

인간증강융합기술개발을 위한 기획 연구

(Project Planning for Development of Convergence Technology of
Human Augmentation)

한국과학기술연구원

한국연구재단

제 출 문

한국연구재단 이사장 귀하

본 보고서를 “인간증강융합기술개발을 위한 기획 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 4. 2.

요 약

인간증강융합기술개발사업 기획 개요

■ 추진 배경 및 필요성

- 4차 산업혁명 시대 및 저출산·고령화 사회가 도래함에 따라, 기존 R&D의 목표가 기술혁신을 통한 “경제성장형 R&D”였다면, 인간이 기술 혁신과 삶의 질 향상의 수혜자가 되기 위한 “인간지향형 R&D”로 패러다임 전환
- 복잡·다양한 사회문제를 해결하기 위해서는 새로운 아이디어와 접근방법을 기반으로 종합적인 해결방안 창출이 중요하므로, 첨단기술이 각 산업에 밀접하게 접목되면서 사회 모든 요소를 연결·통합해 나가는 융합 환경이 보다 중요해짐
- 기존 산업부 중심 단기·시장중심형 R&D와 연계할 수 있는 과기정통부 중심의 장기·인간지향형 R&D를 추진함으로써, 원천기술개발부터 제품·시스템 개발 까지 기술·분야부처 간 융합 강화 및 개발기술의 과급성·확장성 증대 노력이 필요함
- 미래사회에서 인간 삶의 질 향상이라는 목표를 구현하기 위한 인간지향형 R&D로는, 인간 자체에 기술을 적용하여 인간의 정신적·신체적 기능을 향상시키는 “인간증강 융합기술” 개발 지원 필요

■ 인간증강 융합기술 개념 및 특징

- (정의) 4차 산업혁명 시대의 도래가 일자리 상실이 아닌 인간 중심으로 편익 및 삶의 질 향상을 가져올 수 있는 기회로 만들기 위해서는 인간-기계 간 공존할 수 있는 기술 확보가 중요
 - 따라서 ‘인간증강 융합기술’이란 바이오, 인공지능, 로봇 분야 기술이 융합 (Biology-AI-Robotics, BAIR)을 통해 ①인간의 3대 능력인 인지적, 육체적, 사회적 능력을 증강하여 ②인간과 기계가 공진화(共進化, coevolution)하고 협업하며, ③인간 삶의 질을 향상시키는 융합기술을 뜻함
- (특징) 이질감 없는 형태의 비침습, 탈착 가능한 장비가 신체와 연결되어 인간-기계 일체화 및 일체화된 기기로 신체기능의 증강 제어 및 외부 인지환경과의 상호작용 자유자재화 지향



< 인간증강융합기술 개념 >

■ 사업기획 목표 및 내용

- 바이오-인공지능-로봇(Bio-AI-Robot, BAIR) 기술의 융합을 통해서 인간의 인지적, 육체적, 사회적 기능을 의도적으로 향상시킬 수 있는 인간증강융합기술의 개발에 대한 기획을 수행



< 기획연구 개념도 >

연구개발 목표	주요 내용
인간증강 대상 및 목표 설정	· 삶의 질 향상을 위해 필요한 증강 대상을 나이에 따른 사회구성원으로 분류하고, 인간의 3대 기능 관점에서 증강을 통해 얻을 수 있는 기능성 파악하여 목표 설정
인간증강을 위한 핵심요소기술 도출	· 인간기능의 증강을 구현할 수 있는 요소 기술들을 바이오, 로봇, 인공지능 분야에 따라 분류하고, 각 기술에 대한 구체적인 개발 목표 제시
인간증강 융합기술 도출	· 각 요소기술을 융합하여 인간증강을 실현할 수 있는 제어 및 알고리즘, 시스템 설계 및 제조 기술, 인간-기계 인터페이스에 대한 개발 목표 제시

국내외 현황 분석

■ 정책동향

- (해외) 로봇 선진국(미국, EU, 일본 등)은 4차 산업혁명과 지능정보시대를 선도하기 위해 로봇 및 Brain 프로젝트 등에 기반을 두어 로봇-AI-바이오 융합원천기술 개발을 시작

구분	주요 내용		
미국	· 국가로봇계획(National Robotics Initiative, NRI) 프로그램('11년~)을 통해 인간과 협력하여 인간 능력을 증대·강화시키는 로봇 개발 <NRI Program 연구사례>		
	X	< 소프트로봇(Bio+소재+Robot) > · 심장질환 환자의 심장박동 유지를 위해 유연재료(Bio)로 감싸인 심장자극기능 로봇(Robot) 개발	<연구기관> 美 하버드대 (2017년)
EU	· 브레인 이니셔티브(Brain Initiative) 프로젝트를 통해 인간의 지적 능력 개선 및 확장을 목표로 인간 뇌의 모든 신경세포 활성화 지도로 작성 · 산업용 중소형로봇 개발을 위한 SMErobotics 프로젝트('13년~)와 1인 가구 삶의 질 개선을 위한 Robot-Era 프로젝트('12~'15년)를 추진하여 바이오-AI-로봇 등 다양한 분야의 기술 융합 시도 <Robot-Era 프로젝트 연구사례>		
	X	< 클라우드 로봇(Robot+IoT+AI+Bio) > · 개인 도우미 로봇(Robot)에 클라우드 엔진(IoT)과 데이터 처리·가공 기술(AI)을 융합하여 노인들의 만성질환 및 약물 복용 등 건강관리(Bio)	<연구기관> 伊 BioRobotics Institute(2016년)
일본	· 신경과학, 인공지능 컴퓨팅, 의료정보학, 로봇틱스 분야의 융합으로 진행되는 휴먼 브레인 프로젝트(Human Brain Project, HBP) 추진 중 · 로봇신전략('15년)을 통해 2020년까지 우주탐험, 인간과 대화 등 로봇융합 기술 개발에 지속적인 투자를 진행하고, 로봇 활용이 저조한 분야 발굴을 통한 기술개발 확대 <로봇신전략 프로젝트 연구사례>		
	X	< Kirobo(Bio+AI+IoT+Robot) > · 최초 우주비행사 로봇으로 2013년 우주정거장 도착 후, 2015년 복귀 · 생체인식·음성구현기술(Bio)·학습기능(AI)·사물간 통신기술·로봇 기술(Robot) 등 기술간 융합 기반 제작	<연구기관> 도쿄대학교 Dentsu社 도요타社 Robo Garage社
· 경제산업성과 로봇공업회가 '15년 8월부터 '로봇도입 실증사업'을 전개하여 현재까지 약 250건 정도의 사업을 지원			

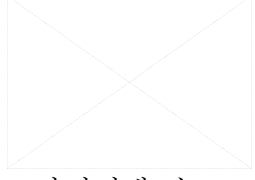


- (국내) 인간증강융합기술의 핵심 기술인 로봇, 인공지능, 바이오 기술은 부분적인 응용분야에 있어서는 세계적인 기술선진국 수준에 근접하지만, 원천·요소기술 측면에서는 여전히 기술격차 존재

- 특히 로봇 관련 정부지원 R&D는 대부분은 로봇 기능개선 및 특정용도 위주 로봇부품 등 HW 중심의 기술개발에 지원 집중되어 있음

▣ 해외 연구동향

구분	주요내용	비고
X	<p>· (日 도요타社·美 메사추세츠 공대) Bio-AI-Robot 융합</p> <p><키로보미니(KIROBO mini)> 日 도요타社 개발·소니社 제조한 5세 지능 수준의 커뮤니케이션 파트너 로봇</p> <p>* 학습을 통한 대화수준 향상·몸짓 사용 가능</p>	<p>(Bio)생체인식·언어표현·음성합성기술</p> <p>(Robot)센서·이동·인터페이스·액츄에이터</p> <p>(AI)데이터저장·분석·인지추론 기술</p>
X	<p>· (美 메사추세츠공대 연구팀) Bio-AI-Robot 융합</p> <p><지보(Jibo)로봇> 지문·홍채·음성인식 등 생체인식기술과 고해상도 카메라 성능을 탑재하여 대화, 화상채팅 등 인간과 교감이 가능한 가정용 개발('14년) 및 시장출시('17년)</p> <p>* 전 세계 기업후원 및 클라우드 펀딩을 통해 약 \$80M 지원</p>	<p>(Bio)생체인식·문장 분석·언어표현기술</p> <p>(Robot)센서·이동·인터페이스·액츄에이터</p> <p>(AI)데이터저장·분석·인지추론 기술</p>
X	<p>· (日 도요타社) Robot-IoT-AI 융합</p> <p><아틀라스(ATLAS)> 자체 동력 공급 및 각종 센서 부착 등으로 상황인지·장애물 회피가 가능한 휴머노이드 로봇('15년)</p>	<p>(Robot)센서·인터페이스·매니플레이터·액츄에이터 기술</p> <p>(AI)인지추론·데이터 분석 기술</p>
X	<p>· (美 피츠버그대 연구팀) Bio-AI-Robot 융합</p> <p>- 교통사고로 팔다리가 마비된 환자의 뇌에서 몸에 닿는 감각관장 부위에 미세전극 2개를 이식 및 자극하게 하여 로봇 손의 촉감을 인식하는 실험에 성공('16년)</p> <p>* DARPA, NSF 등으로부터 약 \$6M 지원/브라운대, 케이스웨스턴리저브대와 경쟁형 연구 중</p>	<p>(Bio)생체인식·뇌파감지 신경전극, 로봇 촉감인지기술</p> <p>(Robot)센서·신호변환·뇌-기계인터페이스</p> <p>(AI)데이터저장·분석 알고리즘 기술</p>
X	<p>· (美 미네소타대 연구팀) Bio-AI-Robot 융합</p> <p>- 뇌 비침습형 뇌파 감지센서가 부착된 헬멧을 통해서 전류를 변환시켜 로봇팔을 움직이고 컵을 쥐거나 내려놓는데 성공('16년, Scientific reports)</p> <p>* NSF·NIH로부터 약 \$3M 지원</p>	<p>(Bio)생체인식 기술</p> <p>(Robot)센서·매니플레이터·뇌-기계 인터페이스 기술</p> <p>(AI)데이터저장·분석 알고리즘 기술</p>
X	<p>○ (美 프로그노스社) Bio-AI 융합</p> <p>- 임상진단 기록(5억여 개)과 500여개 분석알고리즘을 통한 인공지능분석이 가능한 프로그노스 레지스트리를 개발('17년)하여 복합적인 환자치료 진단 및 바이오마커 개발 활용</p> <p>* 세이프가드 사이언티픽과 머크 글로벌 헬스 이노베이션 펀드 통해 약 \$2.3M 지원</p>	<p>(AI)데이터저장·프로세스 마이닝 분석 알고리즘 기술</p> <p>(Bio)생체정보(영상)분석 기술</p>

▣ 국내 연구동향

구분	연구개발 결과물	주요 내용
육체	 아이언맨 슈트 (현대자동차)	<ul style="list-style-type: none"> · 제조 산업에서 인간의 물리력 증강을 통해 생산성을 높이기 위한 기술 · 재활이 아닌 실질적인 인간증강을 위한 전신외골격 형태를 시도한 것으로서 의의가 있음 *크기와 형태는 일반적인 외골격로봇의 형태
인지/육체	 MINDD (와이브레인社)	<ul style="list-style-type: none"> · 세계최초 모바일 앱 기반 경두개 직류전류자극이 가능한 웨어러블 뇌자극 장치 개발 · 국내최초 우울증 치료기기 허가 (2017.02)
오감인지/소통	 실감조작 (글로벌 프론티어연구단)	<ul style="list-style-type: none"> · 원격지 사용자와 동일한 가상공간에서 동시에 객체 조작 · 공간의 한계를 극복하여 실감 협업 가능

▣ SWOT 분석

<p>국내 인간증강융합기술 SWOT Analysis</p>	<p>Strength(강점)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 세계적 수준의 ICT, 소재, 로봇기술 보유 · 국가 차원의 인간지향형 융합 R&D 지원 의지 · 재활로봇 등 인간 증강 관련 초기 연구 인프라 확보 	<p>Weakness(약점)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 로봇 핵심부품 국산화 부족 · 핵심 원천기술 경쟁력 부족 · 장기적인 계획을 바탕으로 원천연구개발 투자 미흡 · 산업부 주관 제품개발형 로봇 연구에 투자 집중
<p>Opportunity(기회)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 초고령사회 도래에 따른 인간보조를 위한 R&D 필요 증대 · 발달된 인공지능기술을 통해 로봇 분야 활용범위 확대 · 글로벌 미래사회 트렌드로 인간증강에 대한 관심 증가 	<p>SO 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> · 선도 기술 개발을 위한 융합 연구를 통한 글로벌 미래사회 이슈에 빠른 대응 · 융합연구로 도출된 응용기술/제품 개발로 신흥시장 개척 및 지배력 강화 · 부처 간의 협업을 통한 정부 차원의 체계적 융합연구지원 	<p>WO 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> · 원천기술 확보로 특허·국제표준 주도 · 연구개발지원을 위한 법·제도 정비 및 규제 개선 · 학제간 융합연구로 창의적 연구 체계 구축
<p>Threats(위협)</p> <ul style="list-style-type: none"> · 인공지능, 빅데이터 등 원천기술에 대한 선진국의 기술 독점화로 경쟁 심화 · 해외 선도기업으로 핵심인력 유출 · 핵심 소재 및 부품의 높은 가격으로 인한 시장 창출 어려움 	<p>ST 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> · BAIR 융합 전문 인력 양성 프로그램 개발 · 산·학·연·관이 초기단계부터 협력하는 연구생태계를 조성하는 것이 필요 	<p>WT 전략</p> <ul style="list-style-type: none"> · 특허 분석 및 대응전략 마련 · 국제적 표준 확보 등을 위한 글로벌 협력체계 마련 · 기술 임상 및 인증절차 간소화

사업 추진 방안

■ 사업목적 및 의의

- 미래를 디자인할 수 있는 인간증강 중소형 융합연구그룹 육성을 통한 기초·원천기술 개발로 新산업창조 및 ‘인간 삶의 질’을 향상
 - 비정형 환경에서 인간능력 향상 및 나아가 인간-기계와의 협력과 공생을 목표로 하는 인간지향형 R&D 사업 추진
 - 기존 특정목적형(제조, 개인/전문서비스 등) 완제품 개발에서 벗어나 HW와 SW가 연계할 수 있는 원천요소기술 개발과 개발된 기술을 인간 능력 향상 및 증강을 위해 활용할 수 있는 복합 플랫폼형 연구 추진
 - 경쟁 기반의 챌린지형 R&D 추진으로 첨단 융합원천기술 개발과 고수익형 신사업 창출, 연구성과의 혁신성 고도화 및 완성도 제고
- 바이오+AI+로봇 기술간 다양한 형태의 융합으로 異種 분야 간 3I(Integration, Interaction, Interface) 구현을 통해 기존 산업의 고도화 및 신산업 창출을 위한 미래선도형 기초원천기술개발 지원

■ 사업 차별성

- 기존의 개별 기술 영역에서의 단기성 산업중심 제품개발이 아닌, 다양한 기술 분야의 융합을 통해 인간의 능력을 확대시킬 수 있는 장기 인간지향 융합원천요소기술 개발

As Is		To Be
<ul style="list-style-type: none"> · 산업 분야별 개체 중심 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오(약물치료, 의료기기) - AI(SW, 딥러닝 기술) - 로봇(제조·서비스용) · 바이오, AI, 로봇 등 각각의 기술분야가 독립적으로 연구 	⇒	<ul style="list-style-type: none"> · 기술간, 산업간, 분야 간 경계 없이 융합을 통한 시너지 창출 및 효과 중심 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오+AI+로봇 간 융합을 통한 미래 선도기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> · 산업 육성 중심 <ul style="list-style-type: none"> - 산업적인 측면에서의 파급력 및 기존 인프라 개선치중 		<ul style="list-style-type: none"> · 인간 이해를 기반으로 기술간 융합을 시도함으로써 인간지향형 기술개발
<ul style="list-style-type: none"> · 제품화 및 상용화 중심 단기기술 개발 		<ul style="list-style-type: none"> · 미래사회 설계를 목적으로 장기적 측면에서 기초·원천연구 중심 기술개발

■ 비전 및 목표



■ 추진전략

○ (추진전략1) 융합 R&D 챌린지형 사업 모형 구축

- ('경쟁과 집중'을 통한 성과 고도화) 기존 '선택과 집중' 중심 연구에서 '경쟁과 집중'으로 사업 추진 패러다임을 전환함으로써 창의·도전 연구 강화 및 성과 극대화
- (융합연구 촉진을 위한 선기획 연구기간 부여) 본 사업 추진 이전, 사업의 필요성·타당성을 분석하고 개발된 기술 및 제품의 향후 사회·경제·기술적인 측면

에서의 기대효과 및 파급효과 등을 예측해봄으로써 R&D 성공가능성 제고 및 사업 추진의 효율성 증대

○ (추진전략2) 학제간·기술간 융합연구 확대

- (바이오, 나노, 로봇 등 플랫폼 기술간 융합 확대) NBIC 융합촉진형 플랫폼 기술간 융합 촉진 및 로봇, AI, IoT 등 4차 산업혁명시대의 핵심기술 간 융복합을 통한 새로운 미래 설계
- (미래 선도기술 선점을 위한 다학제 융합 촉진) 인간의 수행 능력 향상 및 증진에 기여할 수 있도록 과학기술 및 인문사회학이 융합될 수 있는 통합적 접근을 통한 과학기술의 새로운 가치 창출

○ (추진전략3) 자율형 및 집중형 연구 추진

- (다양성 확보를 위한 새로운 아이디어 창출 기반 구축) 전략적으로 추진해야 할 연구과제가 아닌 20년 후 미래사회를 선도해 나갈 기술 및 제품에 대한 기반기술을 확보하고자 자율적·창의적·도전적 연구과제 지원
- (중점 분야 선정을 통한 미래 제품서비스 기반 기술 확보) 기술개발 시급성, 원천성, 성공가능성 등에 기반을 두어 중점 추진분야를 선정 및 추진함으로써 제품·서비스 플랫폼 기술을 확보하여 타분야, 산업으로의 파급성 확대

■ 중점연구 추진분야 도출 및 예시

- 4차 산업혁명 도래에 따른 미래사회 트렌드와 연계하고 인간의 인지·육체·사회적 기능에 기여하는 기술 분야를 융합하여 인간증강 중점 연구 분야 도출



- **지능 플러스(+):** 인간의 감각/인식 범위를 확장하고, 인간의 사고 프로세스에 자동으로 동조/지원하여, 지능(기억 및 판단)을 증강시키는 기술 개발
 - 사고 프로세스 추종에 의한 판단보조 AI 개발
 - VR/AR 인터페이스를 통한 기억/주의 증강 AI 개발
 - 지식 습득 성능 자동향상을 위한 심층(deep)/전이(transfer) 학습 기술 개발
 - 전문가 없이 문제해결 AI를 스스로 생성하는 AI 기술 개발



- **신체 플러스(+):** 비침습적 탈부착이 가능하고, 장착하면 중추신경계 혹은 신체와 물리적으로 하나가 되어 운동 및 감각, 고차원적인 인지 기능을 증강시키고, 장기적으로 인간 본연의 신경 및 인지 능력을 후천적으로 진화시키는 기술
 - 소프트 로보틱 구동기 및 센싱 시스템 개발
 - 비침습/고해상도 신경조절 기술 개발
 - 생체모사 멀티스케일 구동시스템 개발
 - 비침습/고감도 생체적합형 신경전극 설계 및 제조 기술 개발



- **오감 플러스(+):** 주변/원격, 객체/환경에서 발생하는 오감 데이터를 획득하는 신체 및 환경에 부착된 오감 센서간의 직관적인 상호작용을 통한 사람의 오감 기능 증강 기술
 - IoT 오감 센서 네트워크 시스템 개발
 - 오감 데이터 분석/전송/예측 기술 개발
 - 소형 웨어러블 오감 증강 기어 개발
 - 오감 증강 렌더링 기술 개발



▣ 사업 추진체계

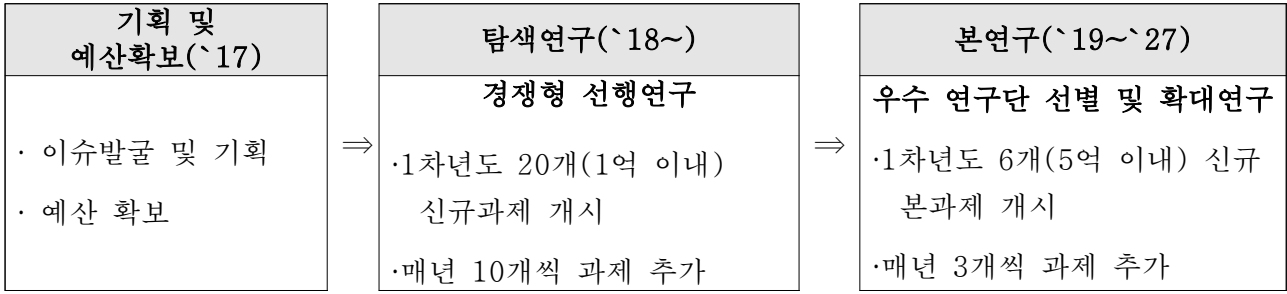
- 본 사업은 도전성·혁신성 중심의 연구과제 지원을 위해 모든 연구 과제를 Bottom-up 방식으로 운영하나, 현 시점에서 예측 가능한 미래 시나리오를 중심으로 연구개발이 시급한 중점 추진분야에 대해서는 3대 중점 분야를 선정하고, 이를 중심으로 연구개발 추진



<사업 추진체계>

▣ 사업기간 및 예산

- (사업기간) '18년 ~ '27년(10년간/연구단별 최대 6년)
- (사업비 규모) 485억 원(연구단별 5억/년 이내)
- (지원방식) 기획·예산확보(1년) → 탐색연구(1년) → 본연구(3+2년)
 - (융합R&D 챌린지) 다양한 연구주제, 차별성 있는 연구방법 등의 경쟁을 통한 연구수행으로 우수성과 창출 및 연구 성과 극대화
 - (1단계) 과제별 7천만 원 지원, 1년간 총 14억 원 지원
 - (2단계) 과제별 연간 5억 원 이내, 5년간 총 25억 원 지원



(단위 : 억원, 과제수)

구분	‘18년	‘19년	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	‘27년	합계
합계 (과제수)	14 (20)	37 (16)	52 (19)	67 (22)	75 (15)	75 (15)	75 (15)	45 (9)	30 (6)	15 (3)	485 (65)
선기획연구	14 (20)	7 (10)	7 (10)	7 (10)	-	-	-	-	-	-	35 (50)
본연구	신규	-	30 (6)	15 (3)	15 (3)	15 (3)	-	-	-	-	75 (15)
	누계	-	30 (6)	45 (9)	60 (12)	75 (15)	75 (15)	75 (15)	45 (9)	30 (6)	15 (3)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 채용모 기회 부여 예정 (필요시) 사업 추진 중 일부 연구주제에 대해 대형 연구사업화가 필요한 경우 별도로 예타 추진

사업 타당성 및 기대효과 분석

■ 사업 추진의 타당성 분석

- 4차 산업혁명시대의 기술혁신을 통한 다가오는 미래 사회를 주도하며 국내외 산업 전반 패러다임과 시장 판도에 획기적인 변화를 가져올 것으로 전망
 - 바이오, 로봇, AI 등 다양한 기술간 융합을 통한 복합 플랫폼 기술개발로 기술적 한계 돌파

구분	3대 분야	기술 특성
1	지능 플러스(+)	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 질문이 주어질 때 대응하는 응답기계방식을 극복 가능 · 기존 인지(기억/주의/판단) 능력을 증강할 뿐만 아니라 함께 문제를 해결 가능
2	신체 플러스(+)	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 크고 무거우며 인간 신체와의 이질감이 큰 웨어러블 로봇 한계 극복 가능 · 기존 신체 기증증강 및 기존에 없던 신체 기능 추가 가능 · 기존 삽입형 전극의 침습성 및 장기 사용 한계 극복 가능
3	오감 플러스(+)	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 사용자 시점의 영상 기반 증강 현실만 가능한 웨어러블 기어의 한계 극복 가능 · 시각 기능 증강 이외에 미각, 촉각, 청각 기능 증강 가능

■ 기대효과

- (융합성) 도전적 탐색연구 시도로 창의적 아이디어가 쏟아지는 新철린지형 R&D모델 구축을 통해 융합연구 확산의 촉매 역할
- (시의성) 4차 산업혁명 시대의 인공지능, 빅데이터, 로봇 등 기술혁신이 다가오는 미래사회를 주도하며 국내외 산업 전반 패러다임과 시장 판도에 획기적인 변화를 가져올 것으로 전망
- (과급성) 기술·산업간 연계로 다양한 분야(헬스케어, 교육, 물류운송, 군사, 재난안전 등)로의 활용가능성 제고 및 부처 간에 효율적인 역할분담을 통한 협력 시스템 구축 기대

SUMMARY

1. Purpose

In this project, we conduct a research planning about development of convergence technology of human augmentation to break through problems induced by an aging society, low fertility rate, and 4th industrial revolution. The convergence technology of human augmentation based on Bio-AI-Robot technologies enhances physical ability, intellectual/psychological ability, and communication ability on purpose.

2. Contents

In this project planning research, we investigate technical/societal needs, bottle neck and ripple effects about augmentation of human abilities to develop the convergence technology of human augmentation. In addition, we investigate the possibilities inducing human augmentation by converging bio-AI-robot technologies. For this, we study as below:

- (1) classifying required augmentation function for enhancing quality of life according to an age of social members, and setting a goal of functionality via augmentation technology in a point of view of human abilities.
- (2) Classifying core technologies realizing human augmentation in accordance with bio, AI, robot technologies, and providing specific research goals
- (3) Converging core technologies and providing research goal about control and algorithms, system design and manufacturing, human-machine interface.
- (4) utilizing the results from this project, making research development road-map about convergence technology of human augmentation and related RFPs.

3. Expected Contribution

The convergence technology of human augmentation would bring advantageous results that;

- (1) improve productivity of elders & women in industrial fields by using physical augmentation technology, and
- (2) secure fundamental technology to prepare the 4th industrial revolution by developing human-machine interface technology, AI based IoT, and robotics, and
- (3) reduce the rate of social problems such as criminal rate or suicide rate by utilizing AI based technology, and
- (4) improve national health and quality of life in an aging society

CONTENTS

1. Introduction

- 1.1. Background 1
- 1.2. Need for Project 3
- 1.3. Process of Project 8
- 1.4. Business Promotion System 10

2. Analysis for Global & Domestic Trends

- 2.1. Global Trends 16
- 2.2. Domestic Trends 26
- 2.3. SWOT Analysis 35

3. Plan of Business Promotion

- 3.1. Introduction of Business 37
- 3.2. Vision, Purpose & Strategy 39
- 3.3. Three Main Research Topics 41
- 3.4. Business Promotion System 59
- 3.5. Business Term & Budget 62
- 3.6. Business Management Plan 63

4. Analysis for Feasibility & Expectation of Business

4.1. Analysis for Technical Feasibility	67
4.2. Analysis for Political Feasibility	68
4.3. Expectation	68

Appendix

목 차

1. 사업 기획 개요

1.1. 추진 배경	1
1.2. 추진 필요성	3
1.2.1. 인간증강 융합기술 개념	4
1.2.2. 인간증강융합기술 연구개발 필요성	5
1.3. 추진 경위	8
1.4. 사업 기획 추진 체계	10
1.4.1. 기획연구개발의 최종 목표	10
1.4.2. 기획연구개발의 세부 목표 및 내용	10
1.4.3. 기획연구개발의 추진 체계	11

2. 국내외 현황 분석

2.1. 국외 현황 분석	16
2.1.1. 국외 연구 정책 동향	16
2.1.2. 연구 분야별 기술 동향	19
2.2. 국내 현황 분석	26
2.2.1. 국내 정책 동향	26
2.2.2. 인간증강 관련 국내 연구 동향	27
2.2.3. 국내 기술 수준 및 투자 분석 (로봇 분야 기준)	29
2.3. SWOT 분석	35

3. 사업 추진 방안

3.1. 사업 개요	37
3.2. 비전, 목표 및 추진 전략	39
3.2.1. 비전 및 목표	39
3.2.2. 추진전략	40
3.3. 중점연구 추진분야 도출	41
3.3.1. 3대 중점 연구 분야 도출 과정	41
3.3.2. 3대 중점 연구 분야 예시 과제	49
3.4. 사업추진체계	59
3.5. 사업기간 및 예산	62
3.6. 사업관리 방안	63

4. 사업 타당성 및 기대효과 분석

4.1. 기술적 타당성 분석	67
4.2. 정책적 타당성 분석	68
4.3. 기대효과 및 파급효과	68

부 록

부록1. 국내 `14~`16년 혁신도약형 R&D 추진 현황	72
부록2. 해외 도전·혁신적 연구사업 사례	74
부록3. 과기정통부, 로봇 관련 국가연구개발사업 현황분석	76
부록4. 증강개념 보충 (보철 vs 증강, 사이보그 vs 증강인간)	77
부록5. 최근 3년간 과기정통부 소관별 과제현황	78

표 목 차

<표 1> 기획연구개발의 세부 목표 및 내용	11
<표 2> 기획연구개발 추진일정	13
<표 3> 기획연구개발 추진전략방법	13
<표 4> 해외 융합연구개발 정책동향	18
<표 5> 바이오-인공지능-로봇 융합분야 최신 연구 사례	20
<표 6> 바이오-인공지능-로봇 분야 기업 간 융합사례	21
<표 7> 국내 인간증강 관련 연구동향	28
<표 8> 전체 로봇 기술수준 및 격차(대분류)	29
<표 9> 기술 분야별 로봇 기술격차(중분류)	29
<표 10> 최근 8년간 연구단계별 로봇R&D 투자현황	30
<표 11> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)	32
<표 12> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(과제수)	33
<표 13> 전문서비스로봇 세부분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)	33
<표 14> 전문서비스로봇 세부분야별 로봇 R&D 투자현황(과제수)	34
<표 15> 국내 인간증강융합기술 SWOT 분석	35
<표 16> 「인간과 거리 + 인간의 역량향상」 매트릭스 기술 분류(정보통신정책연구원)	43
<표 17> 인간증강을 위한 핵심 요소기술	47
<표 18> 휴먼플러스사업 운영방안	62
<표 19> 휴먼플러스사업 연차별 과제 수 및 예산 배정표	63
<표 20> 단계평가 등급표	64
<표 21> 과제 평가지표	65
<표 22> 3대 중점 분야별 도출 기술 특성	67
<표 23> 바이오닉 임플란트형 증강기술의 응용분야별 시장 규모 및 전망	69
<표 24> 웨어러블형 증강기술의 형태별 시장 규모 및 전망	70

그림 목 차

<그림 1> 인간증강융합기술 개념	5
<그림 2> Gartner 2017 보고서 내 융합기술 하이프 사이클	7
<그림 3> 본 과제의 기획 연구 개념도	10
<그림 4> 인간증강융합 R&D 사업을 위한 기획연구 추진체계	12
<그림 5> EU Robotics Funding 구성	17
<그림 6> EU의 로봇시장 점유율	17
<그림 7> 인간능력 강화에 대한 과학기술의 기능 제공 수준 및 예시	19
<그림 8> 전체 로봇 기술수준(좌), 기술격차(우)	29
<그림 9> 부처별 투자현황(좌), 산업부-과기정통부 투자현황(우)	30
<그림 10> 연구수행주체별 투자현황 (산업부)(좌), (과기정통부)(우)	31
<그림 11> 연구단계별 투자현황(산업부)(좌), (과기정통부)(우)	31
<그림 12> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)	32
<그림 13> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(과제수)	33
<그림 14> 전문서비스로봇 세부분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)	34
<그림 15> 전문서비스로봇 세부분야별 R&D 투자현황(과제수)	34
<그림 16> 나이에 따른 사회구성원별 증강 대상 및 증강 기능 분류 예	46
<그림 17> 인간증강 3대 중점 추진분야	48
<그림 18> 3대 중점 연구 분야: 지능 플러스(+) 기술 예시	49
<그림 19> 3대 중점 연구 분야: 신체 플러스(+) 기술 예시	52
<그림 20> 3대 중점 연구 분야: 오감 플러스(+) 기술 예시	55
<그림 21> 오감 시각화 예상도	57
<그림 22> 휴먼플러스사업 추진 체계	59
<그림 23> 증강인간 시장 규모 및 성장률 전망치	69

1. 사업 기획 개요

1 사업 기획 개요

추진 배경

- ◆ 4차 산업혁명 시대와 저출산·고령화 사회에서, 인간이 기술혁신과 삶의 질 향상의 수혜자가 되기 위한“인간지향형으로의 과학기술 R&D”패러다임 전환
- ◆ 최근, 바이오-인공지능-로봇 분야의 요소기술 성숙에 따라 기술 간, 산업간, 기업간 연계를 통한 新산업, 新기술이 급속히 생성

■ (4차 산업혁명과 저출산·고령화 사회 도래) 우리나라는 저출산·고령화 사회문제와 함께 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 高실업과 산업침체의 문제를 극복하고 발전하기 위한 방향을 모색하며, 인간이 미래사회에 적응하고, 궁극적으로 더 나은 삶의 질과 행복을 추구하기 위해서 필요한 기술이 무엇인지에 대한 고민이 필요

○ 기존 R&D의 주된 목표는 기술혁신을 통한 생산성 및 효율성 향상으로, 국가 경제성장의 원동력이었으나, 최근에는 경제발전도와 사회문화적 의식이 상당 수준에 이른 상태에서 사회문제 해결과 삶의 질 향상에 대한 과학기술 수요에 따라 연구영역과 대상이 확대·이동하는 패러다임의 변화와 함께“국가 경제성장”에서“국민 삶의 질 향상”으로 R&D 역할 확대

○ 미국, 일본, EU 등 대다수의 선진국은 저출산·고령화 사회로의 진입에 따라 생산 연령인구 및 노동인구의 감소로 인한 경제생산력 저하와 급격히 늘어나는 고령자의 노화와 질병으로 인해 발생하는 다양한 사회문제를 국가적으로 해결해야 할 중요한 문제로 인식

※ UN에 의하면, 세계 60세 이상 인구비중이 2015년에 12.3%였으나, 2050년에는 21.5%에 달할 것으로 전망

○ 4차 산업혁명 시대에는 사물인터넷을 통해 수집된 빅데이터와 이를 처리하는 클라우드 컴퓨팅을 기반으로 개발된 최신 인공지능이 인간 정보처리 능력을 초월할 것이며, 나아가 인공지능, 빅데이터, 로봇 등의 기술혁신이 다가오는 미래사회를 주도하며 국내외 산업 전반의 패러다임과 시장 판도에 획기적인 변화를 가져올 것으로 전망되어 이를 통해 현 시점에서는 경제사회발전의 도약 혹은 쇠퇴의 갈림길에 위치했다고 볼 수 있음

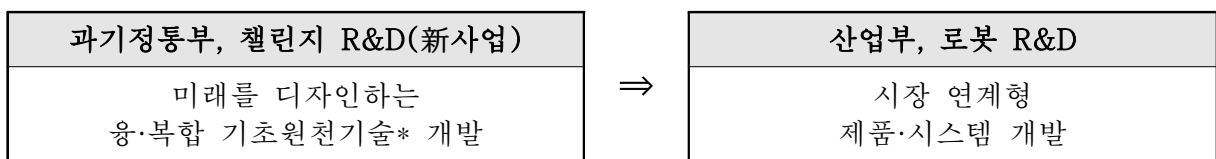
○ 다양한 사회적 문제를 해결하기 위해 과학기술 R&D 역할이 변화함에 따라, 인간이 4차 산업혁명 시대의 과학기술사회에 대응하며 삶의 질 향상을 이끌어 낼 수 있도록 과학기술 R&D의 대상을 인간에 초점을 맞추어 로봇-바이오-인공지능 기술을 융합하여 인간의 인지적·육체적·시공간적 한계를 극복하며 역량을 제고시키기 위한 새로운 접근이 필요

■ **(융합 가속화)** 기술·산업 간의 경계가 모호해지고 첨단기술이 각 산업에 밀접하게 접목되면서 사회 모든 요소를 연결하고 통합해 나가는 융합 환경이 보다 중요해짐

- 바이오*와 인공지능**, 로봇*** 기술이 급격히 발전하면서 4차 산업혁명을 이끌어 나갈 미래의 산업엔진으로 부상
 - * 크리스퍼 가위, 3D 프린팅 생체조직 등
 - ** 구글 알파고, IBM 왓슨, 애플 시리, MS 코타나, 페이스북 빅서 등
 - *** 휴머노이드(휴보), 감정인식로봇(페퍼), 모바일 이족로봇(핸들) 등
- 기존의 국가연구개발사업의 대부분은 하나의 새로운 시스템으로 접근하지 않고 기술분야 간 단절적·개별적으로 추진되는 등 다양한 기술·산업분야간 융합연구 부족으로 글로벌 경쟁력 미확보
- 4차 산업혁명 핵심 기술인 바이오-로봇-AI 기술간 융합을 위한 産·學·研·官 협력 및 융합을 기반으로, 신기술 개발 및 신산업 창조를 통해 글로벌 시장 주도 및 기술경쟁력 조기 확보 필요

■ **(기술-제품간 연계 중요)** 기존 산업부 중심의 단기·시장중심형 R&D와 연계할 수 있는 장기·인간지향형 R&D를 추진함으로써 원천기술개발부터 제품 및 시스템 개발 연계하여 개발기술의 파급성·확장성 증대

- 산업부를 중심으로 제조, 서비스, 의료 등 목적 수행을 위한 부품 및 제품(완제품) 중심 로봇 개발 추진 활발
 - 응용·개발연구 및 상용화 중심의 단편적·독립적 기능개선 위주로 장기적인 측면에서의 원천기술 개발 노력 부족
- 당면문제를 해결하기 위한 핵심수단으로 기초·원천 및 요소기술개발, 기술간/분야간/부처간 융합도 강화에 초점



* 국내 로봇 분야의 좁혀지지 않는 선진국과의 기술수준/격차(미국 80.6%/2년) 해소를 위해 핵심 기초원천기술개발 필요(산업기술수준평가('15, KEIT), 중점과학기술로드맵('14, KISTEP))

추진 필요성

- ◆ 미래에 인류는 생존을 위하여 자연적인 선택이 아니라 신체 기능 향상을 위해 인간 자신이 선택해서 진화하는 인공진화(Artificial evolution)를 할 것이며, 이에 따라 현생인류(Homo sapiens) 다음으로 신인류(Posthuman)가 등장할 것이다.

— 호세 코르데이로(미래학자)—

- 4차 산업혁명을 통해 구현될 미래(20년 후)사회에 필연적인 선도기술을 확보하기 위한 새로운 패러다임의 인간지향형 융합R&D 사업구축 필요

- 새로운 산업적 물결(제4차 산업혁명)에서 디지털(인공지능), 생물학적(바이오), 물리적(로봇) 영역의 경계가 없어지면서 등장하기 시작한 기술의 융합이 미래 산업기술에서 핵심 요소
- 산업 패러다임이 기존의 산업/기업 수요에서 국민/소비자 수요로 전환됨에 따라 *제품 및 시장중심형 R&D 사업 외에 상대적으로 연구 지원의 대상으로서의 비중이 적었던 인간지향형 R&D 사업 지원 필요
 - * 로봇산업의 진흥을 위한 R&D 사업 중 단기간 상품화를 위한 응용기술 개발에 90% 이상 편중
- 국내외적으로 인공지능, 바이오, 로봇이 융합된 연구 사례가 드물며, 특히 인간의 능력을 대상으로 하는 융합연구는 미래지향 원천연구에 해당하므로 국가적 차원에서 연구개발사업에 대한 적극적 지원이 필요
- 기존 기술의 업그레이드가 아닌 완전히 새로운 형태의 제품, 서비스 기술을 창출할 수 있는 기초·원천연구 단계의 플랫폼 기술 개발 필요
 - 이를 토대로 향후 플랫폼 기술 간 융복합을 통해 신개념 제품, 서비스를 구현할 수 있는 단계로 진화해 나가는 R&D 프로그램 구축 필요

- 미래사회에서 인간의 삶의 질 향상이라는 목표를 구현하기 위한 인간지향형 R&D로는, 인간 자체에 기술을 적용하여 인간의 정신적·신체적 기능을 향상시키는 인간증강 융합기술 개발 지원 필요

- 중장기적 관점(2040년까지)에서 미래사회에 대한 과학기술예측조사에 따르면 휴먼 임파워먼트(empowerment, 증강)가 미래사회의 중요한 트렌드로 선정되었으며, 이 중에 인간 능력 확대가 장기적으로 측면에서 사회에 영향을 미칠 핵심 트렌드로 도출
 - ※ 제5회 과학기술예측조사 2차년도 연구 보고서 참조('17. 4.)
- 미국 국가정보위원회(NIC)는 2012년 보고서 「Global Trends 2030: Alternative Worlds」에 따르면 2030년경에는 지속적인 과학기술의 발달에 힘입어 '슈퍼 휴먼'이 등장할 것이라고 예측하였

고, 미래학자 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)도 “2030년 안에 사람 두뇌가 클라우드를 기반으로 한 기계적 의식과 결합해 하이브리드적 사고를 창출하게 될 것”이라고 예견

- 인간 능력의 확대를 지원하는 기술은 기존의 단일 기술로 구현하는데 한계가 있으며 다양한 기술 간 융합을 바탕으로 접근할 필요가 있음

※ 미국 NSF와 DOC는 인간과 기술이 융합하여 인간의 역량을 향상시킬 수 있는 분야를 NBIC 4가지로 분류하고 이들의 융복합 형태의 연구 사업 지원

- 이전까지 다뤄지지 않은 인간증강이란 주제로 기술개발을 시작하기에 앞서 기술의 개념, 범위, 파급효과에 대한 포괄적이고 면밀한 사전 조사가 필요

■ 융합기술을 통해 기술적 한계점을 돌파하고 다양한 이슈들을 해결할 수 있는 가능성이 있지만, 기술이 가지는 잠재적 위험성과 문제점에 대한 통제 및 예측이 어려워질 수 있는 점을 고려하여 사전기획을 통한 기술 수준의 예측 및 영향력 조사가 필요

1.2.1. 인간증강 융합기술 개념

■ 정의

- 4차 산업혁명 시대의 도래가 일자리 상실이 아닌 인간 중심으로 편익 및 삶의 질 향상을 가져올 수 있는 기회로 만들기 위해서는 인간-기계 간 공진화(共進化, coevolution)를 할 수 있는 기술 확보가 중요

- ‘인간증강 융합기술’이란 바이오, 인공지능, 로봇 분야 기술이 융합(Biology-AI-Robotics, BAIR)을 통해 인간의 3대 능력인 ①인지적, 육체적, 사회적 능력을 증강하여 ②인간과 기계가 공진화(共進化, coevolution)하고 협업하며, ③인간 삶의 질을 향상시키는 융합기술을 뜻함

■ 특징

- 이질감 없는 형태의 비침습, 탈착 가능한 장비가 신체와 연결되어 인간-기계 일체화
- 일체화된 기기로 신체기능의 증강 제어 및 외부 인지 환경에 대한 상호작용 자유자재화



<그림 1> 인간증강융합기술 개념

1.2.2. 인간증강융합기술 연구개발 필요성

- 인간증강융합기술의 핵심 기술인 로봇, 인공지능, 바이오 기술은 부분적인 응용분야에 있어서 세계적인 기술선진국 수준에 근접하지만, 원천요소기술 측면에서는 여전히 기술격차가 존재
 - **(로봇)** 인간과 가장 가까이에서 상호작용하며 인간의 육체적인 능력을 증강시키는 다양한 착용형(wearable) 로봇들이 국내/외에서 다양하게 개발되었으나, 수십 kg에 이르는 구조 무게와 구동 시스템의 크기로 인해 일상생활에서의 활용이 불가능함. 이로 인해 미국, 스위스 등의 기술선진국에서는 증강력의 크기를 줄이는 대신 피부에 부착할 정도의 얇은 형태를 가진 새로운 형태의 인간증강 시스템을 개발하고 있음
 - 착용형 로봇 기술의 발전 방향은 1세대(힘보조), 2세대(이동보조)를 넘어 3세대(인지보조)와 4세대(인간능력 극복)로 나아가고 있음
 - 기존의 착용형 로봇 연구와는 다른 새로운 패러다임을 요구하며 개발목표/척도, 필요기술, 요소기술 등이 다르기 새로운 기술적 접근방향이 필요
 - **(인공지능)** 현재 인간보다 빠르게 폭넓은 지식을 이용하여 높은 질(quality)의 답을 얻어내는 인공지능이 실용화되어가고 있으나(예: Google Assistant, IBM WATSON, etc.), 인간의 질문 혹은 설정해놓은 문제를 인간과 유리되어 단독으로 해결하고 답만을 전달하는 상태
 - 스마트폰 이용으로 인간의 전화번호 기억능력이 감퇴하는 것처럼, 일방적인 인공지능 시스템의 이용은 원하는 답을 제공할 수 있으나 문제를 이해하고 해결하는 사람의 능력(outsight)을 감퇴시킬 수 있음

- 인지능력 증강을 위해서는, 이와 달리 인간의 사고 프로세스에 맞추어 기억/주의/판단 등을 보완할 수 있는 인공지능이 필요함

○ (바이오닉스) 기존의 보철 측면에서 바이오닉스 분야의 증강기술은 침습형 인터페이스 중심으로 중증 장애인을 대상으로 활용되었으나, 비장애인들의 경우 비침습 인터페이스를 선호

- 비침습 신경 인터페이스로부터 측정된 신경신호 기반으로 외부기기를 동작하는 것과 직접적인 신경계 자극을 통해 신체를 동작하는 것을 복합적으로 활용한다면 기술의 수혜 범위를 확장 가능

○ (AR/VR) 현재 HMD 기반 몰입형 AR/VR 기술은 작동 반경이 제한적이며 적용 분야 역시 게임 또는 교육에 제한적임

- 기존의 특정 공간에서 특정 분야에 한정된 AR/VR 환경을 일상생활에서 상시 활용 가능한 몰입형 AR/VR 환경으로 확대 필요

- 향후 스마트 시티/스마트 홈 환경이 구축되면 CCTV 등 다양한 IoT 센서 네트워크를 접속하여 사용자 시야각 이외의 주변 환경의 실시간 영상 및 정보를 요청하여 AR/VR 환경에서 정보를 증강하고 다양한 기술 및 제품 간 상호작용하는 것이 가능할 것으로 예상

■ 인간 증강기술은 미국, 일본, EU 등의 해외 우수 기관에서 부분적으로 연구가 진행되고 있으나 아직은 초기 단계라고 볼 수 있으며, 특히 초지능형, 초연결형을 고려한 통합적인 관점에서는 소재, ICT 기반 기술에 강점을 가진 우리나라가 앞설 가능성이 존재

○ 2016년에 개최된 International Conference on Robotics and Automation (ICRA) 국제 로봇 학회의 Human 2.0 워크샵에서 인간증강과 관련된 웨어러블 로봇과 뇌-기계 인터페이스 기술 개발 결과와 트렌드를 소개

○ 증강인간(Augmented Human)을 주제로 하는 *국제학회가 2011년부터 개최되고 있으며, 올해 개최된 제8회 증강인간 학회에서의 연구결과를 살펴보면 선진국에서도 극히 일부 그룹에서만 개념 구현 수준으로 로봇, 인공지능 및 바이오, ICT, AR/VR 등 다양한 기술을 활용하여 인간증강 연구 기술을 선보임

*제9회 증강인간 학회는 2018년 2월에 서울에서 개최 예정

■ 인간증강이란 주제가 로봇 학계와 경제사회문화계에서 최근에 대두되고 있으며 4차 산업혁명이 도래하는 시점이므로 인간증강기술과 관련하여 세계적으로 연구가 진행될 것으로 예상되기에 인간증강융합기술의 개발이 진행되어야 할 필요성이 더욱 높아질 것으로 예상

○ 유발 하라리(Yuval Harari)의 베스트셀러 저서인“사피엔스(Sapiens)”에서는‘200년 안에 컴퓨터와 스마트폰 같은 기술이 사람과 결합하여 사이보그(Cyborg)가 될 것’으로 전망하며, 과학기술의 발전과 인간의 진화 역사에 대한 내용을 논리적이며 구체적으로 제시하여 전문가뿐만 아니라 일반 대

중들을 대상으로 과학기술을 통한 인간증강 개념을 소개

- 가트너(Gartner)사는 해마다 발표하는 하이프 사이클(Hype Cycle)에 인간증강(Human augmentation)을 주목할 만한 핵심기술이라고 분석하였으며, 현재 기술개발 현황으로는 인간증강 기술이 시장에 주류 기술로 흡수되기까지 10년 이상 걸릴 것으로 예상



<그림 2> Gartner 2017 보고서 내 융합기술 하이프 사이클

추진 경위

■ 추진 근거

- 「과학기술기본법」 제16조의6(과학기술을 활용한 사회문제의 해결) (‘14. 5. 28. 개정)
 - 정부는 과학기술을 활용한 삶의 질 향상, 경제적·사회적 현안 및 범지구적 문제 등의 해결을 위하여 필요한 시책을 세우고 추진하여야 한다.
- 「제3차 과학기술기본계획」
 - 연구개발 분야에서 경제성장 뿐만 아니라 삶의 질 분야 고려
 - 국가전략기술 개발 관련 ① IT 융합(바이오-인공지능-로봇) 신산업 창출, ② (4차 산업혁명 대비) 미래성장 동력 확충, ③ (초고령화사회 대비) 건강 장수시대를 구현할 수 있는 인간지향형 R&D 융합기술개발 사업을 추진하고자 함
- 「지능형 로봇 개발 및 보급 촉진법」
 - 관계 중앙행정기관의 장은 기본계획에 따라 매년 소관별로 지능형 로봇의 개발 및 보급과 그 기반조성에 관한 실행계획을 수립·시행하여야 함
- 「산업융합 촉진법」
 - 제17조(융합 신산업의 지원), 제18조(산업융합형 연구개발의 활성화 등)
- 「기초연구진흥 및 기술개발지원에 관한 법률」
 - 제14조(특정연구개발사업의 추진)
- 「2018년도 정부 R&D 투자방향 및 기준(안)」
 - 4차 산업혁명 등에 적극적으로 대응하기 위해서 미래를 선도할 과학기술 역량을 강화하고 경제의 역동성을 확보하며 국민 삶의 질을 향상키로 함
 - 또한 로봇·바이오 등 주요 분야에서 세부 과제가 정해지지 않은 ‘자유공모’ 연구에 대한 지원에서 첨단·미개척 분야의 창의적·도전적 연구를 진작하기 위해, 같은 연구주제에 대해 다수의 연구자와 기관이 경쟁적으로 연구를 수행하는 ‘경쟁형 연구’사업과 과제의 비중을 확대키로 하여 ‘선택과 집중’이라는 기존 연구 지원 패러다임에서 일부 전환
- 「기초연구진흥종합계획(2013~2017)」
 - ‘세계를 선도하는 창의·도전적 기초연구 활성화’ 및 ‘기초연구를 통한 미래성장기반 확충’
- 「창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략(2014)」
 - ‘미래유망 원천기술 개발 및 기술사업화 촉진’, ‘사회적 문제해결을 위한 융합기술 연구 본격 추진’

■ 추진 경과

- 미래 국가과학기술 연구 주제 발굴 세미나 개최 (한국과학기술연구원, '17. 1월)
 - ※ 인간증강 관련 아이디어 발굴 및 4대 중점 분야 도출
- 인간증강 기획 키포프 회의 개최 (한국과학기술연구원, '17. 2월)
 - ※ 로봇-바이오-인공지능 분야 외부전문가 초청, 기획안 및 연구주제, 기술동향 분석 및 검토
- 차세대 융합기술연구개발사업 간담회 (한국과학기술연구원, '17. 2월)
 - ※ 로봇-바이오-인공지능의 융합 연구의 방향 및 추진전략 논의
- 로봇 전문가 간담회 (과기정통부, '17. 3월)
 - ※ 산학연 로봇 전문가 초청, 로봇 분야의 핵심난제 발굴 및 융합기술 추진방향 논의
- 인간증강융합기술 기획위원회 구성 ('17. 4월)
 - ※ 학계 및 정부출연(연) 소속 로봇-바이오-인공지능 분야 전문가로 인간증강융합기술 기획위원회 구성
- '18년도 사업예산 반영 ('17. 6월)
 - ※ 2018년 STEAM 내역사업으로 '휴먼플러스 융합연구개발사업' 예산 반영. 바이오-로봇-AI 등 기술간 융합을 통한 "인간-기계"간 연동 교감할 수 있는 신인터랙션 플랫폼기술의 우수성과 개발 가능성 입증 및 경쟁형 선행연구를 통한 우수 연구과제의 본연구 추진('18년도 예산 7억 원)
- 연구재단 검토 회의 ('17. 7월)
 - ※ 휴먼플러스 과제의 공고를 위한 중점과제 논의 및 차별화 검토
- 전문가 간담회 ('17. 8월)
 - ※ 휴먼플러스 과제의 기술적 목표 및 추진방안에 대한 전문가 간담회 진행
- 휴먼플러스융합연구개발사업 공청회(한국연구재단, '17. 10월)
 - ※ 휴먼플러스융합연구개발사업 신규 과제 기획 분야 소개 및 학연산 의견 수렴
- '18년 원천기술개발사업 설명회 (한국연구재단, '17. 12월)
 - ※ 휴먼플러스(인간증강) 사업의 RFP, 주요 내용 및 변동사항 설명

사업 기획 추진 체계

1.4.1. 기획연구개발의 최종 목표

- 바이오-인공지능-로봇(Bio-AI-Robot, BAIR) 기술의 융합을 통해, 인간의 인지적, 육체적, 사회적 기능을 의도적으로 향상시킬 수 있는 인간증강융합기술의 개발에 대한 기획을 수행
- 3대 인간능력(인지적 능력, 육체적 능력, 사회적 능력)의 증강에 대한 기술적/사회적 수요, 난제 및 파급 효과 조사
- 바이오-인공지능-로봇 기술의 융합으로 인간능력의 증강을 이끌어낼 수 있는 가능성 탐구

1.4.2. 기획연구개발의 세부 목표 및 내용

- 본 연구에서는 BAIR 기술의 융합으로 인간의 3대 능력을 증강시켜 인간의 자연적인 한계를 뛰어 넘어 삶의 질을 향상시키고, 경제·산업 생산성의 향상과 사회문제의 해결을 도모할 수 있는 인간증강융합기술을 도출하고자 다음의 연구를 수행



<그림 3> 본 과제의 기획 연구 개념도

<표 1> 기획연구개발의 세부 목표 및 내용

연구개발목표	연구개발내용
인간증강 대상 및 목표 설정	· 삶의 질 향상을 위해 필요한 증강 대상을 나이에 따른 사회구성원으로 분류하고, 인간의 3대 기능 관점에서 증강을 통해 얻을 수 있는 기능성 파악하여 목표 설정
인간증강을 위한 핵심요소기술 도출	· 인간기능의 증강을 구현할 수 있는 요소 기술들을 바이오, 로봇, 인공지능 분야에 따라 분류하고, 각 기술에 대한 구체적인 개발 목표 제시
인간증강 융합기술 도출	· 각 요소기술을 융합하여 인간증강을 실현할 수 있는 제어 및 알고리즘, 시스템 설계 및 제조 기술, 인간-기계 인터페이스에 대한 개발 목표 제시

1.4.3. 기획연구개발의 추진 체계

■ 바이오-로봇-AI 기술 간의 융합을 통해 인간능력증강을 구현하기 위해 사업 기획 추진

- 융합과학기술 각계 관련 전문가로 구성된 기획위원회를 통해서 최적의 인간증강융합 R&D 사업 및 중점 연구 분야와의 사업 추진방향을 설정함
 - 과학기술정보통신부는 과업에 대한 최종목표와 단계별 수요를 제시하고, 인간증강융합 R&D 사업 및 중점 연구 분야 검토
 - 인간증강융합 R&D TF팀은 중점 연구 분야를 도출하기 위해 *로봇공학을 중심으로 **바이오와 인공지능 및 가상/증강현실 분야에서 대학, 출연(연) 소속의 전문가로 구성하였고, 기술정책과 특허 및 기획전문가를 참여
 - * 로봇공학 분야는 특별히 소프트 로보틱스, 생체모방공학, 영상미디어 분야와 함께 설계 및 제조와 관련된 기계/재료공학, 나노/MEMS 분야의 전문가를 영입
 - ** 바이오 분야는 본 기획연구가 목표로 하는 인간증강융합기술에 필요한 핵심 기술이 뇌-기계 인터페이스, 인공 근육, 뇌과학이므로 보다 세부적인 분야로는 바이오닉스 분야의 전문가를 영입
 - 인간증강융합 R&D 사업기획 및 결과보고서 작성 등 기획총괄업무는 한국과학기술연구원에서 수행



<그림 4> 인간증강융합 R&D 사업을 위한 기획연구 추진체계

■ 기획연구의 효율적 운영과 중점 연구 분야의 타당성 및 적합성 확보를 위해 다음과 같은 두 개의 위원회를 구성

○ 기획위원회

- 연구 방향의 정립과 수행을 점검
- 기획 연구 내용에 대하여 격주 1회씩 정기적 모임을 가지며, 그 외에 필요에 따라 수시로 회의를 가짐
- 기획과제 참여 연구원을 중심으로 활동

○ 자문위원회

- 로봇, 인공지능, 바이오 등 해당 분야의 주관기관 외부 전문가로 구성
- 기획 연구 내용에 대하여 필요에 따라 연구의 주체로 참여 가능
- 정기 세미나를 개최 및 자문요청을 하여 관련 전문가 의견 경청

<표 2> 기획연구개발 추진일정

연구개발의 내용	추진 일정											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
인간증강 목표 대상 및 기능성 분류												
인간증강을 위한 핵심요소기술 도출												
인간증강 융합기술 도출												

<표 3> 기획연구개발 추진전략방법

추진전략	구체적 방법
선행연구/ 특허 조사	<ul style="list-style-type: none"> · 인간증강융합기술과 관련한 연구 수행 그룹 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 키워드 예시: human+, human enhancement, human augmentation, etc. - MIT, Stanford, Berlin 대학 등을 비롯한 선진국의 대학과 연구소에서 이와 관련된 연구의 진행상황 파악 · 본 기술과 관련된 연구의 범위 규정 · 국내외 관련 특허 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 미국, 일본, 유럽, 국내의 관련 선행특허 자체 조사 - 특허 법률 사무소와의 연계를 통한 선행특허 조사 · 선행특허 조사를 통한 첨단 기술 동향 분석
자체 컨설팅 추진	<ul style="list-style-type: none"> · 연관성 있는 타 학문분야에 대한 학습 · 연구 그룹 내의 주기적인 세미나 개최 <ul style="list-style-type: none"> - 각 분야의 지식 습득 및 기술 동향 파악을 위한 월 2~4회의 세미나 개최 · 그룹 내 연구 인력의 교류 활성화하여 기술 발전 방향 모색 · 각기 다른 분야의 상호 기술 적용 및 융합기술 가능성 타진
기술정보 수집	<ul style="list-style-type: none"> · 자체 컨설팅을 통한 타 전공분야의 지식 습득 · 국내외 관련 학회/세미나 참석을 통한 선진정보 수집 <ul style="list-style-type: none"> - Augmented Human(AH) 2017 학회 - Conference on Human-Computer Interaction(CHI) 2017 학회 · 국내외로 연구인력 파견을 통한 인간증강융합기술 관련 정보 획득 <ul style="list-style-type: none"> - 미국 카네기멜론대 참여 Augmented Human Assistance(AHA) 컨소시엄 - 미국 MIT 미디어랩(Biomechatronics Lab., Tangible media Lab., Personal robots Lab., etc) - 미국 Duke대 Nicolelis Lab(VR-로봇-바이오 기능을 접목시킨 재활공학) · 바이오/로봇/인공지능 분야에서의 인간증강기술 개발과 관련 정보수집 <ul style="list-style-type: none"> - 신체기능 증강에 적용하고 있는 인공지능 알고리즘/방법론 기술정보 수집 - 체내 삽입 가능한 크기의 센서 및 액추에이터 관련 기술 확보

추진전략	구체적 방법
	<ul style="list-style-type: none"> - 체내 물질 및 인체 움직임을 이용한 바이오에너지 하베스팅 기술정보 수집 - 3D 홀로그램 기술정보 수집 · 기타 과학기술(나노&MEMS, ICT, 의공학, 재료공학 등) 분야에서 인간증강과 관련된 기술정보 수집
전문가 확보	<ul style="list-style-type: none"> · 로봇, 바이오, 인공지능, 뇌과학, 의공학, 나노/MEMS, 영상미디어 분야 전문가들로 연구그룹 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 인간증강융합기술을 개발하기 위한 최적의 인력 구성 · 각 분야의 국내외 전문가를 초청하여 다수의 세미나 수행
참여 연구원간 정보교류	<ul style="list-style-type: none"> · Web 2.0 (Wiki) 서버 구성 및 운용을 통해 참여 연구원간 실시간 정보교류 · 구성원 누구나 정보에 접근하고 수정할 수 있는 협업형 시스템 구축 · Wiki에 축적된 방대한 자료를 필요할 경우 외부에 공개하여 기술 확산 기여
타 기관과의 협조방안	<ul style="list-style-type: none"> · 서울대학교 인간중심 소프트로봇기술 연구센터, KAIST 증강현실연구센터 등과 연계하여 인간증강 기술 교류 및 자문 · 관련 기관 및 연구소와의 공동 기술 조사 또는 기술자문 교류회 개최 <ul style="list-style-type: none"> - 한국전자통신연구원, 한국기계연구원, 한국생산기술연구원, 네이버랩스, 삼성전자, SK플래닛, KT AI테크센터 등 국내 다양한 연구소와 공동 세미나 및 자문 · 국내외 타 대학과의 연구교류
연구기획 방법론	<ul style="list-style-type: none"> · 인간증강 목표 대상 및 기능성에 대한 정보 수집 <ul style="list-style-type: none"> - 나이대별 사회구성원의 증강요구 신체기능 및 증강 기대효과 분석 - 자연과학/공학 분야뿐만 아니라 사회과학, 인지과학 등 인간의 삶의 질 향상에 관련된 국내외 논문, 특허 등의 연구자료 조사 · 인간증강융합기술 연구의 로드맵 및 과제도출 (RFP) <ul style="list-style-type: none"> - 로봇, 인공지능, 바이오 기술의 개별적인 횡적 연구개발 계획과 함께 타 분야와의 종적 융합연구개발 계획을 포함하는 로드맵 작성 - 인간증강 관련 기술 분야의 원천요소기술 개발을 지원하는 세부 과제 도출 · 인간능력 증강기술 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 현재까지 개발된 기술들의 인간능력 증강 성능 및 효율성이 얼마나 뛰어난지 파악 및 정량적 비교 분석

2. 국내외 현황 분석

2 국내외 현황 분석 및 당면 과제

국외 현황 분석

- ◆ 로봇선진국(미국, EU, 일본 등)은 4차 산업혁명과 지능정보시대를 선도하며 다양한 산업(국방, 제조업, 의료산업 등)에서 인간의 업무를 편하게 하고, 신체적 능력을 극복하며 극대화하기 위해 로봇 및 뇌 프로젝트에 기반하여 로봇-AI-바이오 관련 융합원천기술 개발 시작

2.1.1. 국외 연구 정책 동향

○ 미국

- 국가로봇계획(National Robotics Initiative, NRI) 프로그램('11년~)을 통해서 인간과 협력하여 인간 능력을 증대·강화시키는 로봇 개발을 주된 목표로 9개 부처*간 역할 분담 및 기술 융합연계 추진
 - * NSF(국가과학재단), NASA(항공우주국), NIH(국립보건원), USDA(농무부), NIFA(국립농식품연구소), DoD(국방성), DARPA(방위고등연구계획국), AFoSR(공군과학연구소), DOE(에너지국)
- 브레인 이니셔티브(Brain Initiative) 프로젝트를 통해 인간 뇌의 모든 신경세포의 활성을 지도로 작성하여 인간의 지적 능력 개선 및 확장 목표
 - ※ 신경회로에 포함된 모든 신경세포의 전기활성을 한 번에 측정 가능한 뇌활성 측정기술을 개발하여, 신경회로의 기능적 인 연결을 전부 파악하고 개개의 신경세포 활성도를 측정할 계획. 이를 통해 인간의 기억을 돕고 외부의 컴퓨팅 자원과 결합하여 인간의 지적 능력의 개선, 확장하려는 연구를 대학(MIT, CMU 등), 기업 중심으로 진행 중
- DARPA에서는 IBM과 함께 뇌를 모사한 인지 컴퓨팅 기술인 Cognitive Computing SyNAPS 프로젝트를 수행

○ 유럽연합(EU)

- 산업용 중소형로봇 개발을 위한 SMERobotics 프로젝트('13년~)와 1인 가구 삶의 질 개선을 위한 Robot-Era 프로젝트('12~'15년)를 추진하여 바이오-AI-로봇 등 다양한 분야의 기술 융합 시도
- EU Robotics(PPP형태, 2014~2020년)에 민간 기업에서 21억 유로, Horizon2020에서 SPARC*에 7억 유로 투자함으로써, 2020년까지 42%로 로봇시장 점유율 확대 시도
 - ※ 소 로봇 분야에 걸쳐 産學·研官이 모두 참여하는 세계최대 규모의 로봇 프로젝트



<그림 5> EU Robotics Funding 구성









<그림 6> EU의 로봇시장 점유율

- (독일) 중소기업 활성화를 위한 인간-로봇 공동작업체계(SME Robotics Work System) 개발 등 하이테크 전략(Industry 4.0)
- (네덜란드) 독일 Industry 4.0에 대응하여, 경제부, 경제인연합(FME), 상공회의소, 응용과학연구소(TNO)가 공동으로 '14년 4월 Smart Industry 발표
- 신경과학, 인공지능 컴퓨팅, 의료정보학, 로봇틱스 분야의 융합으로 진행되는 휴먼 브레인 프로젝트(Human Brain Project, HBP)를 2013년부터 10년간 1.8조원의 연구비를 투자
 - ※ 뇌과학 정보의 효과적 활용을 위해, 인간의 뇌에 대한 기존 지식을 집대성하고 슈퍼컴퓨터 기반형 모델과 시뮬레이션을 이용하여 인간 뇌의 재구성 목표

○ 일본

- 로봇신전략('15년)을 통해 2020년까지 우주탐험, 인간과 대화 등 로봇융합 기술 개발에 5년간 1,000억 엔 규모의 연구비를 지속적인 투자를 진행하며, 로봇 활용이 저조한 분야 발굴 및 기술 개발을 확대
- '로봇혁명실현회의'를 출범('14. 9)하고 2020 도쿄올림픽에 맞춰 (가칭) 로봇올림픽 개최 추진

<표 4> 해외 융합연구개발 정책동향

구분	주요 내용		
 미국	· 국가로봇계획(National Robotics Initiative, NRI) 프로그램('11년~)을 통해 인간과 협력하여 인간 능력을 증대·강화시키는 로봇 개발 <NRI Program 연구사례>		
		< 소프트로봇(Bio+소재+Robot) > · 심장질환 환자의 심장박동 유지를 위해 유연 재료(Bio)로 감싸인 심장자극기능 로봇(Robot) 개발	<연구기관> 美 하버드대 (2017년)
 EU	· 산업용 중소형로봇 개발을 위한 SMERobotics 프로젝트('13년~)와 1인 가구 삶의 질 개선을 위한 Robot-Era 프로젝트('12~'15년)를 추진하여 바이오-AI-로봇 등 다양한 분야의 기술 융합 시도 <Robot-Era 프로젝트 연구사례>		
		< 클라우드 로봇(Robot+IoT+AI+Bio) > · 개인 도우미 로봇(Robot)에 클라우드 엔진(IoT)과 데이터 처리·가공 기술(AI)을 융합하여 노인들의 만성질환 및 약물 복용 등 건강관리(Bio)	<연구기관> 伊 BioRobotics Institute(2016년)
 일본	· 로봇신전략('15년)을 통해 2020년까지 우주탐험, 인간과 대화 등 로봇융합 기술 개발에 지속적인 투자를 진행하고, 로봇 활용이 저조한 분야 발굴을 통한 기술개발 확대 <로봇신전략 프로젝트 연구사례>		
		< Kirobo(Bio+AI+IoT+Robot) > · 최초 우주비행사 로봇으로 2013년 우주정거장 도착 후, 2015년 복귀 · 생체인식·음성구현기술(Bio)·학습기능(AI)·사물 간 통신기술·로봇 기술(Robot) 등 기술간 융합 기반 제작	<연구기관> 도쿄대학교 Dentsu社 도요타社 Robo Garage社
· 로봇신전략 기조에 따라 제조·서비스뿐만 아니라 저출산·고령화에 따른 인력부족·생산성 감소 등 여러 가지 사회 현안을 로봇 기술을 통해 해결하기 위해 폭넓은 분야에서 로봇 활용 촉진 사회를 구현하기 위해 경제산업성과 로봇공업회가 '15년 8월부터 '로봇도입 실증사업'을 전개하여 현재까지 약 250건 정도의 사업을 지원			

2.1.2. 연구 분야별 기술 동향

- 인간의 삶의 질 향상을 위한 인간증강융합기술은 기존의 과학기술이 인간과 물리공간적으로 떨어진 위치에서 독립된 서비스 개체로서 인간 증력을 지원하는 단계를 넘어서 착용 또는 이식 수준으로 인간과 밀착되어 인간 능력 자체를 증강시키는 단계를 의미
- 대표적으로 재활공학 기술은 결손된 신체 기능을 정상 상태로 끌어올리도록 지원하는 시스템으로써 신체 외부에서 기기가 지원하는 “도구(tool)”개념으로서 인간과 연결되지 않아도 자체 기능을 구현 가능
- 인간증강 기술은 인간 자체를 구조체/액추에이터/센서/에너지원으로 활용하는 것을 기본으로 하여 그 기능을 증폭 혹은 생물학적 자연인으로는 얻을 수 없는 신체 기능을 더하는 것을 의미하며, 인간과 항상 연결되어 동작하는 “신체의 일부(part of body) 내지는 분신(Avatar)”에 가까운 개념의 기술이어서 인간과 연결되지 않는 한 기능을 구현하는 동작을 하지 않는 시스템임



<그림 7> 인간능력 강화에 대한 과학기술의 기능 제공 수준 및 예시

■ 바이오-인공지능-로봇 융합분야 최신 연구 사례

- 인간을 포함하여 생체의 동작 특성을 모사하는 단계에서 바이오-로봇-인공지능 기술을 활용하여 생체와 상호작용하며 동작 특성을 극대화할 수 있는 단계로 나아감

<표 5> 바이오-인공지능-로봇 융합분야 최신 연구 사례

구분	주요내용	핵심 요소기술
	<p>○ (美 MIT 대학교) Bio-Robot-AI 융합</p> <p><치타로봇(Cheetah Robot)> 시속 16km로 달릴 수 있고 33cm 높이로 점프할 수 있는 사족 보행로봇</p> <ul style="list-style-type: none"> - 보스턴다이내믹스社 치타로봇과 다르게 전기 모터로 작동되어 저소음이고 순간적으로 인식한 장애물을 뛰어넘을 수 있음('13년) <p>* 미국 DARPA로부터 지원</p>	<p>(Bio)생체모사기술</p> <p>(AI)데이터저장·분석알고리즘 기술</p> <p>(Robot)센서·이동·모터 인터페이스·액츄에이터 기술</p>
	<p>○ (美 알파벳社, 前봇앤돌리) Bio-Robot 융합</p> <p><아이리스(Iris)> 사람 팔모양의 로봇으로 1mm의 오차도 없는 정교한 카메라워크가 가능하며 영화 등의 특수제작에 사용('13년)</p>	<p>(Bio)생체모사기술</p> <p>(Robot)센서·이동·인터페이스·액츄에이터 기술</p>
	<p>○ (日 도요타社·美 메사추세츠 공대) Bio-AI-Robot 융합</p> <p><키로보미니(KIROBO mini)> 日 도요타社 개발, 소니社 제조한 5세 지능 수준의 커뮤니케이션 파트너 로봇</p> <p>* 학습을 통한 대화수준 향상·몸짓 사용 가능</p>	<p>(Bio)생체인식·언어표현·음성합성기술</p> <p>(Robot)센서·이동·인터페이스·액츄에이터</p> <p>(AI)데이터저장·분석·인지추론 기술</p>
	<p>○ (美 메사추세츠공대 연구팀) Bio-AI-Robot 융합</p> <p><지보(Jibo)로봇> 지문·홍채·음성인식 등 생체인식기술과 고해상도 카메라 성능을 탑재하여 대화, 화상채팅 등 인간과 교감이 가능한 가정용 개발('14년) 및 시장출시('17년)</p> <p>* 전세계 기업후원 및 크라우드 펀딩을 통해 약 \$80M 지원</p>	<p>(Bio)생체인식·문장분석·언어표현기술</p> <p>(Robot)센서·이동·인터페이스·액츄에이터</p> <p>(AI)데이터저장·분석·인지추론 기술</p>
	<p>○ (日 도요타社) Robot-IoT-AI 융합</p> <p><아틀라스(ATLAS)> 자체 동력 공급 및 각종 센서 부착 등으로 상황인지·장애물 회피가 가능한 휴머노이드 로봇('15년)</p>	<p>(Robot)센서·인터페이스·매니플레이터·액츄에이터 기술</p> <p>(AI)인지추론·데이터 분석 기술</p>

	<p>○ (美 피츠버그대 연구팀) Bio-AI-Robot 융합</p> <ul style="list-style-type: none"> - 교통사고로 팔다리가 마비된 환자의 뇌에서 몸에 닿는 감각관장 부위에 미세전극 2개를 이식 및 자극하게 하여 로봇 손의 촉감을 인식하는 실험에 성공 ('16년) * DARPA, NSF 등으로부터 약 \$6M 지원/브라운대, 케이스웨스턴리저브대와 경쟁형 연구 중 	<p>(Bio)생체인식·뇌파감지 신경전극, 로봇 촉감인지기술 (Robot)센서·신호변환·뇌-기계인터페이스 (AI)데이터저장·분석 알고리즘 기술</p>
	<p>○ (美 미네소타대 연구팀) Bio-AI-Robot 융합</p> <ul style="list-style-type: none"> - 뇌 비침습형 뇌파 감지센서가 부착된 헬멧을 통해서 전류를 변환시켜 로봇팔을 움직이고 컵을 쥐거나 내려놓는데 성공('16년, Scientific reports) * NSF·NIH로부터 약 \$3M 지원 	<p>(Bio)생체인식 기술 (Robot)센서·매니퓰레이터·뇌-기계 인터페이스 기술 (AI)데이터저장·분석 알고리즘 기술</p>
	<p>○ (美 프로그노스社) Bio-AI 융합</p> <ul style="list-style-type: none"> - 임상진단 기록(5억여 개)과 500여개 분석알고리즘을 통한 인공지능분석이 가능한 프로그노스 레지스트리를 개발('17년)하여 복합적인 환자치료 진단 및 바이오마커 개발 활용 * 세이프가드 사이언티픽과 머크 글로벌 헬스 이노베이션 펀드 통해 약 \$2.3M 지원 	<p>(AI)데이터저장·프로세스 마이닝 분석 알고리즘 기술 (Bio)생체정보(영상)분석 기술</p>

■ 바이오-인공지능-로봇 분야 기업간 융합사례

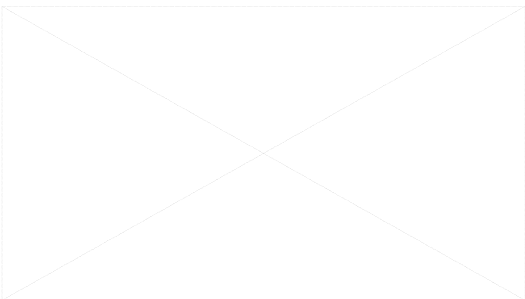
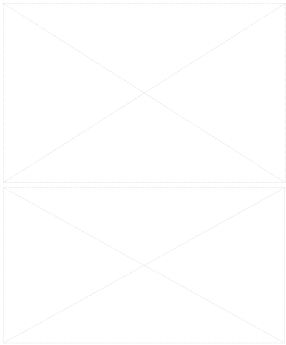

<표 6> 바이오-인공지능-로봇 분야 기업간 융합사례

구분	주요내용	핵심요소기술
	<p>○ (美 세그웨이社) 美인텔社-中샤오미社 제휴('16년)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (세그웨이) 센서 인식 전동스쿠터 기술, (인텔) 'Realsense RGB-D 카메라' 이용한 물체인식·추적기술, (샤오미) 스마트폰 연동기술 간 융합 * 정보수집 및 대화 가능한 홈 서비스로봇에 진출예정('17년) 	<p>(Bio)생체인식기술 (Robot)센서·이동·모터 인터페이스 기술</p>
	<p>○ (美 IBM사) 日 소프트뱅크社 제휴('16년)</p> <ul style="list-style-type: none"> - (IBM) 인공지능'왓슨'의 대화 및 감정 캐치 기술, (소프트뱅크) 로보틱스 로봇기술 간 융합 * <나오미(Naomi)> 소프트뱅크社 개발한 페퍼로봇 후 속모델로 인공지능이 탑재되어 학습·대화 가능, 실제로 '코니'라는 이름으로 미국 버지니아주 힐튼호텔에서 안내서비스 수행중('16년) 	<p>(Bio)생체인식기술 (Robot)센서·동작·인터페이스 기술 (AI)데이터저장·분석 알고리즘·인지 기술</p>

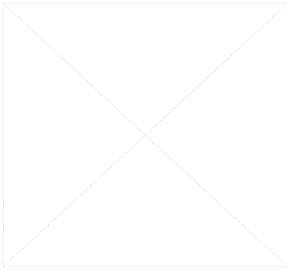
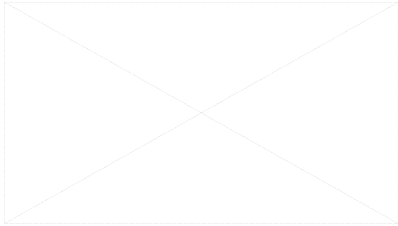

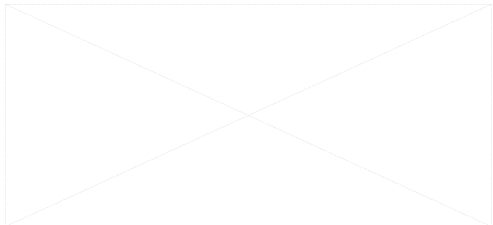
■ 인간증강 관련 기술 동향

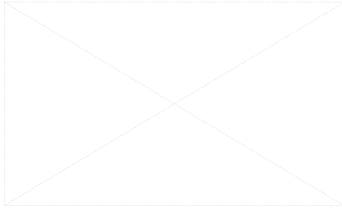
- 최근 대두되고 있는 미래 증강인간에 대해 다루는 포스트 휴머니즘에 따르면 인공지능, 로봇틱스, 바이오닉스, 가상/증강현실 등의 기술 분야가 인간증강에 직접적으로 기여도가 클 것으로 분석
- 이에 인공지능, 로봇틱스, 바이오닉스, 가상/증강현실 기술 분야에서 인간의 능력을 증강시킬 수 있는 가능성을 보이는 연구 결과를 조사

가. 인공지능

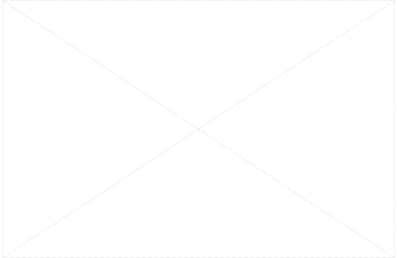
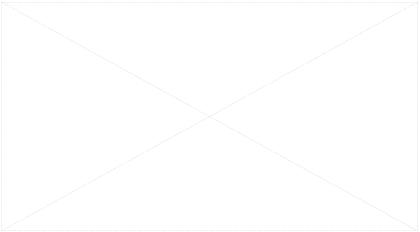
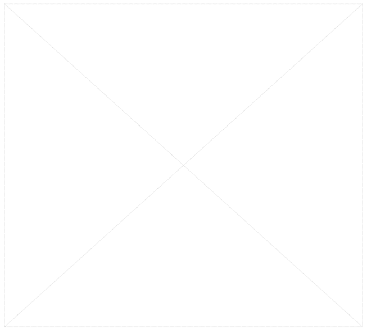
증강분야	결과물	가치 및 의의
인지	 WATSON (미국, IBM)	<ul style="list-style-type: none"> · 자연어처리와 빅데이터 처리기술의 결합을 통해 사용자가 제시하는 질문에 대해 답을 구하여 주는 전문지식 보조 기능 제공
	 Google Assistant (미국, Google)	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자의 활동 정보 (메일, 장소 이동 등) 패턴을 학습하여 필요한 정보를 예상/제공하며 대화하는 일상생활 보조 기능 제공
	 Alexa (미국, Amazon)	<ul style="list-style-type: none"> · 음성처리를 기반으로 하는 사용자 맞춤 대화형 에이전트의 제작이 가능한 범용 개발환경/플랫폼 제공

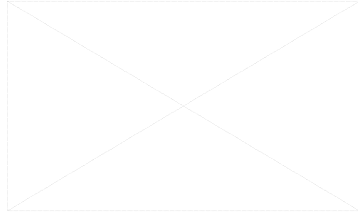
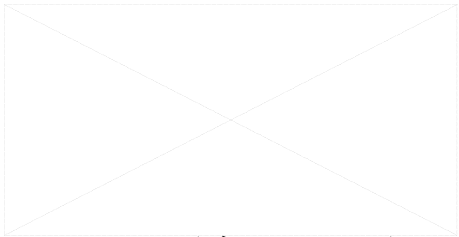
나. 로보틱스

증강분야	결과물	가치 및 의의
육체	 <p>SuperFlex (미국, SRI International)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 소형의 공압구동기와 탄력 있는 옷감을 이용하여 물리력 증강을 구현 · 구동기를 최소화하고 인체운동 자체에서 발생하는 운동력을 최대한 이용 · 약 50파운드 (22kg) 무게를 보상할 수 있도록 보조
	 <p>Soft exosuit (미국, Harvard Univ.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 직물과 근육모사구동기를 결합하여 외골격로봇의 초경량화를 이룸 · 미국방성연구소 (DARPA) warrior web 프로그램의 대표적 연구결과
	 <p>Additional limb (미국, MIT d'Arbeloff Lab)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자의 의도를 인지하여 제3의 사지(손, 팔, 다리) 역할을 수행하는 로봇 사지(limb) 개발 · 항공기 제작에 있어 다수의 작업자가 동시에 수행해야 하는 작업을 로봇 사지를 이용하여 한 사람의 작업자가 작업을 수행 가능
	 <p>Bionic leg (미국, MIT Biomechatronics group)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자의 행동패턴에 특화되어 설계된 강화기구와 사용자의 의도가 담긴 생체신호를 연결하는 인간-기계 인터페이스 및 사이보그 기술 개발 · 사지절단 장애인의 신체기능을 대체하여 제공하는 의족, 의수 개발

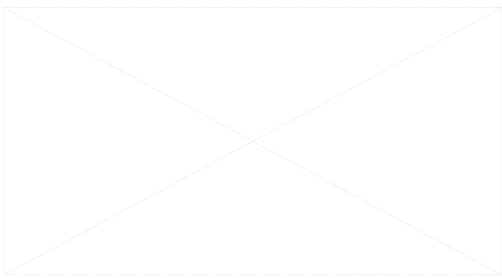
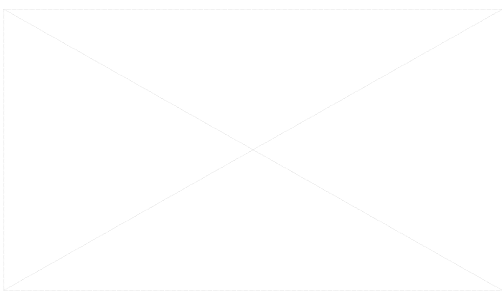
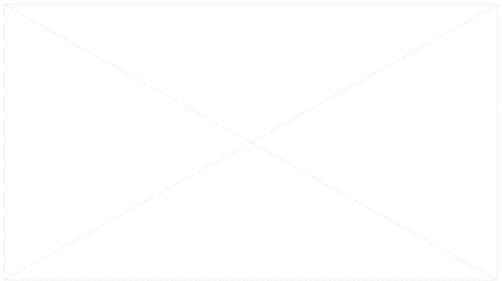
증강분야	결과물	가치 및 의의
	 <p>HAL robotic suit (일본, Tsukuba Univ. & Cyberdyne社)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 근력 보조 및 증강을 지원하는 외골격 타입의 로봇 · 장애인의 재활치료 보조 및 산업 근로자의 물리적 노동 지원

다. 바이오닉스

증강분야	결과물	가치 및 의의
인지/육체	 <p>신경-기계 인터페이스 (EU 공동연구팀)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 인간의 신경 메커니즘을 이해하고, 기계를 신경에 연결함으로써 기계를 인간과 직접 연계 가능 · ‘생각만으로 움직이는 기계’시연
	 <p>뇌-뇌 인터페이스 (미국, Harvard Univ.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 뇌파와 저장도 집속초음파 기술을 이용해서 쥐와 사람의 뇌를 완전히 비침습적인 방법으로 연결 · 사람의 의도를 뇌파 신호로 감지해서 원격지에 있는 쥐의 꼬리 움직임을 유발
	 <p>VR-뇌-기계 인터페이스 (미국, Duke Univ., Nicoletis Lab)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 외골격 로봇과 뇌파측정 기술, 가상현실을 접목한 재활치료 기술 개발 · 의학적으로 재활이 불가능한 판정을 받은 8명의 하반신 마비 환자에 적용하여 1년의 재활 훈련을 통해 7명의 양쪽 다리 감각의 회복 및 운동 능력의 일부 회복 결과를 확인

증강분야	결과물	가치 및 의의
	 necomimi-Brainwave Cat Ears (미국, NeuroSky)	<ul style="list-style-type: none"> · ECG 및 EEG를 기반으로 비침습형 뇌파 측정 기술 개발 · 비침습형 뇌파 측정 기술을 이용하여 감정을 표현하는 액세서리(헤어밴드 및 꼬리), 및 집중력 강화 훈련을 위한 교육용 기기 개발
	 ElectRx (미국, DARPA)	<ul style="list-style-type: none"> · 말초 신경계 표적 자극을 사용하여 신체의 자연적 능력을 치료하여 신체 및 정신 건강을 향상 · 건강지표 바이오마커 검출 및 분석을 통한 치료자극을 페루프 시스템으로 구현

라. 가상현실(VR)/증강현실(AR)

증강분야	결과물	가치 및 의의
오감인지, 소통	 홀로렌즈 (미국, MS社)	<ul style="list-style-type: none"> · 자체 CPU 내장 HMD를 통해 증강 현실 구현 · 무겁고 시야각이 좁으며 실외 환경 사용의 한계
	 R-7/8/9 (미국, ODG)	<ul style="list-style-type: none"> · 실내외환경에서 사용 가능한 소비자용 스마트 AR 안경 · 실제 환경과 정보의 정확한 3차원 정합이 아님
	 M3000 (미국, VUZIX)	<ul style="list-style-type: none"> · 실내외환경에서 사용 가능한 소비자용 스마트 AR 안경 · 실제 환경과 정보의 3차원 결함이 가능하나, 외부 IoT 센서 네트워크 연동 한계
	JackIn Space telepresence	<ul style="list-style-type: none"> · 일인칭과 3인칭, 전지적 시점을 연동시켜 증강현실 속에서 시점을

증강분야	결과물	가치 및 의의
	 <p data-bbox="427 566 715 600">(일본, Tokyo Univ.)</p>	<p data-bbox="871 315 1246 349">자유자재로 옮기는 비전 기술</p> <p data-bbox="871 360 1310 394">공각기동대 잭-인 기술 컨셉 구현</p> <p data-bbox="844 405 1337 490">· 저화질 영상과 시각 의존 피드백으로 인해 실감 구현의 한계</p>

국내 현황 분석

- ◆ 인간증강융합기술의 핵심 기술인 로봇, 인공지능, 바이오 기술은 부분적인 응용분야에 있어서 세계적인 기술선진국 수준에 근접하지만, 원천요소기술 측면에서는 여전히 기술격차 존재

2.2.1. 국내 정책 동향

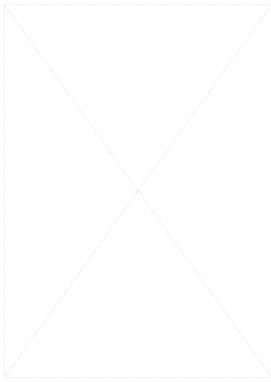
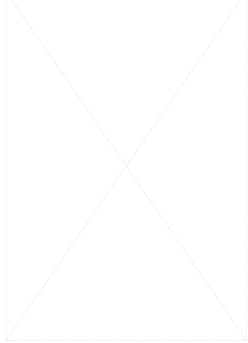


- 2006년 '융합기술종합발전기본계획 수립방안'을 시작으로 2014년 '융합기술 발전전략'에 이르기까지 총 4차례의 계획 수립으로 융합 R&D 지원
 - 투자 규모는 2009년 1조 1,000억 원에서 2015년 2조 3,000억 원으로 증가
 - 현재 추진 예정인 제3차 융합연구개발 촉진 기본계획에 산업을 넘어 인공지능, 바이오, 로봇 등의 혁신을 촉진하는 플랫폼형 융합 R&D 지원 검토 중('17. 3.)
- 1-2차 지능형로봇계획(산업부, '09~'13년 2조 7,638억 원, '14~'18년 1조6,556억 원)을 통해 로봇분야 핵심 원천기술 확보 및 시장 확대 추진
 - 1차 계획을 통해 이동지능, 작업지능, HRI, S/W모듈화 등 원천·공통기반기술 확보 및 기업-연구소 협력으로 시장선도 주력
 - 2차 계획은 내수위주, 해외기관과 협력 부진 등 1차 계획 한계점 극복을 위해, '소비자 중심/선택·집중'으로 세계경쟁력 확보 도모
 - '13년 세계시장이 17.8조원으로 아직 킬러앱(Killer app)이 없어 향후 시장선도를 위해서는 많은 원천연구가 필요
- ※ 산업부('14년 로봇 R&D의 65%)의 경우 응용·개발연구 중심의 단편적 기능개선 위주로, 인간증강과 같은 고위험·혁신융합연구를 위해서는 기초·원천연구 필요

- 인공지능 기술 수준을 도약시킬 차세대 기술창출 기반 조성을 위한 뇌과학 및 인공지능 융합연구 확대
 - 지능형반도체·뉴로모픽칩 개발 등 인공지능-뇌인지 및 뇌공학 분야 융합연구 지원 확대('16년 507억 → '17년 618억)
 - AI 기술 응용 제품 및 서비스 창출 촉진을 위해 AR/VR-인공지능 융합을 통해 가상비서 플랫폼 원천기술을 개발하는 '플래그십 프로젝트' ('17년 145억 원)와 노인 돌봄이·무인경계 로봇 등을 개발하는 'AI-로봇 융합사업' ('17년 100억) 추진

2.2.2. 인간증강 관련 국내 연구 동향

- 인간증강과 관련하여 로봇, 인공지능, 바이오 분야의 각각의 기술영역 안에서 부분적 연구개발은 진행되고 있으나, 기술간 융합을 통해 중점적으로 인간증강을 다루고 있지 않음
 - 한국과학기술연구원(KIST)의 동작과 촉감 전달을 위한 생체신호 측정 분석 시스템 및 생체신호 기반 제어기능을 갖는 Bionic arm 개발 과제('14년 9.~)는 뇌-기계 인터페이스 관련 기술을 중심으로 하여 생체신호로 제어가 가능한 인공팔 원천기술 연구 수행
 - KIST의 실감교류인체감응솔루션연구단은 현실-가상-원격공간이 구분 없이 일체화된 인체감응 실감교류 확장공간 실현을 위한 인체감응솔루션 개발을 목표로 하여 실감교류 확장공간 기반 사용자 간 4D+실감 소통 및 협업 기술, 4D+ 감각모델링, 생성 및 표현 기술, 비침습 바이오닉 인터페이스 기반 감각 및 감성 표현 기술 개발
 - KIST의 노약자 생활지원을 위한 Connected Active Space(CAS) 기술개발 과제 ('11년~'16년)는 고령화 시대를 대비하여 로봇, 영상미디어, 사물인터넷(IoT), 웨어러블 디바이스 등을 활용해 노약자 중심 보조지원 기술 개발을 목표로 하여 스마트 에이징을 위한 실감 소셜미디어기술 개발, CAS-X를 위한 센서 및 플랫폼 기술 개발, 사회적 보유 지능로봇 기술 개발
 - 서울대학교 선도연구센터지원사업(ERC) 인간중심 소프트로봇기술 연구센터('16년 11.~)는 차세대 소프트 로봇 관련 기초 및 응용연구를 위하여 소프트 웨어러블 로봇 메커니즘, 소프트 센서 및 머신 러닝 기반 웨어러블 로봇 제어 알고리즘 개발을 진행
 - 현대자동차(주) 의왕연구소에서 진행한 산업통상자원부의 산업노동지원을 위한 착용식 근력증강 로봇 기술 과제('10. 4.~'15. 3.)에서는 외골격 타입의 근력증강 로봇 하드웨어 기술 및 플랫폼을 개발
 - 한국과학기술원(KAIST)의 뇌모방 지능형 메니-코아 프로세서 연구과제('12년 5.~'16년 4.)는 초저전력 스마트 웨어러블 컴퓨터 프로세서의 원천기술로서 다감각 인지, 판단, 추론 컴퓨팅 모델을 도출하는 연구를 수행 및 뇌모방 지능형 메니-코아 프로세서 칩을 설계 및 제작

<표 7> 국내 인간증강 관련 연구동향

증강분야	결과물	가치 및 의의
육체	 아이언맨 슈트 (현대자동차)	<ul style="list-style-type: none"> · 제조 산업에서 인간의 물리력 증강을 통해 생산성을 높이기 위한 기술 · 재활이 아닌 실질적인 인간증강을 위한 전신외골격 형태를 시도한 것으로서 의의가 있음 *크기와 형태는 일반적인 외골격로봇의 형태
육체	 엑소스켈레톤 슈트(대우조선해양)	<ul style="list-style-type: none"> · 무게 28kg의 엑소스켈레톤형 근력증강 로봇 · 팔에 30kg의 근력 증강 효과를 부여하여 착용자가 100kg에 가까운 중량물을 운반 가능
인지/육체	 MINDD (와이브레인社)	<ul style="list-style-type: none"> · 세계최초 모바일 앱기반 경두개 직류전류자극이 가능한 웨어러블 뇌자극 장치 개발 · 국내최초 우울증 치료기기 허가 (2017.02)
오감인지/소통	 실감조작 (글로벌 프론티어연구단)	<ul style="list-style-type: none"> · 원격지 사용자와 동일한 가상공간에서 동시에 객체 조작 · 공간의 한계를 극복하여 실감 협업 가능

2.2.3. 국내 기술 수준 및 투자 분석 (로봇 분야 기준)

▣ 국가별 로봇 기술수준 및 기술격차 비교

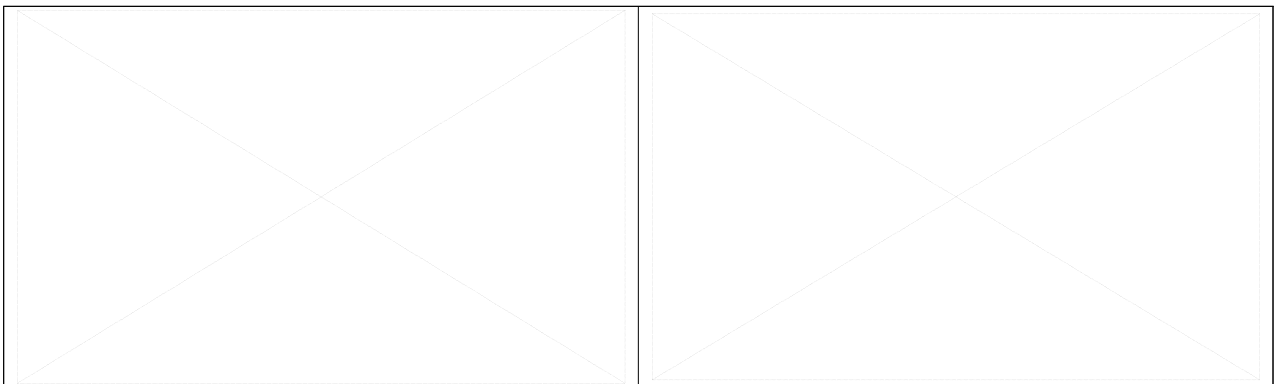
- '11년과 '13년 모두 미국 > 일본 > 유럽 > 한국 > 중국 순으로 조사되었으며, 상위 그룹인 미국, 일본, 유럽 간 수준 차는 크지 않은 반면 한국은 상위그룹과 기술수준/격차(약 81%/2년)가 떨어져 있는 것으로 나타남

※ `11년 산업기술수준조사보고서(KEIT), `13년 산업기술수준조사보고서(KEIT) 분석결과 활용

<표 8> 전체 로봇 기술수준 및 격차(대분류)

(단위: %, 년)

구분	한국		미국		일본		유럽		중국	
	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간	상대 수준	격차 기간
2011년	79.2	2.1	100.0	0.0	97.2	0.3	93.4	0.7	71.0	2.9
2013년	81.1	1.8	100.0	0.0	96.9	0.3	93.2	0.6	68.4	2.8



<그림 8> 전체 로봇 기술수준(좌), 기술격차(우)

- 기술 분야로 분석결과 `11년은 미국이 세계최고 기술수준을 보유한 것으로 조사되었으나, '13년은 일본이 '기구'와 '부품'에서 세계최고 기술수준에 도달하였고, 한국은 '기구'에서 미국과 0.7년으로 최저 격차를 보임

<표 9> 기술 분야별 로봇 기술격차(중분류)

(단위: 년)

구분	기구		지능		부품		시스템	
	2011년	2013년	2011년	2013년	2011년	2013년	2011년	2013년
한국	1.9	0.7	2.5	2.1	2.2	1.9	1.9	1.4
미국	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
일본	0.0	0.0	0.7	0.8	0.0	0.1	0.6	0.3
유럽	0.5	0.4	0.8	1.0	0.7	0.4	0.8	0.5
중국	3.1	2.7	3.0	3.2	2.9	2.8	3.0	2.3

▣ 전체 로봇 R&D 투자현황

○ 로봇과 관련한 국가연구개발사업(과제 단위)은 '08년부터 '15년까지 8년간 2,835과제에 1,131,037백만 원의 예산이 투자(누적합계)

- (부처별) 산업부 > 과기정통부 > 중기청 순으로 조사
- (연구수행주체별) 기업 > 출연(연) > 대학 순으로 조사
- (연구단계별) 개발연구 > 응용연구 > 기초연구 순으로 조사
- (분야별) 전문서비스로봇 > 개인서비스 로봇 > 제조 로봇 순으로 조사

※ 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)를 이용하여 '로봇' 키워드로 통계자료를 추출·분석

▣ 부처별 투자현황

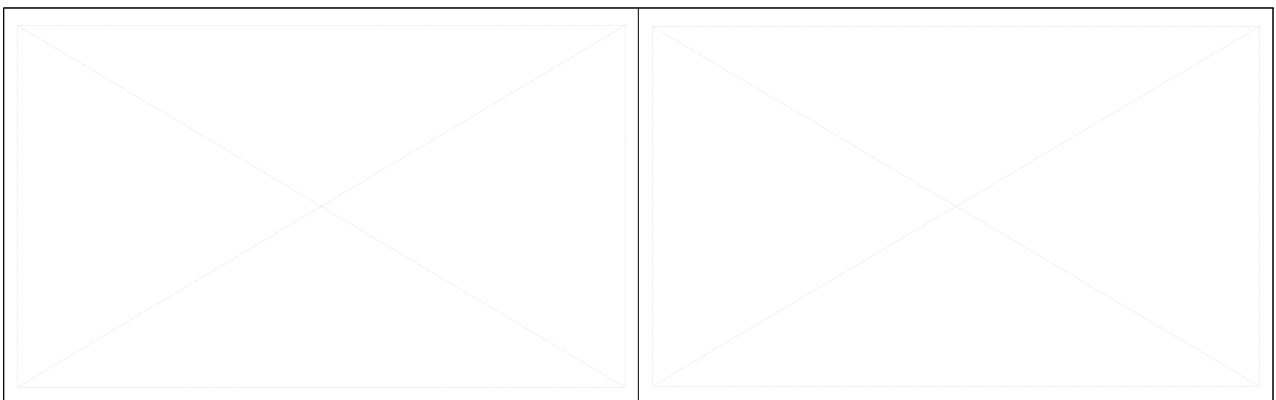
○ 산업부는 기업주관의 개발·응용연구 단계의 지원이 많았던 반면, 과기정통부는 대학·출연연 주관의 기초·응용연구 중심의 로봇연구에 투자

<표 10> 최근 8년간 연구단계별 로봇R&D 투자현황

(단위: 백만원, %)

구분	기초연구		응용연구		개발연구		기타		총합계	
	연구비	비중	연구비	비중	연구비	비중	연구비	비중	연구비	비중
산업부	83,400	11.3%	126,057	17.1%	425,747	57.7%	102,597	13.9%	737,801	100.0%
과기정통부	87,653	38.3%	76,982	33.6%	52,857	23.1%	11,362	5.0%	228,854	100.0%

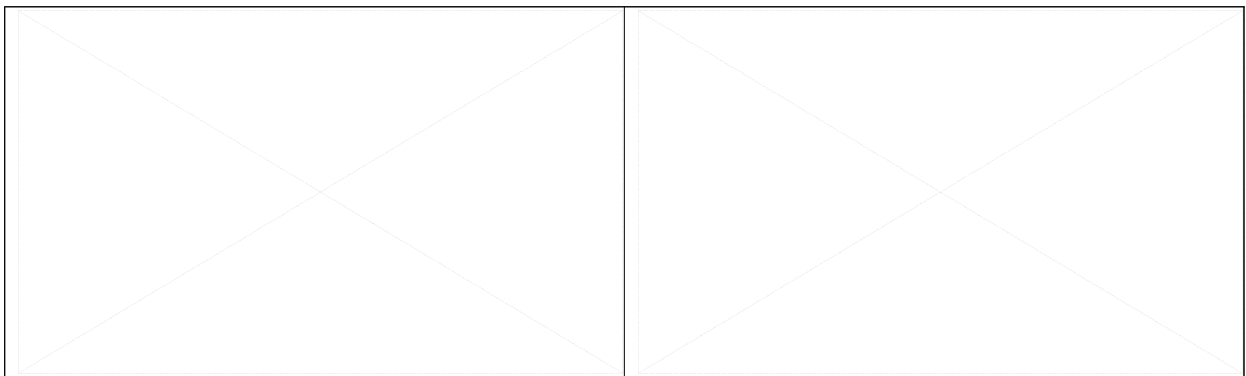
○ 전체 로봇R&D 예산은 산업부(737,801백만 원, 65.2%) > 과기정통부(228,854백만 원, 20.2%) > 중기청(61,392백만 원, 5.4%) 순으로 조사



<그림 9> 부처별 투자현황(좌), 산업부-과기정통부 투자현황(우)

■ 연구수행주체별* 투자현황

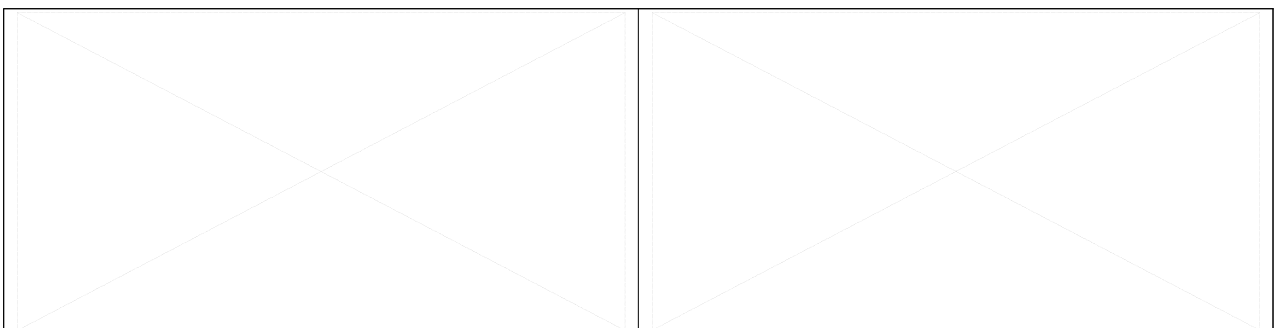
- (전체) 기업(452,129백만 원, 40.0%) > 출연(연)(338,722백만 원, 29.9%) > 대학(233,951백만 원, 20.7%) 순으로 조사
 - (산업부) 기업(356,153백만 원, 48.3%) > 출연(연)(197,287백만 원, 26.7%) > 기타(95,244백만 원, 12.9%) 순으로 조사
 - (과기정통부) 대학(106,508백만 원, 46.5%) > 출연(연)(103,814백만 원, 45.4%) > 기업(18,237백만 원, 8.0%) 순으로 조사
- ※ 출연연구소, 대학, 기업(대기업, 중견기업, 중소기업), 국공립연구소, 기타



<그림 10> 연구수행주체별 투자현황 (산업부)(좌), (과기정통부)(우)

■ 연구단계별 투자현황

- (전체) 개발연구(607,957백만 원, 53.8%) > 응용연구(212,435백만 원, 18.8%) > 기초연구(186,024백만 원, 16.4%) 순으로 조사
- (산업부) 개발연구(425,747백만 원, 57.7%) > 응용연구(126,057백만 원, 17.1%) > 기타(102,597백만 원, 13.9%) 순으로 조사
- (과기정통부) 기초연구(87,653백만 원, 38.3%) > 응용연구(76,982백만 원, 33.6%) > 개발연구(52,857백만 원, 23.1%) 순으로 조사



<그림 11> 연구단계별 투자현황(산업부)(좌), (과기정통부)(우)

▣ 분야별* 투자현황

- (전체) 전문서비스로봇(672,903백만 원, 59.5%) > 개인서비스 로봇(179,044백만 원, 15.8%) > 제조 로봇(165,283백만 원, 14.6%) 순으로 조사
 - (산업부) 전문서비스로봇(393,431백만 원, 53.3%) > 제조 로봇(133,235백만 원, 18.1%) > 개인서비스 로봇(122,147백만 원, 16.6%) 순으로 조사
 - (과기정통부) 전문서비스로봇(161,635백만 원, 70.6%) > 개인서비스 로봇(32,774백만 원, 14.3%) > 기타(20,694백만 원, 9.0%) 순으로 조사
- ※ 제조 로봇, 전문서비스로봇, 개인서비스 로봇, 기타

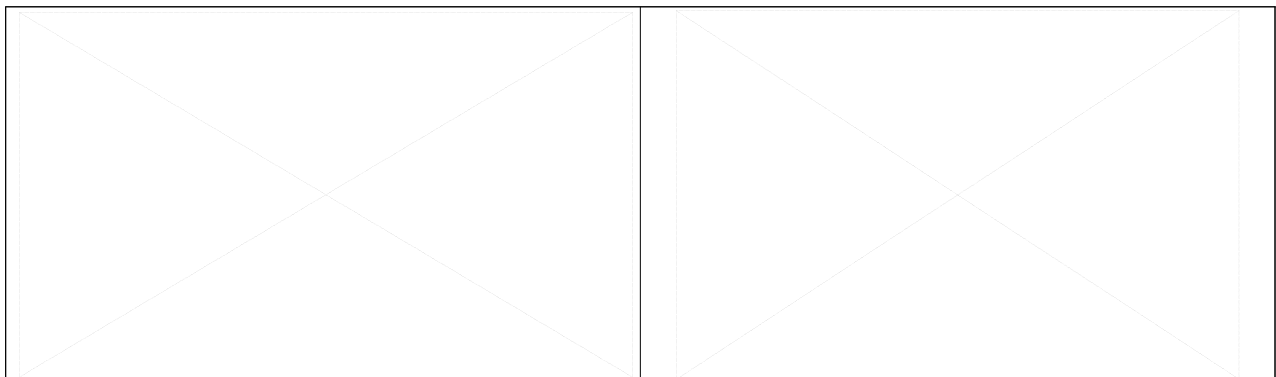
▣ 과기정통부 로봇 R&D 활용분야별* 투자현황

- (연구비) 과기정통부 로봇 관련 R&D 예산을 활용분야별 분석 결과, 전문서비스로봇 분야가 38,307백만 원으로 전체 39.2%로 가장 높은 비중을 차지
- ※ 로봇산업분류에 따라 활용분야를 구분(①제조용로봇, ②개인서비스로봇, ③전문서비스로봇, ④로봇부품, ⑤SW, ⑥시스템, ⑦기타)

<표 11> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)

(단위: 백만원)

구분	2013년	2014년	2015년	총합계	비중
제조용로봇	1,010	0	38	1,048	1.1%
개인서비스로봇	51	605	7,084	7,740	7.9%
전문서비스로봇	8,823	10,958	18,526	38,307	39.2%
로봇부품	574	140	3,294	4,007	4.1%
SW	3,140	2,406	1,513	7,060	7.2%
시스템	9,869	11,228	14,344	35,441	36.3%
기타	1,452	1,015	1,655	4,123	4.2%
총합계	24,919	26,352	46,455	97,725	100.0%



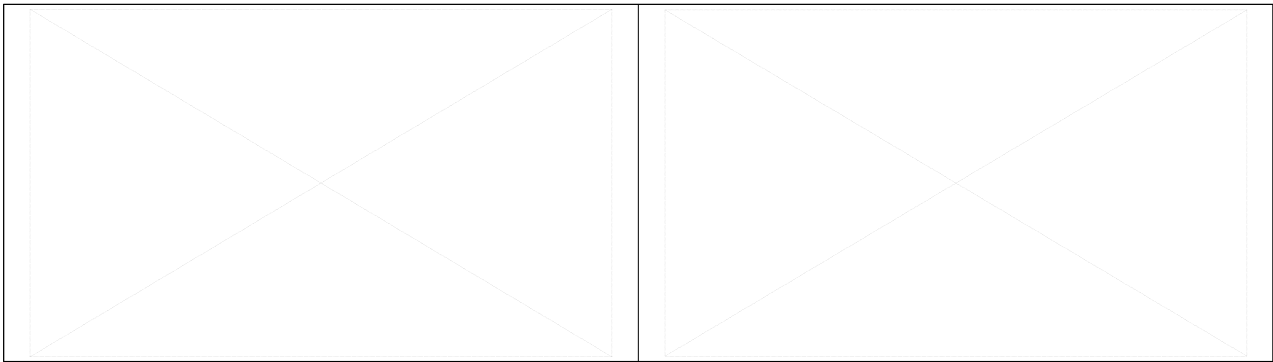
<그림 12> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)

○ (과제수) 과기정통부 로봇 관련 R&D 과제를 활용분야별로 분석한 결과, 시스템 분야가 100건으로 전체 42.0%로 가장 높은 비중을 차지

<표 12> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(과제수)

(단위: 건)

구분	2013년	2014년	2015년	총합계	비중
제조용로봇	2	-	1	3	1.3%
개인서비스로봇	1	5	7	13	5.5%
전문서비스로봇	15	14	22	51	21.4%
로봇부품	6	2	8	16	6.7%
SW	16	11	9	36	15.1%
시스템	30	32	38	100	42.0%
기타	6	5	8	19	8.0%
총합계	76	69	93	238	100.0%



<그림 13> 활용분야별 로봇 R&D 투자현황(과제수)

■ 전문서비스로봇 세부분야별 투자현황

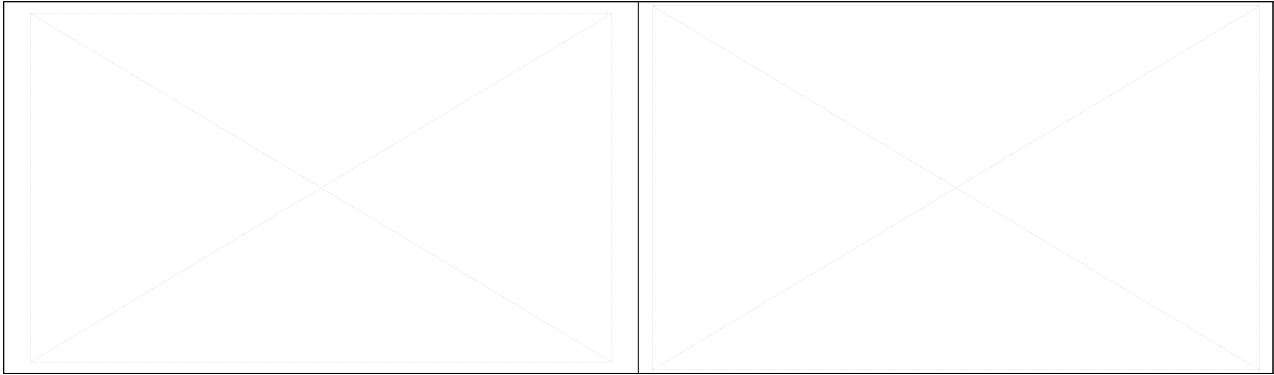
○ (연구비) 의료분야 전문서비스로봇이 30,328백만 원으로 전체 79.2%로 가장 높은 비중을 차지

※ 전문서비스로봇 분야를 7개의 세부분야로 재분류(①의료, ②안전, ③건설, ④해양, ⑤우주, ⑥농업, ⑦기타)

<표 13> 전문서비스로봇 세부분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)

(단위: 백만원)

구분	2013년	2014년	2015년	총합계	비중
의료	5,032	9,325	15,972	30,328	79.2%
안전	2,190	31	216	2,437	6.4%
건설	-	-	859	859	2.2%
해양	351	252	-	603	1.6%
우주	-	100	100	200	0.5%
농업	-	-	130	130	0.3%
기타	1,250	1,250	1,250	3,750	9.8%
총합계	8,823	10,958	18,526	38,307	100.0%



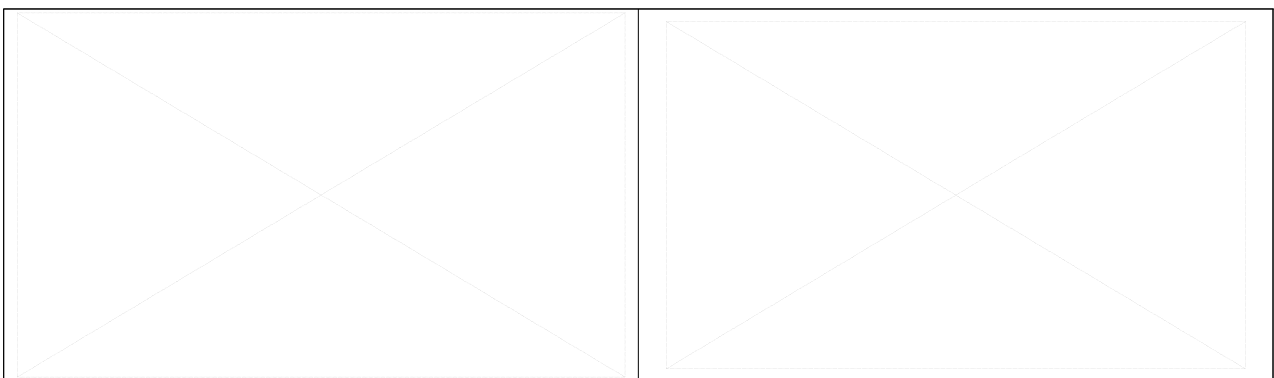
<그림 14> 전문서비스로봇 세부분야별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)

○ (과제수) 의료분야의 전문서비스로봇이 33건으로 전체 64.7%로 가장 높은 비중을 차지

<표 14. 전문서비스로봇 세부분야별 로봇 R&D 투자현황(과제수)>

(단위: 건)

구분	2013년	2014년	2015년	총합계	비중
의료	9	10	14	33	64.7%
안전	2	1	2	5	9.8%
해양	3	1	-	4	7.8%
건설	-	-	3	3	5.9%
우주	-	1	1	2	3.9%
농업	-	-	1	1	2.0%
기타	1	1	1	3	5.9%
총합계	15	14	22	51	100.0%



<그림 15> 전문서비스로봇 세부분야별 R&D 투자현황(과제수)

SWOT 분석

■ 인간 능력을 증강시키는 혁신적인 융합연구기술개발사업의 도출이 필요하여 이를 위한 SWOT 분석을 통해 연구개발 당면과제 및 대응 방안 분석

<표 15> 국내 인간증강융합기술 SWOT 분석

국내 인간증강융합기술 SWOT Analysis	Strength(강점) <ul style="list-style-type: none"> · 세계적 수준의 IoT 인프라, ICT, 소재, 로봇기술 보유 · 국가차원의 인간지향형 융합R&D 지원 의지 · 재활로봇 등 인간증강 관련 초기 연구 인프라 확보 	Weakness(약점) <ul style="list-style-type: none"> · 로봇 핵심부품 국산화 부족 · 핵심 원천기술 경쟁력 부족 · 장기적 계획을 바탕으로 원천연구개발 투자 미흡 · 산업부 주관 제품 개발형 로봇 연구에 투자 집중
Opportunity(기회) <ul style="list-style-type: none"> · 초고령 사회 도래에 따른 인간 보조를 위한 R&D 필요 증대 · 발달된 인공지능 기술을 통해 로봇 분야 활용범위 확대 · 미래사회 트렌드로 인간증강 기술에 대한 관심 증가 	SO 전략 <ul style="list-style-type: none"> · 선도기술개발을 위한 융합 연구를 통한 글로벌 미래사회 이슈에 빠른 대응 · 융합연구로 도출된 응용기술/제품 개발로 신흥시장 개척 및 지배력 강화 · 부처간 협업을 통한 정부차원의 체계적 융합연구지원 	WO 전략 <ul style="list-style-type: none"> · 원천기술 확보로 기술경쟁력 제고와 특허 및 국제표준 주도 · 융합연구개발지원을 위한 법과 제도 정비 및 규제 개선 · 학제간 융합연구로 창의적 연구체계 구축
Threats(위협) <ul style="list-style-type: none"> · 인공지능, 빅데이터 등 원천기술에 대한 선진국의 기술 독점화로 경쟁 심화 · 해외 선도 기업으로부터 핵심인력의 유출 · 핵심 소재 및 부품의 높은 가격으로 인한 시장 창출 어려움 	ST 전략 <ul style="list-style-type: none"> · BAIR 융합 전문 인력 양성 프로그램 개발 · 산학연관이 초기부터 협력하는 연구생태계를 조성하는 것이 필요 	WT 전략 <ul style="list-style-type: none"> · 특허 분석 및 대응전략 마련 · 국제표준 확보 등을 위한 글로벌 협력체계 마련 · 기술 임상 및 인증 절차 간소화

3. 사업 추진 방안

3 사업 추진 방안

사업 개요

◆ 인간과 기계의 상생을 지향하는 바이오/인공지능/로봇기술의 융합 연구를 통해 4차 산업혁명과 미래(20년 후)사회에 대응이 가능한 인간증강 융합기술을 선도적으로 확보

■ (사업의 목적) 미래를 디자인할 수 있는 인간증강 중소형 융합연구그룹 육성을 통한 기초·원천기술 개발로 新산업 창조 및 ‘인간 삶의 질’을 향상시키고자 함

- 비정형 환경에서의 **인간능력 향상** 및 나아가 **인간-기계와의 협력과 공생**을 목표로 하는 인간지향형 R&D 사업 추진
- 기존의 특정목적형(제조, 개인/전문서비스 등) 완제품 개발에서 벗어나 **HW와 SW가 연계**할 수 있는 원천요소기술 개발과 개발된 기술을 인간능력 향상 및 증강을 위해 활용할 수 있는 **복합 플랫폼형 연구** 추진
- **경쟁 기반의 챌린지형 R&D*** 추진으로 첨단 융합원천기술 개발과 고수익형 신사업 창출, 연구 성과의 혁신성 고도화 및 완성도 제고

※ (사례) K-Startup 그랜드 챌린지, AI R&D 챌린지, 6개월 챌린지 플랫폼, 미래성장동력 챌린지, 과학기술·인문사회융합연구사업, SW/컴퓨팅산업 원천기술개발 등

■ (사업의 성격) 기술혁명이 변화시키는 미래사회에 대비하기 위해 인간을 대상으로 과학기술의 융합을 통한 원천기술개발형 사업으로, 학제간, 기술간, 산업간 경계를 허물고 자율적이고 적극적인 융합 과정 속에서 도출될 인간증강융합기술 개발을 추진

- 기술획득 중심에서 인간의 이해를 바탕으로 하는 친인간적·인간지향형 R&D
- 광범위한 연구 분야에서 도출될 수 있는 획기적인 아이디어 발굴을 위해서 다양성을 추구하며 차별화된 기술적 접근 방식을 유도하는 **경쟁형 자유공모 사업**과 함께, 사회 현안의 시급성 및 필요성에 의해 도출된 중점 연구 분야에 대해서는 정부와 학연의 검토를 거쳐 **지정공모 사업**을 병행하여 추진하는 **Two-track 사업지원 시스템**

■ (사업의 의의) 바이오-인공지능-로봇 전문 분야의 연구진들이 협업하여 인간의 인지적/육체적/사회적인 능력을 증강시키는 것을 목표로 미래 지향적이고 도전적인 인간증강융합기술 개발을 도출하는 원천융합연구개발사업으로 추진

- 바이오+AI+로봇 기술간 다양한 형태의 융합으로 異種 분야 간 3I(Integration, Interaction, Interface) 구현을 통해 기존 산업의 고도화 및 신산업 창출을 위한 미래선도형 기초원천기술개발 지원
- 이를 통해 개발된 핵심요소기술이 자율주행 자동차, 재난/재해방지시스템, 고령자 헬스케어 등 다양한 분야에 적용·활용 가능한 플랫폼형 기술개발
- 미래 사회에 대응적응할 수 있는 인간의 한계 극복 가능성 탐색

■ (사업의 차별성) 본 사업은 기존의 개별 기술 영역에서의 단기성 산업중심 제품개발이 아닌, 다양한 기술 분야의 융합을 통해 인간의 능력을 확대시킬 수 있는 장기성 인간중심 융합원천요소기술 개발임

As Is	To Be
<ul style="list-style-type: none"> · 산업 분야별 개체 중심 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오(약물치료, 의료기기) - AI(SW, 딥러닝 기술) - 로봇(제조·서비스용) · 바이오, AI, 로봇 등 각 기술 분야가 독립적으로 연구 	<ul style="list-style-type: none"> · 기술간, 산업간, 분야 간 경계 없이 융합을 통한 시너지 창출 및 효과 중심 기술개발 <ul style="list-style-type: none"> - 바이오+AI+로봇 간 융합을 통한 미래 선도기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> · 산업 육성 중심 <ul style="list-style-type: none"> - 경제성장, 국민행복 등을 목표로 하지만 궁극적으로 산업적인 측면에서의 파급력, 기존 인프라 개선치중 	<ul style="list-style-type: none"> · 인간 이해를 기반으로 기술 간의 융합을 시도함으로써 인간지향형 기술개발 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 신체기능 및 기억력 증강, IoT-connected body 등
<ul style="list-style-type: none"> · 제품화 및 상용화 중심의 단기기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> · 미래사회 설계를 목적으로 장기적 측면에서의 기초·원천연구 중심 기술개발

비전, 목표 및 추진 전략

3.2.1. 비전 및 목표



■ (추진전략3) 집중형 및 자율형 주제공모 연구 추진

- (중점 분야 선정을 통한 미래 제품·서비스 기반 기술 확보) 기술개발의 시급성, 원천성, 성공가능성 등에 기반하여 중점 추진분야를 선정 및 추진함으로써 제품·서비스 플랫폼 기술을 확보하여 타 분야, 산업으로의 파급성 확대
 - 전체 사업의 50%는 중점 분야 발굴을 통해 10년 후 미래 선도기술 확보를 위한 방향성 있는 과제를 선정하고 추진함으로써 개발기술의 성공가능성 증대시키는 집중형 지정공모
- (다양성 확보를 위한 새로운 아이디어 창출 기반 구축) 전략적으로 추진해야 할 연구과제가 아닌 20년 후 미래사회를 선도해 나갈 기술 및 제품에 대한 기반기술을 확보하고자 자율적·창의적·도전적 연구과제 지원
 - 집중형 지정공모를 제외한 50%는 자유공모 주제로 보다 장기적인 측면(20년)에서 미래 비전을 설정하고 새로운 아이디어 중심의 혁신성을 바탕으로 과제 선정 및 R&D 지원하는 챌린지형 자유공모

중점연구 추진분야 도출

3.3.1. 3대 중점 연구 분야 도출 과정

■ 미래사회 트렌드 및 이슈

- 지능정보사회(초지능)
 - 인공지능과 빅데이터 등 기술발전으로 초지능 시스템의 구현이 가능함에 따라 산업구조가 노동·자본 중심에서 기술혁신 중심으로 재편
- 초연결사회(초연결)
 - ICBM 기반의 디지털 네트워크 강화에 따라 기계-기계뿐만 아니라 교감과 협업 등의 인간-기계 연결성 확대
- 복잡·다양사회(대융합)
 - NBIC 플랫폼 융합기술 발전과 인간중심 문제해결형 다차원 융합 촉진

■ 로봇 관점에서 기계적 요소기술과 인간 기능에 대한 트리형 분류

○ 포스트 휴머니즘 트렌드를 반영해 기존의 기계적 요소기술에 인간 기능을 추가통합하여 3대 분류로 구분

기계적 요소기술	인간기능		
	감지	지능	운동
로봇, 부품, SI, 네트워크 등	시각, 음성, 냄새, 맛, 운동감지, 촉각 등	센서, 신호처리, 지능, 신호후 처리, 제어, 액츄에이터	손, 입, 팔, 손, 다리 등

■ 인간 관점에서 인간과 기술과의 거리 및 인간 능력 향상 분야에 대한 기술 분류

※ 출처: 포스트휴먼시대 기술과 인간의 상호작용에 대한 인문 사회 학제간 연구, 정보통신정책연구원, 2014.

인간 역량의 향상 분야 기술의 상대적 위치	인지/관계형	신체/활동형
외부인지형	<p>① 인지 향상</p> <ul style="list-style-type: none"> · 소셜 로봇 · 증강현실/대체현실 · 동작/생체 인식 · 빅데이터 라이프로그 · 모바일 3D 카메라 · 복합 촉각 마우스 · 스마트 글래스 	<p>③ 무인 자동화</p> <ul style="list-style-type: none"> · 지능형 로봇 · 시각장애인 자동차
신체밀착형	<p>② 건강 증진</p> <ul style="list-style-type: none"> · 신체부착/생체이식형 센서 · 뇌파인식 · 웨어러블 액세서리 · 집중형 초음파 	<p>④ 장애 극복</p> <ul style="list-style-type: none"> · 웨어러블 로봇(로봇 보조공학) · 아바타 로봇 · 스마트 글래스

<표 16> 「인간과 거리 + 인간의 역량향상」 매트릭스 기술 분류(정보통신정책연구원)

분류	유형	기술 서비스 제품	적용형태	사례	인간과의 상호작용 관련 특징	비고 (파급효과, 이슈 등)
① 인지 향상	두뇌	뇌파인식	웨어러블	뇌파제어 헤드셋	뇌파 측정과 분석 기술을 이용, 인간의 인지 상태·감정 및 감성 변화를 측정하고 이를 제어	두뇌발달 및 치유, 건강, 게임 등에 활용
	두뇌	집중 초음파	증강현실	비침습 바이오닉 인터페이스	집중초음파를 통해 뇌기능을 자극하여 다양한 감각을 인공적으로 감지	의료(뇌졸중 치료, 기억력 향상), 증강현실 등에 활용
	피부	인체 부착형 센서	웨어러블 사물 인터넷	스마트밴드, 전자피부	인간의 피부, 장기에 부착되어 혈압, 혈당 등의 전기생리학 신호를 모니터링하여 무선으로 정보를 제공	개인 건강관리, 휴머노이드 로봇 등에 활용
	신체	웨어러블 액세서리	웨어러블	피트니스 밴드	개인 건강 관련 정보에 대한 모니터링 기능 제공	개인 건강관리에 활용
				스마트워치	기본 정보 제공 외에 피트니스 관련 정보를 모니터링하여 제공	
				패션형 웨어러블	개인 건강 관련 정보에 대한 모니터링 기능, 헬스케어 보조 기능 제공	
	② 건강 증진	시각	스마트 클래스	웨어러블	구글 클래스, 오쿨러스 리프트 등	증강현실, 음성·동작인식, 스마트센서 등을 통해 실시간 멀티미디어 정보 전송
음성/영상		CCTV	사물인터넷	지능형 CCTV	이상 음성이나 영상을 분석하여 관제센터에 통보	치안, 안전 분야에서 활용
인지		대체현실	증강현실	일본 이화학연구소 대체현실 시스템	시뮬레이션, 네트워크, 인터페이스, 사용자인식, 상호작용 등 가상현실 관련 기술과	심리치료, 교육, 엔터테인먼트 등에 활용

분류	유형	기술 서비스 제품	적용형태	사례	인간과의 상호작용 관련 특징	비고 (파급효과, 이슈 등)
					뇌인지과학 기술이 결합하여 실제와 동일한 인지감각을 경험	
	인지	소셜로봇	로봇, 빅데이터	MIT, Yale 대학 연구 로봇	인간의 감정을 빅데이터 기술을 활용하여 인지하고 감성적으로 상호 작용하는 로봇	자폐아 치료, 독거노인 돌봄 등에 활용이 가능
	인지	라이프로그	빅데이터	Lifelog 앱, Memoto 카메라 등	개인의 일상생활에 대한 기록데이터를 빅데이터로 축적하여 개인행동 예측, 맞춤형 서비스 제공 등	생활패턴 인지형 서비스(건강, 교육 등) 제공
	영상	모바일 3D 카메라	증강현실	AMAZON 출시 예정 카메라	일반 카메라로 3D 객체를 스캔하여 3D 프린팅, 증강현실 등과 연계한 서비스를 제공	실감형 영상, 실감형 제작 등을 체험
	촉각	복합 촉각 마우스	증강현실	복합 촉각 마우스	가상현실의 촉각 정보를 마우스를 통해 느낄 수 있도록 구현	게임, 쇼핑, 교육 등에서 활용
③ 무인 자동화	신체	지능형 로봇	로봇	구글 카, 기사작성 로봇, 아마존 드론, 군사로봇, 커피머신 등	자율형 인공지능을 기반으로 수집된 정보를 바탕으로 능동적으로 상황에 대처하며 주어진 과업을 수행	위험한 업무나 정형화된 업무패턴의 작업을 대체
	시각	자동차	사물인터넷	로멜라 연구팀 시각장애인 자동화 프로젝트	자동운전차량과 다르게 시각장애인이 직접 차량을 조작하여 운전	신체장애 극복
④ 장애 극복	두뇌	바이오칩	사물인터넷	뉴로브릿지(NeuroBridge)	두뇌신호를 감지해 신체 동작	척추마비, 부분 신체마비극복

분류	유형	기술 서비스 제품	적용형태	사례	인간과의 상호작용 관련 특징	비고 (파급효과, 이슈 등)
	근력	로봇	웨어러블	HAL(Hybrid Assistive Limb)	장착형 로봇 슈트로 근력을 보조	거동불편자의 일상생활 지원 재난구조, 건축 등에서 활용
		보조공학	로봇	JACO. Stride Management Assist, I-limb	로봇기술을 응용하여 손, 다리 등의 신체기능을 지원하여 장애인의 일상생활 영위 및 치유 등을 지원	신체장애 극복
	시각	점자 키보드	동작인식	Inpris社의 Upsense	사용자가 설정해 놓은 제스처를 인식하여 스마트 단말에서 시각장애인이 문자를 입력	음성, 블루투스 키보드 등 기존 솔루션과 차별화된 입력방식을 제공
	시각	스마트 글래스	웨어러블	OrCam	동작인식 기능을 적용하여 시각정보를 분석하여 음성정보로 제공	시각장애인 약시자 시각 능력 보조
				라이프 테라피 안경	치유목적의 안경형 의료기기에 스마트폰 모니터링 기능을 결합	계절 정서 장애 치유
	신체	아바타 로봇	로봇	PR2	신체장애자를 대신하여 일상업무를 수행할 수 있는 로봇	신체장애 극복

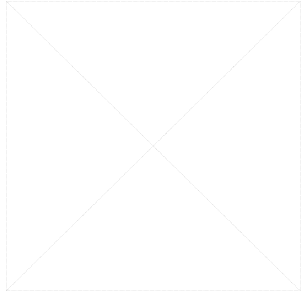
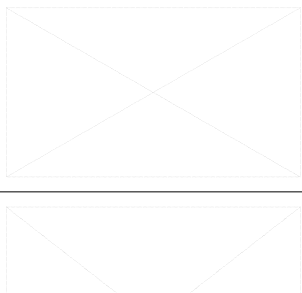
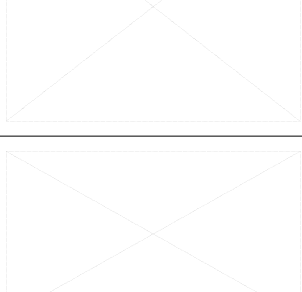
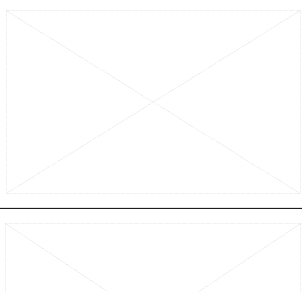
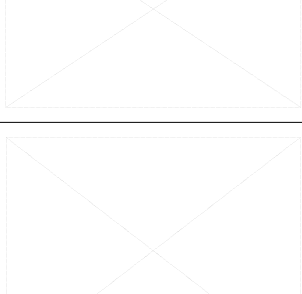


- 인간의 능력은 신체에서 담당하고 있는 기능 관점에서 분류하면 인지적 능력, 육체적 능력 및 사회적(소통, 교감) 능력으로 구분할 수 있으며, 일반인의 수인생주기에서 고려되어야 할 사항들을 살펴보고 연령대별 증강기능을 연결
 - 유소년층의 경우 성장 발달과 교육 및 생활환경이 인간 기능 발달에 크게 영향을 미치는 시기이므로 식생활 보조 및 안내, 교육 기능을 개별적으로 최적화하여 제공하는 인공지능 기반 인지 증강 기술 필요
 - 청장년기 경우는 환경과 교육에 의한 획기적인 인간 기능의 변화를 이끌어 내기에는 한계가 있지만, 외부기기의 도움을 통해 그 기능을 향상시키는데 적합한 신체 구조를 가지고 있어 활발한 신진 대사와 활동력을 지원할 수 있는 정보처리 기술과 로봇기계 시스템이 필요
 - 노년층에서는 전반적인 기능이 저하되므로 청장년기의 인간기능을 최대한 유지하며 저하되는 속도를 늦추는 방향으로 증강 기술 지원 필요



<그림 16> 나이에 따른 사회구성원별 증강 대상 및 증강 기능 분류 예

- 인간의 기능을 담당하는 영역을 살펴보면 인간 두뇌, 피부 및 근골격계, 신경계, 외부 환경(소통/교감 관련)으로 분류되며, 이들을 바탕으로 이에 직접적인 영향을 줄 수 있는 바이오, AI, 로봇 분야의 핵심 요소기술 분석

<표 17> 인간증강을 위한 핵심 요소기술

인간능력	기술 분야	인간증강 핵심 요소기술	대표도
인지적/ 정신적 능력	인공지능 /ICT	· 두뇌 활성신호의 빅데이터화 · 인공지능 기반 학습 및 반응 결과를 생성하는 인지 컴퓨팅	
	로봇	· 인간(뇌)-기계/컴퓨터 인터페이스	
	바이오	· 침습/비침습적 뇌파 측정 및 자극 기술 · Brain Activity Monitor by Functional Near-Infrared Monitor (fNIR) (뇌 이미징)	
육체적 능력	인공지능 /ICT	· 딥러닝 및 유전 알고리즘을 활용한 행동 패턴 분석 및 생성 기술	
	로봇	· 외/내골격 형태의 슈트 · 소프트 바이오닉 액추에이터 및 센서 · 인간-기계/컴퓨터 인터페이스	
	바이오	· 생체적합 인공소재 · 바이오에너지 하베스팅 기술	
소통/교감 능력	인공지능 /ICT	· 가상/증강/혼합현실 · 3차원 디스플레이 기술	

인간능력	기술 분야	인간증강 핵심 요소기술	대표도
	로봇	<ul style="list-style-type: none"> · 가상공간의 물리환경 구현 (예: 역감/촉감 생성) · 원격제어 시스템 기술 	
	바이오	<ul style="list-style-type: none"> · 뇌-뇌 인터페이스(BIBI) 기술을 이용한 텔레파시 · 침습/비침습형 뇌파 측정 및 자극 기술 · 인간-기계/컴퓨터 상호작용에 적용 가능한 인지 기술 	

■ 4차 산업혁명 도래에 따른 미래사회 트렌드와 연계하고 앞서 분석된 인간의 기능에 기여하는 기술 분야를 융합하여 인간증강 중점 연구 분야 도출



<그림 17> 인간증강 3대 중점 추진분야

3.3.2. 3대 중점 연구 분야 예시 과제

가. 지능 플러스(+): 인간의 감각/인식 범위를 확장하고, 인간의 사고 프로세스에 자동으로 동조/지원하여, 지능(기억 및 판단)을 증강시키는 기술 개발



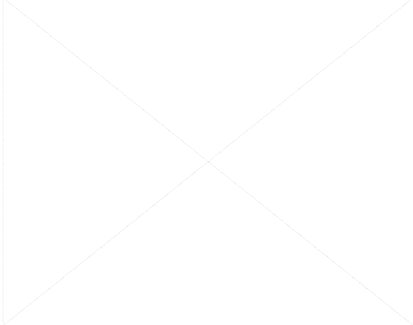
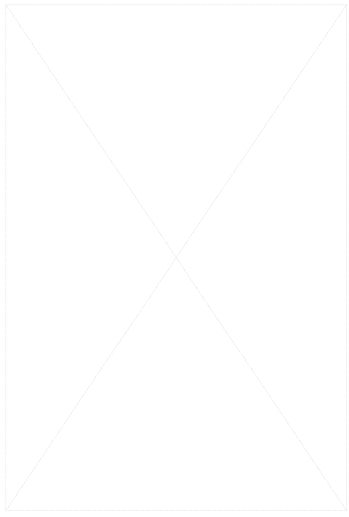
<그림 18> 3대 중점 연구 분야: 지능 플러스(+) 기술 예시

○ 추진배경

- 현재의 인간보다 빠르게 폭넓은 지식을 이용하여 높은 질(quality)의 답을 얻어내는 인공지능이 실용화되어가고 있음 (예: Google Assistant)
- 이들은 인간의 질문 혹은 설정해놓은 문제를 인간과 유리되어 단독으로 해결하고 답만을 전달하는 방식을 취함. 스마트폰 이용으로 인간의 전화번호 기억능력이 감퇴하는 것처럼, 장기적으로 문제를 이해하고 해결하는 사람의 능력(outsight)을 감퇴시킬 수 있음
- 궁극적으로 문제를 이해하고 해결하는 능력의 증강을 위해서는, 이와 달리 인간사고 프로세스를 추종하면서 이에 맞추어 기억/주의/판단 등을 보완할 수 있는 인공지능이 필요함
- 인공지능이 사고 프로세스를 인식하는 방법, 요구되는 기억을 상기시키는 방법, 간과되는 상황에 주의하게 하는 방법, 단순 판단은 대신하고 보다 중요한 판단에 사고력을 집중하도록 하는 방법 등의 개발 및 통합 필요

○ 관련 기술 연구

- 지능 플러스에서 다루고자 하는 인공지능은 강 인공지능(Strong AI)이며, 이것은 크게 인간과 같은 자아를 지닌 인공지능과, 인간과 다른 형태의 지각과 사고 추론을 발전시키는 컴퓨터 프로그램인 비인간형 인공지능으로 구분할 수 있음. 현재의 인공지능 개발 단계에서는 강 인공지능에 해당하는 가시적인 성과가 없는 상태임.

용도	제품	작동 원리 및 기능
음성인식 인공지능 개인 비서	 <p data-bbox="475 609 813 645">구글社, 구글 어시스턴트</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자의 음성 명령을 자연어 처리 기술을 통해 데이터로 변환하여 이를 클라우드 서버에 축적하고, 처리된 빅데이터를 학습하며 지속적으로 진화함 · 개인 일정/소셜 서비스/이메일 관리, 외국어 번역, 연동된 IoT 기기 제어, 날씨/여행 정보 제공
심리 진단 인공지능	 <p data-bbox="454 1243 837 1310">남캘리포니아대 창조기술연구소, 엘리(Ellie)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 언어적 소통에 초점을 맞추는 인간 심리학자와 달리 환자의 감정을 읽을 수 있는 모든 데이터를 스캐닝하여 분석함 · 심리 진단을 위한 아바타와 함께 사용자의 시선, 목소리 톤, 표정 등을 포함하는 60종의 비언어적 데이터를 수집한 결과 인간 심리학자들에게 답변하지 않던 개인적인 고민도 비교적 솔직하게 드러낸다는 연구결과 제시

○ 목표

- 사고 프로세스 추종에 의한 판단보조 AI 개발
- VR/AR 인터페이스를 통한 기억/주의 증강 AI 개발
- 지식 습득 성능 자동향상을 위한 심층(deep)/전이(transfer) 학습 기술 개발
- 전문가 없이 문제해결 AI를 스스로 생성하는 AI 기술 개발

○ 연구내용

구분	연구내용
목표1	· 판단보조 인공지능 - 사고 프로세스 추종 기술, 필요한 정보를 예상하는 기술, 필요한 정보를 적절한 시점에 제공하는 기술 개발
목표 2	· 기억/주의 증강 인공지능 - 기억/주의 증강을 위한 시청각 정보의 판단/생성용 인공지능 기술, 시청각 정보의 자연스러운 제공용 VR/AR 인터페이스 기술
목표 3	· 지식 습득 성능 자동향상용 심층(deep)/전이(transfer) 학습 기술 - 수많은 자료로부터 지식을 습득할 수 있는 심층학습 기술, 다양한 분야 지식 습득능력의 자동향상을 위한 전이학습 기술
목표 4	· 자동 생성 인공지능 기술 - 다양한 분야의 문제해결용 인공지능을 전문가 없이 스스로 생성하는 메타수준 인공지능(meta-level learn-to-learn AI) 기술

○ 단계별 연구 성과

- (1단계) 사고 프로세스 추종에 의한 기억/주의/판단 보조 AI 기술 및 이를 이용한 지능 플러스(+)
- (2단계) 사고범위의 확대에 따라 적합한 AI 자동생성 기술 및 이를 이용한 지능 플러스(+)

○ 관련 기술 연구 주제 예

1. 목표하는 생각에 도달하기 위해 그와 관련된 정보를 스스로 검색/수집/생성해 주는 인공지능
2. 사용자가 착용한 헤드셋을 통해, 사용자의 시선/음성을 지속적으로 추적하며 해당 주의환경에서 사용자와의 능동적인 상호작용이 가능한 인공지능

나. 신체 플러스(+): 비침습적 탈부착이 가능하고, 장착하면 중추신경계 혹은 신체와 물리적으로 하나가 되어 운동 및 감각, 고차원적인 인지 기능을 증강시키고, 장기적으로 인간 본연의 신경 및 인지 능력을 후천적으로 진화시키는 기술



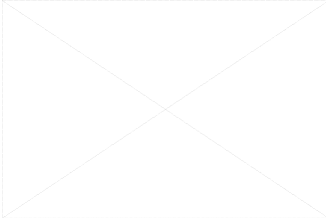
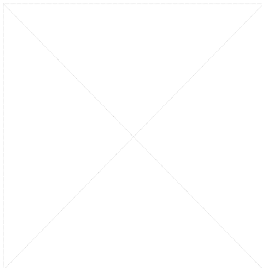
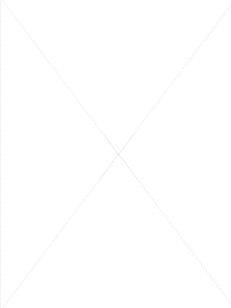
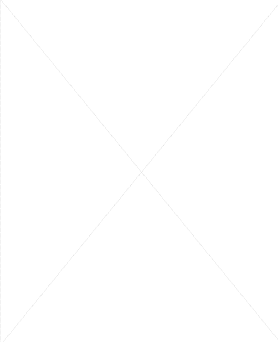
<그림 19> 3대 중점 연구 분야: 신체 플러스(+) 기술 예시

○ 추진배경

- 현재 신체능력 증강을 위한 웨어러블 로봇은 인간의 신체에 모터나 유압구동기로 이루어진 크고 육중한 기계장치를 엮고, 두 상이한 개체(인체와 로봇)를 동기화하는 제어방식이 주된 연구 방향임
- 이에 반해 본 연구과제는 인체를 능동 및 수동적으로 움직이는 많은 기계소자로 구성된 하나의 기계장치*로 가정
 - * 기계장치 예시: 근육 = 스프링 + 모터, 골격 = 프레임
- 이러한 능동/수동/복합적으로 구동하는 인체의 각 부분을 생체역학적으로 설계된 연성형 구조나 근육모사 초경량 구동기를 이용하여 증강시키고, 피부 부착형/근골격 일체화형 로봇의 형태로 제작할 필요가 있음
- 기존 보철 기술과 인간증강 기술의 가장 큰 차이점은 비침습성과 탈착이 가능하고, 착용 시 인체와 일체화가 된다는 것임*. 기존 보철 기술의 경우, 주로 침습형 생체전극을 수술적인 방법을 이용해서 체내 삽입하는 방법을 사용하여 시간이 지나면서 신호의 질이 현저히 저하되며, 신체 기능이 손상된 중증 장애인에게만 제한적으로 적용되는 문제가 발생
 - * 마사히코 이나미 著, “슈퍼인간의 탄생”
- 인간증강 기술의 적용범위 확대를 위해서, 비침습적으로 획득된 사용자의 생체신호 정보를 반영한 외부기기 제어 및 신경조절 기술 개발이 필요
- 뇌파 신호의 의도적이고 선택적인 제어 기술을 통해 인간의 신경 및 인지 기능 (기억, 수면, 학습

등) 증강을 도모

○ 관련 기술 연구

용도	제품	작동 원리 및 기능
가상환경 연동 촉감인지	 테슬라 스튜디오(스코틀랜드 스타트업 기업), 테슬라 슈트	<ul style="list-style-type: none"> · 스마트 섬유로 만든 입는 형태의 햅틱 피드백, 모션 캡처, 온도 조절 전신 슈트 · 신체의 52개 신경에 자극을 가하여 가상환경에서의 풍향, 통증, 뜨거움, 물 등의 느낌을 인위적으로 가하여 사용자가 체감 가능
근력증강	 Superflex社, Superflex	<ul style="list-style-type: none"> · 동작센서, 가속도계, 자이로스코프, 배터리를 탑재한 슈트 · 슈트에 부착된 다수의 센서들을 통해 착용자의 개인 동작 스타일을 학습하며 정확한 순간에 힘을 보조
근력증강	 Kawasaki社, Power-Assist Robot	<ul style="list-style-type: none"> · 엉덩이와 무릎에 연결된 프레임을 4개의 모터와 리튬 배터리로 구동하여 30-40kg 하중 보조
근력증강 훈련	 Juke Performance社, Mass Suit	<ul style="list-style-type: none"> · 골반 등허리를 중심으로 발바닥, 손바닥 부위에 고무 밴드로 연결된 운동복 · 이 운동복을 착용한 사용자가 움직이려면 고무 밴드의 탄성 복원력을 이겨내는 힘을 내어야 하므로 근력을 증강시키는 훈련을 유도하여 궁극적으로 개인의 근력을 증강시키는데 도움

○ 목표

- 소프트 로보틱 구동기 및 센싱 시스템 개발
- 비침습/고해상도 신경조절 기술 개발
- 생체모사 멀티스케일 구동시스템 개발
- 비침습/고감도 생체적합형 신경전극 설계 및 제조 기술 개발

○ 연구내용

구분	연구내용
목표 1	<ul style="list-style-type: none"> · 신체부착형 소프트 로보틱 구동기 및 센싱 시스템 - 근골격 및 피부와 일체화되는 구조를 가지면서 힘을 증강시키는 연성구동기와 이를 위한 AI 기반 제어 기술
목표 2	<ul style="list-style-type: none"> · 비침습/고해상도 신경조절 기술 - 광/초음파를 이용한 피부/중추신경계 조절 기술 - 경두개 전자기 자극을 이용한 신경 및 인지 기능 제어 기술
목표 3	<ul style="list-style-type: none"> · 생체물질 기반 멀티스케일 인공근육/골격모사 구동시스템 - 나노/마이크로/밀리미터 크기의 제작기술을 이용한 신체맞춤형 구동기
목표 4	<ul style="list-style-type: none"> · ICT 기술 활용을 위한 복합형 인공피부 설계 및 제조 기술 - 침습, 비침습형 ICT 장비들과의 연동을 지원하며 자가치유 가능한 인공피부

○ 단계별 연구 성과

- (1단계) 인체연결구조(Human-body web) 분석에 기반을 둔 피부 부착형 신체구동기와 직물형 인공근육과 인공피부의 개발
- (2단계) 비침습/고감도/자가치유형(self-healing) 신경전극을 통해 인체와 물리적으로 교감하고 자동 운용되는 로봇 시스템

○ 관련 기술 연구 주제 예

1. 사용자의 의도에 따라 체형 및 피부색이 변화 가능한 소프트 모핑 전신 슈트
2. 외부 충격을 감지 또는 사용자의 의도에 따라 착용하고 있는 슈트/피부의 일부 또는 전체의 강성을 조절 가능한 가변강성 보호대
3. 인체 고유의 감각기관으로는 감지하기 힘든 영역(전자기파, 초음파, 방사선 등)의 감도를 생성하는 인공 피부

다. 오감 플러스(+): 주변/원격, 객체/환경에서 발생하는 오감 데이터를 획득하는 신체 및 환경에 부착된 오감 센서간의 직관적인 상호작용을 통한 사람의 오감 기능 증강 기술



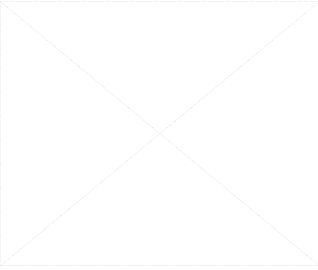
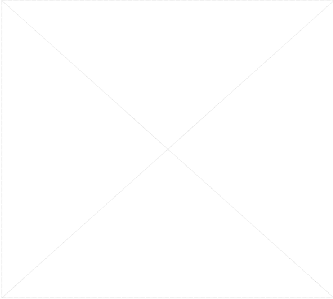
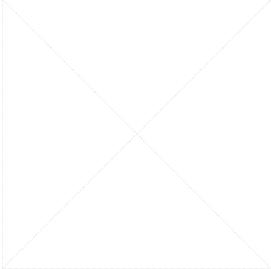
<그림 20> 3대 중점 연구 분야: 오감 플러스(+) 기술 예시

○ 추진배경

- 현재까지의 HMD 기반 AR 기술은 카메라의 정확한 위치 및 자세 추적이 가능한 실내 환경에서 특정분야 응용을 위해서 사용됨. 현재 기술 수준은 제한된 환경에서 별도의 IR 조사 장치를 사용하거나, 카메라 자체의 IMU/비전 센서를 사용하여 카메라 위치/자세를 추적하기 때문에 공간에 대한 제약이 있음
- 실외 환경에서의 IoT 등 외부 센서 데이터를 연동한 사용자의 오감/인지 기능 증강 기술이 필요함. 현재 공공 CCTV 영상이 실시간 스트리밍 가능하고, 향후 IoT 기반의 다양한 센서가 네트워크로 연결되면, 사용자가 원하는 정보를 분석하고 사용자의 위치, 시선 등에 맞추어 효과적으로 3차원으로 가시화하는 기술이 필요함
- 사용자 주변 실시간 IoT 센서 데이터뿐만 아니라 사용자의 동작까지 인식하여 사용자의 안전을 모니터링하여 필요시 위험 신호를 가시화하는 기술도 가능

○ 관련 기술 연구

- 오감 센서 기술

용도	제품	작동 원리 및 기능
촉각센서	 <p>Flexible sensor skin</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 사람의 손가락이 물체 표면에 닿을 때 발생하는 압축을 모방
후각 센서	 <p>C2Sense</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 단일벽 탄소나노 튜브 신소재를 사용하여 가스를 흡수시켜 전기신호 변화를 분석하여 가스를 분별 · 벤젠, 암모니아, 일산화탄소, 이산화탄소 등 다양한 성분을 감지할 수 있는 기술 개발
미각 센서		<ul style="list-style-type: none"> · 인공지질막에 맛을 가진 물질을 접촉시켜 전압의 변화를 측정에 맛을 구분 · 5가지의 기본 맛에 대응하는 5개 센서와 짙은 맛 감지센서 합계 6개의 센서로 구성

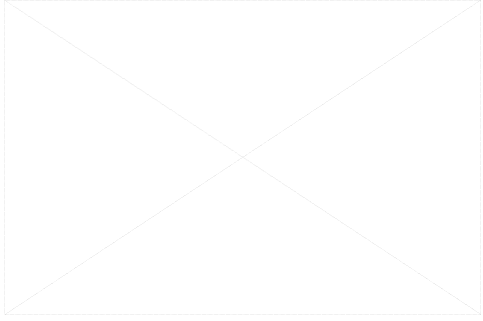

- 오감 IoT 네트워크 및 데이터 분석 기술

Data 수집	Data 서버
<ul style="list-style-type: none"> · 오감 관련 센서(IoT장비)에서 다양한 데이터 수집 	<ul style="list-style-type: none"> · HADOOP, Kafka, Spark 등을 사용하여 수집한 데이터를 실시간 처리
Data 분석	Data Visualization
<ul style="list-style-type: none"> · 통계분석 · Spark-ML, Tensorflow와 같은 인공지능/머신러닝으로 데이터 분석 	<ul style="list-style-type: none"> · 텍스트/그래픽 표현 · Grafana, Tableau, Customizing으로 시각화

- 오감 IoT 증강 기술 및 관련 제품



<그림 21> 오감 시각화 예상도

제품명	제품 이미지	제품 설명
Heracles 2	 <p style="text-align: center;">Heracles 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 여러 성분의 혼합물로 이루어진 냄새를 다변량 통계 처리를 통해 패턴화하여 시료 간 상대적인 냄새 차이를 판별
Astree 2	 <p style="text-align: center;">Astree 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 맛의 차이를 판별하는 기기로 7가지의 전기·화학 센서 어레이에 시료를 접촉시켜 존재하는 모든 이온성, 중성, 화학물질과의 상호작용을 하는 특정한 방식으로 코팅이 된 수용체 디자인으로 구성

○ 목표

- IoT 오감 센서 네트워크 시스템 개발
- 오감 데이터 분석/전송/예측 기술 개발
- 소형 웨어러블 오감 증강 기어 개발
- 오감 증강 렌더링 기술 개발

○ 연구내용

구분	연구내용
목표 1	· 오감 센서 네트워크 개발 - 감각 정보를 활용 가능한 센서 및 연동 네트워크 개발
목표 2	· 오감 데이터 분석/전송/예측 기술 개발 - 정적 환경 파악뿐만 아니라 오감데이터를 통해 동적 상황 예측
목표 3	· 오감 증강 기어 및 렌더링 기술 - 소형 웨어러블 오감 증강 기어 및 오감 증강 렌더링 기술 개발

○ 단계별 연구 성과

- (1단계) 오감 센서 개발 및 데이터 연동 네트워크 기술
- (2단계) 오감 데이터를 활용하는 소형 웨어러블 오감 증강 기어

○ 관련 기술 연구 주제 예

1. 합성센서를 이용하여 집안에서의 사람들의 활동을 비탐습적으로 모니터링하고 이를 기반으로 사람들의 활동에 대한 정보를 다른 사람들과 공유해서 사회적 관계를 강화시키는 기술
2. 사무실이나 도서관 등 공공장소에서 카메라와 마이크를 이용해서 사람들의 감성적 긴장도를 측정하여 이를 단기적으로 완화 시켜주는 사회적 지원을 제공하는 기술
3. 자동차 안에 설치하여 운전자의 각성 정도를 측정하여 각성 정도가 과도하게 높을 때에는 이를 완화 시켜주고, 반대로 너무 낮을 때에는 이를 어느 정도 높여 주는 기술
4. 맞벌이 부부와 한 자녀가 있는 가정에서 나 홀로 귀가하는 자녀들의 감성적 외로움을 달래주기 위해서 자녀의 감성 상태를 측정하고 이에 대응하는 자극을 제공하여 주는 기술
5. 사람들의 수면, 운동 및 칼로리 섭취를 종합적으로 측정하여 적절한 시간에 적절한 내용으로 삶의 균형을 맞출 수 있도록 유도하는 기술

사업추진체계

- 본 사업은 도전성·모험성·혁신성 중심의 연구과제 지원을 위해 기본적으로 연구 과제를 Bottom-up 방식으로 운영하나, 현 시점에서 예측 가능한 미래 시나리오를 중심으로 연구개발이 시급한 중점 추진분야에 대해서는 3대 중점 분야를 선정하고, 이를 중심으로 연구개발 추진하는 Top-down방식을 병행하여 진행
 - 주관부처(과학기술정보통신부)는 소관 사업의 기획, 예산 확보 및 추진계획 등을 수립하여 중장기적인 사업 지원과 함께 연구 성과의 질적 향상을 통한 기술사업화를 산업부와 연계하여 적극 추진
 - 한국연구재단은 과제기획, 연구단 선정, 사업운영 및 평가관리 등 전반적인 사업의 운영을 진행
 - 사업의 시행계획 수립 및 공고, 과제접수, 평가, 협약체결, 연구비 정산 등 사업관리 주관
 - 과제기획, 과제선정, 수행 및 과제종료 후 성과관리까지 휴먼플러스 사업 전반을 전반적인 진도관리 및 총괄 지원
 - 연구단을 유치한 주관연구기관의 지원 사항 점검 및 방문 실사 시행



<그림 22> 휴먼플러스사업 추진체계

■ 휴먼플러스사업 추진절차



■ 휴먼플러스사업 구성 내용

- **(사업기획)** 사회이슈, 미래 트렌드를 고려하고 기술개발의 시의성, 공공성, 융합성 등을 기준으로 인간증강융합기술 이슈 발굴 및 기획
- **(탐색연구)** 인간증강에 대한 다양한 접근방식의 세부 연구 분야(아이디어) 도출, 문제해결 방법 등에서 복수지원방식으로 경쟁형 선행연구
 - ※ 복수 연구자가 경쟁하다 중간평가를 통해 일부가 탈락하는 '경쟁형 R&D'제도 운영
- **(본연구)** 3대 중점분야 및 자유공모 분야의 성과경쟁을 통해 우수 연구단을 선별하고 선정된 연구단에 5년간 본연구 지원
 - ※ 필요시 대규모 예타기획 추진
- **(IP확보)** 특허청과 협력으로 연구 성과에 대한 지식재산권(IP) 확보를 위해서 선기획단계부터 본 연구까지 전주기 특허 포트폴리오 지원
- **(성과활용)** 인지, AI 기반 SW 분야와 로봇, 바이오 기반 HW 분야의 활발한 융복합을 위해 전체 연구단 기술간담회 개최 및 성과교류 지원

■ 추진일정

- 휴먼플러스사업 RFP 작성('17년 11월中) → 공고('17년 12월下) → 선행연구 선정평가('18년 2월上) → 협약('18년 3월中)

일 정	주요 내용
2017년 4월	· 휴먼플러스사업 기획연구 개시
2017년 11월	· 2018년 사업계획 수립 완료
2017년 12월	· 휴먼플러스사업 기획연구 종료 및 선행연구과제 공고
2018년 1월	· 사업설명회 및 선행연구과제 선정평가
2018년 2월	· 선정평가
2018년 3월	· 선행연구과제 연구개시(협약체결)
2018년 3~10월	· 선행연구 성과물 단계적 제출
2018년 12월	· 선행연구과제 결과평가 및 2019년 본 연구과제 선정평가

사업기간 및 예산

■ (사업기간) '18년 ~ '27년(10년간/연구단별 최대 6년)

■ (사업비 규모) 485억 원(연구단별 5억/년 이내)

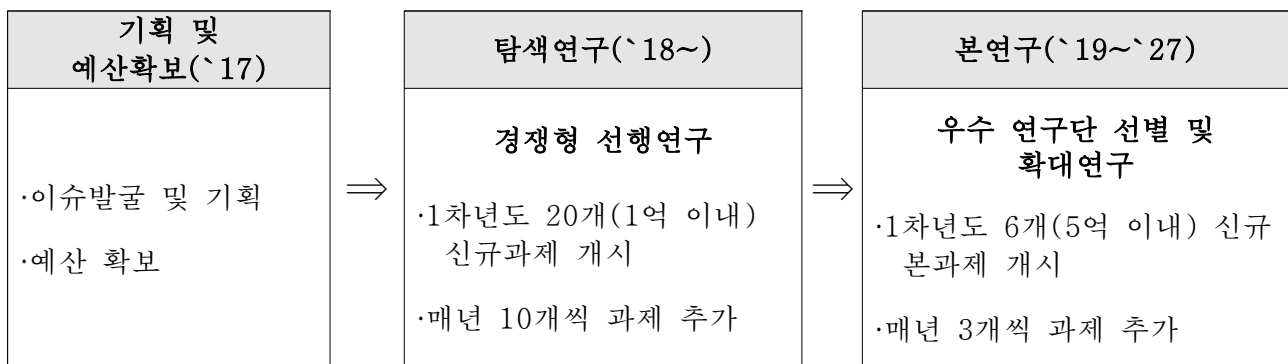
※ STEAM연구사업 내 신규내역사업

- 본 사업은 향후 10~20년 후, 4차 산업혁명이 주도하게 될 미래사회에 대응하는 인간증강 기술개발을 목적으로 바이오-AI-로봇 간 융합을 통한 선도적 기초·원천 R&D이며, 중장기적인 學·研 중심의 연구개발이라는 점에서 민간투자보다는 국고 지원이 적합

■ (지원방식) 1단계 탐색연구(1년) → 2단계 본연구(3+2년)

- (융합R&D 챌린지) 다양한 연구주제, 차별성 있는 연구방법 등의 경쟁을 통한 연구수행으로 우수 성과 창출 및 연구 성과 극대화
 - 고위험·선도연구를 위해 다양한 접근방식의 경쟁형 선행연구 수행
- (1단계) 과제별 7천만 원 지원, 1년간 총 14억 원 지원
 - '18년에는 탐색연구 성격으로 20개 과제 지원
 - '19년부터 3년간 10개 과제 규모로 선기획 연구 추가 모집 지원
- (2단계) 과제별 연간 5억 원 이내, 5년간 총 25억 원 지원
 - '19년에 3+2년 체제의 본연구 성격의 6개 과제 지원
 - 이후 3년간 3개 과제 추가 모집 지원

<표 18> 휴먼플러스사업 운영방안



<표 19> 휴먼플러스사업 연차별 과제 수 및 예산 배정표

(단위 : 억원, 과제수)

구 분	18년	19년	20년	21년	22년	23년	24년	25년	26년	27년	합계
합 계 (과제수)	14 (20)	37 (16)	52 (19)	67 (22)	75 (15)	75 (15)	75 (15)	45 (9)	30 (6)	15 (3)	485 (65)
선기획연구	14 (20)	7 (10)	7 (10)	7 (10)	-	-	-	-	-	-	35 (50)
본연구	신규	-	30 (6)	15 (3)	15 (3)	15 (3)	-	-	-	-	75 (15)
	누계	-	30 (6)	45 (9)	60 (12)	75 (15)	75 (15)	75 (15)	45 (9)	30 (6)	15 (3)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정
(필요시) 사업 추진 중 일부 연구주제에 대해 대형 연구사업화가 필요한 경우 별도로 예타 추진

사업관리 방안

▣ 평가단 구성

- 휴먼플러스 사업의 올바른 평가를 위해, 산학연과 연구분야 등을 고려하여 균형을 맞추어 구성
 - 연구단의 과제 주제와 연관성이 높은 기술 분야(AI, 로봇, 바이오 등) 후보리스트 구성
- 평가 대상과제의 연구책임자의 사제지간, 친인척 지간, 동일기관 소속 등 상관관계가 있는 전문가는 평가위원에서 배제(상피제도)
 - 단, 세부/위탁과제의 다양성을 고려하여 세부/위탁과제 외 동일기관인 경우에는 평가위원으로 섭외 가능
- 과학기술 정책 및 산업 분야의 전문가를 평가위원 후보에 반영하여 기술적, 정책적, 경제적 측면 및 최종 수요자의 수요를 반영할 수 있는 평가시스템 운영

▣ 평가 방법

- 서면 검토 : 평가 관련 자료 사전검토
 - 각 평가위원은 평가 대상과제의 평가관련 자료를 사전에 심층적으로 검토하고, 과제별 질의 및 검토사항을 사전에 작성하여 발표평가 시 활용
 - 서면 검토를 통해 과제별 질의 및 검토사항은 평가위원 간 공유
 - 평가서는 발표평가 후 일괄 작성

○ 발표평가

- 각 단계별로 발표 평가 실시
- 각 평가위원은 연구단 전체에 대한 평가점수 부여
- 각 평가위원은 필요한 경우, 과제 구성에 대한 의견 제시 가능

○ 평가점수 산정방법 및 후속조치

- 평가는 절대평가를 원칙으로 함
- 평가점수 최고점 및 최저점 각 1인을 제외한 평가위원의 평가점수를 산술평균하여 종합점수(소수점 이하 2자리까지 계산) 및 등급 결정
- 단계 선정의 경우 패널 내에서 사업연구비 상 허용되는 수의 상위 그룹에 대해 1단계 선정
- 1단계(3년) 종료 후 단계평가의 경우 다음 표에 의한 후속 조치

<표 20> 단계평가 등급표

구분	A 등급	B 등급	C 등급	D 등급
점수	85점 이상	75점 이상 85 미만	60점 이상 75 미만	50 미만
조치	2단계 진입 연구비 증액*	2단계 진입	2단계 진입 연구비 감액*	지원중단

* C등급 연구단의 2단계 연구비 15% 이내 범위로 삭감 → A 등급 연구단 연구비 증액

- 1단계 연구에서 원천특허를 확보하지 못한 연구단은 D등급 처리 및 지원 중단
- 지원 중단된 연구단의 경우 성실실패 여부 검증
- 연구단 조기 종료에 따른 잔여 예산은 우수연구단 추가 지원 및 신규 우수과제 선정 지원

■ 평가 주안점

- 연구기획과제 선정평가에서는 사업목적과의 부합성과 개발기술의 연구기획 여건의 적합성, 개발기술의 시장성 및 혁신성을 바탕으로 한 매력도, 융합도 등을 중심으로 평가

■ 평가항목 및 지표

- 휴먼플러스 융합기술로서의 적합도 및 발전가능성(매력도) 등을 핵심 주안점으로 평가
 - 과제 선정 평가단은 관련 기술 외부전문가로 구성되며, 전문가들은 미래 사회 기술수요를 감안

하여 혁신적이고 新산업을 창출할 효과를 지닌 과제선정

- ‘요소기술 개발-시스템 통합’에 입각한 기술개발의 특성을 고려하여 연구 기획 여건 확보와 구축 부분을 평가
 - 연구책임자의 역량 및 참여 연구 인력의 전문성을 중요시하되, 참여 연구 인력들의 ‘협업연구’에 입각한 연구 경험 및 그 수월성을 집중적으로 평가
 - 연구과제 참여기관 간, 연구팀 간 역할분담 체계성을 비중 있게 평가

<표 21. 과제 평가지표>

구분	선 정 기 준	점수(100)
매력도	<ul style="list-style-type: none"> · 기술개발의 시장성 <ul style="list-style-type: none"> - 향후 5~10년 내에 신규 시장 개척 가능성이 높은 기술 - 해당산업의 전후방 분야에 있어 산업 경쟁력 및 부가가치 창출에 기여가 큰 과제 	10
	<ul style="list-style-type: none"> · 기술의 혁신성 및 원천성 <ul style="list-style-type: none"> - 타 부처에서 수행되는 응용·관리기술을 지원할 수 있는 목적형 기초·원천기술 - 추격형 기술이 아닌 창의적 선도기술 	30
적합도	<ul style="list-style-type: none"> · 정부지원 타당성 <ul style="list-style-type: none"> - 대규모 투자, 기술개발의 시급성 등으로 인해 민간이 독자적으로 수행하기 어려워 정부에서 반드시 지원해야 하는 정도 	20
	<ul style="list-style-type: none"> · 기술개발 역량 <ul style="list-style-type: none"> - 개발대상 분야의 연구를 위한 인력 및 인프라(시설, 장비 등) 등이 조성되어 있는지에 대한 정도 	10
	<ul style="list-style-type: none"> · 투자대비 효과성 및 성공가능성 	10
융합도	<ul style="list-style-type: none"> · 최종 결과물의 융합성 및 연계성 <ul style="list-style-type: none"> - 요소기술 간 융합성 및 연계성 정도 - 개발된 기술을 통합시킬 수 있는 시스템을 구현 가능성 	20

4. 사업 타당성 및 기대효과 분석

4 사업 타당성 및 기대효과 분석

기술적 타당성 분석

▣ 3대 중점 추진분야별 도출 과제 예시 분석

- 인강증강을 위한 3대 중점 분야별 도출 과제예시로 응용개발연구를 강화하고, 현실적인 응용 가능성 조사를 통해 완결성을 제고할 수 있는 기술들이 도출됨

<표 22> 3대 중점 분야별 도출 기술 특성

구분	3대 분야	기술 특성
1	지능 플러스	<ul style="list-style-type: none">· 기존 질문이 주어질 때 대응하는 응답기계방식을 극복· 기존 인지(기억/주의/판단) 능력을 증강할 뿐만 아니라 함께 문제를 해결할 수 있는 기술
2	신체 플러스	<ul style="list-style-type: none">· 기존 크고 무거우며 인간 신체와의 이질감이 큰 웨어러블 로봇 한계 극복· 기존 신체 기증증강 및 기존에 없던 신체 기능 추가· 기존 삽입형 전극의 침습성 및 장기 사용 한계 극복· 뇌파 기반 사용자 의도/상태 파악 및 광/초음파 신경조절
3	오감 플러스	<ul style="list-style-type: none">· 기존 사용자 시점의 영상 기반 증강 현실만 가능한 스마트 글래스 한계 극복· 시각 기능 증강 이외에 미각, 촉각, 청각 기능 증강

▣ 사업 목표의 부합성

- 개인의 삶의 질 향상에 대한 과학기술 수요에 따라 연구영역과 대상이 확대 및 이동하는 패러다임의 변화와 함께 R&D 역할 확대
- 미국, 일본, EU 등 대다수의 선진국은 인구구조가 저출산·고령화 사회로의 진입에 따라 생산연령 인구 및 노동인구의 감소로 인한 경제생산력 저하
- 저출산·고령화 사회문제와 함께 4차 산업혁명 시대의 과학기술사회에 대응하며 삶의 질 향상을 이끌어 낼 수 있도록 과학기술 R&D의 대상을 인간에 초점을 맞추어 인간의 인지적·육체적·시공간적 한계를 극복하며 역량을 제고시키기 위한 새로운 접근이 필요

정책적 타당성 분석

■ 사업추진의 시의성

- 4차 산업혁명 시대에는 사물인터넷을 통해 수집된 빅데이터와 이를 처리하는 클라우드 컴퓨팅을 기반으로 개발된 최신 인공지능이 인간 정보처리 능력을 초월하는 것을 예로 인공지능, 빅데이터, 로봇 등 기술혁신이 다가오는 미래사회를 주도하며 국내외 산업 전반 패러다임과 시장 판도에 획기적인 변화를 가져올 것으로 전망

■ 국가 중장기 계획과의 부합성 비교

- 제27회 국가과학기술심의회 운영위원회에서 발표된 2018년도 정부연구개발 투자방향 및 기준에 따르면 4차 산업혁명 등에 적극적으로 대응하기 위해 미래를 선도할 과학기술 역량을 강화하고 경제의 역동성을 확보하며 국민 삶의 질을 향상키로 함
- 이종(異種) 기술 및 산업 간의 창의적 연계와 융합을 추진하고 범부처 협업 지원을 강화하는 등 ‘개방적 혁신’ 생태계 구축하여 신기술 창출 도모

■ 기존 사업과의 중복성 검토

- (목적) 기존 사업은 로봇, 바이오, 인공지능 등의 개별적인 기술 한계를 극복하거나 응용기술을 개발하였으나, 본 사업은 분야별 융·복합을 통해서 인간증강이라는 목표하여 실제 응용을 목적으로 함
- (성격) 기존 사업은 실수요자 및 실사용자의 수요를 기반으로 하였지만, 본 사업은 미래 수요 예측을 통해 맞춤형 연구 과제를 도출하고 R&D와 실증 연구를 거쳐 사회 변화의 가능성을 제시하는 것을 우선으로 함

기대효과 및 파급효과

■ 기술적 측면에서의 기대효과

- 로봇, 인공지능, 바이오 기술의 융복합을 통해 이전보다 더욱 인간 중심의, 인간에 밀착되어 인지적, 육체적, 사회적 능력을 의도적으로 증강시켜 “인간 삶의 질” 향상을 위한 새로운 패러다임의 융합기술 개발
- 기존에 로봇, 인공지능, 바이오 기술이 서로 독립적으로 특화된 영역에서 단일 기술로서 봉착된 기술적인 한계를 극복할 수 있는 新개념 원천요소기술 개발
- 인간증강융합기술을 이용하여 다양한 산업에서의 혁신적인 제품 개발

■ 경제적·산업적 측면에서의 기대효과

- Research and Market社의 “Human augmentation market by product (in-built augmentation and wearable augmentation), application(medical, defence, industrial), & geography - global forecast to 2020”에 따르면, 미래의 인간증강시장은 2013년에 약 9천 200백만 불에서 2020년까지 11억 3천 5백만 불 수준으로 2014년부터 2020년 사이에 연평균 성장률이 43.52%가 될 것으로 예상됨. 이러한 인간증강시장의 주요한 원동력은 최근에 급성장한 재활보조기기를 포함하는 웨어러블 증강 기술과 바이오닉 임플란트 기술로 파악됨



<그림 23> 증강인간 시장 규모 및 성장률 전망치

<표 23> 바이오닉 임플란트형 증강기술의 응용분야별 시장 규모 및 전망 (백만달러)

응용분야	2013	2014	2015	2016	2018	2020	CAGR% (2014-2020)
의료	18.62	27.08	39.36	57.53	123.79	272.44	46.9
국방	20.18	27.42	37.25	50.22	94.87	182.31	37.1
산업	0.00	0.00	0.00	1.09	2.30	4.97	46.2
*기타	0.00	0.10	0.29	0.17	0.23	0.88	25.1
전체	38.80	54.60	76.90	109.00	221.20	460.60	42.7

*기타에는 게임 및 인간 시뮬레이션 포함

출처: Markets and Markets Analysis

<표 24> 웨어러블형 증강기술의 형태별 시장 규모 및 전망 (백만달러)

형태	2013	2014	2015	2016	2018	2020	CAGR% (2014-2020)
손목형	8.48	11.85	16.59	23.32	46.57	95.23	41.5
고글형	19.08	27.60	40.03	58.26	124.72	273.54	46.6
신발형	5.83	7.97	10.92	14.99	28.41	54.76	37.9
목걸이형	4.24	6.01	8.55	12.21	25.17	53.21	43.8
전신형	13.78	19.69	28.21	40.57	84.89	182.16	44.9
기타	1.59	2.18	3.00	4.14	7.94	15.51	38.6
전체	53.00	75.30	107.30	153.50	317.70	674.40	44.1

*기타에는 반지형 및 머리띠형 포함

출처: Markets and Markets Analysis

- 현재 증강인간에 대해서 우리나라는 산업 재해, 방위 쪽에 대부분이 치중돼 있어, 이 외에도 다양한 산업용 증강인간기술의 연구 및 개발이 필요함.
- 따라서 본 사업을 통해 도출하는 인간증강융합기술이 성공적으로 개발된다면 기존의 웨어러블 증강기술과 바이오닉 임플란트 기술이 대상으로 하는 적용 범위와 시장 규모보다 획기적으로 확장되어, 4차 산업혁명에 대응 가능한 고부가가치의 시장을 석권할 가능성이 높으며, 경제적인 효과는 연간 수십조 원에 이를 것으로 추정
- 인간-기계 인터페이스 기술과 AI 기반 생각/행동 분석 기술을 활용한 IoT, 로봇 기술 개발로 IoT 분야 4.5조 달러 시장과 첨단 지능형 로봇 3조 달러 시장에 대한 4차 산업혁명 대비 원천기술 확보 가능
- 인간의 행동과 판단을 보조하거나 감정을 조절해주는 AI 기반 기술을 통해 범죄율 및 자살률 등 사회문제 경감
- 초고령화 사회에서 신체기능의 맞춤형 증진/증강 기술, smart aging 기술 등을 통해 국민 건강과 삶의 질 향상

■ 인간증강융합기술 응용분야 예시

- 일상생활에서 IoT 네트워크에 연결된 AR/VR 서비스로 사용자 오감 한계를 극복하고 장소/상황 맞춤형 정보 증강(AR/VR, HCI, Wearable device, Sensors, etc.)
 - 사용자 바로 주변의 영상, 소리, 온도, 냄새 등 다양한 IoT 센서 정보를 네트워크 통해 전달 받아 사용자의 관심 사항에 맞는 정보를 인식하여 3차원으로 가시화하여 스마트 글래스에 증강하고, 주변 상황을 실시간 모니터링하고 상황을 시뮬레이션하여 사용자의 안전을 보장

- 오감 증강 시스템 환경이 구축된 교실에서 이 시스템과 연동되는 기어를 장착한 교사와 학생이 가상 화학 실험 또는 가상 역사 탐방을 수행
- 신체밀착형 웨어러블 기어를 이용하여 신체 기능 증강 극대화(Wearable robotics, bionics, HCI, Sensors, etc.)
 - 일반인들의 운동기능을 10% 내외로 향상시키는 웨어러블 기어를 통해 부분마비환자들이 일상생활에서 비장애인과 같은 수준의 동작을 하거나 군인들이 험지에서 장거리 이동을 하는 경우에 보행 에너지 효율을 끌어올려 체력 보존 가능
 - 수술 작업대에서 외과위가 실시간 영상 이미지가 증강 현실 시스템과 연동되어 보이는 안경, 보다 신속하고 정밀한 작업이 지원 가능한 매니플레이터, 그리고 빅데이터 기반의 의료 인공지능 플랫폼과 연동된 헤드셋을 통해 수술 집도 능력 극대화 가능
- 기존 침습형 신경인터페이스의 기술적 한계 극복 및 사용성 확대(Biology, Neuroscience, Bionics, Sensors, HCI, etc.)
 - 신경신호 기반으로 비장애인의 의도/감성을 반영하여 웨어러블 로봇 등 인체 외부의 기기와의 일체감을 극대화 하여 효율적인 구동
 - 수술적인 처리 과정이 없이 비침습 방식으로 직접적인 체내 신경계 자극을 통한 기억력 및 집중력 증가
- 사람이 상황을 이해하고 문제를 풀도록 돕는 Human Outsight Enhancer (AI, HCI, AR/VR, etc.)
 - 언어 및 VR/AR 기술과 결합하여 시각/청각적 정보를 통해 적절하게 사람과 상호작용하는 자동 인터페이스를 구성하는 것이 가능
 - 사람이 요구가 있는 경우 혹은 요구하지 않아도 사고 단계에서 필요한 정보를 예측하여 제공, 주의를 집중, 간단한 판단과 예상결과를 제공함으로써 문제의 분명한 이해와 해결을 가속시키는 것이 가능
 - 여행지에서 발생하는 돌발 상황 또는 예정되지 않은 일정에서 다음 선택지를 결정하려 할 때 사용자가 일일이 정보를 검색하는 것이 아니라 사용자가 처한 환경을 인지하고 사용자와 능동적으로 소통하며 상호작용하여 결과를 도출해 내는 인공지능

부록 1

국내 `14~`16년 혁신도약형 R&D 추진 현황


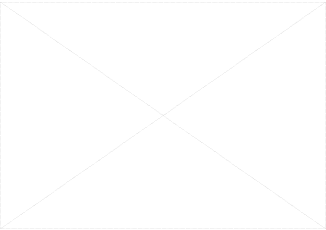
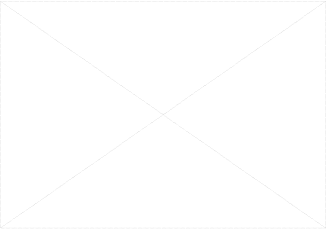
단위(백만원)

부처명	사업명(내역사업)	'14년도 혁신도약형 R&D 사업 예산액	'15년도 혁신도약형 R&D 사업 예산액	'16년도 혁신도약형 R&D 사업 예산액
과기정 통부	신진연구자지원사업 (신진연구자지원사업)	103,860 (0)	-	-
	중견연구자지원사업 (핵심연구지원사업)	193,492 (0)	-	-
	첨단융합기술개발사업 (미래융합파이오니아)	29,450 (0)	-	-
	방송통신산업기술개발 (방송통신산업기술개발)	-	11,379 (11,379)	11,629
	IT·SW융합산업원천기술개발 (IT·SW융합산업원천기술개발)	-	3,152 (3,152)	3,452
	SW컴퓨팅 산업원천기술개발 (SW컴퓨팅 산업원천기술개발)	-	11,000 (11,000)	10,774
	범부처 Giga KOREA 사업 (범부처 Giga KOREA 사업)	-	39,196 (39,196)	39,196
중기청	산학연협력기술개발 (글로벌시장형 창업사업화 기술개발)	21,819 (0)	-	-
	시장창출형 창조기술개발사업 (자유기획과제, 전략기획과제)	4,132 (0)	6,000 (0)	5,700
국토부	국토교통기술촉진연구사업 (창의도전연구)	27,000 (0)	26,549 (0)	26,099
	건설기술연구사업 (시동자동화효율화 특조구조물 구축기술)	11,016 (0)	8,936 (0)	6,218
환경부	환경정책기반공공기술개발사업	- (400)	1,240 (1,240)	1,840
해수부	해양장비개발 및 인프라구축 (해양장비기술개발, 수중건설로봇사업단)	10,500 (0)	16,600 (0)	13,408
	차세대해양관측위성개발 (정지궤도복합위성 해양탐재체개발)	10,200 (0)	24,533 (0)	24,108
	해양안전 및 해양교통시설 기술개발 (친환경선박기술개발, 선박평형수관리기술개발)	11,800 (0)	7,947 (0)	7,358
	해양수산생명공학기술개발 (해양수산바이오 신소재개발, 해양바이오 에너지 개발)	11,961 (0)	10,366 (0)	13,789
	미래해양자원기술개발 (해양수자원 이용기술개발)	2,900 (0)	1,600 (0)	2,100

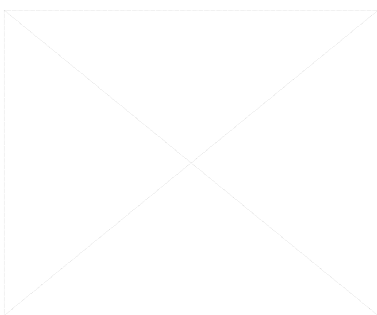
부처명	사업명(내역사업)	'14년도 혁신도약형 R&D 사업 예산액	'15년도 혁신도약형 R&D 사업 예산액	'16년도 혁신도약형 R&D 사업 예산액
	미래해양산업기술개발 (미래해양기술개발)	6,300 (6,300)	2,318 (2,318)	2,834
	해양CCS기술개발 (CO2 해양지중저장 기술개발)	8,575 (0)	9,569 (0)	-
	해양청정에너지기술개발 (100MW급 부유식 파력-해상풍력연계형 발전시스템)	-	6,865 (0)	-
산업부	로봇산업핵심기술개발사업(로봇)	49,054 (49,054)	71,502 (71,502)	72,193
	바이오산업핵심기술개발사업 (바이오)	미정 (48,563)	52,998 (52,998)	56,344
	전자시스템산업핵심기술개발사 (의료기기)	미정 (25,823)	33,873 (33,873)	37,878
	지식서비스산업핵심기술개발사업 (지식서비스)	26,354 (26,354)	29,907 (29,907)	32,823
	나노산업핵심기술개발사업 (나노융합)	-	25,779 (25,779)	28,342
	전자부품산업핵심기술개발사업 (주력산업IT융합)	-	24,468 (24,468)	23,841
복지부	질환극복기술개발 (임상현장발굴 국가핵심중개연구)	5,000 (0)	2,500 (0)	2,500
	질환극복기술개발 (융합형 산학연병 공동연구)	5,000 (0)	1,000 (0)	1,000
	한의약선도기술개발사업 (한의씨앗연구)	300 (300)	600 (600)	540
농진청	농업첨단핵심기술개발사업 (우장춘 프로젝트)	5,000 (0)	5,000 (5,000)	5,017
교육부	일반연구자지원(리서치펠로우)	33,250 (32,764)	31,200 (29,757)	8,551
문화부	문화기술연구개발 (신문화산업 창출형, 문화산업선도형기술개발)	5,000 (0)	3,000 (0)	5,000
합계	혁신도약형 R&D 사업 예산	581,963	469,077	442,534
	혁신도약형 R&D 집행 실적	189,558	342,169	2017.2월 집계 예정

※ 국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제33조의4(혁신도약형 연구개발사업에 대한 특례) 및 「혁신도약형 R&D사업 추진 가이드라인 ('13.8 제2회 국과심)」

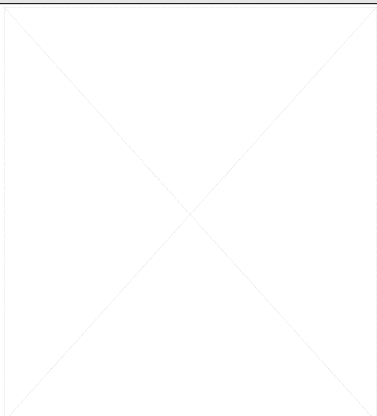
□ NASA

Centennial Challenges Program (백주년 기념 경쟁형 프로그램)	
<p>3D-Printed Habitat Challenge</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 3D 프린팅 기술을 이용하여 다른 행성에서 자체적으로 거주공간과 필요한 물품을 제작하여 사용할 수 있도록 아이디어 수집 ○ (운영) 심사를 통해 1등에게 \$2,500,000 수여
<p>Cube Quest Challenge</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 달과 심우주에 대한 다양한 정보 수집할 수 있는 Cubesat(큐브샷)* 제작 * Cubesat(큐브샷) : 가로·세로 각각 10cm, 1kg이 조금 넘는 정육면체 모양의 초소형 위성으로 추가 동력장치 불필요 ○ (운영) 우승팀들에게 전체 \$5,000,000 상금을 분배
<p>Space Robotics Challenge</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 화성에서 지구와의 커뮤니케이션 지연 현상해결, 태양전지판·주거지의 누수를 수리할 수 있는 Robonaut 5(R5) 로봇 개발 ○ (운영) '17.6월 경연대회, 1등에게 \$1,000,000 수여
<p>Vascular Tissue Challenge</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) Human vascularized organ tissue(인간 생체 혈관 기관 조직)*를 제작하여 향후 생체기관대체품으로 활용 또는 극한 심우주환경에서 손상을 덜 입는 환경에 대한 연구용으로 사용 계획 * 생체 내 특정 기능을 지닌 조직기관 주변에 혈관을 생성하여 영양분을 공급할 수 있는 기능을 지닌 세포조직 ○ (운영) 제시한 기준을 통과한 첫 번째 세 개 그룹에게 \$500,000을 분배

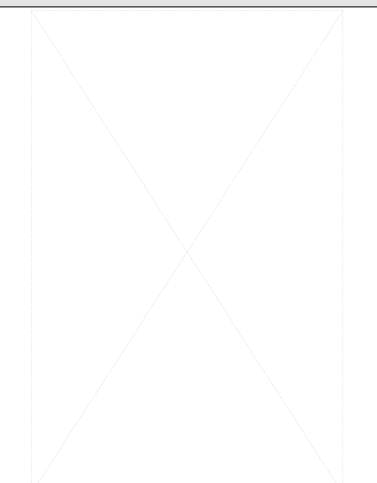
美 특수작전사령부 (SOCOM: Special Operation Command)

Talos, Tactical Assault Light Operator Suit (탈로스 프로젝트)	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 영화 ‘아이어맨’ 캐릭터에서 영감을 얻어 기동력과 방호력을 향상시킨 특수목적형 ‘전략공격 경량작전복’ 개발 ○ (운영) 5억8천만 달러 연구비 지급(부처연계) <ul style="list-style-type: none"> ※ 1996년~2006년까지 US ARMY에서 5억 달러 지원 2014년~2018년까지 SOCOM에서 8천만 달러 지원

Google

Google Lunar X Prize (구글 루나 X 프로젝트)	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 민간 투자를 유치하여 우주 탐사의 제약과 어려움을 극복할 수 있는 새로운 기술과 물질을 개발하려는 것 <ul style="list-style-type: none"> ※ 로봇이 달에 착륙해 500m를 이동하고 사진과 동영상을 지구로 전송하는 과제 ※ 최종 5개팀 경쟁(이스라엘 SpaceIL, 미국 Moon Express, 인도 Team Indus, 일본 Hakuto, 다국적 팀인 Synergy Moon) ○ (운영) 3천만 달러(320억 규모) 연구비(상금) 지급

NSF

동물의 갑옷형 피부조직을 이용한 군복 만들기	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ (목적) 생물의 조직 특성*에 착안하여 내구성과 운동성을 겸비한 재료를 개발하여 실제 군복 등에 활용 계획 <ul style="list-style-type: none"> ※ 물고기와 악어 등의 동물은 갑옷형 피부(dermal armor)를 지님(콜라겐 섬유로 이루어진 체계적 조직으로 견고하며 유연한 편) ○ (운영) 50만 달러 연구비/캘리포니아대학교

□ 로봇 R&D 투자현황

- 과기정통부의 로봇 관련 국가연구개발사업(과제 단위)은 `13~`15년까지 3년간 238과제에 97,725백만 원의 예산이 투자(누적합계)
 - 이는 전체 로봇 관련 국가연구개발사업 예산의 20.1%를 차지하는 것이며, 과제 건수 기준 20.2%에 해당
 - ※ 로봇 관련 국내 전체 국가연구개발사업은 3년간(`13~`15년) 1,177과제에 485,189백만 원 투자

□ 소관별 투자현황

- ※ NTIS 조사항목 중 전문기관 분류를 통해 1, 2차관, 기관고유사업 과제로 구분
 - ① 1차관(한국연구재단), ② 2차관(정보통신산업진흥원, 정보통신기술진흥센터, 한국정보화진흥원), ③ 기관고유(기관별운영비지원사업) : 출연연, 대학
- (연구비) 로봇 관련 R&D 예산을 하부소관별로 분석한 결과, 기관고유과제가 65,684백만 원으로 전체 67.2%로써 가장 높은 비중 차지

<소관별 로봇 R&D 투자현황(정부연구비)>

(단위: 백만원)

구분	2013년	2014년	2015년	총합계	비중
1차관	9,010	7,291	11,382	27,682	28.3%
2차관	950	957	2,452	4,359	4.5%
기관고유	14,959	18,104	32,621	65,684	67.2%
총합계	24,919	26,352	46,455	97,725	100.0%

- (과제수) 1차관 소속과제가 최근 3년간 146건, 61.3%로 가장 높은 비중을 차지하였으며, 기관고유과제가 78건, 32.8%를 차지

<소관별 로봇 R&D 투자현황(과제수)>

(단위: 건)

구분	2013년	2014년	2015년	총합계	비중
1차관	51	42	53	146	61.3%
2차관	3	5	6	14	5.9%
기관고유	22	22	34	78	32.8%
총합계	76	69	93	238	100.0%



부록 5 최근 3년간 과기정통부 소관별 과제 현황

□ 정부연구비

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
1	2013	광주과학기술원 연구운영비지원	인공위성 및 우주로봇 핵심 기술 개발	광주과학기술원	기관고유	기초연구	100,000
2	2013	국가간협력기반조성	유연 다리를 가진 보행 로봇의 내고장성 제어 및 자세 교정 기법 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	40,000
3	2013	기초연구실지원	멀티 스케일 다중 전개형 협업 로봇의 설계 및 생산 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	500,000
4	2013	대구경북과학기술원 연구운영비지원	CPS에 기반한 원격 재활	대구경북과학기술원	기관고유	응용연구	509,000
5	2013	대구경북과학기술원 연구운영비지원	뇌매핑 기반의 로봇재활	대구경북과학기술원	기관고유	기초연구	789,000
6	2013	대구경북과학기술원 연구운영비지원	상지마비 환자의 인지/운동 재활을 위한 EXG를 활용한 상지 재활로봇 기술 개발	대구경북과학기술원	기관고유	기초연구	266,000
7	2013	대구경북과학기술원 연구운영비지원	신재생에너지 지능형로봇 융합기술 개발	대구경북과학기술원	기관고유	응용연구	1,250,000
8	2013	리더연구자지원	생체 운동 분석과 시뮬레이션	한국연구재단	1차관	기초연구	670,000
9	2013	모바일융합기술 센터구축(R&D)	모바일 융합기기 개발지원을 위한 시험자동화 플랫폼 기술	한국산업기술평가관리 원	기관고유	개발연구	490,000
10	2013	방사선기술개발사업	방사선 로봇 치료 및 영상 융복합	한국연구재단	1차관	개발연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			시스템 기술개발				910,000
11	2013	산업기술연구회 연구운영비지원	O-am CT 융합 방사선치료기 개발	산업기술연구회	기관고유	개발연구	1,400,000
12	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	Emotional robot 및 IT활용 위한 Emotion 동특성 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	50,700
13	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	Ferro Actuator 제조공정 개발 및 이를 이용한 생체모방 마이크로로봇 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	49,999
14	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	감성적 상호작용이 가능한 아동 모니터링 휴머노이드 로봇 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	50,700
15	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	강인한 비강체 3차원 복원을 이용한 실용 가능한 행동인식·행동예측기술개발	한국연구재단	1차관	기초연구	77,106
16	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	고속주행로봇을 위한 4족 보행 동물의 상황인지, 주행패턴 및 균형유지방법의 분석 및 알고리즘화 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	201,691
17	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	군집 지능로봇 시스템의 무선 네트워크 통신량 저감을 위한 계층형 순환 추적 안정화 기법에 관한 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	50,310
18	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	다수의 카메라와 자율주행 이동로봇을 이용한 네트워크기반 지능형 감시 및 응급대처	한국연구재단	1차관	응용연구	46,800
19	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	미지의 미끄러짐 환경에서의 다개체 이동 로봇의 추종과 장애물 회피를 위한 관측기 기반 적응 통합 군집 제어기	한국연구재단	1차관	기초연구	49,092

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			설계에 관한 연구				
20	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	불가사리 포획용 해양로봇 플랫폼 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	49,999
21	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	비주얼 서보잉을 통한 다중 이동 조립로봇의 협조제어	한국연구재단	1차관	응용연구	101,400
22	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	생체에서 영감을 얻은 컴플라이언스 응용 모듈형 모바일 로봇의 설계와 모션 제어	한국연구재단	1차관	기초연구	50,700
23	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	소형 이동 로봇의 자동 설계를 위한 진화 로봇 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	5,000
24	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	유해 해파리 피해 방지를 위한 해파리 정찰 및 퇴치 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	49,237
25	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	음향 정보 기반의 진화적 감정상호작용 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	49,237
26	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	이동식 플랫폼 기반의 융합형 멀티태스킹 건설로봇 요소기술	한국연구재단	1차관	기초연구	46,800
27	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	입는 로봇을 위한 매우 유연한 액추에이터 및 제어 방법 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	59,999
28	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	전파를 활용한 수중 거리 센서 및 위치인식 시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	49,996
29	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	친환경 스마트 재료를 이용한 지능형 소프트 키네틱 빌딩 스킨 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	60,630
30	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	하이브리드 링크 기반의 실내 주행용 이동 플랫폼 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	49,006

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
31	2013	일반연구자지원 (과기정통부)	효과적인 뇌 이미징을 위한 광 신호처리 기법 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	49,998
32	2013	정보통신기술 인력양성	서비스 로봇을 위한 멀티 모달 지능형 인간-로봇 상호작용 기술개발	정보통신산업진흥원	2차관	응용연구	800,000
33	2013	정보통신기술 인력양성	스마트 기기 연동 모듈형 액츄에이터 로봇 제어를 위한 임베디드 소프트웨어 개발	정보통신산업진흥원	2차관	개발연구	75,000
34	2013	정보통신기술 인력양성	스마트 로봇 및 토이를 위한 인터랙션 엔진 프레임워크 기술 개발	정보통신산업진흥원	2차관	응용연구	75,000
35	2013	중견연구자지원	6자유도 이동로봇의 극지 탐사를 위한 지능형 매핑 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	101,000
36	2013	중견연구자지원	WSN 기반 다중 클러스터형 군집 로봇의 지능형 운용 시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
37	2013	중견연구자지원	간암의 간동맥화학색전치료에서의 방사선 피폭 절감 및 시술 정확도 향상을 위한 로봇 시스템 기술	한국연구재단	1차관	개발연구	75,000
38	2013	중견연구자지원	고성능 스마트 비전 인터페이스 (SVI)	한국연구재단	1차관	기초연구	99,000
39	2013	중견연구자지원	광범위 혈관치료용 스텐트 무선 장착을 위한 다관절 마이크로로봇과 전자기구동시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	301,000
40	2013	중견연구자지원	다양한 실내외환경변화에 스스로 적응하는 자율주행로봇을 위한 강인하고 정밀한 위치추정기술개발	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
41	2013	중견연구자지원	다중 비행로봇의 시각기반 협동추적	한국연구재단	1차관	기초연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			제어의 실험적 연구				100,000
42	2013	중견연구자지원	단단하지 않은 표면에서 도약하는 곤충의 반(反)포식 적응	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
43	2013	중견연구자지원	대변위운동을 하며 전개하는 보의 동역학 해석	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
44	2013	중견연구자지원	멀티 에이전트 SLAM, 환경인지 및 Implementaion 기술	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
45	2013	중견연구자지원	모바일 로봇 네트워크의 영상기반 협업제어 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	97,000
46	2013	중견연구자지원	방진드기·항균·방향성소재를활용한발달장애아동조기치료용고양이캐릭터감성로봇개발	한국연구재단	1차관	기초연구	156,800
47	2013	중견연구자지원	소형 무인비행체의 지능 고도화를 위한 클라우드기반 SW 플랫폼 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	198,000
48	2013	중견연구자지원	스마트 작동기를 이용한 최소 침습 수술용 햅틱 로봇 시스템의 구축	한국연구재단	1차관	응용연구	300,000
49	2013	중견연구자지원	시선 제어, 자세 학습 및 발걸음 계획을 이용한 휴머노이드 로봇의 강인한 통합 항법 기술 연구	한국연구재단	1차관	응용연구	249,000
50	2013	중견연구자지원	인공인지시스템: 지능로봇의 능동적 인지기능 개발 및 미지환경 대응 기술	한국연구재단	1차관	기초연구	364,974
51	2013	중견연구자지원	재활 및 일상생활보조용 소프트 외골격 로봇팔 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	155,833
52	2013	중견연구자지원	초고속 저메모리 물체인식 알고리즘	한국연구재단	1차관	기초연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			개발과 지능자동차에의 응용				99,000
53	2013	중견연구자지원	친환경 박테리아 셀룰로오스를 적용한 천연고분자 센서 및 작동기의 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	242,000
54	2013	중견연구자지원	하지마비환자를위한모듈형하지외골격로봇 및구동시스템개발	한국연구재단	1차관	기초연구	75,000
55	2013	중견연구자지원	행동 신경 생물학에 기반한 바이오로봇 연구	한국연구재단	1차관	응용연구	102,000
56	2013	중견연구자지원	혼잡 환경에서 임의 형상 물체를 강인하게 인식하는 계층적 접근 기반의 로봇시각 시스템	한국연구재단	1차관	응용연구	100,000
57	2013	중견연구자지원	환경에 강인한 군집로봇의 경로계획 및 대형제어	한국연구재단	1차관	기초연구	99,000
58	2013	첨단융합기술개발	약물 생산/전달용 박테리오투원천기술 개발	한국연구재단	1차관	응용연구	235,000
59	2013	첨단융합기술개발	표적지향 이동형 박테리아 기반 마이크로로봇 원천기술 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	520,000
60	2013	첨단융합기술개발	생체모방 소프트 모핑 기반 기술	한국연구재단	1차관	기초연구	520,000
61	2013	추가연구개발특구 육성	해양 작업 지원용 측정 및 부이 텔레메터링을 위한 해저 고정형 수중 로봇 개발	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	252,000
62	2013	한국과학기술연구원 연구운영비지원	공간 인터랙션을 활용한 로봇의 지능형 작업수행 기술	한국과학기술연구원	기관고유	응용연구	1,794,032
63	2013	한국과학기술연구원 연구운영비지원	Bridge Program	한국과학기술연구원	기관고유	기타	515,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
64	2013	한국과학기술원 연구운영비지원	동작 의도 기반 제어를 활용한 손목-발목 재활치료용 가변구조형 착용로봇	한국과학기술원	기관고유	응용연구	35,000
65	2013	한국과학기술원 연구운영비지원	Coordination, Navigation and Control of Heterogeneous Stealth Mobile Sensors in Real environment	한국과학기술원	기관고유	응용연구	260,000
66	2013	한국과학기술원 연구운영비지원	무인항공기, ICT, 비접촉식 센싱, USN 및 빅데이터 분석을 활용한 사회기반시설물 건정성 평가 융합기획연구	한국과학기술원	기관고유	기초연구	25,000
67	2013	한국과학기술원 연구운영비지원	시각장애인의 등산 보조를 위한 웨어러블 컴퓨터와 스마트폰의 융합	한국과학기술원	기관고유	개발연구	15,000
68	2013	한국기계연구원 연구운영비지원	능동형 재활치료 및 미세현장진단 기술 개발	한국기계연구원	기관고유	개발연구	1,514,114
69	2013	한국생산기술연구원 연구운영비지원	고중량물 핸들링 매니플레이터의 원격 작업 지능제어기술개발	한국생산기술연구원	기관고유	응용연구	1,674,624
70	2013	한국생산기술연구원 연구운영비지원	[역량] 해양 환경 모니터링을 위한 수중로봇 기반기술 연구	한국생산기술연구원	기관고유	응용연구	236,823
71	2013	한국생산기술연구원 연구운영비지원	경기본부 산업융합 기술중심 역량 강화 추진전략	한국생산기술연구원	기관고유	기타	370,832
72	2013	한국생산기술연구원 연구운영비지원	국민안심형 IT-RT 융복합 산업안전기술개발 기획사업	한국생산기술연구원	기관고유	기초연구	56,457
73	2013	한국원자력의학원 연구운영비지원	로봇 정위방사선 치료기술 개발	한국원자력의학원	기관고유	개발연구	1,000,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
74	2013	한국전자통신연구원 연구운영비지원	비정형 환경 대응 네트워크기반 군집지능 로봇기술 개발	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	1,406,000
75	2013	한국전자통신연구원연구 운영비지원	인식센서 융합기반 실환경하에서 임의의 사용자 30명에 대해 인식률 99%에 근접하는 사용자의 신원과 행위	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	1,000,000
76	2013	해외우수기관유치	전남대학교-Fraunhofer-IPA 국제공동연구소	한국연구재단	1차관	응용연구	600,000
77	2014	광주과학기술원 연구운영비지원	인공위성 및 우주로봇 핵심 기술 개발	광주과학기술원	기관고유	기초연구	93,000
78	2014	국가간협력기반조성	인간 건강 모니터링과 보조로봇에 대한 신개념 IT기술 융합을 위한 협력연구 및 연구교류	한국연구재단	1차관	기초연구	15,000
79	2014	국가과학기술 연구회운영비지원	O-am CT 융합 방사선치료기 개발	국가과학기술연구회	기관고유	개발연구	1,385,960
80	2014	대구경북과학기술원 연구운영비지원	전기적 방법에 의한 뇌손상 재활 및 대체 기술 개발	대구경북과학기술원	기관고유	응용연구	679,886
81	2014	대구경북과학기술원 연구운영비지원	뇌매핑 기반의 로봇재활	대구경북과학기술원	기관고유	기초연구	655,092
82	2014	대구경북과학기술원 연구운영비지원	물리적/인지적 상호작용 기반 신경로봇 기술 연구	대구경북과학기술원	기관고유	기초연구	208,000
83	2014	대구경북과학기술원 연구운영비지원	신재생에너지 지능형로봇 융합기술 개발	대구경북과학기술원	기관고유	응용연구	1,250,000
84	2014	리더연구자지원	생체 운동 분석과 시뮬레이션	한국연구재단	1차관	기초연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
							670,000
85	2014	방사선기술개발사업	방사선 로봇 치료 및 영상 융복합 시스템 기술개발	한국연구재단	1차관	개발연구	799,000
86	2014	산학협력활성화지원 (한국산업기술진흥협회)	원격진료와 로봇 기술 융합을 통한 보급형 진료 보조 로봇 개발	한국산업기술진흥협회	기관고유	개발연구	200,000
87	2014	신산업창출을 위한 SW융합기술고도화	EtherCAT 기반 산업용 로봇 제어 소프트웨어 융합 솔루션 개발	정보통신산업진흥원	2차관	응용연구	358,900
88	2014	신산업창출을 위한 SW융합기술고도화	70% 효율성을 달성하는 지하시설물 지상 탐사 로봇 시스템 개발	정보통신산업진흥원	2차관	개발연구	356,700
89	2014	신진연구자지원	강인한 비강체 3차원 복원을 이용한 실용 가능한 행동인식 및 행동예측 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	77,106
90	2014	신진연구자지원	비주얼 서보잉을 통한 다중 이동 조립로봇의 협조제어	한국연구재단	1차관	응용연구	101,400
91	2014	신진연구자지원	고속주행로봇을 위한 4족 보행 동물의 상황인지, 주행패턴 및 균형유지방법의 분석 및 알고리즘화 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	201,691
92	2014	신진연구자지원	감성적 상호작용이 가능한 아동 모니터링 휴머노이드 로봇 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	50,700
93	2014	신진연구자지원	생체에서 영감을 얻은 컴플라이언스 응용 모듈형 모바일 로봇의 설계와 모션 제어	한국연구재단	1차관	기초연구	50,700
94	2014	신진연구자지원	미지의 미끄러짐 환경에서의 다개체 이동 로봇의 추종과 장애물 회피를 위한	한국연구재단	1차관	기초연구	48,711

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			관측기 기반 적응 통합 군집 제어기 설계에 관한 연구				
95	2014	신진연구자지원	군집 지능로봇 시스템의 무선 네트워크 통신량 저감을 위한 계층형 순환 추적 안정화 기법에 관한 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	49,920
96	2014	신진연구자지원	자연 모사적 자기-재조립 다개체 나노로봇 시스템 및 응용에 관한 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	51,480
97	2014	신진연구자지원	무선전력 기반 초소형 생체 로봇 동력 및 전력 전송기술 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	49,050
98	2014	신진연구자지원	이동식 플랫폼 기반의 융합형 멀티태스킹 건설로봇 요소기술	한국연구재단	1차관	기초연구	46,800
99	2014	신진연구자지원	친환경 스마트 재료를 이용한 지능형 소프트 키네틱 빌딩 스킨 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	61,100
100	2014	신진연구자지원	유해 해파리 피해 방지를 위한 해파리 정찰 및 퇴치 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	49,237
101	2014	신진연구자지원	음향 정보 기반의 진화적 감정상호작용 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	49,237
102	2014	우주핵심기술 개발사업	우주 태양광패널 유지보수를 위한 케이블 기반 병렬형 우주로봇 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	100,000
103	2014	정보통신기술 인력양성	비행로봇편대를 이용한 공중LED디스플레이 시스템 개발	정보통신산업진흥원	2차관	개발연구	58,000
104	2014	정보통신기술	실시간 Auditory feedback을 활용한	정보통신산업진흥원	2차관	기초연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
		인력양성	음악로봇의 추가로 향상된 로봇 뮤지컬 기술 개발				93,000
105	2014	중견연구자지원	광범위 혈관치료용 스텐트 무선 장착을 위한 다관절 마이크로로봇과 전자기구동시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	301,000
106	2014	중견연구자지원	스마트 작동기를 이용한 최소 침습 수술용 햅틱 로봇 시스템의 구축	한국연구재단	1차관	응용연구	300,000
107	2014	중견연구자지원	대변위운동을 하며 전개하는 보의 동역학 해석	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
108	2014	중견연구자지원	재활 및 일상생활보조용 소프트 외골격 로봇 팔 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	218,167
109	2014	중견연구자지원	무인 비행로봇기반의 협력 매니플레이션	한국연구재단	1차관	기초연구	99,580
110	2014	중견연구자지원	동물생태행동과 다중 감각 통합모델에 기반한 바이오로봇	한국연구재단	1차관	기초연구	99,000
111	2014	중견연구자지원	뇌졸중 환자 보행재활을 위한 바이오피드백기반 햅틱워커 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
112	2014	중견연구자지원	착용형 다족 보행 로봇 제어 시스템 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	101,000
113	2014	중견연구자지원	동적 목표물 모션추정을 통한 이중 로봇 시스템의 통합 제어	한국연구재단	1차관	기초연구	101,000
114	2014	중견연구자지원	이동형 운동 및 인지기능 실시간 진단시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
115	2014	중견연구자지원	혈관중재시술을 위한 소구경 능동 카테터와 햅틱 원격 제어 기술 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
116	2014	중견연구자지원	방진드기·항균·방향성 소재를 활용한 발달장애아동 조기치료용 고양이 캐릭터 감성로봇 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	156,800
117	2014	중견연구자지원	WSN 기반 다중 클러스터형 군집 로봇의 지능형 운용 시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
118	2014	중견연구자지원	모바일 로봇 네트워크의 영상기반 협업제어 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	97,000
119	2014	중견연구자지원	고속주행을 위한 생체모방 4족 보행 로봇의 연성이 주행성능에 미치는 영향에 관한 연구 및 실험적 검증	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
120	2014	중견연구자지원	단단하지 않은 표면에서 도약하는 곤충의 반(反)포식 적응	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
121	2014	중견연구자지원	6자유도 이동로봇의 극지 탐사를 위한 지능형 매핑 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	101,000
122	2014	중견연구자지원	하지마비환자를 위한 모듈형 하지외골격로봇 및 구동시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	127,000
123	2014	중견연구자지원	간암의 간동맥화학색전치료에서의 방사선 피폭 절감 및 시술 정확도 향상을 위한 로봇 시스템 기술	한국연구재단	1차관	개발연구	125,000
124	2014	중견연구자지원	소형 무인비행체의 지능 고도화를 위한 클라우드 기반 SW 플랫폼 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	198,000
125	2014	중견연구자지원	행동 신경 생물학에 기반한 바이오로봇 연구	한국연구재단	1차관	응용연구	102,000
126	2014	중견연구자지원	멀티 에이전트 SLAM, 환경인지 및 Implementaion 기술	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
127	2014	차세대이동통신서비스 활성화기반구축	원격제어로 애완동물을 돌보는 스마트홈 로봇	정보통신기술진흥센터	2차관	개발연구	90,000
128	2014	첨단융합기술개발	표적지향 이동형 박테리아 기반 마이크로로봇 원천기술 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	550,000
129	2014	첨단융합기술개발	약물 생산/전달용 박테리오투 원천기술 개발	한국연구재단	1차관	응용연구	235,000
130	2014	추가연구개발특구 육성	노약자 상지 운동기능 증진을 위한 인간-로봇 협업기술 기반 능동형 운동 시스템 개발	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	270,000
131	2014	추가연구개발특구 육성	해양 작업 지원용 측정 및 부이 텔레메터링을 위한 해저 고정형 수중 로봇 개발	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	252,000
132	2014	한국과학기술연구원 연구운영비지원	인간공존형 휴머노이드 로봇 기술 개발	한국과학기술연구원	기관고유	응용연구	1,513,836
133	2014	한국과학기술원 연구운영비지원	완전 방사성 환경 감시용 차세대 유선 비행로봇 개발	한국과학기술원	기관고유	개발연구	31,250
134	2014	한국과학기술원 연구운영비지원	재난 대응 다개체 로봇 체계 개발	한국과학기술원	기관고유	응용연구	75,000
135	2014	한국과학기술원 연구운영비지원	상용 내시경에 탈부착 가능한 내시경 수술로봇 시스템	한국과학기술원	기관고유	개발연구	75,000
136	2014	한국과학기술원 연구운영비지원	Research on Self-Structuring, Survivable, Secure, Scalable, Smart System	한국과학기술원	기관고유	응용연구	250,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
137	2014	한국과학기술원 연구운영비지원	장기적 자율주행을 위한 지능형 인식 기반의 로봇 항법, 궤적 생성 및 제어에 관한 연구	한국과학기술원	기관고유	응용연구	100,000
138	2014	한국기계연구원 연구운영비지원	능동형 재활치료 및 미세현장진단 기술 개발 (3/3)	한국기계연구원	기관고유	개발연구	1,718,031
139	2014	한국생산기술연구원 연구운영비지원	유연 생산시스템을 위한 고중량물 핸들링 로봇용 작업지능 제어 기술 개발(1/3)	한국생산기술연구원	기관고유	응용연구	1,885,368
140	2014	한국생산기술연구원 연구운영비지원	생산 지능화를 위한 핵심기술 연구	한국생산기술연구원	기관고유	기타	98,012
141	2014	한국원자력의학원 연구운영비지원	로봇 정위방사선 치료기술 개발	한국원자력의학원	기관고유	개발연구	1,000,000
142	2014	한국전자통신연구원 연구운영비지원	실환경하에서 인지센서네트워크(PSN) 기반 지능형 로봇의 사용자정보(신원, 행동, 위치) 자동 추출 및 인식 기술	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	1,000,000
143	2014	한국전자통신연구원 연구운영비지원	비정형 환경 대응 네트워크기반 군집지능 로봇기술 개발	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	1,406,000
144	2014	한국전자통신연구원 연구운영비지원	지역기반 의료기기, 의료로봇 기술개발 및 의료IT 융합 중소기업 활성화 사업	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	3,958,000
145	2014	해외우수기관유치	전남대학교-Fraunhofer-IPA 국제공동연구소	한국연구재단	1차관	응용연구	502,000
146	2015	ICT기술사업화기반구축	임펄스 바이오메트릭 레이더 센서 플랫폼 기반 펫 서비스 로봇 개발	정보통신기술진흥센터	2차관	개발연구	500,000
147	2015	ICT유망기술개발지원	스마트홈 사물인터넷 연동 로봇 플랫폼	정보통신기술진흥센터	2차관	개발연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			기술 개발				500,000
148	2015	ICT유망기술개발지원	IoT 기반 I/F를 이용한 3D 프린터	정보통신기술진흥센터	2차관	개발연구	37,500
149	2015	광주과학기술원 연구운영비지원	인공위성 및 우주로봇 관련 핵심 기술 연구	광주과학기술원	기관고유	기초연구	60,680
150	2015	국가간협력기반조성	인간 건강 모니터링과 보조로봇에 대한 신개념 IT기술 융합을 위한 협력연구 및 연구교류	한국연구재단	1차관	기초연구	15,000
151	2015	국가간협력기반조성	실외 이동로봇을 위한 실시간 인지공유 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	40,000
152	2015	국가과학기술연구회 운영비지원	고령세대 치매 조기예측, 치료제 및 환자케어 기술 개발	국가과학기술연구회	기관고유	기초연구	6,000,000
153	2015	국가과학기술연구회 운영비지원	O-am CT 융합 방사선치료기 개발	국가과학기술연구회	기관고유	개발연구	1,376,000
154	2015	국제연구인력교류(BRAI NPOOL)	달/화성지표면 탐사 시뮬레이션기반 우주여행 영상모션 플랫폼 기술 개발	한국과학기술단체총연 합회	기관고유	응용연구	65,900
155	2015	국제연구인력교류(BRAI NPOOL)	생체조작 및 약물전달을 위한 마이크로 로봇 워커	한국과학기술단체총연 합회	기관고유	응용연구	23,600
156	2015	글로벌프론티어사업	실감 교류를 위한 비침습형 뇌작극 시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	350,000
157	2015	대구경북과학기술원 연구운영비지원	뇌매핑 기반의 로봇재활	대구경북과학기술원	기관고유	기초연구	803,966
158	2015	대구경북과학기술원 연구운영비지원	물리적/인지적 상호작용 기반 신경로봇 기술 연구	대구경북과학기술원	기관고유	기초연구	200,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
159	2015	대구경북과학기술원 연구운영비지원	신재생에너지-지능형로봇융합 기술개발	대구경북과학기술원	기관고유	응용연구	1,250,000
160	2015	리더연구자지원	생체 운동 분석과 시뮬레이션	한국연구재단	1차관	기초연구	670,000
161	2015	미래성장동력 플래그십프로젝트	첨단 의료자동화기기의 의료 패키지화 및 실증을 통한 산업 활성화	한국정보화진흥원	2차관	기타	700,000
162	2015	방사선기술개발사업	방사선 로봇 치료 융복합 시스템 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	2,400,000
163	2015	신산업창출을 위한 SW융합기술고도화	70% 효율성을 달성하는 지하시설물 지상 탐사 로봇 시스템 개발	정보통신산업진흥원	2차관	개발연구	373,872
164	2015	신산업창출을 위한 SW융합기술고도화	EtherCAT 기반 산업용 로봇 제어 소프트웨어 융합 솔루션 개발	정보통신산업진흥원	2차관	응용연구	340,955
165	2015	신시장창조차세대 의료기기개발사업	외부조종 캡슐 및 다기능 모듈 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	555,000
166	2015	신시장창조차세대 의료기기개발사업	외부조종 캡슐내시경 개발을 위한 의생물학적 검증	한국연구재단	1차관	개발연구	275,000
167	2015	신시장창조차세대 의료기기개발사업	자기장을 이용한 캡슐내시경 외부조종 시스템 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	1,195,000
168	2015	신진연구자지원	비주얼 서보잉을 통한 다중 이동 조립로봇의 협조제어	한국연구재단	1차관	기초연구	101,400
169	2015	신진연구자지원	강인한 비강체 3차원 복원을 이용한 실용 가능한 행동인식 및 행동예측 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	77,106
170	2015	신진연구자지원	자연 모사적 자기-재조립 다개체 나노로봇 시스템 및 응용에 관한 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	51,480

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
171	2015	신진연구자지원	고속주행로봇의 신개념 하이브리드 구동기 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	50,645
172	2015	신진연구자지원	유해 해파리 피해 방지를 위한 해파리 정찰 및 퇴치 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	49,237
173	2015	신진연구자지원	무선전력 기반 초소형 생체 로봇 동력 및 전력 전송 기술 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	49,050
174	2015	신진연구자지원	차동 유성 감속기 개발 및 이를 활용한 로봇 관절용 구동기 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	48,492
175	2015	신진연구자지원	빌딩 외벽청소 로봇의 작업효율 향상을 위한 커튼월의 채광성 측정 센서 모듈 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	50,115
176	2015	신진연구자지원	비접촉센서 탑재 벽체등반로봇을 활용한 대형 콘크리트 구조물 열화 평가를 위한 비파괴 검사 기술 개발	한국연구재단	1차관	응용연구	50,291
177	2015	신진연구자지원	조류모방 비행로봇의 블랙박스형 시스템 인식 및 실외 자동비행에 관한 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	51,051
178	2015	신진연구자지원	농업무인생산 고도화를 위한 농업용 항공-육상 군집로봇의 멀티모달 원격조작 시스템 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	51,815
179	2015	신진연구자지원	시각 장애인을 위한 촉각TV 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	50,446
180	2015	신진연구자지원	친환경 스마트 재료를 이용한 지능형 소프트 키네틱 빌딩 스킨 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	61,100

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
181	2015	신진연구자지원	Generalized Descriptor로 표현하는 Point Cloud 기반의 광역 공간정보 구현법 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	50,953
182	2015	신진연구자지원	로봇수술 숙련도 평가 모델 및 트레이닝 시스템의 개발 및 적용	한국연구재단	1차관	기초연구	47,779
183	2015	우주핵심기술개발사업	우주 태양광패널 유지보수를 위한 케이블 기반 병렬형 우주로봇 개발	한국연구재단	1차관	개발연구	100,000
184	2015	전자정보디바이스 산업원천기술개발	1 기가픽셀 이상의 영상획득이 가능한 액츄에이터 방식의 카메라 원천기술개발	한국산업기술평가관리 원	기관고유	기초연구	100,000
185	2015	전자정보디바이스 산업원천기술개발	소형 이동로봇 플랫폼 제어 통합형 SoC 개발	한국산업기술평가관리 원	기관고유	개발연구	480,000
186	2015	중견연구자지원	대면위운동을 하며 전개하는 보의 동역학 해석	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
187	2015	중견연구자지원	멀티 에이전트 SLAM, 환경인지 및 Implementaion 기술	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
188	2015	중견연구자지원	혈관 내 정밀 진단, 기계적 치료, 약물스텐트 전달기능을 갖는 다목적 모듈형 마이크로로봇 및 전자기구동시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
189	2015	중견연구자지원	재활·일상생활보조용 소프트외골격 로봇 팔 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	187,000
190	2015	중견연구자지원	이동형 운동 및 인지기능 실시간 진단시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	300,000
191	2015	중견연구자지원	미래 프로세서의 신뢰성 향상을 위한 소프트웨어 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
							199,000
192	2015	중견연구자지원	해수욕장 인명 피해 방지를 위한 정찰/퇴치/구조용 무인 로봇 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	196,000
193	2015	중견연구자지원	통합 사운드 씬 인지 기술	한국연구재단	1차관	기초연구	201,000
194	2015	중견연구자지원	다중드론기반 공중작업 시스템	한국연구재단	1차관	기초연구	201,000
195	2015	중견연구자지원	요통 환자를 위한 유연한 항중력 재활운동 로봇 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	192,920
196	2015	중견연구자지원	단단하지 않은 표면에서 도약하는 곤충의 반(反)포식 적응	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
197	2015	중견연구자지원	고속주행을 위한 생체모방 4족 보행 로봇의 연성이 주행성능에 미치는 영향에 관한 연구 및 실험적 검증	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
198	2015	중견연구자지원	혈관중재시술을 위한 소구경 능동 카테터와 햅틱 원격 제어 기술 연구	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
199	2015	중견연구자지원	WSN 기반 다중 클러스터형 군집 로봇의 지능형 운용 시스템 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
200	2015	중견연구자지원	방진드기·항균·방향성 소재를 활용한 발달장애아동 조기치료용 고양이 캐릭터 감성로봇 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	156,800
201	2015	중견연구자지원	불규칙한 지면 및 계단에서 보행할 수 있는 보행보조로봇 개발 및 뇌졸중환자의 건축물의 보행경로에 따른 환측발 보행제어기술	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
202	2015	중견연구자지원	네트워크 기반 군집 이동 머니플레이터 실내외 위치인식 및 대형 협조제어	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
203	2015	중견연구자지원	경향문 수술을 위한 플랫폼 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	91,000
204	2015	중견연구자지원	구조구난 다수 로봇을 위한 클라우드 컴퓨팅 기반의 원격 환경 3D 재구성 프레임워크 연구	한국연구재단	1차관	개발연구	101,000
205	2015	중견연구자지원	하지마비 장애인의 자립적 보행을 위한 보조기 개조형 외골격 로봇의 Under-actuated 메커니즘 및 보행제어 기술 개발	한국연구재단	1차관	기초연구	100,000
206	2015	중견연구자지원	간암의 간동맥화학색전치료에서의 방사선 피폭 절감 및 시술 정확도 향상을 위한 로봇 시스템 기술	한국연구재단	1차관	개발연구	100,000
207	2015	중견연구자지원	하지마비환자를위한모듈형하지외골격로봇 및구동시스템개발	한국연구재단	1차관	기초연구	102,000
208	2015	중견연구자지원	자이로 효과를 이용한 외바퀴 시스템 및 응용연구	한국연구재단	1차관	기초연구	204,000
209	2015	중견연구자지원	착용형 다족보행 로봇제어 시스템연구	한국연구재단	1차관	기초연구	101,000
210	2015	중견연구자지원	동물생태행동과 다중 감각 통합모델에 기반한 바이오로봇	한국연구재단	1차관	기초연구	99,000
211	2015	중견연구자지원	동적 목표물 모션추정을 통한 이중 로봇 시스템의 통합 제어	한국연구재단	1차관	기초연구	101,000
212	2015	중견연구자지원	뇌졸중 환자 보행재활을 위한	한국연구재단	1차관	기초연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			바이오피드백기반 햅틱워커 개발				100,000
213	2015	첨단융합기술개발	3D 홀로그램을 이용한 동화와 로봇의 과학세계 만남	한국연구재단	1차관	기초연구	200,000
214	2015	추가연구개발특구 육성	노약자, 장애인 및 재활치료를 위한 상지 근력 재활 로봇 시스템 사업화	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	198,000
215	2015	추가연구개발특구 육성	노약자 상지 운동기능 증진을 위한 인간-로봇 협업기술 기반 능동형 운동 시스템 개발	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	270,000
216	2015	추가연구개발특구 육성	복개 구조물 유지보수용 철근 콘크리트 치핑 로봇 시스템 개발	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	270,000
217	2015	추가연구개발특구 육성	환자의 실내이동을 위한 간병인 보조기기 개발	연구개발특구진흥재단	기관고유	개발연구	270,000
218	2015	한국과학기술연구원 연구운영비지원	노약자 생활 지원을 위한 Connected Active Space(CAS)기술개발	한국과학기술연구원	기관고유	기초연구	5,545,334
219	2015	한국과학기술연구원 연구운영비지원	지능로봇 기술 개발	한국과학기술연구원	기관고유	기초연구	1,564,131
220	2015	한국과학기술연구원 연구운영비지원	K-GRL	한국과학기술연구원	기관고유	기타	700,000
221	2015	한국과학기술원 연구운영비지원	원전 방사성 환경 감시용 차세대 체공형 유선 비행로봇 개발	한국과학기술원	기관고유	개발연구	20,000
222	2015	한국과학기술원 연구운영비지원	공중무인로봇용 고효율 초경량의 무지향성 무선 충전 플랫폼 개발	한국과학기술원	기관고유	개발연구	30,000
223	2015	한국과학기술원 연구운영비지원	이비인후과 수술을 위한 유연 내시경 탈부착형 미세 수술 로봇	한국과학기술원	기관고유	개발연구	75,000
224	2015	한국과학기술원	과학장성 고신뢰도 무인이동체 통합운용	한국과학기술원	기관고유	응용연구	

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
		연구운영비지원	원천기술 연구				200,000
225	2015	한국과학기술원 연구운영비지원	국가재난안전통신망의 장기간 보안성을 보장하는 산업 발전 전략	한국과학기술원	기관고유	기타	9,500
226	2015	한국기계연구원 연구운영비지원	인간 공존 제조로봇을 위한 고효율 안전 매니플레이터 개발(1/3)	한국과학기술원	기관고유	기타	1,960,000
227	2015	한국기계연구원 연구운영비지원	하지절단 환자를 위한 발목형 로봇의족 개발(1/3)	한국과학기술원	기관고유	개발연구	1,372,000
228	2015	한국생산기술연구원 연구운영비지원	제조 공정혁신을 위한 인간 공존형 로봇플랫폼 및 스마트 공정 기술 개발(2/3)	한국생산기술연구원 (재단)	기관고유	응용연구	1,699,079
229	2015	한국생산기술연구원 연구운영비지원	에너지 수송관 시공기술 및 유지보수 로봇시스템 개발(1/1)	한국생산기술연구원(재단)	기관고유	응용연구	538,492
230	2015	한국생산기술연구원 연구운영비지원	무인방제를 위한 노지용 8족 로봇 개발(1/1)	한국생산기술연구원 (재단)	기관고유	응용연구	129,937
231	2015	한국생산기술연구원 연구운영비지원	다축 직교로봇 성능 평가 기술 개발(1/1)	한국생산기술연구원 (재단)	기관고유	개발연구	249,993
232	2015	한국생산기술연구원 연구운영비지원	중대형 물류센터 적용이 가능한 물류운송로봇 스케줄링 기술개발(1/1)	한국생산기술연구원 (재단)	기관고유	개발연구	88,022
233	2015	한국원자력의학원 연구운영비지원	로봇 정위방사선 치료기술 개발	한국원자력의학원	기관고유	개발연구	1,000,000
234	2015	한국전기연구원연구 운영비지원	로봇/자동화용 스마트 액추에이터 개발	한국전기연구원	기관고유	개발연구	1,000,000
235	2015	한국전자통신연구원 연구운영비지원	3D 학습지식 콘텐츠 플랫폼기반 학습자 참여형 협력 학습 기술	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	779,040

순번	년도	사업명	과제명	관리기관	소관별	단계	연구비 (천원)
			개발(부처이관사업)				
236	2015	한국전자통신연구원 연구운영비지원	지역기반 의료기기, 의료로봇 기술개발 및 의료IT 융합 중소기업 활성화 사업	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	3,940,000
237	2015	한국전자통신연구원 연구운영비지원	비정형 환경 대응 네트워크기반 군집지능 로봇 기술(부처이관사업)	한국전자통신연구원	기관고유	응용연구	352,000
238	2015	해외우수기관유치	전남대학교-Fraunhofer-IPA 국제공동연구소	한국연구재단	1차관	응용연구	502,000
합계			238개 과제				97,725,283

주 의

1. 이 보고서는 한국연구재단에서 위탁받아 수행한 연구보고서입니다.
2. 본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의 개인적 견해이며 한국연구재단의 공식견해가 아님을 알려드립니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.