

융합 생태계 구축을 통한 융합 활성화 사업 기획 연구

연구기관 : 서울대학교

2018. 2. 28.

과 학 기 술 정 보 통 신 부

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용들은 연구책임자의
개인적 견해이며 미래창조과학부의 공식견해가
아님을 알려드립니다.

과학기술정보통신부 장관 유 영 민

제 출 문

과 학 기 술 정 보 통 신 부 장 관 귀하

본 보고서를 “융합 생태계 구축을 통한 융합 활성화 사업 기획 연구”의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 03. 26.

목차

1. 사업개요	1
1.1. 개요	1
1.2. 추진배경	1
1.3. 추진경과	5
1.4. 목적 및 추진방향	5
1.5. 사업지원 유형	6
1.6. 투자계획	7
2. 국내외 동향	9
2.1. 해외동향	9
2.2. 국내동향	12
2.3. 문제점 및 시사점	19
2.4. 목적 및 추진 방향	23
3. 비전 및 사업 추진전략	25
3.1. 비전 및 목표	25
3.2. 추진 전략	26
4. 주요 내용	29
4.1. 사업 추진내용	29
4.2. 사업 추진체계	34
4.3. 인간중심 혁신기술 후보분야	36

I

사업개요

1.1 개요

- 본 과제는 4차 산업혁명 선도를 위한 신개념 융합형 국가연구개발 프로그램 기획을 목표로 함.
- 구체적으로 신기술과 신산업 창출을 위한 창의적·도전적 융합분야 발굴 및 관련 융합 R&D 사업 추진을 위한 전략 도출이 연구 목표임.
- 본 기획 연구의 결과로 **혁신기술을 기반으로** 인간의 “삶의 질” 향상과 다양한 산업으로 확장성 높은 **인간중심의 미래형 기초원천기술 개발**과 **고부가가치 新시장 연계 지원**을 목표로 하는 혁신기술개발 사업의 운용에 대한 다음 그림과 같은 결론을 얻음.



1.2 추진배경

- 우리나라는 경제성장에 비해 삶의 만족도가 낮은 것으로 나타남에 따라, **국민의 행복과 삶의 질 향상을 높이기 위한 국가적 노력의 필요성 인식**

- 건강, 문화·편리, 환경 등의 분야에서 국민이 체감할 수 있는 **삶의 질 향상을 위해**
서는 과학기술의 역할 중요

- 우리나라 삶의 만족도는 25위('14)→ 27위('15)→29위('17, 38개국 대상, 10점 만점에 5.9점)로 계속 하락 중
- “국민의 삶의 질 개선을 최우선 국정 목표로 삼아 국민 여러분이 피부로 느낄 수 있는 변화를 만들겠다”(문재인 대통령 신년사, '18. 01)

- 현대사회는 점차 다층·복잡화된 사회 문제들이 발생하고 있으며, **혁신적인 기술·서비스의 개발·보편화로 실생활 모습 또한 변화**

- 더불어, 4차 산업혁명 시대의 도래로 미래사회는 여러 요소들의 복합적인 상호작용을 통해 다양한 변화가 급격하게 일어날 것으로 예상됨에 따라 이에 대응하기 위한 **선도형 R&D 기획 필요**

※ (글로벌 미래 예측 9대 트렌드) 기대수명연장, 인간능력확대, 디지털네트워크사회, 제조업패러다임 변화, 에너지수급 불균형, 자연재난재해 증가, 도시화 확대, 원전안전문제, 신종감염병 출현 [참고 1]

- 그간 삶의 질 제고를 목적으로 한 연구개발 사업이 추진되고 있었으나 **실질적인 성과 창출에서는 한계가 있음**

※ 사회문제해결(과기정통부), 국민편익증진(산업부) R&D의 제품·서비스화 비율은 20% 수준

- 삶의 질 향상을 위한 미래사회에 혁신적 기술·서비스 확보를 위해서는 **다분야간 효율적 융합연구가 가능하도록 생태계 혁신 필요**

※ 기존의 대표적 융합연구개발사업인 과기정통부의 「STEAM연구사업」('11~'19):
원천기술 개발을 목표로 인문·사회·과학·기술 등 다분야 융합연구 지원을 통해 다수의 원천기술을 확보하였으나, 대부분 독립형(stand alone) 기술로 성과 간 연계 또는 신산업창출·공공서비스 혁신으로의 연계 미흡

- 4차 산업혁명의 도래 이전부터 미국, EU, 일본 등 기술 선진국과 대형 글로벌 기업들은 미래 잠재력을 지닌 혁신적인 원천기술들을 이용하여 인간 삶의 질 향상을 목적으로 하는 이종분야 간 융합기술을 통해 **복합적인 첨단산업*** 시장을 열어가고 있음

* 무인 자율주행 자동차(Tesla, Google), 공유경제(Uber, Airbnb), 가상현실 수술실(3D 시스템즈), 인공지능 비서 알렉사(아마존) 등

- 현재, 세계는 단순한 경제 활성화를 위한 융합기술 수준의 발전을 넘어 인간의 수명 연장, 노화방지, 인간에게 접근성이 뛰어나고, 정신적, 육체적 만족감을 주는 ‘**인간 중심**’의 융합기술에 대한 수요가 급격히 증대되고 있음
- 앞으로 다가올 지능정보사회는 융합기술의 기하급수적 변화에 대비하여 아직까지 조명을 받지 못하는 ‘**혁신기술(emerging technology)**’의 발전을 효율적으로 유도할 장치, 플랫폼*, 서비스 등 생태계 기반에 대한 수요가 급격히 증대될 것으로 예상됨
 - * 플랫폼 : 일반적으로 사람들이 타고 내리기 좋게 만든 기차역을 떠올리게 되는데 여기서는 “대중이 쉽게 이용하거나 다양한 목적으로 사용되는 통합 시스템”임
- 인간중심 수요연계형 융합연구를 위해서는 기 개발된 요소기술들의 효과적인 활용 뿐 아니라 미래 유망기술 후보군인 “**떠오르는 혁신 기술**”의 발굴을 통한 선제적인 기초·원천기술 지원(World First), 세계 최고수준의 연구 성과 획득(World Best)과 이를 **활용한** 신시장 창출 및 공공 서비스 확대에 연계 지원할 수 있는 종합적인 융합연구개발 모델이 필요함

- (선정기준) 국내·외 미래 예측 관련 문헌 19개의 트렌드 및 이슈 통합 후, 4단계의 정리 과정을 거쳐 과학기술 및 인간가치 향상과 연관성이 높은 미래 트렌드 도출

<9대 미래 트렌드 선정 방법>

1단계	문헌별 트렌드 및 이슈 통합 「제5회 과학기술예측조사」의 메가트렌드-트렌드-이슈를 기준으로 18개 문헌에서 제시한 트렌드 및 이슈 통합 → 5개 메가트렌드, 24개 트렌드, 133개 이슈 정리
2단계	트렌드 및 이슈 레벨 재조정 메가트렌드와 트렌드의 연관성을 고려하여 트렌드 레벨을 재조정하고, 미래 이슈의 중복 제거 및 통합 작업을 통해 재조정 → 133개 이슈에서 81개로 재조정
3단계	트렌드 및 이슈의 과학기술 관련성 파악 트렌드 및 이슈의 과학기술적인 해결대응 가능성 등 과학기술과의 관련성을 파악 → 과학기술과의 관련성이 높은 11개 도출
4단계	최종 9대 트렌드 선정 3단계에서 도출한 11개 트렌드 중 메가트렌드명 및 트렌드를 재조정 → 기대수명연장, 인간능력확대, 디지털네트워크사회, 제조업패러다임 변화, 에너지수급 불균형, 자연재난재해 증가, 도시화 확대, 원전안전문제, 신종감염병 출현

- (선정결과) 4대 메가트렌드에 대한 9대 세부 미래 트렌드 도출

※ 현재 국내외에서 과학기술적으로 활발히 대응하고 있으며 인간 삶과 밀접한 관련이 있는 분야 선정
을 통해 인간이 원하는 미래 환경 도출



1.3 추진경과

- 미래유망융합기술파이오니어사업 사전타당성 조사('07.3~'07.6)
 - 미래유망융합기술파이오니어사업(고위험/고수익) 시작('08.3)
 - NT, BT, IT 등 이중 기술간 융합을 통해 고위험-고수익(High-risk, High-return)형 융합원천기술을 개발하기 위해 추진
 - 첨단융합기술사업으로 개편('08.1월)
 - 기존 미래유망융합기술파이오니어사업을 중심으로 기술·학제·산업간 융합을 통합하여 목적 중심형 융합R&D 사업으로 재설계
 - STEAM*연구개발사업으로 재편('15.12월)
 - 첨단융합기술개발사업(10개 내역사업)의 융합연구 '문제점 분석 및 대응방향'을 토대로 융합연구 활성화를 위한 대표 모델로 재설계
- * Science and Technology Enhanced by Liberal Arts and Mission

1.4 목적 및 추진방향

1.4.1 목적 및 필요성

- (목적) 異種분야간 기술·정보 교류 및 지원을 체계적으로 관리할 수 있는 조직형 융합프로젝트 플랫폼을 통한 신기술 개발 및 新산업 창출로 新시장 개척, 산업 고도화 및 인간 삶의 질 향상 도모할
- (필요성) 현재 포화상태인 '선도 기술'에 투자하기보다 미래 잠재력을 지닌 '혁신기술'(emerging technology)을 발굴·선점하여 4차 산업혁명 시대에 우리나라가 세계 최초(world first), 최고(world best) 수준으로 주도할 연구 분야 및 산업 분야에 대한 개척 필요

1.4.2 추진방향

- 국가 차원의 체계적인 지원과 관리를 통해 '혁신기술'(emerging technology) 간 융합을 통해 전문인력 양성 및 미래형 성장동력을 유도할 수 있는 융합생태계 구축 플랫폼이 필요한 시기임

- 잠재력을 지닌 유망한 신기술이 다른 국가나 기업에 의해 수면위로 떠오르기 전에 먼저 조사·발굴하는 체계화된 전문가 그룹을 구성하고 해당 기술들에 대한 유동적인 지원을 기획하는 혁신기술 강화 플랫폼 제안
- 인간에 초점이 맞춰진 인간과 이종분야 간 요소기술들의 융합을 기반으로 하는 미래 원천신기술 개발과 이에 맞는 고부가가치형 신산업 창출 기획
- 인공지능 및 데이터 빅뱅시대 등 미래 환경변화에 선제적으로 대응할 수 있도록 융합연구의 대상·분야별로 “인간 삶의 질” 향상을 구현할 있도록 ‘혁신기술’(emerging technology)을 매년 중점적으로 발굴하여 육성

1.5 사업지원 유형

- (인간중심형 융합R&D) 현재까지 지향한 단순한 경제성장 위주의 융합기술 연구를 넘어서 ICT 플랫폼 위에 과학기술과 인문·사회·예술 등 미개척 이종분야 간 융합연구를 포함하는 인간중심형 종합솔루션 개발이 필요
 - ‘기능혁신중심’에서 인간이해에 기반한 ‘인간친화중심’으로 전환 급격 필요
- (신시장 연계형 융합R&D) 인간의 편익을 증진시키기 위해 현정부 공약인 미래성장동력 확충(국정과제 34), 「융합기술발전전략」 등 정부정책을 반영한 시장연계가 가능한 TRL(6단계) 이하의 융합R&D 추진
 - 바이오-기계-AI 기술 간 융합 등을 통해 소산업으로 확산성이 높은 플랫폼형 혁신기술 개발로 고부가가치 신시장 연계 촉진
- (글로벌 혁신 융합R&D) 고부가가치 新산업을 창출 위해 글로벌 이슈 해결 등을 위한 국제적 융합R&D 지원 추진
 - EU의 휴먼프론티어 과학프로그램(Human Frontier Program)과 같은 전세계 글로벌 협력연구 추진
- 인간증강, 대체현실 등 미개척분야에 대해 원천융합기술 개발과 미래 주도형 융합 신산업 창출을 위해 크게 2개의 융합 플랫폼 체계로 구분하고 각 내역사업별 특징을 반영한 공통적인 목표를 설정하여 **혁신선도융합기술개발사업** 추진
 - (융합생태계 구축형) 융합 R&D 조직 및 그룹의 성장, 혁신형 융합 연구 인력 양성,

융합 R&D 네트워크·인프라 구축 및 운영, 글로벌 융합 R&D 활동 및 네트워크 구축 지원

- (원천역량 강화형) 국가미래유망기술 상시 발굴 정책보고서(NRF), 과학기술예측조사보고서(KISTEP) 등을 기반으로 이종분야 간 융합을 통한 고난이도의 기초·원천기술개발이 필요한 혁신 기술 발굴·지원

< 혁신선도융합기술개발사업 중점 지원유형 >

구 분		융합생태계 구축형	원천역량 강화형
편딩	규모	130억원/년	355억원/년
	선정분야	- 융합 R&D를 시도 - 융합 R&D 기반 인력 및 성장동력 인력 양성 - 산학연/글로벌 융합 R&D 네트워크 및 인프라 구축	- 새롭게 등장하는 분야 연구(4차 산업혁명을 선도한 융합 R&D 핵심기술/신성장동력 기술 개발)

1.6 투자계획

- ☐ (사업기간) '18년 ~ '27년 (10년간)
- ☐ (사업비 규모) 4,850억원 (연간 평균 500억원 내외)
- ☐ (지원대상) 대학, 출연연 등
- ☐ (지원방식) 선행연구(1년 내외) → 본 연구(3+2년 내외)
 - 다양한 연구주제, 차별성 있는 연구방법 등의 경쟁을 통한 전주기적을 관계 부처 간 협업연구 수행으로 우수성과 창출 및 연구성과를 극대화

선행연구	1단계 (1년)	○ 중점 연구분야 및 자유공모 분야 패널별 최우수 과제를 우선 지원
본연구	2단계 (3년)	○ 1단계 수행 연구과제를 대상으로 경쟁형 평가를 통해 본 연구 지원 여부 결정
	3단계 (2년)	○ 2단계 수행 연구과제 중 연구결과 탁월성 및 가능성이 검증된 과제에 한하여 3단계 지원 여부 결정

○ 투자계획(안)

(단위 : 백만원, 과제수)

구 분	`18 년	`19 년	`20 년	`21 년	`22 년	`23 년	`24 년	`25 년	`26 년	`27 년	계
합 계 (과제수)	700 (8)	2,900 (23)	5,200 (19)	6,700 (22)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	48,500 (63)
선기획연구	700 (8)	1,400 (20)	700 (10)	700 (10)	—	—	—	—	—	—	3,500 (48)
본연구	—	1,500 (3)	4,500 (9)	6,000 (12)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	45,000 (15)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정

II

국내외 동향 및 시사점

2.1

해외동향

- (해외) 기술 선진국에서는 기술의 기하급수적 변화를 감지하고 이에 대응하기 위한 발판을 정책적으로 마련

구 분	주요 내용
미 국	첨단 기술과 자금력을 보유한 민간 기업 주도로 융합연구가 이루어지는 가운데, 정부도 다양한 지원책을 적극 추진 사물인터넷(GE), 인공지능(Google), 무인자동차(Google, Tesla) 등 4차 산업혁명 핵심기술은 민간기업이 주도 정부는 제조업 경쟁력 강화 정책(AMP) 및 공공 R&D 과제 지원(DMDII)를 통해 다각적인 지원 추진
독 일	‘Industry 4.0’의 선도적 추진을 통해 융합 기술을 이용한 제조 강국의 경쟁력 향상에 노력 글로벌 기업을 중심으로 `15년 ‘Platform Industry 4.0’ 구성 후 민·관 구분 없이 산·학·연 전체가 참여 대학 및 기업과의 활발한 융합연구를 수행하고 있는 프라운호퍼(Fraunhofer)와 같은 융합연구 기관의 역할 확대
일 본	융합연구 기반 4차 산업혁명에 대한 총제적 대응 준비 장기적 경기침체 극복 및 新성장동력 확충을 위해 IT, 로봇중심의 융합기술 육성에 관한 다양한 전략(로봇 신전략 `15, 과학기술 이노베이션 종립전략 `15 등)을 정부차원에서 수립
중 국	‘중국제조 2025(중국판 Industry 4.0)’ 및 ‘인터넷 플러스’ 전략을 추진하여 융합연구 기반 제조업의 혁신능력 제고에 주력 양적 성장의 ‘제조대국’에서 질적 성장의 ‘제조강국’ 도약을 위한 5대 중점 산업전략(제조혁신센터 건설, 스마트 제조, 공업기반 강화, 녹색제조, 첨단 설비 도입) 수립 10대 육성산업(차세대 정보기술, 디지털 공작기계, 로봇, 항공·우주 장비, 해양엔지니어링, 선진 철도설비, 신에너지 자동차 등) 선정·추진

2.1.1 해외 정책동향

- 세계 주요국은 4차 산업혁명 도래 이전부터 미래 잠재력을 지닌 혁신 원천기술들을 발굴하여 핵심기술 주도권 확보 및 삶의 질 향상을 목적으로 이종분야 간 융합연구를 통해 첨단산업* 시장을 창출

* 예시)무인 자율주행 자동차(Tesla, Google), 공유경제(Uber, Airbnb), 가상현실 수술실(3D 시스템즈), 인공지능 비서 알렉사(아마존) 등

- 특히, 기계·생명·인지과학 등 혁신기술을 기반으로 인간의 삶의 질 향상을 위한 인간중심의 다양한 연구개발을 국가 차원에서 전략적으로 진행 중

구분	주요 내용
 미국	· 지식의 창의적 결합으로 융합의 범위를 확대한 CKTS(NBIC2, '13) 전략을 기반으로, 최근 인공지능 사회로의 변화 대응과 건강·교육·환경 등 새로운 시장과 기회를 가져올 첨단융합기술에 대한 투자 강화 - (브레인 이니셔티브) NSF, NIH, DARPA 및 산·학이 함께 10년간 \$4.5B를 투자하는 뇌기능과 인간행동의 연계를 통한 지능형 ICT 개발 프로젝트 - (NITRD) 정부부처 및 관련기관들이 협력하여 ICT 분야 7개 R&D 전략 및 18개 세부과제를 수립하는 빅데이터 관련 범부처 R&D 프로젝트
 EU	· 사회문제해결을 위해 다양한 형태의 융합으로 국가별 주요 산업이나 기술을 융합한 대응 전략 추진 - (Horizon2020) 사회문제 해결(건강, 지능형 교통망 등)을 위한 국가차원의 3대 우선과제와 13개 전략분야 설정하며 '14~'20년 동안 집중투자(€80B) - (Robot-Era 프로젝트('12~'15년)) 노인 등 1인가구의 '삶의 질' 개선을 목적으로 한 로봇 개발 추진 - (휴먼 브레인 프로젝트) 신경과학, 인공지능 컴퓨팅, 의료정보학, 로봇틱스 분야의 융합으로 진행, '13년부터 10년간 1.8조원의 연구비 투자
 일본	· '제5기 과학기술기본계획('17~'21)'을 통해 선도적 글로벌 서비스 산업 구축 및 초스마트사회(Society 5.0) 구현 전략 제시 - (초스마트사회(Society 5.0)) IT를 활용한 사이버공간과 현실세계의 융합으로 사회를 풍요롭게 하는 미래 모습과 글로벌 선도 필요성 강조 - 사이버보안, 빅데이터, 인공지능, 바이오, 휴먼인터페이스, 소재 및 나노 기술, 광/양자 기술 등 핵심 기술 강화와 데이터 활용 추진을 위한 네트워크 플랫폼 구축 및 지적재산 확대, 국제표준화·보안 등과 각 핵심기술 간 융합 고도화를 중점적으로 추진 예정 ※제조업을 중심으로 하는 미국이나 독일과 달리 자동운전, 물류, 의료, 간병 등 전 산업에 걸쳐 기술 혁신 및 융합 연구를 추진

2.1.2 해외 연구동향

- 최근 미국, EU, 일본 등 기술 선도국을 중심으로 기계·생명·인지과학 등 혁신기술을 기반으로 인간 “삶의 질”향상을 위해 인간중심의 다양한 연구개발을 활발하게 진행 중

구분	주요 내용	비고
	(美 윌리엄스대 연구팀) 예술·컴퓨터공학 융합 <GANgogh> 최근 각광받고 있는 인공지능 기법인 대립쌍 구조를 사용하는 생성모델(GAN)을 이용해 기존에 없던 신예술작품을 창출하는 알고리즘 개발	(예술) 마치 예술가가 그린 것 같은 그림을 생성 (컴퓨터공학) 인공지능 기법 중 하나인 GAN을 이용
	(日 소프트뱅크社) 인지·로봇·컴퓨터공학 융합 <Pepper> 사람의 감정을 인식한 후 행동 양식 결정하며, 시각, 청각, 촉각 센서를 통해 사람의 표정과 목소리 변화를 감지하여 인간과 인터랙션 구현(IBM, 인공지능 왓슨의 뇌를 가지는 휴머노이드로봇)	(인지과학) 사람들과 교감하여 감정을 인식하고 반응 (로봇공학) 센서·이동·인터페이스·액츄에이터 (컴퓨터공학) 클라우드 기반의 IBM 왓슨 인공지능 채택
	(中 텍스타 로보틱스社) 기계·인지과학 융합 <Dexmo> 손에 장착하는 exoskeleton 장비로, 가상의 촉각을 만들어주는 장치임. 주로 가상현실 환경에서 사용되며, 가상의 물체 느낌·감지 가능	(기계공학) 센서·인터페이스·액츄에이터 (인지과학) 실제 물체를 만지는 것처럼 느끼게 해줌
	(美 3D 시스템즈社) 기계·생명·인지과학 융합 <가상현실 수술실> 의사와 환자들간의 물리적 거리와 상관없이, 가상현실 장비와 로봇팔을 이용한 원격 수술기법 구현	(기계공학) 수술에 사용되는 로봇 팔 (생명공학) 인체에 무해한 수술 장비 (인지과학) 수술을 진행하는 의사로 하여금 실제와 다름없는 환경 제공
	(美 메사추세츠대) 인지·컴퓨터·로봇공학 융합 <지보(Jibo)> 사람과 상호 인터랙션을 통해 스스로 학습해 명령 수행 및 교육하는 가정용 소셜 로봇. 가정 내 통신을 갖춘 여러 기기를 제어하는 스마트홈 ‘허브’ 역할 병행	(인지과학) 사람들과 교감하여 감정을 인식하고 반응 (컴퓨터공학) 데이터저장·분석·학습·추론 기술 (로봇공학) 인터페이스·액츄에이터

2.2 국내 동향

2.2.1 국내 정책동향

- 첨단 융합기술 개발과 통합 인프라 구축을 위해 많은 중앙부처, 교육기관들이 참여하여 융합기술 발전전략 등 분야별로 다양한 융합기술 정책을 추진하고 있음

< 정부 융합기술 정책 현황 (KISTEP) >

구분	주관 부처	참여부처	수립시기
국가융합기술 발전 기본방침	국가과학기술 위원회	교육인적자원부, 문화관광부, 산업자원부, 보건복지부, 건설교통부, 과학기술부, 농림부, 정보통신부, 환경부, 해양수산부	2007. 04.30
제1차 국가융합기술 발전 기본계획 (2009~2013)	교육과학기술부	교육과학기술부, 농림수산식품부, 보건복지가족부, 국토해양부, 문화체육관광부, 지식경제부, 환경부	2008. 11.18
제1차 산업융합 발전 기본계획 (2013~2017)	지식경제부	기획재정부, 교육과학기술부, 행정안전부, 문화체육관광부, 농림수산식품부, 지식경제부, 보건복지가족부, 환경부, 국토해양부, 방송통신위원회, 국가과학기술위원회, 중소기업청	2012. 08.16
창조경제 실현을 위한 융합기술 발전전략	미래창조과학부	기획재정부, 미래창조과학부, 교육부, 문화체육관광부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부, 해양수산부, 중소기업청, 특허청, 농촌진흥청	2014. 02.27
IT융합 확산전략 (2013~2017)	지식경제부	기획재정부, 지식경제부, 교육과학기술부, 농림수산식품부, 보건복지가족부, 국토해양부, 문화체육관광부, 행정안전부, 국방부, 방재청, 경찰청	2012. 09.07
나노(NT)융합산업 발전전략	교육과학기술부	교육과학기술부, 지식경제부	2009. 3.17

- KIST 융합기술정책센터, 한국생산기술연구원 국가산업융합지원센터 등의 융합 R&D를 위한 출연연 연구 인프라, 인력양성과 연구를 위한 대학에서는 서울대 차세대 융합기술원, KAIST 문화기술대학원, 연세대 글로벌융합기술원 등이 설치되어 활발한 연구를 수행하고 있음

- 현재 융합 기술에 대한 중요성이 강조되면서 정부주도의 융합 R&D에 대한 투자 증대되고 있음

<2016년도 융합 R&D 투자실적(KISTEP)>

(단위: 억원, %)

정부 R&D 투자실적(A)	융합 R&D 투자실적(B)	비율(B/A)
190,942	34,778	18.2

- 과학기술정보통신부, 산업통산자원부, 중소기업청을 중심으로 전체 융합 R&D의 61.3%에 해당하는 2조 1,331억원의 투자가 이루어짐

※ 과학기술정보통신부 1조 350억원(29.7%), 산업통산자원부 4,536억원(13.0%), 중소기업청 6,445억원(18.5%)

< 융합 R&D 투자규모, 2017 융합연구정책센터 보고서 >



- 총 44개의 이종(異種) 기술융합 사업중 45%의 사업(20개)이 단일 6T* 기술분야에 80% 이상 집중되고 있는 것으로 나타났으며, 그 중 60%는 다른 기술분야와의 융합이 전혀 이루어지지 않고 있음 (조양래 등, “국가 융합연구사업의 현황 및 연계성 분석”, Journal of Korean Institute of Industrial Engineers, 2015.)

- 우리나라는 지난 10년 간 융합연구기본계획을 지속적으로 추진하였고, 최근 신정부

에서는 국민 삶의 질을 높이고 인류사회 발전에 기여하는 과학기술의 비전을 제시(제4차 과학기술기본계획('18~'22))

- '08년 범부처 제1차 「국가융합기술 발전 기본계획('09~'13)」 수립을 통해 융합 원천기술 개발을 통해 경제 혁신을 위한 기술 개발을 위주로 추진
- '14년 제2차 「융합기술 발전전략('14~'18)」 수립을 통해 경제 성장뿐만 아니라 국민 행복 실현을 위한 융합연구 개발 추진으로 융합의 범위영역 및 인식 확대되었으나 제도·인프라 구축은 다소 미비
- 국내의 국가연구개발사업 중 과학기술 융합분야 투자는 지속적으로 증가되어 '10년 약 1.2조원에서 '16년 2.5조원으로 크게 확대되었으며, '16년 정부 R&D 투자(17.7조원, 인문사회분야 제외)의 13.9%를 차지
- 주요국 대비 연구개발에 투입되는 지출은 높은 편이나 기업 및 국가간 협력 지수가 낮고 연구개발과 생산성의 연계가 낮음

※ GDP 대비 연구개발투자 총액 비중은 1위이나, 연구개발투자 대비 기술 수출액 비중(26위) 및 국제 협력 지수(16위) 등은 하위권(과기정통부-KISTEP, '16)

<부처별 대표 융합R&D사업 현황>

부처	사업명	주요 내용	사업규모 (연간평균, 억)
과기부	STEAM 연구사업	기술 중심의 융합연구를 다양한 분야로 확대하여 새로운 가치창출	828
교육부	세계수준의 연구중심대학 육성사업	해외석학을 유치하여 대학의 교육 및 연구력을 강화	461
국토부	교통체계효율화 사업	교통수단과 시설의 개발·관리·운영	383
농림부	생명산업 기술개발사업	농림분야 사업의 민간 R&D 기반 구축 및 투자활성화 촉진	595
문체부	첨단융복합콘텐츠기술 개발	콘텐츠 산업 혁신을 위한 타산업과 타기술간의 연계와 융합	154
복지부	나노 바이오/보건의료 기술개발사업	BT와 NT를 융합하여 보건의료기술 개발	706
산업부	산업융합기술 산업원천 기술개발사업사업	미래신산업을 육성하고 주력 기간 산업의 산업경쟁력을 제고	510
중기부	첨단융합분야 중소기업 기술혁신개발사업	중소기업 대상으로 한 벤처형 기술 혁신개발사업	2,163
환경부	차세대 에코이노베이션 기술개발사업	국내환경기술·산업 경쟁력을 향상	320

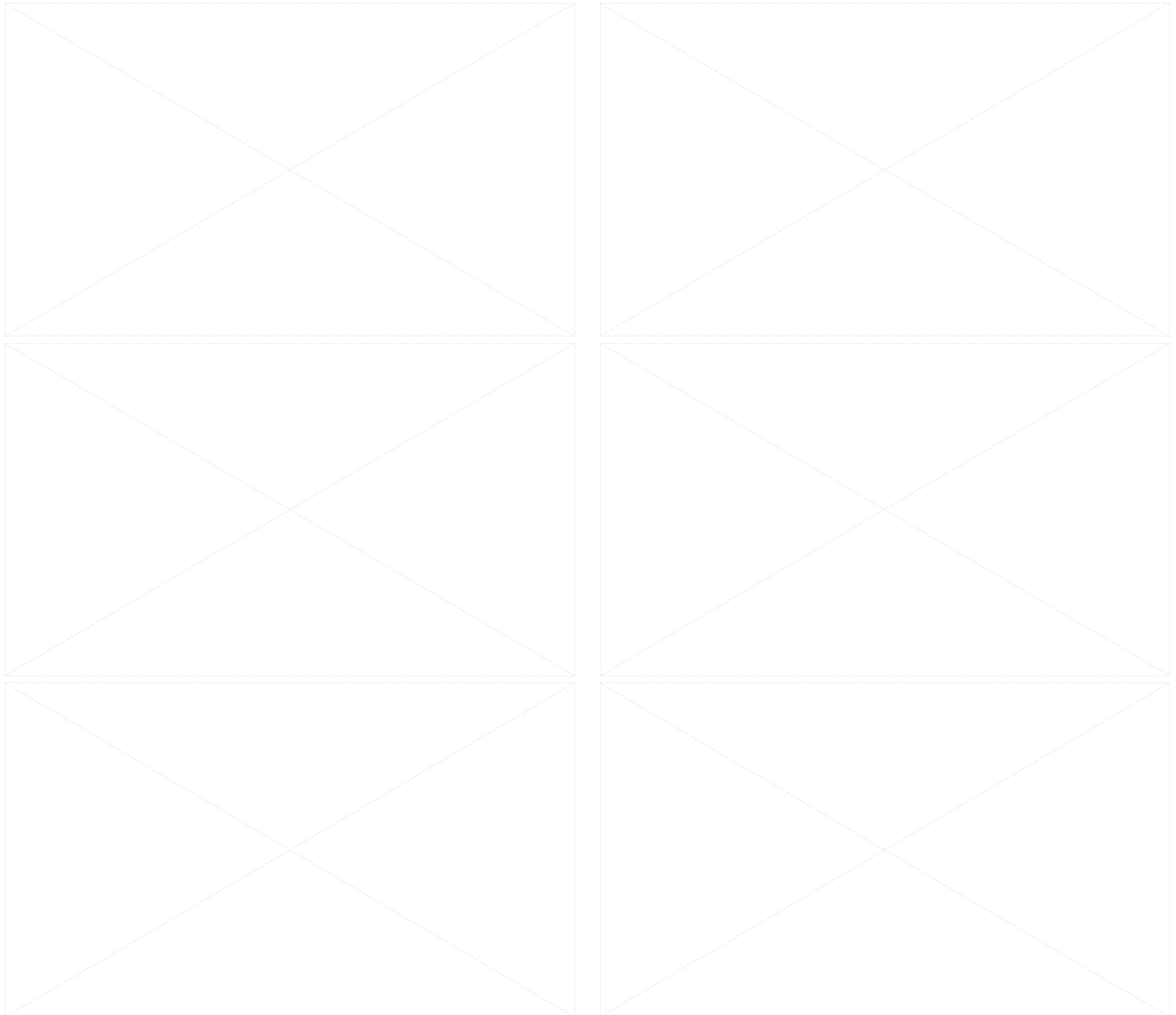
- 지난 8년간 총 5,327억원을 투자*한 과기부의 대표 융합연구개발사업인 STEAM 연구사업은 다양한 분야 간 융합 촉진을 통해 일반적인 과기부의 연구개발사업 대비 우수한 연구성과 창출**을 이끔[붙임2]

* 2011년 STEAM연구사업으로 통합되기 이전의 개별내역사업들(미래융합파이오니어, 기반형융합연구 등)의 현황을 포함한 2016년까지의 정부투자액(민간포함 5,617억원)

** 2012년 연구비 10억원당 논문성적을 제외한 모든 연구성과 평가 부분에서 과기부 전체 연구개발사업 대비 연구효율성 및 연구성과의 질적인 측면에서 모두 우수한 것으로 나타남

－ STEAM연구사업을 통해 6,448건의 논문(SCI 5,832건, 비SCI 616건)과 4,400건의 특허(출원 2,894건, 등록 1,506건, 해외 특허 631건) 확보

※ 논문은 2016년도, 특허는 2015년도까지 발생한 성과, 기술료 및 기술이전, 사업화 건수는 2017년 10월까지 집계된 성과임



○ 그럼에도 불구하고 대부분의 연구자들이 “융합연구 = 응용연구”라는 가정하에 융합연구를 수행함으로써 융합 연구에 대한 장기적 지원이 정책적으로 힘들고 기초원천기술 수준에서의 융합연구에 대한 지원 또한 많지 않았음.

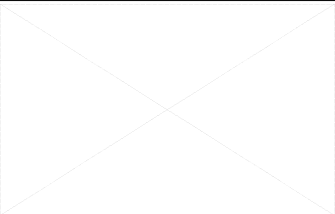
구분	STEAM 연구사업	과기부 전체 R&D 사업
총괄		※ 2013년부터 공동·협동연구과제에 대한 통계방식의 변화로 인하여 연구과제수 감소
연구주체		
연구개발단계		

구분	STEAM 연구사업	과기부 전체 R&D 사업
연구분야		
미래기술 6T 분야		
기술수명주기		
연구개발성격		

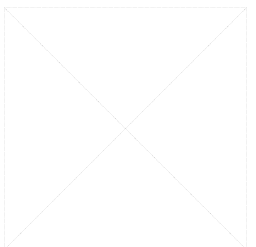
성과	STEAM 연구사업	과기부 전체 R&D 사업
논문총괄		
특허출원등록		
국내외특허		
성과창출소요기간		

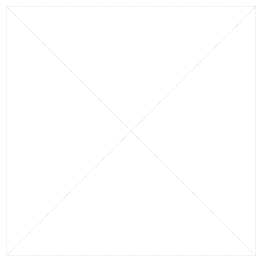
2.2.2 국내 연구동향

- 최근에는 청정 환경 구축, 질병치료·예방 등 인간의 보편적 니즈에 부합하는 연구들이 다수 지원되고 있으나, 복잡·다양한 미래사회에 대비하기 위해서는 부족한 측면이 있음
- 특히, 대표적인 원천융합연구사업인 STEAM연구사업('11~'19)을 통해 다양한 분야의 기초·원천기술들이 개발되었으나,
- 사업이 기획된 시점에서 사회이슈를 고려하였기 때문에 미래사회 대비 인간가치 향상에 대한 기술개발은 미흡한 부분이 있음
- 또한 융합연구가 끝난 후 결과물 활용 및 성과평가지 연구자들간의 기여도 분배 방법 등이 명확하지 않아 공동연구를 저해하는 요소가 있음.

사업명	연구개발 결과물	주요 내용
미래유망 융합기술 파이오니어 사업	 심장 관상동맥용 나노표면 약물방출스텐스 표면개질 기술	• 국내 최초 심장 관상동맥용 약물방출스텐트(DES) 제조용 나노표면 처리 기술 개발 – 생분해성 고분자스텐트 및 다양한 메디컬 디바이스에 적용 가능 ※기술이전 계약 체결('15)
바이오닉 암메카트로닉스 융합기술 개발사업	 생체모사 근육형 구동기 기술	• 생체 근육의 구동 원리의 모사에 기반하여 소재, 가공, 구동메커니즘, 내장형 센서, 제어 기술 연구를 통해 하나의 모듈로 통합된 생체모사 근육형 구동기 개발 ※SCI급 논문 3편, 특허 7건 출원

- 또한, 바이오, 인공지능, IoT 등 개별 분야별로 연구소 및 대학을 중심으로 급부상 이슈에 대해 연구개발이 이루어지고 있으나 미래 변화 대응, 인류의 삶의 질 향상을 위한 혁신기술 개발은 미흡

구분	기술·서비스	주요 내용
시각적 인지	 엑시노스 VR3(삼성전자)	○ 삼성 Gear VR의 후속 기기 ○ 안구추적을 통해 '포비티드 렌더링(forveated rendering)'을 사용해서 시선이 향한 곳의 해상도는 선명하게 해주고 주변부 해상도를 줄임 ○ 자원소모와 발열을 줄임과 동시에 부드러운 움직임 구현 가능

자연어 처리	 지니톡(한컴인터프리)	○ 음성인식, 자동번역 기술로 한국어를 중심으로 영어, 중국어, 일어, 스페인어, 프랑스어 실시간 통역 기능 구현 ○ 실시간 연속대화모드 가능 ○ 2018 평창올림픽 공식 서비스로 채택됨으로써 기술력을 세계적으로 인정받음
미세 로봇	 마이크로 로봇(성균관대 박재형 교수 연구팀)	○ 정맥주사로 혈관에 투입할 수 있는 크기 ○ 초음파 이용으로 로봇 조종 가능 ○ 동물 실험에서 종양 치료 효과 확인

2.3 문제점 및 시사점

2.3.1 문제점 및 시사점

- 인공지능, 데이터 빅뱅, 4차 산업혁명 도래에 따라 과학기술·ICT 등 원천기술들 간의 유기적 결합, 신진기술의 원활한 제품화를 위해 유연하고 조직적인 투자의 필요성이 급속히 증대됨
- 분야간 융합을 위한 많은 제도적 장치가 마련되어 있었으나, 혁신을 위한 이종분야 간‘융합’이 아닌 단순 기술간 융합 가까운 성과에 그치고 있음
- 융합 원천기술 연구에 대한 장기적 투자가 필요
- 각광 받을 혁신기술을 미리 예측하기는 불가능하므로 미래 유망 기술의 후보군인 “혁신기술(emerging technology)”들을 수용할 수 있는 새로운 형태의 연구개발 플랫폼의 마련 필요
- 국민 생활수준 향상 및 의학의 발전으로 인한 인간의 기대수명이 증가함에 따라 신체건강, 국민 삶의 질 향상이 사회적 문제로 대두
 - 대체현실, 신체증강, 헬스케어 등 인간중심 시장규모는 지속적으로 성장할전망

2.3.2 SWOT 분석

<국내 인간중심형 혁신융합기술 SWOT 분석>

국내 기술융합사업 SWOT Analysis	Strength ·세계적 수준의 소재, 로봇기술 보유 ·국가차원의 인간지향형 융합 R&D 지원 의지	Weakness ·핵심 원천기술 경쟁력 부족 ·장기적 계획을 바탕으로 원천연구개발 투자 미흡 ·단기적인 목표만을 지향하는 정책적 특성
Opportunity ·초고령 사회 도래에 따른 인간 보조를 위한 R&D 필요 증대 ·발달된 인공지능기술을 통해 로봇분야 활용범위 확대 ·미래사회 트렌드로 인간 증강에 대한 관심 증가	SO Strategies ·미개척 혁신선도기술개발을 통한 해외와 차별화된 원천기술 확보 ·확보된 원천기술을 통해 4차 산업혁명에 걸맞은 새로운 사업 및 이슈에 대해 빠르게 대응 ·부처간 협업을 통해 정부차원의 체계적 융합 연구 지원	WO Strategies ·기초산업 투자를 통한 원천기술의 확보 ·타학제 교류를 통해 기초산업간의 교류 증대 ·원천기술 확보로 특허 및 국제표준 주도
Threats ·인공지능, 빅데이터 등 원천기술에 대한 선진국의 기술 독점화로 경쟁 심화 ·해외 선도기업으로부터 핵심인력의 유출 ·핵심 소재 및 부품의 높은 가격으로 인한 시장 창출 어려움	ST Strategies ·전문인력 양성 프로그램 및 융합센터 창설 ·산학연관이 초기부터 협력하는 연구 생태계를 조성하는 것이 필요	WT Strategies ·특허 분석 및 대응전략 마련 ·국제표준 확보 등을 위한 글로벌 협력체계 마련 ·기술 임상 및 인증 절차 간소화

- 국내 연구개발의 강점은 글로벌 이슈기술 분야에서 독보적인 기술을 보유하고 있으나 중점분야 이외의 혁신기술에서는 원천기술에 대한 경쟁력이 부족함
- 고부가가치형 미래 글로벌 시장을 선점하기 위해 중점분야에 대한 투자뿐만이 아니라 타 분야 및 기초과학과 융합산업 연구 및 발굴에 대한 선제 투자로 원천기술을 확보할 필요성이 있음
- 미래 잠재력이 높은 인간가치 중심 혁신기술들을 발굴·육성하여 융합 전문인력 양성과 지식재산권을 확보함으로써 한국이 4차 산업혁명에서 주도적인 역할 수행

- 급변하는 4차 산업혁명 관련 새로운 연구분야에 대한 연구지원을 강화하기 위해 매년 새로운 연구 주제를 새롭게 선정하는 과정이 필요함.
- 단기적인 목표만을 지향하는 정책적 특성 벗어나 장기적 계획을 바탕으로 혁신원천기술을 확보함으로써 4차 산업혁명 시대에 걸맞은 새로운 인간중심 산업 및 이슈에 대해 빠르게 대응

2.3.3 기대효과

- (융합성) 도전적 탐색연구 시도로 창의적 아이디어가 쏟아지는 新챌린지형 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
- (파급성) 기술산업간 연계로 다양한 분야(헬스케어, 교육, 물류운송, 군사, 재난안전 등)로의 활용가능성 제고 및 부처 간 효율적 역할분담을 통한 협력 시스템 구축 기대

2.4 목적 및 추진방향

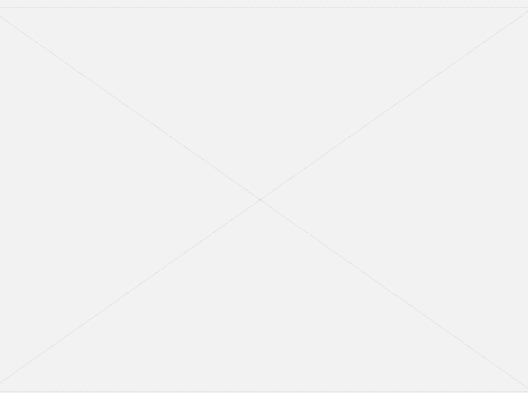
2.4.1 목적 및 필요성

- (목적) 미래사회의 선제적 대응을 통한 삶의 질 향상을 위해 세계 최초의 혁신 유망 기술(Emerging Technology)* 발굴 및 고도화를 통해 4차 산업혁명시대의 신산업 적재적소에 적용이 가능한 세계 최고의 수요맞춤형 핵심 원천 기술(Key Enabling Technology)** 개발

* 아직 산업화가 진행되지 않은 혁신 기술 중 인간의 삶의 질 향상에 직접적으로 영향을 미칠 제품·서비스에 융합될 발전 가능성이 있는 기술

** 현재 상용화의 한계가 있는 신산업 또는 미래 유망산업의 난제를 해결하기 위해 명확한 타겟을 설정하고 개발된 요소 기술

※ (혁신 유망 기술 예시) 가트너 하이프 사이클(Gartner Hype Cycle)



- (의미) 그래프 가장 앞쪽 기술촉발(Innovation Trigger) 단계는 기술의 태동 시기로, 잠재적 기술로 관심받기 시작하는 단계
- (특징) 상용화 제품도 없고, 사업적 발전 가능성 및 가치가 증명되지 않은 미래 기술
※노란색 세모(▲): 10년 이상 개발 필요 기술, 파란색 동그라미(●): 기술 완성까지 5~10년 예상
- (예시기술) Synaptic Mechtronics, 4D printing, Digital Twin, Human Augmentation, Smart Dust, Artificial General Intelligence 등

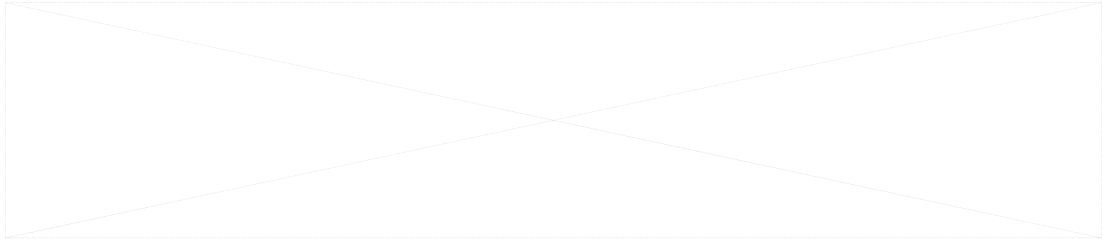
- (필요성) 4차 산업혁명 시대에 복잡·다변화된 사회에서 과학기술을 통해 사회 문제를 해결하고 인간가치를 향상시키기 위해 선제적인 혁신기술 발굴 및 핵심 기초·원천기술 역량 강화를 위한 융합연구모델 필요

2.4.2 추진방향

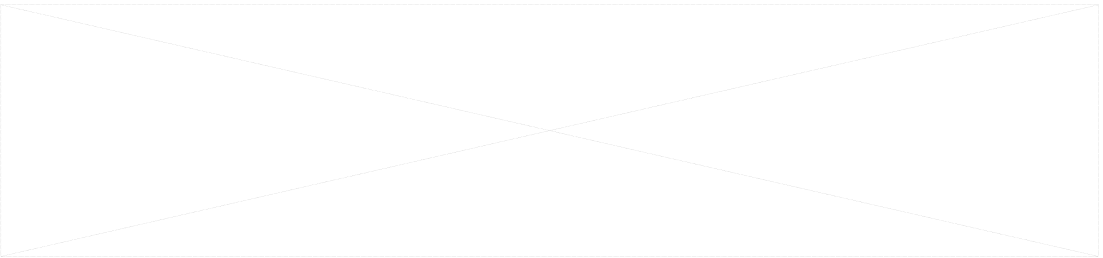
- 글로벌 메가트렌드를 고려하여, 무한한 잠재력을 지닌 혁신 유망 기술을 선점, 인간중심의 글로벌 선도 기초·원천 기술 개발 목표
- 신규 유망 기술을 인간의 삶의 질 향상 및 미래 신성장동력 산업으로 유도할 수 있는 융합 R&D 모델 설계
- 개발된 핵심 원천기술이 사회·산업에 즉각적으로 적용될 수 있도록 다분야·전문가 간 효율적 융합연구를 위한 지속가능하고 체계적인 융합연구생태계 구축

< 기본방향 >

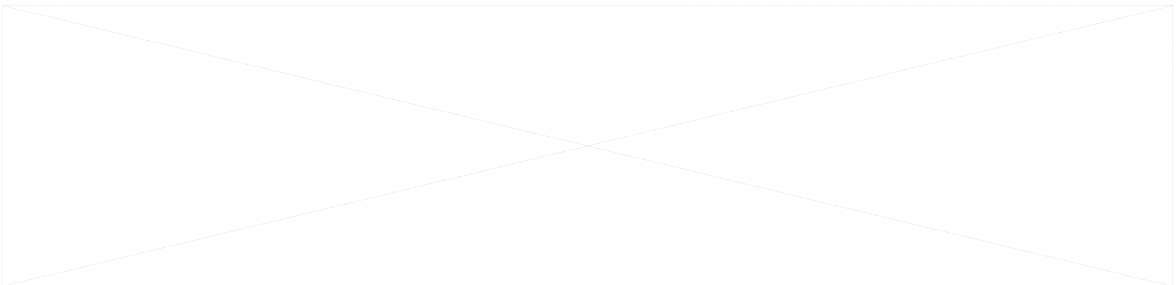
- **【가치모델】 (World First → World Best)** 유망 기술 발굴을 통한 삶의 질 향상을 위한 세계 최초의 핵심원천기술 확보 및 사회적 니즈를 고려한 세계 최고의 기술 고도화로 인간 가치향상



- **【기술모델】 (Emerging Tech → Key Enabling Tech)** 미래사회에 선제적으로 대응하기 위한 새로운 혁신 기술을 발굴하여, 인간의 삶의 질을 향상시키는 제품·서비스에 직접적으로 활용할 수 있는 융합기술 개발



- **【융합모델】 (융합과 협력을 위한 4C)** 인간가치향상을 목표로 다분야 전문가 집단이 효율적인 융합연구를 수행할 수 있는 생태계 조성을 위한 융합연구모델 구축



Ⅲ

비전 및 사업 추진전략

3.1

비전 및 목표



- 4차 산업혁명을 대비하여, 신규 산업에 대비하기 위한 기초 원천기술에 대한 투자를 적극적으로 진행 (Playground)
- 연구과정을 진행할 때, 각각 학제간의 커뮤니케이션의 장을 만들어 각각의 기술이 어떤 방식으로 인간에게 도움이 될 수 있는지에 대한 다양한 토론을 진행 및 에코시스템 형성 (InnoLab)
- 대화를 통해 진행된 아이디어를 도출하여 4차 산업혁명을 선도할 수 있는 신규산업 프로젝트를 발굴하고, 이를 지속가능하도록 발전시킴 (Be Sustainable)

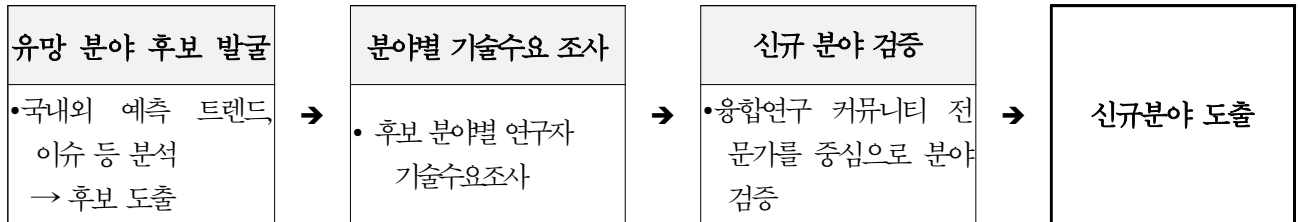
3.2 추진전략

□ 추진전략

[전략 1] 미래선도 원천기술 확보

- (이슈 발굴·기획) 미래의 인간의 삶의 질 향상을 위해 사회문제·글로벌 아젠다 등을 고려하여 신규 유망기술 분야 발굴
- － (신규 이슈) 융합연구 커뮤니티의 다분야 전문가를 중심으로 매년 신규 유망 기술 분야 도출

< 신규 중점추진분야 발굴 추진 프로세스 >

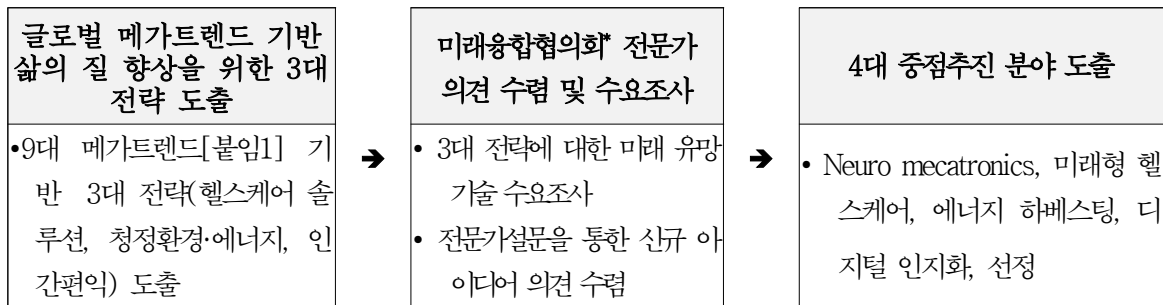


[’18년도 중점 추진 분야 발굴]

- － (선정기준) 주제의 신규성, 파급성, 시의성을 기준으로 과학기술로 삶의 질을 개선할 수 있는 분야
- － (중점분야 선정방법) 사회이슈, 글로벌 아젠다, 미래이슈, 정부정책기조 등을 반영하여 분야별 전문가(융합연구 커뮤니티 활용)들의 의견을 수렴하여 선정

※ ’18년도는 중점추진 분야로 4대 분야 선정

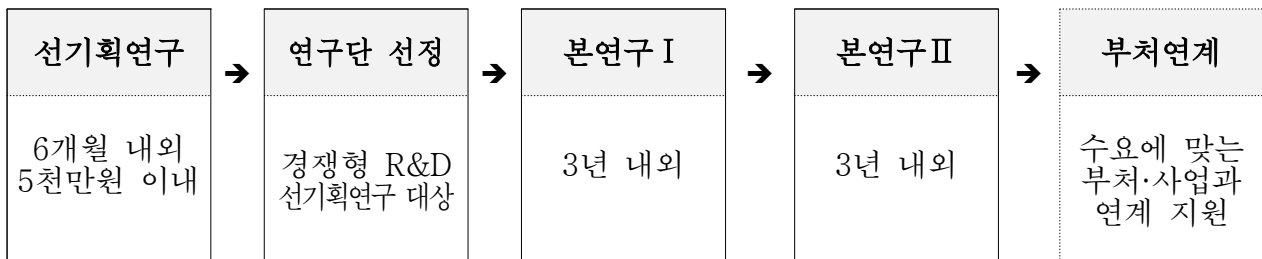
< ’18년도 4대 중점추진분야 선정 방법 >



* 융합연구 수행, 융합인력 양성, 융합 기반 신산업 창출을 목적으로 하는 민간(산·학·연) 중심의 자발적 융합 협력 네트워크

- (선기획) 도출된 분야별로 삶의 질 향상을 위한 사회·시장과 수요 연계성이 높은 기술 중 응용·개발 단계가 진행되지 않은 유망 기술을 중심으로 선기획(Middle-up 방식)
 - ※ 창의적·도전적·모험적 유망 기술에 대한 선기획 연구 지원
- (본연구 I: Emerging Tech 연구) 경쟁형 선기획 연구를 통해 본연구단을 선정하고 지원
 - (경쟁형 R&D) 중점 추진 분야별로 동일한 연구목표로 여러 연구단 지원 및 평가
 - (Emerging Tech 개발) 기존에 존재하지 않던 세계 최초의 기초원천 기술 개발을 통해 공동 혁신 원천기술 확보
- (본연구 II: Key Enabling Tech 개발) 미래사회 대응 제품·서비스 기반 목적지향형 원천기술 확보
 - (기술 고도화) 본연구 I 결과의 비교·평가를 통해 미래의 인간중심 신산업 창출 및 난제를 해결할 수 있는 핵심 활용 기술(Key Enabling Tech) 개발
 - (부처연계 강화) 개발 기술이 산업·사회에 빠른 적용을 위한 기술 최적화가 가능하도록 부처별 이어달리기 지원

<미래선도 원천기술 확보를 위한 R&D 프로세스 예시 >



[전략 2] 미래대응 융합생태계 구축

- (융합연구 커뮤니티 구성) 혁신 유망기술 발굴 및 미래 선도 원천 기술 개발을 위한 융합 연구 수행, 신산업 창출·공공서비스와의 연계방안 제시 등을 목적으로 한 산·학·연 컨소시엄을 체계적으로 구축
 - 지속적인 연구 교류회 및 정기 세미나 등을 통해 유망 기술 후보 도출 및 수요맞춤형 R&D 기획* 참여
 - * 융합R&D 아이디어 발굴 → 효과적인 융합·협동연구 수행 → 개발기술(Key Enabling Tech)의 사회·시장 적용 추진
- (융합연구 지원센터 구축) 인간가치향상을 위한 유망기술 발굴, 융합문화확산 및 융합생태계(융합교육·연구·정책) 방향을 제시하고 미래에 대비하는 융합연구 생태계의 구심체 역할 수행

- 융합이슈 파악, 글로벌 미래 트렌트 예측, 융합연구 현황 분석 등을 통한 융합 분야 정보를 확산하고 융합연구 활성화 촉진

IV

주요내용

4.1 사업 추진내용

4.1.1 1안(‘미래유망융합기술파이오니어사업’ 방식 인용)

- 미래사회 인간 삶의 질 향상을 위한 Emerging Technology 발굴 및 개발
- 先기획·後연구 방식의 연구 추진체계, 연구단(집단형) 과제로 병렬형으로 구성
- 목적중심의 고위험(high-risk)-창의선도(high-excellency)형 원천기술개발(TRL 2~6)

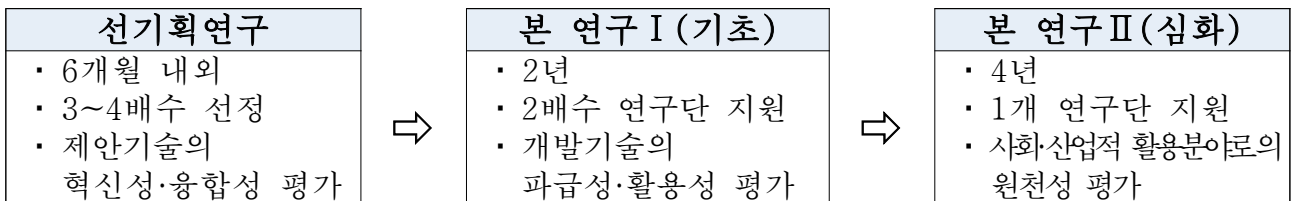
○ (사업기간) '20년 ~ '29년(10년간)

○ (지원방식) 최대 7년(0.5+2+4) 지원

- 연구단별 선기획연구(6개월)→본연구I(기초, 2년)→본연구II(심화, 4년)

※ 본연구 I 연구 결과의 사회·산업적 활용가능성 등 과급성을 평가하여, 본연구II 지원

- (글로벌 협력 지원) 해외 유사R&D 프로그램을 수행하는 연구자와의 국제 협력·공동연구 지원을 통해 국내외 공동원천특허 확보 가능



※ 선기획, 본연구 단계에서 필요시 해외 연구자와의 공동연구 지원

○ (과제규모) 연구단별 기획연구 0.5억원, 본연구I 5억원, 본연구II 15억원/년

○ (특징) 삶의 질 향상을 위한 4대 중점추진 분야 대상으로 상향식(Bottom-up) 방식의 경쟁형R&D

- 급속히 증가하는 신기술 출현에 따라 사업 초기 4년간 매년 4대중점연구분야별 3~4 배수의 선기획연구팀 선정 후, 최종 총 20개 혁신기술연구단 중점 육성

<단계별 연구내용>

단계	연구내용
선기획연구(6개월)	• 혁신 기초·원천기술 개발을 위한 혁신적 와해성 융합기술 기획
본연구	기초(2년) • 분야별 혁신 기초·원천기술 개발 및 사회·산업적 활용 가능성 입증
	고도화(4년) • 사회·산업적 니즈에 부합하는 고도화된 Key Enabling Tech 개발

4.1.2 2안(DARPA의 사업 방식 인용)

- 미래사회 인간 삶의 질 향상을 위해 기초연구와 산업적 개발수요 간의 간극을 메워주는 가교 기술(Bridging technology) 개발
- 先기획·後연구 방식의 연구 추진체제로 요소기술 기반 시스템 융합형 사업단 체계
- 산업·사회적 문제해결을 위한 기술적 한계극복(breakethrough)형 핵심원천기술 개발(TRL 4~8)
- 중점추진 분야별 사업단 구성, 사업단장에게 자율적 운영 권한 부여(DARPA 방식 준용)

○ (사업기간) '20년 ~ '29년(10년간)

○ (지원방식) 최대 7년(1+2+2+2) 지원

- 선기획연구(1년)→본연구Ⅰ(원천, 2년)→본연구Ⅱ(응용, 2년)→본연구Ⅲ(개발, 2년)

- (글로벌 협력 지원) Emerging Tech 분야의 해외 연구자와의 국제 협력·공동 기획 및 연구 지원을 통해 글로벌 시장 선점·진출 가능

※ 해외 유사R&D 프로그램을 수행하는 연구자와의 국제 협력공동연구 지원 및 국내 수급이 어려운 분야의 해외 전문가 활용 지원

선기획연구	⇒	본 연구 I (원천)	⇒	본 연구 II (응용)	⇒	본 연구 III (개발)*
1년 내외 2배수 사업단 선정 - 제안기술의 활용성 평가		2년 1개 사업단 지원 - 개발 요소기술의 혁신성 및 시스템화 평가		2년 1개 사업단 지원 - 개발 시스템의 활용성·파급성 평가		2년 1개 사업단 지원 - 개발 시스템의 산업·사회적 기술 적용성 평가

* 관련분야의 민간기업과 공동투자연구를 통해 사회적 영향력이 큰 연구 성과 창출

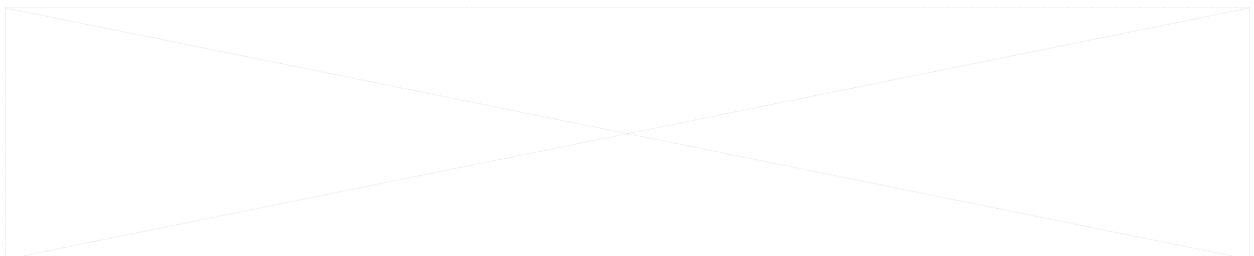
○ (과제규모) 사업단별 본연구Ⅰ,Ⅱ 각 30억원, 본연구Ⅲ 30억원+민간투자/년

※ 선행기획과제연구비: 복수의 사업단에 1년, 100백만원 내외 지원

○ (특징) 4대 중점연구분야별 산업·사회서비스에 적용하기 위해 해결해야 할 문제발굴로부터 난제해결을 위한 요소기술 개발 및 이를 융합한 시스템 개발을 포괄하여 추진하는 사업단으로 구성

- 단계별 종료 시점에서 사업단장 책임하에 평가를 통해 다음 단계 지원 여부 및 연구단 재구성 가능

※ DARPA(Defence Advanced Research Projects Agency) R&D 수행방식 도입



4.1.3 3안(씨앗형 기초기술 저변확대 중심)

- 미래사회 인간 삶의 질 향상을 위한 기초과학 중심의 장기연구 지속 지원
- 과학기술분류체계 기반 풀뿌리 과학기술 발굴 및 지속적 연구 지원을 통한 기반 과학기술 확보 및 특정 분야 세계 최고 수준의 과학자 확보
- 기초 과학기술 원리 규명, 특정 씨앗 과학기술 기반 구축 (TRL 1~4)

○ (사업기간) '20~34년(15년)

○ (지원방식) 개인/집단 연구 가능하며 단계 전환없이 최대 10년간 지속지원

※ 매년 Progressive 리포트의 질적 발전성 평가를 통해 지속지원 판정

○ (과제규모) 개인연구 1억/년, 집단연구 1.5억원/년 내외

○ (지원분야) 기초 과학기술 전분야를 대상으로 발굴된 100대 기반 과학기술 분야

○ (특징) 첨단기술 개발 중심의 연구개발 지원으로 과학기술 기초원리 및 새로운 패러다임의 혁신적 아이디어 창출의 한계로 인해 여전히 세계 최고의 과학기술 전문가 부족

※ 노벨상은 대형 연구과제로부터 나오기보다는 평생 한우물을 판 과학자로부터 나옴

- 물리, 수학, 화학, 생물학 등 기초과학의 발전을 통해 블록체인, 인공지능, 뇌지도 등 첨단 과학기술이 창출된 사례를 고려해 장기 연구지원 체계 구축 필요

- Bottom up 방식의 연구과제 지원체계 구축



4.1.4 융합생태계 구축안

- 융합의 기반요소인 다양성 확보 및 융합 문화확산의 촉매 역할을 주도할 융합연구 촉진 플랫폼 구축을 통한 생태계 활성화 지원

과학기술 전문 Community 간
교류 촉진을 위한 **융합허브**

+

융합 정보 DB 구축 및 융합문화
확산을 위한 **융합정보원**

○ (사업기간) '20년 ~ '29년 (10년간) / 550억원

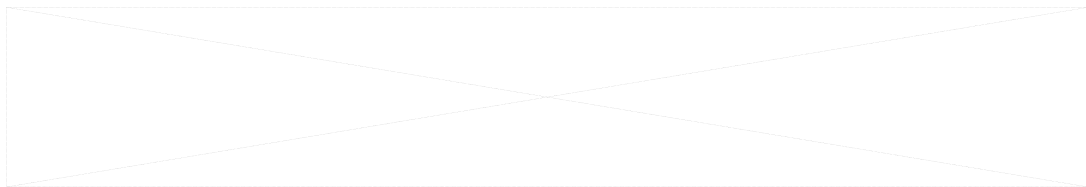
○ (지원방식) 각 인프라별 9년(3+3+3) 간 지원

① 연구자·기관 교류 활성화를 위한 허브 구축

- 혁신 유망기술 발굴, 신산업 창출·공공서비스연계 추진, 융합R&D 정보·인력교류 및 협동 연구를 촉진하기 위한 산·학·연 협력 네트워크 구성((가칭)융합연구유니온, 10년, 총 200억 지원)

※ 최대 10년간 운영비 지원, 향후 자생적으로 운영될 수 있도록 법인화 추진

- 미래사회 대비를 위한 융합R&D 아이디어 발굴 → 효과적인 융합·협동연구 수행 → 개발기술(Key Enabling Tech)의 사회·시장 적용 추진까지 전주기적 융합연구 생태계 활성화를 통한 선순환체계 구축의 구심점 역할 수행



※ '17년에 출범된 '미래융합협의회(민간 중심의 자발적 융합 협력 네트워크)'와 협력하여 상호보완적으로 선순환 융합연구 생태계 구축에 기여 가능

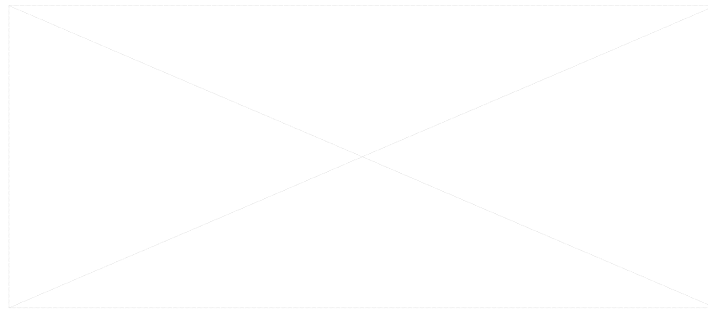
- 전문가 그룹을 통해 매년 새롭게 부상하는 연구분야, 국내에서 연구가 필요한 분야 등을 선정해 차년도 혁신원천기술 분야 후보군으로 삼음.

<'(가칭)융합연구유니온' 역할>

주요 역할	내용
정기적 연구 교류회·세미나	• 신규 유망기술, 이슈 등에 대한 아이디어 논의 및 연구주제 발굴을 위한 정기 세미나, 교류회
우수 융합연구 사례 발굴·공유	• 연구주제별 소그룹을 구성하여, 각 분야별 우수 융합연구 사례를 발굴·포상하고, 주제별 성과 및 연구방법론 공유
글로벌 융합 컨퍼런스 개최	• 삶의 질 향상을 위한 신규 유망기술 분야, 연구 동향 등에 대한 정보 공유를 위한 글로벌 융합 컨퍼런스 개최
융합연구 인재육성 환경 조성	• 사회변화에 부합하는 인간중심의 융합연구를 수행하기 위한 대학(원) 커리큘럼 및 교육 프로그램 개발·운영 ※ '산학연 인재 연계 프로그램'을 통해 졸업생과 수요기업·연구소 매칭

② 융합촉진 정책지원·정보확산 기반 구축

- 시의성 있는 융합생태계(융합연구·정책 등) 발전 방향 제시, 미래 대비를 위한 융합연구 정보허브가 되는 센터 설립·운영 지원((가칭)융합정책·정보 센터, 10년, 총 250억)
- － 미래사회 융합생태계 구축을 위해 관-민간 협력 파트너십 강화를 통해 국가융합연구정책 기획 지원, 정보플랫폼 제공, 지식확산 허브 역할 수행
- ※ 현재 '12년에 설립된 '융합연구정책센터'에서 과학기술정보통신부와 협업 체계를 구축하고 융합 촉진 정책 수립 가교 역할을 수행하고 있으며, '20년 해당사업 일몰 예정으로 본 연구사업을 통해 후속 지원 가능



<‘(가칭)융합정책·정보 센터’ 역할>

주요 역할	내용
국가융합연구정책 기획 지원	• 시의성 있는 융합정책 방향 제시를 위한 융합정책연구 수행 및 이슈별 융합 R&D 정책 현안 대응 • 정부 핵심 R&D 사업에 대한 추적조사분석을 통한 지속적 R&D 혁신방안 및 개선방안 제시 ※ 정책연구, 법·제도, 기본계획, 시행계획 등 지원
융합연구 정보허브 구축	• 미래 트렌드 예측, 융합연구·기술 현황 분석, 융합연구 우수성과 분석 및 정보 공유 채널 구축 • 글로벌 융합연구 정보 허브 선점을 위한 글로벌 융합연구 정보포털 구축 ※ 통계자료 생산, 조사/성과분석, 융합연구백서 등 발간
신규 융합R&D사업기획 지원	• 새로 발굴된 융합 R&D 아이디어를 기반으로 R&D사업 기획 고도화 지원 ※ 新융합분야 이슈발굴 체계 구축 및 전문기활용을 통한 체계적 R&D 기획
융합연구 네트워킹 확산	• 융합연구 인식 제고 및 성과 활성화를 위한 융합네트워크 구축 프로그램 기획·운영 • 글로벌 융합연구 협력 네트워크 구축 및 글로벌 워크숍 개최 ※ 연례적 융합연구 관련 포럼개최, 융합아이디어공모전 개최, 연구성과활용기관 연계를 통한 융합연구성과 확산

4.2 사업 추진체계

- 본 사업은 융합생태계 구축 지원을 위해 Bottom-up형 경쟁기반 자유공모 방식과 새롭게 등장하는 미래형 혁신기술 분야의 연구과제 지원을 위해 Top-down형 자유공모 방식으로 투자전략 병행 추진

< 사업 추진체계 >



○ 융합생태계 구축형

- 융합 R&D 연구 그룹, 조직 지원 등의 융합 R&D 기반의 전문인력 및 성장동력을 견인할 우수인력 양성
- 산학연/글로벌 융합 R&D 네트워크 및 인프라 구축

○ 원천역량 강화형

- (대체현실) 인간의 뇌기능 증강, 인간-기계 간 객체 간 상호 인터랙션을 통하여 원격지 인간들이 가상세계로 시간적·공간적 한계를 극복하는 원격회의, 원격진료 서비스 제공, 스포츠 활동 체험 등

□ 개요

- DARPA(Defence Advanced Research Projects Agency)*는 美 국방부 소속 연구기관으로 대학, 기업, 정부를 연결하는 Hub로 혁신적 연구 수행

* 1957년 구소련의 Sputnik 1호 인공위성 발사 성공에 따른 대응으로 설립

- 기술적으로 실패할 연구 리스크가 높더라도 문제가 해결되면 미국의 국가안전에 막대한 이익을 가져다 줄 수 있는 과제, 즉 'DARPA가 아니면 해결할 수 없는 난제'에 중점 투자
- DARPA는 기초연구 결과로 얻은 새로운 지식을 활용할 수 있는 방법, 실용화·제품화에 초점

□ 운영전략

- (연구 영역) '고위험-고성과 연구', '파괴적 혁신', '기초과학과 개발연구의 가교 역할(Bridging the gap)'이라는 목표 하에 명확한 임무 설정
 - (고위험-고성능 혁신) 위험성이 높지만 성공했을 경우 성과가 매우 큰 사업, 점증적인 작은 혁신 기술은 고려 대상에서 제외
 - (혁신 아이디어) 통상적인 기술개발이 아니라 기술 패러다임의 변화를 가져올 수 있는 Breakthrough 지향
 - (가교 기술) 기초연구와 산업적 개발수요 간의 간극을 메워주는 가교 기술(Bridging technologies)의 개발

[참고: DARPA의 R&D 수행 체계]

- (과제 도출) 현재 운용상의 문제점, 한계로부터 과제 도출
- (연구 영역) '고위험-고성과 연구', '파괴적 혁신', '기초과학과 개발연구의 가교 역할(Bridging the gap)'이라는 목표 하에 명확한 임무 설정
- (사업 공고) 특정 연구분야·해결해야 할 문제 제시→연구자들로부터 연구제안서 공모
 - ※ Office-Wide BAA: 담당 기술분야에 해당하는 주제에 대해 포괄적으로 연구 제안
 - Program BAA: 특정 연구목적을 지정하여 그 목적에 부합하는 연구제안만 수용
- (프로그램 단계) 2~3개의 단계를 가지고 운영, 단계 종료 시점에 평가를 통해 우수 연구팀에 다음 단계 지원

4.3.1 중점 추진 연구분야



- (Human Itself) 미래사회에 난치병/질병을 극복하고, 고령화 사회에 대비하기 위한 통합 헬스케어 시스템에 적용 가능한 핵심 원천기술 개발
 - ※ 분야) 에너지 기반 진단/테라피, 아미노산 기반 나노머신, 생체적합소재, IoT 기반 의료통합 시스템 등
- (Human Environment) 미래사회 청정 환경 구축 및 친환경 에너지 확보를 위해 현재 연구가 미흡한 에너지 하베스팅 분야에 필요한 핵심 원천기술 개발
 - ※ 분야) 디지털 인지화, 지능형 자가발전 센서, 발전소 폐열 회수 소자 등
- (Human Convenience) 미래사회에 인간편익 증진을 위해 4차 산업혁명 시대의 유망 기술들을 활용한 신개념 제품·서비스에 적용할 수 있는 핵심 원천기술 개발
 - ※ 분야) 신경망 기반 新메카트로닉스 기술, 대체현실기반 기술 등

4.3.2 중점분야 1: 미래형 헬스케어

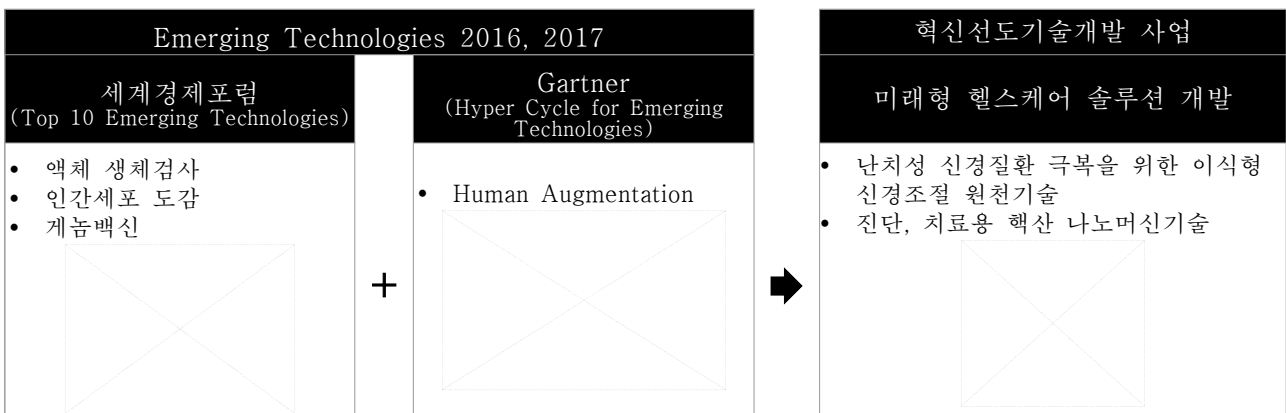
◎ ‘미래형 헬스케어’ 관련 Emerging Technology

○(유망기술 분야) 2015~2017년 세계경제포럼 선정 10대 미래유망기술 중 바이오 관련 기술은 매년 증가하여 2017년도에는 4개로, 이 중 헬스케어와 직접적 관련이 있는 기술 3개 선정

※(‘15) 정밀한 유전공학 기술, 디지털 게놈 → (‘16) 장기 칩, 광유전학, 시스템대사공학 → (‘17) 액체 생체검사, 인간세포 도감, 정밀농업, 게놈백신

- (액체 생체검사) 피 속의 DNA 조각들을 분석해 암 진단
- (인간세포 도감) 체내 세포의 종류와 기능, 생물분자 위치 등 분류 및 식별
- (게놈백신) 기존 단백질 백신 대신에 DNA나 RNA로 만들어진 백신

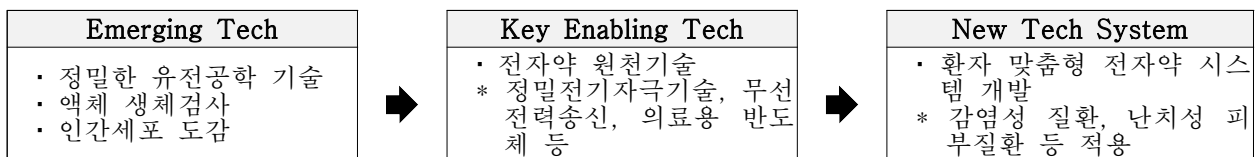
○(시사점) 바이오·의료 분야의 유망기술은 점점 증가하고 있으며, 특히 난치병을 진단·치료하고 맞춤형의료를 위한 개인별 생체 정보 수집에 관한 기술에 주목하고 있음



◎ 혁신선도기술개발사업의 ‘미래형 헬스케어’ 분야 예시 사업

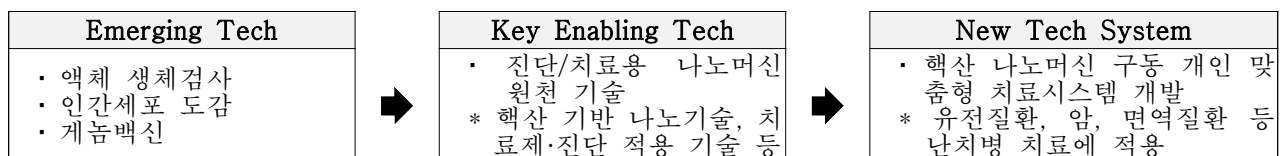
○(연구주제 1) 난치성 신경질환 극복을 위한 이식형 신경조절 기술 개발

– 전기 자극을 활용하여 뉴런 및 신경에 직접적인 자극을 통해 기능이 저하된 장기를 회복하는 기술



○(연구주제 2) 헬스케어 응용을 위한 핵산 나노머신 기술 개발

– 핵산으로 구성되어 정밀하게 조절할 수 있는 진단·치료용 나노머신 기술



<연구주제① 에너지 진단/테라피(Energy Diagnosis/Therapy)>

◎ 난치성 질환 진단 및 치료를 위한 新의료기술 제안

- (개요) 전기 또는 빛, 전자기장, 음파 등의 에너지를 활용하여 인체의 손상 또는 기능 저하 장기를 파악하고 이를 회복시키는 기초원천기술 개발
- (배경) 치매 등 난치성 질환 치료를 위한 전자약(electroceuticals), 열음파를 활용한 비접촉식 암진단기기 트라이코더 등 신개념의 진단·치료 의료기술 개발을 위한 융합연구가 활발히 진행 중
 - 최근 파킨슨병, 만성통증, 간질, 류마티스 관절염, 대사성 질환, 비만 등 다양한 질병들에 대한 전기자극 치료방법 등이 FDA를 통과함
- (목표) 만성질환(치매, 류마티스 관절염, 심혈관질환, 비만 등) 치료를 위한 이식형 전자약 및 비침혈 진단이 가능한 진단기기 기초원천기술 확보
- (추진내용)

- (기대효과) 차세대 의료시장*(환자 맞춤형 정밀의료, 만성질환 케어 등) 원천기술 확보 및 반도체 산업 신수종 발굴

* 신경질환 치료(\$104억, '21), 전자약(28.9조원, '21), 고령자 맞춤형 의료기기 (\$4,430억, '21) 등

<연구주제② 나노머신(Nano Machine)>

◎ 핵산/아미노산 기반 진단·치료용 나노머신 개발

- (개요) 서열에 따라 그 구동을 정밀하게 조절할 수 있는 진단·치료용 핵산 나노머신 기초원천기술 개발
- (배경) 핵산/아미노산 합성 기술과 서열에 따른 복잡한 3차원 구조 예측을 기반으로 기능성을 지닌 구조체 및 구동 기관 개발 연구가 진행 중
 - 국내에서는 나노기술과 유전자 전달 기술 중심으로 유전체 연구에 대한 투자가 집중되면서 나노머신으로서의 가능성에 대한 관심 부족
 - 단백질 연구에 대한 투자 또한 생화학적 신호전달 체계 연구에 집중되어 기계적인 관점에서의 분자 모터에 대한 관심과 연구 부족
- (목표) 핵산/아미노산 기반 나노머신 설계·제작·생산 기초원천기술 확보를 통한 차세대 신개념 진단·치료용 물질 제공
- (추진내용)

- (기대효과) 급속하게 성장하고 있는 유전자 치료제 및 관련 시장* 내 기술 우위 확보 및 향후 양자컴퓨팅과 더불어 미래 컴퓨팅 방식으로 주목받는 바이오컴퓨팅 기초원천기술 확보

* 유전자 치료제 : 연평균 64.7% 성장, \$7.9억('17), 유전체 관련 시장(NGS 등) : 188.2조원('23)

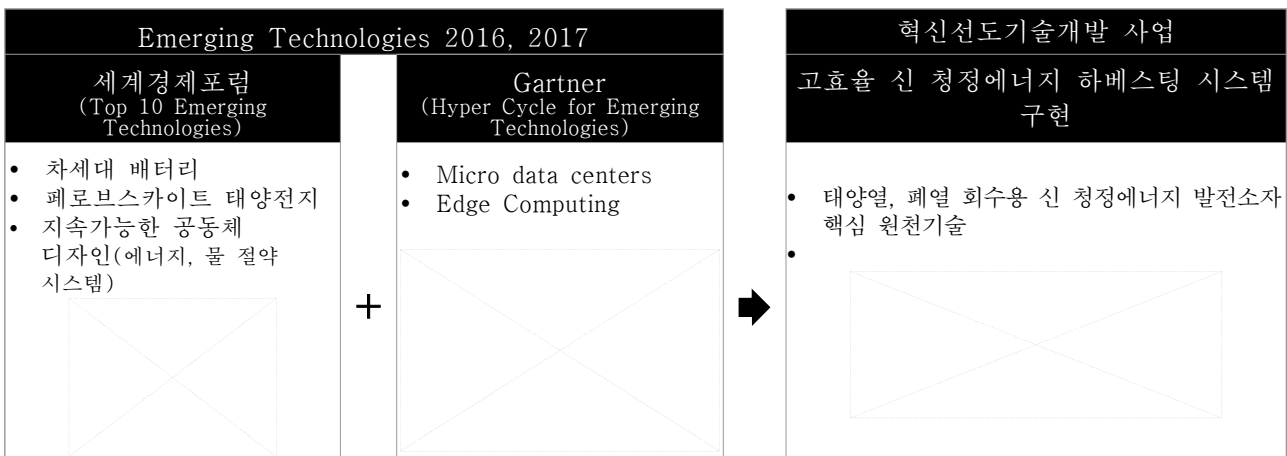
4.3.3 중점분야 2: 에너지 하베스팅

◎ ‘에너지 하베스팅’ 관련 Emerging Technology

- (유망기술 분야) 2016년 세계경제포럼에서 차세대 배터리, 페로브스카이트 태양전지가 10대 미래유망기술 중 하나로 선정되었고, 2017년에는 사회의 지속가능성을 높이기 위한 기술로서 공동생활권에서 에너지와 물 등을 절약할 수 있는 기술 및 이를 연결하는 시스템이 유망기술로 선정

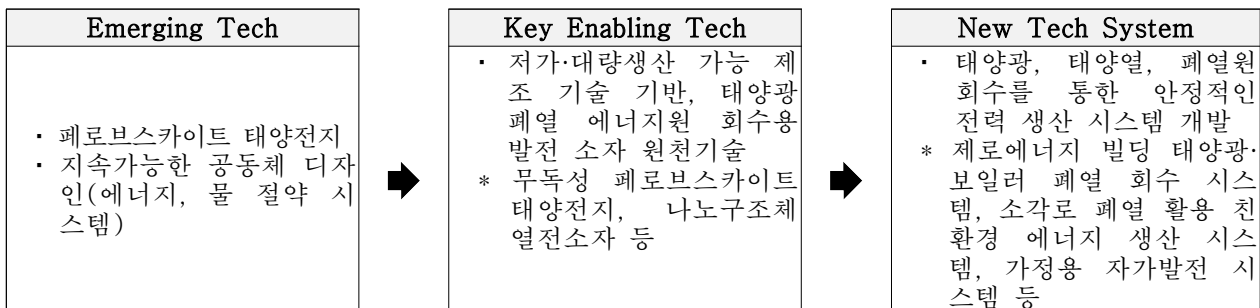
- (차세대 배터리) 소재 개발을 통해 기존 배터리의 성능을 개선한 에너지 저장 기술 및 그리드 규모의 에너지 제공 기술
- (페로브스카이트 태양전지) 고효율, 저비용으로 기존 실리콘을 대체할 수 있는 미래 태양전지 기술
- (지속가능한 공동체 디자인) 공동생활권에서 에너지와 물 등을 절약하는 기술들이 연결되어 시스템적으로 우리 사회의 지속가능성을 높이는 기술

- (시사점) 에너지고갈에 대비하기 위한 재생에너지 생산 기술들이 주목받고 있으며, 나아가 사회 전반의 적용을 위해 ‘스마트 홈’을 넘어 ‘스마트 시티’를 구축하기 위한 에너지 하베스팅 시스템에 주목



◎ 혁신선도기술개발사업의 ‘에너지 하베스팅’ 분야 예시 사업

- (연구주제 1) 친환경 소재 기반 고효율 신 청정에너지 생산 시스템 개발
 - 기존 재생에너지 기술의 전력생산 문제 극복 및 에너지 절감이 가능한 친환경 소재 기반 고효율 신 청정에너지 생산 핵심 원천기술 개발



<연구주제① 환경자가발전(Environment Independent Plant)>

◎ 환경 속 에너지의 고효율 전기변환 기술 개발

- (개요) 인간 및 인간 주위에 존재하는 다양한 물리에너지(열, 진동, 전파 등)를 활용 가능한 전기에너지로 전환시키는 기초 원천기술 개발
- (배경) 기후변화로 인한 新청정에너지에 대한 국내외적 관심 증대와 센서라이제이션 확대에 따른 개별 전원 공급 수요 폭발적 증가 중
 - 바이오매스, 해양, 풍력, 태양광 등의 기존 신재생에너지는 국내 여건상 발전효율성 및 투자비 회수기간, 전력 안정성 등 면에서 매우 취약함
 - IoT 기반 초연결사회 확산에 있어 기기설치의 자유도, 시스템 경량화, 관리·운용 경제성 측면을 보완해 줄 수 있는 전원 시스템이 요구됨
- (목표) 환경 속에 존재하는 물리에너지를 활용한 고효율 국가 전력 생산 모듈 시스템 및 미래 운송기기용 IoT 기기* 자가 전원 공급 시스템 개발

* Airbus A380 여객기의 경우 날개 당 10,000여개의 센서가 이미 탑재됨

○ (추진내용)

- (기대효과) 미래 사물인터넷 시장(\$1.9조, '20)에서의 전원 공급 관련 시장 창출 및 기술 우위 확보, 새로운 청정에너지 시장*에서의 점유율 확대

* 열전발전 시장은 산업폐열에서 자동차, 태양열 발전 등으로 그 적용범위가 확대되었으며, 향후에는 가전기기 등으로도 확대되어, '25년 \$32.5억 규모로 예측

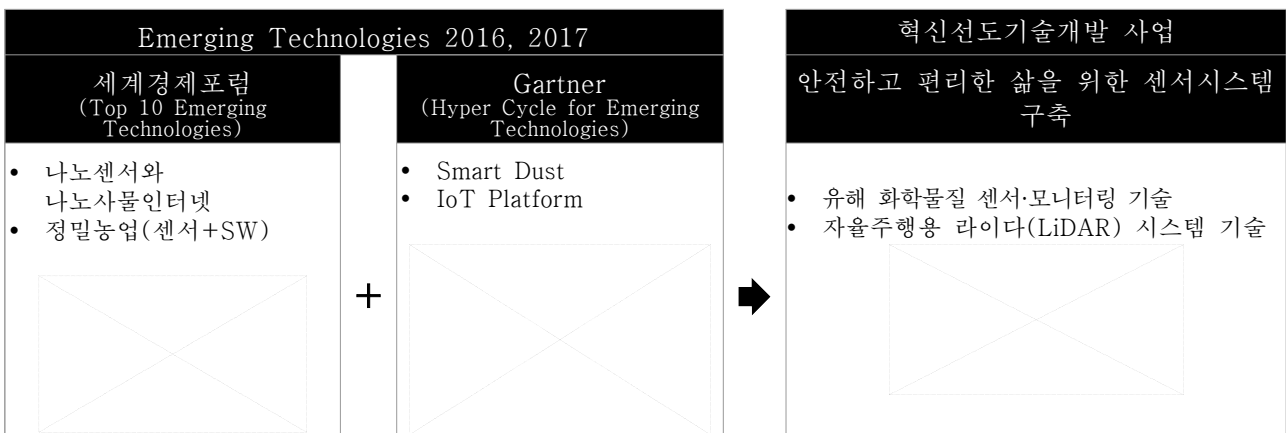
4.3.4 중점분야 3: 디지털 인간화

◎ ‘디지털 인지화’ 관련 Emerging Technology

- (유망기술 분야) 2016년 세계경제포럼에서 나노센서와 나노사물인터넷이 10대 미래유망기술 중 하나로 선정되는데 이어 2017년 센서를 활용한 정밀농업이 유망기술로 선정

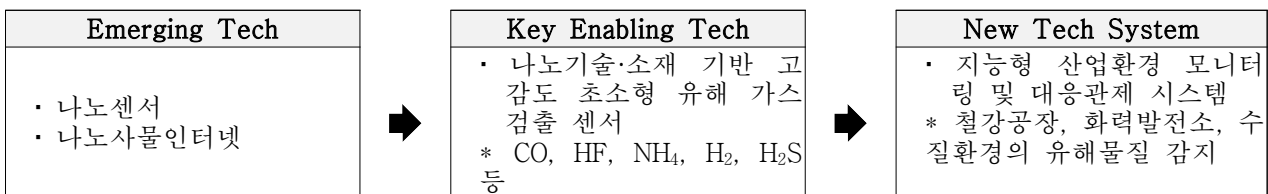
- (나노센서와 나노사물인터넷) 인체 순환, 산업 재료, 기계 등에 내장 센서를 활용하여 사물인터넷 구현, 2020년까지 약 300억개 기기 연결 예상
- (정밀농업) 센서를 활용하여 식물 생장 관련 정보를 수집·분석한 첨단 작물 기법

- (시사점) 센서가 나노기술 및 사물인터넷과 융합되어 의료, 산업, 첨단기기 등 여러 분야로 활용 범위가 확장되고 있음

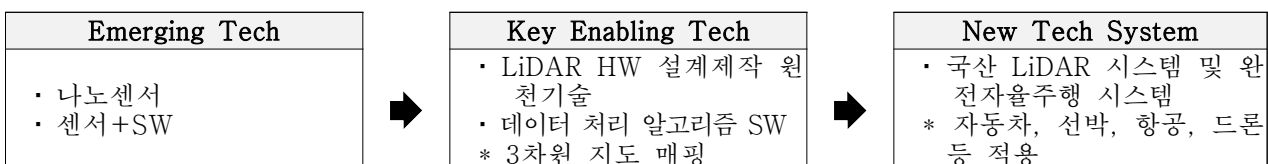


◎ 혁신선도기술개발사업의 ‘디지털 인지화’ 분야 예시 사업

- (연구주제 1) 안전한 산업환경을 위한 유해 화학물질 센서·모니터링 시스템 개발
 - 사물인터넷과 미래형 센서 기술을 융복합하여 산업환경에서의 독성·유해 화학물질 대응 지능형 안전관리 기술



- (연구주제 2) 자율주행을 위한 라이다(LiDAR) 시스템 개발
 - 센서, 반도체, 인공지능 등 기술융합을 통해 차량주위 지형지물의 3차원 지도를 스캐닝하여 자율주행을 가능하게 만드는 핵심 기술



<연구주제①+② 디지털 인지화(Digital Recognition)>

◎ 미래 핵심 분야 지능형 센서라이제이션 구현

- (개요) 환경 내 유해 물질 및 레이저 기반 디지털 신호 인지·구현 기초원천기술 개발
- (배경) 산업 사물인터넷, 자율주행차 등에서 요구되는 실시간 유해 물질 감지 시스템, LiDAR 시스템 등에 대한 사회경제적 수요가 증가 중
 - 산업발전에 따른 유해 화학물질의 노출빈도 증가와 화학사고로 인한 사회경제적 파급효과('12 구미 불산 유출 복구비용 554억원) 증가
 - 연평균 25.8%의 성장률로 '22년 \$52.0억 달러 규모의 시장을 형성할 것으로 예측되는 LiDAR 시스템에 대한 국내 기초원천기술 전무
- (목표) ①소형·모듈형·지능형 실시간 유해 물질 감지·대응 시스템 개발 ②LiDAR 시스템 저가 대량 생산 및 운용 관련 기초원천기술 확보
- (추진내용)

- (기대효과) 전세계 유해물질 감지 시장(\$287억, '21) 내 점유율 확대 및 자율주행차, 드론 등의 미래 핵심 요소 부품 산업 경쟁력 확보, 레이저, 이미징, 나노 산업 등으로 후방산업 효과, 국방/의료/우주/해양 분야 등으로의 파급효과 기대

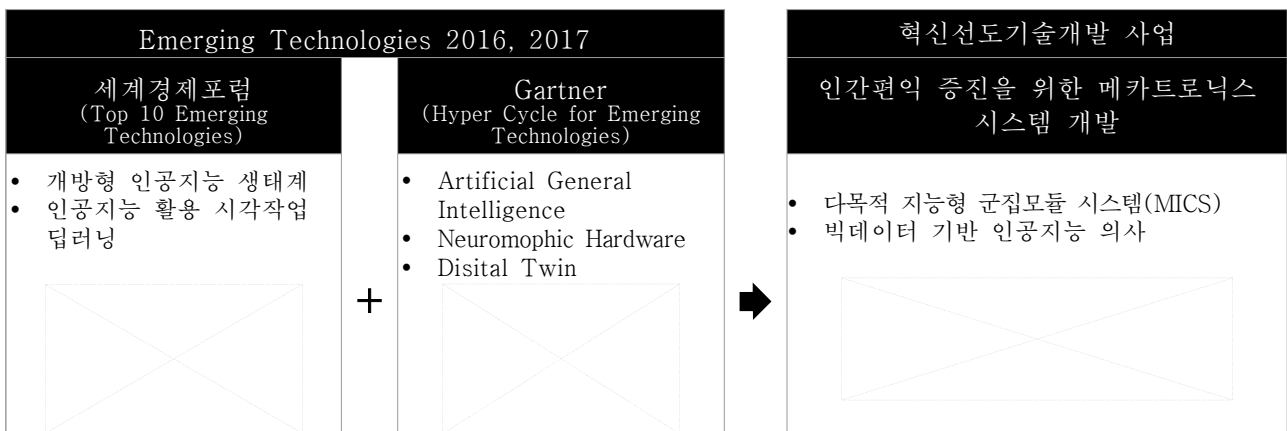
4.3.5 중점분야 4: Neuro Mechatronics

◎ ‘Neuro Mechatronics’ 관련 Emerging Technology

- (유망기술 분야) 2016, 2017년 인공지능을 활용하는 기술들이 주목받았으며, 특히 딥러닝에 의해 인간을 대체하여 산업, 의료 등 다양한 분야에서 높은 생산성과 정확한 해석·판단을 위한 시스템 개발을 유망기술로 선정

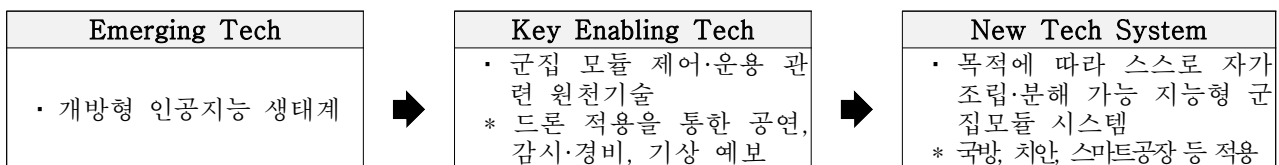
- (개방형 인공지능 생태계) 높은 생산성과 인간의 건강·행복을 위해 금융·건강 등 다양한 분야에 인공지능 생태계를 구축하는 기술
- (시각작업 딥러닝) 딥러닝에 의한 컴퓨터 비전 시스템을 통해 다양한 분야에서 정보 해석·평가 등에 인간을 대체할 수 있는 기술

- (시사점) 인공지능 기술들이 개발됨에 따라, 개인·사회가 체감할 수 있는 인간의 신경을 모사한 보다 정교한 기술들에 주목

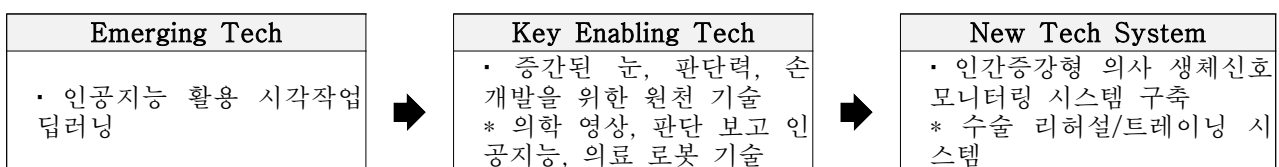


◎ 혁신선도기술개발사업의 ‘Neuro Mechatronics’ 분야 예시 사업

- (연구주제 1) 무한 자유도를 가진 다목적 지능형 군집모듈 시스템(MICS) 개발
 - 나노, 로봇, 인공지능 등 융합을 통해 환경 변화에 따라 위치 조합을 달리하여 대응할 수 있는 군집 메카트로닉스 시스템



- (연구주제 2) Surgeon Plus 미래형 인공지능의사 플랫폼 개발
 - 증간된 눈, 증간된 판단력, 증간된 손을 가지고 빅데이터에 기반하여 정밀한 외과수술을 수행하는 인공지능의사 플랫폼 기술



<연구주제① 신경망 메카트로닉스(Synaptic Mechatronics)>

◎ 인간의 신경망 기반 新메카트로닉스 기술 구현

- (개요) 인간의 신경망을 이용한 또는 인간의 신경망을 모사한 메카트로닉스 시스템 구현 기초원천기술 개발
- (배경) 인간의 뇌신경 신호에 따라 움직이는 로봇팔, 인간 신경망을 모사한 인공지능, 반도체 등 인간의 신경 기반 융합연구가 활발히 진행 중
 - CPS(Cyber-Physical-System)의 확대에 따라 물리적으로 떨어진 다양한 객체(인간, 기계 등)간 원활한 교류를 위한 원격 존재(Tele-existence) 개념 등장
 - 동물의 군집 움직임을 모사한 지능형 모듈 메카트로닉스 연구개발 중
- (목표) ①인간 신경망을 활용한 사이버·원거리 공간 원격 자아(대체증강현실, 아바타) 구현 기술 개발 ②인간 신경망을 모사한 자유롭게 변화하는 다목적 지능형 군집 메카트로닉스 개발
- (추진내용)

- (기대효과) 디지털 트윈, CPS 등 4차 산업혁명 핵심 기술 경쟁력 확보 및 원격진료 & 의료로봇 시장* 선도, 클레이트로닉스와 같은 차세대 메카트로닉스 산업** 선점

* 원격진료 : \$434억~1,600억('19), 의료로봇 시장 : \$120억('21)

** 4D 프린팅 시장 :\$31.3~53.8억('25), 협업 로봇 시장 : \$120억('25)

4.3.6 중점분야 5: 대체현실(substitutional reality) 기반 Avatar 플랫폼

- o (개념) 미래에는 지리적, 물리적으로 떨어진 인간-기계, 인간-인간 등 다양한 객체들과의 교류를 가능하게 해주는 AR/VR, 대체현실 등에 기반한 원격 존재(Tele-existence)를 구현하는 아바타 플랫폼 기술로 다양한 원격서비스가 활성화될 것으로 전망
- 가상공간에서 활동하는 새로운 직업군이 등장으로 신규 고용창출이 가능하며, 고화질 스마트 클래스 등 개인형 소형 디스플레이 시장 활성화 및 콘텐츠 개발 촉진이 예상됨

<대체현실 기반 아바타 플랫폼 개념도>



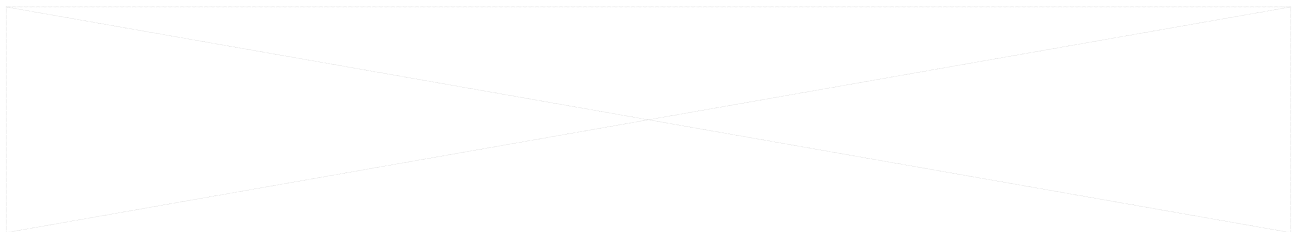
<대체현실과 증강, 가상 현실의 차별성>

증강현실 (AR : Augmented Reality)	가상현실 (VR : Virtual Reality)	대체현실 (SR : substitutional reality)
현실세계에 3차원의 가상물체를 오버레이	실제에는 존재하지 않는 가상 환경을 구현	가상현실이 극대화된 환경에 가상 현실을 실제현실로 인식하게

• 실제 환경과 가상 환경이 혼합	• 현실세계와 가상현실 구별 가능	- 하는 인지 과학적 요소 추가 • 사용자가 현실세계와 가상현실을 혼동
--	--	--

○ 현황 및 문제점

- 대체현실, 증강·가상(VR·AR) 분야의 최고 기술 보유국은 미국으로 국내 기술수준은 미국 대비 83.3% 수준이며, 미국과의 기술격차는 2년(KISTEP, 2014년 기술수준평가)
- 인지과학과 대체현실의 융합분야는 전세계적으로 미개척 혁신기술 분야로 정부의 집중적 투자가 가능할 경우 미래의 고부가가치 신시장·서비스 선도가 가능



<대체현실과 증강, 가상현실 기술수준 조사결과>

○ 주요 연구내용

- IoT 로봇, 대체현실 등 혁신기술의 융복합을 통해 인간_인간, 인간_기계 간의 초연결, 초감각적 능력 구현 등 인간의 인지·사회적 능력 증강을 통해 전세계의 원격자아가 실현

증강·가상 (Reality) 기술	IoT 네트워크를 기반으로 멀티 유저에게 필요한 빅데이터 클라우드 정보를 실시간 제공할 수 있는 웨어러블 장비를 통해 시각화하는 기술
원격제어 (Teleoperated) 로봇 기술	원격제어 시스템 기술과 고도화된 IoT 기술을 바탕으로 원격 로봇을 운용/제어하는 기술
원격자아 (Telepresence) 구현기술	시간적 공간적 제약을 극복하고 원격존재를 실현하는 기술. 오감(기각, 촉각, 청각, 미각, 후각)의 공유를 한 차원 높은 교감을 통해 성취하는 기술

○ 시장전망

- 2012년 860억 규모였던 세계 AR, VR 투자가 2016년에 약 1조 8400억원 규모로 5년간 20배 이상 증가

- 구글, 쿠팡, KKR 등은 VR, AR기술을 보유한 매직리프에 2014년 약 6500억원, 2016년 2월에는 알리바바, 워너브라더스, 피델리티, JP 모건 등이 9500억원을 투자.
- 삼성그룹은 VR 콘텐츠를 제작하는 벤처기업에 약 70억원을 투자, VR 기술을 제작하는 벤처기업 약 7곳에 더 투자 할 예정.
- 전 세계 AR, VR 투자시장은 2020년까지 현재 22억 달러 규모에서 800억 달러 규모에 이를 것으로 전망 (골드만삭스 사), 현재 39억 달러에서 1500억 달러 규모에 이를 것으로 전망(Digi-Capital)

구 분	기술수준	
	현재	15~20년 후
현실세계 인지 및 모델링	별도 기기의 의도적 공간 센싱을 통한 부분적 현실세계 인지 및 모델링	인체에 부착/이식 또는 착용 가능한 경박단소의 형태로 센싱 정보를 공유하며 실시간 현실세계 인지 및 모델링
실감형 콘텐츠 및 정보 증강	청각/시각 속성 구현의 개선 및 일부 후각/촉각 속성 구현의 개발 단계	오감을 통합적으로 모방하여 현실 수준의 사실성이 높은 복제 및 모델링이 가능해지고, 고도의 인공지능을 활용하여 사용자의 반응에 적응적으로 대응하거나 감성적인 반응이 가능하도록 상호작용을 저작
실감 인터랙션	사용자의 명시적 요구에 반응	사용자의 묵시적 의도와 환경의 상황을 파악하고 다감각을 통합적으로 활용하여 직관성이 높은 실감 상호작용을 지원
혼합현실 체험	HMD (Head Mounted Display)와 같은 개인장비를 이용한 개인 체험 위주	디지털 홀로그램 기술 등을 이용한 단체 체험 및 통신 네트워크 기술에 의한 원격 체험

○ 기대효과

- (기술적 측면) 인지, 지능, 사회적 능력의 증강을 통해 “인간의 삶의 질 고도화”를 위한 새로운 혁신기술 패러다임 구현 및 가상공간에서의 고부가가치형 신산업 창출
- (경제적·산업적 측면) 시공간적 제약으로 인해 야기되었던 경제, 산업적 문제점 및 병목이 해결됨과 동시에 범기업적, 범국가적인 협력의 새로운 형태의 산업 군집의 패러다임이 창출 및 고용 증대

○ 투자계획(안)

(단위 : 백만원, 과제수)

구 분	`20 년	`21 년	`22 년	`23 년	`24 년	`25 년	`26 년	`27 년	`28 년	`29 년	계
합 계 (과제수)	700 (8)	2,900 (23)	5,200 (19)	6,700 (22)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	48,500 (63)
선기획연구	700 (8)	1,400 (20)	700 (10)	700 (10)	—	—	—	—	—	—	3,500 (48)
본연구	—	1,500 (3)	4,500 (9)	6,000 (12)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	45,000 (15)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정

4.3.7 중점분야 6: Surgeon Plus 혁신기술 플랫폼

- (개념) 증강된 눈, 증강된 판단력, 증강된 손을 가지고 Information guided precision surgery 를 수행하는 미래의 인간증강형 의사 구현
 - 미래의 수술은 현재 보다 많은 의료정보를 더 정확하게 분석하고 더 정밀하게 수행하는 빅 데이터에 기반한 증강된 인공지능의사 플랫폼 기술의 구현이 필요
 - 수술의 결과가 더 이상 의사 개인의 경험, 지식, 주관적인 직감, 손기술에 좌우되지 않고 전 세계 어느 곳에서나 환자들이 합리적인 가격에 균일한 품질의 수술 서비스 가능

<Surgeon Plus 혁신기술 플랫폼 개념도>



○ (현황 및 문제점)

- 고령화 사회에 접어들면서 수명연장에 대한 욕구가 커지고 있지만 한정된 건강보험 재정 내에서 늘어나는 의료비용을 지원하기 위해서는 수술의 단가를 낮출 필요
- 현재 수술결과는 집도의의 경험과 실력에 따라 그 편차가 크며, 숙련된 집도의의 접근성이 어려운 소외지역 및 계층 국민들의 건강이 위협 받는 상황
- 수술 도구와 로봇 기술의 발달로 더 최소 침습적이고 정확한 수술의 수행이 가능해 졌지만, 수술의 결과는 의사 개인의 숙련도와 경험, 손기술에 따라 차이가 많은 나타남

○ 주요 연구내용

- 과학기술·IoT에 기반한 바이오 소재, 초연결 지능로봇, 가상현실 등 혁신기술의 융복합을 통해 초지능 초감각적으로 증강된 눈, 판단력, 손 등을 통해 초정밀 수술 등을 수행하는 인간 증강형 의사 생체신호 모니터링 시스템* 구현

* 환자특이적 해부모델을 생성하고, 해부모델 기반의 실감 장기모형을 통한 수술 리허설/트레이닝 시스템

- 1) (증강된 눈) 수술 중 환자 몸 속의 해부학적 구조 및 병리학적 정보를 실시간으로 들여다 볼 수 있는 의학 영상 기술
- 2) (증강된 판단력) 의사 개인의 수술 경험을 넘어서 전 세계 비슷한 사례의 환자들의 의료 정보, 수술 기록을 바탕으로 수술 진행 방향에 대한 정리된 정보를 제공해주는 판단 보조 인공지능 기술
- 3) (증강된 손) 의사 손의 물리적 한계를 뛰어 넘는 최소 침습적이고 정밀한 수술의 수행을 가능하게 해주는 의료 로봇 및 기구 기술

<Surgeon Plus 혁신기술플랫폼 요소기술>

A d v a n c e d Imaging	수술중 복강경 영상과 CT, MRI, 초음파 영상과 같이 인체내부 영상의 정합 기술, 정합한 영상을 augmented reality를 통해 시각화 하는 기술
	수술중 신체조직의 병리학적 상태를 실시간으로 확인할 수 있는 Optical Coherence Tomography, Fluorescent imaging 같은 신개념 의학 영상 기술
M a c h i n e Learning, Cloud and Data Computing	의학 영상, 검사 수치, 유전자 정보, 수술 진행 경로 등 각종 의료 빅데이터 수집 및 처리 기술
	수집된 정보를 바탕으로 수술 계획의 수립 및 수술 중 판단을 보조하는 인공지능 기술
Robotics and A d v a n c e d Instruments	3S (Slim, Stiff, Steerable) 성능을 갖는 미세 수술 로봇 기술
	수술 중 의사의 동작을 안내해 주는 반자동화 수술 로봇 기술

o 시장전망

- 미국, Verb Surgical은 Google의 앞선 데이터 처리 및 인공 지능 기술과 Johnson and Johnson 의 앞선 수술 도구 기술을 결합하여 수술 로봇을 일부로 포함하는 Digital Surgery(Surgery 4.0) 플랫폼 개발에 2500억을 투자

- 전 세계 의료 로봇 시장은 2021년까지 22% 성장해 총 120억 달러 규모에 이를 것으로 전망 (Research N Report 사)

○ 기대효과

1) 기술적 측면

- 본 과제를 수행을 통해 의학 영상, 빅데이터, 인공지능, 의료 기구 및 로봇 분야의 첨단 기술들을 확보 가능
- 이러한 인간증강 혁신기술들은 의료 분야에서 수술뿐만 아니라 헬스케어, 질병의 조기 진단 및 중재 시술에도 활용 가능

2) 경제적·산업적 측면

- 본 과제의 연구를 통해 모든 의료정보를 종합하여 의사의 판단을 보조하고 수술을 정확하게 수행 할 수 있도록 도와주는 스마트 헬스케어시스템을 구축하고, 이를 통해 국민들의 의료 비용을 낮추고 우수한 수술결과 도출로 건강한 삶 증진

○ 투자계획(안)

(단위 : 백만원, 과제수)

구 분	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	‘27년	‘28년	‘29년	계
합 계 (과제수)	700 (8)	2,900 (23)	5,200 (19)	6,700 (22)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	48,500 (63)
선기획연구	700 (8)	1,400 (20)	700 (10)	700 (10)	—	—	—	—	—	—	3,500 (48)
본연구	—	1,500 (3)	4,500 (9)	6,000 (12)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	45,000 (15)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정

4.3.8 중점분야 7: 스마트 헬스케어 홈 시스템

- o (개념) 주거공간 속에서 일상적으로 개인의 건강관리 및 안전관리가 가능한 스마트 헬스케어 홈 시스템으로 주거공간을 병원 및 보건소 등의 지역의료 시설과 연계체계를 구축하고, 개념적 거리를 좁혀 집에서 간단한 의료서비스를 받을 수 있도록 하는 시스템.

<스마트 헬스케어 홈시스템 혁신기술플랫폼 개념도>



o (현황 및 문제점)

- 가파른 고령화 속도로 인해 건강한 평균수명 연장을 위한 고품질의 진단 등 최첨단 의료기술 수요 증가 예상
- 고령자 삶의 질 향상과 국가 주거 및 의료비 감소를 위한 환경 구축이 필요하며 이에 따른 국가적 차원의 케어 시스템 요구
- 이에 따라 최근 화두가 되고 있는 원격 의료 시스템 등 다양한 시스템적인 구축과 함께 기술적인 발전이 필요할 것으로 예상

o (주요 연구내용)

- 공간 자동화 : 공간의 효율적 운영을 통해 에너지 소비 및 제반 비용을 최소화하며 안전함과 편리함을 제공

- 소프트웨어적인 헬스케어 프로그램 - 건강 관리, 운동 관리 시스템 등
- 주거공간에 헬스케어 기술을 접목한 디자인 기술 필요

<스마트 헬스케어 홈시스템 혁신기술플랫폼 요소기술>

H o m e Automation	사용자의 건강 상태에 따라 집의 여러 가지 상태를 자동화 할 수 있는 시스템적인 기술
	사용자의 건강 상태에 변화가 일어났을 시, 이를 담당 의사에게 통보하고, 의사의 판단에 따라 집안의 환경을 변화시키는 기술
M a c h i n e Learning, Cloud and Data Computing	의학 영상, 검사 수치, 유전자 정보, 수술 진행 경로 등 각종 의료 빅데이터 수집 및 처리 기술
	수집된 정보를 바탕으로 환자의 상태를 측정하고, 병을 예방할 수 있는 의료 접목형 인공지능 기술
HXD(Healthcare Experience Design)	사람들이 부담을 느낄 수 있는 헬스케어 기술에 대해 인간친화적으로 접근할 수 있는 방법에 대한 디자인적인 연구

o 시장전망

- 연평균 21% 이상의 고성장을 달성할 것으로 예측하고 있으며, 향후 거대한 잠재시장을 형성할 것으로 판단 (미쓰미시 종합연구소)
- U-Health 세계 시장은 '18년 기준, 4987억달러(U-Medical시장: 1238억 달러, u-Silver 시장 448억달러, U-Welness시장 3301억달러) 규모로서 매년 15.7%의 지속적인 성장 전망(BBC Research)
- 아시아 태평양지역 헬스케어시장 2018년 연평균 성장률 12.8%로 7519.5억달러 규모 형성 전망(Frost & Sullivan, 2013)

o 기대효과

1) Health Care 홈 시스템 구축 및 운영

- 액티브 에이징을 위한 주거공간의 성능을 향상시키기 위한 인테리어 및 주택 건설 계획 자료
- 공공임대주택(Silver Town)에 고효율 저비용 구조 헬스케어 스마트홈 시스템 구축
- 민간 주택 헬스케어 서비스 적용 및 확대
- 헬스케어 서비스 호가대를 통한 산업 역량 확대

2) 국가적 사회 비용 절감 효과

- 주거공간 내 건강관리 인프라 조성을 통한 서비스 비용구조개선 및 의료비 절감 등 사회적 비용 절감 효과

○ 투자계획(안)

(단위 : 백만원, 과제수)

구 분	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	‘27년	‘28년	‘29년	계
합 계 (과제수)	700 (8)	2,900 (23)	5,200 (19)	6,700 (22)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	48,500 (63)
선기획연구	700 (8)	1,400 (20)	700 (10)	700 (10)	—	—	—	—	—	—	3,500 (48)
본연구	—	1,500 (3)	4,500 (9)	6,000 (12)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	45,000 (15)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정

4.3.9 중점분야 8: 자율협력주행

- o (개념) 자율주행이 가능한 수준의 기술을 장착한 자동차의 자율주행을 수용하고 지원할 수 있는 도로-자동차간 협력 시스템 구축

<자율협력주행 혁신기술플랫폼 개념도>



o (현황 및 문제점)

- 최근, 자동차 산업은 기존 기계공학과 정보통신, 센서, 위성항법 등 첨단기술이 총 집약된 자율주행 자동차로 빠르게 진화중
- 자율협력주행은 산업간 융합으로 새로운 일자리를 창출함은 물론 주행 안정성 제고로 교통 사고, 체증 감소에도 크게 기여할 전망

o (주요 연구내용)

- 자율주행 도로, 인프라 스마트 연계 기술 : 차량-도로 정보 공유 인프라 기술, 첨단 자율주행 통합제어기술 등 자율주행이 가능하도록 도로 인프라 환경을 구축하는 기술과 고성능-다기능성이 확보된 미래형 도로기술
- 자율주행차의 운행 안정성 평가 기술 : 자율주행자동차를 포함한 첨단자동차의 안정성 평가 및 운전자 안전운전 보조 기술(ADAS)

- 자율주행 지원을 위한 도로변화 신속탐지 기술 : 범용 MMS운용 및 데이터 처리기술의 개발 등 자율주행차량을 위한 정밀도로지도 지원기술
- 교통 신서비스 시스템 실증환경 운영, 시험 평가 기술 : 신 교통서비스 실증을 위한 실험환경 구축 및 운영, 관리 기술

<자율협력주행 혁신기술플랫폼 요소기술>

자율주행 도로 스마트 연계 기술	스마트 자동차와 도로 간의 유기적인 커뮤니케이션이 가능하도록 하는 환경 구축
	실시간으로 자동차의 위치와 상황을 파악할 수 있는 3d 인식 및 맵핑 기술
자율주행 기술	타 자동차와의 위치를 파악하고, 안전하게 장애물을 피해갈 수 있는 인공지능 자율주행 기술
	수집된 데이터로부터 가장 빠른 경로를 실시간으로 찾아내는 빅데이터 기반 인공지능 기술
안정성 평가 기술	자율주행 자동차를 포함한 첨단자동차의 안정성 평가 및 운전자 안전 운전 보조기술(ADAS)

o 시장전망

- 전세계 자율주행차 시장은 미국/중국/유럽 국가들이 주도하고 있으며, 시장 기회가 2030년까지 10년간 2배 이상 증가할 것으로 보임
- (미국) Beyond 2045를 기반으로 ITS전략계획을 수립하고, 군집주행과 커넥티드 실증 기술개발 추진
- (유럽) 자율차, 커넥티드 기술을 융합한 교통체계 개발을 위해 28개국 정상이 암스테르담 선언 발표, Horizon2020등을 통해 공동기술개발 추진
- (일본) ITS 2020 관민로드맵 수립, SIP프로그램으로 기술개발 지원

o 기대효과

1) 차량을 넘어선 전체 교통, 물류 시스템의 변화

- C-ITS, 통합관제센터, 교통 빅데이터, 차량정보 보안 등 자율주행 환경 구축을 위해 필요한 미래 교통물류 인프라의 패러다임이 바뀌고 있으며, 이에 대한 효율적/체계적 관리가 가능하게 되기를 기대.

2) 미래 도로 시스템을 위한 기술적인 인프라 확보

- 현재 진행되고 있는 자율주행 연구에 도로에 대한 연구를 융합함으로써, 자율주행 자동차가 실질적으로 사용될 수 있는 미래환경을 구축.

○ 투자계획(안)

(단위 : 백만원, 과제수)

구 분	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	‘27년	‘28년	‘29년	계
합 계 (과제수)	700 (8)	2,900 (23)	5,200 (19)	6,700 (22)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	48,500 (63)
선기획연구	700 (8)	1,400 (20)	700 (10)	700 (10)	—	—	—	—	—	—	3,500 (48)
본연구	—	1,500 (3)	4,500 (9)	6,000 (12)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	45,000 (15)

※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정

4.3.10 중점분야 9: 자생 에너지 플랫폼

- (개념) 미래의 에너지 자원 고갈과 환경 문제에 대응하기 위해 에너지를 효율적으로 활용하기 위한 플랫폼
 - 에너지를 효율적으로 소모하고 자체적으로 생산, 보존함으로써 외부에서 유입하는 에너지를 최소로 하기 위한 에너지 시스템 연구, 개발
 - 온실가스 감축 목표 또한 대응하기 위해서 태양광, 풍력 등 친환경 에너지를 미래에는 가정이나 건물, 플랜트에서의 상용화 단계까지 효율성을 끌어 올리는 정도의 기술력을 보유하도록 함



<자생 에너지 플랫폼 개념도>

- 현황 및 문제점
 - 인간의 평균 수명이 늘어나면서 인구가 증가하고 있는데 비해 현재 쓸 수 있는 천연 자원은 제한적이고, 그에 따른 효율적인 에너지 관리, 생산 시스템이 필요함.
 - EU의 27개 국가에서는 2020년 까지 ‘제로에너지 빌딩’수준의 친환경 빌딩의 설계 지침으로 건축물들이 건설되고 있음
 - 현재도 풍력, 태양력과 그 외에 다양한 친환경 에너지 재생산 방법이 연구되고 있으나, 효율성이 일반 주택이나 대형 건물에서의 상용화까지 가능해진 단계는 드물게 보고되고 있음
- 주요 연구내용
 - 패시브기술, 액티브기술 등을 통해 건물에서 사용하는 에너지의 총량을 0으로 하는 기술 개발.
 - (초저전력 회로) 에너지 재생산도 중요하지만, 일상적인 에너지 소비를 최소화하기 위한 방

법 중 Low level 단계에서 초저전력 회로 설계 기술 연구.

- (지속적인 에너지 제공 플랫폼) 에너지 소비에서의 낭비를 줄이기 위해서 스마트 그리드 융합기술과 손실이 적은 에너지 저장기술 연구

○ 시장전망

- 유럽의 2020년까지 계획되어 있는 제로에너지 건축 시장은 2015년부터 2020년까지 연평균 9.6% 가까이 성장할 것으로 전망됨
- 태양광 등의 친환경 에너지 활용을 위한 리모델링 의무화와 함께 정부에서 비용을 지불해 주고, 또한 인센티브 추가 지급으로 인해 더욱 수요가 늘어 날 예정
- 스마트그리드는 4차 산업혁명의 주요 일원으로 취급되면서 파급효과가 더욱 커지고 있음

○ 기대효과

1) 기술적 측면

- 초저전력 회로 설계 연구로 인해 발생하는 에너지 절감의 부수효과로 미세규모의 로봇이나 전자기기를 개발하는 연구에도 도움을 주고받을 수 있음

2) 경제적·산업적·환경적 측면

- 친환경 에너지의 보급이 목적으로, 장기적으로는 온실가스를 줄여 환경오염 감축에 기여함으로써 인간을 비롯한 생태계 구성원들의 건강한 삶 증진
- 산업 현장에서의 에너지 소비 감축과 효율적인 저장, 공급을 통해서 산업에서의 에너지 소비에 따른 비용을 줄일 수 있음

○ 투자계획(안)

(단위 : 백만원, 과제수)

구 분	‘20년	‘21년	‘22년	‘23년	‘24년	‘25년	‘26년	‘27년	‘28년	‘29년	계
합 계 (과제수)	700 (8)	2,900 (23)	5,200 (19)	6,700 (22)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	48,500 (63)
선기획연구	700 (8)	1,400 (20)	700 (10)	700 (10)	—	—	—	—	—	—	3,500 (48)
본연구	—	1,500 (3)	4,500 (9)	6,000 (12)	7,500 (15)	7,500 (15)	7,500 (15)	4,500 (9)	3,000 (6)	1,500 (3)	45,000 (15)

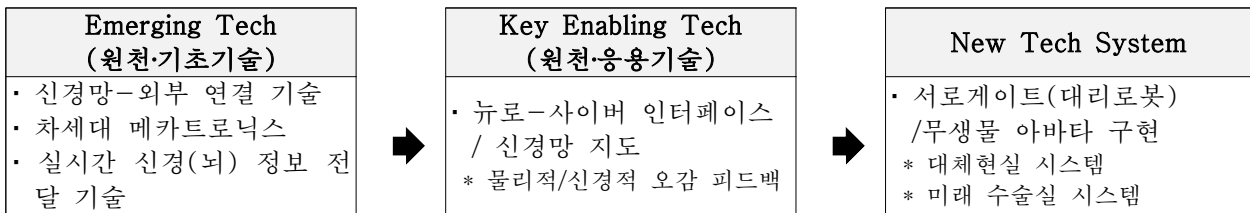
※ 본연구 대상과제에 전년도 선기획 탈락과제 중 우수과제 재응모 기회 부여 예정

□ 개요



1 Synaptic Mechatronics (신경 연접 메카트로닉스)

- (정의) 인간의 신경망 시스템과 직접적인 신호전달 소통이 가능한 메카트로닉스 시스템
- (목표) 인간 신경망 신호에 따라 자유자재로 움직이는 메카트로닉스 시스템 및 시스템의 움직임과 환경 인지정보를 신경망으로 실시간인지가능하게 하는 양방향 신경-기계 연접 시스템 구현



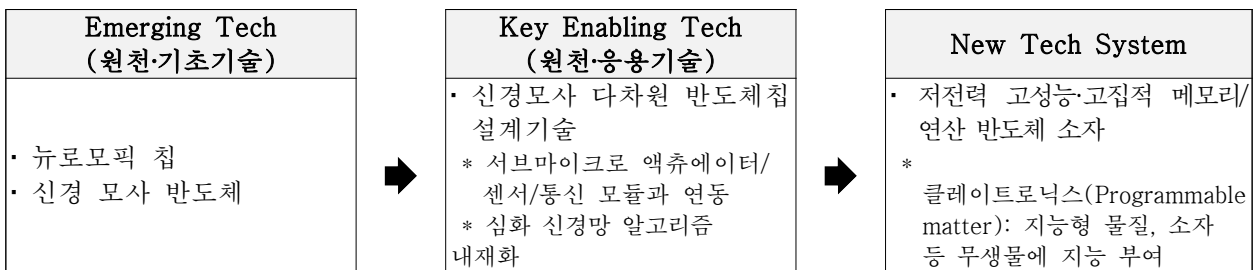
- (연구동향) 신경계 전기신호를 변환하여 기계장비·장치의 움직임을 구현할 수 있도록 신호 측정·분석장비 및 정밀신호 처리시스템 관련 연구 수행

구분	주요 내용
두뇌 임플란트 칩	(미국 GE글로벌리서치-브레인게이트) 두뇌 임플란트 칩 기술 등장 - GE 글로벌리서치와 브레인게이트(Brain Gate) 팀의 협업 - 두뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface) 기술 구현 - 뇌에 이식된 96개 미세전극에서, 신호수집→전송→처리(분석)→로봇동작 변환 - 뇌 전극을 인식하여 커피를 마시는 일상행동 수행 구현 - 장기목표는 마비나 수족손실을 입은 사람들을 지원하는 것
신경신호 전달섬유	(미국 MIT) 신경신호 전달섬유 개발 - 척수를 통해 신경신호를 효과적으로 전달할 수 있는 소재 개발 - 척수를 빛으로 자극하는 동시에 그 반응을 전기 자극으로 수집 - 기존 광유전학 기술의 고도화를 위한 광섬유소재 유연성 개선 - 개발된 섬유를 척수에 연결하면 말초신경신호 조절이 가능해 뇌-기계 인터페이스(BMI) 적용도 가능
말초신경 신경전극	(한국 DGIST) 말초신경 인터페이스 기술 개발 - 말초신경의 신경신호를 기계적 전기신호로 전달하는 인터페이스 기술 구현 - 침습이 가능한 바늘 모양의 유연한 신경전극을 개발해 안정적인 신호 수집 - 신경전극과 신경신호 측정 장비 연결 인터커넥션 기술 확보 - 신경전극을 통해 자극신호를 신경세포영역으로 역 주입 가능 - 향후 의수의족으로도 촉감 구현이 가능할 것으로 전망

- (적용산업 및 분야) 신경 연접 메카트로닉스 기술은 의료장비·장치 산업은 물론, 재활치료 및 기구 산업으로의 확장 연계가 가능
 - 신경자극전달을 통해 기계·장치가 작동할 때, 실제와 유사하게 구현되도록 지원
 - 기존에 치료 및 재활이 어려운 신경계 손상 영역에 대한 개선
 - 로봇 및 메카트로닉스 기술을 활용한 대체 보조기구산업 확장

② Neuromorphic Hardware (뇌신경 모방 하드웨어)

- (정의) 인간 신경망 또는 자연의 신경망 네트워크를 모사한 新개념 하드웨어 개발을 통한 운용 효율성(저전력, 고성능 등) 극대화 기술
- (목표) 인간의 신경망을 모사한 저장/연산 장치 개발 및 자연간 신경망 네트워크를 모사한 마이크로 군집 시스템 구현



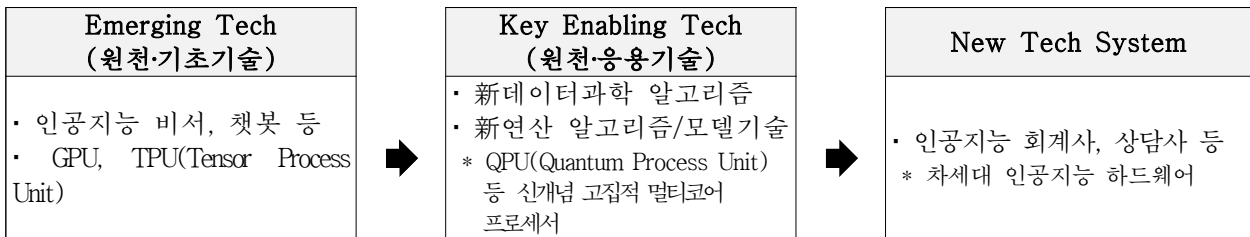
- (연구동향) IBM社가 개발한 뉴로모픽 칩인 트루노스(TrueNorth) 및 인텔의 로이히(Loihi) 등 글로벌 IT기업 중심 기술개발 추진

구분	주요 내용
TrueNorth	(미국 IBM) 트루노스(TrueNorth) - 54억 개의 트랜지스터를 내장한 4,096개의 프로세서로 구성 - 사용되는 전력(70mW) 역시 기존 마이크로프로세서의 1/10,000 수준 - 향후 인간 뇌의 10분의 1 정도 되는 신경세포들을 회로로 재현하여 마치 인간 뇌처럼 효율적으로 정보를 처리하는 인지컴퓨팅 분야 개척을 목표
휴대용 인공지능 칩	(미국 MIT) 신경망 모방한 휴대용 인공지능 칩 소자 개발 - 김지환 교수 연구진은 0과 1의 디지털 방식 대신에 뇌의 시냅스에서 신호물질의 세기에 따라 뉴런이 활성화 하거나 비활성화 하는 것처럼 전류 세기를 조절해 신호를 처리하는 시냅스 모방 칩 소자를 개발 - 전도도(전류가 흐르는 정도)가 다른 두 층을 은과 실리콘 재료로 만들고 그 사이에 전류 세기에 따라 신호를 조절하는 매개물질로서 실리콘-게르마늄을 두어 생체 시냅스를 모방한 아날로그 식의 신호조절 구실 - 기계학습이나 심화학습에 적응해 빅데이터를 빠르게 처리하는 데 특화된 강점을 발휘할 수 있을 것으로 연구진은 기대
Loihi	(미국 인텔) 인텔 로이히(Loihi) 뉴로모픽 칩 발표 - 반도체 설계의 기초 작업으로 유명한 CalTech의 Carver Mead 교수와 함께 뇌의 기능을 모방하고 자체 학습 기능을 갖춘 코드네임 Loihi를 개발 ('17.9.) - 인텔 14nm 공정 기술로 제작된 Loihi 테스트 칩은 뇌의 기본 메커니즘을 모방한 디지털 회로 포함 - 총 13만개의 뉴런과 1억 3,300만개의 시냅스의 처리 능력 제공 - 인텔은 Loihi 테스트 칩에 대해 2018년 상반기부터 인공지능 발전에 초점을 둔 주요 대학 및 연구 기관에 제공 예정

- (적용산업 및 분야) 모든 컴퓨팅의 지능화 적용 및 메모리 임플란트 칩 이식을 통한 치매 환자 기억 회복 등에 활용 기대
 - 자동 대응 등의 실시간 학습이 요구되는 지능형 로봇, 무인기, 자율주행 자동차, AI 비서 등에서 폭넓게 활용될 것으로 전망

③ Artificial General Intelligence (범용 인공지능)

- (정의) 인간의 일반적인 지적 업무(비서, 회계, 소비자 상담 등)를 완전 대체할 수 있는 인공지능 기술
- (목표) 새로운 알고리즘과 프로세스, 모델 및 고성능 신개념 하드웨어를 바탕으로 비서, 회계, 상담 업무를 완전 대체할 수 있는 인공지능 구현



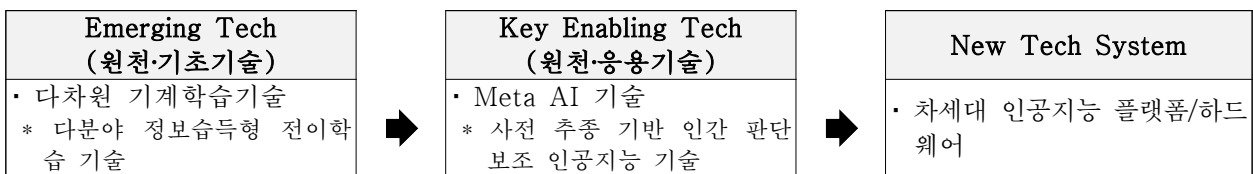
- (연구동향) 범용인공지능(AGI)은 빅데이터 학습과 딥러닝(심층학습)·의사결정 기술이 결합·고도화된 융합연구 추진

구분	주요 내용
 Pepper	(일본 소프트뱅크) 세계최초 휴머노이드 로봇 ‘페퍼(Pepper)’ 판매 - 사람의 감정과 주변상황을 파악하여 자율적인 판단이 가능 - 기업 고객접수, 도우미, 마트 내 제품설명, 간병역할 수행 - 목소리와 스크린을 통해 이용자와 커뮤니케이션 가능 - 페퍼를 활용한 다양한 콘서트 개최(소프트웨어 튜닝, 의상디자인 등) - 본체가격 19만 8천엔으로 출시(본체, 기본플랜, 보험패키지 세금별도 등)
 Google home	(미국 구글홈) 가정용 개인비서 구글 어시스턴트, ‘구글홈’ 공개 - 음성기반 인공지능(AI) 개인비서 시스템 '구글 어시스턴트'와 함께 가정용 수행단말기 '구글홈' 동시발표 - 이용자와의 대화를 문맥에 따라 음성인식으로 이해해, 스스로 관련 대답 도출 - 식당예약, 예약변경, 스케줄 조회, 메시지전송 등 보다 고도화된 역할 수행 - 사물인터넷(IoT) 기능 장착으로 가정 내 스마트 전자기기 작동 가능
 Olly	(영국 Emotech) 스타트업 출시 개인비서(CES 2017 혁신상 4관왕) - 영국 로봇 스타트업인 이모텍(Emotech), 검은색 도넛 모양의 ‘올리’ 출시 '웨이크 업(wake up)'이라는 음성 명령어로 동작 실행 - 딥러닝 기술을 채택, 정확한 대화와 감정의 교류가 가능 - 사용자의 기분이나 선호도를 반영해 개성 표현 가능 - 날씨, 뉴스 검색, 뮤직 플레이 등이 가능하며, 인터넷과 연결하여 사용자가 원하는 정보를 검색하고, 스마트 전자제품 연동

- (적용산업 및 분야) 인공지능 플랫폼 관련 HW·SW 동시 성장
 - 클라우드 컴퓨팅 및 빅데이터 기술 산업의 유기적 연계성 강화
 - 음성인식 기술의 확대로 사용자 명령에 대한 복합적 이해 지원
 - 지속적인 딥러닝 기술의 고도화로 입력된 데이터의 관계분석(원인/결과, 연계성, 상관성 등)에 기인한 정확한 결과 값을 도출
 - 인공지능 기술 고도화를 통한 응용분야 및 저변 확장을 기대

④ DRL(Deep Reinforcement Learning) Service Platform (심층강화학습형 서비스 플랫폼)

- (정의) 기존 데이터 기반 학습형 AI를 뛰어넘어, 스스로 학습가능한 AI 구현하고자 알고리즘, 프로세스, 고효율 병렬연산 시스템 등을 개발하여 주어진 미션을 수행가능한 기술 플랫폼
- (목표) 심층강화학습 기술 기반의 데이터 브로커* 등 즉시 산업적 활용이 가능한 서비스형 인공지능 플랫폼 개발
 - * 고객의 오프라인, 온라인, 모바일 이용 정보를 수집, 분석하여 판매하거나 기업, 마케팅 및 기타 목적을 위하여 이름, 주소, 전자우편 주소, 특성, 환경, 생활 행태 등 개인 관련 사항을 판매하는 '마케팅 정보 브로커'



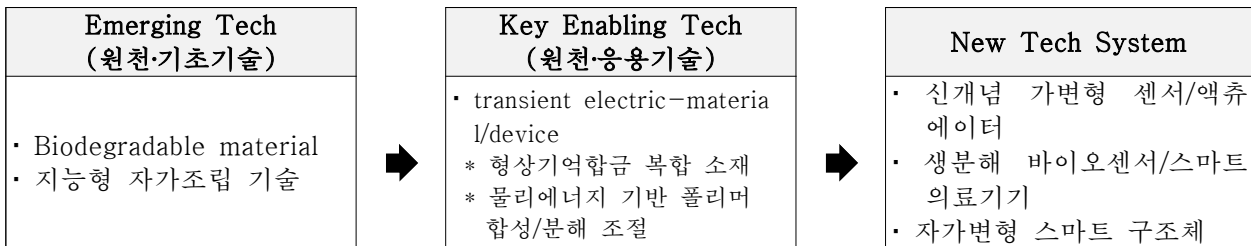
- (연구동향) Google, Microsoft 등 글로벌 IT기업들과 학계를 중심으로 새로운 또는 개선된 학습 알고리즘과 향상된 하드웨어 활용 기술을 지속적으로 업데이트 중

구분	주요 내용
TensorFlow Lite	(미국 Google) TensorFlow Lite(텐서플로우 라이트) - 기존 딥러닝 플랫폼 DistBelief를 개선한 TensorFlow(텐서플로우) 개발 - 안드로이드 모바일 플랫폼 내 활용이 가능한 TensorFlow Lite 개발 - 머신러닝 및 신경망 학습 연구를 위해 개발되어 DistBelief 대비 유연 및 확장성 향상, 학습 과정에서 결과를 직관적인 그래프로 표현 - 현재 깃허브(Github)에서 가장 많이 이용되는 플랫폼으로 구글 내부와 다양한 기업 및 연구그룹에서 사용
CNTK	(미국 Microsoft) CNTK(Cognitive Toolkit) - 음성 인식, 이미지 및 텍스트 학습에 특화된 플랫폼 개발 - 이미지 관련 성능 테스트 결과 구글 TensorFlow 대비 2~3배 빠르다고 설명 - 번역, 음성 인식, 음식 이미지 식별 등 자사의 어플리케이션에 적용
MXNet	(미국) MXNet - 학계(CMU, Washington, Stanford, NYU, MIT 등)와 기업(마이크로소프트, 바이두, 엔비디아 등)이 공동 개발한 딥러닝 플랫폼 - 학습 과정에서 메모리 사용 효율성, 시스템 확장성, 사용자 편의성, 유연성, 모바일 지원을 통한 이식성(Portable) 등에 초점 - 2차원 이미지 3차원 변환, 사용자와 영화 사이의 관계 예측, 악보 기호 및 텍스트 분석, 이미지 내 객체 인식 연구 등에 활용

- (적용산업 및 분야) 음성 및 이미지 인식, 개인화된 서비스 제공을 위한 분석 플랫폼 산업에 활용될 것으로 전망
 - 이미지를 텍스트로 요약하고 실시간 행동 인식 및 분석 가능
 - 개인 관심사 모델링 등을 통한 추천 시스템, 금융 분야에서의 사기 탐지, 투자/거래 등에 활용

⑤ 4D printing (4차원 프린팅)

- (정의) 시간, 압력, 온도 등 공간 외적요소에 따라 형태변화 가능한 소재·개체를 3D 프린팅 등을 통해 입체 형상으로 구현하는 기술
- (목표) 특정 조건(시간, 압력, 온도, 습도 등)의 변화에 따라 가역적/비가역적으로 형상이 변화하는 소재 및 개체 개발



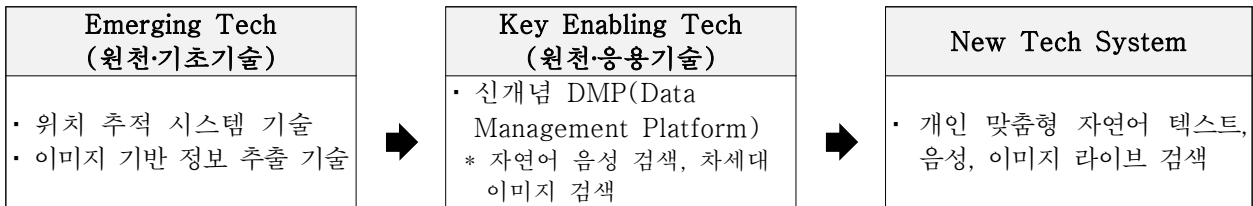
- (연구동향) 3D 프린팅 기술을 기반으로 결과물의 형상을 제어할 수 있도록 프로그래밍 가능 물질 개발 및 설계기술 연구

구분	주요 내용
M Block	(미국 MIT) 컴퓨터과학·인공지능연구소(CSAIL) ‘엠 블록’ 개발 - 프로그램에 따라, 시간·환경 변화별 스스로 형태를 바꾸는 기술 실현 - 스스로 조립가능한 정사각형의 로봇, 내부 플라이휠을 통해 움직여 자석결합(MBlock) - 분자단위 자기결합 시스템 설계로 상황별 모양변환 가능(프로젝트 사이보그) - 물의 양과 속도에 따라 자유롭게 늘어나고 수축하는 배수관 연구(지오신택 합작) - 기존 산업방식을 벗어나 재건설·재창조 지향
SYMBRION (Symbiotic Evolutionary Robot Organisms)	(EU 프로젝트) 독일 Stuttgart 대학 외 10개 대학 참여지원 - 자연 상에서 다양한 개체가 협력하여 최적화를 구현하는 모습 모사 - 여러 개의 로봇들이 상황에 따라 자가조립·분해를 반복해 HWSW 최적화 - I-SWARM, WARMROBOT 프로젝트의 연장선상에서 출발 - 여러 군집 로봇을 따로 또 같이 개체화하면서, 자연 생태계 생물진화, 세포 단위 시스템, 항상성/중추신경계, 개체 간 협력 등의 문제를 유추 분석 가능
GIST 목표형상	(한국 GIST) 목표 형상을 추종하는 4D 프린팅 자동 설계에 관한 연구 - 목표 형상을 추종하도록 강인한 링크와 스마트 관절 자동배치 설계방법 제시 - 3D 프린팅 출력이 가능한 3차원 형상 생성 및 설계프로그램 제작 - Frechet distance(형상의 상대적 유사성 수치)를 통해 목표 형상과의 유사성 검증 - 선형적 목표형상을 구현하였으며, 향후 다양한 형상 구현 연구 추진 - 후속 연구를 통해 시계열적 형상변화 시뮬레이션 구현을 기대

- (적용산업 및 분야) 극한 환경에 적용 가능한 융합소재·부품산업활용 및 3D/4D 프린팅 설계분야 고도화 실현 가능
 - 형상기억합금 또는 형상기억 폴리머섬유 등을 다양하게 개발/적용하기 위하여 부품·소재기술분야 융합 필요
 - 직접적으로 접근이 어려운 우주, 항공, 건설, 국방산업 등에 적용 가능한 기술개발 활성화
 - 3D 프린팅 결과물이 4D로 구현되는 변화를 예측하는 ‘시뮬레이터’ 연구 확대

⑥ Smart Data Discovery (스마트 정보 추출)

- (정의) 언어적 문맥, 위치, 상황 분석 등을 통하여 인간의 의도를 파악하여 원하는 데이터를 찾아 보여주는 차세대 검색 기술
- (목표) 단순 텍스트 키워드 매칭 중심의 검색이 아닌 문맥, 위치, 상황, 음성, 이미지 등의 연산을 통해 맞춤형 정보를 제공해 주는 서비스 개발



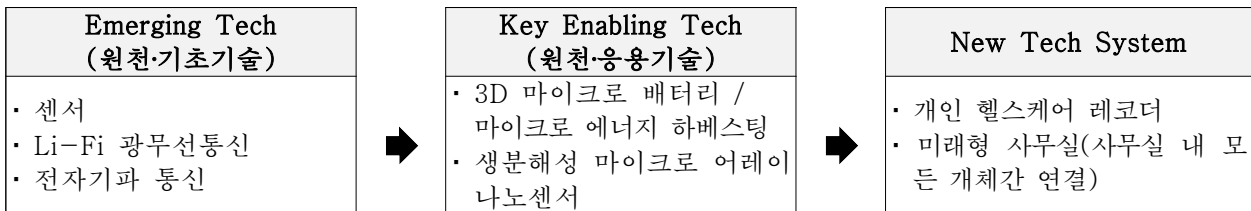
- (연구동향) 국내외 IT기업들이 운영 중인 서비스의 고도화 외에도 영향력 극대화를 위한 음성 기반 AI 스피커 등을 통해 스마트홈 시장 선점을 위한 프로젝트 진행이 활발

구분	주요 내용
Google lens	(미국 구글) 구글렌즈, 구글 홈 등 다양한 서비스 출시 - 인공지능 기반 구글렌즈는 이미지 기반의 정보 습득을 구현하여 이용자가 보고 있는 것을 이해하고 정보를 전달하며 구글 어시스턴트 내에 포함되어 상품 정보와 결제 및 번역 등이 가능 - 검색엔진에 사용되는 cloud speech는 한국어 포함 80여 개 언어를 지원 - AI플랫폼 구글 어시스턴트 기반 구글 홈 출시
연령별 정보제공	(국내 네이버) 사용자 맞춤형 정보(장소, 쇼핑, 언어 등) 제공 - 사용자 동의 아래 수집한 실시간 위치 정보를 분석해 맛집이나 지역 명소 등 '흥미 장소'(POI) 관련 정보를 적시에 정확하게 추천하는 서비스 개발 중 - 개인 관심사(사용자, 콘텐츠 특징, 이용 패턴)에 맞게 기사 등 콘텐츠를 추천하는 '에어스'(AiRS), 레스토랑·명승지 등 실제 장소에 대한 사람의 의도와 감성을 파악하는 AI인 '코나'(ConA) 테스트 중 - 이미지 활용한 스마트렌즈 베타 서비스, 쇼핑 이미지 검색 서비스 준비 중 - 네이버 클로바 스피치 API는 한국어, 영어, 일어, 중국어를 지원
카카오 미니	(국내 카카오) 검색, 쇼핑, 추천서비스에 AI 접목 - 실시간 사용자 반응을 분석하여 콘텐츠를 추천하는 루빅스(RUBICS)의 경우 뉴스에 적용 중 - 유사 이미지 찾기 기능을 카카오톡에 도입, 향후 쇼핑 사이트 연계 상품검색을 진행하면 유사 상품 검색 서비스 제공 예정 - 입력된 목소리를 문자로 변환해 음성 검색 서비스를 가능케 하는 음성 인식 엔진 '뉴톤'을 자체 개발하여 2014년 무료 API로 공개 - 인공지능 음성 인터페이스가 적용된 AI 스피커 카카오미니 출시

- (적용산업 및 분야) 개인용도(여가 및 엔터테인먼트) 이외에도 제조, 교육, 서비스 등 사회 전반에서 활용 기대
 - AI 기반 검색 기술의 정확도 및 활용도 향상으로 산업 전반의 생산성 제고에 기여

7 Nanosensors and the Internet of Nanothings (나노소자 인터넷)

- (정의) 저전력·초소형의 다양한 센서 및 통신, 전원 모듈 등이 통합연결되어, 정보 교환이 가능한 극소형·일체형 패키지 시스템
- (목표) 서브 밀리미터~수 밀리미터 크기의 용도별 저전력 초소형 통신 송·수신 모듈, 배터리·발전 모듈, 센서 모듈 일체형 칩 개발



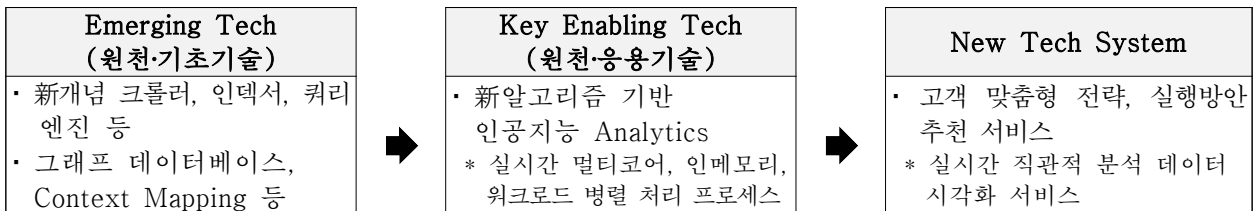
- (연구동향) 나노센서 모트(스마트 더스트 모트) 구성요소인 마이크로센서, 광수신기, 신호처리 및 제어회로, 전원 등의 연구 지속 추진

구분	주요 내용
Internet of Nano-Things	(미국 조지아공과대학) 바이오 나노 사물의 인터넷 연구 - 기존 사물인터넷(IoT)이 '나노 사물인터넷(IoNT)'으로 변화되는 패러다임 주장 - 나노사물인터넷 구현으로 발생하는 기술, 정보, 통신, 채널, 네트워크 변화 제언 - 나노네트워크 플랫폼 구축을 위하여 나노스케일 특성에 최적화된 ICT 기반의 연구개발 필요성 강조 : 나노 안테나 디자인나노스케일 채널모델나노스케일 네트워크에 적합한 정보 인코딩 및 모듈기술나노네트워크 프로토콜 등
Synlogic	(미국 신로직) 희귀대사 장애를 치료하는 생균 박테리아 상용화 노력 - 미국 매사추세츠주 캠브리지에 고재한 스타트업 기업 - 합성생물학을 이용한 박테리아 등의 단세포 생물 변형에 나노센서 활용 - 바이오컴퓨터는 DNA와 단백질을 이용해 구체적 화학표적 인식 및 정보화 - 이후 표적의 색상 및 신호방출 관리로 표식의 상태 모니터링 - 이러한 세포나노센서 기술은 의학 및 농업과 의약품 제조에도 활용예정
Smart Dust 모트 구성요소	(미국 더스트네트워크) Smart Dust* 최초 명명 및 연구 개발 선언 * 센서, 전산 기능, 양방향 무선 통신 기능 및 전원 장치를 가진 극소형 전기 기계 장치 - 스마트 더스트는 '모트' 위에 여러 구성요소를 집적화하여 제작 - 모트는 자체적으로 감시·통신기능 보유 - 모트에는 마이크로센서, 광 수신기, 능동/수동 광 송수신기, 신호처리 및 제어회로, 전원 등 포함 - 필름 배터리와 태양전지에 기반을 둔 자가발전 구현 - 스마트 더스트 기술을 응용한(게이트웨이 활용) 정보전송 및 컨트롤 시스템 구축

- (적용산업 및 분야) 나노센싱 및 IoNT 기술은 극한 환경과 지리적 한계를 초월한 정보 흐름을 제공할 수 있어 산업연계 활용성이 우수
 - 에너지관리, 제품품질 및 유통경로관리, 군사(병력/장비이동) 등에 활용
 - 초소형 센서 및 기술 집적 모트 제작을 위한 관련기술 집약화
 - 이동 및 확산 용이성 증대를 위한 자가 동력 구현시스템 지속 개발
 - 우주 및 생체내 순환적용이 가능해 향후 우주/항공, 의료산업 연계 기대

⑧ Context Brokering (정보 해독)

- (정의) 특정 인물·주제·조직 등에 관한 대량의 정보 속 유사성, 일관성 등을 바탕으로 정보 분류 및 대응 전략, 실행방안 등을 마련하는 기술
- (목표) 새로운 빅데이터 분석 기법을 바탕으로 정제된 고객 맞춤형 정보, 상황별 대응 전략 및 실행방안 등의 제공 서비스 개발



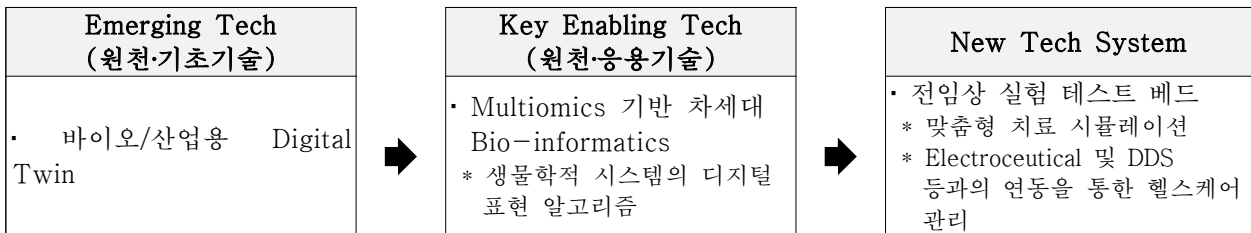
- (연구동향) 유럽에서 공동 펀딩 지원 받은 FIWARE은 오픈소스의 플랫폼으로 Orion을 개발하고, 독일 MIOsoft는 다양한 소스를 통합할 수 있는 솔루션으로 MIOvantage 개발

구분	주요 내용
 Orion	(유럽 FIWARE) Orion - Orion은 C++ 기반 NGSIv2 REST API를 연계한 오픈소스 플랫폼 - 컨텍스트 정보의 전체 라이프 사이클(업데이트, 쿼리, 등록, 구독 등) 관리 - ex. 응용프로그램 등록(실내 온도 센서) → 컨텍스트 정보 업데이트(실내 온도 업데이트) → 컨텍스트 정보가 변경되거나 지정된 빈도로 변경되는 경우 알림(매분마다 온도 정보 받기) → 해당 쿼리는 상기 정보에 기반 - 데이터/컨텍스트 시나리오를 개발 시 해당 온도 센서와 사용자를 연결해주는 스마트폰 앱의 아키텍처 구성도 가능
 CoBrA	(미국 UMBC) CoBrA - CoBrA는 온톨로지 기술언어 중에서 OWL을 지원하는 시스템으로 컨텍스트 정보(사람, 에이전트, 장치, 이벤트, 시간, 공간 등)의 생성/관리/배포를 지원하기 위한 에이전트를 기반으로 한 아키텍처 - 논리적 추론모듈을 통하여 정보의 불일치성을 감지 및 해결 - 사용자 정보 공유 시 보호 정책을 기반으로 제어 - Context Broker는 크게 상황 및 지식 저장모듈, 상황 추론 엔진, 상황 획득 모듈, 보안 관리 모듈로 구성
 MIOsoft	(독일 MIOsoft 社) MIOvantage - 컨텍스트 기반 스토리지와 In-Memory-Technology 결합하여 대용량 데이터를 실시간으로 읽고 변환 및 상호 연관 도출 - 간단한 텍스트 및 스트리밍 데이터는 물론 Json, XML 또는 IMS와 같은 다중 레벨 데이터를 통합 - 데스크톱 솔루션으로 설계되어 다수의 시스템 또는 데이터 스트림에서 데이터를 수집, 자동 분류 및 저장 가능 - 원시 데이터의 정보 패턴을 발견하여 구조화된 데이터 세트와 비 구조화된 데이터 세트 처리

- (적용산업 및 분야) 금융, 보험, 통신, 물류 산업 등에 적용 가능
 - 대량의 데이터가 지속적으로 생성되는 분야에서 다양한 컨텍스트(과거 데이터 및 현재 이벤트, 실시간 정보) 등을 접목하여 활용

⑨ Digital Twin (디지털 트윈)

- (정의) 현실 속 물리적 시스템을 가상 디지털 공간에 구현·연동하여 가상 시뮬레이션 및 실제 시스템의 원격 관리를 가능케 하는 기술
- (목표) 인간(생명체) 및 공간(스마트 공장, 도시) 등을 가상의 디지털 공간에 구현하여 신약 및 새로운 치료법 개발, 공장 및 도시 운영의 최적화하는 가상 생물/공간 플랫폼 개발



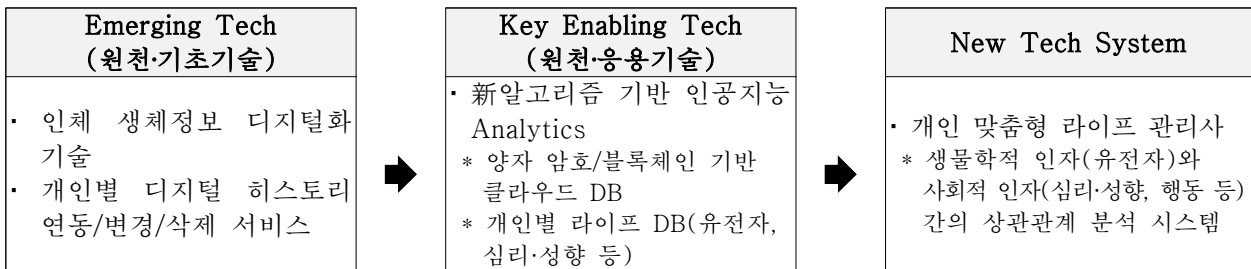
- (연구동향) 다양한 신체정보 수집센서 및 정보통신기술을 활용한 가상진단·치료·수술의 임상 인프라를 개발하고 사전 예방 지원

구분	주요 내용
Watson	(미국 IBM) 닥터 왓슨, IBM이 만든 암 진단 인공지능 - 암 진단에 활용한 결과, 전문의들과 비슷한 수준의 정확도를 기록 - 현행법상 법적 인격을 인정할 수 없어 의료적 조력자 역할 수행 - 환자는 의사의 결정보다 왓슨의 결정을 더 선호 - 인공지능은 많은 정보를 빠른 속도로 학습해 정확한 진단 및 치료법을 제안 - 관련 의료기기에 있어서도 인공지능을 활용한 고품질 의료서비스 구현
GE 공장설비 시뮬레이팅	(미국 GE) 디지털 트윈, 모의실험이 가능한 가상화 개체 구현 - 소프트웨어로 가상화한 복제 쌍둥이(디지털 트윈)를 구현 - 모의실험에 가상 개체(디지털 트윈)를 활용하여 실제 자산의 특성 확인 : 자산의 상태, 자산의 생산성, 자산의 동작 시나리오 등 - 에너지, 항공, 헬스 케어, 자동차, 국방 등 여러 산업 분야에 활용 - 자산 최적화, 돌발사고 최소화, 생산성 증가 등의 효율향상 기대
Teladoc	(미국 Teladoc) 유비쿼터스 의료서비스 실현 - 미국의 주요 디지털 헬스 기업이자 최대 원격 의료 기업 - 유비쿼터스 의료 서비스 실현 - ICT 기술을 활용하여 환자 위치에 상관없이 환자-의사 연결서비스 제공 - 172백만불 투자로 2015년 뉴욕 증시에 상장(현재 703백만불 기업가치 기록)

- (적용산업 및 분야) 실시간 진단·치료·예방이 가능하도록 유비쿼터스 의료 서비스 테스트 베드 구축 및 관련 장비산업 고도화
 - 인간 감각을 확대하는 가상현실, 증강현실, 홀로그램 등 초실감 콘텐츠 개발
 - 신체정보 수집을 위한 웨어러블 디바이스, IoT센서 등 각종 센서분야 발달
 - 센서 및 콘텐츠 활용을 통해 수집된 정보처리/분석기술 확장
 - 수집된 생체정보 빅데이터를 활용한 3D 이미징 기술 적용

10 Personal Analytics (개인 정보 분석)

- (정의) 인간 개개인의 행동 및 습관, 상태, 기억, 아이디어 등을 디지털 데이터화하고, 이를 다양한 측면에서 분석·활용하는 기술
- (목표) 웨어러블 기기 등을 통한 개인 활동의 디지털 데이터화 및 라이프 DB와의 연계 분석·활용을 통한 삶의 질 관리, 업무효율화 서비스 개발



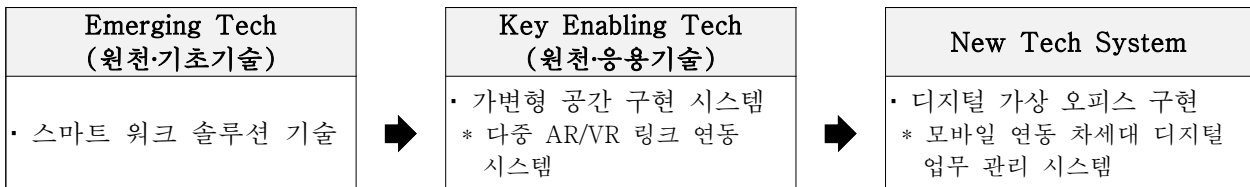
- (연구동향) 웨어러블 기기 기반 개인별 데이터 확보와 연동에 집중하고 있으며 향후 의료 생태계 선점을 위해 플랫폼 구축에 몰두

구분	주요 내용
HealthKit	(미국 애플) HealthKit - 헬스앱은 건강데이터 통합 & 시각화(Dashboard), 카테고리별 데이터 저장(Health Data), 소스 및 접근권한(Source) 등을 관리 - 헬스킴트는 저장된 건강데이터를 공유할 수 있는 수단(API)을 제공 - 개별적인 앱, 센서, 기기 등으로부터 확보한 데이터를 하나의 플랫폼에서 수집하고 통합하여 특정 사용자의 건강에 대한 전체 그림을 완성하는 기반 역할 - 미국 내 병원과 전자의무기록 회사들도 헬스킴트를 테스트 중
Validic	(미국 Validic 社) 헬스케어 데이터 전문 플랫폼 - 스마트폰 앱과 디바이스에서 얻어진 개인 데이터를 클라우드 기반의 플랫폼에서 수집 및 통합하여 전방 생태계의 다양한 주체들과의 연결 통로 역할 - 디바이스 별 표준 및 데이터 형태가 다를 수 있으므로 개별 병원 또는 보험사에서 직접 플랫폼 연동은 비효율적 - 발리딕은 다른 스마트폰 운영체제의 사용자도 사용 가능 - 보험사 제약사, 웰니스 기업 등의 의료 생태계 내 다른 조직에게도 데이터를 제공
라이프레코드	(국내 라이프시맨틱스 社) 라이프레코드(Liferecord) 플랫폼 - 의료기관이나 정부기관이 아닌 일반사업자가 제공하는 개인건강기록 통합관리서비스로 개방형 플랫폼을 지향 - 서비스 내에 축적되는 데이터를 활용하여 서드파티 기업이 새로운 서비스를 제공할 수 있는 환경을 제공 - 라이프레코드는 Fitbit, Withings, nike, iHealth 등의 웨어러블 건강측정기와 연동을 지원함으로써 사용자가 일상생활에서 발생시키는 라이프로그를 구조적으로 저장·관리할 수 있는 환경을 제공

- (적용산업 및 분야) 개인 맞춤형 서비스 산업(의료, 금융, 보험, 여가 등)에 활용가능
 - 의료연구 및 기타목적용으로 개인 데이터 공유 시 블록체인기술 등의 보안 기술이 요구

II Smart Workspace (스마트 오피스)

- (정의) 모든 업무 시스템간 연결·연계를 기반으로 업무 효율성을 증대시키고, 시공간 제약 없이 업무 수행을 가능케 하는 시스템
- (목표) 실시간 AR/VR 기술을 활용한 스마트 공장 및 업무공간 등과의 연동을 통한 차세대 가상 오피스 구현



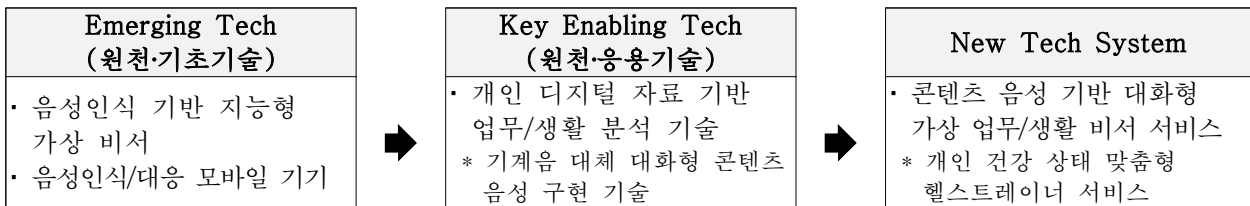
- (연구동향) 소셜미디어의 확산 및 스마트기기 확대를 지원하는 유무선 융합기술을 개발하고 작업환경별 디지털 보안환경 강화

구분	주요 내용
워크스테이션 지이로매트	(미국 게이즈랩) 다양한 업무환경을 지원하는 데스크매트 등 제품 개발 - 스마트 IoT 기기 전문기업으로써 최신 스마트 워크스페이스 제품개발 - 기존 책상 위에 얹어 사용하는 스탠딩데스크 개발(게이즈데스크 워크스테이션) - 감압센서를 내장해 서서 일할 때 올바른 자세를 지원하는 매트 개발(지이로매트) - 책상위에 올려놓고 사용하는 인공지능 비서로봇 개발(지이로) - 각종 제품들은 스마트폰과 연동되며 전용 앱으로 실시간 정보 확인이 가능
Work Space	(한국 올레비즈) 스마트워킹을 위한 워크스페이스 및 스마트페이퍼 제공 - 모바일 월드 콩그레스(MWC, Mobile World Congress) 소개 - 스마트기기를 활용한 문서 기록저장·관리·공유 지원 Work Space 구현 - 영업자료, 업무매뉴얼, 교육자료 등에서 Smart Paper 활용 - 회의 및 커뮤니케이션 업무환경에 특화된 스마트 워크스페이스 제공 - 민간 클라우드 서비스 수요(공공부문 중심) 급증에 발맞춘 시장 공략
디지털 워크스페이스	(한국 VM웨어코리아) 한국주택금융공사 디지털 워크스페이스 구현 지원 - VM웨어코리아와 굿모닝아이텍(파트너사)의 협업 - 최대 300명 동시 접속이 가능한 가상 데스크톱 환경을 구축 - 윈도우 업데이트, 백신프로그램의 중앙관리로 업무용 PC 보안 강화 - 가상 업무환경별 방화벽 정책 개별 적용 - 다양한 주택금융서비스 안전제공을 위한 클라우드 기반의 디지털 업무환경 구성

- (적용산업 및 분야) 다양한 요소기술의 결합으로 구현되는 스마트 워크스페이스(텔레워크)는 요소기술 분야별 IoT 기반의 인프라 구축 및 연계 가능
 - 스마트 워크 환경에는 커뮤니케이션, 원격업무/협업서비스 지원, 네트워크·플랫폼, 워크플로, 보안, 사용자 인터페이스, 구조 및 표준모델, 스마트콘텐츠 등의 요소기술 분야가 복합 적용
 - 스마트워크 서비스 신뢰도 제고 및 확산을 위하여 관련 시험·표준화 및 품질인증·관리 도입 필요성 증대

12 Virtual Personal Assistants (가상 비서)

- (정의) 개인의 업무 및 활동 전반에 대해 맞춤형 관리·보조 서비스를 제공하는 에이전트 관련 기술
- (목표) 단순 음성인식 지원 서비스를 넘어 개인의 업무 성향, 라이프 스타일 파악 등을 통한 적극적 관리·보조 서비스 에이전트 개발



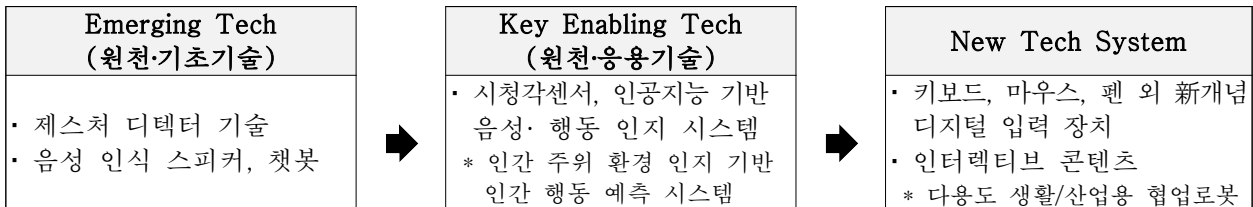
- (연구동향) 글로벌 IT 기업들은 서비스와 플랫폼 기반 확대를 위해 타 기업과 제휴, 개발 지원도구 공개 등으로 생태계 구축에 집중

구분	주요 내용
Echo	(미국 아마존) 알렉사(alexa) 기반의 블루투스 스피커 에코(Echo) 출시 - 개인비서 서비스 알렉사와 연동하여 개인 일정/날씨/뉴스 등 정보 제공, 음악 재생, 온라인 주문, 가전기기 제어 등의 기능 제공 - 타 기업 또는 개인 개발자들이 알렉사의 기능을 고도화하거나 에코와 유사한 알렉사 기반의 자체 음성인식 기기를 쉽게 개발할 수 있도록 개발지원 도구를 제공 - '16년 1월 등록된 알렉사 스킬은 130개에 불과했으나 지난 '17년 2월에는 1만 개를 돌파하며 단기간에 알렉사 생태계가 형성
구글 어시스턴트	(미국 구글) 구글 어시스턴트 - 2016년 5월 구글 개발자 컨퍼런스에서 텍스트 기반으로 대화를 주고받는 '구글 알로(Allo)'와 아마존 에코와 유사한 형태인 '구글 홈'의 두 가지 버전으로 공개 - 구글 어시스턴트는 구글 지식 그래프(Knowledge Graph)와 자연어처리, 번역, 음성 인식, 이미지 인식 기술을 활용 - 축적된 검색 알고리즘 기술력과 함께 2010년 이후 공격적인 인수합병을 통해 인공지능 역량을 확보 - '17년 4월 구글 어시스턴트 개발지원도구(SDK)를 공개
페이스북 M	(미국 페이스북) 페이스북 메신저에 엠(M) 탑재 - 사용자에게 이미지와 함께 추천 정보를 제공, 다른 앱을 실행하지 않고 예약 및 구매행위 등이 가능하도록 지원하는 것이 목표 - 페이스북 이용자들의 방대한 대화 자료를 학습하여 사용자간 대화 내용을 파악하고 개입 시점을 판단해 적절한 제안(suggestion)을 제시 - FAIR(Facebook AI Research) 외에 응용 기계학습, 자연어 처리, 데이터 과학, HCI/UX, 보안/프라이버시, 가상현실 등 11개 분야에 대한 연구조직을 설립 - '16년 4월 타기업 및 개발자들이 챗봇을 만들어 페이스북 메신저에 연동할 수 있도록 엔진 공개

- (적용산업 및 분야) 개인용도 외에도 업무용으로도 다양하게 활용되어 업무 혁신 및 생산성 향상의 도구로도 폭넓게 활용될 전망
 - 자율주행차 구현 및 의료정보 접근, 자산관리 서비스 등 다양한 분야로 확장 가능

13 Conversational User Interfaces (대화형 사용자 인터페이스)

- (정의) 인간의 음성 및 행동 등을 인지·예측·대응하는 기술
- (목표) 사용자의 음성과 행동 의도를 파악하여 디지털 입력 값을 생성하고, 향후 행동을 예측·대응하는 서비스용 협업로봇 개발



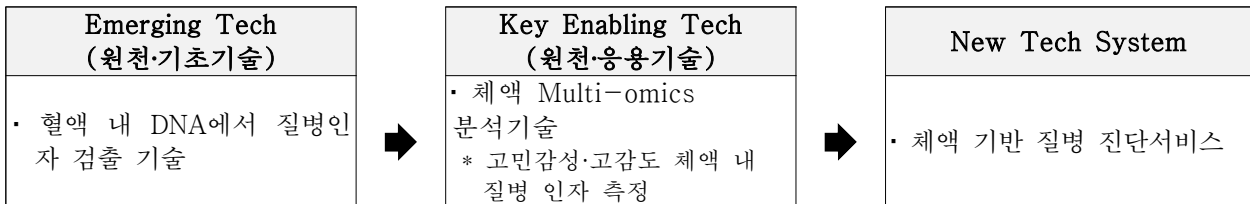
- (연구동향) ‘사용자요구-정보처리 및 분석-정보제공’으로 연결되는 패턴인식·자연어처리·시멘틱 웹·텍스트 마이닝·상황인식 컴퓨팅 등 서비스 지원기술 발전

구분	주요 내용
페이스북 메신저	(미국 페이스북) ‘F8 2016 컨퍼런스’, 메신저를 활용한 챗봇 플랫폼 공개 - 메신저를 통해 챗봇에게 대화를 요청하고 이를 처리하는 방식으로 활용 (영화추천 서비스) 영화순위, 상영영화, 개봉예정영화, 영화줄거리, 출연배우 등 검색 가능 / 장르별 영화 예매가능일 알람가능 / 주변 영화관 조회가능 (날씨정보 서비스) 나무늘보 캐릭터인 ‘날보’가 날씨질문에 대답 / 오늘의 날씨, 집콕지수 및 시간별 날씨 알람기능 지원 / 감성적으로 정보를 제공(캐릭터 구성)
파워슈트	(미국 BMW) 협업 로봇을 활용한 스마트 팩토리 구현 - 미국 캐롤라이나주 스탠버그 공장에 협업로봇 스마트 팩토리 제시 - 차체 하부 조립공정 작업에 파워슈트를 도입, 작업자에게 기계적인 힘 부여 - 근로자는 가치창출 및 특정 정밀작업과 품질관리에 중점 - 지원 시스템(협업로봇)은 격력하고 반복적인 작업 수행을 지원 2013년 생산라인에 처음 로봇을 도입한 이후, 2017년까지 약 60대 운영
협동로봇 Indy	(한국 (주)뉴로메카) 1만 불대 협동로봇 시대 선도 - 임피던스 제어를 기반으로 알고리즘 구현 및 파라미터 간 오차 최적보상 - 센서가 필요 없는 고속 실시간 Ether CAT 직접개발로 가격경쟁력 차별화 - 충돌감지·직접교시·HRI 기능이 고도화된 1만 불대 협업 로봇 개발 목표 - 연구용 및 교육용 협동로봇 생산 - 자동화 및 네트워크 회사와의 공동마케팅 추진

- (적용산업 및 분야) 사용자 맞춤형서비스로 산업전반으로의 확산이 가능하며, 향후 빅데이터 플랫폼·AI·보안기술 등의 고도화 필요
 - 개인-정보연계를 통한 E2E(Everything to Everything) 및 공유경제 활성화
 - 급변하는 대화형 UI(Conversational User Interface) 협력로봇 분야의 생태계를 고려하는 M&A 문화 조성
 - 대화형 커머스 및 O2O(online to offline), 개인비서 서비스, 엔터테인먼트 서비스, 기업용 메신저 등으로 연계적용 및 활용

14 Liquid biopsies (액체 생체 검사)

- (정의) 피, 골수액, 눈물, 소변, 땀 등 체내에서 순환 또는 배출되는 액체로부터 암 등을 비롯한 주요 질병을 진단하는 기술
- (목표) 외과적 시술을 통한 조직검사를 최소화 할 수 있는 주요 질병별 체액 조직검사 방법 및 시스템 개발



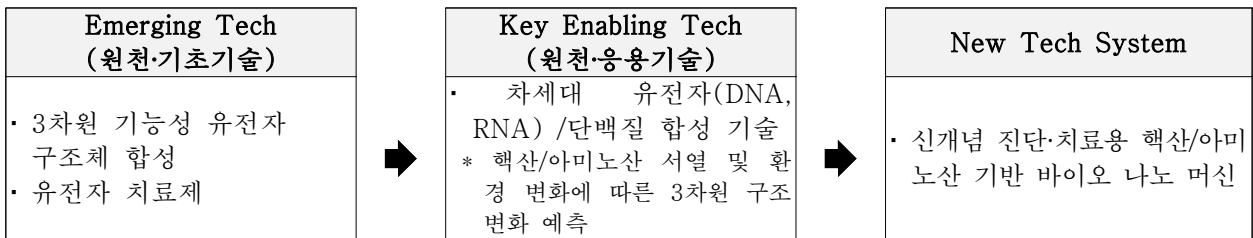
- (연구동향) 타액과 혈액 등을 활용하여 암 조기진단 및 체내 종양 진행상황, 변화 등을 실시간으로 추적하는 연구가 활발

구분	주요 내용
 타액 활용 진단	(미국 UCLA) 타액 속 폐암 바이오마커로 10분 만에 암을 진단 - 타액 속 비소세포폐암의 바이오마커를 탐색하기 위해 EFIRM(electric fieldinduced release and measurement) 장비를 사용 - EFIRM 장비를 이용해 이전 혈액에서 발견된 종양에서 나오는 엑소좀이 함유된 타액 분석을 통한 암 진단기술 개발 예정
 액체 생체검사 분석과정	(영국 캠브리지대) 실시간으로 암의 진행과 치료 효과 추적 - 액체 생체검사로 암의 진행과 치료효과 추적가능 연구결과 발표('15년 11월) - 환자의 종양세포에서 떨어져 나와 혈액 속 존재하는 작은 DNA 파편들과 종양조직의 DNA를 비교분석, 암의 진행과 치료 과정 중 나타나는 유전자 변화 패턴 일치 확인 - 체내 종양의 변화에 대해 실시간 추적이 가능한 것으로 주장 - 암의 치료 반응 또는 항암제 내성 여부, DNA 변이 발생 및 치료 후 암의 재발 등을 간단히 확인 가능
 GRAIL	(미국 GRAIL) 혈액 내 극미량 암변이를 발견 - 유전체 염기서열 분석기업 일루미나(Illumina)의 신생 계열사로, 종양에서 발생하여 혈류에 순환하는 종양유전자 탐색시 일루미나 유전체 분석기술 사용 - 미국임상암학회(ASCO Annual Meeting)에서 자사 개발 혈액 내 존재하는 암 유전체 분석기술(Ultra deep sequencing) 공개, 가능성 일부 확인('17년) - 기존 NGS 기반의 유전자 패널 검사(X500배 정도 시퀀싱) 대비 120배(~X60,000배) 시퀀싱 가능 - 건강한 사람을 대상으로 암 조기 진단을 위한 대규모 임상 시험 진행 중 - 마이크로소프트와 아마존닷컴에서 공동으로 1억 달러 투자
 알츠하이머 진단	(일본 국립장수의료연구센터, 시마즈 社 연구팀) 피 한 방울로 알츠하이머 진단하는 기술 개발 - 다나카 고이치 시마즈제약소 선임연구원 주도로 질량분석기술을 이용해 혈액 속의 베타 아밀로이드와 관련된 펩타이드를 검출 - 펩타이드의 질량이 다르다는 특징을 이용해 특정 펩타이드 구별 - 뇌에 베타 아밀로이드 축적 여부는 기존 대비 혈액 속 특정 펩타이드의 비율 분석을 통해 판단

- (적용산업 및 분야) 기존의 질병 진단 시 침습적인 방법(조직 샘플 채취 및 대장 내시경 등)을 활용하고 있는 질환 진단 방법 대체
 - 비교적 간편하게 체액을 추출함으로써 비용 절감 및 신속한 진단 확인 가능

15 Nucleic/Amino acid Nanomachine (핵산/아미노산 나노머신)

- (정의) 핵산 및 아미노산 서열에 따라 그 구동을 정밀하게 조절할 수 있는 진단·치료용 바이오 나노머신
- (목표) 핵산/아미노산 서열에 따른 복잡한 3차원 구조 변화 예측 및 해당 서열 구현 합성 기술을 통한 신개념 진단·치료용 물질 제공



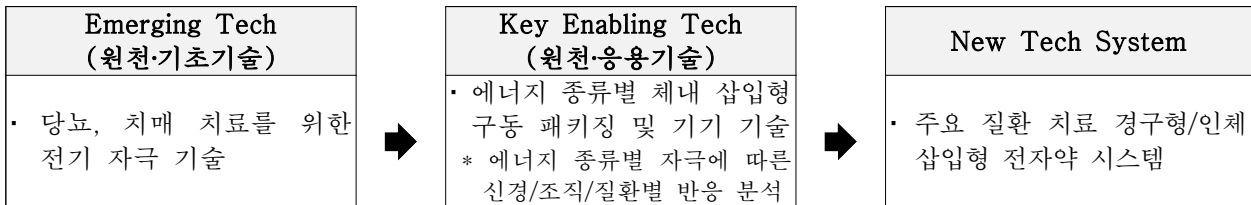
- (연구동향) 나노스케일의 핵산 및 아미노산 구조체(DNA나노머신)를 이용하여 단순 치료가 어려운 복합항암치료 및 표적치료 실현

구분	주요 내용
DNA 나노머신	(한국 IBS) DNA 나노머신을 이용한 유전자 전달 및 항암 광열치료 규명 - 필요한 곳에만 지능적으로 유전자를 전달할 수 있는 DNA 나노머신 개발 - 나노머신에 금속 나노입자와 항암치료유전자(간접 RNA)를 붙임 - 간접 RNA는 나노머신 세포에 의해 1차적으로 세포에 전달(항암효과) - 자기조립 과정으로 집약된 금 나노입자에 의해 근적외선 흡수성질 증가 - 광열치료 병행 시 간접 R&D 치료보다 2.5배 치료효과 도출
삼중복합 항암치료 나노머신	(한국 포스텍) 나노머신을 이용한 삼중복합 항암치료제 - 항암제·열·활성산소종 치료가 동시에 다각적으로 가능한 나노머신 개발 - 나노머신은 10억분의 1m에 불과한 나노구조 - (1차 공격) DNA 이중나선 사이에 항암제 보유 후, 나노머신이 암세포 내 환경에 위치했을 때 항암제 방출 → (2차 공격) 특수 DNA 반응하는 나노머신에 외부 빛을 조사해 이로 인한 열로 열에 약한 암에 대한 공격 실시 → (3차 공격) 특수 파장반응 광감제로부터 활성산소종이 발생해 암세포에 치명적 작용
DNA 나노머신	(중국 서안교통대학) 강력한 RNA 이미징을 지원하는 DNA 나노머신 연구 - 핵산 및 아미노산 구조체 재조합 과정이 살아있는 세포 내에서 발현 : 화학 변형된 2개 DNA 부분 조효소 및 1개의 기질 프로브가 RNA 반응성을 고려하여 살아있는 세포 내에서 형성 - 일반적으로 DNA 인산부위 변형은 RNA를 보존하기 어려우나, 동 실험의 RNA 보호는 표적 분해에 의해 유발된 위음성 결과 배제가 가능 - 화학적 변형 없는 DNA 시스템과 비교 시, 강력한 RNA 이미징 도출

- (적용산업 및 분야) 세포 타겟의 적합성을 높이고 연쇄적 치료를 동시에 가능케 해 진단 및 치료의 효율성 제고
 - DNA 나노머신이 특정 암세포만 특이적으로 골라 항암 치료제를 전달하도록 세포 표적을 제고방안 마련 필요
 - 하나의 나노머신을 이용해 여러 가지 치료 방법을 다양하게 조합 및 적용할 수 있어 향후 광범위한 활용범위가 기대

16 Electroceutical (전자약)

- (정의) 인체 내 에너지 자극을 통해 질병을 치료하는 시스템
- (목표) 당뇨, 치매, 심혈관 질환 등의 주요 질병 및 질환에 대해 에너지 자극을 통한 치료 가능성을 타진하고 이를 구현할 수 있는 전자약 개발



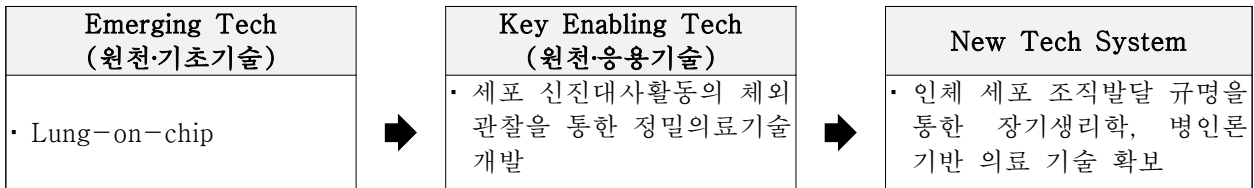
- (연구동향) 프랑스 국립인지과학연구소와 KAIST 연구성과물에서 뇌 자극과 우울증 치료에서 효과가 확인되고 있으며 글로벌 기업에서도 해당 분야 연구에 관심을 가져 상당한 투자 자금이 유입

구분	주요 내용
전자약	(프랑스 국립인지과학연구소) 전자약을 통해 치료효과 확인 - 안젤라 시리구 박사 연구진은 교통사고로 15년간 의식이 없던 환자의 신경에 3개월 동안 전자약으로 전기자극 부여를 통해 의식 확인(국제학술지 커런트 바이올로지) - 환자의 쇄골 안쪽에 있는 미주신경에 전선을 감고 전기자극을 제공, 마치 통신망의 잡음을 제거하듯 인위적인 전기자극을 통해 잘못된 신경신호를 교정함으로써 치료효과를 도출
Galvani Bioelectronics	(영국 GSK, 미국 베릴리) 생체전자의약(Bioelectronic medicine)기업 Galvani Bioelectronics 설립 발표(16.8) - GSK와 구글 자회사 베릴리는 보유 중인 지적재산권 제공 및 향후 7년간 최대 5억4,000만 파운드 투자 - 초기에는 이미 동물모델에서 입증된 제2형 당뇨병을 포함해 염증/대사/내분비 질환에 대한 임상적 증거를 수집하고 관련 소형 정밀장치를 개발(2023년 제품 승인 신청 목표) - GSK는 2012년부터 해당 분야에 대한 연구개발을 진행하고 있으며 이러한 장치들을 사용해 관절염, 당뇨병, 천식 같은 특정 만성 질환들을 치료할 수 있을 것으로 기대
Electroceutical	(국내 연세대 세브란스병원 연구진) 뇌초음파를 이용한 난치성 우울증 치료 - 뇌 초음파 수술은 우울증과 관련된 신경회로 대뇌 내포(內包) 앞쪽에 초음파를 쏘 신경 회로 작동을 멈추게 하는 방식 - MRI 대뇌 중심부 내포(우울증을 일으키는 신경회로조직)를 타겟으로 설정하여 초음파로 타겟의 온도가 섭씨 60도까지 올라가면서 신경회로 기능 상실 - 시술 후 1주일 후부터 우울증 호전 시작

- (적용산업 및 분야) 뇌, 신경세포 등과 연관된 다양한 불치병 및 만성질환의 치료에 활용
 - 천연물질 혹은 화학물질로 만들어진 기존의 약이나 의료 기술 대비 안전하고 편하게 질병 치료가 가능할 것으로 기대

17 Organs-on-chips (인체 장기 모사 칩)

- (정의) 회로를 내재한 칩 위에 인체 장기를 구성하는 세포를 배양하여 기능적 특성 및 역학적·생리적 기능을 구현하는 3차원 미세 유체세포 배양 기술
- (목표) 반도체-세포생물학 융합을 통한 인체 주요 장기가 배양된 마이크로 칩 개발로, 체외에서 세포의 생리학적 반응 연구를 기반으로 임상시험을 최소화하여 약물개발 및 독소 테스트 가능



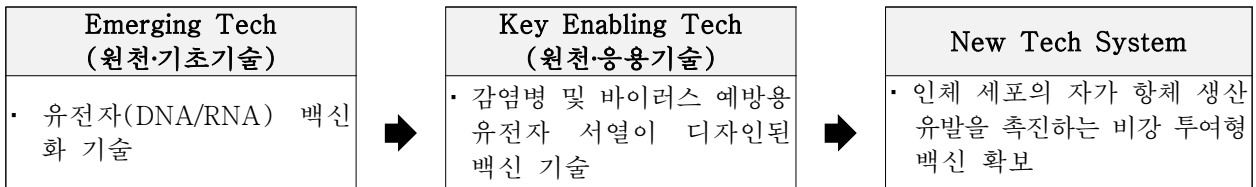
- (연구동향) 약물 동력학 연구를 위한 모델시스템 개발과 약물 효능 및 부작용(독성)을 평가를 위한 스크리닝 플랫폼 개발연구가 진행

구분	주요 내용
장기칩(HepreGen)	(미국 MIT 연구진) 인공 간 장기칩 구현 - 인공 간(Artificial liver)을 구현한 장기칩을 통하여 약물 대사반응을 실현함 - 간(肝)은 인간 장기 중에서 굉장히 복잡하고 인공적으로 다루기 어려워 신약 개발 시 가장 중요한 난관 중 하나임 - 인공 간 모델 시스템을 구현하고 이를 제품화 함(HepreGen社) - cnBio(영국), AIM Biotech(싱가포르) 등에 기술 영향력을 미침
약물 스크리닝을 위한 장기칩 플랫폼	(미국 코넬대학교 연구진) 독성평가 스크리닝 플랫폼 활용 - 특정 물질이 간에서 독성을 띄는 물질로 변환된 뒤, 장기 내에서 이동할 경우 이를 인체나 동물에서 추적하고 조사하는 것은 굉장히 어려움 - 장기칩(Organs-on-chips)에서는 특정 장기를 빼거나 더할 수 있어 다양한 메커니즘 추적 연구가 가능해짐 - 여러 가지 가설을 세워 테스트하는 테스트베드로써 활용할 수 있음
장기 미니어처칩	(미국 FDA) 인간장기 미니어처 칩으로 동물실험 대체 테스트 실시 - 신규 화합물(compound) 승인 시 독성 등의 측면에서 칩데이터가 동물데이터를 대신할 수 있는지 검토 중에 있음 - 규제기관이 직접 장기칩의 동물시험 대체성을 확인하는 세계 첫 사례임 - 장기칩이 약물을 시험하기 위해 고안되었지만, 향후 식품·화장품 등의 반응 확인에 다양하게 활용될 것으로 기대함 - 먼저 인간의 간 칩을 평가하고, 이후 신장, 소장 등으로 확대할 계획

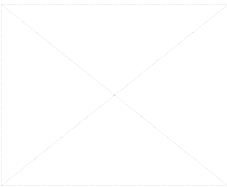
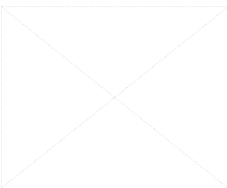
- (적용산업 및 분야) 제약 및 의료산업과의 연계·활용 가능
 - 장기칩 개발기술을 기반으로 자체 제품생산 및 제약회사와의 공동연구 실현
 - 기술 고도화에 따라 실제 생체환경 모사가 실현되어 향후 생체실험 대체 및 Human-on-a-chip 개발의 기반이 될 것으로 전망

18 Genome vaccines (유전자 백신)

- (정의) 기존 단백질 중심 백신 대신 DNA나 RNA와 같은 유전자로 만들어진 백신
- (목표) 감염병 확산에 신속 대응 및 변종 바이러스에 적용가능성이 획기적으로 향상된 유전자기반 백신 기술 개발



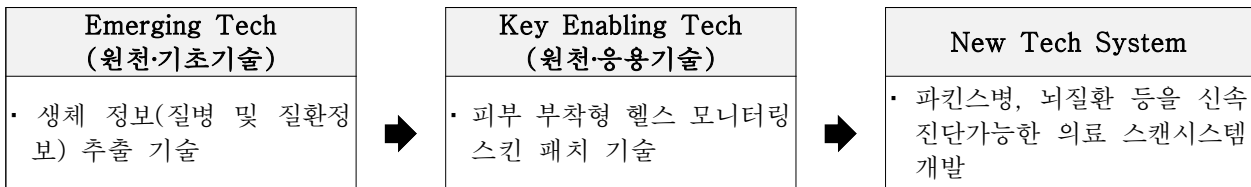
- (연구동향) Wistar Institute는 Inovio와 공동으로 말라리아 백신을 개발 중이며 펜실베이니아대는 지카 백신 후보물질 발견 등 다양한 유형의 질병에 대응하기 위한 기술개발 추진 및 임상실험 중

구분	주요 내용
 말라리아 백신 후보물질	(미국 Wistar Institute) Vaccine & Immunotherapy Center - Bill & Melinda Gates Foundation로부터 말라리아 감염 예방을 위한 DNA 기반 백신 후보물질 개발을 목표로 150만 달러 지원을 받아 Johns Hopkins Malaria Research Institute, Inovio Pharmaceuticals와 협업을 진행 - Wistar는 말라리아를 일으키는 미생물인 Plasmodium (P) falciparum의 항원을 암호화하는 합성 DNA 백신을 개발 중 - Johns Hopkins Malaria Research Institute의 경우 동물 모델에서 백신을 테스트하는 역할 수행 - Inovio Pharmaceuticals는 CELLECTRA® EP(전기천공법)를 활용하여 최적의 백신 전달 방법을 구현
 지카 백신 후보물질	(미국 펜실베이니아대) 지카 백신 후보물질 발견 - 드루 와이즈먼(Weissman D) 의대 연구팀은 지카 백신 후보 물질을 발견하여 생쥐와 원숭이에 투여한 결과 바이러스 저항 효과를 입증 - 메신저 리보핵산(mRNA)으로 불리는 변형된 유전 물질이 기반 - 지질(lipid) 기반의 나노 입자로 혈관에 전달되기 때문에 피부 바로 아래 주입할 수 있어 관리가 쉽고, 한 번만 투여해도 효과 발생 - 안전성의 우려를 낳는 생바이러스 백신과 달리 자기복제를 하지 않아 인간의 유전자 체계에 통합되지 않을 것으로 예상 - 임신한 동물과 배속 생명체에 추가 실험을 진행하여 백신의 효용성을 입증할 계획

- (적용산업 및 분야) 암 및 면역 질환 치료제 분야에 활용 가능
 - 인체 DNA나 RNA의 항체를 이용하기 때문에 일반 백신 치료 대비 간단하고 저렴하다는 이점과 더불어 체내에서 신속한 항체 제조 가능

19 Medical Tricorder (인체 검진 의료기기)

- (정의) 인체 건강 상태를 자가 진단하고 기본적인 생체 특성 정보 및 질병 여부까지 검출 가능한 미래형 진단 시스템 기술
- (목표) 체온, 심박수 등 기초 생체정보뿐만 아니라 생리적, 물리적 질환을 단시간 내 측정가능한 의료진단 시스템 개발



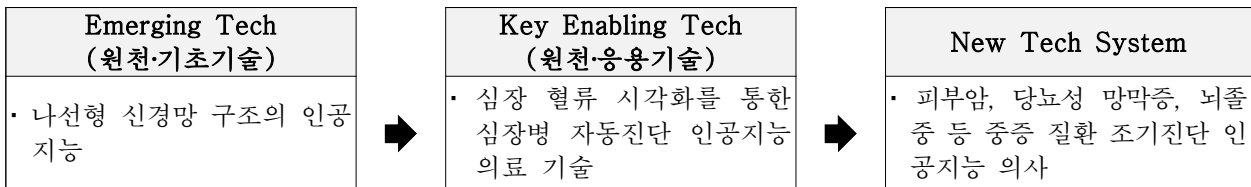
- (연구동향) 건강에 대한 관심이 증대됨에 따라 간단한 생체정보를 활용하여 실시간 개별 진단이 가능한 휴대용 스캔기기 연구 활성화

구분	주요 내용
Qualcomm tricorder xprize	(미국 Qualcomm tricorder XPRIZE) 새로운 개인용 진단기기 개발대회 개최 - 전 세계 경쟁으로 팀별 선정 및 경쟁 진행(30개국, 230팀 / 2012년 시작) - 우승 팀에게는 1,000만 달러 상금 수여 - 5가지 생체자료를 수집하여 16가지 질병에 대한 조기진단 실현 - (진단질병) 빈혈증, 심방전떨림, 만성폐쇄성폐질환, 당뇨, 결핵, 백혈병 등 - 추가적으로 자동 처방전 발행, 개인치료 연계 등의 서비스 고려 - 쿼텀밸리인베스트먼트(QVI) 1억불 펀드 지원
Scanadu SCOUT	(미국 Scanadu) 휴대용 의료장비 SCOUT 개발 및 상용화 - 미국 실리콘밸리의 기업제작 제품 - 이마에 10초 접촉 시, 혈액·심박수·심박변이도·호흡수·산소포화도·체온 등 6가지 활력 징후를 측정 - 클라우드펀딩을 통한 소싱 형태의 판매 실시 및 임상연구 연계 - 텐센트 홀딩스로부터 3500만 달러의 투자유치에 성공(2015년)
VitalPatch	(미국 Vital Connect) 수집된 생체정보를 분석해 질병예측 및 정보공유 - 가장 많은 생체재료 모니터 가능 : 심전도, 심장박동수, 심박변이, 호흡률, 스트레스, 수면단계, 수면질 등 (1분 당 수천가지 자료 프로세싱·분석·질병가능성 측정) - 클라우드 기반으로 자료저장 및 전송 등 정보공유 가능(보안우려 없음) - 생체 신호를 최장 4일까지 모니터링하는 1회용 밴드형 바이오센서 출시(바이탈패치(VitalPatch), 2016년 출시)

- (적용산업 및 분야) 자가진단·모바일 건강관리 등과 연계하여 의료 및 의료기기 산업의 효율성·편의성 증대
 - 빅데이터 기반 정보저장·관리 및 향후 사물인터넷과 연결되어 시간과 장소 제한 없이 건강관리가 가능
 - 단순 진단·측정에서 나아가 병원(의료진) 연계, 보호자 알림, 자가 치료방안 안내 등 추가적인 서비스 콘텐츠 분야 확장

20 Deep learning for visual tasks (영상 처리 딥러닝)

- (정의) 영상, 음성 판독 능력이 강화된 나선형 신경네트워크 구조의 딥러닝 인공지능 기술
- (목표) 인공지능을 활용한 암 진단, 방사선, 엑스레이 판독 등 정밀 의료진단 시스템 개발



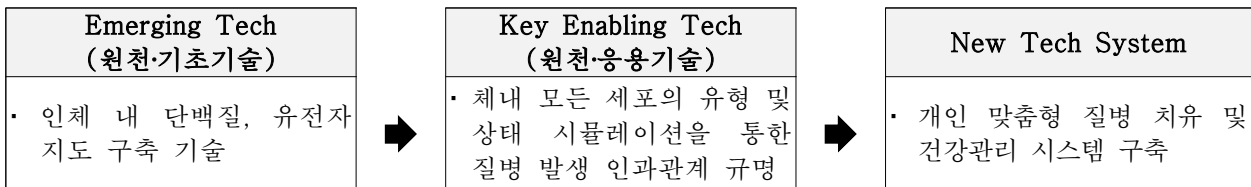
- (연구동향) 다양한 암 진단을 목표로 하는 왓슨(IBM) 외에도 스마트폰 활용 피부암 진단(스탠포드大) 기술, 유럽 승인이 완료(지브라 메디컬 비전社)된 영상분석 엔진 등의 개발 및 상용화 접근

구분	주요 내용
 IBM Watson	(미국 IBM) 왓슨 포 온콜로지(Watson for Oncology) - 폐암, 유방암, 대장암, 직장암, 위암에 적용 가능하도록 개발 2017년 내 전세계에서 발병하는 암의 80% 커버를 목표로 진행 - 환자의 진료 기록과 의료 데이터를 바탕으로 가능한 치료법을 권고해주는 역할을 수행 - 왓슨의 학습은 자동으로 이뤄지지 않으며 클라우드 형태로 서비스되어 왓슨 클라우드에 접속하여 데이터를 업로드 및 접근 가능
 피부암 진단 알고리즘	(미국 스탠포드 대 연구진) 피부암을 피부과 전문의 수준으로 정확하게 진단할 수 있는 딥러닝 인공지능을 구현 - CNN(Convolutional Neural Networks) 기술을 활용하여 방대한 양의 피부 병변 이미지를 학습 - 인공지능의 판독 성적이 피부과 전문의를 능가하는 결과 획득 - 해당 인공지능의 경우 스마트폰에서 구동 가능
 의료영상분석 (Zebra Medical Vision社)	(이스라엘 Zebra Medical Vision 社) 의료 영상 분석 엔진 개발, 유럽 승인 완료 5개 알고리즘을 이용해 CT 촬영으로 지방간, 관상동맥 칼슘 과다, 폐기종, 저 골밀도, 척추압박골절을 발견하는 의료 영상 분석 엔진 - 유방촬영술 이미지 판독 향상을 위해 구글이 이미지넷 대회에서 좋은 성과를 거둔 인셉션(Incetion) 모델 활용, 유방 엑스레이 사진을 학습 - 의료 인공지능 스타트업 기업으로 최근 2,000만 달러 투자 유치
 의료영상AI (Lunit社)	(국내 루닛(Lunit) 社) 유방 엑스선 검사, 흉부 엑스레이, 유방암 병리 데이터에 특화된 Scope라는 제품을 개발 중 루닛은 2015년 ImageNet(5위), 2016년 TUPAC(1위), 2017년 Camelyon 1위) 등 이미지 인식 기술을 평가하는 주요 국제 경연대회에서도 상위권에 랭크

- (적용산업 및 분야) 의료 영상 분석이 필요한 영상의학 진단 분야
 - 다양한 의료영상 데이터 학습을 통해 병변의 특징을 일반화시킴으로써 진단의 특이도와 민감도 향상에 기여 전망

21 The Human Cell Atlas (인간 세포 도감)

- (정의) 체내 세포의 종류와 기능, 생물분자 위치 등을 파악하여 생명공학과 의학 분야 연구에서 중요한 정보를 제공하는 기술
- (목표) 단일 세포에 대한 유전자, RNA, 단백질, 대사체, 신진대사 활동 정보 관독을 위한 도구개발 및 생산된 정보의 오픈 데이터플랫폼 구축



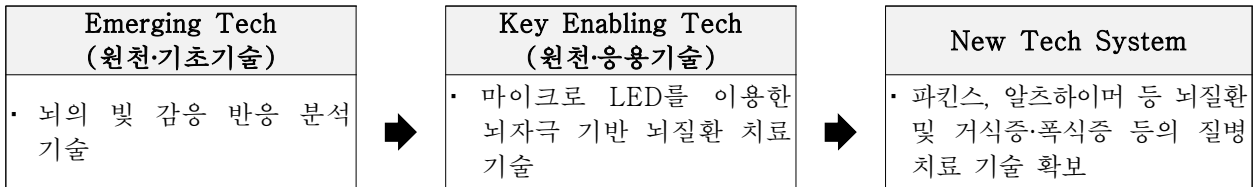
- (연구동향) 게놈(유전체), 전사체(유전자로 만든 RNA), 프로틴(단백질), 대사체(당, 지방산, 아미노산 등), 흐름체(다른 조건 하에서 속도가 다를 수 있는 대사반응) 등을 탐구하는 개별 연구들을 통합하고 그 결과를 ‘인간 세포 도감(The Human Cell Atlas)’에 반영

구분	주요 내용
 Human Cell Atlas	(미국 HCA) 인체조직의 모든 세포 규명 - 인간 세포 도감(Human Cell Atlas) - 인간 세포 도감(Human Cell Atlas) 프로젝트 창설 기획 회의 (2016.10) - ‘첸 저커버그 이니셔티브(Chan Zuckerberg Initiative)’ 등이 후원 - 현재 1000만개 이상의 이미지 생성, 전문 병리학자 주석 확보 - 30개 세포구획 및 여러 세포 소기관 내 1만2000개 이상 단백질 위치에 대한 고해상도 지도 구축 - 관련 연구결과는 데이터베이스로 구축 및 공유
 Brain Initiative	(미국 HCA) 뇌 및 신경계 매핑 연구 진행 - 두뇌와 신경계를 탐색하기 위한 차세대 기술개발 및 혁신적인 계획에 자금을 제공 - 브레인 이니셔티브(BRAIN Initiative)는 단일 세포 게놈 분석을 사용하여 포유동물의 뇌 세포 유형을 특징짓는 일련의 프로젝트를 지원 - 인간세포지도 완성 시, 인간 두뇌와 신경계의 세포 유형 보완을 실시
 Human Cell Atlas	(미국 HCA) 인간 발달 세포지도 (Human Developmental Cell Atlas, HDCA) 구현 - 인간 세포 도감의 일부로 특히 발달세포에 집중 연구함 - Wellcome Trust and MRC와 Human Developmental Biological Resource 협력 - Wellcome Trust Sanger Institute (WTSI)와 Newcastle University 참여

- (적용산업 및 분야) 생명공학 및 의학 분야와 연계함으로서, 신규 치료법 개발과 개인 맞춤형 건강관리 실현
 - 신체별 모든 유형과 상태를 시뮬레이션하고 질병발현 과정 분석
 - 뇌 및 신경계, 상피조직, 암, 발달세포 분야 등에 연구결과 적용

22 Optogenetics (광유전학)

- (정의) 빛과 유전학을 결합해 뇌 신경세포의 활동을 조절하는 기술
- (목표) 빛을 이용 뇌자극을 통한 기억이식 및 뇌질환 치료기술 개발



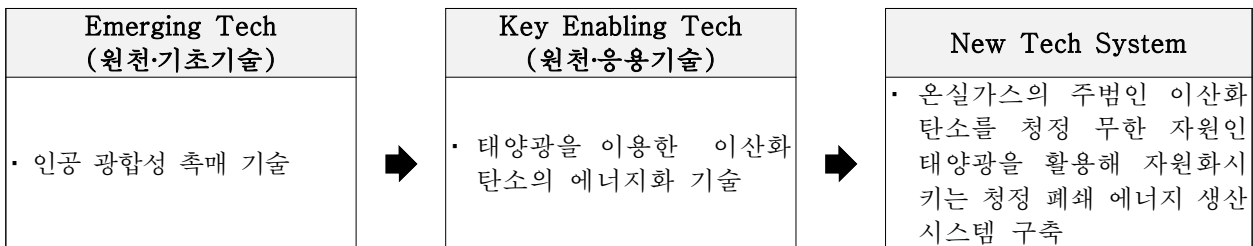
- (연구동향) 국내외 대학들을 중심으로 동물모델을 활용하여 자폐증 등의 질환 연구 및 움직임과 기억력 등을 제어하는 테스트 진행이 활발

구분	주요 내용
 뇌 세포 활성화 조절하는 빛	(미국 스탠포드 대학) 자폐증을 발현시킨 생쥐를 옵토제네틱스로 제어 - 칼 데서로스(Karl Deisseroth) 교수팀은 생쥐를 대상으로 빛에 민감한 단백질을 발현시키고 이후 빛을 이용하여 특정 뉴런을 켜고 끌 수 있게 하여 자폐증을 발현시킨 생쥐를 제어('17년 8월) - 변이 생쥐의 경우 푸른빛의 섬광에 노출시킨 상태에서 낮선 쥐가 있는 우리에 넣자 해당 변종 쥐는 새로운 쥐에 바로 다가가 정상 쥐와 마찬가지로 많은 시간을 상호작용에 사용
 초소형 신경조절 장치	(미국 콜로라도 대학 연구팀) 무선 원격으로 동물의 신경회로에 약물과 빛 자극을 줄 수 있는 다기능성 신경 탐침 무선장치 개발 - 뇌의 신경회로에 초소형 장치를 연결하고서 신경질환 치료용 약물의 투여를 원격으로 조정할 수 있는 무선 장치 - 조절 대상으로 삼은 신경회로 지점에 쏘는 탐침을 머리카락보다 얇게 만들고, 쉽게 휘어지는 유연한 약물전달 미세유체관 그리고 빛 자극을 주어 신경세포 활성을 일으키는 초소형 LED)를 이용 - 해당 연구결과는 저널 '셀'에 발표('15년 7월)
 칼슘이온채널 활성화 기술	(국내 카이스트) 빛을 활용한 생쥐의 기억력 2배 향상 - 허원도 교수팀은 세포의 칼슘 농도를 조절해 생쥐의 기억력을 2배로 높이는데 성공('15년 9월) - 칼슘이온채널 활성화 기술(OptoSTIM1)을 개발한 연구로 리모컨으로 전자기기를 켜고 끄거나 기능을 조작할 수 있듯이, 연구진이 만든 융합 단백질에 빛의 강도와 노출 시간을 달리하여 칼슘이온의 유입량과 세포 내 잔류시간을 조절

- (적용산업 및 분야) 각종 뇌질환(알츠하이머, 뇌전증 등) 및 퇴행성 신경 질환 분야에 활용
 - 신경세포, 암세포를 비롯한 다양한 세포에서 일어나는 메커니즘을 규명하여 동물 세포를 정교하게 제어함으로써 시각장애 및 정신질환을 포함한 각종 질환 치료 기대

23 Liquid fuels from sunshine (태양광 액체 연료 전환)

- (정의) 태양광 활성화 촉매를 이용하여 물분자를 산소와 수소로 쪼개고, 발생된 수소가 이산화탄소와 결합해 탄화수소 에너지로 전환케 하는 기술로 이산화탄소를 직접 액체연료로 바꾸는 인공 잎 기술
- (목표) 자연광합성(효율<1%)을 능가하는 인공광합성(효율>10%) 기술을 이용한 액체 연료 생산 기술 및 자원화 시스템 구축 기술개발



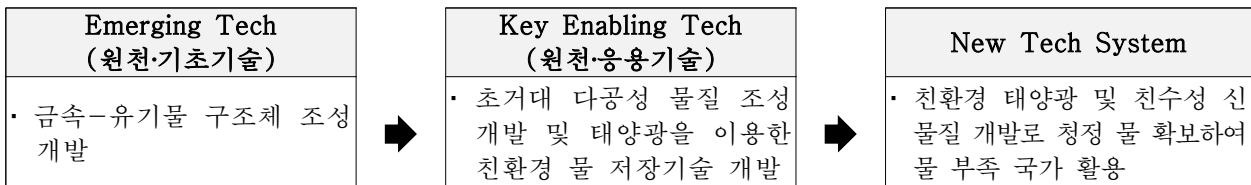
- (연구동향) 식물의 광합성 과정을 인공적으로 모방하여 무기물에서 저장 가능한 유기물 연료를 얻어내고, 그 효율성을 높이는 기술개발 추진

구분	주요 내용
Joint Center for Artificial Photosynthesis	(미국 JCAP) 태양빛, 물, 이산화탄소만으로 연료를 생산하는 비용 효율적 방법 발굴 - 미국 인공광합성공동연구센터(Joint Center for Artificial Photosynthesis) 운영 - 캘리포니아공대(Caltech) 및 로렌스버클리국립연구소(LBNL)에 주요 센터 설치 - 미국에너지부(DOE)의 지원으로 국가 프로젝트로 연구 진행 - 콜로라도 재생에너지연구소(NREL)의 연계 프로젝트 진행 중 - 이산화탄소를 직접 액체연료로 바꾸는 인공 잎 기술로, 토양에서 식물 생장을 촉진하는 물질을 만드는데도 활용 ‘액체연료제조기술’은 세계경제포럼에서 2017년 10대 미래유망기술로 선정
인공잎	(미국 하버드대) 1세대 인공나뭇잎 - 촉매를 활용하여 아이소프로판올(Isopropanol) 제조 - 기존 니켈 몰리브덴 아연 합금 (nickel-molybdenum-zinc alloy) 촉매의 유효성을 개선한, 코발트-인 합금촉매(cobalt-phosphorus alloy) 설계로 효율개선(1%→10%) - 추가적으로 아이소부타놀이나 아이소펜타놀(isobutanol and isopentanol) 같은 다른 화학 물질도 같이 합성
2세대 인공나뭇잎	(한국 울산과학기술원) 2세대 인공나뭇잎 개발 - 태양전지와 광촉매를 묶어 에너지 효율을 높인 인공 나뭇잎 개발 1세대 인공 나뭇잎보다 높은 수소 전환율(5%) 기록 및 구조개선 실시 - 광촉매로 미스무스 바나데이트를 사용해 경제적이고 안정한 결과 도출 - 보조전지로 기존 실리콘 전지보다 저렴한 페로브스카이트 전지 사용

- (적용산업 및 분야) 인공광합성 효율을 높이기 위한 다양한 소재 및 촉매산업(광촉매, 물산화촉매, 이산화탄소 환원촉매 등) 확장을 기대
 - 태양광에 기인한 액체연료 생산기술은 친환경기술로, 신재생에너지 산업 및 바이오 리파이너리 연구를 지원하여 기후변화대응을 실현

24 Harvesting clean water from air (공기중 청정수분 포집)

- (정의) 다공성 구조의 금속-유기물 구조체를 이용해 공기 중 수분을 깨끗한 물로 전환하여 획득하는 기술
- (목표) 친수성 높은 금속-유기물이 결합된 내부표면적이 다공성 제오라이트의 10배가 넘는 다공성 결정체 개발 및 이를 이용한 수분 포집 물질 개발



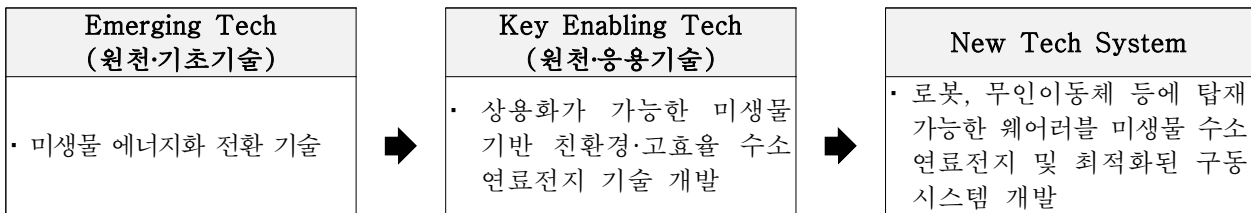
- (연구동향) 독특한 화학 및 구조적 특성의 물질을 활용하고 태양광을 구동 에너지로 활용하여 물을 채집할 수 있는 기술개발 추진

구분	주요 내용
물 채집기	(미국 MIT & Berkeley 연구진) 태양광으로 움직이는 물 채집기 개발 - 버클리 대학 연구진이 만든 특수재료인 MOF(metal-organic framework)를 이용하여 물 채집기(Water harvester)를 개발('17년 4월) - 20~30퍼센트의 습도 아래에서 1 Kg의 MOF를 사용하면 12시간 간격으로 2.8 리터의 물을 추출 - MOF를 향상시키고 밤에도 습도를 물로 바꿀 수 있는 시스템 추가 개발 중
솔라 패널 장치	(미국 제로매스워터(Zero Mass Water)社) 대기의 수분을 채취해 물을 만들어내는 솔라패널 장치를 개발 - 솔라패널 장치 뒷면에는 공기 중의 수분을 채취해 물을 만들 수 있는 필터와 채수 장치 그리고 탱크가 내장되어 있음(4인 가족이 생활 가능). - 시제품을 공개하여 몇몇의 투자자들로부터 700만 달러를 유치함. - 시리아 난민들과 요르단 빈민촌에 식수를 공급하기 위해 이 솔라패널 장치 보급
Fontus	(오스트리아 비엔나대학) 자전거를 활용하여 대기의 수분을 물로 전환 - 산업디자인을 전공하는 Kristof Retezar(학생)이 폰터스(Fontus) 시스템 개발 - 자전거가 달릴 때 발생하는 바람의 공기를 급속하게 냉각시켜 수분을 채취하는 방식 - 필요한 전력은 태양열을 활용

- (적용산업 및 분야) 물 부족 이슈가 대두되는 지역 및 식수 산업으로 적용 가능
 - 건조한 기후에서도 공기 중 물 포집이 가능해지므로 물 부족 지역에서 활용 기대

㉔ Systems Metabolic Engineering (대사공학)

- (정의) 미생물의 대사작용을 통해 다양한 화학물질 및 연료를 친환경적으로 생산하는 기술
- (목표) 상용화가 가능한 수준의 미생물 기반 웨어러블 수소 연료전지 개발 및 이를 이용한 로봇, 무인이동체 구동 시스템 개발



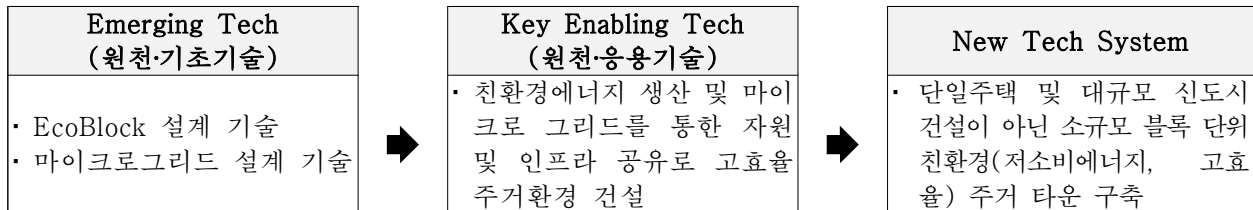
- (연구동향) 대사공학의 발전에 따라 합성생물학, 시스템생물학, 진화공학 등을 활용하여 원하는 물질을 생성하는 생물학적 시스템 구현

구분	주요 내용
시스템대사공학 개념도	(한국 KAIST) ‘네이처 케미컬 바이올로지’ 온라인판 리뷰논문 등재 - 시스템 대사공학 부분에 대한 창시(KAIST 생명화학공학과 이상엽 특훈교수) - 미생물의 체계적인 시스템을 기반으로 대사공학을 통해 다양한 화학물질, 연료, 고분자 등을 친환경적으로 생산 - 시스템 대사공학의 체계적 수행을 위한 지침 - 전 세계에서 진행되는 바이오 리파이너리 개발속도 향상에 기여 - 세계경제포럼(WEF)이 선정한 “올해 떠오르는 10대 기술” 선정(2016년)
방선균의 시스템 대사공학	(한국-덴마크) 항생제 생산을 위한 방선균의 시스템 대사공학 활용 - 한국(KAIST/생명화학공학과)-덴마크(DTU/노보 노르디스크 센터) 공동연구 - 방선균으로부터 항생제를 효과적으로 생산하기 위한 방선균 시스템 대사공학 연구 - 방선균을 활용한 다양한 항생제 생산 및 대사공학 전략 모식도 발굴 - ‘트렌드 인 바이오테크놀로지 紙(Trends in Biotechnology)’ 발표(2014년)
색소체 형질전환연구	(독일 분자식물생리학연구소) 색소체 형질 전환과 대사 공학 응용연구 추진 - 색소체의 새로운 선별 마커와 유도 발현 시스템 개발 - 최적의 대사 생산물 도출을 위하여 유전자 재조합 및 대사조절 실시 - 대사경로의 추적 및 전략적 조절 구현 가능 - 최종적으로 새로운 대사반응 및 조절과정의 응용분야 개척

- (적용산업 및 분야) 석유화학산업으로의 연계성을 강화하여 바이오 연료 및 바이오 화학 물질의 대량생산을 실현
 - 친환경적 생산기술로 기후변화 등의 환경문제에 대안으로 활용
 - 타깃 물질에 대한 맞춤형 대사공학 전략구성 및 구현이 가능

26 Sustainable design of communities (지속가능한 공동체)

- (정의) 공동생활권에서 에너지와 물 등을 절약하는 기술들이 연결·시스템화되어 우리 사회의 지속가능성을 높이는 기술
- (목표) 도시 디자이너, 공학자, 사회과학자 등의 전문가와 지자체간 협업을 통해 지역사회의 청정에너지 생산 및 마이크로 그리드를 통한 인프라 공유, 폐기물 리사이클링으로 지속가능한 청정 생활 생태계 구축



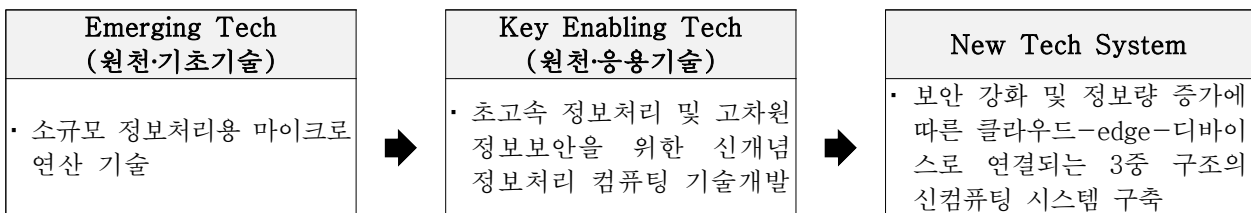
- (연구동향) 대학 및 단체 주도로 프로젝트가 진행되고 있으며, 소규모 지역을 대상으로 재생 에너지를 활용하여 인프라 비용을 회수하는 형태로 추진

구분	주요 내용
 Eco-Block 프로젝트	(미국 버클리대) Oakland Eco-Block 프로젝트 - 시, 주 및 연방 정부, 학계, 민간 기업, 비영리 단체 및 풀뿌리 조직의 도시 설계자, 엔지니어, 사회 과학자 및 정책 전문가 등이 참여 - 금문교(Golden Gate Bridge) 인근의 중저 소득 지역에 30~40개 오래된 주택을 개조할 예정 - 화석 연료와 물 소비량 및 온실가스 배출을 획기적으로 줄이기 위해 현존하는 기술들을 적용하는 것을 목표 - 인프라 비용의 경우 운영 경비를 통해 절감함으로써 해당 비용을 회수할 수 있을 것으로 기대
 제로넷에너지 프로젝트	(호주 Consortium of Energy Group) 호주 최초의 Zero-Net Energy Town - 재생 가능한 자원으로 생산한 전기를 지역에 저장하고 분배하는 소규모 전력 시스템 - 뉴사우스웨일스주 뉴잉글랜드 농촌지역을 중심으로 추진 - 호주 내 녹색에너지 컨소시엄, 지역 커뮤니티, 학술 그룹 등 다양한 조직들의 참여를 통해 15년 10월 '제로넷에너지타운' 청사진을 공식 발표

- (적용산업 및 분야) 주거 건축, 에너지·환경 및 수처리 산업 등과 연계하여 도시건축 및 재생산업 고도화
 - 친환경 기법 도입과 더불어 물과 에너지 소비를 최소화한 주거 타운 구축
 - 해당 지역에서 사용한 물의 경우 하수도를 통해 흘러보내지 않고 현장에서 처리한 뒤 이를 다시 해당 지역에서 소비

27 Edge Computing (엣지컴퓨팅)

- (정의) 데이터 소스 근방의 네트워크 에지에서 데이터 처리를 수행하여 클라우드 컴퓨팅 시스템을 최적화하는 방법
- (목표) 기존 클라우드 컴퓨팅에 걸리는 부하 및 처리시간을 획기적으로 감소시키고, 수집 정보 근방에서의 계산으로 정보보안 능력을 크게 개선 가능한 정보수집 및 처리 체계 기술 개발



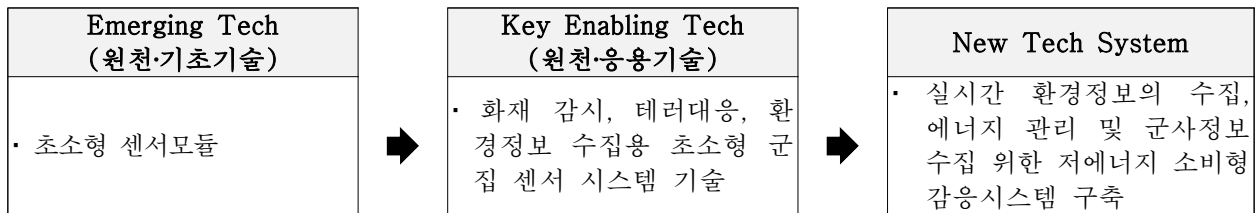
- (연구동향) 빅데이터 처리 및 클라우드 컴퓨팅 시스템 성장에 발맞춰 안정성과 즉시성을 보완한 엣지 컴퓨팅 기술의 연구가 활발

구분	주요 내용
Edge Computing Test Zone	(미국 AT&T) 실리콘밸리에 Edge Computing 테스트구역 개설 - 실리콘밸리 Palo Alto에 AT&T 및 외부 개발업체(모든 기업 가능)가 사용 가능한 엣지 컴퓨팅 테스트구역 개설(2018년 예정) - 초기 테스트 구역 면적은 몇 km² 수준으로 예상 - 우선적으로 AR/VR, 드론, 자율주행차 등의 연구주제에 우선순위 부여 - 초반 4G LTE 사용 후, 2018년 말까지 5G로 업그레이드 예정
스마트팩토리	(일본 도시바) '마이스터(Meister)' 시리즈를 활용한 스마트팩토리 실현 - 엣지 컴퓨팅을 현장과 IT 기술을 연결해주는 '연결고리'로 인식 '생산 현장→엣지 컴퓨팅→IT 관리'로 이어지는 스마트팩토리 시스템 구축 - 제조 현장에서 발생하는 제품 기획, 설계, 생산, 운전, 보수 등의 모든 정보를 체계적으로 수집·축적하고 이를 생산 현장에 즉각 활용
엣지컴퓨팅 기반 자율주행자동차	(일본 도요타) 오토모티브 엣지 컴퓨터 컨소시엄 출범 - 인텔, 덴소, 에릭슨, NTT 도코모 등과 협업체계 구축 - 도요타는 2025년 커넥티드카와 클라우드 사이의 데이터량이 약 1조 1000억 기가바이트에 이를 것으로 추정(현재의 약 1만 배 해당) - 차량에서 발생하는 다량의 데이터를 엣지 컴퓨팅을 활용해 처리함으로써 고객에게 새로운 서비스 제공

- (적용산업 및 분야) 기존 클라우드 컴퓨팅 분야와의 균형발전을 실현하여 산업 분야별로 요구되는 특성에 따라 맞춤형 적용 가능
 - 자율주행차 및 무인항공기의 빅데이터를 빠르게 처리해 안전성을 구현하고, 제조현장 기계부품의 예측·자동화 효율을 높여 스마트팩토리 실현
 - 지리적 한계성을 갖춘 시추시설 및 사막지역 등을 연계하고, 즉각적인 데이터 반응을 요하는 증강·가상현실 분야에 활용

28 Smart Dust (스마트 초소형 센서)

- (정의) 먼지크기의 초소형 센서와 무선통신을 통해 온도·빛·진동뿐만 아니라 주변 물질의 성분까지 감지하고 분석할 수 있는 초소형 정보수집 및 네트워킹 기술
- (목표) 알갱이 형태로 공기중 부양가능고 센서, 통신모듈, 전원을 포함한 MEMS 기반 초소형 센서 시스템 개발



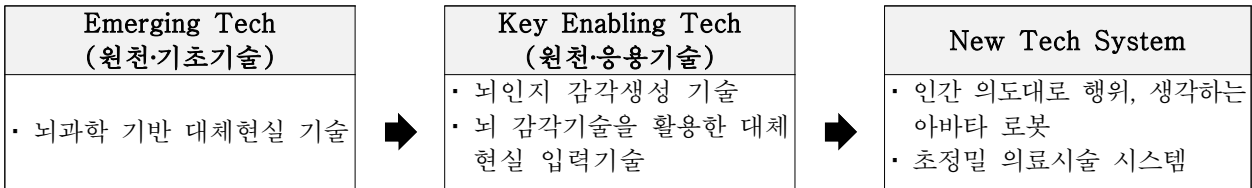
- (연구동향) 대학과 연구기관을 중심으로 센서 및 제어회로, 양방향 무선통신 모듈 등이 내장된 초고집적 반도체 및 MEMS 기술개발 추진 중

구분	주요 내용
 산불예방에 이용되는 스마트 더스트	(네덜란드 TWENTE 대학) 스마트 더스트 센서 네트워크 프로젝트 - 산불 예방을 위한 스마트 더스트 연구 진행 - 산에 뿌려져 있는 스마트 더스트들이 무선으로 네트워크를 형성, 실시간으로 모니터링 센터에서 감지할 수 있도록 정보를 전달
 HI-MEMS	(미국 DARPA) HI-MEMS(Hybrid Insect Micro-Electromechanical Systems) - 살아있는 곤충에 전자칩을 이식해 이를 원격조종하고 무기로 활용하려는 프로젝트 - DARPA는 수년간의 준비기간을 거쳐 2007년 1월 미국의 미시간대, 메사추세츠공대(MIT), 보이스 톰슨 연구소와 함께 공동 프로젝트 출범 - 인간이 접근하기 어려운 위험한 지역에서 생화학무기나 방사능 탐지, 도청 등 정찰활동에 투입을 목표
 M3	(미국 Michigan 대학) 초소형 컴퓨터인 M3(Michigan Micro Mote)를 개발 - Smart dust를 위한 MCU 내장 SoC 시스템을 1x3x2mm 수준의 시제품 개발 성공('15년 4월) - 연구팀은 컴퓨터의 크기를 줄이기 위해서 사용 전력 최소화 구현을 통해 배터리와 전체 기기 크기 소형화 - M3는 몇 개 층의 칩으로 이루어져 있는데, 앞층은 센서, 그 다음 층은 라디오 칩, 중간층은 마이크로프로세서와 메모리이며, 뒤층은 배터리로 구성

- (적용산업 및 분야) 대기/환경 산업, 제조업, 방위 산업 등에 활용
 - 기상 및 우주 환경 변화 등을 실시간 모니터링 가능
 - 제품의 품질 감시 및 재고 조절 등을 통한 유통 경로 관리
 - 병력 및 장비의 이동감지 등 군사 방위 네트워크 구축

29 Substitutional Reality (대체현실)

- (정의) 뇌과학 연구를 기반으로 사람의 인지과정을 왜곡시켜 가상세계에서의 경험을 실제처럼 인식하게 하는 기술
- (목표) 현실을 완벽히 구현하기에 한계가 있는 VR/AR 기술을 뛰어넘어 사이버-물리계의 확장을 통해 물리적으로 떨어진 다양한 객체 (인간, 기계 등) 간 원활한 교류를 지원하는 원격존재, 아바타 구현



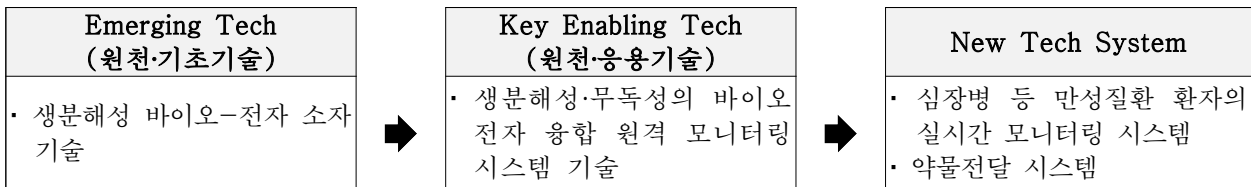
- (연구동향) IT기기, SW, 콘텐츠 등에 활용되는 기존 가상현실 구현기술의 고도화와 인자·뇌과학 기술의 융합을 요구
 - 알츠하이머 등 인지능력 개선을 위한 의료적용 기술개발

구분	주요 내용
 SRS 개념도	(일본 RIKEN) 대체현실 시스템 플랫폼 개발연구 - 일본 이화학연구소(RIKEN) 내 뇌과학연구원(BSI: Brain Science Institute) - 대체현실시스템(Substitutional Reality System, SRS) 구현·활용에 있어서 현실성을 부가하고 정밀도를 높이기 위한 연구 진행 - 참가자 시각을 반영한 센서, 카메라, 모듈 등을 종합 적용하는 기술 연구
 알츠하이머 질환을 지닌 실험쥐 뇌영상	(미국 MIT) 쥐의 기억 조작실험 성공 - ‘(일본)리켄(RIKEN, 이화학연구소)-(미국)엠아이티(MIT) 신경회로 유전학센터’ 공동연구 - 알츠하이머 질환모델 실험쥐의 뇌 기억 신경세포(뉴런)들의 연결지점(spines)을 활성화하는 인위적 자극을 가했더니 경험 기억이 복원 - 알츠하이머 질환의 기억장애가 기억저장의 문제에서 비롯한 게 아니라 저장된 기억을 끄집어내는 과정의 문제에서 비롯할 가능성 제기 - 알츠하이머 초기 환자의 기억 상실 증상을 치유하는 방안 모색

- (적용산업 및 분야) 의료·보건(정신·심리치료), 교육 및 엔터테인먼트 산업으로의 대체현실 서비스 연계 실현을 통하여 신규 사업으로 확장 가능
 - 실제와 동일한 수준의 구현이 가능하여 몰입도 향상 및 효과 증대에 따른 의료 및 교육분야에서의 활용도 기대
 - 대체현실 콘텐츠 개발을 위해서는 기술적 이해를 기반으로 다학제적 융합이 필수적(창의력, 인문학적 지식, 전문지식 등)

30 Transient Bio-electron system (조건부 바이오·전자 시스템)

- (정의) 생체신호를 모니터링하기 위한 체내 삽입형 전자디바이스 기술로 체내에서 분해/흡수 가능하고 무해한 전자소재로 구성된 전자기기 구현 기술
- (목표) 프로그래밍 가능한 transient 소재 개발 및 이를 집적화한 인체 삽입형 모듈 개발을 통한 체내 생체 정보 모니터링 기술 개발



- (연구동향) 인체 기능을 보조, 모니터링할 수 있는 초소형 인체 삽입형 센서 개발 진행하고 있으며, 구글의 경우 웨어러블 장치와의 연동 고려
 - 뇌를 비롯하여 신체 곳곳에 인체 부작용을 최소화할 수 있는 생체 적합성 소재 및 구동 전원에 대한 연구 진행

구분	주요 내용
 구글의 인체 삽입형 진단 기기 특허	(미국 구글) 압타머 기반의 센서, 삽입형 기기와 감지 시스템 특허 - 몸 안에 삽입한 센서가 질병의 징후를 미리 파악하는 기술에 대한 특허 출원(압타머는 질병 진단에 이용하는 차세대 바이오 물질) - 피부 진피 내 삽입된 진단 기기는 센서를 통해 인간의 혈액, 땀, 간질액 등을 분석, 생리적 지표를 모니터링 - 진단 기기 내 안테나가 있어 센서가 얻은 정보를 무선신호로 전송 - 관독 기기는 센서에 동력을 공급하고 시스템의 작동을 제어
 Neural Dust	(미국 UC 버클리 연구팀) 먼지 크기의 인체 삽입형 센서 개발 - 쥐의 근육과 말초 신경에 이식하여 생체 내 전기 생리학 기록을 얻을 수 있는 초소형 무선 센서인 ‘뉴럴 더스트(Neural Dust)’ 관련 논문 발표 - 센서크기는 모래알 크기 정도, 향후 크기를 50 마이크로미터 이하까지 줄일 계획 - 센서는 압전 수정(piezoelectric crystal)을 통해 에너지를 획득(음파 등의 진동으로부터 전기를 생성해 이를 이용하는 방식) - 현재 외부는 의료용 에폭시로 덮여있으나 향후 생체적합박막(biocompatible thin films)을 적용할 예정(체내 10년 이상 동작 기대)

- (적용산업 및 분야) 특정 만성 질환 치료 및 모니터링에 활용
 - 인체 삽입 진단기기를 통해 질병의 징후를 사전에 파악하거나 센서 이식 부위의 신체 활동의 실시간 관찰 가능
 - 이를 기반으로 데이터베이스 구축을 통해 효율적인 치료법 탐색 기대