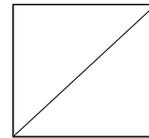


공 개



심 의
연 월 일

2024. 2. 1.
(제 5 회)

심
의
사
항

국가전략기술 임무중심 전략로드맵(안)

IV. 필수기반 분야 : 차세대통신, 첨단로봇·제조, 사이버보안

국가과학기술자문회의
국가전략기술 특별위원회

제출자	관계부처 합동
제출 연월일	2024. 2. 1.

I. 수립 배경

- 초거대 AI 등장(ChatGPT, '22.12)에 이은 사회 전반의 디지털 전환(DX)이 '24년에도 미래기술 트렌드를 주도할 전망
 - ※ CES2024, 딜로이트 등 글로벌 기술예측이 공통적으로 "AI 생태계 본격화"를 화두로 제시, 美 정부 '신뢰가능한 AI 행정명령' 발표('23.10.) 등 AI 주도권 확보 경쟁 본격화
- 생성형 AI의 초산업 파급을 위해 ▲'지능화·저전력' 네트워크 및 ▲'AI의 물리적 구현'으로서의 로봇화(robotization) 필수
 - ※ (예시) 완전자율주행 구현을 위해선 차량간·차량-서버간 연결시간 최소화(1ms = 1/1000초 이하) 필요
- AI가 실제 디지털 플랫폼으로 구현되기 위해선 사전 취약점 대응 등 ▲전주기 사이버보안을 토대로 한 사용자의 수용성 뒷받침 필요
 - ※ 가트너 '24년 10대 핵심기술' 중 1·2번 기술이 AI 신뢰·위험·보안관리 / 지속적 사이버보안



- 이들 필수기반 분야는 반도체·이차전지 등이 화두가 되기 이전부터 기술안보의 최전선에서 주목 → 안보적 중요성 高
 - '백도어 사이버공격' 우려 기반 통신장비를 둘러싼 무역제재('17~)가 공급망 관리 중요성 및 미·중 패권경쟁이 대두되는 기폭제로 작용
 - ※ 차세대 네트워크 장비는 물론, SW 전반의 사이버 안전성 확보가 무역장벽으로 작용할 가능성
 - OECD·호주 ASPI(전략정책연) 등은 중국 기술자립의 주된 배경으로 로봇 등 첨단기술 기반 제조업 강화 전략 '중국제조 2025'('15)를 강조 → 특히, 인구절벽이 가시화되는 상황에서 제조업 경쟁력 유지 및 프렌드쇼어링 등 산업 블록화에 대응하기 위해 로봇 기술이 주목

☞ 차세대 통신은 본래 우리 강점 분야이나, 6G는 현재 국제표준 작업이 진행중으로 주도권 유지를 위한 원천기술·표준 선점 시급

☞ 첨단로봇·사이버보안은 추격 필요 분야로, 감격차를 위한 연구·실증과 함께 글로벌 경쟁을 위한 산업 스케일업 필요

※ 선도국(美) 대비 기술수준 : 이동통신 97.8% / 차세대보안 89.1% (ITP) / 로봇제조 75~83.5% (KISTEP)

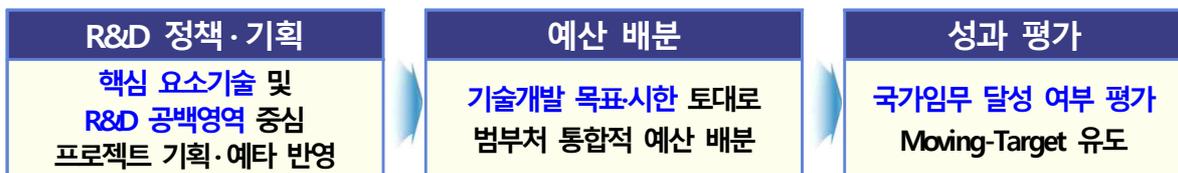
I 수립 배경

- **(전략기술 선정)** ▲공급망, ▲신산업, ▲외교·안보의 통합적 관점에서 기술주권 확보가 필수적인 12대 국가전략기술 선정('22.10. 자문회의 전원회의) 및 특별법* 제정('23.3.)
* (로드맵 관련 조문) 제5조 : 전략기술 육성 기본계획 수립 / 제14조 : 전략기술 지식·정보 체계적 관리
- **(로드맵 필요성)** 국가 차원에서 꼭 필요한 핵심기술을 식별·확보하기 위한 임무중심적 전략을 세밀하게 수립·추진 필요
※ 美 반도체와 과학법, 日 경제안보법(특정중요기술)도 전략기술 국가 대응전략 연구·수립 추진을 명시
- **(수립 현황)** ('22년) 양자·수소 → ('23.8.) 기술패권 경쟁 분야 - 반도체·디스플레이, 이차전지, 첨단 모빌리티 → ('23.10.) 미래혁신 분야 - 첨단바이오, 인공지능 → ('24.2.) 거대과학·필수기반 분야 (총 5개 전략기술) / 12대 분야 완비

II 수립 주안점



- ① **(국가임무·전략성 중심 Top-Down 기획)** 개별부처 사업·과제기획 위한 기술로드맵 (세부기술 나열)이 아닌, R&D 투자·평가의 국가 차원 우선순위 명확히 제시
※ “다다익선”적 기술확보 전략이 아닌, 국가임무 관점 반드시 기술주권이 필요한 기술로 한정
- 경제안보 관점 분석을 통해 중점기술 단위 가시적 임무를 설정하고, 임무 달성에 길목이 되는 기술(Choke point)을 식별
- ② **(최상위 로드맵)** 기발표된 부처별 전략을 국가적 관점에서 정밀 분석하여 필요성·실현가능성을 고려한 전략적 정량 목표 제시(정합성 확보 병행)
- ③ **(투자·정책 연계)** 핵심기술 확보를 위한 중점 투자방향 및 인재·국제협력·인프라 등 생태계 조성 방안을 함께 제시, R&D 정책의 나침반으로 적극 활용



- ④ **(민간 전문가 주도)** 혁신본부 주도 下 과기자문회의 전략기술 특위 및 기술별 전문가 조정위를 구성하여 로드맵(안) 마련
※ 산·학·연 및 관계부처가 참여하는 기술별 조정위 전체회의(3회) 및 중점기술별 전문가 소그룹 회의(수시)를 통해 임무·목표 도출

◇ '30년 목표로 설정된 임무는 ▲부처별 이행상황을 주기적으로 점검함과 동시에, ▲대내·외 여건변화에 따라 주기적으로 업데이트

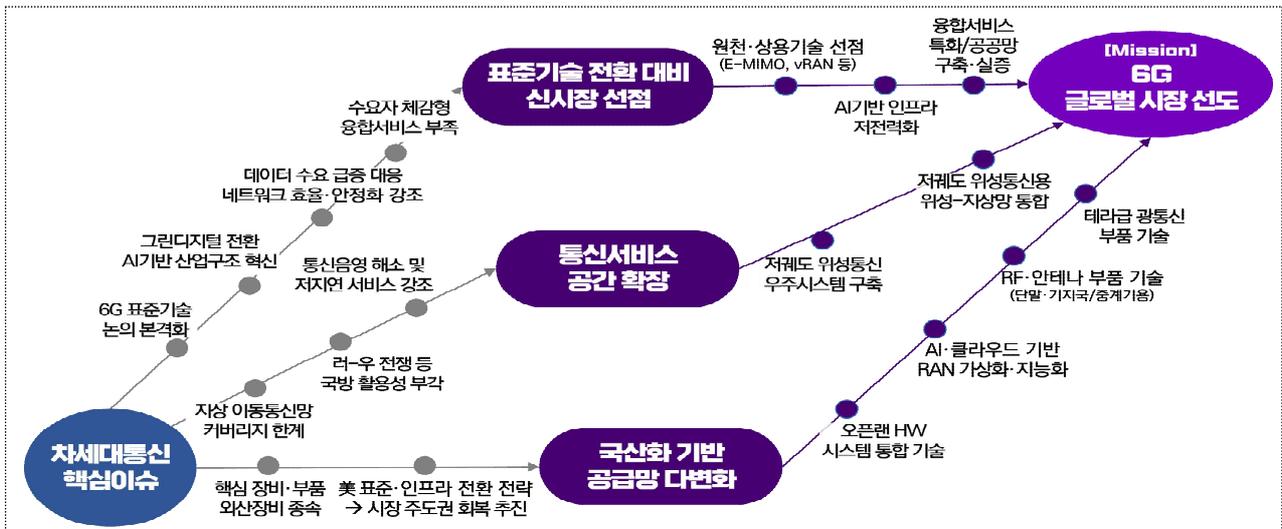
II. 분야별 로드맵 주요 전략

1. 차세대 통신: 표준특허 선점·핵심기술 조기 확보 → 6G 글로벌 시장 선도

□ 핵심 이슈

- **(6G 주도권 경쟁)** 6G는 주요국 모두 '30년경 상용화'를 제시 중이나, 기술 규격 등 표준화 작업*은 현재 진행 중 → 양질의 후보 기반기술을 최대한 확보할 필요
 - ※ 6G 표준화 명칭 "IMT-2030" 및 절차 등을 담은 비전 권고안이 확정된 상황(23.11), '28~30년 표준 승인을 목표로 국제기구 논의 지속 중
 - 초연결·초자자연은 물론 AI 적용, 자전력화 및 위성통신 적용 등 초격차 기술 확보 시급
- **(공급망 다변화)** 미·중 디커플링에 이어, 개방형 기술 표준 수립 및 인프라 구축을 위한 오픈랜(Open-RAN)* 기반 국제협력 주도 필요
 - * 서로 다른 제조사가 만든 기지국 장비를 상호 연동하여 사용 → 특정 업체 종속성 탈피
 - 특히, 통신부품의 경우 보안 위협에 따른 자립화 필요성 高 → 우리 기지국 장비 경쟁력을 토대로 기술주권 관점 접근 필요

< 핵심이슈 기반 임무·목표 도출 >



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

□ 국가 임무 · 목표

① (6G) 6G 연구개발 성과물 기반 Pre-6G 기술 시연, 핵심기술 조기 확보(~'26) 및 AI 기반 지능화 저전력화 네트워크 기술·표준 선점(~'30)

- 원천기술·표준 경쟁력 강화 6G 무선기술의 핵심이 되는 ▲다중 안테나 사용(E-MIMO), ▲클라우드 친화적 네트워크, ▲AI 적용 개발 등 본격화
 - ※ 7~24Ghz 주파수 대역인 Upper-mid 밴드를 지원하는 핵심 기술 개발 및 검증 (Pre-6G 기술시연) (~'26년)
- 네트워크 저전력화 데이터 증가에 따른 기지국 에너지 소모량 증가 문제 해결을 위한 Pre-6G 저전력 기지국 기술 확보
 - ※ 인프라·장비 전영역의 저전력화를 통한 5G 대비 에너지 저감 우위 달성 목표

중점 투자방향	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 출연연·대학 등 원천연구를 토대로 6G 표준에 반영될 가능성이 높은 기반 및 사업화 기술을 확보 ▶ 상용화 단계 진입에 기여할 수 있는 통합 기술시연 추진 * 차세대 네트워크(6G) 산업 기술개발' 사업 추진('24~'28, 총 4,407억원)
----------------	--

② (5G-Adv*) 現 5G 표준을 대체할 차세대 이동통신 기술 기반 5G 서비스 안정성 강화 → 차기 표준화 연계

- ※ 현재 5G 기술은 '18년에 발표된 Release-15 버전이 토대
 - 6G로 이행하는 중간단계로, 기존 5G 대비 향상된 성능 상용화 예정('25년)
- 5G 성능 향상 ▲기지국 저전력화(기존 대비 30% 이상 저감), ▲무선망 커버리지 확장, ▲동시접속폭 확대 등 5G 기술의 경량화를 통한 성능 고도화 구현
 - * (장기 목표) 6G로 데이터 총량이 증가하더라도, 현재 수준의 전력 사용량 유지
- 5G-Adv 융합서비스 구현 저전력 5G-Adv 기지국 기반으로 제조·교통·국방 특화망 및 공공망 시범구축

중점 투자방향	▶ 정부는 표준화 활동 위주로 지원, 시장 활성화는 민간 주도로 추진
----------------	--

③ (위성통신) 위성통신 핵심기술 자립화 → 6G 구현·음영지역 해소 본격화

- 저궤도 위성통신 탑재체 300~1,500km 고도에서 구현되는 안테나 등 위성통신 설계·탑재체 핵심기술 및 실증용 위성개발
- 지상용 관제 기술 빠르게 이동하는 저궤도 통신위성 환경에서 수백Mbps급 데이터 전송 및 정밀한 위성궤도 유지를 위한 관제국 확보
- 사용자용 단말 기술 Pre-6G 기반 단말 모뎀·무선 안테나 등 핵심부품 개발·검증

중점 투자방향	▶ 국방 활용성, 우주 환경에서의 시험 운용 및 검증이라는 특수성을 고려, 정부 주도의 연구개발 투자 및 관련 산업체 연계 추진
----------------	---

④ **(오픈랜(Open-RAN))** 다수 장비에서 호환 가능한 통신부품 확보 및
 기지국 가상화 SW 기술 확보

- 개방형 핵심 부품 호환성 유지 및 가상화가 가능한 핵심부품* 모듈화 구현
 - * 안테나용 무선장치(Radio Unit), 신호 처리용 분산장치(Distributed Unit), 데이터 중앙장치(Centralized Unit)
- 가상화 SW 자체 자원관리 및 네트워크 오류·장애시 자동복구·최적화가 가능한
 통신 SW 자립화 → 6G급 품질 시험검증 추진

중점 투자방향	▶ 민간기업이 오픈랜 기술 표준을 준수하는 제품을 생산할 수 있도록 사업화R&D 및 실증 체계 구축
----------------	--

⑤ **(고효율 핵심부품)** 6G 단말기·기지국용 차세대 부품 국산화율 제고

- 단말기 - 무선(RF) 모듈 6G가 구현될 Upper-Mid 대역 단말용 모듈 기술 자립화
- 기지국 - E-MIMO 안테나 화합물 전력반도체 기반 광대역·다중대역 안테나 확보 추진

중점 투자방향	▶ 6G 예타사업 오픈랜 등 차세대 중점기술에 직결되는 핵심부품 위주로 타깃 지원
----------------	---

□ 전략기술 생태계 조성

- **(제도·인프라)** 장비산업 생태계 확장을 위한 기술운용 실증체계 및
 국제인증 체계를 구축하고 민·관 파트너십 강화 추진
 - 오픈랜 생태계 활성화를 위해, 민간 중심의 상호운용성 실증 행사(플러그페스트*)
 참여 및 해외진출 지원을 위한 국제인증 체계(K-OTIC) 마련 지원
 - * Plugfest : 글로벌 오픈랜 협의체 주최 (23년 글로벌 76개 이통사·기업 참여하여 오픈랜 성과 공유)
 - 네트워크 SW 역량 강화·사업화 지원을 위한 전문 지원체계 SW하우스* 구축
 - * 네트워크 SW 기술 고도화, 시험·검증, 유지보수, 기술지원까지 쏘주기 밀착 지원('24~)
- **(국제협력)** 표준협력을 위한 국제 공동연구* 확대, 국제 표준화 기구
 (국제전기통신연합(ITU), 3GPP) 의장단 확보 및 민간 표준화 활동 지원
 - * 미·영 등과 6G 공동연구 7건 진행 중('24.2 기준) → 향후 공동연구 대상국가 확대 추진
 - ITU의 'IMT-2030 프레임워크(6G 비전) 권고' 제정 주도(~'23)에 이어
 6G 최종표준 제정 완료(~'30)까지 지속적 대응 추진
 - * 6G 표준전문연구실 등 표준 전문 지원사업을 통해 6G 표준화 쏘단계 대응 중
 - 개도국 대상 네트워크·ICT 정책역량 지원을 확대*하여 네트워크·ICT
 선도국의 정책 경험 공유·확산 추진
 - * ICT·보안·전파 분야 개도국 지원: '23년 155억원 → '26년까지 2배 수준 확대 추진

차세대 통신 세부 목표

도전

UAM·자율주행·디지털트윈 등 **지역적·공간적 한계를 뛰어넘는 새로운 디지털 서비스 기반 6G 조기 상용화 및 융합서비스 확대**를 통한 차세대 통신시장 선점

비전

표준특허 선점 및 핵심기술 조기 확보로 6G 글로벌 시장 선도

중점기술
임무
(30년)

6G



6G 기술/표준 선점
글로벌 6G 시장 선도

오픈랜
(Open-RAN)



공급망·보안 취약성 극복
오픈랜 핵심기술 자립화

5G-Adv



5G-Adv 상용화·안정화
융합서비스 확대

고효율
5G·6G 통신부품



공급망 리스크 대응
국산화 기반 공급망 다변화

위성통신



통신서비스 공간 확장
위성통신 기술 자립화

기술확보
목표

6G

원천기술·표준 경쟁력 강화

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

통신산업체 기술역량육성

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

유망 신기술 지속 확보

융합기술 고도화 및 인프라 저전력화를 통한 6G 응용서비스 실현
▶ 네트워크 신구조 및 AI-통신-센싱-컴퓨팅 융합기술, 인프라 저전력화 기술

5G-Adv

RAN·네트워크 고도화

5G 무선통신·네트워크망 기술 고도화를 통한 산업 역량 강화

표준기술 주도역량 확보

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

이종산업 융합 생태계 확대

5G-Adv 특화망/공공망 구축을 통한 이종산업 융합서비스 검증
▶ 무선 네트워크 경량화 장비 국산화 → 특화망/공공망 적용을 통한 검증

5G·6G
위성통신

**위성통신
우주시스템 구축**

통신탑재체 검증·실증용 저궤도위성
개발 및 위성통신시스템 기반 확보

▶ 저궤도 위성통신 탑재체·본체 기술

위성·지상망 통합

차세대 위성통신망에 기반한
저지연·초고속 통신서비스 공간 확장

▶ 저궤도 위성통신용 중심·관제국 기술

▶ 저궤도 위성통신용 단말 기술

오픈랜

개방화 및 시스템 통합

오픈랜 개방화 및 시스템 통합 기술 확보
▶ 개방형 HW 기술, 모듈식 네트워크 설계·통합 기술

가상화·지능화

오픈랜 소프트웨어 핵심기술 자립화
▶ AI-클라우드 기반 기지국 가상화, RIC(지능형 컨트롤러) 등 지능화 기술 고도화

오픈랜 생태계 조성

다양한 시나리오 및 응용서비스 동작을 검증하는 상호호환·시험검증 기술 확보

고효율
5G·6G
통신부품

단말기용 부품

단말기용 통신부품 고효율·광대역·초소형화
▶ 6G 광대역망·핫스팟 지원 단말기용 RF·안테나 부품 기술 확보

기지국/중계기용 부품

기지국/중계기용 통신부품 고출력·광대역·다중대역화
▶ 통신 용량 및 커버리지 확대를 위한 기지국/중계기 RF·안테나 부품 기술 확보

광통신망 부품

파장당 테라급 전송용량 광통신 부품 기술 확보

정책전략
(제안)

인재양성

핵심 R&D 인재 + 실무인재 양성 병행



대학ICT연구센터,
특성화 대학원 확대

채용연계형
계약학과 운영

국제협력

6G 국제표준화 활동 지원



표준협력을 위한 국제공동연구 강화,
ITU/3GPP 의정단 확보

제도/인프라

민관협업체계 강화
(6G포럼, 오픈랜 얼라이언스 등)



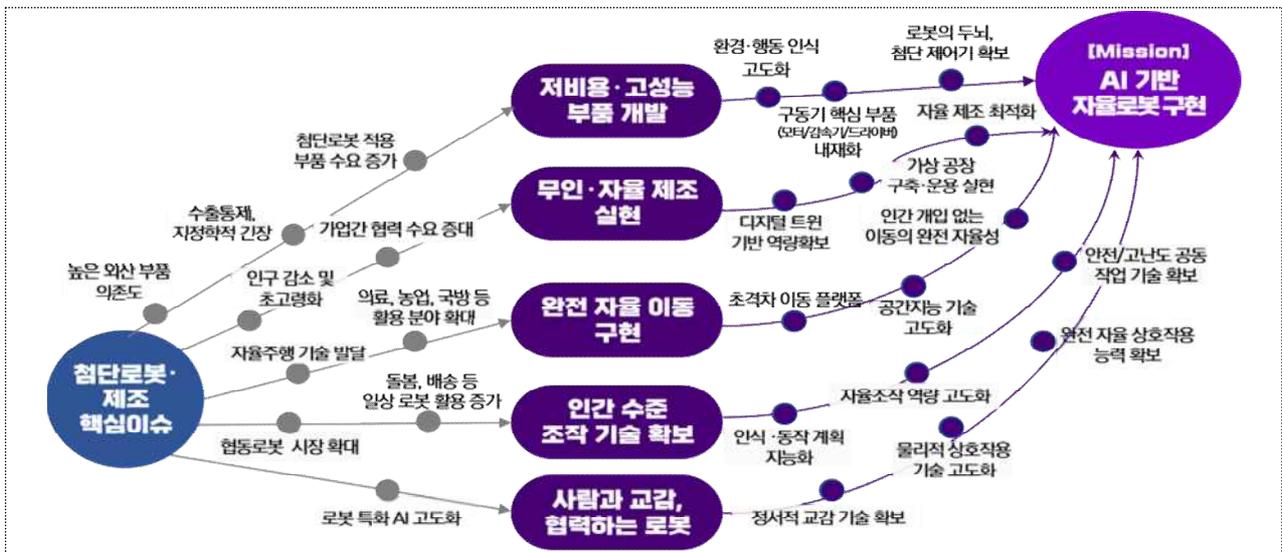
네트워크 SW 전문 지원체계 구축
상호운용성 실증 및 인증 지원

2. 첨단로봇·제조 : AI 기반 자율로봇 구현으로 국가 생산성 증대

□ 핵심 이슈

- **(선도국 독과점 극복)** 로봇 지능화, 고난도 작업에 사용될 새로운 부품·SW 수요는 증가하나, 중국(가격경쟁력)과 EU·일본(기술력) 사이에서 샌드위치 상황
 - 우리 로봇활용도는 세계 1위이나 부품·SW는 외국 공급망에 고착화(lock-in), 특히 제조로봇 관련 핵심부품 자립화 필수
- **(Robot as a Service)** ▲자율이동 기반 물류·보안 ▲상호작용 기반 돌봄 로봇 상용화는 물론, 알로하(구글 스탠퍼드), 옵티머스(테슬라) 등 ▲고도화된 조작 구현도 가시화
 - 인구절벽에 따라 로봇화가 필연적 → 기존 프로토타입 연구를 넘어 핵심기능 중심의 AI융합·원천기술 확보가 글로벌 경쟁력 확보의 열쇠

< 핵심이슈 기반 임무·목표 도출 >



중점기술	목표 선정 배경
로봇 부품·SW	▶ 구동기, 센서, 제어기 등 핵심 부품은 전통적 강자인 日과 가격경쟁력 중심 中이 장악 → 낮은 로봇 부품 국산화율(43.2%, '19)에 따른 공급망 취약성 사전대응 필요
자율 이동	▶ 물류/보안/자율주행 등 서비스 로봇 구현의 핵심 기술 → 다양한 실내·외 환경에서도, 사용자 개입이 최소화된 주행 지능 기술 확보
고난도 자율조작	▶ 비정형/미확인 물체를 파지하는 기술은 전세계적 난제로 인간 수준 로봇화의 최대 병목 → 맥락지능 기반 인식·동작 계획 자율조작으로 차세대 주도권 확보 가능
인간-로봇 상호작용	▶ 기존 로봇은 탑재된 시나리오·규칙 기반으로 상용화는 되었지만 상황 변화에 취약 → AI학습 기반 자율 상호작용이 가능한 HRI(Human-Robot Interface)는 기술적 블루오션
가상제조	▶ 노동인구 감소, 패밀리쇼어링 등 제조업 패러다임 변화의 핵심 기술 → 가상 제조 기술 내재화로 심화되는 글로벌 기업* 기술 의존 완화 * GE(미국), 지멘스(독일), 다쏘시스템(프랑스) / 구글, MS, 아마존 등

□ 국가 임무 · 목표

① (로봇 부품·SW) 핵심 3대 부품(센서·구동기·제어기) 저비용·고성능 개발로 로봇산업 본격화 관련 새로운 부품수요 대응

- * 구동기 : 외부 신호를 회전 운동으로 변환하는 로봇의 "근육"
제어기 : 부품 전반을 통제하는 로봇의 "두뇌"
- 지능형 센싱 기술 **촉각(고감도·대면적) 및 시각(직사광선·악기상 대응)** 센싱 기술 고도화
- 구동기 핵심 요소부품 확보 로봇을 움직이게 하는 3대 핵심요소 부품(감속기, 모터, 드라이버) 일체형 통합설계 기반 **고효율화·경량화** 기술개발
- SW 기반 제어기 이동·조작을 제어하는 로봇의 두뇌인 SDR(Software Defined Robot) 제어기 개발로 이종 다수 로봇 제어 유연성·상호운용성 향상

중점 투자방향	▶ 공급-수요기업 매칭을 통한 필수 부품의 실증 연계 개발 및 고부가 첨단 부품의 상용화 통한 로봇부품 산업 내재화
----------------	---

② (로봇 자율 이동) 완전 자율 이동 구현을 통한 로봇 활용 범위 극대화

- 공간지능 고도화 환경·상태 변화*에 강인한 공간지능 기술 고도화
- * 계절/시간/날씨/조도 등 환경변화뿐만 아니라, 로봇 종류 및 상태 변화에도 범용적으로 적용
- 원전자율이동 구현 장애물(계단, 요철, 경사 등) 극복·신속 이동능력을 확보하고, 예외 상황을 판단·극복하는 자율이동 능력 극대화

중점 투자방향	▶ 자율이동 로봇의 주행 데이터 확보 및 실증기회 제공
----------------	--------------------------------

③ (고난도 자율조작) 인간처럼 정교한 파지·조작 및 인간과 안전하게 협업가능한 인식·동작 기술 개발로 편의성·생산성 극대화

- 자율조작 역량 고도화 맥락지능에 기반한 비정형·미학습 물체의 ‘인식 → 동작 계획 → 파지·조작’ * 고도화 및 조작 동작 자율화
- * 물체인식 및 조작 성공률 95% 이상 목표
- 인간-로봇간 안전/고난도 작업 협업 현장 맞춤형 인식 기반 인간-로봇 고난도 공동 조작 작업(물리적 상호작용) 원천기술 확보

중점 투자방향	▶ 서비스 로봇의 고난도 조작 관련 원천기술 확보 필요 → H/W뿐 아니라 비정형적, 가변적 상황 판단·대응 위한 로봇 SW 중요
----------------	---

④ **(인간-로봇 상호작용)** 인간과 정서적·자율적으로 교감·행동을 생성하는 로봇

- 정서적 교감기술 상호작용 맥락을 기반으로, 인간의 행동패턴에 부합*하는 행동 자율생성 기술 개발

* 인간 기대 행동패턴의 90% 일치, 반응시간 0.2초 內 대응시 상용화 단계 진입 가능

- 자율적·지속적 상호작용 인간의 생체신호 등에 내포된 동작의도를 인식하고 다양한 일상환경에 범용적으로 적용가능한 로봇특화 멀티모달 AI기술 개발

※ 구글, 오픈AI 등 로봇 특화 AI 개발을 적극적으로 추진중

중점 투자방향	▶ 그간 로봇 상호작용은 과제 단위 소규모 투자가 대부분 → 생성형 AI 본격화를 토대로 로봇에 특화된 AI모델 개발 적극 추진
---------	--

⑤ **(가상제조)** 디지털 무인·자율제조 실현으로 산업 생산성 증대

- 디지털 자산 구축(Digital Twin) 현실 자산(공장·설비)의 메타데이터를 추출, 부품 단위까지 복제 → 관련 표준모델 시범 구현

- 가상 공장 플랫폼 구축·최적화 시뮬레이션 기반 공장 동기화 및 운영 확인, 가상 공정운용, 설비 추가·재배치 등 스마트팩토리 시뮬레이션 구현

※ 현존 공장의 디지털 트윈화를 1단계로 구현한 후, 중장기적으로 실존하지 않는 가상 공장을 선제적으로 구현하는 "Factoryless" 추진

중점 투자방향	▶ 기존 디지털 트윈 관련 대규모 투자가 진행되었으나, 데이터 생태계 구축에는 미비 → 시뮬레이션 솔루션 및 데이터 거래 생태계 보완 필요
---------	--

□ 전략기술 생태계 조성

- **(제도·인프라)** 가상환경, 실제 모사환경(물류, 생활 등)에서 로봇 서비스의 안전성, 신뢰성 등을 검증하는 국가로봇테스트 필드 구축으로 기업의 사업화 경쟁력 제고

* 로봇테스트필드 구축사업(신규) : '24~'28, 총 1997.5억원(국비 약 1,300억)

- 원천기술의 빠른 사업화가 가능하도록 규제 병목 및 개선과제를 지속 발굴
- 로봇 서비스 확장과 인간의 안전을 고려한 안전 기준 및 로봇 사고에 대한 로봇 보험·윤리기준 도입 등 제도적 대응체계 마련

- **(핵심인재)** 로봇대학원(산업부), AI융합혁신대학원(과기부) 등 학위과정과 함께, 최근 수요가 급증하는 로봇SW 인력양성 위한 재직자 과정 강화

- **(국제협력)** 기술별 핵심 난제 해결과 경쟁력 확보를 위해 미국, 일본 등 글로벌 선도국과 공동 R&D 프로젝트* 추진

* (예시) (美) 국방부 - 소프트 로봇, (日) 사회적 로봇 등

첨단로봇·제조 세부 목표

도전

선도국 독과점, 글로벌 빅테크 진입에 따른 공급망 재편성에 대비한 기술 자립화
AI, 자율주행 등 디지털 전환 기술 발전으로 확대되는 로봇·제조 신시장 경쟁력 확보

비전

AI 기반 자율로봇 구현으로 국가 생산성 증대

중점기술 임무 (30년)

로봇 정밀제어 구동 부품 SW 저비용·고성능 부품 개발로 글로벌 시장 공급망 강화	로봇 자율 이동 완전 자율 이동 구현을 통한 로봇 활용 범위 극대화	고난도 자율조작 인간 수준 조작 기술 개발로 편의성·생산성 극대화
인간·로봇 상호작용 일상에서 사람과 교감을 통해 협력하는 로봇서비스 실현		가상 제조 디지털 모델링 기반 무안자율제조 구현

기술확보 목표

1	로봇 부품/SW	환경·행동 인식 고도화 ▶ 지능형 센싱 기술 고도화·SoC화를 통한 센서 한계 극복 ▶ 시각센서 인식기능 한계 향상, 고감도/대면적 촉각센싱 기술 확보
		구동기 핵심요소부품 확보 ▶ 구동기 핵심 요소부품(모터, 감속기, 드라이버)의 고효율성/경량성/신뢰성 확보 ▶ 회전구동기 출력밀도 및 에너지효율 향상
		첨단로봇 제어기 확보 ▶ 이종/다종 로봇용 첨단 로봇제어기 내재화 기술 확보
2	로봇 자율이동	초격차 이동플랫폼 구축 ▶ 장애물 극복 능력과 신속 이동 능력을 갖춘 이동플랫폼 기술 확보 ▶ 고속이동과 특수 지형/장애물 극복 능력 동시 확보
		공간지능기술 고도화 ▶ 계절, 조도, 표면 마찰력 등 환경 변화 대상 공간/상황인지 기술 고도화
		이동 완전 자율성 확보 ▶ 예외 상황을 극복하는 완전 자율 이동 능력 극대화 ▶ 주행 예외 상황 판단 능력 확보(고난도 상황 30초 이내 극복)
3	고난도 자율조작	인식·동작 계획 지능화 ▶ 비정형·미확습 물체 인식 및 동작 계획 지능 확보 ▶ 물체 인식 추정 정확도 및 수립계획 기반 작업 (성공률 95% 이상)
		자율조작 역량 고도화 ▶ 비정형·미확습 물체 파지 및 고자유도 로봇 마니퓰레이터 조작지능 확보 ▶ 자율 동작 기반 물체 조작 (성공률 95% 이상)
		고난도 공동 작업 기술 ▶ 현장 맞춤형 인식 및 맥락지능 기반 인간-로봇 고난도 공동 조작 작업 원천기술 확보
4	인간-로봇 상호작용	정서적 교감 기술 확보 ▶ 정서적 교감을 통한 단순 반복 상호작용 한계 극복 ▶ 인간의 행동 패턴 - 자율생성 로봇의 소셜행동 구현(오차 10% 이하 구현)
		물리적 상호작용 고도화 ▶ 안전을 보장하는 물리적 상호작용/협력 기술 고도화 ▶ 안전 협업 동작 생성 성공률 90% 이상, 동작의도 인식 후 대응시간 ≤200ms 달성
		완전 자율 상호작용 ▶ 인간과의 지속적인 상호작용을 통한 서비스 능력/범위 확장
5	가상제조	디지털 기반역량 확보 ▶ 가상 공장 플랫폼에 연동가능한 디지털 자산 구축 ▶ 디지털 자산 모델링 및 디지털 자산 - 데이터 모델 연동 (부품 단위)
		가상공장 구축·운영 ▶ 가상 공장 시뮬레이션을 통한 현실 공장 구축·운영 ▶ 설비 추가 및 재배치를 반영한 생산 시뮬레이션 기술 확보
		자율제조 최적화 ▶ 인공지능 기반 공장 연합(가상-현실, 가상간) 및 자율 조정을 통한 최적화

정책전략 (제안)

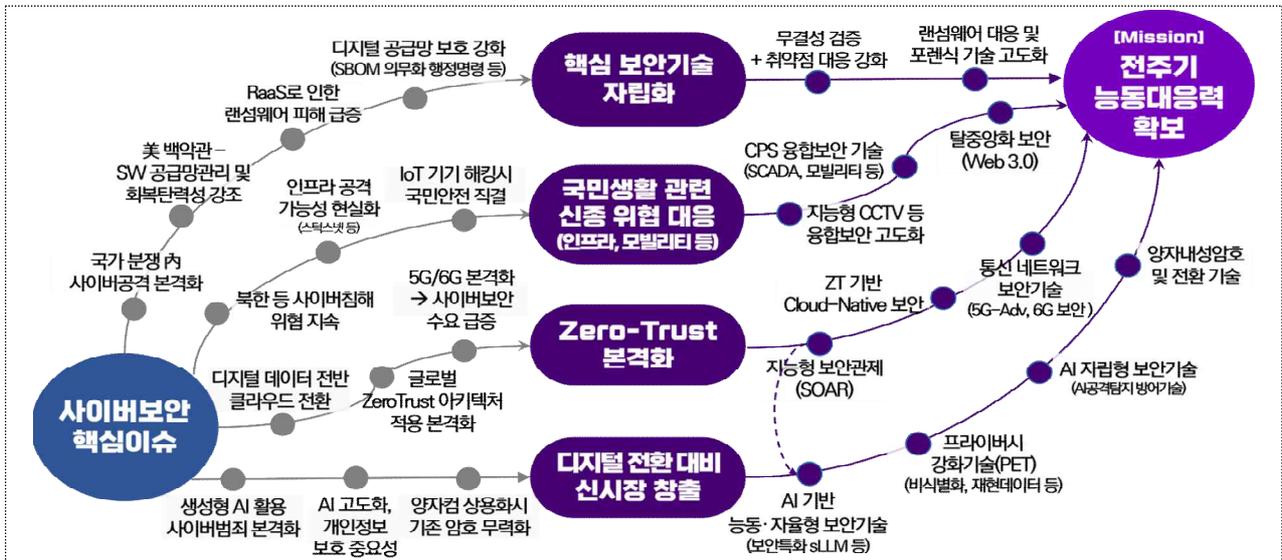
인재양성 AI 등 융복합 인재 확보 지원  학과간 협력으로 융복합 석박사 확보 현장 수요기반 실무인재 양성	국제협력 국제 공동 연구 및 표준 협력 강화  선도국과 국제 공동 연구 국제표준화 기구 적극 참여	제도/인프라 로봇산업 생태계 구축에 집중  국가로봇테스트필드 운영 규제개선/보험·윤리 등 신뢰성 확보
---	--	--

3. 사이버보안 : 회복탄력성을 갖춘 전주기 능동대응력 확보

□ 핵심 이슈

- **(핵심 보안기술 자립화)** 고도화되는 사이버 침해사고 대응에는 단순 탐지로는 부족, 사전 취약점 식별, 사고 후 복구 및 근원지 추적까지 전주기 회복탄력성(resilience) 필요
 - * (美 표준연) 위험 식별 → 접근 제어 등 보호 → 사고 탐지 → 대응 → 복구 등 5단계 프레임워크 요구
 - 특히 주요국의 SW 보안 요건 강화*에 대비한 SW공급망 안정성 확보 추진
 - * 美 국가사이버안보강화 행정명령(21.5.), EU '사이버 회복탄력성법' 추진 발표(22.9.)
- **(국민생활 안전망)** 국가기반 산업시설, 모빌리티 등 신중 안보 위협 선제 대응하고, 생성형 AI 본격화에 따른 'AI 활용 보안(AI for Security) + AI 대상 보안(Security for AI)' 중요
- **(ZeroTrust 대응)** ICT는 물론, 쏘산업 데이터의 클라우드 전환이 본격화 → 기존 접속제어 체계의 한계를 극복하는 새로운 보안 패러다임 요구

< 핵심이슈 기반 임무·목표 도출 >



중점기술	목표 선정 배경
데이터·AI 보안	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 양자컴퓨터 기술 발전에 의한 소인수분해 기반 기존 암호체계 무력화가 가시화 ▶ AI를 사용하는 고도화된 사이버·인지전 공격은 물론, AI 자체를 공격하는 새로운 유형의 사이버공격 본격화 전망 → 데이터 기반 신산업의 글로벌 경쟁력 확보는 물론, 신중 안보위협 대응 필수
디지털 취약점 분석·대응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 미국·EU 등의 공급망 보안 관련 법령 공표에 따라, 국내 SW기업은 물론, AI를 활용한 전분야에서 해외시장 진출 시 관련 기술 요건 충족 필요 → 공급망 보안이 新무역장벽화될 가능성이 높은 만큼, 대한 선제대응 필요
네트워크·클라우드 보안	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 글로벌 거대기업 중심으로 클라우드 생태계가 고착화된 상황, 보안 패러다임마저 종속될 경우 우리 기업의 자체적 사이버보안 역량이 상실될 우려 → 국내 특성·환경에 최적화한 제로트러스트 보안 내재화 필요
산업·융합 보안	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 우크라이나戰 사례, 美 송유관 해킹 등 국가기반시설 北의 가상자산 탈취 등 본격화 → 국민생활에 직결되는 신중 안보 위협 대응 필요

□ 국가 임무 · 목표

① (데이터·AI 보안) 차세대 암호 및 AI 보안기술 자립화

- **초신뢰 암호** 양자컴퓨팅 가시화에 따른 기존 암호체계 무력화에 대응하는 양자내성암호* 체계 및 동형암호, 비식별화 등 데이터 프라이버시 기술 고도화
 - * 기존 소인수분해 기반 암호는 계산력 극대화에 취약 → 新암호표준 대응 필요
- **AI 보안 기술** ▲외부 공격에 강건하고 안전한 AI 구현을 위한 공격 탐지·방어 기술과 함께, ▲사이버보안에 특화된 능동형 AI 활용* 기술 개발
 - * 보안 특화 경량형 거대언어모델(sLLM), 취약점 자동발견 등 능동대응·자동방어 기술 등 → 중장기적 사이버 침입 예측 및 능동대응 기술 고도화 (국방전략기술 '사이버전 대응' 연계)

중점 투자방향	▶ 국가 인프라 보호 및 개인정보보호 핵심기술 개발을 위한 투자 강화
	▶ 프라이버시 보호(PET) 및 생성형 AI보안 기술 현장 시범적용 추진

② (디지털 취약점 분석·대응) 디지털 밸류체인 전주기 대상 선제적 방어와 능동적 대응 실현

- **공급망 안정성 관리체계 확립** SBOM* 기반 SW 무결성 검증 체계를 확립하고, 실시간 보안 취약점 관리를 통한 ‘알려지지 않은 공격’ (Zero-Day) 대응 역량 강화
 - * SW Bill of Material : SW의 구성요소와 정보를 나열하고 문서화한 명세서 → 단계별 보안 누락 방지
- **랜섬웨어 대응역량 확보** 잠복 상태의 랜섬웨어를 사전 탐지·차단하는 대응 역량 자립화와 함께, 랜섬웨어 원천무력화를 위한 데이터 복원력 기술 개발
- **사이버침해 원점 추적** 공격정보 포렌식 자동화 및 역추적 기반 원점탐지 고도화

중점 투자방향	▶ 기존 보호·탐지기술 중심에서 공격억지·예방·복원력 향상 중심의 투자 보안 필요
	▶ 글로벌 SW 공급망 요구사항·규제에 대응할 수 있는 인프라 구축

③ (네트워크·클라우드 보안) 제로트러스트 아키텍처 기반 클라우드·네트워크 구현

- **제로트러스트 기반 클라우드 보안** 다양한 보안솔루션과 연동·확장이 가능하고 클라우드 환경*에 최적화(Cloud-Native)된 제로트러스트 아키텍처 구현·실증
 - * 공격접점 증가에 대응, 자동화실시간 분석 기반 동적 접근제어 → “최적(Optimal)” 보안 확보
- **차세대 네트워크 보안** 6G 상용화 일정에 따라 보안 최적화 기술을 상용화하고, AI 기반 지능형 보안관제 자동화 대응(SOAR*) 기술 고도화
 - * Security Orchestration, Automation & Response : 위협 대응 프로세스 자동화 → 효율적 대응방안 제시

중점 투자방향	▶ 주요 기반분야 대상으로 제로트러스트 모델 적용확산하는 시범사업 검토
----------------	---

④ **(산업·가상융합 보안)** 첨단산업 융합보안 솔루션 확보로 국민 생활 안전망 구축

- **지능형 영상보안 인프라** **다바이스 자율적(On-Device)**으로 위협을 감지·판단·대응하고, 비정상 공격에 강건한 **지능형·자율협업형*** CCTV 기술 확보
 - * CCTV·드론·블랙박스 등 이기종 기기간 유기적 협업시스템 고도화
- **탈중앙화 보안(Web3.0)** 개인정보의 과도한 집중으로 인한 피해를 방지하고 정보 활용을 보장하기 위한 **분산컴퓨팅 기반*** 데이터 신뢰성 기술 확보
 - * 개인정보 원본 데이터 및 식별정보 노출을 원천 차단
- **디지털+물리 융합보안(CPS)** ▲국가기반 시설, 에너지 인프라에 대한 안전 관리·진단 ▲자율주행·SDV·항공교통 표준에 특화된 보안 플랫폼 기술 개발

중점 투자방향	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기존 메타버스 관련 보안 사업을 Web 3.0 등으로 최신화·차별화 ▶ 국가안보 차원에서 중요성이 높은 ICS/SCADA* 및 모빌리티 보안 지속 투자 * 인프라 감시·데이터 취득을 위한 산업 제어시스템
----------------	---

□ **전략기술 생태계 조성**

- **(핵심인재)** 국정과제인 사이버 10만 인재양성을 목표로, 학위·비학위 과정을 망라한 전문인력 확보 중점 수요기반형 실무 인재양성 프로그램 확대·강화
 - 특히 사이버 침해사고에 실전적 대응이 가능한 **사이버훈련 인프라*** 확충
 - * 일방향 침해사고 방어 및 양방향 공방훈련이 가능한 사이버훈련장(Security-Gym) 확대
- **(국제협력)** 주요 사이버보안 강국 內 대학·연구기관과의 인력교류 등 협업을 통한 글로벌 인재 확보
 - 양자내성암호 등 국제표준·제도 논의에 참여함과 함께, 중대침해에 대해서는 적극적인 정보공유 및 연합차원의 공조* 강화
 - * (예시) 한·미 사이버안보 고위운영그룹(CyberSecurity SSG) 강화 등
- **(제도·인프라)** 민·관·군 사이버보안 위기대응 조직간, 정보공유(이상징후, 침해시도)·위기대응 거버넌스뿐 아니라 차세대 연구개발에 있어 유기적 결합 강화
 - 제로트러스트, SBOM 등 보안 패러다임 전환이 현장에 착근할 수 있도록 관련 가이드라인·제도 고도화 및 실증 지원 강화

사이버보안 세부 목표

도전

초거대 AI, 클라우드 등 디지털 전환은 물론, SW공급망, 국가인프라 등 신종 보안위협 급증
우리 보안산업 성장 중이나, 여전히 주요국 대비 영세 → 사전탐지, 회복탄력성 등 전주기 역량 강화 필요

비전

사이버 회복탄력성을 갖춘 전주기 능동대응력 확보

중점기술
임무
(30년)

데이터·AI보안



차세대 암호 및 AI 보안기술 자립화로 데이터 활용 극대화

디지털 공급망 분석·대응



디지털 밸류체인 보안 프레임워크 구축

네트워크·클라우드 보안



제로트러스트 아키텍처 기반 초신뢰 보안 실현

산업 가상융합 보안



국민생활안전에 직결되는 융합보안 솔루션 확대

기술확보
목표

데이터·AI
보안

초신뢰 암호 기술

양자컴퓨팅 활용 가시화에 따른 기존 암호체계 무력화에 선제적 대응
▶ 국제표준 수준의 양자내성암호와 함께, 기존 암호의 양자내성 전환 기술 확보

데이터 안전 활용

글로벌 개인정보 규제 준수 가능한 프라이버시 강화 기술(PET) 개발
▶ 동형암호 등 기능성 암호, 데이터 비식별화 등 데이터 Lifecycle 보호 기술 고도화

신뢰가능한 AI
(Security for AI)

AI에 대한 공격 탐지·방어 능력 고도화를 통한 강건성(Robustness) 확보
▶ 외부 공격에 대한 사전 검증을 통한 취약점 자체점검 역량 개발

1 AI기반 능동·자율 보안
(AI for Security)

경량형 거대언어모델(gLLM) 기반 보안 특화모델 개발
▶ AI 기반 공격 알고리즘(Offensive AI)에 대한 자동방어(Defensive AI) 기술 확보

디지털
공급망
분석·대응

무결성 검증 및
취약점 대응

SBOM(Software Bill of Materials) 기반 SW 무결성 검증 체계화
▶ 국내 위협정보 공유체계를 통한 자산 취약점 수집 → ZeroDay 자동탐지 추진

랜섬웨어
탐지·차단·복구

잠복 상태 랜섬웨어를 사전 탐지·차단 하는 랜섬웨어 대응 툴 자립화
▶ 랜섬웨어 원천무력화를 위한 데이터 복원력 기술 확보

2 사이버 침해사고
포렌식 및 원점 탐지

사이버 공격에 대한 포렌식 자동화, 공격패턴 식별을 통한 침해대응 시간 단축
▶ 역추적 통한 침해원점 탐지 역량 강화

네트워크·
클라우드
보안

제로트러스트 기반
클라우드 보안

클라우드 네이티브 환경에서 적용 가능한 보안기술 개발
▶ 기업망 핵심요소, 보안시스템과 상호연동이 가능한 제로트러스트 아키텍처 구현
▶ 강화된 인증 및 지속적 동적 접근제어 기술을 최적화(optimal) 수준까지 고도화

3 차세대 통신 대비
지능형 보안

6G 상용화 일정에 맞춰 인프라 성능에 최적화된 보안기술 내재화·상용화
▶ AI 기반 지능형 보안관제 자동화 대응(SOAR) 기술 고도화

산업·
가상융합
보안

지능형 영상보안

자율적으로 위협을 감지·판단·대응하고, 외부 공격에 대응 가능한 지능형 CCTV 기술
▶ 드론·블랙박스 등 이기종 기기간 유기적 협업 시스템 등

4 탈중앙화 보안(Web3.0)

탈중앙화되는 서비스 환경에 대응하는 신뢰 기반 강화 및 사이버범죄 추적·대응
▶ 기존 보안기술이 다루지 않은 분산컴퓨팅 기반 마이데이터 플랫폼 확보

사이버-물리 융합보안

국가기반시설, 에너지 등의 제어시스템(IPS, SCADA) 보안기술 자립화
▶ 또한, 자율주행, 드론 등 미래 모빌리티의 사이버안전 신뢰성 고도화

생태계
구축방안

인재양성

사이버보안 최정에 전문인력 양성



대학(학사/석박사) 특화양성 체계 강화
훈련 인프라 확충 (사이버훈련장 등)

국제협력

글로벌 경쟁력 확보 위한 협업·공조



선도국과의 공동연구·인력교류
중대사고 관련 국제공조 강화

제도·인프라

新보안체계 대비 조직·법제·정책 연계



범정부 통합 거버넌스 확립
제로트러스트, SBOM 실증 지원

과학기술정보통신부 과학기술혁신본부 과학기술정책국 성장동력기획과	
담당과장	박상민 과학기술서기관
담당자	노명중 사무관(총괄, 사이버보안) 정원운 사무관(첨단로봇·제조) 조영찬 사무관(차세대 통신)
연락처	044-202-6752 lovew1ns@korea.kr