및 외형 및 모션 변형 기술 개발, 편집 만족도 95% 이상	▶ (정량목표) 특허 확보, 해외우수 학회

목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ 실-가상 합성영상 인지확률 5% 이하의 고품질 영상합성 구현▶ CT/MRI 구획화 정보 대비 외형 정보 유사도 90% 달성▶ (As-Is) 제한된 조명(실내, 균일 조명)에서의 조명 정보 추출 → (To-Be) 4~7000K의 자연조명 환경에서 30fps 조명 정보 추출▶ (As-Is) 동일 카테고리간 객체(인체간) 대응관계(의상 정보 없음) 추출 → (To-Be) 이종 카테고리간(인체-동물, 이종 토폴로지간) 대응관계 추출▶ (As-Is) 동일한 카테고리간 인체간 외형 변형(3분, 만족도 70% 이하) → (To-Be) 이종 카테고리간(인체-동물, 이종 토폴로지간) 외형 및 모션 변형(250ms 이내, 95% 만족도)▶ (As-Is) Depth 영상 기반 휴먼 트윈스 외형 복원 → (To-Be) 융합 정보 기반 초실감(유사도 90% 이상) 휴먼 트윈스 콘텐츠	논문게재, 국제 전시회 홍보 시연, 기술이전 여부 확인
② 지능형 인터랙션		
문제 정의	<ul style="list-style-type: none">▶ 대규모 실외공간에서 다수 사용자-공간 간 인터랙션 서비스의 기술적 한계▶ 단순 객체 인식 기반 콘텐츠 분석의 한계를 넘어 의미론적 관계 및 상황분석을 통한 지능형 콘텐츠 정보분석 원천기술 확보 필요	
접근 방식	<ul style="list-style-type: none">▶ 대규모의 공간에서 사용자의 다차원입력(동작, 표정, 음성, 텍스트 등)에 반응하는 복합구조 인식 기반 다수 사용자 인터랙션 기술 개발▶ 딥러닝 학습 모델 구조 연구를 통한 단위 객체 및 비정형 장면 식별을 고도화 달성 및 객체간 관계연관 분석 모델을 통한 의미론적 추론 수행	<ul style="list-style-type: none">▶ (공간 규모) 인터랙션 동기화 가능한 공간의 규모 시험을 통한 평가 수행▶ (인식 인원수) 인터랙션 동기화 가능한 인원수 시험을 통한 평가 수행▶ (정량목표) 국제우수학회 논문게재, 국제 전시회 시연 및 요소 기술이전 여부 확인
검증 목표	<ul style="list-style-type: none">▶ 인터랙션 가능 공간 규모 성능치 목표 검증▶ 인터랙션 가능 인원수 성능치 목표 검증▶ 영상콘텐츠에서 단위 객체 및 장면 식별 성능치 목표 검증▶ 객체관계 분석을 통한 서술형 콘텐츠 내용 추론 목표 검증	<ul style="list-style-type: none">▶ (단위객체 식별 및 비정형 장면 식별) 국제 대회 또는 리더보드 형태 적용 시험을 통한 평가 수행▶ (의미관계 추론) 공용 데이터셋 기반의 의미관계 추론 방법을 통한 평가▶ (정량목표) 국제우수학회 논문게재, 국제 전시회 시연 및 요소 기술이전 여부 확인
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ (As-Is) 인터랙션 가능 공간 규모 400m² → (To-Be) 10,00m²▶ (As-Is) 인터랙션 가능 인원수 10명 이내 → (To-Be) 100명 이상▶ (As-Is) 단순 실내 공간 인터랙션 → (To-Be) 복합구조 인식 기반 대규모 사용자 인터랙션▶ (As-Is) 단위객체 식별율 0.40 → (To-Be) AP 0.55 AP▶ (As-Is) 비정형 장면 식별율 0.75 → (To-Be) 0.85 IoU▶ (As-Is) 단답형 의미 관계 추론 → (To-Be) 서술형 의미 관계 추론	
③ 오감/감성 인터랙션		
문제 정의	<ul style="list-style-type: none">▶ 시각과 청각에 제한된 센싱에 따른 감성정보의 콘텐츠 재현 및 체감 한계 노출▶ 미각의 정량적 측정 및 향기데이터와의 결합을 통한 향미 부호화 연구의 부재	<ul style="list-style-type: none">▶ (다중감각 감성 인식률) IEMOCAP data set 에 후각 데이터를 추가하여 감성 인식률을 측정▶ (후각 인식 한계 농도) MFC(Massive Flow Controller)를 이용한 한계 농도 상황의 조성을 통한 인식 한계 농도 측정▶ (미각 국제표준 반영) 특허사무소의 클레임차트를 통해 국제표준안과 특허기술의 매칭 여부 확인
접근 방식	<ul style="list-style-type: none">▶ 시각과 청각 인식 데이터에 후각 인식 데이터 접목을 통한 다중 감각 기반 감성 인식을 통해 감성 인식 성능 한계 극복▶ 5가지의 맛 뿐만 아니라 맛과 연관된 후각의 다중 감각을 포함하여 실제 미각과 유사하도록 향미를 체계화하여 분석	
검증 목표	<ul style="list-style-type: none">▶ 6년뒤 예상되는 세계최고수준(영국 U. of Stirling) 90%보다 우수한 복합 감각 감성 인식률 95% 달성▶ 미각, 후각 데이터에 대한 정량적 센싱 및 향미 부호화의 국제표준 추진	
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ (As-Is) 복합감각 감성 인식률 88.6% → (To-Be) 인식률 95%▶ (As-Is) 아세톤 검출 한계 농도 100ppb → (To-Be) 검출농도 10ppb▶ (As-Is) 미각 기준 데이터 5가지 맛 → (To-Be) 5가지 맛+80개 이상 향	
④ 사용자 기반 콘텐츠 서비스		
문제 정의	<ul style="list-style-type: none">▶ 개인별 특성이 다양하게 발생하는 건강, 교육 등에 맞춤형 콘텐츠 서비스 필요성 발생	<ul style="list-style-type: none">▶ (사용자 맞춤형) 인간의 동작 및 상태(90%이상 일치)를 기반으로 사용자 맞춤형 콘텐츠가 제공가능한지 여부 확인
접근 방식	<ul style="list-style-type: none">▶ 참여 기관과 리빙랩 형태를 통한 기술 수요 확보와 지속적인 피드백을 토대로 하는 기술 상용화를 추진	<ul style="list-style-type: none">▶ (원격 현장감) 다수의 사람들(100명 이상)에게 현장과 같은 실감성이 제공 가능한지 여부 확인
검증 목표	<ul style="list-style-type: none">▶ 수요에 맞는 사용자 특성 기반 콘텐츠 서비스 제공 가능 여부 확인	<ul style="list-style-type: none">▶ (원격 협업) 산업현장 및 가정에서 전문가와 같은 정보를 공유하며 협업이 가능한지 여부 확인
기술 수준	<ul style="list-style-type: none">▶ (As-Is) 단순하고 획일화된 대표 콘텐츠 제공 → (To-Be) 사용자의 상태와 환경을 기반으로 다양한 분야에 적용 가능한 초실감 콘텐츠 서비스 제공	

⑥ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
조명환경 적응 가시화	NVIDIA	크롬볼 기반 조명 환경 측정 (기구를 이용하여 다양한 조명을 비춰 반사값을 측정하여 현재 환경의 조명 정보를 추출)	인공지능 기반 실시간 자동 조명 환경 측정 및 가시화 (부가 기구 없이 사진 한 장으로 환경 측정, 사용자에게 제시된 영상이 실시간 합성인지 인식할 확률이 5% 이하)	크롬볼 기반 조명 환경 측정 선진기관 대비 (측정 정밀도가 최고 수준의 90%)	인공지능 기반 실시간 자동 조명 환경 측정 및 가시화 선진기관 대비 (95% 수준: 사진 5장 이하로 조명 환경 측정 및 실-가상 합성영상 인지 확률 5% 이하)
실시간 콘텐츠 변형	독일 MPI	정형화 된 객체에 대한 외형 변형 지원(동일 객체간 변형 지원, 예: 사람간, 동물간)	임의의 객체에 대한 실시간 외형 변형 지원 (이중 테고리 객체간 변형 지원, 변형 시간 250ms이하)	정형화 된 객체에 대한 변형 지원 선진기관 대비 (90%, 인체간 변형 지원)	임의의 객체에 대한 실시간 외형 변형 지원 (선진기관 대비 95% 수준, 사람-동물 간 콘텐츠 변형 지원, 변형시간 260ms 이하)
비주얼 트윈스 ^{주1)}	영국보건국 (NHS)	하지, 척추 segmentation 정확도: 70%	Multiorgan segmentation 정확도: 90%	Multiorgan segmentation 정확도: 80% (선진기관 대비 90%)	Multiorgan segmentation 정확도: 90% (선진기관 대비 100%)
대규모 인터랙션	Google	단순 실내공간 인터랙션 동기화 - 10명 이내, 400m ² 실내공간, * ARcore 기준	복합구조 인식 기반 다수 인터랙션 서비스 예상 - 100명 이상, - 10,000m ² 복합 실내외 공간	300m ² 실내공간, 10명 이내 인터랙션 동기화 (선진기관 대비 75%)	10,000m ² 실내외 복합구조 공간, 100명 이상 인터랙션 동기화 (선진기관 대비 100%)
인포 콘텐츠 제공 ^{주2)}	구글/ CUHK	단위 객체 식별 정보 제공 (객체식별율:0.49AP)	의미론적 콘텐츠 분석 정보 제공 (VQA 인식율: 80%) (객체식별율:0.55AP)	단위객체 식별 제공 (객체식별율: 0.40AP) (선진기관 대비 80%)	의미론적 콘텐츠 분석 정보 제공 (VQA 인식율: 80%) (객체식별율:0.49AP) (선진기관 대비 100%)
자율 콘텐츠 창작 ^{주3)}	페이스북	생성된 영상 합성 콘텐츠에 대한 만족도 고려	자동 생성 콘텐츠에 대한 만족도 고려	생성된 영상 합성 콘텐츠에 대한 만족도 고려, (선진기관 대비 70%)	자동 생성 콘텐츠에 대한 만족도 고려 (선진기관 대비 100%)
복합감각 인식 ^{주4)}	영국 University of Stirling (Neurocomputing 2017)	감성인식률 : 음성(74.22%),비주얼(76.38%), Textual(79.77%), 복합 감각(88.60%),	복합 감각(90%) 추정	국내 복합 감각 감성 센싱 미추진	감성인식률 : 복합 감각(95% 이상), (선진기관 대비 110%)
오감재현 ^{주5)}	미국 SUNY.S.B, 대학, 일본 동경공업대	호흡속의 질병 바이오마커 검출 한계 농도 : 1000PPB 조합형 발향장치 발향 향기 수 : 80개 5개의 맛(단맛, 신맛, 짠맛, 감칠맛, 쓴맛)의 화학반응 센싱	호흡속의 질병 바이오마커 검출 한계 농도 : 100PPB 조합형 발향장치 발향 향기 수 : 160개 5개의 맛(단맛, 신맛, 짠맛, 감칠맛, 쓴맛)의 화학반응 단순 센싱	호흡속의 질병 바이오마커 검출 한계 농도 : 1000PPB 조합형 발향장치 발향 향기 수 : 160개 (선진기관 대비 200%(발향)) 국내 미각 미추진 중	호흡속의 질병 바이오마커 검출 한계 농도 : 100PPB 조합형 발향장치 발향 향기 수: 160개 5개의 맛(단맛, 신맛, 짠맛, 쓴맛)의 정량적 센싱 및 맛을 실제로 결정하는 향기의 정량적 센싱 및 후각과 미각 데이터의 결합을 통한 향미의 부호화 (선진기관 대비 200%(미각))
디지털 휴먼트윈 ^{주6)}	미국립보건원 (NIH)	생체학적/지식적 개인화 요소 고려	부분적 (감정) 오감/감성적 요소 고려	생체학적/지식적 개인화 요소 고려 (선진기관 대비 100%)	통합적 오감(생각, 이념, 습관, 인성)/감성적 요소 고려 (선진기관 대비 150%)

주1) 완전 자동 전신 휴먼의 다수의 장기 구획 분할 정확도: 메디컬 트윈스와 관련된 실감화 수준과 관련한 정확도 (의료 영상 분할 관련 Kaggle challenge(ex. CHAOS '18, Decathlon '18)의 최근 결과와 비교 검증)

주2) 인포콘텐츠 출처: www.cocodataset.org 객체검출, www.visualqa.org 의미론적 관계 분석 참고

주3) 자율 콘텐츠 창작 출처: facebook "Eye in-Painting with Exemplar Generative Adversarial Networks" 참고

주4) 다중감각 감성 인식 관련하여 공개된 IEMOCAP Data Set 기준으로 비교 검증된 결과임

주5) 세계적으로 IT 기반 발향 기술 시장이 열리지 않았으며, 현재 대학이 관련 분야를 선도하여 연구개발 수행 중임

주6) 디지털 휴먼 트윈 개인화 요소: 개인화된 디지털 휴먼을 구현하기 위해 크게 인간의 생체학적 요소를 고려하는 연구들(https://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Physiological_Human)과 인간의 감정을 디지털화하려는 연구(<https://www.bbvaopenmind.com/en/technology/artificial-intelligence/ai-systems-dealing-with-human-emotions/>)들이 진행되고 있음. 사용자의 이념, 습관, 인성 등을 디지털화하려는 접근은 사례가 없음

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- (1단계) 5대 5G+ 핵심서비스 분야 ‘킬러서비스’ 실증
 - 5G의 적용·확산이 조기에 이루어지도록 5G 융합서비스 비즈니스 발굴을 지원하고 5대 핵심서비스 실증 추진(’ 18~’ 21)
- (2단계) 5G+ 핵심서비스 보급 확산 프로젝트 추진(’ 21~’ 25)
 - (5대 서비스 확산) 실증성과(’ 20)의 고도화 및 보급 확산을 위한 「5G+ 이노베이션 프로젝트」 추진(’ 21~’ 25)
 - ※ 『스마트시티 국가 시범도시(세종 부산)』에 선도 적용 추진

② 세부실행 계획

- 생활형 5G 킬러콘텐츠(홀로그램 통화, VR쇼핑 등) 등 5대 분야 선도 과제 발굴·지원(’ 19-)으로 ’ 22년 10대 ‘글로벌 대표 5G 콘텐츠’ 창출
- (실감콘텐츠) 5G 실감 생방송 기술을 문화 공연 시설 등에 확대 적용
【예시】 수도권·지방 문화시설간 Live 공연 공유 서비스
- 서울(5개)·지방거점(10개) 시설에 라이브 촬영장비 및 5G 원격공연 인프라를 구축하여 실시간으로 수도권 문화 공연의 지방 공유, 원격 협주 등을 실현
- (5G+ 라이프 프로젝트) 교육·농업·환경 분야 등 국민생활 개선 및 지역 사회문제 해결을 위한 공공수요 기반 5G 솔루션 보급 추진(’ 21~)
- (장애인 돌봄) 장애인(중증 자폐아 등) 자해 타해 등의 실시간 원인 분석 및 대처를 위한 5G 기반 영상 행동분석 시스템* 개발 추진
 - * 5G 영상정보의 실시간 전송, AI 기반 행동원인 분석, 대처방안 실시간 전송 등
 - 장애인의 가정·학교 복지관·통학차량 등 현장에 적용, 행동문제 예방 등 가족의 돌봄부담 경감 지원

③ 성과활용 및 기대효과

〈성과활용〉

- 정부의 실감콘텐츠 전략과의 연대를 통하여 5G 시대 핵심서비스 분야에 활용

〈기대효과〉

- 몰입감·사실감을 극대화한 VR·AR, 홀로그램 기반의 실감콘텐츠는 5G 상용화에 따른 킬러콘텐츠로 부각 중이며, 미디어·엔터테인먼트 등 B2C 분야 5G 초기시장 성장을 주도할 전망 (’ 24)
- 5G 기반의 4차 산업혁명 기술 접목을 통해 국방/의료/산업의 한계비용을 낮추어 사회적 경쟁력 향상에 기여
- 고령화 사회에 따른 정년 연장 추세에 맞추어 지속적 건강관리 서비스를 통한 노동력 유지로 국가 산업 경쟁력 유지에 기여하여 국제적 경쟁력 확보 기대
- 장애인 및 고령자 대상 가상콘텐츠 접근성 핵심기술을 확보하여 산업과급을 통한 시장경쟁력 강화
- 신체적 돌봄에만 머물던 장애인 지원에서 기본적인 일상 및 사회생활을 가능하게 하여 장애인 고용촉진 및 사회적 참여기회를 확대

전략목표 5

배점: 30점

국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련

기본 추진방향

추진목적

- 국민생활과 밀접한 경제·사회·산업시스템의 지능화 혁신 융합 솔루션 및 사이버 위협 대응을 위한 정보보호 기술개발을 통해 혁신성장에 능동적으로 대응

최종목표(대표성과)

- 국가 안전·환경·도시·국방 분야의 공공수요를 반영하여 국민생활문제를 해결함으로써 삶의 질 개선 등 공공성에 기여하는 ICT 기반 국가지능화 플랫폼 기술개발
- 지역특화산업기반의 글로벌 강소기업 육성, 지역기업의 글로벌 시장 진출 및 신사업 창출을 위한 기술사업화를 통해 지역혁신성장 선도
- 전통적인 제조·에너지산업에 초지능·초성능·초연결·초실감 기술을 융합하여 수요자 중심의 혁신적 新제조·에너지 산업생태계 실현
- 지능화된 진단·치료 혁신기술로 개개인의 특성에 기반한 헬스케어 정밀화와 일상적인 건강관리를 지원하는 헬스케어 일상화 실현
- AI해커 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방 핵심기술 확보

고유임무와의 연계성

- ETRI R&R의 주요역할(5-1)과 연계(지능화 솔루션 기술개발로 제4차 산업혁명 실현)
- ETRI R&R의 주요역할(5-2)과 연계(잠재적 사이버 위협을 원천 차단하는 지능형 사이버 보안 및 신뢰 인프라 기술 연구)

중점 추진방향

- 국가지능화 혁신과제 도출 및 특화 분야별 국가 지능화 융합전략 수립 (국가지능화 종합계획 수립)
 - (국가지능화 융합기술 정의) AI와 ICT 기술을 융합하여 공공과 산업, 사회 현안(예: 제조, 교통/도시, 의료/복지, 안전/국방 등)을 해결하기 위한 기술을 의미
 - 지능화 솔루션의 상용화를 넘어 국가 지능화 융합기술을 통한 사회혁신과 신산업 발굴 등 혁신성장에 실질적으로 기여할 수 있도록 추진
 - ※ ‘상용화’는 개발된 기술을 중소기업 이전 등을 통해 제품화하는 것으로 정의되며 기술의 이전 또는 제품화에 초점을 맞추었음. ‘국가지능화 융합기술’은 사회혁신과 혁신성장에 기여하는 기술로 상용화를 포괄하면서 확장된 기술을 의미
 - (국가지능화 융합기술의 혁신성장 견인) 국가지능화 융합기술은 사회혁신과 혁신성장을 동인하는 기술로, 스마트 팩토리, 지능형 헬스케어, 스마트 시티, 차세대 지능형 국방시스템, 지능형 화재 예방 시스템, 지능형 에너지 그리드 시스템 등을 통해 신산업 발굴과 함께 관련 분야의 일자리 창출에 기여
- 국가 지능화를 추진하기 위한 역량 분석과 발전지표로 활용 가능한 지수 개발
 - 국내 국가 지능화 수준을 평가할 역량을 분석하고 국가 지능화의 목표를 달성하기 위한 지수개발

- (1단계: '19-'20) 특허/논문/기술수준/산업활용/사회확산 등을 중심으로 우리나라와 다른 나라와의 역량을 비교 → (2단계: '21-'22) 국가 지능화 비전과 목표를 달성하기 위한 지수를 개발 (예: AI의 산업활용지수 또는 AI의 사회활용 지수 등)

*1단계('19-'20)에서는 국내외 주요지표/역량 분석자료에 대한 심층분석을 통해 국가지능화 지수개발을 위한 방향을 설정할 계획이며, 2단계('21-'22)에서는 국가지능화 지수를 개발하고 국가간 비교를 통해 우리나라 추진전략에 피드백을 제공할 계획임

*소프트웨어정책연구소(SPRI), 정보통신기획평가원(IITP) 등 유관기관과의 공동 지수개발을 협업 추진

- 타 전략목표와 협력을 통해 국가 지능화 융합기술의 경쟁력을 확보하고 전산업 ICT 융합 촉진을 활성화하여 혁신성장 동인 마련

- (국가 지능화 융합기술의 경쟁력 강화 다각화 방안 추진) ①전략목표1~4에서 기 확보되어 있는 지능화 기술을 전략목표5에 연결시키는 방식, ②계속적으로 확보되는 지능화 기술을 단계별로 전략목표5에 연결시키는 방식, ③전략목표5에 설정된 성과목표 가운데 세계적 수준의 연구역량을 확보한 분야에서 바로 ‘공공·국민생활문제 해결’에 적용되는 지능화 융합기술을 개발하는 방식 등

- (타 전략목표와 단계적 협력 강화 방안 추진) ①단기적으로 Top-down R&D 기획강화를 통해 병렬적인 R&D 사업에 대한 Rolling Plan을 수행함으로써 전략목표1~4와 전략목표5 간의 연계성을 강화 ②중장기적으로 ‘ETRI 기술로드맵 2030’ 수립을 통해 전략목표5의 국가지능화 미래상(비전) 실현에 필요한 새로운 개념을 형상으로 구체화하여 핵심기술을 도출하고 전략목표1~4에 추가 반영하여 방향성 및 추진전략을 정렬

- 공공분야 지능화 설계, 지능화 솔루션 제공 등 패키지형 디지털 지능화 플랫폼 개발
- 개방형 플랫폼 운영 및 적용 도메인별 Open Lab. 운영을 통해 산·학·연 협력 및 연계 강화

❶ 대내외 환경분석 및 전략목표 적합성

차원		환경분석
유망성	시장성	국가 지능화 기술은 전체 산업의 생산성 제고와 미래형 신산업 육성 전망
	기술성	국가 지능화 추진에 필요한 융합형 핵심기술 수요 증가
공공성	공익적 가치	연결성 기반의 기존 ICT 인프라 경쟁력을 지능화 기반의 국가 경제·사회 시스템 경쟁력으로 전환
	공적투자 필요성	제4차 산업혁명이라는 사회·경제시스템 전반의 변혁에 대응해 ICT 기반의 국가 지능화 추진은 출연(연)을 통한 장기간 투자와 기술축적 필요
ETRI 경쟁력	기술수준	국가 지능화의 핵심기술 공급자 역할을 수행키 위해 지능화를 위한 공통 플랫폼 제공 역량 확보
	연구역량	맞춤형 헬스케어, 생활안전·에너지 고도화, 스마트 시티, 스마트 국방 분야 선도적 역량 보유
	생태계 영향력	연구성과가 사회·경제시스템에 성공적으로 착근할 수 있도록 R&D-기술영향분석-법제도 개선-인력양성 등의 선순환을 위한 전주기 R&D 연계체계 강화
전략목표 적합성		유망성과 공적투자 필요성이 높으면서 ETRI 경쟁력이 있는 국가 지능화 융합 기술은 ETRI 전략목표로 적합함

🔗 전략목표와 성과목표 연계도(타 전략목표와 연관성 포함)

전략목표 5 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련



성과목표 및 대표성

● 성과목표 대표성 도출 방법론



● 성과목표 대표성 도출

핵심분야 문제정의	문제해결 방향	성과목표 도출
○ 기존 ICT R&D가 공공성이 큰 분야의 국민생활문제 해소에 소극적인 한계	▶ 공공분야(안전, 환경, 도시, 국방)의 디지털 지능화로 국민생활문제 해결에 기여 필요	ICT 기반의 공공분야 국민생활문제 해결 지능화 솔루션
○ R&D 성과의 지역별 불균형과 중앙정부 지원에 대한 의존성 심화	▶ 지역의 균형 발전을 위한 과학 기술 중심의 지역혁신 선도에 출연연 지역조직의 역할확장 필요	지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화산업연계 현장맞춤형 지능화 솔루션
○ 전통적인 공급자 위주의 제조·에너지 생산체계에서 경쟁력 한계	▶ 수요맞춤 분산자율형 新제조·에너지 ICT 융합 산업생태계 창출 필요	수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션
○ 고령화에 따른 헬스케어 수요 급증과 산업계의 헬스케어 ICT 기술역량 부족	▶ 헬스케어의 정밀화와 일상화를 지원하는 진단·치료 지능화 혁신기술 필요	건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션
○ 기존의 사이버보안 기술로는 정교화·자동화되는 해킹 대응에 한계	▶ AI해커 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방 기술 필요	정교화·자동화 해킹을 원천차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술

자원투입 현황

(단위: 백만원, 개, 명)

구분		예산			과제수	인원
		출연금사업	수탁사업	계		
[성과목표5-1] (배점: 8점) ICT 기반의 공공분야 국민생활 문제 해결 지능화 솔루션	2019	550	46,614	47,164	25	160
	2020	746	48,910	49,655	22	161
	2021	2,516	47,885	50,400	18	162
	2022	4,364	46,796	51,160	16	166
	2023	6,294	45,642	51,936	14	164
	2024	8,314	44,413	52,727	13	163
	소계	22,783	280,259	303,042	95	976
[성과목표5-2] (배점: 6점) 지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화산업연계 현장맞춤형 지능화 솔루션	2019	16,395	11,591	27,986	52	105
	2020	16,591	13,887	30,477	44	106
	2021	18,361	12,862	31,222	36	107
	2022	20,209	11,773	31,982	35	110
	2023	22,139	10,619	32,758	34	109
	2024	24,159	9,390	33,549	33	107
	소계	117,853	70,121	187,974	234	644
[성과목표5-3] (배점: 7점) 수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션	2019	3,853	32,780	36,633	15	112
	2020	4,049	35,076	39,124	13	113
	2021	5,819	34,051	39,869	10	114
	2022	7,667	32,962	40,629	9	118
	2023	9,597	31,808	41,405	8	117
	2024	11,617	30,579	42,196	7	116
	소계	42,601	197,255	239,856	62	690
[성과목표5-4] (배점: 3점) 건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션	2019	330	12,387	12,717	33	44
	2020	526	14,683	15,208	28	45
	2021	2,296	13,658	15,953	23	46
	2022	4,144	12,569	16,713	22	53
	2023	6,074	11,415	17,489	21	52
	2024	8,094	10,186	18,280	20	51
	소계	21,463	74,897	96,360	147	291
[성과목표5-5] (배점: 6점) 정교화·자동화 해킹을 원천차단 하는 지능형 사이버보안 핵심기술	2019	5,267	21,675	26,942	16	86
	2020	5,463	23,971	29,433	14	87
	2021	7,233	22,946	30,178	11	87
	2022	9,081	21,857	30,938	10	90
	2023	11,011	20,703	31,714	9	90
	2024	13,031	19,474	32,505	8	89
	소계	51,085	130,625	181,710	68	529
합계		255,785	753,157	1,008,942	606	3,130

※ 출연금사업 대과제명과 수탁사업명 상세내역(2019) : <부록5> 참조(관련 페이지: 210-217)

성과목표 5-1

[공공·인프라형] ICT 기반의 공공분야 국민생활문제 해결 지능화 솔루션 [배점: 8점]

Ⅰ 최종 달성목표

- 국가 안전·환경·도시·국방 분야의 공공수요를 반영하여 국민생활문제를 해결함으로써 삶의 질 개선 등 공공성에 기여하는 ICT 기반 국가지능화 플랫폼 기술개발

〈세부 달성목표〉

세부 목표	예상 성과
안전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건축물내 화재 위험요소의 사전 탐지 및 화재 징후의 조기발견을 위한 화재탐지 정확도 90%의 데이터기반 화재예방시스템 ○ 화재 재난시 신속한 대응과 인명구조를 위한 탐지거리(농연환경) 15m이내, 탐지대상 속도 2m/s 의 고정밀 인명탐지시스템 ○ 전국 대상의 실도시 실증 3건
환경	<ul style="list-style-type: none"> ○ 직독식 수질 센서 및 초분광영상 기반 녹조 시공간 복합 예측 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 녹조예측시스템 정확도: 90%, 직독식 인산염 센서 정확도: 1ug/L ▶ 수요처 구매(용역) 계약 및 정책 제안/반영 각 1건 이상(환경-OneWelfare) ○ OneWelfare AI 구제역 조기 탐지 및 환경제어 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 사람중심 Bio-Security 분석 시스템/안전축사 표준화(>5건) 및 SOP정책제안 >1건 ▶ OneWelfare AI 구제역 조기탐지(90%이상) 및 에너지연계 공기오염제어(90%이상)
도시	<ul style="list-style-type: none"> ○ 도시 현상에 대한 모델링/시뮬레이션을 통해 과학적 정책 결정을 지원하는 도시행정 디지털트윈 기술 도시 적용 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 가상도시 구성 모델 지원 종류: 3종(도시민/도시인프라/상호작용) ▶ 정책 수립 건수: 3건(정책 효과도: 80% 이상) 및 실도시 실증: 1건(세종시)
국방	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 적과 상호 교전 가능한 혼합현실 훈련 시스템 및 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용화 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> ▶ AI 군과 훈련 가능한 초실감 훈련 시스템 기술 상용화 시제품 개발 ▶ 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용화 시제품 개발

〈기술 개념도〉

ICT R&D를 통해 4개 분야 사회문제 해결



② 목표수립 배경

- (안전) 20대 국정전략으로 “국민안전과 생명을 지키는 안심사회”를 제시하였으며, 화재는 제2차 과학기술기반 국민생활(사회)문제해결 종합계획(2018.6.29.)에 신규로 제시된 사회문제임

공공 수요처	기술수요	해결 방향
행안부, 소방청, 국토교통부, 지자체 등	○ 국민 대다수가 거주하는 다중이용시설에 대한 예방 위주의 화재안전 확보 및 화재 발생시 신속한 인명구조 기술 요구	○ 소방·안전 시설물의 운용상태 및 정확성을 지속적이고 실시간 감시하는 기술 개발 ○ 비가시 환경(연기, 화염, 잔해물, 벽체)에서 운용 가능한 인명탐지 기술 확보

- (환경) 국가 물 안전망 및 농어촌 환경 문제 해결을 위해 20대 국정전략으로 “국민 안전과 생명을 지키는 안심사회” 및 “사람이 돌아오는 농산어촌”을 제시
 - ▶ (녹조) 국정과제 세부 기술로 “녹조 대응 신기술” 대두(’17.09) 및 국정 현안으로 “녹조 대응 및 관리대책” 확정 및 시행(’18.05)
 - ▶ (OneWelfare) 미래 서비스 지능화 혁신 기술 개발 (과기정통부, 2017년), 농업대변화 추진 계획 (농림축산식품부 축산정책국, 2018.1), OneWelfare(OIE, 2016) 등 국가 현안 문제 해결을 위한 다부처 사회문제 해결형 추진

공공 수요처	기술 수요	해결 방향
환경부, 수자원공사, 국립환경과학원, 한국환경공단 등	○ 정확한 녹조 모니터링 및 예측을 위해 측정의 실시간성, 조밀성 및 분석/예측의 정확성 확보 요구	○ 현장 직독식 센서가 장착된 고정형/이동형 센서 시스템 개발로 측정의 실시간성 및 조밀성 확보 ○ 다양한 환경요인을 복합적으로 반영 및 예측하기 위해 딥러닝 기반 녹조 예측 진행
농림축산식품부, 농림축산검역본부 등	○ OIE의 OneWelfare(사람-동물-환경은 하나의 복지)에 따른 축산환경제어, 환경오염방지 기술개발 ○ 가축질병발생, 환경오염, 농가보상, 국민민원 증가 등에 따른 국가재정 소모를 줄이기 위한 기술 개발 요구	○ 기존 매뉴얼 중심의 구역별 조기감지-현장진단-조동방역-확산차단 SOP에 ICT기술의 도입을 통합 차세대 BioSecurity 기술 개발 ○ AI, BigData, VR, IoT, BT기술이 융합된 디지털 트윈 기반 세계최초 OneWelfare 플랫폼 기술 개발 추진

- (도시) 근거기반의 객관적 과학적 행정체계 구축을 목적으로 하는 “데이터 기반의 행정 활성화에 관한 법률(행안부, 2017)” 제정으로 법률 기반을 마련하고, 지자체(세종시)와 도시사회문제해결을 위한 MOU와 수요 도출을 통해 목표 수립
 - ▶ (지자체와 실수요 및 목표 도출) ICT 기반 도시사회문제해결 협력을 골자로 하는 “ETRI-세종시 IDX플랫폼 연구개발 MOU 체결(2017)” 통해 지자체의 실제 도시사회문제를 도출하고 목표를 설정

공공 수요처	기술수요	해결 방향
세종특별자치시	○ 매년 수요처(세종시)의 상황에 맞는 요구사항을 도출하여 목표를 재설정하는 가운데, 도시내 지역적 격차를 고려하여 우선적으로 정책 시행하기 위한 대중교통 정책 시뮬레이션 기술 반영 요구	○ 實데이터 기반 가상도시 구현을 위해 수요처인 세종시에서 도시행정 데이터 저장소 구축 및 데이터 제공 ○ 도시행정 정책수립 이전에 사전실험이 가능하도록 도시사회(시민)의 행태, 도시인프라, 상호작용을 모델링하고, 대규모 가상 시뮬레이션이 가능한 도시행정 디지털트윈 기술을 연구개발함 ○ 개발된 기술을 세종시의 실제 정책수립에 활용할 수 있도록 실제 적용 및 검증하고, 지속적인 기능 보완 및 확장 추진

- (국방) “4차 산업혁명 스마트 국방혁신” 추진단(19.3.15)에서는 3대 혁신분야를 선정, 교육분야로 현장훈련과 병행하는 ‘상시 실전형 훈련’을 추진, 민간의 첨단 ICT 기술과 국방 기술의 협력을 기반으로 작전지휘통제체계의 연결과 지능화를 통하여 한국의 독자적인 국방 인프라 구축 필요
 - ▶ 도시화로 인한 훈련장 부족, 잦은 민원, 안전사고 우려로 실기동 및 실사격 훈련에 어려움을 겪는 문제로 가상/증강현실(VR/AR) 기반 가상모의훈련체계 확대
 - ▶ 국방네트워크 분야에서는 지능 중심전을 위한 학습 기반의 국방 네트워크 최적화 기술의 원천기술 확보 필요

공공 수요처	기술수요	해결 방향
육해공군 소요군	○ 병사 축소에 따른 전투병의 정예화 필요 ○ 첨단 ICT기술 활용한 미래 국방력 강화 ○ 도시화로 인한 훈련장 부족 및 민원 발생에 대한 해결방안 필요 ○ 실기동 및 실사격 훈련에 따른 안전사고 발생 우려	○ 첨단화된 과학화 훈련 체계 구축 ○ 가상/증강현실(VR/AR) 기반 가상모의훈련체계 확대 ○ 지능 중심전을 위한 학습 기반의 국방 네트워크 최적화 기술의 원천기술 확보

③ 세부추진계획

① 과거실적

구분	실행연도	실적
안전	2016	○ 화재 재난의 1차 대응자인 소방관의 개인보호 장비 위주의 개발
	2017	○ 화재피해 최소화를 지원하기 위한 인프라 기술(화재현장 통신, 화재상황 전파)
	2018	○ 화재관리를 대응에서 예측 및 예방으로 전환하기 위한 데이터 기반 화재관리플랫폼 개발 시작
환경	2016	○ 안전유통을 위한 농축산 빅데이터 플랫폼 및 클라우드 기반 농축산 서비스 표준 모델 개발
	2017	○ 클라우드 기반 인공지능 데이터 분석 플랫폼 및 ICT융합 로드맵 개발(과기정통부)
	2018	○ 가축질병 안전축사를 위한 국내 테스트베드 구축 및 동물복지 인증시스템 개발 ○ 국내 최초로 드론 기반 초분광 영상 기술을 활용하여 대청호 지역 녹조 모니터링 성공
도시	2018	○ 주민 데이터 기반 가구현황 및 유동인구/매출 데이터 기반 특성 분석 ○ 세종시 행정 데이터 현황관 프로토타입 설계 및 개발
국방	2016	○ (훈련플랫폼) 자세인식, 위치인식, 행동인식 핵심 기술개발 완료 ○ (신뢰인프라) All-IP 기반의 국방 통합망 구축 핵심기술 개발 완료
	2017	○ (훈련플랫폼) 세계최대규모의 전시회 I/ITSEC 2018에 개발기술 전시, 기술이전 완료(1.8억) ○ (신뢰인프라) All-IP 통합 네트워크 구축 국방 u-실험사업(8.1억원 규모) 추진
	2018	○ (훈련플랫폼) 한미 M&S 자료교환협정에 한미공동연구과제로 상정, 미 육군 시험평가용으로 소요서 제출 (US\$ 650,000), 특허(국제/국내) 6건/29건, 논문(SCI/비SCI) 7건/32건 ○ (신뢰인프라) 다매체 다중경로 네트워크 단위기술 및 PoC 개발, 신뢰접속보호솔루션 기술이전 2건(1억원)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
① 안전		
2019	○ 화재현장의 요구사항 및 시스템 구조 설계	▶ 화재예방과 신속대응을 위한 체계 및 핵심기술 설계
2020	○ 화재 예방시스템 및 인명탐지기능 개발	▶ 화재 예방·예측 플랫폼 및 인명탐지시스템 기능 검증
2021	○ 화재 예방 서비스 및 인명탐지 시제품 개발	▶ 화재안전관리자용 및 대국민 시범 서비스 제공
2022	○ 지자체 및 재난현장 실증	▶ 현장환경에서 완전한 기술 검증 및 사업화 추진
2023	○ 지자체 단위의 실증지역 확장 및 인증	▶ 대단위 지역에서의 성능시험 및 사업화 시작
2024	○ 수요부처(행안부, 소방청, 지자체 등)의 정보화 사업으로 이관	▶ 실 수요부처(행안부, 소방청, 지자체 등)에 의한 화재·안전 현장 적용 및 문제해결
② 환경(녹조)		
2019	○ 녹조 시공간 복합 예측을 위한 핵심기술 구현	▶ 수질복합센서 핵심기술 구현
2020	○ 녹조 시공간 복합 예측을 위한 핵심기술 통합시험 (대청호 유역)	▶ 시공간 복합 인공지능 녹조 발생 예측 시스템 확보
2021	○ 녹조 시공간 복합 예측 시스템의 실증시험	▶ 대청호 유역 녹조 예측 및 통합 관리 시스템 연동시험
2022	○ 녹조 시공간 복합 예측을 위한 실증 테스트베드 고도화(대청호 유역)	▶ 환경부 물환경 정보시스템 테스트 연계 운영
2023	○ 녹조 시공간 복합 예측 시스템의 확장적용 (낙동강 유역)	▶ 낙동강 유역 시공간 복합 인공지능 녹조 발생 예측 시스템 확보
2024	○ 녹조 시공간 복합 예측 시스템 고도화 (금강, 낙동강 유역)	▶ 환경부 물환경 정보시스템 연계 운영

실행연도	세부추진계획	예상성과
② 환경(OneWelfare)		
2019	○ 가축질병 데이터 분석을 위한 테스트베드 구축	▶ 한돈혁신센터(하동), 등지농장(군위) 데이터 수집 환경 추가 구축, 예코팜(순천), 더불어 행복한 농장(거창) 데이터 연동 시험
2020	○ Bio-Security 플랫폼 개발 및 구축	▶ AI기반 조기탐지율(60%), 구제역 현장진단센서(랩 테스트, 정확도 >80%), 국내 표준화 3건 이상
2021	○ 구제역 방어 시스템 현장 시험 및 성능검증	▶ 국가가축방역통합시스템 및 농가연계 현장 검증
2022	○ 디지털트윈기반 안전축사 시험 및 성능검증	▶ 농식품부 확산 시험 모델을 통한 성능 검증, 구제역 현장진단센서 상용화, 세계최초 OneWelfare 디지털 트윈 플랫폼 상용화, 국내 SoP적용
2023	○ 사람-동물-환경(Digital One-Welfare) 자동화 기술 설계 및 개발	▶ One-Welfare형 환경제어 및 축산 침단 로봇 기술 설계 및 핵심 기능 개발
2024	○ 사람-동물-환경(Digital One-Welfare) 자동화 기술 검증	▶ One-Welfare형 축산 침단 로봇 기술 개발 및 테스트베드 적용
③ 도시		
2019	○ 도시행정 데이터 식별을 통한 디지털트윈 구조 설계	▶ 행정 데이터 식별 및 수집, 도시사회 인구 정책 시뮬레이션 프로토타입 개발
2020	○ 가상도시 소상공인 관련 정책 시뮬레이션 프로토타입 기능 개발 및 적용 후 개선	▶ 행위자 기반 지역경제(소상공인 상권) 활성화 정책 시뮬레이션 프로토타입 확보
2021	○ 가상도시 대중교통분담률 관련 정책 시뮬레이션 기능 개발 및 적용 후 개선	▶ 소셜 모형 적용된 도시행정 정책 시뮬레이션 시스템 확보
2022	○ 지자체 통합 시스템 구축을 통한 실도시(세종) 실증	▶ 도시행정 데이터 실시간 수집/연계체계 구축, 지역경제/대중교통분담률 정책 시뮬레이션 적용
2023	○ 실도시 정책 수립 활용을 통한 기능 확장/보완	▶ 도시행정 데이터 확장 체계 구축, 도시행정 디지털트윈 시스템의 정책 효과도 검증 및 보완
④ 국방		
2019	○ 고가감속 전방향 이동장치 시험평가 완료 ○ 다매체 다중경로 네트워크 연구시제품 개발	▶ 세계최고 수준의 전방향 이동 가능한 훈련시스템 확보(최고속도 10km/h) ▶ 국방부(국군지휘통신사령부) u-실험사업(5.9억원 규모) 추진, MWC2019에 기술 시연
2020	○ 초실감 가상훈련시스템(실용화 단계) 설계 ○ 다매체 다중경로 네트워크 상용화시제품 개발	▶ 한미 상호 운용을 목표로 한 국제공동연구 착수 ▶ 다매체 다중경로 네트워크 기술의 망 연동시험 추진
2021	○ 초실감 가상훈련시스템 개발 ○ Live-MR 훈련시스템(1단계) 설계 ○ 지능 기반 국방 네트워크 제어관리 기술 설계	▶ Cm급 위치공간 인지 기술, AI 대항군 기술 확보 ▶ 지능형 네트워크 관제기술 군 요구사항 수립
2022	○ 초실감 가상훈련시스템 상용화시제품 개발 ○ Live-MR 훈련시스템(1단계) 통합 ○ 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 개발	▶ 세계최고 수준의 전방향 이동 가능한 가상훈련 시스템 상용화시제품 개발 ▶ 지능형 네트워크 관제 핵심기술 확보
2023	○ Live-MR 훈련시스템(2단계) 개발 및 통합 ○ 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용 시제품 개발	▶ 세계최고 수준의 AI 군과 훈련 가능한 초실감 훈련 시스템 기술 확보 ▶ 지능형 네트워크 관제 시스템 시제품 확보
2024	○ Live-MR 훈련시스템(2단계) 상용시제품 개발 ○ 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용화 시제품 개발	▶ 세계최고 수준의 AI 적과 훈련 가능한 초실감 훈련 시스템 상용화시제품 개발 ▶ 병력자원 감소 및 미래전에 대응하는 지능 기반 최 적의 국방 네트워킹 관제시스템 기술 확보

③ 중장기 로드맵

연 도		1단계			2단계			3단계
세부목표		2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025-2029
안전		구조설계 및 핵심기술	연구시제품	현장적용 시제품	실증환경 시험	실증지역확대	정보화사업 이관	국가단위 화재안전관리체계 구축
환경	녹조	녹조 예측 시스템 핵심기술 구현	녹조 예측 시스템 핵심기술 통합시험	녹조 시공간 복합 예측 시스템 (대청호 유역)	녹조 예측 시스템 고도화 (대청호 유역)	녹조 시공간 복합 예측 시스템 확장 (낙동강)	녹조 시공간 복합 예측 시스템 운용 (낙동강, 금강)	통합 수질 예측 시스템 (물환경 정보시스템 연계)
	One Welfare	Complex Bio-Security 요소기술개발	Complex Bio-Security 플랫폼 개발	Complex Bio-Security 현장시험 (전국 4곳)	디지털트윈 플랫폼 현장시험	Digital OneWelfare 무인화 설계	Digital OneWelfare 무인화 개발	Digital OneWelfare 무인화 현장적용
도시		소상공인 상권활성화 정책 분석	소상공인 상권 활성화 정책 시뮬레이션	대중교통분담 정책 시뮬레이션	도시행정 디지털트윈 시스템의 실도시 실증 및 기능 확장	다중 도시로 구성된 광역급 지자체 대상의 대규모 복합도시행정 디지털트윈 기술 확장		대규모 복합도시의 실시간 데이터 연계를 통한 도시 운영플랫폼 CityOS 기술 확장 및 실도시 실증
국방		고가감속 전 방향 이동장치 시험평가 완료	가상훈련시스템 착수 Live-MR 훈련 시스템(1단계) 착수	가상훈련시스템 개발 Live-MR 훈련시스템(1단계) 개발	가상훈련시스템 군적용 시험 Live-MR 훈련시스템(1단계) 통합	Live-MR 훈련시스템 (2단계) 개발 및 통합 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 상용시제품 개발	Live-MR 훈련시스템 (2단계) 군적용 시험 지능 기반 국방네트워크 제어관리 기술 군적용 시험	차세대 과학화 훈련시스템 전군으로 확대 적용 고신뢰, 지능 기반 국방 네트워크 관제플랫폼 구축 적용

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 안전	
○ 화재는 가장 빈번한 사회적 재난이며 법적인 설치 및 운영 요건을 만족하지 못하는 소방안전시설물에 의한 피해가 다수	▶ 국민 대다수가 거주하는 다용이용시설 위주의 소방시설물 유지·관리·감시 기술을 활용하여 화재징후를 조기에 탐지하고 정확성을 확보
○ 화재가 발생시 통신과 전력 인프라 상실로 인명 구조활동이 원활하지 못하고 농연, 소음, 화염, 붕괴 등으로 인해 육안으로 요구조사 탐색이 불가능	▶ 화재로 인한 비가시 환경(농연, 소음, 화염, 붕괴 등)에서 독립적으로 운용이 가능하고 인명을 탐지할 수 있는 인명탐지시스템 개발
② 환경(녹조)	
○ 세계 최고 수준(California Harmful Algae Risk Mapping @ CeNCOOS) 녹조 예측 정확도(77%) 대비 우수	▶ 글로벌 연구현황 대비 검증 목표 도전성 판단
○ 전 세계적으로 소형 직독식의 인산염(녹조 주요 원인) 센서는 없음 (세계최초 개발)	▶ 수요처 요구사항 반영 여부 및 이에 따른 구매(용역) 계약 확보 및 정책 제언/반영 여부 확인
○ 기존의 수요처의 관행 추세를 뛰어넘는 새로운 성과 창출 시 수요처 계약 및 녹조 정책 반영의 성과 창출 가능	
② 환경(OneWelfare)	
○ ICT를 활용한 사람-동물-환경이 함께 고려된 차세대 기술개발은 유럽 선진국(네덜란드 등)에서 시작되고 있는 분야로 가축이상 조기탐지 95%수준은 세계최고 수준임	▶ 네덜란드 등 국외선진국과의 공동연구 및 비교를 통한 검증 ▶ 수요처농림축산식품부, 농림축산검역본부, 관련 협회, 기업 등 요구반영 여부 확인
○ 국내질병관리부는 가축차량만을 중심으로 하는 연구개발	▶ 공인인증시험기관을 통한 성능시험 확인, 기술이전을

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
수준으로 한계가 있으며, 사람-차량-환경이 함께 고려되는 복합형 플랫폼 개발은 세계최초임 ○ 에너지 및 공기/환경오염 방지를 위해 시도되는 농축산 디지털 트윈 기술 개발은 세계최초 기술임	통한 기업 기술이전 확산
③ 도시	
○ (최초 연구 사례) 정책 수립 전 가상도시 구축을 통한 선제적 정책 실험 가능한 행위자 기반의 도시 규모 정책 시뮬레이션(ABMS: Agent Based Modeling & Simulation) 연구개발 최초 사례(인구 50만 규모) ○ (세계적 선도기관의 기술 수준 목표) 세계적 선도기관 기술 수준 이상의 가상도시 구축 위한 도시 모델 지원 종류 ○ (신뢰도) 개발 기술의 실제 정책 수립 적용 실증 여부	<div>▶ 행위자 기반의 도시 규모 정책 시뮬레이션 최초 사례 여부 평가</div> <div>▶ 세계적 선도기관(다쏘시스템)의 가상도시 구축 모델 지원 종류 비교</div> <div>▶ 개발 기술의 실증에 대한 현장검증단과 수요기관 검증</div>
④ 국방	
○ (훈련시스템) 세계최초/최고 수준의 AI 대항군과 훈련 가능한 초 실감 훈련 시스템 개발 목표 설정. 미국, EU 등 국방분야 선진국 훈련시스템과 비교 ○ (신뢰인프라) 지능 기반 국방네트워크 제어관리 국산화. 소요군의 요구사항 기준 충족여부 판단	<div>▶ 소요군에서 사용 가능한 통합시스템 조건에서의 시험방법 결정</div> <div>▶ 소요군들의 요구사항을 기반으로 세부 평가 방법 결정</div> <div>▶ 개발 완료 후 군에서 즉시 전력화할 수 있도록 소요군들과의 긴밀한 협력기반으로 평가 방법 작성</div>

* (주) 평가방법은 개발결과가 현장에 적용되어 활용되는지에 대해 초점을 맞추고 성능평가는 세계최고기관과의 비교 항목을 토대로 진행

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구분야		기관명	기술 수준		기관 기술	
			현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
안전	화재 예방	-	동일한 방식의 선진기관은 없음	-	세계최초	세계최초
	인명 탐지	이스라엘 / Camero	고가격(100K USD), 15Kg, 탐지거리 : 8m (시멘트 등) * (군용 Xaver 800)	-	90%	100% (세계최초 임무장비)
환경	녹조예측 기술	미국 / CENCOOS	77%		관련 핵심기술확보	90%
	인산염 센서	독일 / bbe	1ug/L (거치식 기준)		관련 핵심기술확보	1ug/L (직독식 기준, 세계 최초)
	이상 탐지	네덜란드(WUR) 벨기에 (SoundTalk)	1.영상기반 개체인식 > 90% 2.음성기반 질병인식 > 80%	-	영상기반 개체인식 > 80%	AI기반 복합형 가축이상탐지(>95%)
	질병 관리	캐나다 (BeSeenBeSafe)	앱기반 GeoFencing BioSecurity	-	농축산 빅데이터 분석기술	세계 최초 (사람-차량-환경 연계 복합 질병관리>90%, ComplexBioSecurity)
	환경 제어	네덜란드(WUR)	복합환경 제어(온습도 90%제어)	-	IoT 및 RNN기반 환경제어수준 (온습도 90%제어)	세계 최초 (에너지복합 공기오염 제어-온습도, CO2, NH3, PM10 등 디지털트윈 기반환경제어수준)

연구분야		기관명	기술 수준		기관 기술	
			현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
도시	도시구성 모델 지원 기술	프랑스/다쏘시스템 (Virtual Singapore)	지원 도시 모델수: 2종 (도시인프라/환경)	지원 도시 모델 수: 2종 (도시인프라/환경)	지원 도시 모델 수: 1종 (도시인프라)	지원 도시 모델 수: 3종 (도시시민/도시인프라/상호작용)
	기술의 정책수립 활용	-	-	-	-	결과물의 수요처 활용 건수: 3건
국방	훈련 플랫폼	미국/육군연구소	이동속도 5km/h 보병 보행용	추가 개발 계획 없음	이동속도 10km/h 전투훈련용	(세계 최초/최고) AI 군과 교전 가능한 초실감 훈련 시스템
	신뢰 인프라	미국/Cisco 미국/국방성	2종 (고정/망선택 경로 제어)	3종 (고정/망선택 경로제어)	2종 (고정/망선택 경로제어)	4종 (고정/망선택/응용별/ AI기반 경로제어)

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

(1) 안전

① 연구성과 활용·확산체계

- 기술개발 과정에서 행정안전부, 소방청 및 지자체를 통한 실증 후 지자체 및 국가 단위 정보화사업으로 연계 예정이며, 제품화 되는 시스템은 한국소방산업기술원(KFI) 형식승인후 사업화 예정

② 세부실행 계획

- 국내 표준화, 1~3단계 테스트베드를 활용한 실증계획, 연구결과물 활용 및 정부부처간 데이터 연계를 위한 정책제안과 법제도 개선을 추진

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 주요 다중이용시설(건축물)의 화재안전관리 기본 플랫폼으로 활용 가능하며 점진적으로 모든 위험에 대한 재난안전관리체계로 확장 가능
- 개인 휴대형 및 부착형 장비로 개발하여 현장대응 요원들이 용이하게 사용할수 있으며, 관련 기술을 활용하여 다양한 산업현장의 안전관리용으로 확대 가능

《기대효과》

- 재난관리자들이 과학적인 데이터를 활용하여 효율적인 재난관리를 수행할 수 있도록 지원
- 화재 및 지진등의 재난환경에서 골든타입내에 인명구조 및 피해 최소화에 기여

(2) 환경(녹조)

① 연구성과 활용·확산체계

- 수요처인 환경부, 국립환경과학원, 수자원공사 및 환경공단과 관련 전문가 그룹으로 현장연구멘토단 (12명) 구성, 수요처 요구사항 반영 및 활용을 위해 분기별 1회 현장연구멘토단 미팅 진행

② 세부실행 계획

- 환경부 물환경 정보시스템 연동을 위해 환경부 표준연계모듈과 연계 API를 활용한 녹조예측 시스템 설계, 물환경 DB 연동을 위해 물관리정보 표준코드체계 반영

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 물환경 정보시스템과 연계하여 ICT 녹조 통합모니터링 기반의 녹조 발생 사전 예측(예측 정확도 90%) 가능 및 선제적 조치를 통한 녹조 조기 억제 가능

《기대효과》

- 대청호를 실증 지역으로 녹조 예측시스템 최적화 및 이의 타 지역(낙동강 등) 확대 적용

(2) 환경(OneWelfare)

① 연구성과 활용·확산체계

- 수요처인 농림축산식품부, 농림축산검역본부, 지자체, 관련 기업, 대학 등과 정기 미팅, 사회문제 해결을 위한 리빙랩 그룹 운영을 통한 현장 의견 반영

② 세부실행 계획

- 한돈협회, 관련 기업 및 현장 농가의 서비스 의견수렴, 국내외 테스트베드의 구축 및 실증, 네덜란드 등 세계최고기관과의 교류를 통한 성능 주기적 보안, TTA 등 국내 단체기구를 통한 표준화 진행

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 하동, 군위, 순천, 거창 등 현장 중심 성능검증을 통한 전국 확대
- 농식품부, 지자체, 관련 협회, 기업 등 기술이전을 통한 Bio-Security 플랫폼 및 안전축사 기술의 확대

《기대효과》

- 가축질병발생 국가재정소모, 환경오염, 민원 등 해소 및 농축산 시스템의 지능화 기술 확보
- OIE 대응, SPS협정에 따른 국가 간 분쟁 해결을 위한 기술로 활용

(3) 도시

① 연구성과 활용·확산체계

- 수요처인 세종시의 정책 수립 시 가상도시 정책 시뮬레이션 시스템을 개발하여, 실제 실행할 정책을 사전 실험을 통해 사회적인 비용을 줄여 과학적인 지자체 도시 정책 실행을 지원하며, 지속적인 확장 및 고도화를 위해 소셜 데이터 분석 분야 등 민간과 지속가능한 협력체계를 구축

② 세부실행 계획

- 데이터 기반으로 구축될 디지털트윈 가상도시의 행위자 중심 선제적 정책 실험을 통해 정책 효과도를 높이고, 실험데이터 현황에 대한 시민 공유 및 성공적인 활용 사례 도출을 통해 타도시로 점진적으로 확산

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 실도시(세종시)의 지역경제(소상공인 상권) 활성화, 대중교통분담률에 대한 선제적 정책 실험으로 정책 실행전에 실제 정책의 완성도를 높여 정책 효과도를 높이고, 사회적인 비용을 줄일 수 있음

《기대효과》

- 실도시에 성공적인 과학적 정책 수립 사례를 도출하고 타도시로 기술 및 사례 확산 추진 기대

(4) 국방

① 연구성과 활용·확산체계

- 국방ICT 융합센터를 중심으로 국방부, 방사청, 기품원, ADD 등과 연계 진행

② 세부실행 계획

- 국방ICT 융합센터를 중심으로 훈련플랫폼은 육해공군 차세대 첨단 과학화 훈련 시스템에 적용, 신뢰 인프라 기술은 국방 정보통신망 연동시험과 실증·실험 사업 연계 추진

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- (훈련플랫폼) 육해공군 차세대 첨단 과학화 훈련시스템 조기 전력화에 활용
- (신뢰인프라) 국방전략망(M-BcN, Microwave 등) 및 M-IoT의 생존성, 효율성 및 보안성 제고에 활용

《기대효과》

- (훈련플랫폼) 도시화로 인한 훈련장 부족, 잦은 민원, 안전사고 우려로 실 기동 및 실 사격 훈련에 어려움을 겪는 사회문제 해결
- (신뢰인프라) 가용한 모든 전용 및 상용 유무선망을 이용한 성능, 효율성, 보안성, 가용성 및 생존성과 서비스 최적화를 제공하는 적응적 네트워킹 기술 확보

성과목표 5-2

[산업화형] 지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화산업 연계 현장맞춤형 지능화 솔루션 [배점: 6점]

Ⅰ 최종 달성목표

- 지역특화산업기반의 글로벌 강소기업 육성을 위한 국제 수준의 기술력 확보, 지역기업의 글로벌 시장 진출 및 신사업 창출을 위한 기술사업화 등의 지역혁신성장 선도

《세부 달성목표》

- (글로벌 강소기업 육성) 지역산업체 수요기반의 현장맞춤형 기술사업화를 통해 지역산업 생태계를 확장, 지역·글로벌 강소기업이 되도록 혁신성장 지원 (3건)
- (글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출) 지역특화산업연계 지능화 솔루션 적용을 통해 국내·외 시장 확대, 신 Biz. 서비스 실증을 통해 새로운 산업 육성 및 시장 창출 (7건)
- (지역혁신 역할 수행) 중소·창업 기업의 혁신기술을 공급하고, 기술 상용화 및 사업화를 지원하며, 지자체의 지역특화산업 육성 정책을 위한 혁신 파트너 역할을 수행함으로써, 제4차 산업혁명 시대에 지역의 산업육성 정책현안 해결 및 혁신성장을 선도하는 혁신기관으로 발전 (지역별 수시)

성과분야	예상성과
호남권 지역혁신성장 선도	<ul style="list-style-type: none"> ○ (글로벌 강소기업 육성) 글로벌 선도기관 수준의 광집적회로 패키징 기술력 확보 및 지원을 통한 글로벌 강소 기업 육성 ○ (신 산업육성) IT와 OT를 융합한 실시간 마이크로그리드 관제 네트워킹 기술은 초기 단계로 글로벌 선도 기관 역량 확보 및 신 산업 육성 ○ (신 Biz. 창출) 도시대상 에너지AI 융합솔루션 기술 상용화를 통한 1천 가입자 이상의 빅데이터 신 Biz. 창출 및 실증 ○ (신 서비스 창출) 국내 5대 피부질환에 대한 피부과 전문의 수준의 초분광 AI 진단보조 시스템 기술개발 및 기술 사업화를 통한 신 서비스 창출 ○ (지역현안 해결) 호남권 지역특화산업 기술지원을 통해 지자체 산업육성 정책현안 해결방안 제공
대경권 지역혁신성장 선도	<ul style="list-style-type: none"> ○ (글로벌 강소기업 육성) 도시교통 분야에 인공지능·빅데이터 기술을 적용한 현장 맞춤형 지능형 교통운용체계 기술 확산으로 지역·글로벌 강소기업 육성 ○ (글로벌 시장 진출) 지능형 디지털헬스·통합질병관리 서비스 플랫폼 기술 기반으로 개발도상국 대상 시장 진출 및 보건·의료 서비스 제공 확대 ○ (국내·외 시장 진출) 규격화된 도로가 아닌 비정형 과수 환경에서 GPS 등 글로벌 측위센서를 사용하지 않는 농기계의 무인 주행기술 실현으로 국내·외 시장점유율 제고 ○ (신 서비스 창출) 인공지능기반 자율형 스마트팜 솔루션 기술 상용화를 통한 국내·외 신 서비스 창출 ○ (지역현안 해결) 대경권 지역특화산업 기술지원을 통해 지자체 산업육성 정책현안 해결방안 제공
수도권 지역혁신성장 선도	<ul style="list-style-type: none"> ○ (글로벌 강소기업 육성) 개방형 인공지능 인프라 구축 및 활용을 통한 글로벌 강소기업 육성 ○ (신 서비스 창출) 원격 체험형 가상화 기술 개발을 통한 ETRI 기술체험 서비스 제공으로 기술상용화 촉진 ○ (지역현안 해결) 수도권 지역특화산업 기술지원을 통해 지자체 산업육성 정책현안 해결방안 제공

《기술 개념도》

지역혁신성장 선도

글로벌 강소기업 육성 / 글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출 / 지역혁신을 위한 역할 수행

지역 특화산업 육성

지역산업체 공동연구/기술지원/사업화, 지역 유관기관 협력/과제발굴

지능화 솔루션

고유 도메인 기술과 ICT기술이 융 결합하여 국가·사회 현안문제를 해결할 수 있는 4차 산업혁명의 구원기술

지능형 엣지네트워킹 / 에너지시 융합솔루션
지능형 초분광 진단보조 / 광집적회로 패키징

지능형 디지털헬스 플랫폼 / 스마트시티 도시교통
산업자동화 솔루션 / 스마트팜 솔루션

지능형 융합 솔루션 / 인공지능 공유 플랫폼

호남권



스마트에너지 스마트광융합

대경권



스마트의료 스마트시티 스마트이동체 스마트농업

수도권



지능정보산업 지식서비스산업

② 목표수립 배경

● (정책연계성)

- ① 「문재인 정부 과학기술 중심 지역혁신 기본방향」을 최종 확정·발표('17.10.)
 - ▶ (지역 R&D 역량 강화) 지역의 균형 성장을 지원하기 위한 일환으로 지역 소재 대학·출연(연) 등 공공연구기관들이 지역 필요 R&D에 적극 참여하도록 유도
- ② 과기정통부는 지자체가 R&D를 주도하는 ‘지역주도 R&D 개선방안’을 ‘19년 상반기에 마련하고 출연(연) 분원이 지역 혁신성장에 기여하도록 기능을 강화하는 내용을 포함하는 ‘4차 산업혁명 선도 지역거점 창출전략’을 발표('19.01.)
- ③ 정부 5대 국정목표 달성을 위한 20대 국정전략 중, 「과학기술이 선도하는 4차 산업혁명」, 「중소벤처의 혁신과 성장」, 「골고루 잘사는 균형발전」 등과 연계가 필요
 - ▶ 광주시는 산업 비전을 ‘일자리 중심의 포용적 혁신성장’으로 설정하고, 실현방안으로 11대 대표산업(광융합산업, 에너지 및 수소 산업, 친환경 자동차 산업 등) 집중 육성, 3대 추진전략, 2019년 중점 추진 사업을 내용으로 하는 ‘민선 7기 산업 비전 및 추진 전략’을 발표('19.05.)
 - ▶ 전남도는 ‘빛가람혁신도시’를 중심으로 차세대 전력산업의 메카로 조성하고, ‘광양만권’을 중심으로 신에너지산업을 육성하여 ‘글로벌 에너지산업 허브’로 육성하는 전략을 발표('19.04.)
 - ▶ 대구시는 5대 미래산업(미래형 자동차, 맞춤형 정밀의료, 로봇 등)육성과 제조업의 스마트혁신, 스마트 시티 건설을 통한 미래경쟁력 확보를 추진하고자 미래비전2030을 발표('18.09.)
 - ▶ 경북도는 ICT프론티어 벨트(5G, 드론, 스마트가전), 메디컬 융합소재산업을 육성하고, 스마트팜 혁신밸리 조성, 농산업 과학시범단지 조성, 스마트 축산시스템 확산 등을 추진('18.09.)
 - ▶ 성남시는 아시아 최대 실리콘밸리로 조성하겠다는 청사진 아래 혁신성장이라는 정책방향 설정을 통해 4차 산업혁명의 핵심산업 발전을 위한 신 산업 생태계 조성 지원을 발표('18.11.)

● (중요성) 지역혁신 기술공급자 역할 수행, 지역혁신 파트너 역할 수행, 시장수요 및 활용가능성 측면에서 중요

- ① (지역혁신 기술공급자 역할 수행) 중소·창업기업 육성 및 지역산업 육성을 위한 혁신기술 공급자 역할을 수행함으로써 지역혁신성장 선도 실현
 - ▶ 지역특화·지역수요 기반의 전략산업별 상용화 기술 개발을 통한 신 산업 핵심 기술 확보
 - ▶ 지역의 역량있는 중소기업과 공동연구, 적기 상용화 등 기술사업화를 통한 산업 선순환 생태 조성
- ② (지역혁신 파트너 역할 수행) 국가·지역사회 정책수립 및 문제해결을 위한 혁신 파트너 역할을 수행함으로써 효과적으로 국가·지역산업 육성 지원 및 사회적 비용 절감 실현
- ③ (시장수요) 지역내 공공자원을 활용하여 이를 해결해 갈 수 있는 지역주도의 R&D 기획·연구 역량 강화가 요구되고 있으며, 지역 소재 대학·출연(연) 등 공공연구기관들이 지역 필요 R&D에 적극 참여하도록 유도하고 이를 통해 지역별 경제 성장·삶의 질 향상 도모, 지역 간 상생 협력 실현을 위한 역할 강화 요구
- ④ (활용가능성) 지역 중소기업의 역량 강화와 상생발전에 기여
 - ▶ 지자체 연계 지역 전략산업 발전정책 수립에 활용하여 지역산업을 활성화
 - ▶ 개방형 산·학·연·관 전문가 운영위원회 구축·운영을 통해 지역IT유관기관간의 협력네트워크를 활성화

● (역할부합성) 지역산업의 발전을 위한 지능화 솔루션 기술개발로 제4차 산업혁명 실현

- (ETRI 임무 부합성) IT분야 기술사업화 및 중소기업 기술지원(정관 제4조, 기관의 임무 및 기능)을 위해 정부에서는 출연(연)의 중소기업 성장지원 강화 요구
 - ▶ ETRI는 최첨단 ICT 융합 기술개발 역량 및 인프라를 보유하고 있으며, 이를 활용하여 ICT 융합 분야 중소기업의 취약한 기술경쟁력을 강화시킬 수 있고, 중소기업에 대한 기술개발 및 기술사업화 지원을 수행할 수 있는 정부출연 연구기관임

● (기술적 문제 및 해결방향)

기술 문제	해결 방향	수행 기관	비고
<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역의 균형 성장을 지원하기 위하여 다각적인 노력을 해왔으나, 실질적 지역발전 효과는 아직 미흡한 실정으로 R&D 성과의 지역별 불균형도와 중앙에 대한 의존성도 심화 ○ 과거의 R&D 방향: 제한적으로 지역 수요를 반영한 ETRI 고유 R&D 중심의 선도기술 개발을 통한 기업 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 단순 단편적인 기술지원 형태로 기업이 기술적 역량을 충분히 확보할 수 있는 지속가능성 결여 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지역연구센터는 지역내 ICT 융합기술 전문기관으로서, 중소창업 기업의 혁신기술을 공급하고, 기술 상용화 및 사업화를 지원하며, 지자체의 지역특화산업 육성 정책을 위한 혁신 파트너 역할을 수행함으로써 제4차 산업혁명 시대에 지역의 혁신성장을 선도 ▶ 개선된 R&D 방향: 지역 수요 기반 현장맞춤형 R&D 중심의 상용화 기술개발을 통한 ETRI 역량 강화 및 글로벌 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 능동적 R&D 이슈 도출 및 확대 지원을 구체적인 목표 제시를 통해 기업이 지속적으로 성장이 가능한 기술적 역량 제고 	ETRI 지역연구센터	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지역특화·지역수요기반 전략산업별 상용화기술개발 ▶ 지역의 역량있는 중소기업과 공동연구, 적기 상용화 등 산업생태계 조성 ▶ 산·학·연·관 협업체계 구축 ▶ 글로벌 강소 기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 500만불 이상 ▶ 신 산업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 산업간 융합으로 새로운 산업 개척 및 육성 ▶ 신 Biz. 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 기존과 차별화된 신규 사업 모델 구축 ▶ 신 서비스 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 기존에 없던 새로운 서비스 구현 및 적용 ▶ 지역 현안 해결 <ul style="list-style-type: none"> - 지역의 정책 지원

③ 세부추진계획

① 과거실적

지역전략산업 연계 중소·중견기업 지원 강화 ^{주1)}	실적		
	2016	2017	2018
○ 지역수요연계 지자체/민간수탁 확보	24.8억원	56.28억원	23.9억원
○ 지역수요기반 특성화 R&D 사업 발굴	16건	18건	16건
○ 기업체 수요맞춤형 공동연구	36건	32건	25건
○ 신기술설명회, 공개세미나, 기술워크샵, 기술교류회 등	27건	22건	36건/781명
○ 기술이전/출자 등 기술사업화/기술료 수입	23건/9.2억원	27건/9.9억원	14건/7.2억원
○ 시험/장비/애로기술지원, 1실1기업지원, 상용화 현장지원 등	499건	492건	459건

주1) 2016-2018 경영성과계획서('16.05.)의 경영부문 추진계획 3-4에 해당되며, 주요성과지표(지역수요기반 특성화 R&D 사업발굴, 지역중소기업 지원활동 만족도제고, 지역수요연계 민간수탁 확대)에 대한 정량적 실적임

연도	주요내용
2016	<ul style="list-style-type: none"> ○ IoT 디바이스 프로토콜 개발 및 사업화를 통한 사물인터넷 시장 견인(기술이전 17건('19.06. 기준), 특허 11건 확보) ○ 영상기반 차량정보인식단말 기술의 기술사업화를 통해 해외시장진출(베트남, 수출용제품화) ○ 스마트팜 운영시스템의 해외시장 개척(몽골, 실증사업)
2017	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 광분배함 및 관리 플랫폼 기술 사업화(한전 광주전남본부 테스트베드 적용 및 통신사업자 시연) ○ 한전 에너지IoT산업 육성 및 국내·외 표준화(한전 eIoT 표준규격서 인정 및 국제 표준화) ○ 승용이양기 통합제어 전장화 기술 성능우수 및 시제품 개발을 통한 국내시장점유율 제고(세계최고업체일본 대비 성능우수, 2019년 양산 예정)

연도	주요내용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세계최초 자동식모기 개발 및 연발형 식모기 상용화 구축(기술시간단축 및 편의성제공) ○ 영상기반 차량정보인식단말 기술의 기술사업화를 통해 해외시장진출(필리핀, 수출용제품화) ○ ETRI가 개발한 인공지능 SW 및 기계학습데이터를 인공지능 응용서비스 개발 저변 확대를 위한 개방형 공유 플랫폼으로 구축하여 API제공(인공지능 API 14종, 언어처리 학습데이터 API)
2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트 광분배함 및 관리 플랫폼 상용화 제품 출시 (상용화 완료, 제품 납품 및 상용화 후속지원) ○ 100기가급 초소형 광모듈 상용화 기술지원을 통한 기업지원 (상용시제품 개발 26건, 시제품 사업화 10건, 상용화 기술지원 74건을 통한 매출 62억 원 발생) ○ 사물인터넷 및 인공지능 기술기반 지역 에너지 신산업 선도를 통한 전력빅데이터 생태계 구축 ○ 국제 인공지능챌린지 입상(고급교통감시분야 차량객체검출 부문 1위) ○ 국내 차량번호판 검지 및 인식기술 사업화 지원 (조달청 우수조달제품 지정 2건) ○ 대구시 스마트시티 국가전략프로젝트 사업수주 지원 (총사업비 614.6억 원, 실증도시수행과제) ○ ETRI가 개발한 인공지능 SW 및 기계학습데이터를 인공지능 응용서비스 개발 저변 확대를 위한 개방형 공유 플랫폼으로 구축하여 API제공(인공지능 API 10종, 시각 및 음성언어 학습데이터 API)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역특화산업 성장에 필요한 상용화 R&D 이슈 도출 <ul style="list-style-type: none"> - 에너지신산업, 광융합산업, 스마트의료, 스마트시티, 스마트이동체, 스마트농업, 지능정보산업, 지식서비스 산업 등 ○ 지역산업연계 지능화 솔루션 요소기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 개방형 인공지능 플랫폼 요소기술 개발 - 도시교통 분야 인공지능·빅데이터 요소기술 개발 - Component level 집적광모듈 패키징 기술 개발 - 지능형 디지털헬스·통합질병관리 서비스 요소기술 개발 - 인공지능기반 자율형 스마트팜 요소기술 개발 - 비정형 과수 환경의 농기계 무인주행 요소기술 개발 - 마이크로그리드 관제 네트워크 요소기술 개발 - 도시대상 에너지AI 요소기술 개발 - 초분광 이미징기반 피부질환 분석 요소기술 개발 ○ 산·학·연·관 협력네트워크 구축 및 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지역수요기반 R&D 사업 발굴(30건) ▶ 지역산업연계 지능화 솔루션 요소기술 확보(10건) ▶ 지역산업기반 중소기업 기술경쟁력 확보 ▶ 지역산업연계 지자체/민간수탁 확보(40억 원) ▶ 기술이전/출자 등 기술사업화(10건) ▶ 지역산업 육성을 위한 정책 지원
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역산업연계 지능화 솔루션 실증 <ul style="list-style-type: none"> - 지역산업연계 지능화 솔루션 기술 고도화 - 지능화 솔루션 시제품 개발 및 실증 ○ 지역 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선도기관 수준의 기술·인프라 고도화 및 전문기업 지원 ○ 산·학·연·관 혁신파트너 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지역산업연계 지능화 솔루션 기술 고도화 (10건) 및 국제 수준의 기술력 확보(1건) ▶ 지능화 솔루션 기술사업화를 통한 지역 강소기업(3개사) 육성 ▶ 핵심솔루션 실증을 통한 기업주도 국내·외 시장 진출(2건) 교두보 마련 ▶ 지역수요연계 지자체/민간수탁 확보(40억 원) ▶ 기술이전/출자 등 기술사업화(10건) ▶ 지역산업 육성을 위한 정책 발굴
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역·글로벌 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선도기관 수준의 위상확보 및 강소기업 육성 ○ 글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 지역산업연계 지능화 솔루션 상용화 및 국제화 ○ 산·학·연·관 혁신파트너 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국제 수준의 연구기관 위상 확보(1건) ▶ 지역·글로벌 강소기업(3개사) 육성 ▶ 국내·외 시장 진출(2건) ▶ 신 산업, 신 서비스 및 신 Biz. 창출(5건) ▶ 지역수요연계 지자체/민간수탁 확보(40억 원) ▶ 기술이전/출자 등 기술사업화(10건) ▶ 지역산업 육성을 위한 정책 구현
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역·글로벌 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선도기관 수준의 위상확보 및 강소기업 육성 ○ 글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 지역산업연계 지능화 솔루션 상용화 및 국제화 ○ 산·학·연·관 혁신파트너 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국제 수준의 연구기관 위상 확보(1건) ▶ 지역·글로벌 강소기업(3개사) 육성 ▶ 국내·외 시장 진출(2건) ▶ 신 산업, 신 서비스 및 신 Biz. 창출(5건) ▶ 지역수요연계 지자체/민간수탁 확보(40억 원) ▶ 기술이전/출자 등 기술사업화(10건) ▶ 지역산업 육성을 위한 정책 구현
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역·글로벌 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선도기관 수준의 위상확보 및 강소기업 육성 ○ 글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 지역산업연계 지능화 솔루션 상용화 및 국제화 ○ 산·학·연·관 혁신파트너 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국제 수준의 연구기관 위상 확보(1건) ▶ 지역·글로벌 강소기업(3개사) 육성 ▶ 국내·외 시장 진출(2건) ▶ 신 산업, 신 서비스 및 신 Biz. 창출(5건) ▶ 지역수요연계 지자체/민간수탁 확보(40억 원) ▶ 기술이전/출자 등 기술사업화(10건) ▶ 지역산업 육성을 위한 정책 구현
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역·글로벌 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선도기관 수준의 위상확보 및 강소기업 육성 ○ 글로벌 시장 진출 및 신 Biz. 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 지역산업연계 지능화 솔루션 상용화 및 국제화 ○ 산·학·연·관 혁신파트너 역할 수행 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 국제 수준의 연구기관 위상 확보(1건) ▶ 지역·글로벌 강소기업(3개사) 육성 ▶ 국내·외 시장 진출(2건) ▶ 신 산업, 신 서비스 및 신 Biz. 창출(5건) ▶ 지역수요연계 지자체/민간수탁 확보(40억 원) ▶ 기술이전/출자 등 기술사업화(10건) ▶ 지역산업 육성을 위한 정책 구현

③ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
글로벌 강소기업 육성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인프라 활용을 통한 글로벌 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 개방형 인공지능 플랫폼 구축으로 ETRI 기술체험 지원을 통한 활용 촉진으로 중소기업 산업경쟁력 강화 ○ 현장맞춤형 기술 확산을 통한 강소기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 도시교통 분야에 인공지능/빅데이터 기술을 적용한 세계 수준의 지능형 교통운용체계 기술 확산 ○ 국제 수준의 기술력 확보를 통한 글로벌 전문 기업 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 선도기관 수준의 광집적회로 패키징 기술 확보를 통한 글로벌 강소기업 육성 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지역혁신성장을 위한 글로벌 강소기업 육성을 위한 지역연구센터의 역할 ▶ 개방형 인공지능 인프라를 활용한 글로벌 강소기업 육성 여부 ▶ 도시교통 분야 교통유고 차량속도개선 15 %, 상황인식률 95 % 수준의 기술 확보 및 강소기업 육성 여부 ▶ 글로벌 선도기관 수준의 웨이퍼 광집적회로 패키징 기술 확보 및 기술 확산을 통한 글로벌 강소기업 육성 여부
글로벌 시장 진출 및 신 Biz.창출	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역기업의 글로벌 시장 진출·확대 견인 <ul style="list-style-type: none"> - 지능형 디지털헬스·통합질병관리 서비스 플랫폼 기술 기반으로 개발도상국 대상 보건·의료 서비스 제공 확대 - 규격화된 도로가 아닌 비정형 과수 환경에서 GPS 등 글로벌 측위센서를 사용하지 않는 농기계의 무인주행 기술 실현 및 시장점유율 제고 ○ 신 산업 육성 및 신 Biz. 창출 <ul style="list-style-type: none"> - 인공지능기반 자율형 스마트팜 솔루션 기술 상용화를 통한 국내·외 신 서비스 창출 - IT와 OT를 융합한 실시간 마이크로그리드 관제 네트워크 기술은 초기 단계로 글로벌 선도 기관 역량 확보 및 신 산업 육성 - 도시대상 에너지AI 융합솔루션 기술 상용화를 통한 빅데이터 신 Biz. 실증 - 피부과 전문의 수준의 AI 진단보조 시스템 기술개발로 신 서비스 창출 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 시장 진출, 신 산업, 신 Biz. 생태계에서 지역연구센터의 역할 ▶ 개발 도상국 대상 보건·의료 서비스 플랫폼 시장 진출 여부 ▶ Level 4 수준의 무인주행 농기계 기술 및 국내·외 시장 진출 여부 ▶ 인공지능기반 스마트팜 솔루션 기술 상용화 및 국내·외 신 서비스 창출 여부 ▶ 마이크로그리드 관제 네트워크 분야 글로벌 선도기관 역량 확보 및 신 산업 육성 여부 (기술사업화 및 기업 매출) ▶ 에너지AI 융합솔루션 기술 확보 및 에너지 빅데이터플랫폼을 활용한 1천 가입자 이상의 신 Biz. 창출 여부 ▶ 국내 5대 피부질환에 대한 5년차 이상 피부과 전문의 수준(70 %)의 AI 진단보조 시스템 개발 및 기술 사업화 여부
지역혁신을 위한 역할수행	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지역특화산업체 대상의 현장맞춤형 기술 지원 ○ 지자체의 R&D 정책기획 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 지역산업체의 기술수요에 적정한 기술 개발지원 여부 ▶ 지자체의 요구사항에 부합하는 성과도출 여부

④ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명 (국가)	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019)	2024	현재(2019)	2024
도시교통	Alibaba (중국)	15 % 개선 ^{주1)} (차량통행속도)	15 % 개선	-	15 % 개선
		92 % (상황인식률, 지능형 방식의 상황 대응)	95 %	- (신고자, 운전자 모니터링 기반의 상황 대응)	95 %
무인주행 농기계	Wageningen Univ. ^{주2)} (네덜란드)	Level 3 (조건부 자율주행)	Level 4 (고도 자율주행)	Level 1 (특정기능자동)	Level 4 (고도 자율주행)

초분광진단보조	Stanford Univ. (미국)	65 % ^{주3)} (진단 정확도)	70 %	60 %	70 %
광집적회로 패키징	Tyndall ^{주4)} (아일랜드)	Component level (집적화 수준)	Wafer level	Component level	Wafer level

주1) 교통상황인식 기반의 지능형 교통신호 운영과, 교통유고상황(교통사고·교통혼잡·이상상황)의 실시간 인식을 통한 차량통행속도의 개선(교통량과 도로 구조 등 환경요인에 따라 다르며, 지역 현안 교차로에 개발 기술 적용시 평균 개선율을 의미함)

주2) Wageningen Univ.은 농업 글로벌 강국인 네덜란드에 걸맞는 농업부문 세계 랭킹 1위 농업연구기관으로서 관련 분야에 지속가능한 선도적인 기술을 보유하고 있음

주3) 인공지능 기반 피부질환 진단 정확도. 2017년 Nature 지에 게재된 연구결과(Stanford Univ.)에서는 이미지 기반의 피부질환 진단 정확도는 전문의 평균이 약 67% 수준, 5년차 이상 베테랑의 경우 70% 정확도를 보였음

주4) 유럽 Tyndall 연구소가 주축인 PIXAPP(실리콘 파운드리 공정 이후 완제품 생산을 위한 세계 최초의 개방형 광집적회로 패키징 시생산 라인)에서는 Fraunhofer, Mellanox 등의 기관 및 기업들이 참여하여 광집적회로 패키징 및 표준화를 진행하고 있음

⑤ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- 지역특화·지역수요 기반의 지능화솔루션 개발 및 적용을 통한 산업체 밀착형 성과확산
- 주요 확보기술관련 신기술설명회·기술교류회 등을 통한 ICT 융합 상용화기술에 대한 성과 홍보
- 4차인재 양성과정 등과 연계하여 개발 기술 활용 전문 엔지니어를 기술개발과 동시에 양성하여 기술과 전문 인력을 지역기업에 공급
- 지자체, 지원기관, 미니포럼, 개별 기업 간의 협력 네트워크를 통해 지역 중소기업 지원역량 강화

② 세부실행 계획

- 지역 특화산업분야의 핵심 기술 개발을 통한 기업 육성
- 지역산업연계 공동연구 및 기술사업화를 통한 매출증대, 신규시장 개척, 신규고용 창출 및 지역산업체 기술경쟁력 제고
- 지자체 및 지역IT유관기관과 연계하여 지역 산업발전정책 수립 및 신 사업 발굴
- ETRI 주도의 공동업체 기술개발 결과를 Test-bed에 적용하여 기술시험한 후 기술사업화와 연계하여 상용화를 위한 전주기적 지원

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- ETRI ICT 융합 상용화기술 및 연구성과 지역보급 확산을 통해 지역산업 활성화
- 지역 특화산업분야의 핵심 기술 개발을 통한 기업 육성
- 지역특화·지역수요 기반의 전략산업별 상용화 기술 개발을 통한 신 산업 핵심 기술 확보, 사업화를 위한 공동연구, 적기 상용화 등 산업 선순환 생태계 조성에 활용
- 현장수요 기반 기술 개발을 통해 중소기업의 해외시장 진출, 수입대체, 적기에 시장공급을 통한 시장 선점 및 매출 증대에 활용

《기대효과》

- 제4차 산업혁명의 데이터 경제기반 지역중소기업 비즈니스 생태계 육성 및 기술 고도화
- 세계 선진기관 수준 달성을 통한 지역산업의 기술 경쟁력 강화 및 글로벌 강소기업 육성
- 지역 선순환 생태계 조성 및 해외 신 시장 진출과 세계 수준의 기술력 확보
- 지역 내 ICT 융합기술 전문기관으로서, 중소창업 기업의 혁신기술을 공급하고, 기술 상용화 및 사업화를 지원하며, 지역특화산업 육성 정책을 위한 혁신 파트너 역할을 수행함으로써, 제4차 산업혁명시대에 지역의 혁신성장을 선도하는 혁신기관으로 발전

성과목표 5-3

[산업화형] 수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션 [배점: 7점]

Ⅰ 최종 달성목표

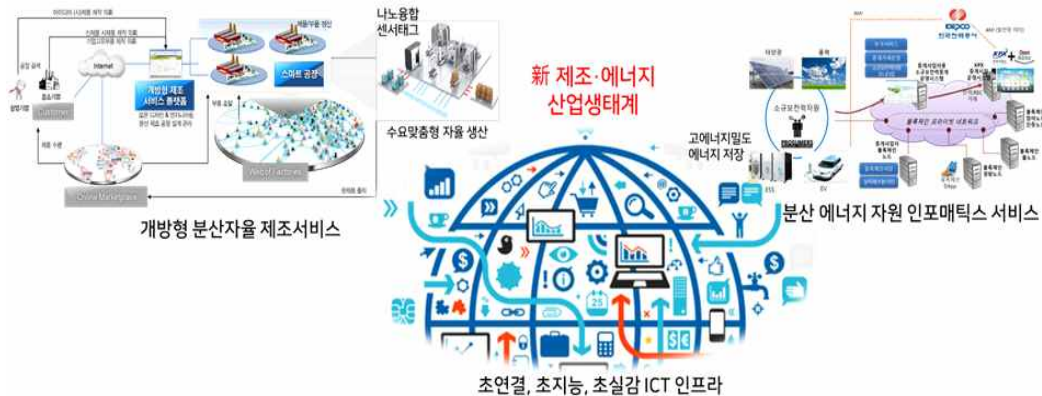
- 전통적인 제조·에너지산업에 초지능, 초성능, 초연결, 초실감 기술을 융합하여 수요자²¹⁾ 중심의 혁신적 新제조·에너지 산업생태계를 실현

《세부 달성목표》

- **(제조)** 제조 패러다임 변화에 따라 다양한 창업·중소기업이 원하는 제품을 값싸고 빠르게 생산할 수 있도록 자율유연생산이 가능한 지능·제조 융합 솔루션 개발
- **(에너지)** 에너지전환 정책에 따른 신재생에너지의 수용성 확대, 프로슈머 확산 등 기술적 지원과 산업체 난제를 해결하기 위한, AICBM기반 발전예측, 중개/거래 및 지능형 통합운영기술을 개발하고 데이터 기반 新에너지산업생태계 (P2P 에너지 직거래 시장, 에너지 인포매틱스 플랫폼 협동조합, 새로운 수익배분모델기반 시장 BM 창출)

세부 목표	예상 성과
개방형 분산 자율 제조 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 맞춤제품 수요가 생산과 연계되는 개방형 제조서비스를 위한 공급망 지능화 기술 (수요자: 제조 서비스 플랫폼 사업자, 중소 공장) ○ 제품 모델 전환에 따른 사전티칭이나 설정 등의 비가동시간을 획기적으로 절감하는 공정 지능화 기술 (수요자: 공장 솔루션 공급기업) 및 설비 지능화 기술(수요자: 지능형 로봇/설비 제조사) (ALFUS²²⁾ 8 수준, 세계 최고 수준) ○ 초경량 전자부품생산을 위한 3D 프린팅 전자소자 및 플렉서블 나노융합센서 제조 기술
개방형 분산에너지 자원 인포매틱스 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신재생에너지 경제성/안정성 제고를 위한 에너지 유통/거래 Transactive Energy²³⁾기술(세계최고) ○ 분산에너지자원 기반 에너지 망의 산업화 난제인 분산에너지 예측, 통합 최적운영 기술 ○ 태양광/풍력재생에너지 연계를 위한 다중 ESS에 적합한 고안전성 및 고에너지밀도 에너지저장 기술 ○ 인텔리전트 엣지용 form-factor-free 자가충전 모듈 기술

《기술 개념도》



Ⅱ 목표수립 배경

- **(정책연계성)** 제조업 르네상스 2030 ('19. 범부처), 5G+ 추진전략 5대 핵심서비스(스마트 공장)('19, 과기정통부), 스마트 제조 혁신 전략 ('18, 중소기업벤처부), 제조업 활력 회복 및 혁신 전략('18,

21) 제조 분야 수요자는 생산 인프라를 보유하지 못한 중소 제조 기업이나 창업 기업을 의미하며, 에너지 분야의 수요자는 대규모 전력공급회사(한전)가 아닌, 분산발전사업자, 일반소비자, 기술 수요자를 통칭하여 일컫음

22) ALFUS: 미국의 NIST의 공학연구소에서 규정한 지능형 시스템의 자율도에 대한 레벨과 시스템

23) Transactive Energy 기술: 오차율 7%이내 단기 발전량 예측, 블록체인 에너지 중개/거래 기술 등

산업통상자원부), 4차산업혁명 대응계획 (제조업 디지털 혁신계획 및 재생에너지 3020 이행계획, 과기정
통부/산업통상자원부, ' 17)

● (제조 - 중요성)

① (활용가능성)

- 제조산업은 공급자 위주의 대량생산체제에서 소비자 주도의 개인맞춤생산체제로 제조산업 패러다임이 변화하고 있어, 기술 개발에 따른 활용가능성이 매우 높음

② (실현가능성)

- 공장가동률 하락, 생산성 감소 등 지속적으로 추락하는 국내 산업경쟁력 확보를 위해, 4차산업대응 제조업 디지털 혁신계획 등 정부의 투자정책 추진으로 개방형 분산자율제조기술의 실현가능성은 높음
- 기능성 복합소재를 이용한 전자잉크의 성능향상, 미세 인쇄공정기술로 다양한 인쇄공정의 센서 기술 개발되고 있으며, 새로운 기능과 구조를 갖는 3D 프린팅 전자부품 기술은 새로운 산업기회를 제공

● (에너지 - 중요성)

① (활용가능성)

- 정부의 에너지 전환 정책 추진을 위해서는 재생에너지가 가지는 불확실성/변동성 저감과 분산전원의 거래 등 복잡한 기술적 문제해결이 선결되어야 하므로, 기술 개발에 따른 활용가능성은 매우 높음
- 태양광/풍력, 에너지저장장치, 전기차 등의 분산에너지 자원 중심의 에너지 인프라가 확대 보급되고 있으나, 플랫폼 차원에서 통합관리하고 복잡도를 해결하기에는 민간 기업의 역량이 부족하고, 수요자 중심의 신에너지 생태계(시장거래, 협동조합 등)를 위한 지능화 에너지 ICT융합 지속 추진 필요성 강화됨

② (실현가능성)

- 에너지 인포메틱스 기술은 에너지 가상화(디지털트윈/CPS)를 목표로 에너지 신산업 시장을 견인할 것이며, 연구소의 결과물이 기업으로 이전되어 사업화되는 생태계를 실현할 것임
- 법/제도 (예, 전기사업법)의 제개정을 통해 소규모 분산자원 중개시장은 이미 개설되었으며, 중개사업자용 핵심플랫폼을 비롯한 기반기술 이전을 통해 잉여에너지 유통 사업의 실현 가능성은 높음

● (역할부합성) ETRI R&R의 주요역할 5-1(지능화 솔루션 기술개발로 제4차 산업혁명 실현)에 해당함

● 기술적 문제정의 및 해결방향

기술적 문제 정의	해결 방향
<p>○수요자 중심의 개방형 수평적 산업 구조를 갖는 제조 新산업생태계 실현에 있어 기술적 문제는,</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제품 설계-엔지니어링-생산-서비스에 이르는 가치사슬 전주기에 걸쳐 민첩유연성 확보의 어려움과, - 생산 단계에서의 개인맞춤생산을 위한 제품/모델 변경시 생산성 저하, 처리시간 증가 및 품질 불량 증가를 해결하는 것이 난제임 <p>○현재 3D 프린팅 기술은 다품종 소량생산에 적합하나, 복합소재 출력은 불가</p>	<p>○제조 가치사슬에 있어서의 민첩 유연성 확보를 위해서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다양하게 잠재된 맞춤형 수요와 소규모 공장 생산 인프라를 효율적으로 연계한 개방형 지능제조 서비스 플랫폼 기술 확보 - 사전티칭 및 원격제어 등 사람의 개입이 없이 자율유연생산이 가능하도록하는 지능·제조융합 기술 개발하고, 산업계 적용, 확산을 통해 해결 <p>○복합소재를 요구하는 전자시장확대를 위해 전자부품제조 기술과 3D 프린팅 기술의 융합기술로 해결</p>
<p>○소비자영역에서 다양한 분산에너지자원 확대로 통합관리 및 최적제어가 어려움</p>	<p>○분산에너지 자원의 경제성 확보를 위한 자원통합 관리 기술을 개발하여 에너지 중개/거래 기술 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3K 이상 규모의 태양광발전의 전국 광역단위 데이터 수집 및 관리가 가능한 통합 관리 기술 - 소규모 태양광발전도 시장 참여가 가능하도록 소규모 분산자원 중개거래 시스템 상용화 기술 확보
<p>○신재생 발전특성으로 불안정성/변동성이 증가하여, 계통 수용성 문제 증가</p>	<p>○신재생 에너지의 정확한 발전량 예측 기술 개발로 신재생에너지의 불안정성 및 변동성을 관리하여 최소화</p> <ul style="list-style-type: none"> - RNN/LSTM 등 신재생에너지 발전량 예측기술에 대한 고도화로 오차율 10% 이내 예측 정확도 기술 확보

기술적 문제 정의	해결 방향
<p>○재생에너지의 안정적인 저장을 위한 ESS의 발화 및 폭발특성 제어 어려움</p> <p>○유선전원 부재환경에서 끊임없는 환경/생산/안전 모니터링을 위한 이차전지 등 에너지저장장치의 용량의 한계</p> <p>○에너지 시장 운영에 대한 다양성 부족 (거래 전력 사업자에 의한 전력의 일방향적 공급)</p>	<p>- 신재생발전의 변동성 극복을 위한 에너지저장장치(ESS) 연계 그리드 안정화 제어용 ESS 최적운영기술 확보</p> <p>- 실시간 시뮬레이션 기술 및 디지털 트윈 기술 기반의 에너지트윈을 통한 신재생발전 및 에너지 운영에 대한 온라인 상태 예측/진단 기술 개발</p> <p>○가연성 전해액의 고체화를 통한, 고에너지밀도 및 고안전성 단위셀-모듈-팩 및 제조공정 개발로 ESS의 안정성 확보</p> <p>- ESS(에너지저장장치)의 고안전성 및 고에너지밀도 단위셀용 요소기술 성능최적화 기술 확보 (음극:>300mAh/g, 양극:>150mAh/g, 전해질:>10⁻³S/cm)</p> <p>○주변의 다양한 에너지원으로부터 에너지변환을 위한 고출력 에너지변환 소자 및 고효율 다중 전력관리회로 기술 개발로 무충전 지속전원의 확보</p> <p>○공급자→소비자 일방향 시장 운영에서 에너지 프로슈머 간 직거래 등 다양한 시장 운영 생태계 발굴 추진</p> <p>- 주택 태양광 보급 확대에 따른 주택 잉여전력의 주택 간 직거래 및 전력시장 참여기술 확보</p> <p>- 주택단지의 잉여전력 활용 극대화를 위한 전력시장 및 주변 건물 판매 거래 기술 확보</p>

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
① 제조	
2016 ~ 2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <p>○ 전자소자 3D 프린팅 소재, 장비, 설계 기술 개발 (2017) ※ 한국전자전 홍보 (2017) 및 독일 BMW와 MOU 체결 (2018)</p> <p>○ 기능성 나노패턴 제조 기반 등 나노융합센서 기반 제조기술 개발 (2018)</p> <p>○ 스마트팩토리 유연생산 운영제어 기술 개발 (2018) ※모델변경셋업타임 개선율≥45%의 가변재구성 유연조립제조시스템 ※기준대비 공장운용 효율개선율(21%), Cycle Time 감소율(44%)등 시험공인인증서 획득</p> <p>○ 국제표준 (OPC-UA, AML) 기반 인간-기계 협업 하이브리드 조립제조 핵심요소 기술 개발 (2018)</p> <p>○ 제조 및 물류처리 최적화를 위한 IIoT 및 분산제어 설계 및 요소기술 개발 (2018)</p> <p>○ 다품종혼류생산 환경에서 분산지능 기반 동적작업 스케줄링 요소기술 개발 (2018)</p> <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <p>○ (국제표준) 스마트 제조 관련 ISO/IEC 16400-3 국제표준 NP승인 1건, 국제표준 기고 8건</p> <p>○ (특허) 스마트팩토리 유연생산 관련 국제특허출원 8건, 국내특허출원 24건, 국내특허등록 1건</p> <p>○ (기술이전) FaaS 제조운영시스템 및 미들웨어 관련 기술이전 5건, 기술료 총 2.9억원</p> <p>○ (수상) 스마트팩토리 개인화제조서비스 - 한국CDE학회 경진대회 메이커부문 동상(2018.8)</p> <p>○ (사업화 및 기술지원) 미래형 스마트팩토리 보급 4건 및 시제품 생산지원 45건 ※ICT융합 개인맞춤생산 스마트팩토리 구축 및 지역연계 마이크로팩토리 보급(대전/광주/안산/대구) ※창업기업 (주)트렌드서울 (매출 15.87억원 기여) 등 총 51개 기업의 시제품 생산 및 엔지니어링 45건 지원</p>
② 에너지	
2016 ~ 2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <p>○ OASIS EI/EMIX국제표준 준용 세계최초 에너지 정보교환 상용프로토콜 개발 (2016) ※국가연구개발 우수성과 100선 선정/2016, 전북 진안군 홍삼스파/빌 빌딩 실증</p>

실행연도	실적
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가상발전소 (VPP) 기반 통합에너지 관리 기술 개발 (2016) <ul style="list-style-type: none"> ※강원도청, 과학기술센터 등 전국 10여개 디젤 비상발전기 시스템 연동 ○ 에너지 공유 네트워킹 핵심기술 개발 (2017) <ul style="list-style-type: none"> ※ETRI내 30kW 태양광, 20kWh 에너지저장장치, SUN기반 PV 모니터링 등 테스트베드 구축/실증 ○ 자가충전용 광전/열전/압전 에너지변환 소자 기술 개발 (2018) <ul style="list-style-type: none"> ※국가연구개발 우수성과 100선 선정 ○ 전고체 전지 기반 신재생에너지 연계형 고안전성 ESS 단위셀 요소기술 개발 (2018) <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (국내외특허) 가상 에너지스토리지 등 국내출원 83건, 국제출원 17건, 국제표준특허 5건 (3년간) ○ (국제표준) ITU-T Y.2072 (Framework of energy sharing and trading platform) 표준 승인 ○ (국제표준기고서) 분산에너지 자원 중개시스템 인터페이스 요구사항 등 기고서 24건 ○ (기술이전 및 사업화) 분산에너지자원 중개플랫폼, 열전 에너지변환 소자 등 4.18억 기술이전 ○ (논문) 인텔리гент 엣지용 자가충전 소자 및 모듈 관련 SCI 논문 10건

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
① 제조		
2019	<p>(문제정의) 기존 생산라인은 모델 변경시마다 공정작업대 및 지그 신규 제작으로 비용/시간 증가, 수동 셋업 등에 의한 모델 전환 시간 및 비용 문제 발생</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ICT융합기반 생산라인 유연재구성 시스템 개발 (생산라인에서의 유연성 제공기술) <ul style="list-style-type: none"> - 자동차 차량조립 표준작업모듈 HW 및 유연 재구성 SW 기술 -IIoT기반 유연제조 운영기술 시험검증용 미니 제조라인 장비제어모듈 제작 -고전도성 금속 및 절연체 신소재 개발 -초발수 나노패턴소재 및 제조기술 개발 	<p>(해결방안) 공정 작업의 표준화, 모듈화, 컴포넌트화 통해서 재활용성 극대화하고, 공정라인 유연재구성 SW 기술개발 통해 모델 전환시간 단축</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 가변재구성형 유연제조시스템 자동차 모듈공장 실증 및 공인인증기관 시험 -대용모델수≥5,모델변경셋업타임개선율≥45% ▶ 3D프린팅 및 나노센서용 신소재 지재권 확보
2020	<p>(문제정의) 창업/제조기업들이 설계/엔지니어링 역량 및 생산 인프라를 확보하지 못해 제품화에 어려움 존재 (생산개념), 휴먼 네트워크에 의존한 공급망 구성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ IoT기반 개방형 유연제조 기술(국제 표준기반의 산업IoT 프로토콜 및 메시징 규격 기반) 및 실증사이트 구축(공급망에서의 유연성 제공 기술) <ul style="list-style-type: none"> -국제표준 기반 공장엣지커넥터 오픈SW 개발 -학습기반 공급망구성/공장 자동추천 기술 -맞춤형 3D 프린팅 기계, 환경센서 개발 -플렉서블 온습도 나노센서형 태그 개발 	<p>(해결방안) 개방형 제조서비스 플랫폼 상에서 끊임 없는 동적 공급망 자동추천 및 공장 추천 기술 개발을 통해 어려움 해소</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 15개≤복수개 공장 연결, 2종≤맞춤제품 생산 지원이 가능한 개방형 제조서비스 시스템 ▶ 개방형 제조서비스 아키텍처, 데이터모델 표준화 ▶ 3D프린팅 및 나노센서용 신소재 특허 확보
2021	<p>(문제정의) 모델 변경시마다 공정계획 수립으로 인한 비용시간 증가문제 발생</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 자율생산을 위한 협업기반 자동공정 계획 및 운영기술 개발(공정레벨 유연성 제공 기술) <ul style="list-style-type: none"> -모델기반 제품레시피 자동정보 추출 기술 -자동공정계획 및 유연공정 작업 수행용 학습·플래닝 및 협업 제어 기술 -3D 프린팅 다기능 멀티모달센서 개발 	<p>(해결방안) AI기반 자동 공정 계획 생성 기술을 통해 모델 변경에 따른 전환 시간 단축</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 다양한 제품을 순서없이 임의의 위치에서 자율이송/조립/협업제어 가능한 자율생산시스템 - 작업물체에 대한 태스크 자동생성조립 성공률≥90%, 전이/협업 학습 지원 3축/6축 이중로봇 간 자율이송/조립제어 시스템 ▶ 3D프린팅 및 나노 나노멀티센서 시제품

실행연도	세부추진계획	예상성과
	-나노패턴 기반 다중 스트레인 센서 개발	
2022	(문제정의) 창업/제조기업들이 제품화하는데 설계/엔지니어링 역량 부족으로 어려움 ○ 제품설계-생산디지털트윈 개발 및 PoC (설계-엔지니어링 유연성 제공 기술) -제품과 생산 디지털트윈 모델 구축 및 통합 -3D 프린팅 맞춤형 전자부품 개발 -플렉서블 온습도/스트레인 복합 나노센서 태그 개발	(해결방안) 개방형 제조서비스 플랫폼 상에서디지털 트윈 기반의 설계-엔지니어링 기술개발 통해 어려움 해소 ▶ 제품-생산트윈을 통합한 개방형 제조서비스 시스템 ▶ 3D프린팅 맞춤형 전자부품 시제품 ▶ 플렉서블 복합 나노센서 시제품
2023	(문제정의) 모델 변경시마다 생산라인 재구성 및 작업 준비를 위한 비용시간 증가 ○ 자율구성형 유연제어 제조 기술 개발 및 PoC (생산라인에서의 자율유연성 제공 기술) -제조셀 자율구성을 위한 동적 스케줄링 및 운영제어 기술 개발 -3D프린팅 맞춤형 초경량모듈 및 플렉서블 융복합센서 개발 (기존 모듈의 50% 미만)	(해결방안) 모바일 기반, 생산 라인 자율구성이 가능하도록 동적 플래닝 및 자율 운영제어 기술을 개발하여, 비용 시간 단축 ▶ 자율구성형 모바일 유연제어기술 PoC 검증 ▶ 3D프린팅 초경량 항공우주(드론), 자동차(하네스 모듈), 로봇(팔) 모듈 제작 및 실증
2024	(문제정의) 모델 변경 빈도가 증가할수록 설비별사전 티칭 및 설정 시간 증가 ○ 다중설비간 분산협업형 자율생산 기술 및 실증 (장비레벨에서의 자율유연성 제공 기술) -다중설비간 분산협업지능제어 알고리즘 및 자율생산시스템 개발 -3D 프린팅 초경량 전자부품 및 플렉서블 나노 융합센서 제조공정 1종 개발	(해결방안) 사전티칭 없이 스스로 학습하고, 협업제어하는 기술개발 통해 해결 ▶ 다중설비간 분산협업형 자율생산 기술 개발 및 테스트베드 실증 (ALFUS 수준 8, Lot size 1) ▶ 3D 프린팅 초경량 전자부품 및 플렉서블 나노 융합센서 제조공정 실증
② 에너지		
2019	○ 3K 이상 규모의 태양광 모니터링 수집 및 네트워킹 인프라 기술 개발 -전국 광역단위 (3,000개이상 태양광 발전소) 데이터 수집 및 분석 기술 ○ 재생에너지-ESS 복합시스템에 적합한 고안전성 및 고에너지밀도 단위셀용 요소기술 설계 (음극:280mAh/g, 양극:130mAh/g, 전해질:10 ⁻³ S/cm) ○ IIoT 자가충전 센서노드용 전력관리회로 설계	▶ 태양광 시설이 집중되는 호남권 및 전국 광역 단위 태양광 발전소 인버터/RTU 연동 실증 ▶ 집단에너지사업자(CES) 기반의 마이크로그리드 BM 개발 및 실증 (서울 사당동 500가구 에너지 수요 및 공급 최적화 실증) ▶ 발화 및 폭발 안전성이 강화된 단위셀 요소기술 성능 관련 공인시험성적서 ▶ 전력관리회로 시뮬레이션 (효율 75% 이상) 검증
2020	○ 신재생에너지 발전량 예측 고도화 기술 개발 -단기/초단기 (day/hour ahead) 태양광 발전량 오차율 10%이내 예측 기술 ○ 재생에너지-ESS 복합시스템에 적합한 고안전성 및 고에너지밀도 단위셀용 요소기술 성능최적화 (음극:300mAh/g, 양극:150mAh/g, 전해질:10 ⁻³ S/cm) ○ 스마트 팩토리내 작업자 환경 모니터링용 자가충전 센서노드 제작	▶ 태양광 장시간 운영정보 및 기상정보 기반의 RNN/LSTM 발전량 예측기술 및 실증 ▶ 지정학적 위치 기반의 신재생에너지 특성 및 경제성 분석 기술 ▶ 발화 및 폭발 안전성이 강화된 단위셀 요소기술 성능 관련 공인시험성적서 및 소재 시제품 ▶ 열원 환경 공장내에서 자가충전한 에너지를 이용하여 작업자 주위 온습도 모니터링 실증
2021	○ 잉여에너지 거래를 위한 에너지 프로슈머간 P2P 전력유통 기술 개발 -네덜란드 Vaddron, 영국 Pido대비 처리용량 10% 증가 ○ 재생에너지-ESS 복합시스템에 적합한 단위셀 성능 고도화(에너지밀도: 180Wh/kg, 셀 안전성: No Fire & No Explosion(NF&NE)) ○ 스마트 팩토리내 제작 공정 모니터링용 자가충전 센서노드 설계	▶ 잉여에너지 P2P 에너지 거래 솔루션 및 지자체 (강원도, 삼척시 등) 주택 모델(6종), 10가구 실증 ▶ 5Ah급 ESS용 단위셀 성능(180Wh/kg) 및 안전성 (NF&NE) 관련 공인시험성적서 및 단위셀 시제품 ▶ 공정 모니터링용 자가충전 센서노드 설계도

실행연도	세부추진계획	예상성과
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소비자 도메인 에너지 망에서의 다목적 알고리즘 및 제어기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> -에너지수급비용 최적화, 부하피크대응 최적관리, 외부환경 조건 등 다중 최적화 알고리즘/제어 ○ 재생에너지-ESS 복합시스템에 적합한 단위셀의 성능 최적화(에너지밀도>200Wh/kg, 셀 안전성:NF&NE) ○ 스마트 팩토리내 제작 공정 모니터링용 자가충전 센서노드 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 새로 구축되는 소비자 영역에서의 에너지망의 신뢰성 및 경제성 확보를 위한 기반 플랫폼 제공 ▶ 한국전력거래소 개설된 전력시장 참여 (소규모 분산자원 중개시장, 5개 중개사업자 육성) ▶ 세종시 등 스마트시티 사이트 기술적용 및 실증 ▶ 5Ah급 ESS용 단위셀 성능(180Wh/kg) 및 안전성(NF&NE) 관련 공인시험성적서 및 단위셀 시제품 ▶ 주위 에너지원으로 자가충전하여 스마트 팩토리내 제작 공정 모니터링 실증
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 블록체인전력유통/거래용프레임워크기반 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> -블록체인 적용 전력 중개/거래 시장 체계 마련 및 사설 블록체인 기술 개발 ○ 재생에너지-ESS 복합시스템에 적합한 고안전성 및 고에너지밀도 모듈 개발 <ul style="list-style-type: none"> -모듈에 적합한 단위셀 성능 최적화(에너지밀도>200Wh/kg, 모듈 안전성: NF&NE) ○ 웨어러블 자가충전 소자 설계 (10mW 이상) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 소규모 분산전원 중개시장 등 현존 전력시장 적용형 사설 블록체인 (Private Blockchain) 솔루션 ▶ 한국전력거래소-중개사업자-분산자원 설비 간 블록체인 모의실증 ▶ ESS용 단위셀(>200Wh/kg)이 적용된 모듈의 성능 및 안전성(NF&NE) 관련 공인시험성적서 및 모듈 단위 현장적용 실증 ▶ 웨어러블 자가충전 소자 설계도
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 시뮬레이션 모델 기반의 디지털 트윈 온라인 상태 예측/진단 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> -소비자도메인의 대표적 에너지망의 형상인 마이 크로그리드, 가상발전소 등의 가상화 기술 개발 ○ 재생에너지-ESS 복합시스템에 적합한 고안전성 및 고에너지밀도 랙 개발 <ul style="list-style-type: none"> -랙에 적합한 단위셀 성능최적화(에너지밀도>200Wh/kg, 랙 안전성: NF&NE) ○ 스마트 팩토리내 작업자 안전 모니터링용 웨어러블 자가충전 소자 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ETRI 에너지 인포메틱스 인프라와 디지털트윈 /CPS 실증을 통한 reference site 구축 (RTS 초기화 성공률 80%이상) ▶ 구역전기사업자, 신재생에너지사업자, 에너지ICT 사업자 등 실증 참여 및 기술이전/사업화 ▶ ESS용 단위셀(>200Wh/kg)이 적용된 랙의 성능 및 안전성(NF&NE) 관련 공인시험성적서 및 현장적용 실증 ▶ 주위 에너지원으로부터 자가충전하여 always-on 작업자 안전 모니터링 실증

※ 연차 계획 실행에 따른 환경변화 리스크 분석 및 리스크 대응책 마련하여 계획에 반영 추진

③ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 제조	
(신산업창출)	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 제조/서비스 산업간 경계 붕괴에 따라 제조의 가치사슬을 연계 확대하는 개방형 제조 서비스 플랫폼은 고부가 신산업 창출²⁴⁾이 가능 <ul style="list-style-type: none"> - 복수 개 공장을 연결하여 플랫폼 기반으로 제조 전주기 (설계, 생산, 유통, 사후관리)를 서비스로 제공함으로써, 전통 제조산업을 고부가 서비스 영역으로 확대 가능 - 복수개 공장을 연결하여 플랫폼 기반으로 제조 전주기 (설계, 생산, 유통, 사후관리)를 서비스하는 개방형 新제조서비스 시장 창출 - 공급자 주도의 대량화된 중앙집중형 센서 제조 산업에서 고객별 소량맞춤화된 전자소자 3D 프린팅과 나노융합 센서 제조로 산업 구조가 변화 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개방형 제조 플랫폼 기반의 제조서비스 신산업 창출 가능성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 개방형 제조 플랫폼을 통해 제조 전주기 가치사슬 상에서 제공되는 서비스 유형이 4종 이상(제품설계검증, 생산지원, 유통판매, 사후관리 등)인지 여부와 기업에 활용된 사례 유무로 평가 - 연결을 원하는 어떤 공장이든 쉽게 설치하고 손쉬운 초기 설정만으로 플랫폼 연결이 가능한 공장 연결 엣지 커넥터 SW 오픈 릴리즈 여부 및 사용성 평가 - 소량다품종 ICT 부품의 3D 프린팅 기반 제조 공정 및 나노 융합센서 분야 신규 시장형성 여부
(산업육성기여)	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 개인맞춤생산을 위한 지능유연시스템 기술은 국가 산업구조 혁신을 통한 산업육성에 기여 <ul style="list-style-type: none"> - 수직산업구조에서 수평적 산업구조로 변경하는 개인맞춤 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 개인맞춤생산을 위한 Lot size 1 수준의 혼류유연생산 시스템 유연성 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 제품모델 변경에 따른 제조셀 내에 공정장비 셋업타임 및

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
<p>생산 스마트팩토리 선도모델 구축 및 공급산업 육성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 개인 및 기업의 아이디어가 제조 생산과 연계되는 새로운 서비스로 창업제조기업 육성에 기여 	<p>처리 비용/시간 측정, 시스템 유연성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제조 유연성 평가를 위한 평가 지표 도출 및 평가체계 수립 여부 판단 (설비/공정/제조라인 유연성 등)
<p>(Time-to-Market)</p> <p>○ 개인맞춤생산체제로 빠르게 전환되고 있는 제조패러다임 변화²⁴⁾에 대응하여 국내 제조 기업들의 경쟁력 확보를 위해서는 핵심원천기술인 분산자율협업제어 기술 확보 시급</p> <ul style="list-style-type: none"> - 세계 최고 수준 대비 국내 분산자율협업제어 기술은 60% 수준으로 글로벌 경쟁력 확보가 시급 ※세계 최고 수준은 시나리오 기반 자율 조립이 가능한 반면에, ETRI는 단일 설비 객체를 인식하고 부품 이송이 가능한 수준임 	<p>■ 분산자율생산을 위한 선도모델 테스트베드를 구축하고, 태스크 자동생성 조립 및 자율수준 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정해진 순서 없이 다양한 부품을 실시간 이송, 조립, 협업 작업 수행 성공률 측정 및 평가 - 다양한 공정복잡도를 갖는 작업 수행에 대해 자동으로 실시간 태스크 생성 및 조립, 협업 여부를 30개 이상 유즈케이스 실험 평가 - 미션복잡도, 환경복잡도, 인간개입여부에 따른 휴먼 독립성을 기준으로 자율수준 평가(세계 최고 자율 수준인 ALFUS 8수준 자가타칭,자율조립,협업생산 달성 여부)
<p>② 에너지</p>	
<p>(신산업창출)</p> <p>○ 재생에너지 비중 확대로 분산에너지 자원관리, 에너지 데이터를 활용한 새로운 BM 발굴 등 신산업 창출할 수 있는 기술 개발이 중요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 트윈 수준의 실시간 시뮬레이션 모델 개발로 통합에너지관리와 디지털 자산화가 중요 - 모델링 및 검증에 많은 시간이 요구되지만, 아직까지 자동화하는 방법론이나 구현사례 부재 - 에너지 패러다임 변화에 따른 에너지 프로슈머 영역의 신산업 법/제도 마련 추진 	<p>■ 에너지 인포메틱스(정보체계) 기반의 디지털전환, 에너지 신산업 창출 가능성 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시제품 단계의 솔루션 구현 여부와 마이크로그리드, 가상 발전소(VPP) 실증사이트 구축 및 적용 결과 평가 - 디지털 트윈 실시간 모델 구성, 이를 사용한 RTS의 초기화 성공률 80%여부를 측정 - 주택용 잉여에너지의 P2P간 에너지 거래 기술적 타당성 및 경제성 확보 등 실증 여부 판단
<p>(산업육성기여)</p> <p>○ 에너지산업 육성을 위해서는 비즈니스 플랫폼 및 기반 기술로 활용 여부가 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기업체 수행이 어려운 복잡도/난이도가 높은 기술(전력 생산 비용 최소화, 신재생기반 보조서비스, 송배전포화 비용관리, 피크부하관리, 전력서비스 유지보수 등) - 소비자 영역 에너지 망에서의 공급안정성, 신뢰성, 경제성 분야까지 통합 최적화해야 하는 다중목적 플랫폼 서비스 적용 <p>○ ESS의 안전성 및 에너지밀도 향상을 통한 기술경쟁력 확보로 관련 산업 육성 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - ESS국내시장의 성장 기여 및 해외시장 선점을 위한 Track-record 필요 (‘11년 10.6조에서 ‘20년 58.6조로 글로벌ESS 시장 성장, 2018 네비건트리서치) <p>○ 자가충전 소자의 성능 향상 및 검증을 통한 기술경쟁력 확보로 관련 산업 육성 필요</p>	<p>■ 기업의 기술적 역량이 부족한 분야 기술제공을 통한 관련 산업분야 확대 기여 여부를 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 스마트시티(세종), 마이크로그리드(ETRI, 광주광역시, 강원도, 삼척시, 진천군 등) 지자체 에너지 망 구축 및 실증 여부 판단 - 에너지망의 multi-purpose optimization problem 해결 기술을 통해 다양한 운영 서비스산업 BM 발굴 여부 - 소규모 분산전원 중개시장 (KPX 개설, 18.12.) 등 에너지시장 참여를 통한 매출/이익 달성 여부 판단 <p>■ 기존 ESS용 단위셀 대비 안전성 및 에너지밀도가 향상된 단전지 개발 유무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 셀 용량 및 수명, 셀 안전성(KSC IEC 62619 기반 안전성 평가 항목 포함) 검증 <p>■ 주위 환경으로부터 발전 및 처리된 에너지를 이용하여 환경/안전 모니터링하는 자가충전 센서노드 개발 유무</p>
<p>(Time-to-Market)</p> <p>○ 정부의 ‘에너지전환’ 이행전략의 추진에 있어, 에너지 인포메틱스가 가장 시급한 기술적 이슈로 부상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 태양광 설치시공 및 유지관리업체, 분산전원 중개기업 등의 시장진입용 핵심기술 및 애로기술 지원 시급 - 세계 최고인 NREL의 단기발전량 예측오차가 7% 수준으로 기술 경쟁을 위한 기술 개발 적기 <p>○ 최근 불거진 ESS 발화 및 폭발에 기인하여, 현재 가동중 단된 재생에너지 연계 ESS의 가동재개에 따른 생산 및 제품출시가 ‘20년에는 재개되어야 함</p>	<p>■ 발전량 예측 기술을 활용한 예측 오차 수준을 평가하여 달성 여부를 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - ‘20년, 태양광 모니터링, 발전량예측 기술의 기술이전 및 태양광 발전소 완제품 적용 여부 판단 - 태양광 기반 BM의 주요 기술적 척도가 되는 태양광 발전량 예측 오차율의 세계최고 수준달성 여부(<7%) <p>■ 기존ESS 랙 대비 안전성 및 에너지밀도가 향상된 ESS 랙 개발 유무</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수명 및 랙 안전성(KSC IEC 62619 기반 안전성 평가 항목 포함) 검증 - 연차별 성능기준 목표에 대한 공인시험성적서 발급여부 판단

24) 출처: 제조업의 서비스화 현황, 정보통신기술진흥센터(IITP) Spot Issue, 2018.03

④ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019년)	2024년	현재(2019년)	2024년
제조	시스템 유연성	Bosch (독일) 비전 기반 객체 인식 및 운영제어 (상용제품)	lot size 1 수준 혼류유연생산	형상정보 객체 인식 및 레시피 기반 설비 유연 제어 (선진기관의 70%수준)	비전인식/설계기반 lot size 1 수준 혼류유연생산 (선진기관의 100%수준)
	태스크 자동생성·조립 성공률 ²⁶⁾	RWTH Aachen 대학 (독일) 시나리오 기반 자율 조립 ALFUS 5 level	자율조립·협업 생산 ALFUS 8 level	자율 이송 ALFUS 4 level (선진기관의 80%수준)	자가 티칭, 자율조립·협업생산 ALFUS 8 level (선진기관의 100%수준)
에너지	분산에너지 자원 인포매틱스 플랫폼	Next-Kraftwerke (독일) 에너지정보 기반 중개시스템 기본 프레임워크 제공	발전량 예측, 에너지포트폴리오에 따른 분산자원 통합제어기술기반 서비스 요구 대응	소규모 분산자원 중개기술, 발전량 예측 등 기반기술 구현 (ETRI 테스트베드) (선진기관의 80%수준)	국내시장 연동형 에너지 인포매틱스 플랫폼 구현 (선진기관의 100%수준)
	고안전성 및 고에너지밀도 에너지 저장 기술	NREL & SNL (미국) 가연성 전해질 기반 180Wh/kg이상 단위셀 적용한 ESS 기술	가연성 전해질 기반 200Wh/kg이상 단위셀 적용한 ESS 기술	준고체/전고체 전해질 기반 120Wh/kg이상 단위셀 적용가능한 ESS 기술 (선진기관의 60%수준)	준고체/전고체 전해질 기반 200Wh/kg이상 단위셀 적용한 ESS 기술 (선진기관의 100%수준)
	인텔리гент 엡지용 자가 충전 모듈 기술	EnOcean (EU) 자가충전 센서노드용 기본 프레임워크 제공	스마트빌딩 또는 웨어러블 자가충전 센서노드	자가충전 모듈용 원천기술 구현 (선진기관의 80%수준)	인텔리гент 엡지용 자가충전 모듈 구현 (선진기관의 100%수준)

※ 2021년 종료 후 현재(2019년) 기준 2024년 목표 달성을 위한 중간 목표 설정 및 점검하여 후속 추진 반영

※ 제조-신산업생태계 조성은 자율유연생산이 가능한 지능·제조융합 기술 확보가 선행되어야 실현 가능함

⑤ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

(1) 제조

① 연구성과 활용·확산체계

- 생산 인프라 확보에 어려움을 겪는 창업/중소기업과 안정적 생산 물량 확보를 위한 수요처 발굴에 어려움을 겪고 있는 전국 지역의 제조공장 및 산업단지, 지자체 등과 alliance를 구축하고, 기술이전, 사업화를 통한 연구 성과 활용 및 확산
- 미래 스마트팩토리 모델로서의 분산자율생산 테스트베드를 ETRI융합생산센터에 구축하고, 기업 사업화 지원을 통해 솔루션화하여 자율생산 팩토리 모델 자체를 보급 확산 (FaaS 스마트팩토리 전국 3개 지역- 광주, 안산, 대구에 자발적 구축 경험 활용)
- 수요다변화에 따른 유연생산을 요구하는 국내외 제조공장들을 대상으로 기술 이전 및 사업화

② 세부실행 계획

- 정부주도 사업화 지원사업(바우처 사업, 창업지원사업: K-Startup 등)과 연계한 기술 수요를 확보하고, 자동차, 전자, 조선 등 국가 주력산업 중심의 제조 공장과 연계하여 연구결과 실증 사이트 구축
- 독일을 비롯한 EU, 미국 등과의 글로벌 국제공동연구 과제 수행 및 글로벌 협력네트워크 구축을 통해 R&D 경쟁력 강화

25) 출처: 2015 Market Dynamics Behind Industry 4.0 and IoT, Florian Guldner

26) 출처: Automated Task Programming, Rconcell, RWTH Aachen University

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 개인화/맞춤형 제도가 요구되는 다양한 산업분야의 개방형 제조서비스 플랫폼 및 공장이 없는 신제품 개발기업과 제조공장을 연계하는 제조중계서비스로 활용하며, 아이디어 보유자, 설계 전문 기술자, 제조전문가, 유통판매 전문가 등이 서로 협업하고 거래할 수 있는 제조서비스 포털로 활용
- 전자(삼성전자), 자동차(BMW) 등 3D 프린팅 전자부품의 맞춤형 제조공정(설계-제조 일체형 All-in-One 공정)에 적용과 스마트팜, 헬스케어 등 객체 맞춤형 나노융합센서 제조 플랫폼으로 활용

《기대효과》

- 미래 국가 첨단 제조 혁신 기반 마련, 개인화 생산체계 인프라 조성을 통해 대기업 중심의 수직계열화된 산업구조를 대·중·소 기업간 수평적 산업구조로 재편 및 신산업생태계 활성화
- 3D 프린팅 활용 기계부품 확산, 개인 맞춤형 제조서비스 제공을 통해 고부가 생산체계를 구축하여, 양질의 일자리 창출 및 중소 제조기업 경쟁력 제고

(2) 에너지

① 연구성과 활용·확산체계

- '19년도에 수요처를 중심으로 기술/시장협의체를 구성하고, '20년에는 기술이전과 사업화를 추진할 수요기업 협의체를 구성하여 반기별 수요처 요구사항 반영 및 활용 추진
※기술/시장협의체: 한국전력, 전력거래소, 한국에너지공단, 지자체(강원도/삼척시, 광주광역시, 세종시, 진천군 등)로 구성
※수요기업협의체: 구역전기사업자, 분산전원 중개사업자, 신재생에너지사업자, 통신사업자 등으로 구성
- 분산에너지자원의 효과적인 운영 관리를 위한 에너지산업 생태계 구축 및 확산하기 위한 연·관·산·학의 협력체계를 만들어 기관 특성에 맞는 역할 분담하여 추진

② 세부실행 계획

- 수요기업협의체 및 잠재고객들로부터 요구사항 수렴('19), 신재생 발전소 실증 사이트 확보('19), 발전량 예측 기술 포함된 태양광 모니터링 시스템 제품화(기술이전/사업화, '20), P2P에너지거래('21), 중개시장 기술 개발 및 에너지 시장 연동, 사업화 지원('22~'23)
- 2026년부터 국내 단위셀 및 ESS 제조기업(LG화학 및 삼성SDI)에 고안전성 및 고에너지밀도 에너지 저장기술의 기술이전을 통한 Next-LIB 기술경쟁력 제고
- 프로슈머 간 거래가 이루어지는 에너지 직거래 시장, 구성원이 운영방안 및 수익을 배분하는 '에너지 인포메틱스 플랫폼 협동조합(안)' 등 산업생태계에 대한 능동적 참여 및 지속가능성을 제고하는 투명성 있는 수익배분모델 등 비즈니스 생태계 수립

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- 협력/공동연구 수요자: 구역전기사업자(중부도시가스, 삼천리 등), 집단에너지사업자(집코 등), 에너지효율화 사업자(삼성물산, KT 등), 수료관리사업자(그리드위즈 등), 중개사업자(SK E&S, 포스코에너지, 브이젠 등), 신재생에너지사업자(신성이앤지 등), 에너지ICT사업자(KT, 인코어드, 루트에너지, 엘시스 등)
- 태양광/풍력, 에너지저장장치, 전기차 등 다양한 이종 자원이 혼재되는 마이크로그리드, 가상발전소,

스마트에너지시티 등 에너지 분야의 기반 솔루션 및 플랫폼으로 활용

- 수요자 요구사항, 산업화 난제인 재생에너지의 불확실성/변동성 저감, 수요/공급 최적화, CPS기반 운영/진단 예측 등에 활용하며, ESS의 고안전성 및 에너지 저장능력 향상을 위한 핵심요소 기술로 활용

〈기대효과〉

- 에너지ICT 시스템 통합, 스마트시티/마이크로그리드의 지능형 최적화, 발전량 예측 및 중개/거래로 에너지 ICT SW/서비스 시장 확산을 견인(Frost&Sullivan, 2025년 스마트그리드 CAGR 6.2% 전망)
 - 에너지 분야의 공공적 가치 창출과 창출된 가치의 일부를 수익으로 만드는 PSS (Product-Service System) 모델 제공으로 소비자 영역의 에너지 공공 인프라 구축 기반 신시장 창출 기대
 - 최근 ESS와 관련된 일련의 사고와 이로 인해 제기되는 안전성 문제를 해소함으로써 국내 ESS 시장 활성화 및 수출전략 품목으로서의 기업 경쟁력 제고
-

- [별첨] 1. 제조분야 수요기관 목록(p.216-217)
2. 제조분야 수요기관 목록(p.218-220)

성과목표 5-4

[산업화형] 건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션 [배점: 3점]

① 최종 달성목표

- 지능화된 진단·치료 혁신기술로 개개인의 특성에 기반한 헬스케어 정밀화와 일상적인 건강관리를 지원하는 헬스케어 일상화를 실현
 - * 헬스케어 정밀화: 개인의 특성을 반영하여 맞춤형으로 제공되는 헬스케어
 - * 헬스케어 일상화: 언제 어디서나 상시적으로 제공되는 헬스케어

《세부 달성목표》

- (진단치료 지능화) 헬스케어 빅데이터 학습을 통해 질병 조기진단 및 합병증을 예측/치료/재활하는 의료지능 딥러닝 솔루션 개발
 - 최적 진단/치료/재활을 위한 협진형 의료지능 개발 (세계최고)
- (진단기기 지능화) 헬스케어 빅데이터 구축을 위해 상시 건강 상태를 자동으로 획득하고, 질병 부위를 저선량/고화질로 촬영할 수 있는 영상 부품 및 진단기기 솔루션 개발
 - 휴대용 소형 자동 심혈관질환 현장진단기기 개발 (세계최고)
 - 높은 수명의 회전 디지털 엑스선 튜브 개발 (세계최고)
 - 입자빔 치료기 핵심 기술 개발 (세계최고)

《기술 개념도》



② 목표수립 배경

● 정책연계성

- ① 제4차 과학기술기본계획(혁신성장동력 육성), ② 혁신성장동력(맞춤형 헬스케어, '18, 과기정통부), ③ i-korea 4.0 혁신성장을 위한 사람중심의 제4차 산업혁명 대응계획안(개인 맞춤형 정밀진단·치료 구현, '17, 과기정통부), ④ 바이오헬스 산업 혁신전략 수립 (바이오 빅데이터 구축·R&D 투자, '19, 과기정통부)

● 중요성

- (산업수요) 정부정책과 연계한 바이오·의료 산업분야의 기술수요 급증
 - ▶ (의료지능) 의료 비용 및 오진을 최소화할 수 있도록 여러 기관이 자체 학습한 의료지능들이 협진하는 개방형 의료 인공지능 기술 개발이 필요

- ▶(현장진단기기) 고령화 시대에 국민의 건강이 큰 이슈로 부각되면서 현장에서 신속하게 고품질 생체정보를 획득하는 자동 현장진단 기술 수요 증가
- ▶(엑스선 튜브) 의료영상장치 사용 증가에 의한 피폭 부작용 우려로, 저선량/고화질 영상화 기술 절실
- ▶(입자빔 치료기) 저비용/고효율 암 치료를 위한 치료용 입자 방사선 발생 기술 필요

○(활용가능성) 고령화에 따른 헬스케어 수요 증대로 디지털 헬스케어에 대한 기술 수요가 급증하고 있으나 산업계의 기술수준이 부족하여 혁신 기술에 대한 민간 수요가 매우 높음

- ▶(의료지능) 다기관 협진형 인공지능은 전문의 지원 CDSS 개발에 활용되어 의료서비스 분야의 신성장 산업 육성 및 중소 강건기업의 성장 기회를 제공하며, 중소병원의 진단/치료 서비스 확대 및 안정성 강화를 위해 상급병원 의료지능 협진 서비스 공동 활용 가능
- ▶(현장진단기기) 전처리를 포함한 전자동 심혈관질환 현장진단기기 개발을 통해 모바일 헬스케어 및 홈 헬스케어 산업 활성화를 이룰 수 있으며, 실시간 현장진단을 통해 국민의 스마트 건강관리가 가능할 뿐만 아니라 감염성질환의 확산 방지 등에도 활용이 가능
- ▶(엑스선 튜브) 저선량/고화질 영상화 기술 및 고품질 디지털 엑스선 소스가 개발되면, 의료 영상장치 사용 증가에 의한 피폭 부작용이 줄어들며, 전국민 의료복지 품질 향상 및 고령화에 따른 의료비용 절감을 위한 선진국 선도형 고신뢰 인공지능 의료 핵심 기술로 활용
- ▶(입자빔 치료기) 고출력 레이저 기반 입자빔 발생 기술은 현재 고가의 양성자 치료기의 핵심기술로 적용되어 저비용/고효율 암 치료 서비스를 위한 미래 의료기기 핵심기술로 활용

○(실현가능성) ICT 융합을 통한 혁신기술 개발을 통해 헬스케어 산업의 패러다임 변화를 주도하는 디지털 헬스케어의 성장동력화가 가능

- ▶ 고령화 시대에 국민의 건강이 큰 이슈가 되면서 국가는 혁신성장을 위한 사람중심의 제4차 산업혁명 대응계획안을 통해 2020년에는 인공지능 기반 개인 맞춤형 정밀진단·치료 기술 구현 및 상용화 등을 통해 국민 건강수명 3세 연장과 산업 생태계 변화를 통한 미래 먹거리 산업을 창출을 목표로 집중적인 연구지원 및 산업 투자 계획을 수립함
- ▶ ETRI는 지난 10여년을 통해 ICT 융합기술 기반의 바이오·의료 혁신기술을 확보하여 의료 기술 산업화의 중추적인 역할을 수행해오고 있으며, 국가의 의료 산업화 육성 정책을 통해 보다 체계적이고 가속화된 기술 개발과 산업화가 전개될 것으로 판단됨

●(역할부합성) ETRI R&R의 주요역할 5-1(지능화 솔루션 기술개발로 제4차 산업혁명 실현)에 해당

● 기술적 문제정의 및 해결방향

기술적 문제 정의	해결 방향
(의료지능) 1차병원과 같은 지역병원의 많은 개인 건강 데이터 활용 부재	<ul style="list-style-type: none"> - 다기관 협진형 양상블 인공지능 통합 기술 개발을 통해 1차병원에 산재한 많은 개개인의 건강데이터 활용 - 1차병원의 개인 시계열 데이터를 기반으로 개인 맞춤형 건강 관리 (진단/예측/치료/재활) 의료서비스 제공
(현장진단기기) 전처리를 포함한 실시간 검사가 가능한 소형 저가 심혈관질환 현장진단기기 부재	<ul style="list-style-type: none"> - 마이크로플루이드스 및 자가 게터링 웰 디스크 기술 기반의 전처리 기술을 적용하여 일체형 현장진단기기 구현 - 최적 어피니티 반응 유도를 통해 선택성 및 반응속도를 높여 검출 시간을 최대한 줄여 실시간 검출 구현
(엑스선 튜브) 고선량엑스레이 조사를 통해 피폭 부작용 우려 및 엑스레이 기반 성분분석 기술 부재	<ul style="list-style-type: none"> - 디지털 엑스선 튜브 및 AI기반의 영상처리 기법을 개발하여 저선량으로 엑스레이 영상정보를 고화질 영상으로 변환 - 디지털 엑스선 소스를 개발하여 기존 아날로그 엑스선 소스 대비 초저선량 및 고품질의 엑스선 영상 획득 기술 구현
(입자빔 치료기) 고가의 양성자 치료기를 통한 암치료 시술은 매우 고비용이라 일반 환자들의 선택이 어려움	<ul style="list-style-type: none"> - 고출력 레이저 기반 양성자 생성 기술을 개발하고 원천기술을 확보함으로써 양성자 치료기 저가화 구현 - 양성자뿐만 아니라, 중성자 및 이온 등을 통한 치료기술을 새롭게 개발하여 효율적 질병치료 기술 확보

③ 세부추진계획

① 과거실적

실행연도	실적
2016 ~2018	<p>《기술수준 향상 및 대외공인》</p> <ul style="list-style-type: none"> - 건강보험공단 코호트 데이터를 이용한 건강 추이 예측 기술 정확도 85.3% (2016) - 심혈관 질환, 스트레스, 어혈, 정신장애 등 바이오마커 10종 측정 기술 개발 (2016) - 세계 최초 전류밀도 0.5A/cm²의 나노 냉음극 및 고정형 양극 디지털 엑스선 튜브 개발 (2016) - 심혈관질환 의료기관 독립형 정확도(상대 예측) 75% 달성 (2017) - 심혈관 질환 바이오마커(추가 1종) 측정 기술 개발 (2017) - 전류밀도 1A/cm²의 나노 냉음극 및 고정형 양극 디지털 엑스선 튜브 상용화 성공 (2017) - 심근경색, 염증, 어혈 등 추가 바이오마커 5종 측정 기술 개발 (2018) - 나노 냉음극 전자총 기반 전류밀도 2A/cm², 50,000 shots의 나노 냉음극 확보 (2018) - 암치료용 입자 방사선 발생 연구를 위한 500 TW 초고출력 레이저 시스템 구축 완료 (2018) <p>《과학적/기술적/사업화 실적》</p> <ul style="list-style-type: none"> - (SCI 논문) 고감도 바이오센서 등 총 27편 (상위 20% 17편) - (기술이전 및 사업화) <ul style="list-style-type: none"> ※기술이전 16건 (해외 기술이전 1건, 0.9억원, '18.05, America Medical Research Incorporated) ※연구소기업을 통하여 바이오마커 현장진단 기술 사업화: 수젠텍 코스닥 상장, '19.05.

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다기관 협진형 앙상블 의료지능 딥러닝 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 상대 예측 정확도 80% 달성 ○ 자동 심혈관질환 현장진단기기 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전처리 모듈 일체형 자동 검사 속도 30분 구현 ○ 냉음극 기반 고출력 디지털 엑스선 튜브 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전류밀도 3A/cm²의 냉음극 나노 에미터 제작 ○ 100 TW 미만 급 고출력 레이저 이용 암치료기 개발을 위한 소형 양성자 발생기 핵심 기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 1 MeV 이하 저선량 양성자 집속 장치 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 심혈관질환 시계열 의료지능 앙상블 예측엔진 ▶ 심혈관질환 분석용 현장진단검사기기 시제품 ▶ 냉음극 나노 에미터 및 회전형 양극 전자총 모듈 (디지털 엑스선 반응시간: 0.05ms) ▶ 저선량 양성자 집속 장치 모듈
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다기관 협진형 앙상블 의료지능 딥러닝 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 상대 예측 정확도 83% 달성 ○ 고성능 자동 심혈관질환 현장진단기기 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 다중(3종) 동시 검출 자동 검사 속도 20분 구현 ○ 회전형 양극 디지털 엑스선 튜브 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전류밀도 5A/cm²의 냉음극 나노 에미터 제작 ○ 콤팩트형 초고출력 레이저 기반의 소형 양성자 발생 장치 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 콤팩트 레이저 시스템의 자동 정렬 시스템 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 심혈관질환 다기관 협진형 의료지능 예측엔진 SW ▶ 심혈관질환 자동 현장진단검사기기 시제품 ▶ 120kV, 300mA급의 디지털 엑스선 튜브 (디지털 엑스선 반응시간: 0.01ms) ▶ 소형 양성자 발생 자동 광정렬 시스템
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다기관 협진형 앙상블 의료지능 딥러닝 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 상대 예측 정확도 85% 달성 ○ 고성능 자동 심혈관질환 현장진단기기 임상 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 임상 프로토콜 및 심혈관 샘플수 30개 이상 확보 ○ 회전형 양극 디지털 엑스선 튜브 안정화 <ul style="list-style-type: none"> - 초 고밀도 6A/cm²의 냉음극 나노 에미터 제작 ○ 레이저 기반 소형 양성자 발생기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 소형 양성자 발생 챔버 개발 및 챔버 내부 광학계 자동화 시스템 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 심혈관질환 다기관 협진형 의료지능 예측엔진 ▶ 심혈관질환 분석 현장진단검사기기 임상 결과 ▶ 150kV, 400mA급의 디지털 엑스선 튜브(디지털 엑스선 반응시간: 0.005ms) ▶ 레이저 기반 소형 양성자 발생 기기

실행연도	세부추진계획	예상성과
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인지재활 인공지능 주치의 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 치료경로 예측을 위한 강화학습 기술 개발 - 실시간 예측 의료 정확도 70% 구현 ○ 휴대용 소형 자동 심혈관질환 현장진단기기 설계 <ul style="list-style-type: none"> - 소형 저가화를 위한 요소 기술 도출 ○ 회전형 양극의 고출력 디지털 엑스선 튜브 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 초 고밀도 7A/cm²의 냉음극 나노 에미터 제작 - 4 “ 회전형 양극 엑스선 튜브 개발 ○ 치료 목적의 안정적인 100 MeV 수준의 고출력 양성자 발생 핵심 개발 기술 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 고선량 양성자 집속 장치 설계 및 제작 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 인지재활 인공지능 주치의 엔진 ▶ 휴대용 심혈관질환 분석기기 설계도 ▶ 150kV, 500mA의 디지털 엑스선 튜브 (디지털 엑스선 반응시간: 0.005ms) ▶ 냉음극 나노 에미터 및 회전형 양극 전자총 모듈 ▶ 인공지능 기반 영상처리 알고리즘 ▶ 고선량 양성자 집속 장치 모듈
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인지재활 인공지능 주치의 업그레이드 <ul style="list-style-type: none"> - 강화학습 기반 최적 치료경로 예측 기술 개발 - 실시간 예측 의료 정확도 75% 구현 ○ 휴대용 소형 자동 심혈관질환 현장진단기기 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 소형 모듈 내 심혈관 질환 검출 감도 최적화 ○ 고해상도 디지털 엑스선 튜브 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 초 고밀도 7A/cm²의 냉음극 나노 에미터 제작 - 포컬스팟(0.5) 회전 양극 엑스선 튜브 개발 ○ 고출력 양성자 발생 전용 챔버 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 고선량 양성자 집속 장치 업그레이드 및 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 인지재활 인공지능 주치의 엔진 ▶ 휴대용 심혈관질환 분석기기 시제품 ▶ 150kV, 500mA, 0.5 포컬스팟의 디지털 엑스선 튜브 (디지털 엑스선 반응시간: 0.001ms) ▶ 냉음극 나노 에미터 및 회전형 양극 전자총 모듈 ▶ 고출력 양성자 발생 전용 챔버
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인지재활 인공지능 주치의 최적화 <ul style="list-style-type: none"> - 다중 분산 에이전트 기반 비동기식 복합지능 강화 학습 기술 개발 (치료경로 예측 정확도 80%) ○ 휴대용 소형 자동 심혈관질환 현장진단기기 상용화 <ul style="list-style-type: none"> - 상용 시제품 개발 및 인허가 준비 ○ 장수명의 디지털 엑스선 튜브 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 관전압/전류 150kV/500mA, 포컬스팟 0.5(nominal) - 수명 200k shot 회전 양극 엑스선 튜브 개발 ○ 치료기용 고출력 양성자 발생기 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 콤팩트형 고출력 레이저 기반 양성자 발생기술 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 휴대용 심혈관질환 분석기기 평가 결과 ▶ 150kV, 500mA, 0.5 포컬스팟, 200k 수명의 디지털 엑스선 튜브 (반응시간: 0.001ms) ▶ 인지재활 인공지능 주치의 엔진 ▶ 치료용 고출력 양성자 발생 장치

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~ 2029
의료지능	시계열 의료지능 학습엔진	다기관 협진형 양상블 의료지능 학습 엔진		병원-병원간 의료지능의 비동기 협진형 학습 엔진			목표 미확정 최적치료경로 예측
현장진단기기	중소병원용 현장진단검사기기		완전자동 현장진단검사기기	지능형 현장진단검사기기			완전 비침습 현장진단검사기기
엑스선튜브	회전형 양극 디지털 엑스선 튜브 개발			고출력, 장수명 회전형 양극 디지털 엑스선 튜브 개발			디지털 4D 컬러 CT 개발
입자빔 치료기	레이저 기반 소형 양성자 발생기			치료기용 고출력 양성자 발생기			고출력 레이저 기반 양성자 치료기

④ 목표 도출근거 및 평가방법

목표 도출근거	평가방법(평가 시 착안점)
① 신시장 창출	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 도출근거 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 다기관 EMR 통합을 통해 구축되는 기존의 인공지능 기술과 다르게, 여러 기관에서 독립적으로 학습된 의료지능들이 앙상블되어 미래 질병 상태를 예측하는 협진형 의료지능 딥러닝 기술임 ○ 검증목표 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 최소 2개 병원간 EMR 통합을 통한 협진형 의료지능 개발 ▶ 실시간 예측 의료 정확도 85% 구현 ○ 기술수준 <ul style="list-style-type: none"> ▶ (As-Is) Google 대비 93%의 질병 상태예측 정확도(ETRI) (To-Be) 現 세계최고인 Google 수준의 115% 높은 질병 예측정확도 확보, 의료 데이터 표준 모델 호환 등으로 EMR 수용 범위 확장 ○ (문제정의) 1차병원과 같은 지역병원의 많은 개인 건강데이터 활용이 부재하며, 중복적 딥러닝 엔진 개발로 연구 리소스 손실 ○ (접근방식) 개인 맞춤형 건강 관리(진단/예측/예후관리) 의료서비스 제공이 가능한 다기관 협진형 앙상블 인공지능 통합 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (질병예측 정확도) 환자의 심혈관질환 EMR 시계열 데이터를 입력하여 미래의 EMR 항목을 예측하였을 때 정확도를 측정 ▶ (학습데이터) 2000~2016년(17년간) 서울아산병원 심혈관질환 관련 환자 57만명 EMR ▶ (협진 병원수) EMR 획득 방법이 다르고 초대형병원(서울아산병원)과 지방병원(울산병원) ▶ (정량목표) SCI 저널 논문 게재 및 국내외 관련 특허 확보 여부
② 산업육성 기여	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 도출근거 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 현재 최고 성능의 일본 미쯔비시사 제품은 전처리 모듈이 없는 부분 자동화 장비로 검사시간이 17분. 개발할 현장진단기기는 전처리 모듈이 탑재된 전자동화 기기로 검사시간 10분의 세계 최고 수준 ○ 검증목표 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 전처리를 포함한 전자동 검사의 총 소요시간 10분 이내 ▶ 심혈관질환 바이오마커 3종 동시 검출, 검출감도(LOD) 100 pg/ml ○ 기술수준 <ul style="list-style-type: none"> ▶ (As-Is) Mitsubishi 대비 1/2 수준의 검출 속도(ETRI) (To-Be) 現 세계최고인 Mitsubishi 수준의 1.5배 이상 빠른 속도 ▶ 심혈관질환 바이오마커: (As-Is) 2종 → (To-Be) 4종 ○ (문제정의) 전처리를 포함한 실시간 검사가 가능한 소형 저가 현장진단 기기 부재하며 고감도 고속 검출이 어려움 ○ (접근방식) 자가 게터링 웰 디스크 기술을 적용하여 일체형 현장진단기기 구현하고, 최적 어퍼니티 반응 유도를 통해 실시간 검출 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (검출시간) 인체에서 채취한 혈액이 투입된 검사 칩을 완전자동 현장진단기기에 삽입하여 검사를 시작한 시점에서부터 검사 결과가 디스플레이 될 때까지 걸린 시간 ▶ (검출종 수) 인체에서 채취한 혈액이 투입된 검사 칩을 현장진단기기에 분석하는 바이오마커의 종류의 수 ▶ (검출감도) CV 15% 이내로 감지할 수 있는 타겟 물질의 최소 농도 ▶ (정량목표) SCI 저널 논문게재 및 특허 등 정량적 목표 확보 여부
③ Time-to-Market	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 도출근거 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 나노 기반 디지털 엑스선 튜브는 ETRI가 세계최초 상용화한 기술로 회전 양극형 고출력 디지털 엑스선 소스는 세계 최초, 최고 수준의 성과. 엑스선 의료영상의 패러다임 전환을 가져올 breakthrough형 기술 ○ 검증목표 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 완전 진공밀봉형, 고출력 (150kV, 500mA) 디지털 튜브 구현 ▶ 최소 200k shot 이상의 높은 수명의 고출력 디지털 튜브 개발 ○ 기술수준 <ul style="list-style-type: none"> ▶ (As-Is) Xintek, UNC 대비 완전 진공밀봉형, 120%의 고출력(ETRI) (To-Be) 現 세계최고 수준이며, 차선 기술 대비 150% 달성 ▶ 전류밀도: (As-Is) 1A/cm² → (To-Be) 7A/cm² ○ (문제정의) 고선량 엑스레이 조사를 통해 피폭 부작용 우려 ○ (접근방식) 디지털 엑스선 소스를 개발하여 기존 아날로그 엑스선 소스 대비 초저선량 및 고품질의 엑스선 영상 획득 기술 구현 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ (출력) 디지털엑스선 튜브의 관전류 및 관전압 ▶ (수명) 회전형 양극 전자총의 펄스 구동에 따른 총 Shot 횟수 ▶ (전류밀도) 냉음극 나노 에미터를 통해 출력되는 전류의 밀도 ▶ (정량목표) 기술이전, SCI 저널 논문게재 및 특허 등 정량적 목표 확보 여부

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재('19년)	2024년	현재('19년)	2024년
현장진단 속도	Mitsubishi	17분:부분자동	10분:부분자동	30분:완전자동 (약 80%)	10분:완전자동 (100 %)
엑스선 소스	Xintek, UNC	80kV, 10mA의 오픈형 소스	120kV, 50mA의 오픈형 소스	100kV, 20mA의 진공 밀봉형 튜브(120%)	150kV, 500mA의 진공 밀봉형 튜브(150%)
질환 상태 예측 정확도	Google	75%:5년 발병 예측 정확도	85%:5년 발병 예측 정확도	70%:환자 미래 상태 예측 정확도	85%:환자 미래 상태 예측 정확도
입자선 양	ELI-MED	10 ⁷ 개	10 ⁸ 개	10 ⁷ 개(100%)	10 ⁸ 개(100%)

* (현장진단 속도 부분자동) 외부 전처리 장치에서 얻어진 혈장 샘플을 사용하여 질환상태를 자동으로 측정하는 것을 의미하며, 혈장 기반 측정기기도 면역반응/세척 등 프로세스가 복잡하여 현장진단을 위하여 자동화가 요구됨. 부분자동의 진단시간은 시료 전처리 시간이 포함되지 않은 것임

* (현장진단 속도 완전자동) 전처리 기능을 포함한 현장진단기술로 채취된 혈액을 기기/센서칩에 직접 주입하여 분석하는 기술임. 완전자동여부는 채취된 혈액을 외부 전처리 장치없이 직접 센서 칩에 주입 및 센서칩을 현장진단 기기에 장착하는 프로세스만 수행하는 완전자동 기능 여부로 판단함

* 진단속도는 센서칩 장착이후 전처리 기능 포함 분석결과를 도출하는 총 시간으로 측정함.

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계

- (중소병원/가정 활용) 저가의 전자동 현장진단기기 시제품을 개발하고 병원(충남대학병원 협의 진행)을 통해 실증 후, 바이오 업체(관심업체: 바디텍 메드)를 통해 상품화하여 소규모 지역병원이나 가정에서 활용 계획
- (의료기기 업체 활용) 회전 양극형 디지털 엑스선 소스는 폐, 혈관 등 의료검진용 엑스선 기기의 핵심부품으로 활용되며, 기술전수를 통해 기 확보하고 있는 국내기업(바텍, JPI Healthcare, 디알텍, 브이에스아이, 고영테크놀러지 등) 및 엑스선 의료기기 전문업체(오스템임플란트, 디알젬, 포스콤, 루셈 등)를 통해 연구성과를 확산
- (지역병원 활용) 진단 및 예측 인공지능 기술로 임상 의사결정지원시스템(CDSS)을 지능화함으로써 전문의의 조기진단 및 합병증 예측을 지원하고, 대형병원뿐만 아니라 의료진이 취약한 중소병원에서 전문병원 의료지능 활용

② 세부실행 계획

- (의료지능) 핵심 질환 중심 인공지능 예측 기술 개발 ('20), 핵심 질환 주요 병원 EMR 실증 시험 ('22), 현장 적용을 위한 병원 정보 시스템 통합 ('22~ '23), 질환 예측 지능 임상시험 기초단계 ('24), 질환 예측 지능 상용화 임상 시험 및 제품화 ('25~)
- (현장진단기기) 의료기관으로부터 현장진단기 요구사항 조사 ('19), 의료기관과 협력을 통한 현장진단기 임상시험 ('21), 의료기기 업체를 통한 현장진단기 상용시제품 개발 ('24), 현장진단기기 인허가 및 제품화 ('26)
- (엑스선 튜브) 잠재적 수요기업들로부터 요구사항 조사 ('19), 실증 협력할 수요기업 선정 ('21), 저선량 엑스선 시스템 개발 ('22~ '23), 저선량 엑스선 시스템 개발 인증 ('24), 저선량 엑스선 시스템 제품화 ('25~)
- (입자빔 치료기) 국내 광 관련 업체들로부터 요구 사항 조사 ('19), 광학계 제조 시설 및 기술력을 갖춘 중소 업체 선정후 레이저 핵심 부품 대체품 개발 ('20 ~ '21), 레이저 기반 양성자 발생 기기에서 광학계 성능 평가 및 최적화 작업 진행 ('22 ~ '23), 대구경 비구면 광학 기기 공동 개발 및 성능평가 ('24~ '25), 평면, 구면 및 비구면 광학 부품 상용화 ('26~)
- (법률 및 표준화) 국내 의료법/규제 및 건강정보 표준화 상황 검토를 통한 개발 계획 수립 ('19), 정부 법/규제 개선 상황을 반영한 의료 HW/SW 상용화 범위 선정 ('24 ~ '25), 국제 상용화 추진을 위한 대상 국가 의료법 및 규제 반영 ('26~)

③ 성과활용 및 기대효과

분야	주요 내용
성과활용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중소병원의 상급병원 의료지능 협진 서비스 공동 활용 ○ 현장진단기기를 심혈관질환에 대한 현장 상시/수시 정밀 측정 및 개인건강 블랙박스(생체 정보 획득 센서 & 모니터링)에 활용 ○ 의료영상장치의 회전 양극형 디지털 엑스선 소스는 의료검진용 엑스선 기기의 핵심부품으로 활용되며, 기술전수 및 특허 실시권 허여 등을 통해 기업에 이전 ○ 입자빔 암치료기 기술 개발 과정에서 파생되는 자동 제어, 시스템 컴팩트화, 입자빔 집속 기술 등은 기업에 기술 이전, 광학 부품 등은 국내 중소기업과 공동 개발 및 검증함으로써 국내 기업의 세계적 기술력 확보 기회 제공
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 인공지능 의료 융합 기술을 통해 의료기술 수준의 격차를 완화함으로써 의료 서비스 질 향상, 사회적 의료비용을 50% 절감 ['16 Frost & Sullivan] ○ 현장진단기기는 대형 병원중심의 글로벌 의료시장을 가정 및 소형병원 중심의 지능형 헬스케어 시장으로 유도 기대 ○ 회전 양극형 디지털 엑스선 소스는 초저선량으로 고품질의 의료영상 기대 ○ 차세대 암치료기인 입자빔 암치료기의 핵심 기술을 확보하고, 가격 경쟁력을 확보

성과목표 5-5

[공공·인프라형] 정교화·자동화 해킹을 원천차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술 [배점: 6점]

① 최종 달성목표

- AI해커 공격으로부터 국가·사회 인프라를 보호할 수 있는 지능형 위협대응 및 선제적 예방 핵심기술 확보

〈세부 달성목표〉

- (지능형 위협대응) 주요 기반시설에 대한 고도화된 해킹 탐지, 국민생활 안전을 위한 AI 첨단치안 서비스 및 공급망 보안을 위한 지능형 위협대응 인프라 핵심기술 제공
- (미래위협 예방) 초연결 분산 환경에서 예상되는 데이터 거래 사기, ID 유출/도용 및 양자컴퓨팅으로 인한 기존암호 무력화 등의 미래위협 예방 핵심기술 확보

성과분야	예상성과
지능형 위협대응	<ul style="list-style-type: none"> ○ (국방망 적용) 95% 탐지수준의 클라우드 기반 다중 AI 백신 서비스 플랫폼 ○ (경찰청 및 지자체 적용) 범죄예측 85% 수준 AI 첨단치안 서비스 플랫폼 ○ (보안성 평가·인증서비스 적용) 펌웨어·하드웨어 백도어 자동 탐지 시스템
미래위협 예방	<ul style="list-style-type: none"> ○ (데이터 거래 서비스 적용) 분산 트러스트 데이터 거래 플랫폼 ○ (IoT/핀테크 서비스 적용) Beyond PKI를 위한 능동적 자율인증 플랫폼 ○ (암호 안전성 검증 적용) 디바이스 DNA 생성 및 암호보안강도 검증 플랫폼

〈기술 개념도〉



② 목표수립 배경

- (정책연계성) ①국정과제: 2-4-33 소프트웨어 강국, ICT르네상스로 4차 산업혁명 선도기반 구축 ②국정과제: 사이버보안 강화를 통한 국민불안 해소 ③2020년도 정부연구개발 투자방향 및 기준('19.3, 국가·산업기반 사이버 위협에 대비한 선제 대응, 데이터 보호 등 사이버보안 핵심기술개발 지원) ④민간부문 정보보호 R&D 중장기 전략('19, 과기정통부) ⑤국가 사이버안보 전략('19, BH 국가안보실)
- (중요성) ① (공공수요) 정부는 '19년(정책-③~⑤)에 국가 핵심인프라 안전성 제고 및 사이버공격 대응 역량 고도화 등 사이버보안 핵심기술 확보를 통한 안전한 사이버공간 실현 목표 발표 ② (활용가능성) 국방망, 원전, 에너지 등 주요인프라 보안성 향상, 스파이칩 등 공급망 위협대응, 국민 실생활 사이버안전핀테크, 프라이버시, 치안 등) 강화, 사용자 데이터 주권 보호, 양자컴퓨터 시대를 대비한 新 암호체계 등 국가·사회의 실질적 사회문제 해결을 위한 서비스·인프라의 핵심기술로 활용 ③ (실행가능성) 국민안전과 국가기반을 위협하는 新 사이버공격이 증가함에 따라 관계부처는 과기정통부

주관으로 민간부문 정보보호 R&D 중장기 전략 수립(4차 산업혁명위원회 보고·의결, '19.4), 5G+ 전략 10대 핵심산업 중 지능형 CCTV, 정보보안 선정('19.4) 등 법·제도 개선 R&D 등을 포함한 대책을 마련 중

- (역할부합성) ETRI R&R의 주요역할 5-2(잠재적 사이버 위협을 원천 차단하는 지능형 사이버 보안 및 신뢰 인프라 기술 연구)에 해당함

- (기술적 문제정의 및 해결방향)

기술적 문제 정의	해결 방향
기존 탐지 솔루션은 AI기반 해킹, 신종 악성행위 대응 불가, 백신 간 호환성 문제 등으로 지능화되고 있는 악성 행위 및 해킹 대응에 한계	○ 경량 백신 에이전트 및 다중 백신과 AI 분석 플랫폼 구조를 이용하여 이기종 백신간의 호환성 확보 ○ 클라우드 기반 AI 백신 시스템에 의한 다수준·다계층 탐지 및 분석을 통한 신·변종 악성행위에 대한 신속한 대응
현재는 범죄통계정보와 단순 위치 정보를 기반으로 범죄를 예측·판단하므로 정확한 범죄 전조 상황 대응에 한계	○ CCTV 영상내에서 위협전조상황을 실시간 파악하고 통계적 위험도를 분석하여 범죄 발생을 확률적으로 예측 ○ 전자감독대상자의 생활위험인자(86개), 생활패턴, 위치정보를 분석하여 위험도 측정 및 현상황 자동 시각분석
HW에 의한 악성행위는 SW 레벨에서 대응 어려움, 은닉화된 HW 공급망 악성행위는 커다란 위협으로 현재 기술로 탐지 불가	○ SoC(System-on-Chip)용 HW 심층분석 기술 확보 ○ 펌웨어, PCB 보드, SoC용 HW 분석결과를 결합하여 HW 공급망 위협 검증 방안 및 체계 제시
현재 인터넷은 TTP(Trusted third party) 중심 경계기반 보안 기술이나, 향후 분산 디지털 데이터(에셋) 경제로 진화시 인프라 및 데이터 트러스트 중요성부각 (데이터 주권 및 안전성 문제 심각 전망)	○ (데이터 생성) TTP-free 신경망 암호기술로 분산 데이터 시큐리티 보장 ○ (데이터 전달 및 거래) 개인정보 제공 주체의 주권(sovereignty)을 보장하는 분산 데이터 안전·자율거래 인프라 제공
패스워드, 보안토큰, 지문 등 기존 단일·정적 인증기술은 ID 도용, 생체정보 위조, 실세계의 다양한 서비스 환경 대응 등 문제해결에 한계	○ ID 도용/위조가 어려운 무접촉·무자각 인증수단을 상황에 따라 선별·통합 지원하는 지능형 멀티팩터 인증 기술 확보 ○ 신뢰기반(root of trust)이 없는 초연결 분산 환경에서 IoT 서비스 개체 간 능동적 거래를 지원하는 자율인증 기반 구축
대량의 사물인터넷 기기가 초 연결되어 서비스되고 있으나, 암호키 해킹 및 암호 체계 붕괴 등으로 공격 기기로 활용될 위험 직면	○ 패스워드 및 암호키 저장없이 디바이스의 고유특징을 추출(디바이스 DNA)하여 암호키 생성하는 기술 확보 ○ 현재의 최신 양자컴퓨팅 기술을 적용하여 암호분석에 요구되는 양자자원 소요량 측정 및 예측을 통한 양자안전성 검증 기술 확보

3 세 부추진 계획











1 과거실적

실행연도	실적
2016 ~ 2018	<ul style="list-style-type: none"> ○ vVaccine을 위한 클라우드 기반 신종 악성코드 탐지(2016), Scan Service I/O 처리 구조를 통한 실시간 악성코드 분석(2017), 인공신경망 기반 데이터 분석 및 악성파일 탐지(2018) 기술 확보 - Security challenges with network functions virtualization (Future Generation Computer Systems, IF 4639)” 등 SCI 3건, 특허 10건, 기술이전 3건(1.2억) 등 ○ 사이버 자가변이 기술의 과기정통부 미래융합포럼 ‘미래유망 융합이슈 10선’ 선정(2018) ○ 증강 프라이버시 마스킹 및 복원 기술 국내최초 확보 및 CCTV기반 영상보안 시범서비스 - 영상 프라이버시 마스킹 기술의 부산 실증 CCTV 적용 및 KCL 공인시험인증 획득(2016), 비식별 차량번호판 복원 기술의 충남 아산경찰서 실증(2018.10), 실시간 침수감지 딥러닝 기술의 부산 수영초 앞 온천천 CCTV 적용(2018.12, 부산재난관리시스템 연동) 등 ○ 분산 트러스트 커넥툼(Trust Data Connectum:TDC)을 위한 데이터 거래 최적화 모델링, 신경망 학습 기반 키교환을 위한 원천기술 확보, IF 상위 20% SCI 2건 및 SCI(E) 3건 등 ○ 4중(지식/소지/생체/행위 기반) 인증멀티팩터를 지원하는 FIDO 기술 확보 및 상용화 - ETRI 창립40년 40대 연구성과로 선정(2016), 표준특허 1건, 기술이전 누적 21.38억(35건, ~2018.12), KEB하나은행 IQ뱅크, 현대자동차 그룹 기업보안, BC카드 페이북, 정부24 등에 상용화 ○ 물리적 복제방지 기능(PUF) 및 화이트박스 암호(WBC) 기반 키온닉 기술 우수논문 게재 - “Two-Factor Fuzzy Commitment for Unmanned IoT devices Security” (IEEE IoT Journal, IF 5.874, 상위 5% 이내) 게재('18.05) 및 “A Masked White-Box Crpto. Implementation for Protecting against Differential Computation Analysis” (IEEE Tr. IFS, IF 5.824, 상위 5% 이내) 게재('18.10)

② 연차별 추진계획 및 예상성과

실행연도	세부추진계획	예상성과
2019	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지능형 영상보안 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 비식별 차량번호판 85% 이상 복원(모바일) · 변경될 차량번호판 추가 지원(7자리→8자리) - SNS 기반 시민 위험영상 제보시스템 및 침수 감지기술 적용 ○ 사이버 해킹 사전대응을 위한 네트워크 주소변이 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 주요서버에 대한 실제 네트워크 주소 변이(주기 1초 이내) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 부산시 SBB 기반 온천천 CCTV, 경찰청 과학수사대(K-CS), 제주도 자치경찰단 시범 적용
2020	<ul style="list-style-type: none"> ○ 클라우드 기반 AI 백신 서비스 플랫폼 프로토타입 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 80% 이상 수준 탐지(문서형) ○ 전자감독 위험징후 예측 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - AI 전자감독시스템(85% 이상, FN: 99.9%) ○ 분산 트러스트 데이터 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 분산 자율거래 및 분산 키교환 ○ 블록체인 ID 관리 실증시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 분산형 ID 인증, 사용자 관리 접근제어 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실행형 악성코드(기확보) 외 문서형/비실행형 탐지 기술 추가 확보(수요처 요구반영) ▶ 차세대 보안 서비스 플랫폼 (iBunker.co.kr)에 AI 백신 시범 적용 ▶ 법무부 위치추적 중앙관제센터에 위험징후 예측기술 시범 적용 ▶ 블록체인 ID 관리 기술 핀테크 실증 ▶ 분산 자율 개인 데이터 거래 PoC
2021	<ul style="list-style-type: none"> ○ 클라우드 기반 AI 백신 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 90% 이상 수준 탐지(문서형) ○ 다차원 위험예측 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 위험전조 예측분석(75% 이상) ○ 임베디드 펌웨어 보안성 검증 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - HW 인터페이스 스캐닝 및 온보드 검증 ○ IoT 군집보안 제어 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 공격상황 적응형 통제(동시최대 1,000세션 지원) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 민간 클라우드 AI 백신 시범서비스 ▶ 경찰청 및 지자체 CCTV 통합관제센터에 다차원 위험예측 적용 ▶ 자동차 ECU 및 IoT 기기 보안성 검증 ▶ IoT 인프라 서비스(홈/에너지 등) 실증
2022	<ul style="list-style-type: none"> ○ 클라우드 기반 AI 백신 서비스 플랫폼 고도화 <ul style="list-style-type: none"> - 95% 이상 수준 탐지(문서형) ○ 오프라인 Set-and-See 프라이버시 마스킹 및 복원 <ul style="list-style-type: none"> - 텍스트/이미지/동영상 복원율 90% (세계최초) ○ 고비도 암호키 생성 및 암호 양자보안강도 검증 <ul style="list-style-type: none"> - 패스워드-프리 고비도(512bit) 암호 - 양자컴파일러수준 현존암호 4중 검증 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 클라우드 AI 백신 국방망 PoC ▶ 프라이버시 마스킹 기술 유통/통신 등 적용 ▶ 디지털 DNA 적용 무인이동체 ▶ 대칭키/비대칭키 암호 양자보안강도 검증
2023	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G기반 지능형 CCTV 영상엡지 분석기술 개발 및 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 초저지연 위험 대응(0.5초 이내) ○ 분산 트러스트 데이터 플랫폼 개발 ○ 암호 양자보안강도 검증 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 양자내성암호 4중 양자연산회로 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 스케일러블 지능형 사이버보안 프레임워크 ▶ 지자체, 경찰, 소방 등에 지능형 영상엡지 적용 ▶ 분산 트러스트 데이터 서비스 실증 ▶ NIST 양자내성암호(후보) 안전성 검증
2024	<ul style="list-style-type: none"> ○ 5G기반 모빌리티 영상보안 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 위험전조 예측분석(85% 이상) ○ ROM 바이너리 악성행위 검증 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 50nm IC Chip 이미지 패턴 해석 ○ 블록체인 공유·협업 플랫폼 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 블록체인 인터넷 OS ○ 능동적 자율인증 실증시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - AI기반 자율접근제어 및 멀티팩터 인증 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 차량용 블랙박스, 드론, 웨어러블 등 안전장비에 실증 ▶ 상용 MCU, CPU 등 하드웨어 백도어 검증 ▶ 블록체인 공유·협업 플랫폼 PoC ▶ IoT/핀테크 자율인증 서비스 실증 ▶ 스케일러블 지능형 사이버보안 프레임워크 실증(스마트시티)

③ 중장기 로드맵

연 도 세부목표	1단계			2단계			3단계
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025~2029
지능형 탐지	주요 ICT인프라 해킹대응 솔루션 			국방 ICT인프라 해킹대응 서비스 			
	네트워크 주소변이 (< 1초)	Unknown 악성파일 스캔 (200개/초)	문서형 악성파일 탐지 정확도(> 90%)	클라우드 AI 백신 국방망 시범 적용	클라우드 AI 백신 국방망 확대 적용		사이버-물리 공간 지능형 위협 탐지 서비스
	AI 치안서비스 	자능형 범죄예측 치안서비스 	오프라인 프라이버시 	5G기반 지능형 CCTV 모빌리티 도시안전서비스 			
	비식별 차량번호판 복원(> 85%)	전자감독 위험징후 예측(> 85%)	Set-and-See 프라이버시 복원율(> 90%)	다차원 AI 범죄예측 (> 80%)	5G기반 지능형CCTV 엣지 분석	5G기반 모빌리티 영상보안	- 95%이상 사이버공격 자율 탐지 - 85%이상 AI 범죄예측 - 14nm이하 HW ROM 게이트레벨 백door 검증
	임베디드 펌웨어 악성행위 검증 서비스 			HW ROM 바이너리 악성행위 검증 서비스 			
	온보드 기반 내장 펌웨어 보안 결합 분석			IC Chip(최대 50nm) ROM 바이너리 획득		IC Chip 악성행위 검증	
선제적 예방	TTP-free 키교환 및 분산 자율 거래 서비스 			트러스트 데이터 거래 실증 서비스 		공유·협업 서비스 	초연결 분산 환경 신뢰거래·자율인증 서비스 
	분산 자율 데이터 거래 PoC			분산 개인 주권/안전성 보장 데이터 거래 실증		블록체인 인터넷 OS	
	블록체인 ID관리 서비스 			능동적 자율 인증(Byond PKI) 서비스 			- TTP-free 데이터 거래 구 조 문제해결 - 인공지능기반 자율 ID 관리(인증·접근제어)
	분산형 ID 인증 및 사용자 관리 접근제어 실증			지능형 멀티팩터인증 알고리즘 (정확률 > 99.99%)		능동적 자율인증 IoT/핀테크 서비스 실증	
	디바이스 DNA 인증 서비스 				암호 양자보안강도 검증 (QICryptoN) 		
	디바이스 DNA 프리미티브 (HW/행위 특성기반)			패스워드 프리 디바이스 자율인증 (글로벌 표준(OCF, oneM2M) 호환)		결합허용QC수준 양자자원 분석 (PQC 암호 3종류 핵심로직 Q회로)	Q-HW수준 양자자원 분석 (PQC암호 4종류 및 기존암호 3종)

④ 목표 도출근거 및 평가방법

- 사이버위협 원천차단 목표 달성을 위해 보호 대상(SW→HW) 및 범위(사이버→물리) 확대 설정

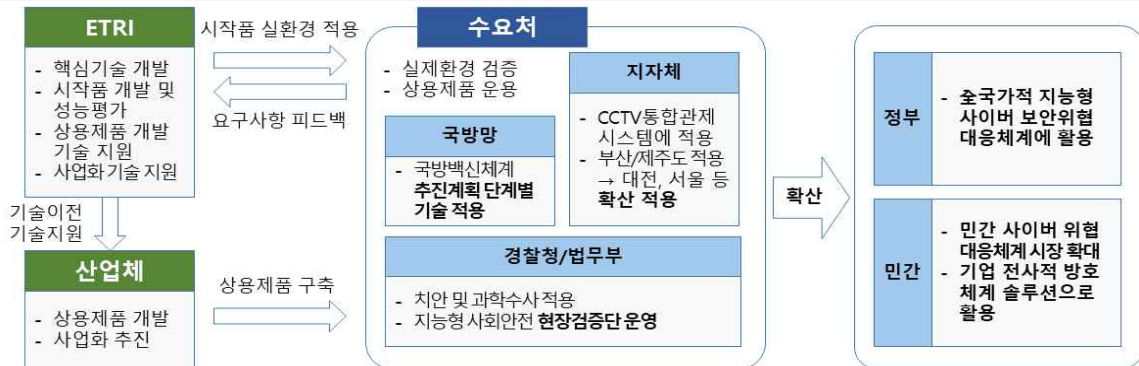
목표 도출근거		평가방법(평가 시 착안점)
지능형 위협대응 인프라 핵심기술 제공		
○ (문제정의) 지능화되는 악성코드 대응에 한계 → 인터바이러스 회피형 악성코드, 문서형 악성코드, 비정상행위 분석을 위한 AI기반 탐지 엔진의 고성능화	○ (검증목표) 신종 악성코드 및 문서형 악성파일 탐지정확도 > 95%	○ (도출근거) 시멘텍 등 세계 최고 기관과 동일한 수준으로 목표 설정하고, 특히, 다양한 문서형/비실행형 악성코드 탐지 영역까지 도전적으로 목표설정
○ (문제정의) 지능형 CCTV의 활용이 증가하고 있으나, 범죄 사후처리용으로 피해 저감하는 데에는 한계 → 범죄 사전 예방 기술 확산	○ (검증목표) 범죄 예측률: 85%	○ (도출근거) CompStat(IBM) 범죄 예측성능은 75%로서, 향후 CCTV 동적 상황 분석을 반영하여, IBM 기술 대비 10% 이상 성능 목표 설정
○ (문제정의) 은닉화를 극대화하는 HW 공급망 악성행위는 커다란 위협이나, SoC용 HW 공급망 악성행위 검증 기술 미비로 탐지 불가	○ (검증목표) 검증 대상 SoC 집적도 수준: 50 나노미터	○ (도출근거) Texplained의 검증대상 SoC 집적도는 130 나노미터로, 향후 IoT 디바이스를 고려한 50 나노미터 SoC 수준 목표 설정
미래위협 예방 핵심기술 확보		
○ (문제정의) TTP-free 환경에서 개인정보 제공 주체의 주권(sovereignty) 및 데이터 트러스트 보장 기술 미비	○ (검증목표) TTP-free 키교환 및 자율거래 구조 제시	○ (도출근거) TTP(Trusted third party) 중심의 현재 인터넷의 경계기반 안전성 및 데이터 주권 문제 해결 목표 설정
○ (문제정의) ID 유출, 생체정보 위조 등 신원도용 피해 증가 및 도메인을 넘나드는 초연결 분산 서비스를 대비한 인증체계(Beyond PKI) 준비 미흡	○ (검증목표) IoT/핀테크에 실 적용 가능한 지능형 멀티팩터 인증 확보	○ (도출근거) 세계최고기관(MS, Google 등)으로 구성된 FIDO는 차세대 로드맵에서 (As-Is)단일생체, 사이버공간 → (To-Be)멀티팩터, 현실공간(IoT) 제시('19.5-)
○ (문제정의) 대규모 IoT 기기 적용 서비스가 증가하고 있으나, 암호키/패스워드 해킹 및 양자컴퓨팅에 의한 암호체계 붕괴 등 위협 직면 → 패스워드-프리 디바이스 DNA 기술 및 양자안전성 검증 기술 개발	○ (검증목표) 암호 양자안전성 검증 대상: 현존암호 4종/PQC암호 4종	○ (도출근거) 양자내성암호(PQC)의 양자보안성 검증 중요성을 반영하여 PQC암호 종류에 대한 양자안전성 검증 목표를 설정함
		<ul style="list-style-type: none"> □ 국방망 등 공공서비스 적용 여부 □ (국방부) 95%이상 탐지수준 요청: 수요처 제공 DB 기준으로 공인 시험을 통한 요청 수준 만족 여부 □ 지자체 CCTV통합관제시스템, 경찰 치안시스템, 법무부 위치추적관제 시스템에 실증 적용 및 성능 검증 □ (지자체) 실시간 현장 적용을 통한 공공장소의 범죄 감소 여부: 10% 이상 □ 상용 MCU 또는 CPU 등을 대상으로 HW 보안성 강도 검증 □ 외부 관/산/학/연 전문가 평가위원회 구성을 통해 평가 및 검증 결과 제시
		<ul style="list-style-type: none"> □ 국가공공 데이터(국민건강, 교육행정등)를 이용한 서비스 실증 □ 데이터의 안전한 자율 전달·거래(거래 동의 열람, 선택적 데이터 공개기술 등)를 통해 개인정보 제공 주체의 주권 보장 검증 □ IoT/핀테크 등 서비스 실 적용 여부 □ 생체정보 위조 등 신원도용 피해를 방지하는 기술적 해결방안 및 분산 환경의 새로운 인증체계 제시 여부 (SCI논문 및 ITU-T 국제표준 등 검증) □ 암호 안정성 검증 실 적용 여부 □ 암호에 대한 양자컴퓨터 상에서 보안 강도를 수치화하여 비교함으로써, 특정 암호의 양자컴퓨터 안전성 검증 표준 방법론 정립 여부 (SCI논문 및 美NIST Peer Review 등 검증)

⑤ 세계 최고 연구기관(집단)과의 비교

연구 분야	기관명	기술 수준		기관 기술	
		현재(2019년)	2024년	현재(2019년)	2024년
지능형 탐지	Symantec Labs (미국)	사이버공격 탐지 (탐지율 : 93%)	사이버공격 탐지 (탐지율 : 95%)	사이버공격 탐지 (탐지율 : 80%)	사이버공격 탐지 (탐지율 : 95%)
	IBM(미국)	범죄예측 기술 (정확도: 71%)	범죄예측 기술 (정확도: 75%)	범죄통계정보만으로 시공간별 범죄발생 예측	범죄예측 기술 (정확도: 85%)
	Texplained (프랑스)	HW 악성행위 검증 기술 (130nm 수준)	HW 악성행위 검증 기술 (최대 50 nm 수준)	HW 악성행위 검증 기술 (최대 90 nm 수준)	HW 악성행위 검증 기술 (최대 50 nm 수준)
선제적 예방	Sovrin Foundation (유럽)	분산 ID 기반 자기주권 신원 증명 PoC	분산 ID 기반 자기주권 신원 증명 서비스	TTP-free 기반 신경망 암호화 및 데이터 전달 구조 (80% 수준)	중단간 TTP-free 자율 데이터 거래 가능한 분산 자율 인터넷 구현 (선진국대비 우위)
	FIDO Alliance (미국)	단일생체 인증 기술 (적용범위: 스마트폰, PC/사이버공간)	지능형 멀티팩터 인증 기술 (적용범위 IoT/현실공간)	단일생체 인증 기술 (적용범위: 스마트폰, PC/사이버공간)	지능형 멀티팩터 인증 기술 (적용범위 IoT/현실공간)
	Google (미국)	암호양자안전성 분석 (현존암호 1종)	암호양자안전성 분석 (현존암호 2종)	암호양자안전성 분석 (양자검증 환경 구축)	암호양자안전성 분석 (현존암호 3종, PQC 4종 암호)

⑥ 연구성과 활용·확산 계획 및 기대효과

① 연구성과 활용·확산체계



② 세부실행 계획

- 국방 AI백신 체계 구축(국방부, '22~), 지능형 범죄예방 치안서비스 구축(법무부/경찰청, '22~), 지능형 도시안전 플랫폼 구축(부산/제주도, '20~) 등 공공서비스 요구사항 반영 및 실증 추진

③ 성과활용 및 기대효과

《성과활용》

- **(국방망 활용)** 민간 기업 대상의 검증을 통해서 국방망을 위한 사이버 보안위협 대응체계에 활용('22년 예정)
- **(경찰청/법무부, 지자체 활용)** 경찰청(일선경찰서, 과학수사대 등), 법무부(위치추적중앙관제센터), 지자체(제주도, 서초구, 부산시 등) 등 위험상황을 감지, 예측, 대응하는 차세대 치안 AI 프레임워크로 활용('21년 예정)
- **(공급망 보안 활용)** 5G 네트워크 장비, PCB보드 등 공급망 위협 검증을 위한 보안성 품질보증 도구로 활용('24년 예정)
- **(데이터 거래 활용)** 데이터 생성자의 프라이버시와 주권을 보호하며, 데이터 가치에 따른 타당한 대가를 보장하는 데이터 활용 서비스에 적용('23년 예정)
- **(IoT/핀테크 활용)** IoT 기기(자율주행차, AR/VR, 스마트홈 기기 등) 스스로 주문하고 거래하는 차세대 핀테크(커넥티드카커머스, 무인점포 등) 서비스에 적용('23년 예정)
- **(암호 안전성 검증 활용)** 양자컴퓨터 대비 양자안전성이 담보된 암호 조기 발굴에 활용('25년 예정)
- **(활용방식)** 국가 주요 수요처(국방, 경찰청, 지자체, 금융 등)에 적용하여 서비스 상용화 및 관련 산업(핀테크, 첨단안전, ICT융합보안 산업 등)에 핵심기술을 이전하여 정보보호 산업육성에 기여

《기대효과》

- 클라우드 환경의 AI 기반 해킹대응 기술을 통해 사이버테러/사이버전에 대한 예방 능력 제고 및 신속한 대응력 확보
- 사후 처리에서 사전 예방 중심의 치안 패러다임으로 변환하여 스마트시티 차세대 안전플랫폼의 핵심 브레인으로 활용 기대
 - 4대 강력범죄(살인, 강간, 강도, 폭행) 발생을 감소 통한 사회적 비용 10% 저감 효과 기대(158조, '11년)
- 펌웨어 및 하드웨어 수준 악성행위 탐지를 통해 사이버 공격으로부터 국민 생활 및 산업을 보호하는 기반 마련
- 데이터 교환 플랫폼을 통해 데이터 비즈니스를 활성화하고 데이터를 이용한 신규 비즈니스 시장 형성 기대
- 초연결 멀티도메인 환경에서 안전한 신뢰기반을 구축하기 위한 차세대 ID 관리 체계(Beyond PKI) 제시
 - '22년 91억 달러 규모로 전망되는 디지털 ID 솔루션 시장에서 글로벌 기술경쟁력 강화(IDC, '18년)
- 양자컴퓨팅 시대의 차세대 암호 및 보안 기술 글로벌 선도

[부 록]

- ① 직전 종합평가결과 반영내역(총괄)
- ② 감사 등 외부 지적사항 반영내역
- ③ 용어(약어) 정리
- ④ 연구사업계획서에 제외된 사업(과제)
- ⑤ 내역사업별 전략목표·성과목표·과제 현황
- ⑥ R&R과 연구사업계획 연계 현황

< 부 록 >

① 직전 종합평가결과 반영내역(총괄)

종합평가 의견	개선 및 조치계획
1. 총평	
○ 산업 생태계에 충격을 가할 만한 기술개발 역량의 확보에 집중하여 국가 출연연구기관으로서 기술로 승부하는 정체성의 확보가 필요함	○ 국가 출연연구기관으로서 정체성을 확보할 수 있도록 임무, 비전, 중점추진방향, 전략성과목표를 수립함(연구사업계획서 반영)
[연구사업계획서 반영 내역]	
<ul style="list-style-type: none"> ● (임무) 미래 지능정보 기술 개발로 ICT 산업발전을 견인하고 국가 혁신성장에 기여 ● (비전) 미래사회를 만들어가는 국가 지능화 종합연구기관 ● (중점추진방향 및 전략목표) 	
중점추진방향	전략목표(성과목표 설정)
기술한계극복을 위한 핵심원천 연구	① 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축(3개)
	② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현(2개)
	③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현(4개)
	④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 구현(2개)
공공·국민생활문제 해결을 위한 지능화 기술 개발	⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련(5개)
○ 초연결, 초지능, 초실감 관련 3개의 전략목표는 향후 우리사회의 전반적인 변화를 촉발하는 분야이므로 전략목표의 수립은 적절하다고 할 수 있음.	○ 전략목표 도출 방법론을 정립해서 전략목표를 수립함
- 전략목표가 성과목표로 구체화되어 실제적으로 새로운 ICT 패러다임을 선도할 핵심 원천기술을 확보하고, 확보한 성과들로 산업의 새로운 생태계를 창출해내는 연구사업 구조의 확립이 필요함. 산업계로부터 기술료 수입이 안정적 인건비의 확보로 연결되어 중장기 기술개발 추진 동력으로 활용되는 연구사업의 선순환적 구조를 확립하기 위해서는, 전략목표에 따라 산업생태계에 충격을 가할 만한 성과를 창출할 기술과 과제의 도출이 필요함	○ 전략목표에 따라 파급효과가 큰 성과를 창출할 수 있도록 성과목표 도출 방법론을 정립해서 성과목표를 수립함(연구사업계획서 반영)
[연구사업계획서 반영 내역]	
<ul style="list-style-type: none"> ● 국가 출연연구기관으로서 정체성을 확보할 수 있도록 전략성과목표 도출 방법론을 정립하여 전략성과목표 제시 - (전략목표 수립 방법론) ETRI R&R, 중점연구영역 대표성과, 정책 및 수요 분석 기반으로 전략목표 수립 방향성 도출 및 전략목표 제시 - (전략목표 수립 방향성 및 전략목표 제시) 전략목표 수립 방향성에 따라 중점영역 문제설정 및 문제해결 방향을 설정하고, 이를 실현할 수 있는 전략목표 제시 - (성과목표 대표성 도출 방법론) 전략목표의 핵심분야에 대한 문제정의 및 문제해결 방향을 설정하고, 이를 실현할 수 있는 성과목표 제시 	
○ 성과목표의 구성이 시스템적으로 전략목표를 구성하지 못하고 각각의 과제로 되어 있어, 개별적으로는 우수한 성과를 도출하기는 했으나 전략목표에 따른 사회적·산업적 파급효과를	○ 전략·성과목표를 정합성을 갖고 시스템적으로 구성하기 위해 전략·성과목표 도출 방법론을 정립하여 전략·성과목표 제시(연구사업계획서 반영)

종합평가 의견	개선 및 조치계획
<p>확보하고 있지 못함.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 따라서 강력한 연구기획 그룹을 운영하여 전략목표 기반의 종합적인 기획을 통해 기술과 과제가 시스템적으로 연계되어 국가 과제화 하는 등 연구사업의 구조 전환을 추진할 필요가 있음. 이를 통한 TDX나 CDMA와 수준 이상의 미래 먹거리 산업을 준비할 수 있도록 하여야 함 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 성과 창출 기반 R&D 체질 개선(기관운영계획서 반영) <ul style="list-style-type: none"> - 기관고유임무예산 구조조정(중·대형화, 장기화)을 통한 창의·원천 R&D 비중 확대 - 국민체감형 공공 R&D 활성화 - 중소기업 지원 강화를 위한 바우처사업 등 확대

[연구사업계획서 반영 내역]

- 국가 출연연구기관으로서 정체성을 확보할 수 있도록 전략성과목표 도출 방법론을 정립하여 전략성과목표 제시
 - (전략목표 수립 방법론) ETRI R&R, 중점연구영역 대표성과, 정책 및 수요 분석 기반으로 전략목표 수립 방향성 도출 및 전략목표 제시
 - (전략목표 수립 방향성 및 전략목표 제시) 전략목표 수립 방향성에 따라 중점영역 문제설정 및 문제해결 방향을 설정하고, 이를 실현할 수 있는 전략목표 제시
 - (성과목표 대표성 도출 방법론) 전략목표의 핵심분야에 대한 문제정의 및 문제해결 방향을 설정하고, 이를 실현할 수 있는 성과목표 제시

2. 개선 및 발전방향(성과목표별)

[전략목표1] 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현

[성과목표1-1] 초연결 통신부품 원천기술

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 무선 양자통신의 장거리 전송기술에 대한 도전이 요구됨 <ul style="list-style-type: none"> - 주간 실환경 100m 거리의 무선 양자 암호 통신 전송 등은 의미 있는 성과라 할 수 있으나 미국, 중국 등에서는 장거리 전송 기술에 대한 도전적 노력이 있는 바, 100m 무선양자암호 통신 성공 결과를 기반으로 장거리 무선양자암호 통신에 대한 기술 확보가 필요함. ○ 양자암호통신 분야의 체계적인 협업 연구 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 양자암호통신과 같은 혁신적인 기반기술의 확보를 위해서는 여러 분야를 체계적으로 연구하고 성과를 이루어야 하므로, 차별적 역량을 갖고 있는 학계, 출연(연), 산업계가 협업하여 집중적으로 연구·개발을 추진할 수 있는 환경 조성이 필요함 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 무선 양자통신 장거리 전송기술 연구 및 도전성 강화 <ul style="list-style-type: none"> - 주간 실환경 300m 거리의 무선 양자 암호 통신 전송에 성공하여 2018년 10월 Scientific Reports에 게재 - 소형 무선 양자암호통신 기술 확보를 위한 사업 및 1km 거리 이상의 무선 양자암호통신 전송기술을 확보를 위한 연구기획 ○ 양자암호통신 체계적 산학연 협업 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 소형 무선 양자키분배 송수신부 기술 확보 예정이며, 유선 양자암호통신 기술을 연구 중인 연구기관(KIST, SKT, KT)과 단일 광자 광원 기술을 연구하고 있는 대학(부산대, 포항공대) 등과 협력하여 양자 통신 예비타당성 기획 추진 중이며 협업 방안 도출 추진 - 현재 산학연 협업하여 기술 개발, 인력 양성, 인프라 구축 포함하는 국가 양자정보통신 종합구축 계획 설립 및 양자정보통신 예비타당성 사업기획 진행 중임 |
|---|---|

[연구사업계획서 반영 내역]

- 성과목표3-2(광통신 원천기술)에 반영함
 - 집적화 칩 기반 초소형 이동형 무선 양자암호 송수신 모듈 및 전송기술 개발(전송거리 1km의 근거리 이동형 양자암호통신을 위한 편광기반 무선 양자키분배 송수신부 집적화 모듈 기술 개발 및 수십 km 이상 장거리 전송 기반 기술 확보)

[성과목표1-2] IoT 기반 지하공간 그리드 및 드론 기술 [완료 함]

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 지하공간 안전 관련 연구는 공공인프라의 안정성 확보를 위한 국민체감형 연구로 지속적인 연구를 통하여 제공되는 서비스의 품질 개선 필요 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 서비스 품질 개선 <ul style="list-style-type: none"> - UGS융합연구단 연구결과를 기술이전 및 기술출자 하여 사업화법인 (주)유지예스 설립 하였고, 연구소 |
|--|--|

종합평가 의견	개선 및 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> - 실제 기술개발을 통해 사용자가 체감할 수 있는 수준의 서비스 완성도 제고가 필요하며, 성과 목표의 설정에 있어서 측정 가능한 목표를 설정하여 사업을 추진하는 것이 요구됨 <p>○ ICT 융합 연구의 성공적인 수행을 위해 연구목적에 맞는 개발 방법론 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사회문제 해결형의 융합 연구의 경우 현장 요구와 지식을 기술과 융합하기 위한 적절한 개발 방법론(프로세스)이 요구되며, 개발한 기술을 적용하여 성공적인 비즈니스로 연결하기 위한 다양한 이해당사자 간의 협업 시스템이 필요함 	<p>기업으로 등록하였음</p> <ul style="list-style-type: none"> - (주)유지에는 서울시 성동구에 사업화를 진행하여 성동구 기반침하 사전예방을 위한 사회현안문제 해결 솔루션을 제안함 - (주)유지에는를 통한 상용제품의 품질 개선을 계속 진행 중에 있음 <p>○ ICT 융합연구 특화된 개발방법론</p> <ul style="list-style-type: none"> - 도시 지하공간의 재난재해를 근본적으로 해결하기 위해 ETRI 주관, 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원, 한국지질자원연구원의 핵심역량을 결집 및 기술융합을 통한 협업 시스템을 구축하여 연구를 진행하였음 - 지하안전관리에 관한 특별법 제정에 참여하여 지자체에서 의무적으로 관리하도록 하였으며, 연구소기업을 설립하여 사업화를 추진하도록 협업체계를 구축하였음

[연구사업계획서 반영 내역] 해당사항 없음

- 미반영 사유 : UGS융합연구단 사업종료('17.12.)

[성과목표1-3] 초연결 위협에 대응하는 지능형 사이버 보안기술

<p>○ 멀티팩터를 이용한 보안기술의 편의성과 보안성에 대한 객관적인 평가방법 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 인증 기술의 성능을 객관적으로 평가할 수 있는 평가방법이 필요하며, 평가방법을 통하여 개발한 인증 기술의 성능을 지속적으로 개선하는 연구가 요구됨 	<p>○ 인증 기술의 객관적 평가 및 성능개선 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> - 외부 인증시험을 통한 객관적 성능 입증 <ul style="list-style-type: none"> ※ FIDO 글로벌표준 연합체에서 정의한 FIDO 인증서버 평가방법 및 평가도구를 활용해 기술을 검증하고 FIDO 국제시험인증에 참여해 인증서 획득 완료 ('18.8, 美산호세) ※ 개발된 FIDO2 인증장치 기술에 대해 FIDO 연합체로부터 보안성 및 기술호환성 검증시험 완료 ('18.11, 서울) - 지속적 인증 성능 개선 결과에 대한 우수논문(SCI급) 게재 및 IPR 확보 추진 <ul style="list-style-type: none"> ※ 기 확보된 인증팩터의 성능 개선(인증정보 불법 취득 대응, 프라이버시 위협 해소) 연구결과에 대한 우수논문 제출·게재 <ul style="list-style-type: none"> . Secure Secret Sharing Enabled b-Band Mini Vaults Bio-Cryptosystem for Vectorial Biometrics(IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing, IF 4.41, '18.10 게재 완료) . Construction of a New Biometric-Based Key Derivation Function and Its Application(Security and Communication Networks, IF 0.904, '18.11 게재 완료) . How Do Multi-Level Privacy Controls Affect Utility-Privacy Tradeoffs When Used in Mobile Applications?(ETRI Journal, IF 0.739, '18.12 게재 완료) ※ 성능개선 노력으로 새롭게 도출된 기법의 IPR 확보 <ul style="list-style-type: none"> . 얼굴 인식 장치 및 방법('18.9 출원 완료)
--	--

종합평가 의견	개선 및 조치계획
<p>○ 연구 우수성 검증에 대한 노력 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목표 달성도의 평가 방법으로 논문을 통한 검증을 목표로 하였으나 제시된 논문을 통해서도 연구 성과를 객관적으로 우수하다고 판단할 만한 근거가 부족함. 연구성과의 우수성을 입증하기 위하여 논문의 질적 우수성을 높일 필요가 있음 	<ul style="list-style-type: none"> . 특징 벡터를 이용한 얼굴 검색이 가능한 얼굴 인식 방법 및 장치('18.12 출원 완료) . 바이오 인증서를 이용하여 비대면으로 본인 확인을 수행하는 장치 및 방법('18.11 출원 완료) <p>○ 연구 성과의 질적 우수성 검증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구성과의 우수성을 입증하기 위한 국내 우수 저널 게재 및 국제 우수논문(SCI 급) 게재 <ul style="list-style-type: none"> ※ Malware Detection with Skip-Connected LSTM RNN(Skip-Connected LSTM RNN을 이용한 악성코드 탐지) (정보보호학회 논문지 '18.10 게재) ※ Attention-based Automated Feature Extraction for Malware Analysis (The Journal of Super computing, IF 1.53, '18.09 제출 및 심사 중) ※ Design of Network Threat Detection and Classification based on Machine Learning on Cloud Computing (Cluster Computing (SCIE), IF: 2.04) ('18.11 게재) - 공인 시험을 통한 질적 우수성의 신뢰성 확보 <ul style="list-style-type: none"> ※ 공인시험기관인 ETRI ICT시험연구센터의 악성코드 탐지/오탐을 시험을 통한 성능 우수성 검증('18.11) <p>○ 연구 성과에 대한 실현적인 성과 평가</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술이전을 통한 사업화 성과 기여 (7건, 2.5억) <ul style="list-style-type: none"> ※ ㈜하우리 등 기술이전 기업의 사업화 지원을 통한 클라우드 백신 상용제품 개발 추진 ('18.11) ※ 호스트 행위기반 악성코드 탐지 기술의 K-Global 스타트업 기업(주)쿠폰택 대상 기술이전 완료('18.10) ※ 민간 클라우드 AI 백신 시범서비스 추진예정('20.11) ※ 軍에 특화된 국방 AI 백신체계 개발에 “악성코드 비정상행위 동적분석 및 시각화 기술”적용 및 실증서비스 추진 예정('22.09)
<p>[연구사업계획서 반영 내역]</p> <p>● 성과목표 5-5(지능형 사이버보안 핵심기술)에 반영(軍에 특화된 국방 AI 백신체계 개발)</p>	
<p>[성과목표1-4] 개인별 기가급 서비스를 위한 5G 기가통신 기술</p>	
<p>○ 경로가 지정된 제한적 환경에 대한 단말 및 네트워크 노드 이동 기술을 불특정 환경에서의 대응 기술로 발전시킨다면 기술적 파급력이 클 것으로 판단됨</p> <p>○ 성과 목표 달성에 대한 평가 및 검증 방법의 객관성 제고가 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구·개발 계획의 수립 단계에서 성과목표의 설정과 	<p>○ '17년까지 개발된 지하철(철도) 환경에서의 네트워크 노드 이동 기술을 도로(고속도로 및 시내도로) 환경에 대한 기술로 확대하는 연구를 '18년부터 시작함 (다중접속, 릴레이, 빔관리, 이동성제어 등)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기술적 파급력과 더불어 새로운 응용 서비스(예: 대중교통에서 통화비 절감 등) 도출에 크게 기여할 것으로 예상됨 ※ 5G+ 전략실현 실적을 위해, 이동통신 네트워크 시장에서 요구되는 25Gbps급 P2P 광대역 무선백홀 시스템의 시제품 개발중 ('19.12월 시연 예정) <p>○ 성과 목표 달성에 대한 평가 및 검증방법의 객관성 제고</p> <ul style="list-style-type: none"> - 연구전략 수행과정의 적절성, 파급효과 분석 자료,

종합평가 의견	개선 및 조치계획
성과 달성을 객관적으로 입증할 방법에 대한 철저한 계획 수립이 요구됨	연구결과와 영향력 등 반영
[연구사업계획서 반영 내역] 해당사항 없음 - 미반영 사유 : 개선 및 조치를 완료함	
[성과목표1-5] 테라급 스마트 네트워크 인프라 기술	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 성과 목표 달성에 대한 평가 및 검증 방법의 객관성 제고가 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 연구·개발 계획의 수립 단계에서 성과 목표의 설정과 성과 달성을 객관적으로 입증할 방법에 대한 철저한 계획 수립이 요구됨 - 성능 시험 등은 자체 시험뿐만 아니라 공신력 있는 외부 인증기관을 통한 객관성 확보가 필요함 ○ 경로 변경을 통한 네트워크 공격대응 관련, 링크가 끊어질 경우 새로운 경로 설정 시간을 상당히 줄였으나, 새로운 경로 설정 알고리즘의 우수성을 검증할 수 있는 논문이나 특허가 요구됨 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 성과목표 달성 평가 및 검증 방법 객관성 제고 <ul style="list-style-type: none"> - 계획수립 단계에서 논문 게재, 특허 출원/등록, 표준 승인 등 객관적으로 성과 달성을 입증할 방법을 고려하여 성과목표 설정 - 개발 단계의 성능 시험은 자체 시험을 통해 수행하고, 최종결과물의 성능 시험은 공인시험기관의 검증을 통해 객관성 확보(2018.12 KOLAS) ○ 우수성 검증 관련 논문 및 특허 실적 (논문 1건, 특허 2건) <ul style="list-style-type: none"> - ‘소프트웨어 정의 네트워킹을 이용한 통신 경로 랜덤화 방법론에 대한 연구’ (2018.01, 한국통신학회 2018년도 동계종합학술발표회) - ‘소프트웨어 정의망 기반의 랜덤 경로 설정 장치 및 방법’ (출원번호 10-2016-0073748) - ‘중복 방지 동적 라우팅 방법 및 장치’ (출원번호 10-2017-0010820)
[연구사업계획서 반영 내역] 해당사항 없음 - 미반영 사유 : 개선 및 조치를 완료함	
[전략목표2] 스스로 학습진화하는 초지능 정보사회 구현	
[성과목표2-1] 자가학습형 도메인 전문가 지식융합 플랫폼 원천기술	
<ul style="list-style-type: none"> ○ 차기 연구성과계획 수립 시에는 더욱 도전적으로 목표를 설정할 필요가 있음 - 시뮬레이션 데이터보다는 실증실험 등을 통해 목표를 달성하는 것이 필요함 - 불가피하게 시뮬레이션 결과를 실적으로 제시하는 경우, 테스트 환경을 명시할 필요 있음 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차년도 실증 실험 검증 방안의 구체화 <ul style="list-style-type: none"> - NRS (Name Resolution Service)는 109 지원을 위해 개발된 기술 명이며, IETF/RTF 국제표준화 기구에서 공식적으로 개발되고 있는 기술임 - ㈜씨엘 (https://www.cielinc.co.kr/) 은 ‘헬로버스’ 와 같은 서버버스 통합 관리 솔루션을 제공하는 업체로서 KSB융합연구단 2단계 사업에 참여가 확정되었으며, 지능적인 자동차 운행 관리를 위해 이동 중 블랙박스 영상 관리에 대한 솔루션 개발 계획을 수립하고 있음 ○ 2단계 사업 방안의 구체성 보완 <ul style="list-style-type: none"> - ㈜씨엘과의 업무 협력 및 수행 목표 <ul style="list-style-type: none"> · ETRI에서 개발하는 NRS 기술과 에지 컴퓨팅 기술을 적용하여 ‘블랙박스 영상 관리’ 솔루션을 개발함 - 실증실험 환경 <ul style="list-style-type: none"> · 버스 내 에지 플랫폼: 블랙박스 영상 및 관련 데이터를 저장하는 장치 · 미디어 서버: 블랙박스 영상을 스트리밍으로 제

종합평가 의견	개선 및 조치계획
	<p>공받는 장치</p> <ul style="list-style-type: none"> . NRS 서버: 이동성 제공을 위한 네임 서버 <p>- 실증 시나리오</p> <ul style="list-style-type: none"> . 이동하는 버스들은 에지 플랫폼을 통해 블랙박스 영상 및 데이터를 미디어 서버로 스트리밍 전송 . 미디어 서버는 NRS를 통해 끊임없이 대규모의 데이터를 지속적으로 제공 받음

[연구사업계획서 반영 내역] 미반영

- 미반영 사유 : 당초 목표였던 NRS를 통한 109개의 대규모성 지원 기술은 1단계(' 15.12~' 18.11) 연구개발 평가 시 연구개발 목표 및 내용 변경으로 2단계(' 18.12~' 21.11) 연구개발에서는 해당 내용이 삭제되었음
- ※ 1단계에서 수행하였던 대규모성 지원 기술에 대한 연구결과는 ETRI Github를 통한 오픈소스로 공개하고 조기종료 됨

[성과목표2-5] 지능정보 실시간 처리 지능형 고신뢰 프로세서

<p>○ 전력효율 (mW/MHz, / 지능정보처리코어)</p> <ul style="list-style-type: none"> - '전력효율'을 기존 연구와 비교하기 위해 성과 측정 지수를 변경한 것은 의미가 있는 것으로 판단됨. 다만, 통상적으로 활용되는 성능지표가 Tops(Tera operation per second), 또는 Tflops(tera floating operation per second)인 것을 고려할 때, 이러한 지수로 변환하였으면 더욱 좋았을 것으로 사료됨 	<p>○ 전력효율 성능으로 mW/MHz 표기 및 고속성능으로 TFLOPS 성능 변환 표기 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전력효율성능으로 기존 연구결과와 비교하기 위하여 목표치 0.1mW/MHz를 energy per SOP로 바꾸어 2.36pJ/SOP로, 기존 연구결과([1]Khan et al. 등 5개 논문)의 전력효율성을 제시하여 비교함으로써 현재 세계최고 수준임을 증명 - 고속 성능을 표기하기 위하여 “초지능 16K개 32TFLOPS급 매니코어 프로세서 개발”에서 TFLOPS 성능 지표로 표기 진행
---	--

[연구사업계획서 반영 내역] 해당사항 없음

- 미반영 사유 : 개선 및 조치를 완료함

[전략목표3] 삶의 질 향상을 위한 초실감 서비스 실현

[성과목표3-1] 초실감 테라미디어 원천기술

<p>○ HEVC 대비 압축율 향상(배)</p> <ul style="list-style-type: none"> - ITU-T 기준에 나와 있는 주관적 화질평가를 진행하더라도 평가방법을 객관화하기 위해 실험 진행 과정을 촬영하는 등 구체적인 방안 채택이 필요함 - 압축효율만의 문제가 아니라 구현의 용이성을 확보하면서 동시에 압축효율을 높이는 방향으로 성능개선을 진행하는 것이 바람직하므로 압축률을 향상시키면서 복잡도를 감소시키도록 관련 항목을 추가하여 관리할 필요가 있음 	<p>○ HEVC 대비 압축율 향상 관련 평가방법 구체화 등 보완</p> <p>① (주관적 화질 평가방법의 객관화) JVET*에서 VVC (Versatile Video Coding)/H.266 표준화 시 CfP (Call for Proposal) 제안 기술을 평가한 방법과 동일 방법/조건 적용 및 실험 진행 과정 촬영을 통한 객관성 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> •주관적 화질 평가 방법: ITU-R BT. 500 DSIS (Double Stimulus Impairment Scale) 방법 적용 •시험조건: Random Access, 4개 bitrate points •시험영상: UHD 실험영상 5종 (FoodMarket4, CatRobot1, DaylightRoad2, ParkRunning3, CampfireParty2), HD 실험영상 5종 (BQTerrace, RitualDance, MarketPlace, BasketballDrive, Cactus) •주관적 화질 평가 과정 촬영 <p>② (압축 효율 및 구현의 용이성 확보) 이미 비디오 부호화 표준(VVC) 채택을 위해 압축 효율과 디코더 복잡도를 함께 고려한 기술 개발 진행 중임</p> <ul style="list-style-type: none"> •주관적 화질 평가를 위한 개발 코덱의 디코더 복잡도는
---	--

종합평가 의견	개선 및 조치계획
<p>○ THz통신 (전송속도/Gbps)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테라헤르츠 무선통신 지속적인 발전을 위해 연구비 확보 노력이 필요함 	<p>HEVC대비 2배 이하 달성을 목표로 설정</p> <ul style="list-style-type: none"> • 개별 알고리즘의 디코더 복잡도는 개발 코덱의 디코더 복잡도가 HEVC 대비 2배 이하를 유지할 수 있도록 개발 (개별 알고리즘 개발 시, 압축 효율 및 디코더 복잡도 함께 측정 관리) <p>○ 포토닉스 기반 테라헤르츠 전송기술을 연구하는 예산 확보 (2019년 ETRI 정부출연금사업)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 100Gbps, 10m@275GHz 테라헤르츠 신호 전송을 위한 핵심 부품 및 전송기술 개발
<p>[연구사업계획서 반영 내역] 해당사항 없음</p> <ul style="list-style-type: none"> - 미반영 사유 : 개선 및 조치를 완료함 	
<p>[성과목표3-2] 실감 유연 신소재 및 부품 원천기술</p>	
<p>○ 디지털 엑스선 반응시간(ms)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 디지털 엑스선 튜브 기술개발에 대한 세계 수준의 기술은 인정되나, 대표성과 지표로서의 디지털 엑스선 반응 시간(<0.2ms)의 경우 단일 수량(IEA)의 데이터 및 펄스 폭 대비 반응 시간과 관련한 구체적인 측정 조건에 대한 제시가 필요할 것으로 판단됨 <p>○ 2D 반도체의 전하이동도와 유연도(곡률반경)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제시된 연구 결과의 상당 부분이 미국 코넬대에서 발표한 결과와 유사한 면이 있음. Fast follower가 아닌 세계적으로 선도할 필요가 있음 - 스트레인이 가해진 상태에의 소자 특성 열화의 판단 기준으로서, 통상 10mm 조건을 활용한다고 연구성과계획서에 제시되어 있으나, 이미 세계적인 연구성과는 >1, 2, 3, 5mm 조건에서 저항변화 뿐만 아니라, 복합적 파라미터에 대한 특성 유지가 보고 되고 있는 상황임. 본 실적 증빙자료(18.4월 기준)에는 15.7mm 조건에서 측정한 결과가 제시되어 있으나, 본 기술 개발목표가 지향하는 저항 변화 조건이 어떠한 곡률반경에 몇 %미만 인가와 함께, 되풀이되는 bending/ unbending 조건도 명시되어야 하며, 세계 수준의 성과지표로서 구체적 보완이 요구됨 - 2차원 반도체의 단점을 보완하기 위한 대책 또는 oxide 계열의 소재개발 구체화가 필요함 - 2차원 반도체 소재의 전하이동도와 유연도 평가 시, 개별 평가지표가 아닌 상호 연관된 지표인 만큼 유연도 측정 시 단순 전극의 전도도 변화 측정이 아닌 반도체 소자의 전하이동도의 변화를 측정하는 것이 필요함 - 성능시험에서 객관성을 확보하기 위한 대책 마련이 요구됨 	<p>○ 디지털 엑스선 반응시간(ms)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2019년에는 외부 인증기관 평가시 대표성을 갖는 평가가 진행되도록, 디지털 엑스선 튜브의 전압, 전류, 펄스 폭 등의 측정조건을 제시하겠음 <p>○ 본 연구에서는 2D반도체 신소재 발굴과 함께, 대면적 대량생산에 적용 가능한 제조 기술들을 함께 연구 개발하고 있어 검토의견과 동일한 기술개발 철학을 가지고 있다고 봄</p> <ul style="list-style-type: none"> - 단, TFT의 주요 응용 분야가 디스플레이 이며, ETRI는 OLED 기술 기반이 잘 확립되어 있어 과제 성립초기에 계획서 작성시 ETRI의 강점을 보여줄 수 있는 시제품으로 OLED용 TFT 를 선정하였음. - 조기에 2D 반도체의 강점을 보여줄 수 있는 새로운 상용제품에 대해 지속적으로 검토하고 있으며, 휴먼 센서 어레이 등을 2020년 경부터 적용 개발할 중기계획을 가지고 있음 <p>○ 평가 시점(5월) 이후 게재된 주요 논문 (ETRI 단독/주저자 논문 만 제시, 성균관대와 공동연구 논문 제외)</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) K. H. Jung et al., Metal-Agglomeration -Suppressed Growth of MoS₂ and MoSe₂ Films with Small Sulfur and Selenium Molecules for High Mobility Field Effect Transistor Applications, Nanoscale 2018, 10, 15213. (2) D. H. Cho et al., Enhanced Sulfurization Reaction of Molybdenum Using a Thermal Cracker for Forming Two-Dimensional MoS₂ Layer, Phys. Chem. Chem. Phys. 2018, 20, 16193. (3) T. Y. Kim et al., Visible light-erasable oxide FET-based non-volatile memory operated with deep trap interface, ACS Appl. Mater.

종합평가 의견	개선 및 조치계획
<ul style="list-style-type: none"> - 단순한 반도체 소재의 합성과 TFT 구현을 넘어서서 실용화가 가능한 새로운 응용분야 연구 계획 마련이 요구됨 - 우수 연구 논문의 많은 부분이 위탁 연구 기관인 성균관대에서 수행한 결과로, ETRI가 중심이 된 연구가 필요함 	<p>& Interfaces 2018, 10, 26405</p> <p>(4) J. Lee et al., High mobility ultra-thin crystalline indium oxide thin film transistor using atomic layer deposition, Appl. Phys. Lett. 2018, 113, 112102.</p>

[연구사업계획서 반영 내역]

- 성과목표5-4(의료 지능화 솔루션)에 반영함
- 디지털 엑스선 반응시간(ms)을 성과목표로 제시하고, 디지털 엑스선 튜브의 전압, 전류 등의 측정조건을 명시함

[성 과 목 표 3-3] 사실감과 현장감을 극대화하는 UHD 송수신 시스템 및 몰입형 콘텐츠

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ 연구 논문을 목표한 상위 저널에 발표하려는 노력이 필요함. 기술 특성상 우수 논문 발표가 어렵다면 목표치를 현실적으로 낮추고 기술이전 등 실용화 측면에 더 노력을 기울이는 것이 바람직해 보임 ○ 올림픽 시범 서비스 등에 사용된 영상 처리 기술들을 상업화하기 위한 노력들이 필요함 ○ 연차별로 달성한 목표대비 연구 성과를 효과적으로 제시하기 위해, 성과지표 설정에 대한 진지한 고민이 필요함 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 목표치의 현실화 <ul style="list-style-type: none"> - 기술특성상 Impact Factor 상위 20%에 포함되는 SCI 저널이 절대적으로 부족하여 연구 논문에 대한 목표를 도전적으로 설정하기 어려움 - 향후 특허, 표준화(기고서), 기술이전 등 실용화 측면에 대한 목표치를 도전적으로 설정 추진 ○ UWV 실황중계 기술의 상업화 전략 <ul style="list-style-type: none"> - '18년 9월 네덜란드 암스테르담 아레나에서 열린 국제축구경기를 네덜란드-한국간 실황중계 실험에 성공하였음 - SK텔레콤 5GX 와이드뷰 서비스에 적용('19.3.) ○ 성과지표의 대표성과 평가의 효과성을 담보할 수 있는 성과지표 제시를 위해 성과지표와 목표 선정 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 문헌조사 및 전문가 설문조사 등을 통해 해당기술을 대표할 수 있는 성과지표 선정 - 성과지표만을 제시하는 것이 아니라 성과지표가 선정된 과정을 함께 제시 - 해당 기술의 국내 및 국제 최고수준을 조사하여 최고수준대비 지표도 함께 제시 |
|---|---|

[연구사업계획서 반영 내역]

- 성과목표4-1(입체공간 미디어 원천기술)에 반영함
- 목표치의 현실화 : 기술이전, 표준 IPR 확보, JCR 상위 10% 또는 20% SCI 논문 게재에 대한 핵심요소

종합평가 의견	개선 및 조치계획
<p>기술별로 명시함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 객관적 성과지표와 목표선정 : 세계최고 수준 대비 목표성능과 구체적 평가방법을 제시함 - 객관적 목표선정: 세계최고 연구기관과의 비교에서 연구분야별 핵심 지표를 선정하고, 근거를 논문 등 객관적 입증이 가능한 자료를 함께 제시함 	
[성과목표3-4] 완전입체 실감 디바이스용 소재부품	
<p>○ 전력소자 연구의 실질적 성과를 얻을 수 있도록 특허 확보, 기술이전 준비 등의 적극적인 노력이 요구됨</p> <p>○ 플렉서블 그래핀 전극 기반 OLED 디스플레이 개발의 경우, 대형이 아닌 소형으로라도 RGB 디스플레이를 실현하여 상용화 가능한 기술 개발이 필요함</p> <p>○ ‘마이크로폰’ 과 같이 현재 민간 기업 중심의 상용화 기술보다는 기관의 정체성과 비전에 맞는 기술을 확보하는 노력이 필요함(상위평가의견 반영)</p>	<p>○ 특허확보 및 기술이전 적극 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> - SiC 전력소자 관련 특허로서 총 6건을 출원하는 등 지속적으로 특허 확보 추구 - SiC Power MOSFET 소자 기술(기술명: 6인치 SiC기반 1200V/30A급 Planar MOSFET 소자 기술, ‘18. 4.3.)에 대해 기술이전 심의를 받아 기술이전 홈페이지에 공시되어 있으며, 기술이전 체결을 위하여 다수의 업체와 협의 중임 <p>○ 플렉서블 그래핀 전극 기반 OLED 디스플레이 개발의 상용화 가능성을 높이기 위하여 능동구동 OLED 디스플레이 패널 기술 개발을 추진 중임</p> <ul style="list-style-type: none"> - 패널 스펙 : 3.5 inch, qVGA(mono) on PI substrate
[연구사업계획서 반영 내역]	
<p>● 성과목표1-2(자율시스템 원천기술)에 반영함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고해상도 인공감각 복합센서 및 대면적 고해상도 신경 인터페이스 디바이스 기술 개발 계획 	
[성과목표1-6] 과학적·기술적·경제적 핵심성과 창출	
<p>○ 기초원천 연구의 우수성이 궁극적으로 산업화의 경쟁력을 확보할 수 있는 원천이므로 기초원천 연구와 산업화 기술 연구의 균형과 확보된 원천 기술의 산업화 성공률 제고를 위한 연구개발 전략이 요구됨</p> <p>* (미흡한 점) 기술이전 활동 실적 대비 기술료 수입 실적이 다소 저조(기관평가보고서 p.37)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 최근 3년(‘15~’17년)의 기술료 실적이 감소* 추세 *(‘15년) 73억원→(‘16년) 69.9억원→(‘17년) 46.6억원 - 확보한 원천기술의 산업화 성공률 제고를 위한 연구개발 전략이 요구됨 <p>○ 연구의 질적 성과를 위한 과급력 있는 SCI 논문 수, 국제표준특허, 3급 특허 등의 성과지표를 설정하였는데, 추후에는 확립화된 지표를 지양하고 사업의 특성을 고려한 지표 개발과 설정이 필요함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사업의 특성과 사업 추진의 단계에 맞는 지표 개발과 설정이 필요함 	<p>○ 성과 창출 기반 R&D 체질 개선(기관운영계획서 반영)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기관고유임무예산 구조조정(중·대형화, 장기화)을 통한 창의·원천 R&D 비중 확대 - 국민체감형 공공 R&D 활성화 - 중소기업 지원 강화를 위한 바우처사업 등 확대 <p>○ 기관평가 연구사업계획서 수립이 도전적 연구 추진을 위해 전문가 정성평가 중심으로 개편</p> <ul style="list-style-type: none"> - 목표 달성에 대한 부담없이 혁신적인 연구에 도전할 수 있도록 목표달성도 정량평가를 폐지 - 이와 함께 연구성과의 수준과 효과 제고를 위해 연구사업평가 시 연구결과의 영향력에 대한 정성평가 신설

종합평가 의견	개선 및 조치계획
	○ 연구사업계획서 수립 시 도전성 지표를 적용해 전략성과 목표를 설정하고, 기관 내외부 전문가의 리뷰를 시행함

[성과목표2-6] 과학적·기술적·경제적 핵심성과 창출

○ 기술료 목표 달성도가 68.53%로 다소 미흡한데, 이 부분과 관련하여 해당 전략목표의 연구성과들이 단순 기술 개발로 끝날 수 있다는 우려가 있음. 실제 산업 현장에 적용할 수 있는 가능성을 홍보하고, 고도화 계획이 필요함	○ 고품질 IP창출·관리·활용을 위한 기관 차원의 IP경영전략 추진(기관운영계획서 반영) - (특허마케팅 활동 강화) R&D기획에 IP전략 반영, 핵심·표준특허 확보 및 글로벌 특허라이센싱 추진 - (기술료 수입구조 개편) 경상·특허기술료(기술출자 포함) 비중 확대, 창업기업 및 사업화성과 우수기업 대상 기술료 감면·면제 제도 시행
--	--

[성과목표3-5] 과학적·기술적·경제적 핵심성과 창출

○ 기술이전 실적이 목표 대비 50%정도로 미비함. 이를 개선하기 위하여 확보된 지적재산권을 적극적으로 활용할 수 있도록 연구원내 기술이전 부서가 관련 기업들을 대상으로 적극적인 기술 홍보 활동 등을 추진할 필요가 있음. 또한, 타 기관에 비하여 지나치게 높이 설정된 기술이전 목표치에도 그 원인이 있으므로, 적절한 목표치를 설정할 필요성이 있어 보임	○ 고품질 IP창출·관리·활용을 위한 기관 차원의 IP경영전략 추진(기관운영계획서 반영) - (특허마케팅 활동 강화) R&D기획에 IP전략 반영, 핵심·표준특허 확보 및 글로벌 특허라이센싱 추진 - (기술료 수입구조 개편) 경상·특허기술료(기술출자 포함) 비중 확대, 창업기업 및 사업화성과 우수기업 대상 기술료 감면·면제 제도 시행
--	--

② 감사 등 외부 지적사항 반영내역

- 해당사항 없음

③ 용어(약어) 정리

용어(약어)	세부내용	비고
범용 인공지능	범용인공지능은 개별 지능을 통합하여 복합지식을 추론·예측하는 복합지능AI와 스스로 학습하고 진화하는 비지도학습형 자율성장 AI를 추구하는 인공지능을 말함	성과목표1-1 (p.2, 32)
엑소브레인	엑소브레인(外腦, Exobrain): 내 몸 바깥에 있는 인공 두뇌로서 사람을 대신하여 학습하고 기억하며 필요 정보를 적절히 가공하고 선별해서 최적의 결과물을 만들어 주는 역할을 함	성과목표1-1 (p.3, 33)
ILSVRC	ImageNET Large Scale Visual Recognition Challenge: 2010년부터 매년 열리는 세계최대 영상이해 글로벌 챌린지 대회	성과목표1-1 (p.3, 33)
ITU	International Telecommunication Union: 국제전기통신연합	성과목표1-1 (p.33)
ISO/IEC	International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission: 국제표준화기구(ISO)와 국제전기표준 회의(IEC)	성과목표1-1 (p.33)

용어(약어)	세부내용	비고
PoC	Proof of concept : 개념 증명	
스위스 ETH	스위스 취리히 연방 공과대학교(Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)	성 과목표1-1 (p.36)
CIFAR10 데이터베이스	CIFAR-10: 캐나다 고등연구원(Canadian Institute For Advanced Research)-10 데이터베이스는 기계학습과 컴퓨터 비전 알고리즘을 훈련시키기 위해 가장 광범위하게 사용되는 데이터 베이스임. 약 10년 정도된 데이터베이스이고 컬러이미지 6만개가 10종류로 구성되어 있음(5만개는 인식훈련용이고 1만개는 시험용임)	성 과목표1-1 (p.36) 성 과목표2-1 (p.65)
기전	기전(機轉) : 어떤 사물이 어떻게 작동하는 원리	성 과목표1-2 (p.3, 38)
신경 I/F	신경 인터페이스(Neural Interface)	성 과목표1-2 (p.3, 38)
Robot Sim-to-Real	Robot Simulation to Real : 로봇에게 가상환경에서 대규모로 학습한 인식엔진을 실환경에서 안정적으로 동작가능 하게 하는 기술	성 과목표1-2 (p.39)
ppi	pixel per inch : 픽셀(pixel)이 1인치(inch) 당 몇 개 있는지 계산하는 단위	성 과목표1-2 (p.39)
um	마이크로미터(um) : 1만 마이크로미터가 1cm에 해당함	성 과목표1-2 (p.39)
K-City	자율주행 실험도시. 자율주행 시 발생할 가능성이 있는 다양한 상황에서의 차량 대응력을 실험할 수 있도록 구성함. 세계 최초로 5G 통신망을 깔았고 고속도로와 도심, 주차장 등 5개 실제 환경을 재현함	성 과목표1-2 (p.3, 40)
공개 API	Open Application Programming Interface: 누구나 사용할 수 있도록 공개된 API를 말하며, 개발자에게 사유 응용 소프트웨어나 웹 서비스에 프로그래밍적인 권한을 제공함	성 과목표1-2 (p.40)
V2X	차량을 중심으로 유무선망을 통해 정보를 제공하는 기술임. V2X는 차량과 차량 사이의 무선 통신(V2V: Vehicle to Vehicle), 차량과 인프라 간 무선 통신(V2I: Vehicle to Infrastructure), 차량 내 유무선 네트워킹(VN: In-Vehicle Networking), 차량과 이동 단말 간 통신(V2P: Vehicle to Pedestrian) 등을 총칭함. V2X를 이용하여 차량과 도로의 정보 환경, 안정성, 편리성 등을 향상시킬 수 있음	성 과목표1-2 (p.41)
ラスト마일 셔틀서비스	버스나 지하철을 타고 이동한 뒤 최종 목적지까지 도달하는 일정 지역과 수 km 안에서만 운영되는 셔틀서비스	성 과목표1-2 (p.41)
양방향 BCI	양방향 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface)	성 과목표1-2 (p.41)
SDK	소프트웨어 개발 키트(Software Development Kit) : 소프트웨어 개발자가 특정 운영체제용 응용프로그램을 만들 수 있게 해주는 소스(Source)와 도구 패키지	성 과목표1-2 (p.42)
CPS	사이버 물리 시스템(cyber-physical systems): 현실 세계의 다양한 물리, 화학 및 기계공학적 시스템(physical systems)을 컴퓨터와 네트워크(cyber systems)를 통해 자율적, 지능적으로 제어하는 기술	성 과목표1-3 (p.12, 46)
RCS	레이다 단면적(Radar Cross Section): 레이다에서 쏘아 보낸 전자파가 표적에 반사되어 돌아올 때, 그 반사체의 반사량을 나타내기 위해 규정한 평면 면적	성 과목표1-3 (p.46)
EO/IR	전자광학/적외선(Electro Optical and InfraRed)	성 과목표1-3 (p.3, 12, 46)

용어(약어)	세부내용	비고
urban canyon	고층 건축 등이 밀집하고 있는 시가지 공간. 지상에서 보았을 때 주위가 높은 건축물에 둘러 싸여 골짜기 밑바닥에 있는 것과 같이 보이는 모습을 지칭하는 용어	성과목표1-3 (p.47)
GNSS	범지구 위성 항법 시스템(Global Navigation Satellite System): 인공위성을 이용하여 지상물의 위치·고도·속도 등에 관한 정보를 제공하는 시스템	성과목표1-3 (p.47)
INS	관성항법시스템(Inertial Navigation System): 초기 위치 정보로부터 가속도를 측정하여 적분을 함으로써 항체의 속도와 위치를 추정함	성과목표1-3 (p.47)
IMU 센서	관성측정장치(Inertial Measurement Unit): 이동물체의 속도와 방향, 중력, 가속도를 측정하는 장치를 뜻하며, 센서기반 방식임. IMU 기반의 위치추정은 가속도계, 각속도계, 지자기계 및 고도계를 이용하여 보행자 및 이동물체의 움직임 상황을 인식하는 방식임	성과목표1-3 (p.48)
디지털트윈	디지털트윈(digital twin): 가상공간에 실물과 똑같은 물체(쌍둥이)를 만들어 다양한 모의시험(시뮬레이션)을 통해 검증해 보는 기술임	성과목표1-3 (p.48) 성과목표4-2 (p.102)
CSB 플랫폼	클라우드 서비스 브로커리지(CSB, Cloud Service Brokerage): 클라우드 서비스 소비자와 제공자 사이에서 클라우드 서비스의 부가가치 창출을 위해 소비자 니즈를 파악하고 그 사이에서 기술과 컨설팅을 담당함	성과목표1-3 (p.4, 57)
페타바이트	페타바이트(peta byte): 1페타바이트(PB)는 약 100만 기가바이트(GB)로 DVD영화(약 6GB) 17만 4,000편을 담을 수 있는 용량임	성과목표2-1 (p.4, 12, 55)
FPGA	현장 프로그래머블 게이트 어레이(Field Programmable Gate Array): 제조 후 특정 작업에 최적화된 알고리즘으로 프로그래밍할 수 있고 심지어 장치에 탑재한 후에도 재프로그래밍이 가능한 것이 특징임. CPU보다 와트당 성능이 더 효율적이고 심지어 더 높은 성능을 보이기도 함. 데이터센터가 엄청난 양의 데이터를 처리하게 되면서 FPGA는 컴퓨팅 부문에서 점차 중심적인 위치로 부상하고 있음	성과목표2-1 (p.57)
DNN	심층신경망(Deep Neural Network): 심층 신경망은 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 다층의 은닉층(hidden layer)을 포함하여 다양한 비선형적 관계를 학습 가능하게 함	성과목표2-1 (p.57)
DIMM	듀얼 인라인 메모리 모듈(dual in-line memory module): 단자가 기관의 양측에 다른 신호선이 설치되어 있음	성과목표2-1 (p.58)
TFLOPS	테라플롭스(tera Flops): 테라(tera)는 10의 12승으로 그리스어의 조(兆)를, 플롭(FLOP)은 부동 소수점 연산(floating-point operations)을 말한다. 테라플롭스는 슈퍼컴퓨터의 성능을 따지는 계산속도로 1테라플롭스 1초에 1조번의 연산을 하는 것을 말함	성과목표2-1 (p.4, 12, 60)
큐빗	큐빗(qubit): 양자컴퓨터가 정보를 다룰 수 있다는 것은 0과 1을 읽고 쓸 수 있다는 것을 말함. 0과 1의 정보를 다루는 양자소자를 큐빗(qubit)이라고 부름	성과목표2-2 (p.4, 12, 60)
뉴로모픽 반도체	신경모사(neuromorphic): 생물학적 신경계 시스템에서의 신호 처리를 반도체의 하드웨어 시스템을 통해 모사하는 기술	성과목표2-2 (p.4, 12, 60)
MNIST	미국표준과학기술연구소(NIST)는 인공지능의 학습기법과 인식기술을 개발하는 사람들이 활용할 수 있도록 필기체 숫자 데이터베이스(MNIST)를 제공하고 있음. MNIST는 훈련용과 시험용이 있음. 훈련용으로 제공되는 약 6만개의 패턴 세트는 250여명의 작가,	성과목표2-2 (p.62)

용어(약어)	세부내용	비고
	고등학생, 인구조사국 직원 등 500여명 이상의 필기체가 포함되어 있어서 다양한 글자꼴을 인식하는 효과가 높음. 타 제품과 비교하기 위한 시험용은 1만개의 세트가 있음	
비정형(Cell-less) 이동통신	종래의 고정형 셀룰러 이동통신과 달리, 정형화된 형태없이 서비스 요구 지역에 동적으로 연결성을 제공하는 이동통신 구성 기술	성과목표3-1 (p.4, 69)
5G NR	5G New Radio: 5G 이동 통신에서 단말과 기지국 사이의 무선 접속(Radio Access 또는 무선 인터페이스) 기술임. 이동 통신 국제 표준화 단체 3GPP에서 만든 공식 명칭임	성과목표3-1 (p.12, 71)
nomadic 환경	노매딕(nomadic) 환경: 한정된 지역 안에서의 이동성 보장 환경	성과목표3-1 (p.71)
RAN	무선 접속 네트워크(Radio access network): 이동통신용 액세스 네트워크 뿐만 아니라 응용분야별로 de-facto 표준을 사용하는 타 무선통신의 요소기술을 포함하는 무선 액세스 네트워크를 포함	성과목표3-1 (p.12, 72)
OFDM	직교주파수분할(OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing): 고속의 송신 신호를 다수의 직교(Orthogonal)하는 협대역 반송파로 다중화시키는 변조 방식	성과목표3-1 (p.73)
OLT	광선로중단장치(Optical Line Terminal): 국사내에 설치되어 백본 망과 가입자망을 서로 연결하는 광가입자망 구성 장치로써, 가입자 광 신호를 국사측에서 중단하는 역할	성과목표3-2 (p.13, 78)
Thinking Internet	: 대규모 유무선 네트워크 자원, 데이터, SW, 사물들이 상황에 따라 자율적으로 연결·제어되고 지능사물 간 분산협력을 통해 상황에 따른 임무를 수행함으로써 현재의 “연결·전달 중심 Internet” 에서 B5G 이후 “Intelligence Everywhere Internet” 으로 진화해 가는 분산협업 자율네트워크	성과목표3-3 (p.81)
QoS	서비스 품질(Quality of Service)	성과목표3-3 (p.82)
SDN	소프트웨어 정의 네트워크(Software Defined Networks): 제어용 소프트웨어로 통신 흐름을 관제·운용·기록하는 통신 네트워크임. 컴퓨팅 서버·스토리지·망 자원 등을 소프트웨어(SW)로 관리함. 특정 통신망 장비·설비에 얽매이지 않고 이용자 필요에 맞춰 망을 구성할 수 있는 게 특징이며, 비용과 효율성의 장점이 있음	성과목표3-3 (p.5, 83)
NFV	네트워크 기능 가상화(Network Function Virtualisation): 네트워크의 방화벽, 트래픽 부하 제어 관리, 라우터 등과 같은 하드웨어 장비의 기능과 처리 기능을 서버단에서 소프트웨어로 구현하는 기술	성과목표3-3 (p.5, 83)
ALFUS	인간의 개입없는 자율생산 시스템(Autonomy Level for Unmanned System): 미국의 NIST의 공학연구소에서 규정한 지능형 시스템의 자율도에 대한 레벨과 시스템	성과목표3-3 (p.13, 83, 84)
시민감 트래픽	시간 민감형 트래픽(TSN(time-sensitive traffic))	성과목표3-3 (p.85)
매질	파동을 매개하는 물질. 매질 입자의 진동이 곧 파동임. 넓은 개념으로 힘과 같은 물리적 작용을 전달하는 매개물을 말함	성과목표3-4 (p.5, 87)
전자기파	전기장과 자기장의 세기가 커졌다가 작아지기를 반복하면서 주위 공간 내에 퍼져 나가는 파동을 말함	성과목표3-4 (p.87)
다중빔 통신	서비스 대상 지역을 여러 곳으로 분할하고, 각각을 폭이 좁은 안테나 빔으로 커버하는 통신 방식	성과목표3-4 (p.5, 88)
기계 학습 (Machine Learning)	컴퓨터 프로그램이 데이터와 처리 경험을 이용한 학습을 통해 정보 처리 능력을 향상시키는 것을 말함	성과목표3-4 (p.88)

용어(약어)	세부내용	비고
간섭분석	주파수를 효율적으로 이용하고 최적의 보호 대역을 산출하기 위하여 단일 주파수 및 다수 주파수에서 제안된 시스템과 기존에 존재했던 시스템과의 충돌을 분석하는 것	성과목표3-4 (p.13, 88)
세포모델	세포간의 상호작용, 기능, 구조나 형태와의 관련성을 밝히기 위해 편의적으로 고려한 세포의 모형	성과목표3-4 (p.88)
정지궤도 (GEO: Geostationary Orbit)	인공위성의 주기가 지구의 자전주기와 같아서 지구상에서 보았을 때 항상 정지하고 있는 것처럼 보이는 궤도	성과목표3-4 (p.89)
저궤도 (LEO: Low Earth Orbit)	고도 1,000km 전후의 위성 궤도	성과목표3-4 (p.89)
밀리미터파	주파수 30~300기가헤르츠(GHz) 대역 전파. 파장이 1mm~1cm로 짧아 전자회로 등을 작게 만들 때 활용	성과목표3-4 (p.13, 89)
비전리	이온화를 일으키는 입자가 물질을 통과할 때 그 통로의 단위길이당 발생한 이온쌍의 수	성과목표3-4 (p.89)
위상배열	다수의 전파 발사 소자를 가진 고정 안테나에서 나오는 발사 전파를 전자적으로 조작하여 상하좌우의 주사(走査)를 고속으로 행하는 일	성과목표3-4 (p.88)
디지털 채널	펄스 부호 변조(PCM)와 같은 디지털 정보를 보내는 전송로	성과목표3-4 (p.89)
GIS(지리정보시스템)	일반 지도와 같은 지형정보와 함께 지하시설물 등 관련 정보를 인공위성으로 수집, 컴퓨터로 작성해 검색, 분석할 수 있도록 한 복합적인 지리정보시스템	성과목표3-4 (p.89)
MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit)	단말기 내의 고주파부(R/F)를 구성하고 있는 각종 개별 소자를 고집적화한 단일칩 고주파 집적회로를 말함. MMIC는 고주파 특성이 우수하고 RF단의 여러 부품을 단일칩에 집적함으로써 통신기기를 획기적으로 소형화할 수 있는 통신부품	성과목표3-4 (P.13, 89)
미국 NIST	미국표준기술연구소, 미국상무부 기술관리국 산하의 각종 표준과 관련된 기술을 담당하는 연구소	성과목표3-4 (p.91)
미국 FCC	연방통신위원회. 무선 및 유선에 의한 주통신과 외국통신을 규제하는 미국 연방정부의 행정기관	성과목표3-4 (p.91)
독일 Rohde&Schwarz	독일 RF 계측기 전문 개발업체	성과목표3-4 (p.91)
일본 NICT	총무성 산하에 있는 일본 정보통신연구소(National Institute of Information and Communications Technology)	성과목표3-4 (p.91)
MPEG	동영상을 압축하고 코드로 표현하는 방법의 표준을 만드는 것을 목적으로 하는 동화상 전문가 그룹	성과목표3-4 (P.6, 91)
ATSC	미국의 디지털 텔레비전 방송 표준을 연구·개발하는 비영리의 국제 표준화 위원회	성과목표4-1 (P.6, 93)
DVB	유럽 방식으로 통칭되는 디지털 비디오(영상) 방송 규격	성과목표4-1 (P.6, 93)
이머시브 미디어 (Immersive Media, 실감형 미디어)	인간의 오감을 극대화하여 실제와 유사한 생생한 경험을 제공하는 차세대 미디어로 가상현실, 증강현실, 홀로그램 등이 해당됨	성과목표4-1 (P.6, 94)
부호화	인지과정 혹은 정보 처리 과정의 한 형태로, 청각, 시각, 촉각 등 감각을 통해 들어오는 정보를 처리하고 저장하기 위해 그 정보를 유의미하게 만들고, 장기기억에 저장되어 있는 기존의 정보와 연결하고 결합하는 과정	성과목표4-1 (p.94)
6DoF((Degrees Of Freedom, 자유도)	3차원 공간에서 운동하는 물체의 여섯 가지 회전 및 병진 동작 요소. 로봇공학, 가상현실 등에서 물체의 위치, 방향 등 동작을 측정하는 데 사용	성과목표4-1 (p.94)

용어(약어)	세부내용	비고
마이크로디스플레이	TV 화질의 매우 작은(micro) 능동형 전자 디스플레이	성 과목표4-1 (p.96)
HMD	머리 착용 디스플레이(Head Mounted Display)	성 과목표4-1 (p.98)
VVC	차세대 방송 및 영상 송신 서비스를 겨냥한 영상 부호화 방식(Versatile Video Coding): 국제 표준화 단체의 MPEG와 ITU-T가 합동으로 표준화를 추진하고 HEVC보다 30%~50% 부호화 효율 개선을 목표로 2020년 7월의 표준화를 목표로 하고 있음	성 과목표4-1 (p.5, 97)
HEVC	고효율 비디오 코덱(High Efficiency Video Codec): 동영상 압축 표준의 하나로 H.264/MPEG-4 AVC의 후속 형식이며, 국제전기통신연합 전기통신표준화부문(ITU-T)측 이름으로는 H.265로 알려져 있음	성 과목표4-1 (p.13, 98)
UHQ 방송시스템	초고품질(Ultra-High Quality) 방송시스템	성 과목표4-1 (P.13, 99)
CMOS	상보형금속산화반도체(complementary metal-oxide semiconductor): 소비 전력이 매우 적다는 이점을 가지며 휴대용 계산기, 전자시계, 소형 컴퓨터 등에 널리 활용됨	성 과목표4-1 (p.99)
SFN	단일 주파수 망(Single Frequency Network): 방송 서비스 구역 내 여러 송신소가 동일한 주파수 채널을 이용하여 동일한 방송 신호를 동시에 전송하는 방송망	성 과목표4-1 (p.97)
LDM	계층분할다중화(Layered Division multiplexing): 2개 이상의 방송신호를 서로 다른 계층으로 분할하여 전송하는 기술	성 과목표4-1 (p.97)
MIMO	미모 또는 마이모(multiple-input and multiple-output): 무선 통신의 용량을 높이기 위한 스마트 안테나 기술	성 과목표4-1 (p.97)
3GPP	3GPP(3rd Generation Partnership Project): GSM, WCDMA, GPRS, LTE 등의 무선 통신 관련 국제 표준을 제정하기 위해 1998년 12월 창설된 이동통신 표준화 기술협력 기구	성 과목표4-1 (P.6, 101)
OTT	OTT(Over The Top): 인터넷을 통해 볼 수 있는 TV 서비스	성 과목표4-2 (p.104)
초분광 영상	매우 협소한 대역폭 내에서 또다시 전자 체계를 세분화하여 운용함으로써 도출되는 영상	성 과목표5-1 (P.114)
IDX	지능형 디지털 혁신(Intelligent Digital Transformation)	성 과목표5-1 (p.113)
OIE	세계동물보건기구(프랑스어-Office International des Epizootics, 영어-World Organization for animal health): 가축의 질병과 예방에 대해 연구하고 국제적 위생규칙에 대한 정보를 회원국에게 보급하는 국제기관	성 과목표5-1 (p.118)
SPS협정	식품동식물검역규제협정(Sanitary and Phytosanitary Measures): 동-식물의 해충 또는 질병, 식품-음료-사료의 첨가제, 독소, 질병원인체 등에 의해 시행되는 조치	성 과목표5-1 (p.118)
AICBM	AI+IoT+Cloud+Big Data+Mobile	성 과목표5-3 (p.7, 126)
IIoT	산업 사물인터넷(Industrial Internet of Things): 빅데이터 분석과 첨단단계의 결합으로 기계에서 발생하는 사고와 고장을 사전에 예측함으로써 낭비되는 자원을 최소화하는 기술을 의미함	성 과목표5-3 (p.7, 128)
FaaS	개방형 제조 서비스(FaaS : Factory as a Service): 개인 맞춤형 생산을 지원하는 IoT 기반 스마트팩토리를 개인 또는 기업에게 서비스의 형태로 제공함	성 과목표5-3 (p.128)

용어(약어)	세부내용	비고
ESS	에너지저장시스템(Energy Storage System): 에너지를 효율적으로 사용할 수 있도록 저장·관리하는 시스템. ESS는 발전소, 송배전시설, 가정, 공장, 기업 등에서 활용됨	성 과목표5-3 (p.14, 129)
마이크로그리드	소규모 지역에서 전력 자급자족할 수 있는 스마트그리드 시스템. 즉 소규모 독립형 전력망으로 태양광·풍력 등 신재생 에너지원과 에너지저장장치(ESS)가 융·복합된 차세대 전력 체계	성 과목표5-3 (p.14, 129)
CDSS (Clinical Decision Support System)	의사결정 지원 시스템(CDSS): 의료 전문가의 진단 지원을 위한 시스템으로 동적인 지식 베이스와 추론으로 구성되며, 실제 구현은 아든 신택스(ArdenSyntax)를 이용한 메디컬 로직 모듈(MLM : MedicalLogicModules)을 사용하도록 표준화함	성 과목표5-4 (p.135)
마이크로플루이딕스	미세 유체 공학을 말하며, 예로 선박, 자동차, 수직 이륙기, 아음속과 초음속 항공기의 외형 설계, 펌프, 터빈, 압축기 등이 있음	성 과목표5-4 (p.135)
EMR	전자의무기록(electronic medical record)	성 과목표5-4 (p.138)
디지털 엑스선	엑스선장치에 컴퓨터를 연결하여 엑스선사진에 나타나는 색의 진하고 연한 차이를 수치로 바꾸어 영상으로 표현하는 방법	성 과목표5-4 (p.14, 138)
입자선	동일한 방향으로 나아가도록 가늘게 좁힌 미립자의 흐름 다발	성 과목표5-4 (p.139)
PKI	공개키 기반구조(Public Key Infrastructure): 인터넷상의 거래 비밀을 보장하면서도 거래 당사자들의 신분을 확인시켜 주는 보안기술	성 과목표5-5 (P.14, 140)
증강 프라이버시 마스킹 및 복원 기술	스마트폰으로 신분증을 촬영하면 자동으로 주민등록번호와 같은 개인정보를 찾아 비식별(Masking) 처리한 뒤 파일로 저장, 개인정보가 노출되는 사고를 방지 가능한 보안기술	성 과목표5-5 (p.141)
사이버 자가변이 기술	지능화/다양화 되고 있는 사이버 공격에 능동적으로 대응하기 위한 혁신적인 보안 전략임. 학계에서는 Moving Target Defense(MTD)로 불림	성 과목표5-5 (p.141)
커넥톰	커넥톰(Connectome): 뇌 속에 있는 신경 세포들의 연결을 종합적으로 표현한 뇌지도로써 일종의 뇌 회로도	성 과목표5-5 (p.7, 141)
멀티팩터 인증	보안 강도를 높이기 위해 몇 가지 인증 수단을 조합해서 사용하는 기법임. ID와 패스워드 외에 지문·홍채 등 생체 인식, 인증서, OTP(One Time Password) 등이 사용	성 과목표5-5 (p.141)
SBB	스마트 빅보드(Smart Big Board): 재난, 안전사고 발생 시 기상청을 비롯한 12개 유관기관의 31개 빅데이터와 실시간 SNS 정보를 통합 분석 및 표출할 수 있는 스마트 재난관리 플랫폼	성 과목표5-5 (p.142)
바이너리	바이너리(binary): 0과 1, 두 숫자로만 이루어진 이진법 (二進法)을 의미함	성 과목표5-5 (p.14, 142)
ROM	읽기 전용 기억장치(Read Only Memory):, 한번 기록한 데이터를 빠른 속도로 읽을 수 있지만, 다시 기록할 수 없는 메모리	성 과목표5-5 (p.142)
PCB	인쇄 회로 기판(printed circuit board): 회로 설계를 근거로 회로부품을 접속하는 전기배선을 배선 도형으로 표현, 이에 합당한 방법을 통하여 절연물 상에 전기도체를 재현하는 것임	성 과목표5-5 (p.145)
커넥티드카 커머스	자동차 자체로 자동결제가 되는 서비스	성 과목표5-5 (p.145)

④ 연구사업계획서에 제외된 사업(과제)

□ R&D 과제(국제교류, 기반조성, 기업지원, 기획과제, 참여과제, 바우처과제 등)

(단위: 백만원, mm/yy)

사업명	과제명	예산 (수탁)	조직	인력	제외사유
산업기술혁신사업	IoT 응용을 위한 레이/웨이브 하 이브리드 광학 기반 고효율 시뮬레이션 플랫폼 개발	120	ICT소재부품연구소	1.6	국제교류
산업기술혁신사업	쾌적한 실내환경을 위한 지능형 종합 공기질 관리 솔루션 개발	330	SW콘텐츠연구소	2.57	국제공동
국제기관간 MOU지원사업	금속/반도체 기반 초광대역 광메타물질 완전흡수체 기술 개발	20	ICT소재부품연구소	1.77	국제공동
산업기술혁신사업	대면적 그래핀 기판을 이용한 저비용, 고품위의 III-V 나노선 발광소자 개발	500	ICT소재부품연구소	1.96	국제공동
산업기술혁신사업	한·불 퀀텀위성 대응 지상장비 공동개발	200	방송미디어연구소	2.4	국제공동
정보통신방송연구 개발사업	대규모 딥러닝 고속 처리를 위한 HPC 시스템 개발	2,000	SW콘텐츠연구소	6.75	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	SW통합 개발자 환경(SDK) 및 공통 라이브러리 개발	853	SW콘텐츠연구소	2.9	기반조성
민·군 겸용기술개발사업	초점가변 폴리머 렌즈/미러 개발	590	SW콘텐츠연구소	3.75	기반조성
산업기술혁신사업	대용량 고성능의 센서 융합 처리와 딥러닝의 실시간 처리가 가능한 서비스 로봇용 인공지능 컴퓨팅 플랫폼 기술 개발	350	SW콘텐츠연구소	3	기반조성
산업기술혁신사업	세라믹산업 제조혁신을 위한 클라우드 기반 빅데이터 플랫폼 개발	620	SW콘텐츠연구소	5.72	기반조성
산업기술혁신사업	자율주행서플 서비스용 컴퓨팅 플랫폼 개발	70	SW콘텐츠연구소	1.8	기반조성
산업기술혁신사업	자율주행서플 서비스용 컴퓨팅 플랫폼 개발	300	SW콘텐츠연구소	2.8	기반조성
산업기술혁신사업	펄스 가변형(펨토-피코초) 극초단 펄스 레이저 기반 선풍 10μm급 롤 금형 가공공정 및 장비 기술 개발	370	SW콘텐츠연구소	2.95	기반조성
산업기술혁신사업	자율운행 선박을 위한 운항관제 인공지능 시스템 원천기술 개발	940	SW콘텐츠연구소	2.5	기반조성
UST YOUNG SCIENTIST 양성 사업	생체 신호를 이용한 감정인식을 위한 전달학습 딥러닝 연구	45	초연결통신연구소	1.5	기반조성
정보통신·방송기 반조성사업	초연결 공통 네트워크 서비스 연구인프라 구축	1,500	초연결통신연구소	8.3	기반조성

사업명	과제명	예산 (수탁)	조직	인력	제외사유
정보통신방송연구 개발사업	차세대 네트워크 컴퓨팅 플랫폼 연구 기반구축	828	초연결통신연구소	10.39	기반조성
원자력연구개발사 업	원전 계측제어 사이버보안 취약 점 점검 기술	917	초연결통신연구소	4.48	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	블록체인을 활용한 분산형 자기 주권 신원정보관리 기술 개발	1,200	초연결통신연구소	5.6	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	우편물류 인프라 기술개발	2,385	초연결통신연구소	12.29	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	가상화 네트워크의 적합성 및 신뢰성 향상을 위한 SDN/NFV 시험표준개발	200	초연결통신연구소	2.4	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	ICT장비산업의 신뢰성 기반구축	465	초연결통신연구소	7.82	기반조성
정보통신.방송기 반조성사업	미래네트워크선도시험망 구축 운영(R&D시험검증체계운영)	700	초연결통신연구소	5.2	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	산업현장의 작업환경에 불편한 HMD 문제해결	150	초연결통신연구소	1.8	기반조성
철도기술연구사업	철도차량 상태 데이터 분석기반 유지보수 지원시스템 개발	662	초연결통신연구소	4	기반조성
2019년 정보자원 기술기준 검증사업	2019년 정보자원 기술기준 검 증사업	726	초연결통신연구소	3.75	기반조성
산업기술혁신사업	통항밀집해역에서의 상황인식 능력을 강화해주는 혁신적 Portable Pilot Unit 기술개발	150	초연결통신연구소	1.94	기반조성
산업기술혁신사업	블록체인 기술을 활용한 적합성 업무 관리 참조모델 운영 및 표준화 전략	60	초연결통신연구소	1.55	기반조성
산업기술혁신사업	학습기반 지능형 상황인지 웨 어러블 서비스 시스템 개발	330	초연결통신연구소	2.5	기반조성
산업기술혁신사업	지능형 신발공장을 위한 통합관 리시스템 개발	1,000	초연결통신연구소	3.75	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	저고도 소형드론 식별 주파수 관리 기술 개발	2,238	방송미디어연구소	7	기반조성
ICT기금사업 (비R&D)	천리안 통신위성 이용기반 구축	648	방송미디어연구소	1.4	기반조성
정보통신방송 연구개발사업	긴급구조용 측위 품질 제고를 위한 GPS 음영 지역 내 다중 신 호패턴의 학습 기반 3차원 청 밀측위 기술 개발	1,164	SW콘텐츠연구소	3.23	기반조성
거대과학연구개발 사업	무인이동체 미션컴퓨터용 개방형 SW 프레임워크 기술 개발	100	SW콘텐츠연구소	3.73	기반조성

사업명	과제명	예산 (수탁)	조직	인력	제외사유
민군겸용기술개발 사업	유인 자율운항을 위한 멀티콥터 형 비행제어 시스템 개발	140	SW콘텐츠연구소	1.4	기반조성
기술이전사업화	딥러닝용 가상 학습셋 생성 기 술을 이용한 자동검수 시스템 개발	85	SW콘텐츠연구소	1.6	기술이전 사업화 과제
산업기술혁신사업	배송임무성공률 98% 이상의 도 서·산간 드론 물류 서비스 기술 개발	598	초연결통신연구소	1.4	기업지원
산업기술혁신사업	초소형 전기차용 개방형 S/W 아키텍처 기반 에너지 효율 향 상	240	초연결통신연구소	2.5	기업지원
산업기술혁신사업	비철금속 생산공정 효율과 품질 의 최적화를 위한 빅데이터 기반 인텔리전트 조업시스템 개발	360	초연결통신연구소	2.62	기업지원
기술이전사업화	하이브리드 나노전극을 활용한 초저가 대면적 단일전극층 터치 패널 개발	200	ICT소재부품연구소	2.67	기업지원
정보통신방송연구 개발사업	저저항 유연전극 기반 탈부착형 차량용 전기변색 소자 핵심기술 개발	300	ICT소재부품연구소	2.27	기업지원
산업기술혁신사업	가시광선 투과도 40 % 이상 독립전원 이용이 가능한 대면적 태양광 발전 창호 개발	220	ICT소재부품연구소	3.31	기업지원
다부처공동기획연 구지원사업	실시간 생리학적 데이터 기반 의 인공지능 외상후스트레스장 애(트라우마)진단치유시스템 기 술개발 공동기획연구	40	초연결통신연구소	1.79	기획과제
글로벌연구협력 네트워크 구축사업	IoT 기반 Smart Urban Water & Energy 통합 제어 관리 기술 기획연구	15	초연결통신연구소	1.45	기획과제
다부처공동기획 연구지원사업	디지털 트윈 기반의 예측 및 능동대처가 가능한 화재재난지 원 통합플랫폼기술 개발 공동기 획 연구	40	방송미디어연구소	2.09	기획과제
정보통신방송 연구개발사업	(1단계:사전기획) 디지털 클러 스터 적용을 위한 IP 기반 차량 진단 솔루션 개발	110	초연결통신연구소	1.4	기획사업
국토교통기술 연구기획사업	열차자율주행 기반 통신 및 보 안 핵심기술 도출	35	초연결통신연구소	1.44	기획사업
융합클러스터사업	뇌과학-인공지능-인문학의 융합	5	초연결통신연구소	1.9	기획사업
기타사업	스마트 국방 실현을 위한 기술 기획	350	초연결통신연구소	4.9	기획사업
민간수탁사업	극한 자연재해 대비 원전 비상 통신체계 구축 기술 개발	200	초연결통신연구소	2.05	단기 민간수탁

사업명	과제명	예산 (수탁)	조직	인력	제외사유
민간수탁사업	8K 고품질 융합형 서비스 개발	77	방송미디어연구소	2.44	단기 민간수탁
정보통신방송연구 개발사업	인공지능기반 소프트웨어 정의 데이터센터 인프라 통합 관리 및 서비스 연계 기술 개발	200	SW콘텐츠연구소	2.55	단기 소액과제
WC300프로젝트 기술개발지원사업	OLED 패널 비파괴 검사 플랫폼 개발	480	방송미디어연구소	1.4	바우처사업
AR-프로젝트	(보안과제)AR-프로젝트	1,018	초연결통신연구소	4.45	보안과제
정보통신방송연구 개발사업	[사회문제]다중빔 안테나 소요기술 개발	2,338	초연결통신연구소	6.38	보안과제
정보통신방송연구 개발사업	무인비행체 기반 GPS 전파교란 원 정밀탐지 기술 개발(보안과제)	1,000	방송미디어연구소	4.78	보안과제
정보통신방송연구 개발사업	시스템레벨 고출력 전자파 방호 설계 및 성능평가 기반기술 개발 (보안과제)	900	방송미디어연구소	5.6	보안과제
정보통신방송연구 개발사업	(3세부) 친환경 소재를 적용한 광역 Disposable IoT-Tag 개발	200	초연결통신연구소	1.69	기반조성
연구산업육성 (R&D)	초고속근접통신 기술을 접목한 의료용 고화소 무선카메라 모듈 개발	240	초연결통신연구소	2.33	기반조성
정보통신방송연구 개발사업	5G 이동통신용 밀리미터파(40GHz 이하) 빔포밍 부품 개발	550	초연결통신연구소	3.38	기반조성
산업기술혁신사업	형광신호증폭기술을 활용한 현 장 폐암 진단용 다중채널 카트 리지 및 모듈 개발	200	SW콘텐츠연구소	2.31	참여과제
철도기술연구사업	열차무결성 검지장치 기술개발	275	SW콘텐츠연구소	2.3	참여과제
철도기술연구사업	자동운전을 지원하는 ETCS L3 급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대 체기술 개발	409	초연결통신연구소	3.68	참여과제
정보통신방송연구 개발사업	디지털 위성 On Board Processor 핵심기술 개발	392	방송미디어연구소	3.71	참여과제
정보통신방송연구 개발사업	GANs를 이용한 딥러닝용 학습 데이터 자가 증식 기술 및 유 효성 검증 기술 개발	200	방송미디어연구소	2.4	참여과제
정보통신방송연구 개발사업	디지털 홀로그램 콘텐츠 제작 과 시뮬레이션을 위한 오픈 라 이브러리 기술 개발	360	방송미디어연구소	3	참여과제

사업명	과제명	예산 (수탁)	조직	인력	제외사유
정보통신방송연구 개발사업	방송시스템 클라우드 가상화 기술 개발	160	방송미디어연구소	2.56	참여과제
정보통신방송연구 개발사업	ATSC3.0 기반 동적 타겟광고 플 랫폼 및 서비스 기술 개발	110	방송미디어연구소	1.9	참여과제
재난안전 산업육성지원사업	무인항공기 안전운항기술 개발 및 통합 시범운영	500	방송미디어연구소	3.15	참여과제
산업기술혁신사업	위성통신 자원의 고효율화 및 소 형안테나 적용을 위한 DVB-RCS2 기반 S2X 송수신 및 대역확산 기능 상용화 기술 개발	47	방송미디어연구소	1.7	참여과제
우주 핵심기술 개발사업	차세대소형위성2호 우주핵심기술 탑재체의 X-band SSPA 개발	150	방송미디어연구소	1.52	참여과제
정보통신방송연구 개발사업	블록체인 기술을 활용한 스마트 헬스 서비스 표준개발	125	초연결통신연구소	1.4	표준과제
정보통신방송연구 개발사업	하이브리드 LPWA 네트워크 기술 표준개발	110	초연결통신연구소	2.4	표준과제
방송통신정책연구 사업	신남방지역 ICT 표준기술 역량 강화 국제 협력방안 연구	70	초연결통신연구소	2.4	표준과제
정보통신방송연구 개발사업	긴급구조 측위 미지원 단말에 대한 측위 연동 표준 개발	145	SW콘텐츠연구소	1.9	표준과제
UST YOUNG SCIENTIST 양성 사업	병렬 가상 환경에서의 강화 학습을 이용한 로봇 에이전트의 환경지능 개발 연구	45	SW콘텐츠연구소	1.73	UST학생 양성과제
정지궤도 기상위성 지상국 개발사업	정지궤도 기상위성 지상국 개발	8,642	방송미디어연구소	26.2	2019년 종료과제
산업핵심기술개발 사업	개인지원 로봇의 안전성(ISO 13482) 인증을 위한 시험 평 가 기술 및 인증 프로세스 통합 플랫폼 개발	360	SW콘텐츠연구소	1.4	2019년 종료과제
산업기술혁신사업	휠 구동형 서비스 로봇을 위 한 멀티모달 센서 기반의 위 치추정 및 자율주행제어 통 합 모듈 기술 개발	211	SW콘텐츠연구소	1.4	2019년 종료과제
산업기술혁신사업	다양한 응용서비스 적용이 가능한 개방형 웨어러블 디 바이스 개발 킷 핵심기술 개발	360	SW콘텐츠연구소	2.53	2019년 종료과제
공공수탁	군 위성통신체계-Ⅱ 시험평가 용 유사환경 검증용역	586	방송미디어연구소	2.54	2019년 종료과제
계		45,603		277.02	

□ 기획연구, 표준화 전략 및 기반구축, 중소기업 지원 및 기술사업화 과제

(단위: 백만원, mm/yy)

사업명	과제명	예산액	조직	인력
□ 제외사유 : 기획연구사업, 표준화 전략 및 기반구축 과제로 구성되어 있어 연구성과로 평가하기에 부적합				
ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업 (출연금사업)	ICT R&D 경쟁력 제고를 위한 기술경제 및 표준화 연구	7,903	미래전략연구소	66.6
정보통신방송연구개발사업	다도체 차폐선로 환경의 전력유도전압 계산 표준프로그램 개발	150	미래전략연구소	1.06
산업기술혁신사업	공간충전기반 무선전력전송 기술 및 서비스 표준개발	150	미래전략연구소	1.65
정보통신방송연구개발사업	ICT장바·SW 글로벌선도 개발촉진 기반구축	598	미래전략연구소	3.5
방송기금사업	방송통신 통상협상력 강화	504	미래전략연구소	2.2
민간수탁	시장 환경 변화를 고려한 IX 접속원가 산정 모형 연구	100	미래전략연구소	0.6
민간수탁	유선결합상품 해지절차 간소화 효과 분석 연구	80	미래전략연구소	1.0
정보통신방송연구개발사업	네트워크 자동화를 위한 개방형 네트워크 데이터 분석 기반 지도형 애자일 머신러닝 기술 개발	100	미래전략연구소	1.5
정보통신방송연구기반조성사업	ICT기반 환경 모니터링 센서 검증 플랫폼 구축	170	미래전략연구소	0.95
공공기관수탁사업	아쿠아 디지털 트윈 구축사업 기본계획 수립 용역	70	미래전략연구소	1.8
산업기술혁신사업	딥러닝 기반의 3D 인체 조직 모델 국제표준 개발	112	미래전략연구소	1.24
산업기술혁신사업	웨어러블 기기의 인체 안정성 및 소모성 평가 표준 개발	112	미래전략연구소	1.25
산업기술혁신사업	3D프린팅 및 스캐닝 분야 ISO/IEC JTC 1 신규 위원회 설립을 위한 국제협력 기반 조성	150	미래전략연구소	1
표준화연구개발사업	스마트 헬스케어·융복합 제품 표준개발	447	미래전략연구소	1.32
국가표준기술력향상사업	스마트 공장을 위한 기간시스템·플랫폼·설비간 상호운영성(정보 및 RAPIEnet) 표준화 기반조성	58	미래전략연구소	0.42
산업기술혁신사업	디지털 트윈 제조 프레임워크 표준 개발	88	미래전략연구소	0.58
산업기술혁신사업	스마트시티 공개 데이터 관리체계 국제표준 개발 및 표준화 기반조성	225	미래전략연구소	1.89
산업기술혁신사업	중소중견 제조기업 대상 스마트제조 보급 확산을 위한 수준진단 평가 세부지표 개발 및 표준화 기반조성	100	미래전략연구소	1.97
산업기술혁신사업	제조 설비의 생산정보 및 제조 설비 운영 관리에 대한 데이터 모델 및 식별체계 표준화	150	미래전략연구소	1.61
민간수탁	미래 ICT 환경을 고려한 통신규제제도 개선방향 연구	968	미래전략연구소	3.98
기타사업	ICT융합 생태계의 공진화를 위한 통신 경쟁정책 연구	580	미래전략연구소	2.85
민간수탁사업	경쟁력 있는 5G 사업환경 조성을 위한 통신정책 개선 연구	880	미래전략연구소	4.05
정보통신방송연구개발사업	방송통신 설비 기술기준 연구	600	미래전략연구소	3.66
정보통신방송연구개발사업	안전한 웹기반 개방형 핀테크 플랫폼 표준 개발	200	미래전략연구소	1.38
정보통신방송연구개발사업	빅데이터 상호운용성 지원 표준 개발	200	미래전략연구소	0.62

사업명	과제명	예산액	조직	인력
정보통신방송연구 개발사업	5G 네트워크 자동화를 위한 빅데이터 분석 기능(NWDAF) 및 지능 기술 표준개발	400	미래전략연구소	1.55
정보통신방송연구 개발사업	개방형 5G 기지국 기능 분리 및 가상화 관리 표준개발	400	미래전략연구소	0.94
정보통신방송연구 개발사업	5G기반 스마트시티 네트워크 기능개방(NEF) 플랫폼 표준개발	400	미래전략연구소	0.99
정보통신방송연구 개발사업	IoT 디바이스를 위한 Lightweight 블록체인 표준개발	380	미래전략연구소	1.75
정보통신방송연구 개발사업	고신뢰 서비스 생태계 구축을 위한 블록체인 표준 개발	400	미래전략연구소	1.64
정보통신방송연구 개발사업	인공지능 핵심 표준 및 머신러닝 시스템 플랫폼 표준 개발	400	미래전략연구소	1.65
정보통신방송연구 개발사업	스마트 승강기를 위한 IoT 게이트웨이 프로토콜 및 데이터모델 표준 개발	120	미래전략연구소	0.16
정보통신방송연구 개발사업	WebRTC 기반 콘텐츠 분산 공유 서비스 제어 표준 개발	120	미래전략연구소	0.42
정보통신방송연구 개발사업	5G 시스템 서비스 구조의 연동제어 기술 표준개발	110	미래전략연구소	1.5
정보통신방송연구 개발사업	RF기반 스마트온실 환경제어 프로토콜 표준 개발	110	미래전략연구소	0.33
정보통신방송연구 개발사업	IoT 데이터 스트리밍 및 블록체인 전송성능 향상을 위한 하이브리드 P2P 통신 프로토콜 표준기술 개발	250	미래전략연구소	1
정보통신방송연구 개발사업	글로벌 표준 전문인력 양성 및 ICT 융합서비 스 표준 프레임워크 개발	415	미래전략연구소	2.35
정보통신방송연구 개발사업	사물인터넷 상호운용성을 위한 플랫폼 및 네 트워킹 연동기술 표준개발	250	미래전략연구소	1.8
산업기술혁신사업	산업설비를 위한 신재생 발전 최적 설계 및 효율적 운영관리를 위한 머신러닝기반 시뮬레 이션 모델링 기술 개발	250	미래전략연구소	1.11
산업기술혁신사업	스마트 제조 응용 시스템 데이터 구조의 표준체계 표준준수 진단체계 및 진단 도구 개발	100	미래전략연구소	1.5
산업기술혁신사업	에너지 프로슈머 설비의 전기안전 복합진단 기준 및 시스템 개발	89	미래전략연구소	1.4
산업기술혁신사업	전기안전관리 신뢰 네트워크를 기반으로 클라 우드 전기안전 서비스 기술 개발	375	미래전략연구소	1.64
산업기술혁신사업	기후 및 전기환경 변화 적응형 사물인터넷 기 반 국가전기안전관리 기술 개발	450	미래전략연구소	1.92
첨단생산기술개발사업	농축산 ICT 기자재 상호호환성 제공을 위한 표준 개발	300	미래전략연구소	0.9
용역과제	4차 산업혁명 관련 신기술 의료기기 대응체계 구축 연구개발사업 기획연구	49	미래전략연구소	0.2
농림축산식품연구 개발사업	스마트팜 개방형 제어기와 양액기 및 노드 연동을 위한 표준 연구	200	미래전략연구소	1
2019년 국민수요 맞춤형 생활안전 연구개발사업	생활안전 예방서비스 기술개발 연구단	3,700	미래전략연구소	4.57
소계		23,963		139

사업명	과제명	예산액	조직	인력
□ 제외사유 : 중소기업 지원 및 기술사업화 과제로 구성되어 있어 연구성과로 평가하기에 부적합				
중소기업 동반성장 및 기술사업화 성과확산사업 (출연금사업)	ETRI R&D 성과의 사업화 촉진사업	10,160	사업화부문	59.1
기술가치평가 활성화 지원사업	2019년 기술가치평가 지원사업	100	사업화부문	0.2
농림축산식품연구개발 사업	글로벌 수요 기반의 융복합 기술사업화를 위 한 학연 선도모델 개발 및 혁신 생태계 구축	100	사업화부문	1
기술혁신형 중소중견기업 인력지원사업	기술혁신형 중소기업 연구인력지원사업 (기업부담금 관리)	1,300	사업화부문	6.6
중소벤처기업부 연구개발사업	공공연구기관 연구인력 파견 사업	1,700	사업화부문	15.2
민간수탁	R&D사업화 활동지원 사업	800	사업화부문	0
국가과학기술연구회 연구개발사업	출연(연) 4차 인재양성 사업	900	사업화부문	1.0
산업기술혁신사업	반도체 패키징용 퓨어-틴 전기도금 금액 개발	28	사업화부문	0.77
연구장비공동이용지원 사업	연구기반 활용사업	616	사업화부문	2.0
출연(연) Big사업 IP 포트폴리오 구축 지원사업	자율성장 휴먼증강 인지컴퓨팅 원천기술 개발	44	사업화부문	0.18
E-나라도움적용과제	한국형 특허 갭펀드 조성 지원 사업	200	사업화부문	0
소계		15,947		86
계		39,910		225

⑤ 내역사업별 전략목표·성과목표·과제 현황

(단위: 백만원, mm/yy)

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
전략목표Ⅰ 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축							
[성과목표 1-1] 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능(AGI) 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) SW·콘텐츠 기초·원천기술 개발							
1	자율성장형 AI 핵심원천기술 연구 (출연금 사업)	2018-01-01	2025-12-31	5,703	-	SW·콘텐츠 연구소	20.0
2	준지도학습형 언어지능 원천기술 및 이에 기반한 외국인 지원용 한국어 튜터링 서비스 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	2,850	SW·콘텐츠 연구소	9.0
3	(엑소브레인-총괄) 사용자와 의사소통을 통한 지식공유 및 지능진화가 가능한 엑소브레인 SW 기술개발	2013-05-01	2023-02-28	-	100	SW·콘텐츠 연구소	0.15
4	(엑소브레인-1세부) 휴먼 지식증강 서비스를 위한 지능진화형 WiseQA 플랫폼 기술 개발	2013-05-01	2023-02-28	-	2,940	SW·콘텐츠 연구소	9.0
5	지식증강형 실시간 동시통역 원천기술 개발	2016-04-01	2020-12-31	-	4,000	SW·콘텐츠 연구소	7.1
6	(딥뷰-총괄) 대규모 실시간 영상 이해 기반의 시각지능 플랫폼 개발	2014-04-01	2024-02-29	-	100	SW·콘텐츠 연구소	0.45
7	(딥뷰-1세부) 실시간 대규모 영상 데이터 이해·예측을 위한 고성능 비주얼 디스커버리 플랫폼 개발	2014-04-01	2024-02-29	-	3,160	SW·콘텐츠 연구소	9.0
8	부하분산과 능동적 적시 대응을 위한 빅데이터 엣지 분석 기술 개발	2018-04-01	2020-12-31	-	1,350	SW·콘텐츠 연구소	3.1
9	도시 교통 문제 개선을 위한 클라우드 기반 트래픽 예측 시뮬레이션 SW 기술 개발	2017-03-01	2019-12-31	-	2,250	SW·콘텐츠 연구소	1.66
10	국제표준 기반 오픈 데이터 유통 플랫폼 확장 기술 개발	2017-03-01	2019-12-31	-	2,000	SW·콘텐츠 연구소	0.3
11	다중 화자간 대화 음성인식 기술개발	2019-04-01	2021-12-31	-	2,760	SW·콘텐츠 연구소	0.6
12	실내용 음성대화 로봇을 위한 원거리 음성인식 기술 및 멀티 태스크 대화처리 기술 개발	2016-05-01	2020-04-30	-	280	SW·콘텐츠 연구소	3.74
13	헬스 IoT 및 의료 정보의 통합분석과 협업 진단을 위한 스마트 의료서비스 플랫폼 개발	2017-09-01	2020-10-31	-	500	SW·콘텐츠 연구소	15.97
소계				5,703	22,290		80.07

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
[성과목표 1-2] 고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템(로봇·자율주행차) 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
1	인간의 감각·지각 능력을 증강하는 다중 감각 융합 기술 개발 (출연금 사업)	2019-01-01	2028-12-31	1,100	-	SW· 콘텐츠 연구소	3.6
2	바이오매스의 ICT 융복합 소재화 원천기술개발(출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	ICT 소재부품 연구소	1.3
3	실시간 뉴런-컴퓨터 양방향 통신 및 생체모방 시냅스 기술(출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	523	-	초연결 통신 연구소	2
4	착용불편 해소를 위한 비접촉 착용 레이더의 Motion Artifact 제거 기술 (출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	초연결 통신 연구소	2
◇ 관련 내역사업(대과제) ICT소재부품 핵심원천기술 개발							
5	임플란터블 능동 전자소자 원천기술 개발(출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	4,568	-	ICT 소재부품 연구소	16.26
◇ 관련 내역사업(대과제) SW·콘텐츠 기초·원천기술 개발							
6	휴먼이해 인지컴퓨팅 기술 연구 (출연금 사업)	2018-01-01	2025-12-31	1,606	-	SW· 콘텐츠 연구소	6.06
7	상황적합형 상호작용 제공 사용자 체험형 인터페이스 기술개발(출연금 사업)	2018-01-01	2020-12-31	847	-	SW· 콘텐츠 연구소	5.04
8	노동환경 개선을 위한 로봇 작업지능 핵심기술 개발	2018-02-01	2022-12-31	-	1,600	SW· 콘텐츠 연구소	5.26
9	운전자 주행경험 모사기반 일반도로환경의 자율주행4단계(SAE)를 지원하는 주행판단엔진 개발	2017-01-01	2020-12-31	-	2,991	SW· 콘텐츠 연구소	13.65
10	신체기능의 이상이나 저하를 극복하기 위한 휴먼 청각 및 근력 증강 원천 기술 개발	2017-01-01	2021-12-31	-	2,991	SW· 콘텐츠 연구소	14.32
11	Skintronics를 위한 감각 입출력 패널 핵심 기술개발	2017-01-01	2022-12-31	-	2,492	ICT 소재부품 연구소	9.21
12	디스플레이 일체형 투명 트렉서블 복합 생체인식 디바이스 핵심기술 개발	2018-02-01	2020-12-31	-	2,000	ICT 소재부품 연구소	8.25
13	고령 사회에 대응하기 위한 실환경 휴먼케어 로봇 기술 개발	2017-04-01	2021-12-31	-	6,000	SW· 콘텐츠 연구소	15.97
14	스마트카의 자율주행을 위한 실시간 센싱융합처리가 가능한 커넥티드 드라이빙 컴퓨팅 시스템 기술 개발	2016-04-01	2019-12-31	-	2,000	SW· 콘텐츠 연구소	5.84
15	고정밀 맵 음영 환경의 완전자율주행 네비게이션 인공지능 기술개발	2018-04-01	2021-12-31	-	2,000	SW· 콘텐츠 연구소	8.54
16	주행상황 인지 SW 평가를 위한 프로세스 및 검증 플랫폼 개발	2018-05-01	2020-12-31	-	150	SW· 콘텐츠 연구소	0.8

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
17	스마트 클라우드 기반 Multi Radio 구조의 무선랜 플랫폼 개발	2018-07-01	2020-12-31	-	200	SW·콘텐츠 연구소	0.62
18	지능정보 및 메타 소재·구조물 기술 기반의 노약자 보행지원을 통한 낙상예측·방지 소프트 웨어러블 슈트 기술 개발	2017-06-01	2020-12-31	-	610	SW·콘텐츠 연구소	2.1
19	자유곡면상 가시광 무반사 원천기술 개발	2017-09-01	2020-02-29	-	480	ICT 소재부품 연구소	0.6
20	실외 무인 경비 로봇을 위한 멀티모달 지능형 정보분석 기술개발	2017-04-01	2021-12-31	-	780	SW·콘텐츠 연구소	3.74
21	불확실한 지도 기반 실내·외 환경에서 최종 목적지까지 이동로봇을 가이드할 수 있는 AI 기술개발	2019-04-01	2022-12-31	-	1,500	SW·콘텐츠 연구소	5.04
22	영유아/아동의 발달장애 조기선별을 위한 행동·반응 심리인지 AI 기술개발	2019-04-01	2025-12-31	-	1,250	SW·콘텐츠 연구소	3.8
23	자율주행자동차(SAE 레벨 2,3) 기반 인적요인 심층 연구	2017-04-26	2020-12-31	-	810	초연결 통신 연구소	2.39
24	산화물 기반 고속반응(wet-to-dry) 수분센서 소재 개발	2018-10-01	2019-09-30	-	150	ICT 소재부품 연구소	0.72
25	서비스 로봇의 사회적 상호작용을 위한 소셜 로봇지능 원천 기술개발	2017-04-01	2021-12-31	-	500	SW·콘텐츠 연구소	1.66
26	자율주행차분야 국가표준 개발 및 활용 가이드라인 보급	2018-04-01	2021-12-31	-	75	SW·콘텐츠 연구소	0.3
27	복합생활공간 내 국민체감형 생활안전서비스를 위한 지능형 플랫폼 개발	2018-10-01	2020-12-31	-	1,200	SW·콘텐츠 연구소	4.04
28	자유곡면 자동차 윈도우용 해상도 200ppi 이상 투명도 70% 이상 능동구동형 Micro-LED 디스플레이 핵심기술 개발	2018-04-01	2022-12-31	-	220	ICT 소재부품 연구소	1.43
29	산화물 기반 고속반응(wet-to-dry) 수분센서 소재 개발(현금매칭)	2018-10-01	2019-09-30	-	45	ICT 소재부품 연구소	0.15
30	자율주행을 위한 교차로 안전정보시스템 및 서비스기술	2017-06-01	2020-05-31	-	460	SW·콘텐츠 연구소	0.83
소계				9,304	30,504		145.52

[성과목표 1-3] 국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법 드론 대응 기술

◇ 관련 내역사업(대과제) 방송·미디어 미래선도기술 개발

1	실감공간 CPS 원천기술 개발 (출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	1,261	-	방송 미디어 연구소	17.0
2	안전한 무인이동체를 위한 ICT 기반기술 개발	2017-01-01	2021-12-31	-	3,496	방송 미디어 연구소	19.0
3	재난치안용 멀티콥터 무인기 통신 및 안전운항 기술개발	2017-06-01	2020-05-31	-	1,338	방송 미디어 연구소	10.0

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
4	무인비행장치의 불법 비행 감지를 위한 EO/IR 연동 레이다 개발 및 실증시험	2017-04-10	2021-12-31	-	1,900	방송 미디어 연구소	10.17
5	불법 드론 대응 연구개발 지원방안 기획연구	2019-04-29	2019-10-28	-	25	방송 미디어 연구소	3.0
소계				1,261	6,759		59.17
전략목표② 성능 한계를 극복하는 초고성능 컴퓨팅 시스템 실현							
[성과목표 2-1] 인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) SW·콘텐츠 기초·원천기술 개발							
1	IDX 플랫폼 원천기술 연구	2018-01-01	2023-12-31	4,404	-	SW· 콘텐츠 연구소	11.84
2	블록체인(PON 알고리즘)기반 고신뢰 정보거래 플랫폼 기술개발	2018-02-01	2021-12-31	-	1,900	SW· 콘텐츠 연구소	6.89
3	메모리 중심 차세대 컴퓨팅 시스템 구조 연구	2018-04-01	2025-12-31	-	1,743	SW· 콘텐츠 연구소	7.2
4	인공지능 시스템을 위한 뉴로모픽 컴퓨팅 SW 플랫폼 기술 개발	2018-04-01	2022-12-31	-	3,000	SW· 콘텐츠 연구소	11.6
5	[선도형] 차세대 공유/혼성 메모리 기반 통합 데이터 모델을 제공하는 메모리 중심 운영체제 원천기술 연구	2019-04-01	2022-12-31	-	1,400	SW· 콘텐츠 연구소	5.62
6	다양한 멀티 클라우드 서비스의 활용·확산을 극대화하는 개방형 API기반의 멀티 클라우드 서비스 공통 프레임워크 기술 개발	2019-04-01	2022-12-31	-	1,800	SW· 콘텐츠 연구소	8.3
7	스마트기기를 위한 온디바이스 지능형 정보처리 가속화 SW플랫폼 기술 개발	2017-03-01	2021-12-31	-	3,000	SW· 콘텐츠 연구소	10.27
8	온프레미스 스토리지와 퍼블릭 클라우드 스토리지간 데이터 통합 관리 및 신뢰성 보장 기술 개발	2017-04-01	2019-12-31	-	1,600	SW· 콘텐츠 연구소	6.49
9	저지연 융합서비스를 위한 모바일 에지 컴퓨팅 플랫폼 기술 개발	2017-04-01	2020-12-31	-	3,289	SW· 콘텐츠 연구소	7.25
10	매니코어 기반 초고성능 스케일러블 OS 기초연구 (차세대OS기초연구센터)	2014-04-01	2022-02-28	-	3,000	SW· 콘텐츠 연구소	5.5
11	HDCA를 위한 서버 시스템 버스 확장 기술 연구개발	2017-05-22	2022-05-21	-	400	SW· 콘텐츠 연구소	2.15
소계				4,404	21,132		51.05

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
[성과목표 2-2] 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) SW·콘텐츠 기초·원천기술 개발							
1	초박막 구조 기반 고성능 멤리스터 소자를 이용한 뉴로모픽 하드웨어 개발 (출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	660	-	ICT 소재부품 연구소	2.28
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
2	양자컴퓨팅 플랫폼 및 비용효율성 향상에 대한 연구개발 (출연금 사업)	2018-02-01	2021-12-31	220	-	초연결 통신 연구소	0
3	베타붕괴 현상을 이용한 진성난수생성 기술 연구 (출연금 사업)	2018-04-01	2025-12-31	330	-	ICT 소재부품 연구소	0.9
◇ 관련 내역사업(대과제) ICT소재부품 핵심원천기술 개발							
4	ICT 융합소자 핵심기술 개발 (출연금 사업)	2018-04-01	2022-12-31	1,630	-	ICT 소재부품 연구소	5.68
5	경량 RISC-V 기반 초저전력 인텔리전트 엣지 지능형반도체 기술 개발	2018-02-01	2021-12-31	-	1,900	ICT 소재부품 연구소	8.3
6	인공지능프로세서 전문연구실	2018-02-01	2027-12-31	-	2,000	ICT 소재부품 연구소	6.75
7	양자 광집적회로 원천기술 연구	2017-01-01	2020-12-31	-	1,495	ICT 소재부품 연구소	4.9
8	결합허용 양자컴퓨팅 시스템 프로그래밍, 구동, 검증 및 구현을 위한 요소기술 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	1,500	초연결 통신 연구소	6.05
9	차세대 신기능 스마트디바이스 플랫폼을 위한 대면적 이차원소재 및 소자 원천기술 개발	2016-01-01	2019-12-31	-	1,874	ICT 소재부품 연구소	4.37
10	신경모사 인지형 모바일 컴퓨팅 지능형반도체 기술개발	2016-04-01	2019-12-31	-	2,400	ICT 소재부품 연구소	6.74
11	초절전 하이퍼바이저 기반 지능정보 매니코어프로세서 및 SW기술 개발	2017-03-01	2020-12-31	-	1,800	ICT소재 부품 연구소	4.6
12	LPDDR5 기반 인공지능 반도체용 고대역폭 메모리 인터페이스 기술 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	1,200	ICT소재 부품 연구소	3.6
13	지능형반도체 고안전성을 위한 국제표준 및 산출물 개발	2017-01-01	2019-12-31	-	200	ICT소재 부품 연구소	0.81
14	광도파로 집적 고효율 단일광자 검출기	2017-11-01	2021-10-31	-	200	ICT소재 부품 연구소	0.6
15	난수 발생 회로 개발 및 집적화 기술 개발	2018-09-18	2021-12-31	-	200	ICT소재 부품 연구소	1.5
16	효율적인 빅데이터 처리 서버용 기계학습 가속 스케일러블 하드웨어 원천기술 개발	2017-04-01	2021-12-31	-	1,074	ICT소재 부품 연구소	0.88
17	저전력, 고성능 빅데이터 서버용 프로세서-메모리-스토리지 통합 구조 원천기술 개발	2017-04-01	2021-12-31	-	300	ICT소재 부품 연구소	1.17

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
18	스마트 모바일 및 IoT 디바이스를 위한 뉴럴셀(Spiking Neural Cell) 기반 SoC 원천기술 개발	2017-04-01	2021-12-31	-	230	ICT소재 부품 연구소	0.92
19	동위원소 기반 외부환경 독립형 반영구적 독립전원 시스템 개발	2018-09-01	2022-02-28	-	240	ICT소재 부품 연구소	2.21
20	부위별 다중 주파수 임피던스 측정을 위한 고성능(1MHz급) 체성분 분석기용 SoC 개발	2017-04-01	2020-12-31	-	100	ICT소재 부품 연구소	0.25
21	온바디 인체통신 기반 행동상황 인지 노약자 터치케어 시스템 개발	2018-10-10	2019-10-09	-	30	ICT소재 부품 연구소	0.1
소계				2,840	16,744		62.61
전략목표③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현							
[성과목표 3-1] 공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
1	Overhead없이 도감청을 원천차단하는 Simultaneously-Transmitted(ST) Jamming기술 (출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	초연결 통신 연구소	1.23
2	[전문연구실]조정밀 서비스 실현을 위한 On-Time-On-Rate 무선액세스 및 광에지 클라우드 네트워킹 핵심기술 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	1,800	초연결 통신 연구소	15.27
3	초고주파 이동통신 무선백홀 전문연구실	2018-02-01	2027-12-31	-	2,028	초연결 통신 연구소	9.65
4	컴퓨팅이 융합된 가상화 기반 5G 이동통신 액세스 플랫폼 기술 개발	2016-04-01	2020-12-31	-	1,017	초연결 통신 연구소	3
5	셀룰러 기반 산업 자동화 시스템 구축을 위한 5G 성능 한계 극복 저지연, 고신뢰, 초연결 통합 핵심기술 개발	2017-03-01	2021-12-31	-	7,500	초연결 통신 연구소	36.05
6	고밀집 네트워크(UDN) 환경에서 고용량, 저비용 달성을 위한 무선전송 기술 개발	2018-07-01	2022-12-31	-	2,500	초연결 통신 연구소	9.71
6	5G NR 기반 지능형 오픈 스몰셀 기술 개발	2018-07-01	2022-12-31	-	3,400	초연결 통신 연구소	14.74
7	[사회문제] 통신비 부담 경감을 위한 대중교통수단에서의 공공와이파이 체감 품질 개선 기술개발	2018-07-01	2022-12-31	-	3,300	초연결 통신 연구소	14.74
8	(초저지연-2세부) 5G URLLC 서비스를 위한 초저지연 무선 접속 기술 개발	2017-04-01	2020-12-31	-	1,000	초연결 통신 연구소	4.9
9	5G 융합서비스를 위한 20Gbps P2MP 무선백홀 기술 개발	2018-04-01	2020-12-31	-	2,650	초연결 통신 연구소	9.34
10	[표준화연계] 동적 기능분할을 지원하는 개방형 기지국 분산 유닛(DU) 기술 개발	2019-04-01	2023-12-31	-	2,474	초연결 통신 연구소	10.18
11	5G초고주파 기반 고속이동체 환경에서의 채널특성 및 성능평가 국제 공동연구	2017-10-01	2019-09-30	-	800	초연결 통신 연구소	2.94

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
12	재난 대응에 효율적인 5G 이동위성통신 SoC 개발	2018-07-01	2020-12-31	-	500	초연결 통신 연구소	2.77
13	고속열차 환경에서의 초고속 미디어 서비스 지원을 위한 5G 진화 기반 초고주파 무선전송 기술 공동연구	2019-04-01	2021-03-31	-	900	초연결 통신 연구소	2.98
소계				330	29,869		137.5
[성과목표 3-2] 속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) 안전하고 스마트한 초연결 핵심기술 개발							
1	포토닉스 기반 THz 근거리 전송 핵심 기술 개발(출연금 사업)	2019-01-01	2023-12-31	4,324	-	초연결 통신 연구소	11.11
◇ 관련 내역사업(대과제) ICT소재부품 핵심원천기술 개발							
2	3D Photo-Electronics 원천기술 개발(출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	3,058	-	ICT소재 부품 연구소	7.99
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
3	질화붕소 분리층과 소자 전사 기술을 이용한 다목적 초고주파 소자 개발(출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	ICT소재 부품 연구소	1.32
4	메트로 액세스 네트워크용 200Gb/s 광트랜시버 기술 개발	2017-01-01	2019-12-31	-	2,791	초연결 통신 연구소	7.41
5	SDN 기반 유무선 액세스 통합 광네트워킹 기술	2015-03-01	2020-02-29	-	2,868	초연결 통신 연구소	7.01
6	[전문연구실]초정밀 서비스 실현을 위한 On-Time-On-Rate 무선액세스 및 광에지 클라우드 네트워킹 핵심기술 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	1,500	초연결 통신 연구소	9.0
7	데이터센터 통신용량 증대를 위한 저전력 On-Board 집적 400Gbps 광송수신 엔진 기술	2018-02-01	2020-12-31	-	2,000	ICT소재 부품 연구소	9
8	멀티밴드 신호전송을 위한 다중 광채널 발생/조형 기술 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	1,500	ICT소재 부품 연구소	4.05
9	근거리 저속 이동형 양자암호통신을 위한 편광기반 무선 양자키분배 송수신부 집적화 모듈 기술 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	1,700	ICT소재 부품 연구소	6.4
10	메가 데이터 센터 대용량 광연결을 위한 임베디드 옵틱 기반의 저가형 400Gb/s QSFP-DD 광트랜시버 기술 개발	2018-07-01	2020-12-31	-	385	초연결 통신 연구소	0.95
11	5G 이동통신을 위한 아날로그 IFoF기반 Indoor DAS 기술 개발	2016-08-01	2019-12-31	-	2,100	초연결 통신 연구소	3.91
12	B5G 광엑세스 고속화 및 슬라이싱 기술	2019-04-01	2023-12-31	-	1,600	초연결 통신 연구소	3.2
13	파장당 400G 이상의 차세대 광전달망 소자·부품 개발	2018-07-01	2025-12-31	-	1,000	ICT소재 부품 연구소	3.08

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
14	5G 이동통신 기지국용 디지털기반 프론트홀 광링크기술 개발	2016-08-01	2019-12-31	-	1,113	ICT소재 부품 연구소	4.3
15	미세공정 화합물 반도체 기반 밀리미터파 대역 5G 부품기술 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	500	ICT소재 부품 연구소	2.15
16	양자센서의 고신뢰도 동작을 위한 양자광원 기술 개발 [집적 소자 기반 양자 센서용 확정적 양자 광원 개발]	2019-04-01	2022-12-31	-	300	ICT소재 부품 연구소	1
17	5G 이동통신용 아날로그 IFoF기반 Indoor DAS 기술 및 디지털 기반 프론트홀 광링크 기술 개발	2016-08-01	2019-12-31	-	50	초연결 통신 연구소	0.1
18	항공기 및 선박 레이더용 소형, 박형 Microstrip형 아이슬레이터 개발	2019-04-01	2020-03-31	-	470	ICT소재 부품 연구소	1.18
19	다이아몬드 질소-결함 색중심과 결합된 높은 Q-인자의 쌍기 형 광공진기 제작 및 응용 연구	2017-03-01	2020-02-29	-	50	ICT소재 부품 연구소	0.3
20	GaN RF 전력증폭 소자 공정설계 개발	2016-01-18	2019-10-17	-	500	ICT소재 부품 연구소	0.26
21	초고주파 전력증폭기용 GaN-on-SiC 에피 소자 기술개발	2017-06-22	2022-06-21	-	530	ICT소재 부품 연구소	1.19
22	Gbps급 데이터의 암호화 RF 전송을 위한 마이크로웨이브 포토닉 파형 조형 모듈 기술 개발	2017-06-23	2020-06-22	-	650	ICT소재 부품 연구소	1.57
23	W-대역 탐지용 송수신기 집적화 기술을 위한 W-대역 MMIC Chip 및 공정개발	2018-01-01	2020-06-30	-	300	ICT소재 부품 연구소	1.09
24	거리해상도 개선을 위해 PLL을 적용한 1000 MHz 이상의 대역폭을 가지는 근접센서용 94 GHz 대역 SiGe 기반 Packaged Transceiver 칩 개발	2018-06-22	2021-06-21	-	663	ICT소재 부품 연구소	2.1
25	밀리미터파(W밴드) 탐색기용 저손실 전송선로 및 고효율 방열 소자 설계	2019-01-01	2020-12-31	-	150	ICT소재 부품 연구소	0
26	GaN RF 전력증폭 소자 설계 개발	2015-12-09	2019-10-07	-	691	ICT소재 부품 연구소	1.43
27	3D WB-IR 스캐너 기술 개발	2018-11-01	2020-10-31	-	106	ICT소재 부품 연구소	0.25
28	전계흡수 변조기 집적 분포 브라그 반사기 파장가변 레이저 개발	2019-01-01	2019-12-31	-	300	ICT소재 부품 연구소	1.45
29	밀리미터파 기반 5G 이동통신을 위한 인도어 분산 안테나 시스템 및 광인터페이스 표준 규격 개발	2019-04-01	2022-12-31	-	75	초연결 통신 연구소	0
30	저지연, 확장 가능한 반도체 기반 WDM 능동 광 집적 교차연결 스위치 기술 개발	2017-11-01	2020-10-31	-	200	ICT소재 부품 연구소	0.25
31	저결함($1 \times 10^4 \text{cm}^{-2}$)특성의 고품위 Ga ₂ O ₃ 에피소재 및 1KV 이상의 항복전압을 가지는 전력소자 기술 개발	2017-07-01	2023-12-31	-	317	ICT소재 부품 연구소	0.92
32	전력용 GaN-on-Diamond FET 전자소자 기술 개발	2018-12-26	2019-12-25	-	50	ICT소재 부품 연구소	0.05

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
33	전계흡수 변조기 집적 분포 브라그 반사기 파장가변 레이저 개발	2019-01-01	2019-12-31	-	125	ICT소재 부품 연구소	0
34	지능형 대용량 매트릭스 네트워크 구현을 위한 확장형 공간 집적형 프로그래머블 광전송 및 광스위칭 모듈 시스템 기술 개발	2018-07-01	2021-06-30	-	500	ICT소재 부품 연구소	1.35
소계				7,712	25,085		95.37

[성과목표 3-3] 연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술

◇ 관련 내역사업(대과제) 안전하고 스마트한 초연결 핵심기술 개발

1	사물사람공간의 유기적 연결을 위한 초연결 공간의 부산 지능 핵심원천 기술(출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	5,425	-	초연결 통신 연구소	24
2	초연결 지능 인프라 원천기술 연구개발	2017-01-01	2021-12-31	-	5,683	초연결 통신 연구소	28.13
3	유/무선 액세스에 비종속적인 5G코어 핵심기술 개발	2015-03-01	2020-02-29	-	2,811	초연결 통신 연구소	9.38
4	초저지연/무손실 보장 시간 통제 네트워크 기술 개발 (협약사업: 안전한 무인이동체를 위한 ICT 기반기술 개발)	2017-01-01	2021-12-31	-	990	초연결 통신 연구소	5.1
5	포스트 스마트폰 시대를 대비한 Trusted Reality 핵심기술 개발	2018-02-01	2022-12-31	-	3,700	초연결 통신 연구소	18.35
6	인공지능 기반 지능형 에지 네트워킹 기술개발	2018-07-01	2021-12-31	-	2,000	초연결 통신 연구소	5.01
7	초소형 IoT 디바이스를 위한 마이크로 서비스 IoTWare 프레임워크 기술 개발	2018-07-01	2021-12-31	-	1,500	초연결 통신 연구소	3.53
8	트랜스포트 SDN 오케스트레이션 표준 기술개발	2017-04-01	2019-12-31	-	150	초연결 통신 연구소	0.57
9	5G 네트워크 슬라이싱을 위한 성능 최적화 기술 표준개발	2018-07-01	2020-12-31	-	370	초연결 통신 연구소	1.24
10	초대규모(Massive) 실시간 IoT 인프라 및 네트워크 기술개발	2018-10-11	2021-12-31	-	2,429	초연결 통신 연구소	6.43
11	초대규모(Massive) 실시간 IoT 인프라 및 네트워크 기술개발	2018-10-11	2021-12-31	-	1,172	초연결 통신 연구소	2.2
소계				5,425	20,805		103.94

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
[성과목표 3-4] 5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화							
◇ 관련 내역사업(대과제) 방송·미디어 미래선도기술 개발							
1	지능형 전파센서 및 무선 에너지 전송 원천기술(출연금 사업)	2018- 01-01	2023- 12-31	2,716	-	방송· 미디어 연구소	10.61
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
2	자율주행 자동차를 위한 주야/전천후 비디오 SAR 기술 연구(출연금 사업)	2018- 01-01	2019- 12-31	330	-	방송· 미디어 연구소	1
3	전파치료를 위한 전파영상 가이드 원천기술 개발(출연금 사업)	2019- 01-01	2020- 12-31	330	-	방송· 미디어 연구소	1.16
4	선제적 주파수 이용을 위한 시·공간적 스펙트럼 엔지니어링 기술 개발	2017- 01-01	2022- 12-31	-	3,543	방송· 미디어 연구소	15.3
5	전파 모니터링 전문연구실	2018- 02-01	2027- 12-31	-	2,300	방송· 미디어 연구소	9.61
6	[전문연구실] 위성탐재체 핵심원천기술 개발	2018- 02-01	2027- 12-31	-	2,200	방송· 미디어 연구소	11.8
7	[전문연구실] 10pT급 미소자계 기반 중장거리 자기장 통신기술	2019- 01-01	2028- 12-31	-	1,500	방송· 미디어 연구소	5.84
8	전파자원 선순환을 위한 주파수 분석 기술 개발	2017- 01-01	2020- 12-31	-	3,781	방송· 미디어 연구소	9.4
9	위성망과 5G 이동통신시스템 간 주파수 간섭분석기술 기반 주파수 자원 확보 및 보호 국제 표준화 연구	2018- 07-01	2020- 12-31	-	400	방송· 미디어 연구소	1.65
10	복합 전파환경에서의 국민건강 보호 기반 구축 사업	2019- 01-01	2023- 12-31	-	3,000	방송· 미디어 연구소	7.4
11	경사경로의 클러터 기반 전파분석 모델 개발	2019- 04-01	2022- 12-31	-	206	방송· 미디어 연구소	0.8
12	스펙트럼 챌린지를 통한 기존 무선국 보호 및 주파수 공유기술 개발	2019- 04-01	2023- 12-31	-	2,085	방송· 미디어 연구소	5.6
13	APV-I급 SBAS 위성통신시스템 개발	2014- 10-30	2022- 10-29	-	3,434	방송· 미디어 연구소	4.17
14	재난현장 지원용 소형 운반형 위성중계장비(SNG) 개발	2018- 04-16	2021- 12-31	-	1,500	방송· 미디어 연구소	4.55
소계				3,376	23,949		88.89

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
[4] 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현							
[성과목표 4-1] 가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) 방송·미디어 미래선도기술 개발							
1	초실감 공간미디어 원천기술 개발 (출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	2,978	-	방송· 미디어 연구소	13.74
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
2	차세대 HDR 비디오 전/후처리 원천 기술(출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	방송· 미디어 연구소	0.8
3	동일 채널에서의 기계 학습 기반 다중 RF 신호 송수신 기술 개발 (출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	방송· 미디어 연구소	1.05
4	초고실감 미디어 서비스 실현을 위해 HEVC/3DA 대비 2배 압축을 제공하는 5세대 비디오/오디오 표준 핵심 기술 개발 및 표준화	2016-01-01	2019-12-31	-	1,376	방송· 미디어 연구소	3.85
5	초고품질 UHD (UHQ) 전송 기술 개발	2017-01-01	2022-12-31	-	1,994	방송· 미디어 연구소	7.91
6	초실감 테라미디어를 위한 AV부호화 및 LF미디어 원천기술 개발	2017-01-01	2021-12-31	-	3,788	방송· 미디어 연구소	15.72
7	이머시브 미디어 전문연구실 (전문연구실)	2018-02-01	2027-12-31	-	2,000	방송· 미디어 연구소	7.76
8	홀로그램 영상 서비스를 위한 Holo-TV 핵심 기술 개발	2019-01-01	2028-12-31	-	1,500	방송· 미디어 연구소	3.41
9	6DoF 입체공간 비디오의 초고압축 부호화 기술 개발 및 표준화	2019-01-01	2028-12-31	-	1,700	방송· 미디어 연구소	4.33
10	시청각장애인 방송접근권 향상을 위한 디지털자막·음성해설 서비스 기술 개발	2015-05-01	2019-04-30	-	300	방송· 미디어 연구소	3.9
11	디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 기술 개발	2013-09-01	2021-04-30	-	6,000	방송· 미디어 연구소	16.83
12	모바일 완전입체 단말 및 콘텐츠 기술 개발	2015-06-01	2020-04-30	-	1,598	ICT소재 부품 연구소	4.75
13	(1단계 : 사전기획)차세대 보안 센서를 위한 구조광 기반의 3D 깊이 인식 카메라 모듈 개발	2019-04-01	2020-12-31	-	5	ICT소재 부품 연구소	0.1
14	국민의 공공 안전 향상을 위한 시인성 개선 패브릭 기반 홀로그램 핵심 기술 개발	2019-04-01	2020-03-31	-	472	ICT소재 부품 연구소	0.85
15	5G 기반의 스마트시티 서비스 개발 및 실증	2018-04-01	2020-12-31	-	5,200	초연결 통신 연구소	11.06
16	Reverse-PDLC용 소재 및 공정기술 개발	2019-01-01	2019-12-31	-	22	ICT소재 부품 연구소	0

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
17	저온 환경에서 구동을 위한 반사형 색가변 필름 및 정보 디스플레이 패널 개발	2017-04-01	2019-12-31	-	150	ICT소재 부품 연구소	0.8
18	수평분자 배열 극대화를 이용한 고효율/장수명 청색발광 소재·소자 기술개발	2017-06-01	2020-12-31	-	203	ICT소재 부품 연구소	0.67
19	지상파 UHD 송수신 환경 분석 및 망구축 기반기술 개발	2017-03-01	2019-12-31	-	4,000	방송· 미디어 연구소	6.8
20	케이블 방송망에서 멀티기가급 서비스를 위한 동일대역 상하향 신호 동시 송수신 기술 개발	2017-03-01	2019-12-31	-	1,000	방송· 미디어 연구소	4.91
21	재난피해 저감을 위한 지상파 UHD기반 재난방송 서비스	2018-07-01	2020-12-31	-	2,800	방송· 미디어 연구소	8.51
22	건전한 미디어 소비환경 제공을 위한 소셜 IoT 기반 트러스트 미디어 생성·제어 프레임워크 기술 개발	2017-04-01	2019-12-31	-	2,100	방송· 미디어 연구소	6.13
23	[사회문제] 인공지능 기반 유해미디어(음란성) 분석·검출 시스템 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	1,450	방송· 미디어 연구소	5.11
24	시청각 장애인의 방송시청을 지원하는 감성표현 서비스 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	1,500	방송· 미디어 연구소	5
25	고품질 방송을 위한 ATSC 3.0 기반 동일채널 중계기술 개발	2019-04-01	2020-12-31	-	900	방송· 미디어 연구소	4.52
26	몰입형 스크린미디어서비스 산업촉진을 위한 스마트스페이스 표준 개발	2017-04-01	2019-12-31	-	200	방송· 미디어 연구소	0.78
27	ATSC 3.0 칩셋 검증 및 시스템 개발	2019-03-01	2020-02-29	-	203	방송· 미디어 연구소	1.4
28	8K급 360VR 동영상 적응형 라이브 시스템 개발	2016-12-01	2019-11-30	-	450	방송· 미디어 연구소	1.35
29	(매칭사업/직접비)ATSC 3.0칩셋 검증 및 시스템 개발	2019-03-01	2020-02-29	-	198	방송· 미디어 연구소	0.7
소계				3,638	41,109		142.74

[성과목표 4-2] 초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감 인터랙션 기술

◇ 관련 내역사업(대과제) 안전하고 스마트한 초연결 핵심기술 개발

1	오픈시나리오 기반 프로그래머블 인터랙티브 미디어 창작 서비스 플랫폼 개발 (출연금 사업)	2016-01-01	2020-12-31	682	-	초연결 통신 연구소	4.87
2	객체추출 및 실-가상 정합 지원 모바일 AR 기술 개발	2018-02-01	2021-12-31	-	1,900	SW· 콘텐츠 연구소	6.08
3	오픈 시나리오 기반 프로그래머블 인터랙티브 미디어 창작 서비스 플랫폼 개발	2016-01-01	2020-12-31	-	1,330	초연결 통신 연구소	5.07
4	디지털라이프를 위한 비접촉식 사용자 상태·의도 인지기반의 지능형 인터랙션 기술 개발	2016-03-01	2019-12-31	-	2,000	SW· 콘텐츠 연구소	8.0

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
5	근골격계 질환의 예측, 진단 조력을 위한 메디컬 디지털 트윈 생성 및 3차원 시뮬레이션 기술 개발	2018-03-01	2020-12-31	-	1,643	SW·콘텐츠연구소	6.47
6	[사회문제] 발달 장애인의 가상 직업훈련 효과강화를 위한 장애특화 몰입 콘텐츠 기술개발	2019-04-01	2022-12-31	-	1,600	SW·콘텐츠연구소	7.22
7	비접촉식 치매 선별 시스템 및 인지 재활 증강 콘텐츠 기술개발(표준화 연계)	2019-04-01	2021-12-31	-	1,400	SW·콘텐츠연구소	2.8
8	영상 내 객체간 관계 분석 기반 해상 선박/구조물 상세 식별 콘텐츠 기술 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	1,400	SW·콘텐츠연구소	5.55
9	실내외 임의공간 실시간 영상 합성을 위한 핵심 원천기술 및 개발툴킷 개발	2017-08-01	2020-12-31	-	2,350	SW·콘텐츠연구소	8.67
10	실감 미디어를 위한 개방형 조립식 콘텐츠 저작 기술 개발	2015-03-01	2019-02-28	-	500	SW·콘텐츠연구소	11.1
11	온-오프라인에서의 콘텐츠 비주얼 브라우징 기술 개발	2015-03-01	2019-02-28	-	340	SW·콘텐츠연구소	8.4
12	다고도 이기종 실사영상 기반 3차원 합성전장 구축 및 가시화 기술 개발	2016-03-01	2019-12-31	-	2,000	SW·콘텐츠연구소	8.12
13	차세대 플렌옵틱 콘텐츠 제작 플랫폼 기술 개발	2016-03-01	2019-12-31	-	2,000	SW·콘텐츠연구소	6.2
14	디지털콘텐츠 In-House R&D	2016-03-01	2019-12-31	-	3,000	SW·콘텐츠연구소	14.86
15	VR 멀미 저감을 위한 휴먼팩터 파라미터 제어기술 개발(표준화 연계)	2017-03-01	2019-12-31	-	1,700	SW·콘텐츠연구소	4.21
16	저시력 장애인을 위한 시각증강 생활·안전 콘텐츠 기술 개발	2018-03-01	2020-12-31	-	1,500	SW·콘텐츠연구소	3.74
17	후각 바이오 정보 기반 감성증강 인터랙티브 콘텐츠 기술 개발	2015-03-01	2019-02-28	-	340	SW·콘텐츠연구소	2.0
18	[사회문제] 화재 현장 시뮬레이션 및 지휘 역량 강화 지원형 실감 소방 훈련 콘텐츠 기술 개발	2019-04-01	2022-12-31	-	2,000	SW·콘텐츠연구소	6.8
19	실가상 융합 몰입형 콘텐츠의 제작 및 서비스를 위한 협업 저작 플랫폼 핵심 기술 개발	2019-04-01	2022-12-31	-	1,900	SW·콘텐츠연구소	4.69
20	음악 및 동영상 모니터링을 위한 지능형 마이크로 식별 기술 개발	2018-01-01	2020-12-31	-	1,500	SW·콘텐츠연구소	5.44
21	실감 미디어를 위한 개방형 조립식 콘텐츠 저작 기술 개발	2015-03-01	2019-02-28	-	167	SW·콘텐츠연구소	1.7
22	게임 및 애니메이션을 위한 인공지능 기반의 3D 캐릭터 생성 기술 개발 (표준화 연계)	2018-03-01	2020-12-31	-	1,425	SW·콘텐츠연구소	5.66

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
23	사용자 참여형 문화공간 콘텐츠를 위한 AR 플랫폼 기술개발	2018-03-01	2020-12-31	-	2,185	SW·콘텐츠 연구소	8.93
24	전통무형문화 전형 전승을 위한 실감 센싱/렌더링 기술 개발	2017-04-01	2019-12-31	-	1,500	SW·콘텐츠 연구소	5.13
25	공간체험 콘텐츠 제작을 위한 협업형 대형 콘텐츠 저작플랫폼 개발	2019-04-01	2022-12-31	-	1,200	SW·콘텐츠 연구소	2.1
26	블록체인 기반의 웹 콘텐츠 생성 및 유통 플랫폼 기술 개발	2018-03-01	2020-12-31	-	2,000	SW·콘텐츠 연구소	5.75
27	메타 플레이 인식 기반 지능형 게임 서비스 플랫폼 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	1,000	SW·콘텐츠 연구소	3.9
소계				682	39,880		163.46

㉔ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련

[성과목표 5-1] ICT 기반의 공공분야 국민생활문제 해결 지능화 솔루션

◇ 관련 내역사업(대과제) 안전하고 스마트한 초연결 핵심기술 개발

1	자가학습형 지식융합 슈퍼브레인 핵심기술개발 (출연금 사업)	2015-12-01	2021-11-30	220	-	KSB 융합연구단	0.1
---	----------------------------------	------------	------------	-----	---	-----------	-----

◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업

2	GaN Nanowire 구조 기반 NO2 가스 센서 소자 개발 (출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	ICT소재 부품 연구소	1.07
3	비가시, 봉괴잔해물/벽을 투과하여 인명탐지 및 구조자 안전 확보를 위한 개인 휴대/부착형 인명탐지 센서 및 시스템 개발	2019-01-01	2022-12-31	-	2,600	ICT소재 부품 연구소	8.31
4	직도식 수질복합센서 및 초분광영상 기반 시공간 복합 인공지능 녹조 예측 기술	2018-02-01	2022-12-31	-	5,100	ICT소재 부품 연구소	19.41
5	과학적 정책 수립을 위한 도시행정 디지털트윈 핵심 기술 개발	2018-02-01	2022-12-31	-	3,700	SW·콘텐츠 연구소	15.18
6	축산질병 예방 및 통제 관리를 위한 ICT 기반의 지능형 스마트 안전 축사 기술 개발	2018-04-01	2022-12-31	-	3,200	SDF 융합연구단	4.97
7	다매체 다중경로 적응적 네트워크 기술 개발	2017-04-01	2020-12-31	-	3,000	초연결 통신 연구소	11.75
8	보행자 위치공간 인지 증강 및 스포츠 경기력 분석을 위한 정밀측위 원천기술개발	2017-03-01	2019-12-31	-	2,000	초연결 통신 연구소	6.05
9	5G 기반 요구조자 중심 재난안전 서비스 개발 및 실증	2018-04-01	2020-12-31	-	500	초연결 통신 연구소	2.38
10	공간 빅데이터 저장관리 인프라 기술 개발 (본과제명:국토공간정보의 빅데이터 관리, 분석 및 서비스 플랫폼 기술개발)	2014-08-14	2019-12-31	-	1,618	초연결 통신 연구소	3.32

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
11	수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용지원 기술개발	2018- 04-16	2022- 12-31	-	1,637	초연결 통신 연구소	5.39
12	최고가속도 3m/sec2급 2차원 트레드밀 타입이동 인터페이스 개발	-	2019- 07-09	-	-	초연결 통신 연구소	1.0
13	폭발위험지역 근로자 위험인지형 스마트 밴드 개발	2019- 04-01	2021- 12-31	-	1,350	초연결 통신 연구소	4.36
14	소음 및 영상신호 결합기반 무인기 검출 기술 개발	2018- 10-31	2021- 10-30	-	1,950	초연결 통신 연구소	1.39
15	공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발	2018- 04-23	2021- 12-31	-	2,200	초연결 통신 연구소	5.59
16	Bigdata 활용, 시설물 안전 대피 및 관리기술 개발	2018- 07-10	2020- 12-31	-	260	초연결 통신 연구소	1.0
17	IoT기반 도심지 건설현장 상시안전 관리시스템 개발	2019- 04-19	2021- 12-31	-	1,400	초연결 통신 연구소	1.76
18	국산고전압스위치(MCT) 코어 양산 MASK 및 공정기술 개발	2018- 12-01	2020- 04-30	-	385	ICT소재 부품연구소	0.7
19	전력설비 진단용 IoT 센서모듈 3D 회로설계 및 회로공정 개발	2016- 09-28	2019- 05-27	-	154	ICT소재 부품연구소	0.31
20	0.5gpm미만의 원자로냉각재계통 미확인 누설 실시간 감시시스템 개발	2018- 05-01	2023- 04-30	-	350	ICT소재 부품연구소	1.06
21	비납계 페로브스카이트 소재 및 친환경 인쇄공정을 통한 모듈 개발	2018- 06-01	2022- 05-31	-	300	ICT소재 부품연구소	0.89
22	배기가스 규제 대응을 위한 전기자동차의 전력 변환 소자 접합용 80 W/m.K급 고방열 Cu계 접합소재 개발	2017- 05-01	2019- 12-31	-	120	ICT소재 부품연구소	0.49
23	공동주택용 단위 고객별 자율전기안전관리 기술 개발	2015- 06-01	2019- 05-31	-	40	초연결 통신 연구소	1.0
24	광학기반 무채혈 당대사이상 모니터링을 위한 웨어러블 장비개발	2018- 07-01	2020- 12-31	-	250	초연결 통신 연구소	2.1
25	자가학습형 지식융합 슈퍼브레인 핵심기술개발(운영비 포함)	2015- 12-01	2021- 11-30	-	5,000	KSB 융합 연구단	32.86
26	실용화형 융합연구단 운영비 사업(ICT를 접목한 효율적인 구제역 대응 기술 개발)	2018- 12-14	2021- 12-13	-	250	SDF 융합 연구단	1.2
27	ICT를 접목한 효율적인 구제역 대응 기술 개발	2018- 12-14	2021- 12-13	-	3,750	SDF 융합 연구단	8.9
28	구급대원 안전을 위한 폭행상황 자동인지 실용화 핵심기술 개발	2018- 12-21	2019- 10-20	-	200	초연결 통신 연구소	0.39
29	낙동강 녹조제어 통합 플랫폼 개발 및 구축(18AH2600매칭:현금부담금)	2018- 10-19	2021- 10-18	-	150	초연결 통신 연구소	0.48
30	낙동강 녹조제어 통합 플랫폼 개발 및 구축(매칭계정:18VH1200)	2018- 10-19	2021- 10-18	-	350	초연결 통신 연구소	1.64

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
31	위험 상황 초기 인지를 위한 ICT 기반의 범죄 위험도 예측 및 대응 기술 개발	2018-04-01	2021-12-31	-	2,000	방송·미디어 연구소	5.12
32	다중로그 기반 멀티모달 데이터융합 분석 및 상황 대응 플랫폼 기술 개발	2017-03-01	2020-12-31	-	1,800	방송·미디어 연구소	7.88
33	다매체 기반의 멀티미디어 재난정보전달 플랫폼 개발	2018-11-01	2021-10-31	-	1,000	방송·미디어 연구소	2.06
소계				550	46,614		160.11

[성과목표 5-2] 지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화산업연계 현장맞춤형 지능화 솔루션

◇ 관련 내역사업(대과제) 지역전략산업육성 및 중소기업 활성화 사업

1	대경권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업 (출연금 사업)	2018-01-01	2021-12-31	9,306	-	대경권 연구센터	42.7
2	수도권 지역산업 기반 ICT 융합기술 지원사업 (출연금 사업)	2018-01-01	2021-12-31	1,472	-	서울 센터	4.81
3	호남권 지역산업 기반 ICT 융합기술 고도화 지원사업 (출연금 사업)	2018-01-01	2021-12-31	5,617	-	호남권 연구센터	30.28
4	인공지능SW개발환경조성	2019-01-01	2021-12-31	-	500	서울 센터	0.27
5	지역산업기반 ICT융합기술 고도화 지원사업	2018-04-01	2021-03-31	-	400	대경권 연구센터	0.46
6	대경권 지역산업 기반 스마트의료 ICT융합기술 고도화 지원사업	2018-04-01	2022-03-31	-	100	대경권 연구센터	0
7	지능형반도체 전문인력양성	2016-03-01	2021-02-28	-	1,200	서울 센터	3.96
8	지능정보기술 기반의 제조혁신 및 최적운영 지원 시스템의 지식베이스 프레임워크 설계 개발	2018-05-01	2019-12-31	-	599	서울 센터	1.7
9	DC±200kV급 전압형 MMC 개발 및 운영/실증	2017-11-01	2021-10-31	-	470	호남권 연구센터	1.6
10	전력 빅데이터를 활용한 신산업 BM 및 서비스 개발·검증	2018-10-01	2021-09-30	-	2,700	호남권 연구센터	11.1
11	전력 빅데이터를 활용한 신산업 BM 및 서비스 개발·검증	2018-10-01	2021-09-30	-	2,000	호남권 연구센터	0.2
12	지능정보산업 인프라 조성	2017-01-01	2021-12-31	-	300	서울 센터	0.26
13	광기반 공정혁신 플랫폼 구축 및 산업화 지원	2014-07-01	2020-06-30	-	3,322	호남권 연구센터	7.89
소계				16,395	11,591		105.23

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
[성과목표 5-3] 수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션							
◇ 관련 내역사업(대과제) SW·콘텐츠 기초·원천기술 개발							
1	주력산업 고도화를 위한 지능형 상황인지 기반 기술 개발(출연금 사업)	2018- 01-01	2020- 12-31	3,523	-	SW· 콘텐츠 연구소	5.04
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
2	350℃이상급 3D프린팅용 유무기 하이브리드 고분자 소재 및 패키지 공정 개발(출연금 사업)	2019- 01-01	2020- 12-31	330	-	ICT소재 부품 연구소	2.15
3	ICT융합기반 주력산업 고도화를 위한 스마트 HSE시스템 개발 및 디지털 Cockpit 시스템 개발	2016- 01-01	2020- 12-31	-	2,640	SW· 콘텐츠 연구소	10.52
4	냉각핀 조립형 방열소자를 부착한 50W LED 산업등 상용화 개발	2019- 02-01	2019- 10-31	-	180	ICT소재 부품 연구소	1.4
5	ICT 융합형 제조서비스 실증·확산 기반구축	2015- 05-01	2020- 04-30	-	950	초연결 통신 연구소	3.5
6	나노입자의 차원 제어를 통한 흑연/고체전해질 복합체 기반의 3차원 구조 음극 설계 및 조성 최적화	2017- 08-01	2021- 12-31	-	570	ICT소재 부품 연구소	2.74
7	다층 페라이트 파워인덕터 및 슬림형 DC/DC 컨버터 개발	2018- 07-01	2019- 12-31	-	86	ICT소재 부품 연구소	2.53
8	휴대 단말용 급격한 전하방전 저전압 스위칭 소자 원천기술 개발	2017- 03-01	2021- 12-31	-	2,000	ICT소재 부품 연구소	7.79
9	이종 다차원 나노복합소재를 이용한 정밀 구조 제어 기반 유연 전자소자, 에너지 및 스마트 센서 응용 연구	2017- 12-15	2020- 12-14	-	40	ICT소재 부품 연구소	1.08
10	전력모듈 디바이스용 고강도 질화알루미늄 방열세라믹 소재 개발	2017- 06-23	201 9-06 -22	-	60	ICT소재 부품 연구소	1.52
11	LED 램프를 이용한 10Mbps급 VLC 전송 기술 개발	2019- 01-01	2020- 04-30	-	440	초연결 통신 연구소	1.06
12	가변 재구성형 유연 조립시스템 및 ICT 융합 기반 스마트 시스템 핵심 요소 기술 개발	2015- 06-01	2020- 05-31	-	1,570	초연결 통신 연구소	3.07
13	유연 LED 모듈용 레이저 기반 청정 접합소재 및 공정 기술 개발	2017- 10-01	2020- 06-30	-	180	ICT소재 부품 연구소	1.8
14	VR 기반 산업시설 모니터링을 위한 스마트 센서 및 측정 시스템의 표준 개발	2017- 04-01	2020- 12-31	-	150	ICT소재 부품 연구소	0.26
15	유연 디스플레이소자용 열공정 기술 및 장치 개발	2018- 04-01	2021- 12-31	-	260	ICT소재 부품 연구소	1.43
16	나노금형기반 맞춤형 융합제품 상용화지원센터 구축 (RFID 나노융합센터)	2018- 10-01	2021- 11-30	-	850	ICT소재 부품 연구소	2.31

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
17	태양광 보급확대를 위한 국내 태양광발전시스템 빅데이터 기반의 유지관리비용 저감기술 개발	2017-12-01	2020-11-30	-	1,400	초연결 통신 연구소	1.91
18	신재생 비율 및 그리드 특성에 따른 그리드 안정화 기술용 ESS 최적 연계 기술 개발 및 실증	2017-05-01	2020-04-30	-	1,199	초연결 통신 연구소	3.15
19	제로에너지타운 에너지클라우드 구현을 위한 융합기술 개발	2017-05-01	2019-12-31	-	2,600	초연결 통신 연구소	5.04
20	LIGHT-HVAC 에너지최적화 시스템 및 BM 개발	2018-05-01	2021-04-30	-	1,600	초연결 통신 연구소	2.31
21	소규모 분산자원 중개시장서비스 상용화 기술 개발 및 실증	2018-10-01	2021-09-30	-	1,300	초연결 통신 연구소	7.3
22	소규모 분산자원 중개시장서비스 상용화 기술 개발 및 실증	2018-10-01	2021-09-30	-	1,565	초연결 통신 연구소	4.13
23	융합형 스마트 윈도우 및 에너지 소비기기 연동 시스템 개발	2017-05-01	2020-12-31	-	300	ICT소재 부품 연구소	2.09
24	고상 전자냉각용 다결정 열전소재 개발	2016-03-01	2020-12-31	-	228	ICT소재 부품 연구소	1.9
25	전기차 주행거리 연장을 위한 고에너지밀도 (300 Wh/kg) 리튬이차전지용 전해액 상용화기술 개발	2016-07-01	2020-12-31	-	931	ICT소재 부품 연구소	1.28
26	전기차용 리튬이차전지 전해액의 성능향상 및 고안전성 상용화 기술개발	2018-04-01	2022-12-31	-	100	ICT소재 부품 연구소	1.67
27	초소형 태양광 cell 기반 25% 이상 모빌리티형 박막 태양광 모듈 개발	2018-06-01	2022-05-31	-	1,700	ICT소재 부품 연구소	2.6
28	전기자동차 및 신재생에너지용 1200V급 Trench형 SiC MOSFET 소자 개발	2017-07-01	2021-12-31	-	359	ICT소재 부품 연구소	1.21
29	Smart Mirror를 위한 차량전장의 안테나 일체형 무선성능 최적화 OBU 모듈 개발	2018-12-01	2019-11-30	-	400	초연결 통신 연구소	1.37
30	다수 이종 프로토콜 간 연동을 위한 IoT가전 프로토콜 상호연동 표준개발	2018-04-01	2021-12-31	-	150	초연결 통신 연구소	0.5
31	산업용 디바이스를 위한 대규모 고밀도 무선 IoT 네트워킹 기술 개발	2018-09-01	2020-12-31	-	820	초연결 통신 연구소	2.36
32	공동주택(민수용) 소비자편익을 위한 개방형 차세대 통합검침용 스마트미터링 기술 개발	2018-05-01	2021-04-30	-	228	초연결 통신 연구소	0.8
33	공공건물 제로에너지 구축을 위한 빅데이터 플랫폼 기반 딥러닝 에너지 진단 기술 개발	2017-05-01	2019-12-31	-	170	초연결 통신 연구소	0.63
34	기존 전력선에 적용되는 무접점 전원 공급 장치의 실증사업을 통한 신융합 사업 및 세계시장을 선도하기 위한 국내 법적 제도 개선	2018-12-01	2020-11-30	-	150	초연결 통신 연구소	0.33

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
35	공공건물 에너지효율 극대화를 위한 최적화 기술개발	2015-06-01	2019-05-31	-	40	초연결 통신 연구소	0.8
36	커뮤니티형 AMI/EMS 기술 개발	2018-04-01	2020-12-31	-	1,870	초연결 통신 연구소	1.08
37	쾌적하고 안전한 전기자동차용 소프트웨어 고체전해질 기반 바이폴라형 이차전지 핵심기술 기술개발	2014-12-10	2019-12-31	-	135	ICT소재 부품 연구소	1
38	쾌적하고 안전한 전기자동차용 소프트웨어 고체전해질 기반 바이폴라형 이차전지 핵심기술 기술개발	2014-12-10	2019-12-31	-	315	ICT소재 부품 연구소	1.27
39	인체 열해석 기반 연성열전모듈 설계 및 시스템 패키징 기술 (본과제명:Wearable Device 용 열전발전 시스템 기술 개발)(4차년도)	2014-12-10	2020-12-31	-	400	ICT소재 부품 연구소	1.19
40	인체 열해석 기반 연성열전모듈 설계 및 시스템 패키징 기술 (본과제명:Wearable Device 용 열전발전 시스템 기술 개발)(4차년도)	2014-12-10	2020-12-31	-	170	ICT소재 부품 연구소	1
41	(민간매칭)LED 램프를 이용한 10Mbps급 VLC 전송 기술 개발(직접비)	2019-01-01	2019-12-31	-	121	초연결 통신 연구소	0.5
42	무독성 버퍼층을 갖는 다색 플렉서블 박막 태양전지 기술 개발	2016-11-01	2021-10-31	-	420	ICT소재 부품 연구소	1.43
43	그래핀 등 저차원 나노소재의 전기적 특성평가 방법 표준개발	2017-04-01	2020-12-31	-	30	ICT소재 부품 연구소	1.1
44	스마트 전자가격표시기(ESL, Electronic Shelf Labels)를 위한 컬러오이드 광결정 필름 개발	2017-07-01	2022-12-31	-	200	ICT소재 부품 연구소	0.71
45	플렉서블 전자소재 산업기술기반 조성사업	2015-09-01	2020-02-29	-	738	ICT소재 부품 연구소	3.36
46	산업 및 의료용 고출력 고체레이저 제작을 위한 6인치급 RE:YAG 단결정 소재개발	2013-11-01	2020-08-31	-	74	ICT소재 부품 연구소	1.24
47	태양광 보급확대를 위한 국내 태양광발전시스템 빅데이터 기반의 유지관리비용 저감기술 개발	2017-12-01	2020-11-30	-	2,000	초연결 통신 연구소	3.72
48	양면발전 효율 8.5 % 및 투과도 20%를 갖고 다양한 색상 구현이 가능한 박막 실리콘 기반의 완전투광형 투명 태양전지 기술 개발	2016-12-01	2019-11-30	-	710	ICT소재 부품 연구소	1.86
49	고효율 (16% 이상) 대면적 (15 cm x 15 cm) 인쇄공정 기반 페로브스카이트 태양전지 모듈 제조 기술 개발	2016-11-01	2020-09-30	-	282	ICT소재 부품 연구소	1.77
50	그래핀 기술 기반 에너지 저장용 고효율 시스템 개발	2018-05-01	2020-04-30	-	100	ICT소재 부품 연구소	1.5
소계				3,853	32,780		112.31

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
[성과목표 5-4] 건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션							
◇ 관련 내역사업(대과제) ETRI R&D 역량 강화를 위한 선행적 기획기반 구축사업							
1	전기장을 이용한 입는 암 치료기 핵심모듈 기술개발(출연금 사업)	2018-01-01	2019-12-31	330	-	SW· 콘텐츠 연구소	1.21
2	차세대 의료영상 이미징 시스템 개발	2015-03-01	2020-02-29	-	2,530	SW· 콘텐츠 연구소	7.87
3	심혈관질환을 위한 인공지능 주치의 기술 개발	2017-01-01	2021-12-31	-	3,926	SW· 콘텐츠 연구소	21.29
4	스마트폰연계 타액 중 다중 바이오마커 기반 스트레스 분석기	2017-12-01	2019-11-30	-	410	SW· 콘텐츠 연구소	1
5	다중 바이오마커 기반 모바일 다이어트 모니터링 기술 개발	2017-04-01	2022-03-31	-	300	SW· 콘텐츠 연구소	1.25
6	유전자-주석-질병간 연관성 분석을 위한 문헌 데이터 마이닝 기술 개발	2014-10-01	2022-09-30	-	270	SW· 콘텐츠 연구소	1
7	헬스케어 서비스를 위한 음성 UI 표준 개발	2018-07-01	2020-12-31	-	100	SW· 콘텐츠 연구소	0.3
8	수면관리 서비스 및 상호운용성 지원 표준개발	2018-07-01	2020-12-31	-	380	SW· 콘텐츠 연구소	0.85
9	수술치료용 근적외선 이중파장 45W급 소형 레이저 시스템 개발	2019-04-01	2020-03-31	-	450	SW· 콘텐츠 연구소	0.82
10	고속, 가변 프레임의 디지털 엑스선 소스를 이용한 엑스선 투시 영상 시스템 기술 개발	2017-09-21	2020-02-29	-	458	ICT소재 부품 연구소	1.39
11	신개념의 디지털 엑스선 소스와 이를 활용한 차세대 무압박, 무고통 유방 CT 기술 개발	2015-11-01	2020-07-31	-	551	ICT소재 부품 연구소	1.08
12	개발 ICT 센싱 모듈의 성능분석 및 수면시 무의식 자세변동등 블루투스 통신에 의한 전송된 데이터의 신뢰성 분석 및 기술성 평가	2018-04-30	2020-12-31	-	100	SW· 콘텐츠 연구소	0.62
13	덴탈 CT용 기하 보정 기술 개발	2018-12-01	2019-12-31	-	132	SW· 콘텐츠 연구소	0.42
14	급성/만성 신부전증 조기 진단 기술 개발	2017-07-01	2020-12-31	-	200	SW· 콘텐츠 연구소	0.8
15	맞춤형 개인건강관리 서비스를 위한 헬스케어 음성 UI 플랫폼 기술 개발	2019-04-01	2021-12-31	-	130	SW· 콘텐츠 연구소	0.64
16	고출력 고속 디지털 변조 가능 나노 냉음극 엑스선 튜브 혁신기술 개발	2018-07-01	2022-12-31	-	250	ICT소재 부품 연구소	1.12
17	가정용 근기능 재활을 위한 연결형 지능적 족정 및 구동 솔루션 개발	2018-12-01	2021-11-30	-	400	초연결 통신 연구소	0.7

No.	과제명	연구기간		예산(백만원)		인력	
		시작	종료	출연금	수탁	소관 부서	투입 인원
18	암치료기용 레이저 가속기반 다중입자빔 발생을 위한 핵심원천기술 개발	2015-12-21	2020-12-31	-	1,400	SW·콘텐츠 연구소	1.85
19	암치료기용 레이저 가속기반 다중입자빔 발생을 위한 핵심원천기술 개발(매칭)	2015-12-21	2020-12-31	-	400	SW·콘텐츠 연구소	0
소계				330	12,387		44.21
[성과목표 5-5] 정교화·자동화 해킹을 원천 차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술							
◇ 관련 내역사업(대과제) 안전하고 스마트한 초연결 핵심기술 개발							
1	데이터 안심사회를 위한 트러스트 데이터 커넥툼 원천기술 개발 (출연금 사업)	2018-01-01	2023-12-31	5,267	-	초연결 통신 연구소	18.17
2	고신뢰 지능정보 서비스에서 휴먼(H)-인프라(I)-서비스(S)를 연결하는 Portal Device 보안 기술 개발	2018-02-01	2020-12-31	-	1,500	초연결 통신 연구소	5.9
3	맞춤형 보안서비스 제공을 위한 클라우드 기반 지능형 보안 기술 개발	2016-04-01	2019-12-31	-	4,300	초연결 통신 연구소	5.47
4	능동적 사전보안을 위한 사이버 자가변이 기술 개발	2017-03-01	2020-12-31	-	1,900	초연결 통신 연구소	5.8
5	(공공안전-2세부)클라우드 기반 지능형 영상보안 인큐베이팅 플랫폼 개발	2017-03-01	2019-12-31	-	2,000	초연결 통신 연구소	5.93
6	(총괄+1세부) IoT 디바이스 자율 신뢰보장 기술 및 글로벌 표준기반 IoT 통합보안 오픈 플랫폼 기술개발	2018-04-01	2021-12-31	-	2,400	초연결 통신 연구소	8.77
7	(2세부) IoT 인프라 공격 확산 방어를 위한 상황 적응형 보안 자율제어 기술개발	2018-04-01	2021-12-31	-	1,400	초연결 통신 연구소	6.32
8	오토모티브 이더넷 기반 차량 보안위협 예측·탐지·대응 및 보안성 자동진단 기술개발	2018-04-01	2020-12-31	-	2,000	초연결 통신 연구소	6.69
9	O2O 서비스를 위한 무자각 증강인증 및 프라이버시가 보장되는 블록체인 ID 관리 기술 개발	2018-05-01	2020-12-31	-	1,375	초연결 통신 연구소	5.59
10	미래컴퓨팅 환경에 대비한 계산 복잡도 기반 암호 안전성 검증 기술개발	2019-04-01	2026-12-31	-	750	초연결 통신 연구소	2.3
11	블록체인간 트랜잭션 및 블록 전파 지연 문제 해결	2019-04-01	2020-12-31	-	400	초연결 통신 연구소	2.1
12	지능화된 악성코드 위협으로부터 ICT 인프라 보호	2019-04-01	2022-12-31	-	1,000	초연결 통신 연구소	2.9
13	선제적 위험대응을 위한 예측적 영상보안 핵심기술 개발	2019-04-01	2022-12-31	-	1,700	초연결 통신 연구소	6.28
14	저고도 무인비행장치 교통관리체계 보안기술 및 불법 행위 억제 기술 개발	2017-05-01	2021-12-31	-	950	초연결 통신 연구소	4.05
소계				5,267	21,675		86.27
총계				71,070	403,173		1,638

⑥ R&R과 연구사업계획 연계 현황

기관 R&R	
상위역할	주요역할
① 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축	①-1 스스로 학습, 판단, 진화하는 복합인공지능기술 연구
	①-2 인간과 자율지능 시스템의 상호작용이 가능한 자율지능 공존기술 연구
② 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현	②-1 인공지능 처리성능 한계를 극복하는 고성능 컴퓨팅 기술 연구
	②-2 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자컴퓨팅 원천기술 연구
③ 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현	③-1 연결의 한계를 극복하는 초연결 입체통신 기술 연구
	③-2 자율적으로 연결, 제어, 진화하는 초연결 지능화 기술 연구
④ 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현	④-1 가상과 현실의 경계를 허무는 초실감 입체공간 기술 연구
	④-2 오감·감성 체험이 가능한 초실감 상호작용 기술 연구



연구사업계획	
전략목표	성과목표
1. 인간 중심으로 자율지능과 공존하는 초지능 정보사회 기반 구축	1-1. 스스로 보고 듣고 읽으며 성장하는 범용 인공지능 원천기술
	1-2. 고령화 사회의 스마트 라이프 실현을 위한 자율시스템 원천기술
	1-3. 국민 안전과 편의 증진을 위한 지능형 자율 드론 및 불법드론 대응 기술
2. 성능 한계를 극복하는 초성능 컴퓨팅 실현	2-1. 인공지능 성능 혁신을 위해 폰노이만 병목을 해소하는 데이터 중심 컴퓨팅 원천기술
	2-2. 컴퓨팅의 파괴적 혁신을 위한 인공지능 프로세서 및 양자 컴퓨팅 원천기술
3. 안전하고 스마트한 초연결 인프라 구현	3-1. 공간연결의 한계 돌파를 위한 6G 이동통신 핵심 원천기술
	3-2. 속도·에너지·집적도·보안 한계 극복을 위한 광통신 원천기술
	3-4. 5G+/6G 주파수 발굴 및 전파위성 인프라 고도화
4. 소통과 체험을 극대화하는 초실감 서비스 실현	3-3. 연결중심 인터넷의 한계를 극복하는 변혁적 Thinking Internet 원천기술
	4-1. 가상과 현실의 경계를 허무는 입체공간 미디어 원천기술
	4-2. 초실감 콘텐츠 서비스 제공을 위한 감성콘텐츠 및 지능형 실감인터랙션 기술

기관 R&R	
상위역할	주요역할
⑤ 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련	⑤-1 지능화 솔루션 기술개발로 제4차 산업혁명 실현
	⑤-2 잠재적 사이버 위협을 원천 차단하는 지능형 사이버 보안 및 신뢰 인프라 기술 연구



연구사업계획	
전략목표	성과목표
5. 국가 지능화 융합기술 개발로 혁신성장 동인 마련	5-1. ICT 기반의 공공분야 국민 생활문제 해결 지능화 솔루션
	5-2. 지역혁신성장을 선도하기 위한 지역특화산업연계 현장 맞춤형 지능화 솔루션
	5-3. 수요자 중심 新산업생태계로 혁신을 위한 제조·에너지 ICT 지능화 솔루션
	5-4. 건강 100세 실현을 위한 의료 지능화 솔루션
	5-5. 정교화·자동화 해킹을 원천 차단하는 지능형 사이버보안 핵심기술

[별첨 1] 성과목표5-3: 제조 분야 수요기관 목록

구분	수요기관명	기관 설명
공급망 지능화 기술 수요기업	스마트제조산업협회	전국 지역 110개 이상의 수요기업 및 공급기업 협력 회원사 확보, 공급망 연결 적용 공장 요구사항 분석 및 발굴
	전북자동차포럼협회	2018년 GM군산공장 폐쇄, 울산조선소 폐쇄 등 공장 가동률 저하에 따른 수요처 다변화가 절실한 군산, 익산지역 중소기업 공장 회원사로 확보, 공급망 연결 적용 공장 요구사항 분석 및 발굴
	(주)해도	군산 지역 중소 선박 제조 업체
	(주)삼진산업	전북 지역 자동차 부품 업체
	(주)만희기전	센서 및 부품 업체
생산인프라 보유하지 않은 창업/중소기업 수요 기업	(주)로터텍	제품/시제품 개발 전문업체
	(주)에스케이테크	제품/시제품 개발 전문업체
	에어사운드	마이핀플러스
	라임스튜디오	토이콘
	(주)모비다임	홀센서구조물
	(주)스퀘어	반려견활동량 측정 웨어러블
	(주)세종크리에이티브	고성능 IoTGateway로 활용가능한초소형 미니 PC
	테라코너스	유방암 검진기 사용자 인터페이스 모듈
	(주)아이렉스넷	안전디바이스
	김덕규 타이밍	김덕규 파워 트레이너
	(주)씨니팩토리	지역축제고객 및 행사관리앱 ‘페스타’ 커버
	(주)예안산업	식물재배 틀
	(주)제이마크구조엔지니어링	구조물 설계 및 시공
	봄아트틀	구체관절인형 제작
	합강테크	S/W , 임베디드 개발
	애프트로닉스	S/W , 임베디드 개발
	주식회사 예감	디자인
	퍼플엠	디자인 / 마케팅
	(주)폴	IT개발
	웨저	IT개발
	(주)스프링 시티	캠핑용품개발
	귀티나	악세사리 판매
	(주)티엠에스코리아	메카트로닉스 개발

구분	수요기관명	기관 설명
	DRB동일	고무제품 제조
	동화엔텍	열교환기 제조
	고려제강	특수선재산업
	동남파워텍	모바일 개발
	(주)엔에이치에이	컨설팅
	(주)동신유압	사출성형기 제조
	(주)신동디지텍	IT-선박융합핵심기술 개발
	(주)씨드시스템	웹 서비스 플랫폼
	(주)선진해운	인력 공급업
	우원소프트(주)	e-biz
	(주)오토닉스	센서, 제어기기 개발
	소나테크(주)	소나
	(주)로보테크	로봇, 로봇시스템
	대양전기공업(주)	전기전자
	(주)컨코	로봇, 검사장비
	(주)지앤아이솔루션	전기전자, 3D 프린팅,
유연생산 공정지능화 기술 수요 공장	(주)SHG	자동차 도어트림/각핏 차량 모듈 조립 공장
	(주)오토젠	자동차 차체 프레스/레이저/용접 공장
	(주)만도	자동차 부품 공장
	(주)남선알미늄	자동차 부품 공장
설비 지능화 기술 수요 기업	(주)제우스	산업용 다관절 로봇 제조사

[별첨 2] 성과목표5-3: 에너지 분야 수요기관 목록

구분	수요기관명	기관 설명
스마트그리드 사업자	한국스마트그리드협회(KSGA) http://www.ksga.org	스마트그리드산업의 건전한 발전과 신재생에너지 및 양방향 전력시스템의 이용촉진을 통하여 스마트그리드 산업의 진흥을 위한 스마트그리드 기관들의 협회(사단법인)
	(재)한국스마트그리드사업단 https://smartgrid.or.kr	스마트그리드의 구축 및 이용촉진을 함으로써 관련 산업을 육성을 위한 재단법인
	한국전력거래소	
	한국전력공사	
	한전KDN	
	LS산전	
	KT	
	SK텔레콤	
	그리드위즈	
	발전사	남동발전, 남부발전, 동서발전 등
	기타 스마트그리드협회 참여기업	
수요관리 사업자	수요관리사업자협회 http://www.kodra.or.kr/	전력수요반응제도의 도입에 따른 수요관리 프로그램 참여 사업자
	(주)KT	통신사업 기반의 수요관리사업 참여
	SK E&S(주)	수요관리사업자
	(주)우암코퍼레이션	수요관리사업자
	(주)벽산파워	수요관리사업자
	(주)그리드위즈	수요관리사업자
	(주)아이디알서비스	수요관리사업자
	서울에너지공사	
	상기 외 다수 관련 기업	
신재생발전 사업자	(사)전국태양광발전협회	산업통상자원부 인가 사단법인으로서 전국의 태양광 발전사업자, 시행 및 시공사, 인허가 및 운용관리 등 관련 산업종사자와 업체들로 구성된 조직
	(사)한국 태양광발전사업자 연합회	태양광 시장에서 태양광발전의 시공/시행/소비자를 통괄하는 개발자로서 태양광발전소 전문회사
	(주)해준	태양광발전 시공 및 운영 관리사업자
	(주)탑솔라	태양광발전 시공 및 운영 관리사업자
	(주)탑인프라	태양광발전 시공 및 운영 관리사업자
	한빛이디에스(주)	태양광발전 시공 및 운영 관리사업자
	(주)대은	태양광발전 시공 및 운영 관리사업자
	상기 외 다수 관련 기업	

구분	수요기관명	기관 설명
ESS 사업자	한국전지산업협회	에너지저장장치 관련 산업체 협회
	(주)데스틴파워	ESS 구축 및 운영 사업자
	(주)지필로스	ESS 구축 및 운영 사업자
	(주)파워이십일	ESS 구축 및 운영 사업자
	(주)피엔이시스템즈	ESS 구축 및 운영 사업자
	(주)코캠	ESS 구축 및 운영 사업자
소규모 중개거래 사업자	(주)KT	인공지능 블록체인 활용 소규모 전력중개사업 참여
	(주)해썬	태양광 발전 대여 및 발전량 예측
	에스케이이엔에스 주식회사	태양광 집합발전 및 발전량 예측 고도화
	한국전력정보(주)	AI, 빅데이터, 블록체인 기술 활용한 비용 최소화
	주식회사 신한전기	소규모 중개거래 사업자
	(주)세이브에너지	소규모 중개거래 사업자
	주식회사 신록태양광에너지	소규모 중개거래 사업자
	주식회사 우림이앤엠	소규모 중개거래 사업자
	브이젠	VPP 엔지니어링 시스템을 통하여 태양광, ESS 예측 기반 최적 설비관리의 태양광 토탈 케어 서비스
	주식회사 그리드위즈	DR 사업자
	솔라커넥트	태양광 발전 사업
	파워21	소규모 중개거래 사업자
	주식회사 제주탐솔라	소규모 중개거래 사업자
	탐솔라 주식회사	소규모 중개거래 사업자
	한국동서발전	소규모 중개거래 사업자
	(주)탐인프라	태양광 발전 사업 및 EPC
	에스케이텔레콤	소규모 중개거래 사업자
	솔라시스템	소규모 중개거래 사업자
	솔라위즈	소규모 중개거래 사업자
	썬웨이	소규모 중개거래 사업자
	레즐러플러스	소규모 중개거래 사업자
	풍성에너지	소규모 중개거래 사업자
	성창	소규모 중개거래 사업자
	다산에너지	소규모 중개거래 사업자
	대성히트펌프	소규모 중개거래 사업자
	(주)헤리트	중개거래 사업자 사업자 예정
기타 사업자	(주)광명SG	스마트그리드 분야 및 배전반 기업

구분	수요기관명	기관 설명
	(주)제니스텍	ESS 및 신재생 관련 사업자
	(주)누리텔레콤	AMI 사업자
	(주)옵니시스템	AMI 사업자
	(주)두두원	스마트그리드 및 에너지분야 소프트웨어 기업
	(주)네오텍	스마트그리드 및 에너지분야 HW 장치 기업
	상기 외 다수 기업	