

관리번호			2026-정보-융합기술-7- 품목공모-03	RFP 유형코드	목적·내용	성과물 특성	지원유형
					R	0	1
					원천연구	이론·기술의 정립 및 검증 (TRL 2~4)	일반연구개발
국가전략연구 기획평가전문분야		PM분야	정보·융합기술	RB분야	전자정보 나노·소재	RB 세부분야	-
					생체융합		
사업명		미래개척융합과학기술개발사업 - 미래융합융합기술파이오니어(도전형)					
RFP명		다중 신경표적 비침습 감각변환형 인간증강 센서-인터페이스					
		(TRL : [시작] 2단계 ~ [종료] 4단계)					
지원 정보	지원기간	2026.07 ~ 2031.12		정부지원금	3,800백만원		
	1단계 (1차년도)	2026.07 ~ 2027.12 (2026.07 ~ 2026.12)		1단계 (1차년도)	600백만원 (200백만원)		
	2단계	2028.01 ~ 2029.12		2단계	1,600백만원		
	3단계	2030.01 ~ 2031.12		3단계	1,600백만원		
	주관기관유형	■ 제한없음 □ 대학/출연(연)/국공립연/특정연 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인					
	주관기관 외 필수참여기관	■ 제한없음 □ 기업 □ 기타 비영리법인(병원 등) □ 외국법인					
키워드	한글	감각신경, 비침습, 인간증강, HMI (human-machine interface)					
	영문	Sensory nerve, non-ionvasive, human argumentation, HMI (human-machine interface)					

1. 추진배경
<p>○ 추진근거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 과학기술기본법 제11조(국가연구개발사업의 추진) - 과학기술기본법 제17조(협동-융합연구개발의 촉진) - (국정과제 28) 세계를 선도할 넥스트(NEXT) 전략기술 육성 - 제4차 융합연구개발 활성화 기본계획(23.12) - 국가전략기술 육성에 관한 특별법 및 「국가전략기술 육성 기본계획(안)」, 「국가전략기술 체계고도화 방향(안)」 - 혁신적·도전적 R&D 육성 시스템 체계화 방안(24.03, 혁신도전형 R&D) <p>○ 세부 추진배경</p> <ul style="list-style-type: none"> - 최근 AI, 로봇, XR 기술의 발전으로 인간과 기계 간 협업 환경이 확대되고 있으며, 원격 로봇 조작, 자율주행, 재난 대응, 의료 수술 등에서는 복잡한 상황 정보를 빠르고 정확하게 인지하고 반응하는 것이 중요함. 특히, 휴머노이드 로봇, 원격조작 로봇, 재활·수술 로봇, VR/AR 시스템의 고도화에 따라 로봇 또는 기계가 인지한 외부 환경 정보를 인간 사용자가 자연스러운 감각으로 전달받는 인간증강 센서-인터페이스 기술의 중요성이 증가하고 있음 - 현재 로봇 및 웨어러블 시스템은 카메라, 힘센서, 촉각센서, 관성센서 등을 통해 환경 정보를 취득할 수 있으나, 이를 인간의 말초신경계가 구분 가능한 감각 형태로 실시간 변환·전달하는 기술은 초기 단계임 - 기존 촉각 피드백 기술은 진동자, 단일 압력 피드백, 범용 TENS/EMS 전기자극 등 단순 자극 방식 중심으로 개발되어 광/거리, 접촉, 압력, 인장, 온도, 습윤도 등 복합 감각 정보를 동시에 표현하는 데 한계가 있음 - 원격 로봇 조작 또는 휴머노이드 상호작용 환경에서는 로봇이 인지한 시각·촉각·환경 정보를 사용자의 손과 팔에서 즉각적으로 느끼게 하는 양방향 감각 인터페이스가 필요하나, 현재 기술은

<p>센서부, 신호처리부, 자극부가 분리되어 페루프 감각변환을 실증하지 못하는 경우가 많음</p> <ul style="list-style-type: none"> - 화재·폭발 위험 지역, 고전압 설비, 방사선·화학물질 취급 현장, 대형 제조·건설 현장 등 고위험 산업 환경에서는 인간이 안전거리를 확보한 상태에서 휴머노이드 또는 원격 로봇과 감각적으로 연결되는 장거리 무선 인간-로봇 인터랙션 기술과 인간 손이 감각할 수 있는 압력, 미끄러짐, 온도, 습윤도, 표면 질감, 접근감 등을 복합적으로 인지 가능한 글러브형 다중감각 센서 플랫폼이 필요함. - 아울러 의료·재활분야에서 중추신경손상으로 온도, 감각 등 감각신경이 마비된 환자는 일상 및 작업환경에서 고온노출을 인지하지 못해 화상위험에 상시 노출되어 있어 화상예방목적으로 촉감, 진정, 고유감각, 위험온도등을 신체감각으로 전달하는 인터페이스의 필요성이 큼 - 다중감각 인간증강 인터페이스는 외부 서버 또는 클라우드 기반 사후 분석만으로는 실시간 감각 재현이 어려우므로, 센서 노드 또는 근접 모듈에서 감각 데이터를 직접 분류·처리하는 온디바이스 AI 기반 감각변환 기술이 필요함 - 본 과제는 감각신경 자극기술, 다중감각 센서, 정보-감각변환 인코딩, 온디바이스 AI 기반 감각변환 인코딩, VR 기반 감각 학습 플랫폼, 장거리 무선 멀티링크 감각 공유 기술을 통합하여 감각신경자극 차세대 인간증강 센서-인터페이스 원천기술을 확보하고자 함 - 국내외 기술동향 	
구분	내용
국내	<ul style="list-style-type: none"> • 국내에서는 다양한 감각을 인지하는 센서 관련 연구가 활발히 진행되고 있으나, 대부분 압력·인장·온도 등 단일 또는 소수 물리 센서 개발에 집중되어 있으며, 다중 센서를 하나의 통합 시스템으로 구현할 경우 센서 간 디커플링 및 신호 간섭 문제가 발생하여 로봇 적용형 통합 센서 플랫폼 구현에는 한계가 있음 • 유선 전기자극 기술 및 햅틱 기반 감각 자극용 액추에이터 기술도 개발되고 있으나, 대부분 단일 전극 또는 단일 액추에이터 기반으로 구현되고 있어 다양한 감각 정보를 인간에게 선택적으로 통합 전달하는 데 한계가 있으며, 감각신경 표적 비침습 감각변환형 다중감각 인간증강 센서-인터페이스 구현은 아직 초기 단계임 • 기존 웨어러블 인터페이스는 BLE, NFC 등 단거리 통신 기반의 근거리 연동이 중심이며, 고위험 산업 현장에서 안전거리 확보와 실시간 감각 공유를 동시에 만족하는 장거리 무선 인간-로봇 감각 인터페이스는 초기 단계임
국외	<ul style="list-style-type: none"> • 미국DARPA와 유럽을 중심으로 의수, 신경보철, 텔레오퍼레이션, VR 햅틱 분야에서 인간 감각 재현을 위한 촉각·압력·온도 기반 감각 피드백 연구가 활발히 진행되고 있으며, 최근에는 로봇 또는 가상환경에서 획득한 다중감각 정보를 착용형 인터페이스를 통해 사용자에게 실시간 전달하기 위한 전자피부, 햅틱 글러브, 감각 인코딩 기술 개발이 확대되고 있음 • 일부 연구에서는 침습형 신경전극 또는 근육 삽입형 전극을 이용하여 감각 복원 가능성을 제시하고 있으나, 실제 산업 및 일상 환경 확산을 위해서는 비침습, 착용형 구조 기반의 장시간 안정성 확보와 함께 전기·기계적 자극을 포함한 안전한 감각전달 메커니즘 기술이 요구됨 • Meta Reality Labs 등 글로벌 공간컴퓨팅·로봇·웨어러블 기업들은 로봇, AR/VR, 휴머노이드 인터페이스 기술을 빠르게 고도화하고 있으나, 로봇이 획득한 복합 환경 정보를 인간이 직관적으로 인지 가능한 감각 정보로 실시간 변환하기 위한 AI 기반 감각변환 기술은 아직 초기 단계이며, 특히 현장 환경에서 저지연·실시간 처리가 가능한 온디바이스 AI 기반 무선 감각변환 플랫폼 기술은 아직 미성숙한 기술 영역임
<p>○ 기획의 주안점</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해결하고자 하는 문제의 정의: 본 과제는 일반적인 촉각센서 또는 단일 신경자극 장치 개발이 아니라, 고밀도 다중감각 센서와 신경 표적 비침습 자극 인터페이스를 통합한 AI기반 페루프 인간증강 시스템 구현을 목표로 함. - 달성하고자 하는 목표의 수준(추진배경에 기술된 국내·외 현황(기술수준) 중심으로 구체적 기술) <ol style="list-style-type: none"> 1. 센서 하드웨어는 글러브 또는 로봇 손에 부착 가능한 형태로 구현하며, 손바닥, 손등, 손가락 및 손가락 사이 영역까지 배치 가능한 고밀도 센서 어레이 기술 2. 다중감각 센싱은 인간의 촉감, 진정, 고유감각과 같은 압력, 인장, 온도, 광/거리, 습윤도 신호 등 3종 이상의 감각 모달리티를 대상으로 한 생체모사 센서 기술 	

<p>3. 감각변환 기술은 AI 기반 또는 생체모사 기반(Biomimetic) 감각변환 기법을 이용하여 압력, 인장, 온도, 근접도 및 환경정보 등 다중감각 신호를 실시간 디커플링·분류하고, 사용자별 피부 임피던스·감각 역치·신경 분포 차이를 반영한 개인화 감각 인코딩 및 저전력·저지연 감각변환 처리가 가능</p> <p>4. 감각 전달부는 인간 손의 식별능과 감각신경 분포를 고려한 고밀도 비침습 자극 인터페이스로 구현하되, 경량화뿐 아니라 통기성, 유연성, 피부 밀착성, 장시간 착용 편의성 등 인간 착용 시 불편 요소를 최소화할 수 있는 인체친화형 폼팩터 기반의 감각전달 시스템 제조 기술</p> <p>5. 무선 연동 기술은 BLE, NFC 등 수 m의 근거리 통신 기반 단순 연동을 넘어, 중장거리에서 로봇 또는 센서 시스템과 사용자 간 감각 데이터를 안정적으로 송수신할 수 있는 장거리 저지연 무선 감각 링크 기술</p> <p>6. 시스템은 로봇 또는 VR 플랫폼과 무선 연동되어야 하며, 하나의 로봇 또는 센서 시스템에서 획득한 감각 정보를 다수 사용자에게 동시에 전달하는 멀티링크 감각 공유 기능을 포함해야 함</p> <p>- 목표 달성을 통한 기대효과(정책적/경제적/기술적 효과 등)</p> <p>1. 기술적 파급효과</p> <p>-인간의 손과 팔을 통해 로봇 또는 가상환경의 정보를 직접 감각화하는 새로운 인간증강 인터페이스 원천기술 확보</p> <p>-단순 촉각센서 중심 전자피부 기술을 넘어 광/거리, 습윤도, 압력, 인장, 온도를 통합 인지하는 차세대 다중감각 센서 플랫폼 구현</p> <p>-감각신경 표적 비침습 자극 기술과 온디바이스 AI 기반 감각 인코딩 기술을 결합하여 차세대 페루프 신경-전자 인터페이스 기술 기반 확보</p> <p>-기존 단거리 웨어러블 인터페이스의 공간적 한계를 극복한 실시간 감각 공유가 가능한 장거리 무선 인간증강 인터페이스 기술 확보</p> <p>2. 산업적 파급효과</p> <p>-휴머노이드 로봇, 원격 수술·재활 로봇, 산업용 텔레오퍼레이션, VR/AR 훈련 시스템, 웨어러블 인간증강 장치 등으로 확장 가능</p> <p>-고위험 산업 현장에서 인간 작업자가 안전거리를 확보한 상태로 휴머노이드 또는 원격 로봇이 인지한 정보를 감각적으로 공유함으로써 작업 안전성, 정밀 조작 성능, 원격 협업 효율 향상 기대</p> <p>-의료분야에서는 재활환자에게 감각-운동재학습지원, 전동외수 환자에게 감각피드백을 제공 등 환자용 디지털 재활-안전 기반기술제공</p> <p>3. 사회·정책적 파급효과</p> <p>-고령화, 재활, 장애 보조, 위험 작업 대체, 원격 의료 및 교육 등 사회문제 해결형 인간증강 기술로 활용 가능</p> <p>-첨단로봇, 인공지능, 웨어러블 헬스케어, 차세대 통신, 차세대 인터페이스 분야의 국가전략기술 경쟁력 강화에 기여</p>	
<p>2. 과제목표</p> <p>○ 최종 목표 : 고밀도 다중감각 센서와 감각신경 표적 비침습 자극 인터페이스를 통합하여, 로봇·VR·웨어러블 시스템이 인지한 광/거리, 접촉, 압력, 인장, 온도, 습윤도 정보를 인간 사용자가 구분 가능한 감각으로 실시간 변환·전달하고, 장거리 무선 환경에서 로봇-인간 감각 인터랙션을 구현하는 온디바이스 AI 기반 페루프 인간증강 센서-인터페이스 기술 개발</p> <p>○ 단계별 목표</p>	
<p>1단계('26~'27)</p>	<p>□ (1단계, 1~2차년도) 단일감각 기반 인간증강 센서-인터페이스 핵심기술 개발</p> <p>○ (목표) 단일 또는 저차원 감각정보 기반의 유연 센서, 비침습 감각전달 인터페이스 및 기초 감각변환 기술을 개발하고, 센서-자극 간 연동 가능한</p>

	<div>기초 페루프 구조 검증</div> <ul style="list-style-type: none">로봇 및 웨어러블 시스템 적용 가능한 유연 단일감각 센서 및 기초 센서 어레이 기술 개발압력, 온도, 광/거리 등 단일 또는 저차원 감각정보 취득 및 기초 감각 패턴 생성 기술 개발센서 신호 기반 기초 감각 분류 및 감각변환 알고리즘 개발사용자 감각 인지 특성을 반영한 비침습 감각전달 인터페이스 및 안전 감각전달 매커니즘 개발경량·유연·통기성 기반의 인체친화형 감각전달 폼팩터 설계센서-자극 연동 기반의 기초 페루프 감각전달 플랫폼 구축근거리 무선 기반 단일 사용자 감각전달 검증				
2단계('28~'29)	<div>□ (2단계, 3~4차년도) 온디바이스 AI 기반 다중감각 센서-인터페이스 통합기술 개발</div> <div>○ (목표) 다중감각 센서, 온디바이스 AI 기반 디커플링·감각변환 기술 및 고밀도 감각전달 인터페이스를 통합하여 실시간 페루프 감각변환 및 다중 사용자 감각 공유 기술 확보</div> <ul style="list-style-type: none">압력, 인장, 온도, 광/거리, 습윤도 등 복합 감각정보를 동시에 취득 가능한 고밀도 다중감각 센서 플랫폼 개발다중감각 신호 간 교차감응 제거 및 실시간 디커플링이 가능한 온디바이스 AI 기반 감각변환 기술 개발사용자별 감각 특성 및 감각신경 분포를 반영한 개인화 감각 인코딩 기술 개발다양한 감각정보를 안전하고 직관적으로 전달 가능한 고밀도 비침습 감각전달 인터페이스 개발장시간 착용 가능한 인체친화형 감각전달 시스템 및 안전 제어 기술 고도화장거리 저지연 무선 감각 링크 및 다중 사용자 감각 공유 시스템 개발로봇·웨어러블 시스템 연동 기반 페루프 감각전달 통합 플랫폼 구축				
3단계('30~'31)	<div>□ (3단계, 5~6차년도) 로봇-인간 감각 인터랙션 실증 및 현장 적용 기술 개발</div> <div>○ (목표) 온디바이스 AI 기반 다중감각 인간증강 센서-인터페이스 시스템을 고위험 산업환경 및 원격 로봇 환경에 적용하여 실시간 로봇-인간 감각 인터랙션 실증</div> <ul style="list-style-type: none">로봇·웨어러블·원격제어 시스템 연동 기반 실시간 인간-로봇 감각 인터랙션 기술 개발장거리 환경에서 안정적 감각전달이 가능한 무선 멀티링크 감각 공유 시스템 실증고위험 산업현장 및 원격 작업 환경 적용을 위한 실시간 감각 학습·작업 지원 기술 개발말초신경 비침습 자극 기술을 활용하여 온도 및 환경 정보를 사용자에게 전달하고 재활, 원격작업 및 안전 지원 분야에 적용 가능한 감각 피드백 기술 개발다양한 작업환경에서 감각 인지 정확도 및 사용자 반응 기반 페루프 감각변환 성능 검증장시간 착용 안정성, 반복 사용 신뢰성 및 사용자 편의성 검증재난대응, 제조·건설, 원격 로봇 작업, 의료 재활 등 실제 시나리오 기반 로봇-인간 감각 인터랙션 실증				
3. 성과지표					
○ 성과지표					
항목	1단계	2단계	3단계 (최종 목표)	측정 방법	목표치 설정 근거

	감각 위치 정밀도	자율제시	위치 오차 ≤ 20 mm	위치 오차 ≤ 10 mm	자극 위치-인지 위치 매핑 실험 (somatotopic mapping), 위치 오차(distance error) 계산	인간 촉각 two-point discrimination (8~12 mm) 기준 반영
	다중 감각 로봇 디커플링 센서 개수	자율제시	자율제시	3종이상 자율제시	압력, 인장, 습윤, 온도, 거리 등 복합 물리 신호 간 상호 간섭이 디커플링된 센서 채널 수	복합 착용 환경에서 실질적 다중감각 인식을 위해 상호 디커플링된 센서 채널 목표
	감각 재현 정확도	정확도 ≥ 60%	정확도 ≥ 70%	정확도 ≥ 80%	실제 촉각 자극과 전기자극 기반 감각 비교, 질감/강도/이벤트 구분 테스트, confusion matrix 기반 분류 정확도 분석	인간 촉각 인지 정확도 (70~90%) 및 biomimetic 재현 가능 수준 반영
필수	VR-감각자극 동기화 지연	자율제시	지연시간 ≤ 50 ms	지연시간 ≤ 30 ms	시스템 latency 측정	실시간 다중감각 피드백 및 몰입형 훈련 구현 기준
	온디바이스 AI 감각처리 기술 확보	자율제시	자율제시	모델 추론 시간 < 5ms	on-device 프로세서에서 실시간 디커플링 및 자극 분류	다중 사용자 환경에서 감각 정보 전달 지연시간 최소화
	응용 시나리오 검증	자율제시	자율제시	시나리오 ≥ 3종	원격 로봇 조작, 재활, 전동 의수, 재난 대응 등 시나리오 기반 실증	플랫폼 확장성 및 범용성 검증
	다수의 분산형 감각전달 기술	자율제시	자율제시	감각 전달 사용자 > 5명	5명 이상 사용자에게 위치별 감각정보를 동시 전달 가능한 구조 확보	VR, 원격 수술/재활 로봇, 작업자 안전 웨어러블 등 타겟 응용 실증
	다중감각 인간증강 센서-인터페이스 실험을 위한 IRB(기관생명윤리위원회) 확보	1건	-	-	IRB 승인서 또는 심의결과통보서 확보 여부 기준	인체 대상 착용형 센서 검증을 위해 연구윤리 및 임상 검증 절차의 사전 확보
자율	논문(JCR 상위 10% 이내), 특허, 기술이전 등	단계별 자율제시				

4. 특기사항				
기본 특성분류	주요 항목별 해당여부	국가전략기술	<input checked="" type="checkbox"/> Y (반도체/디스플레이/차세대 고성능 센서)	<input type="checkbox"/> N
		혁신도전형 R&D	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		경쟁형 R&D	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		보안과제	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		기술료 징수	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		3책5공 적용	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N
		국제공동연구 의무	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
		지자체 예산매칭 의무	<input type="checkbox"/> Y	<input checked="" type="checkbox"/> N
	DMP 수립·이행 의무	<input checked="" type="checkbox"/> Y	<input type="checkbox"/> N	
ESG	<input type="checkbox"/> E(환경) <input type="checkbox"/> S(사회) <input type="checkbox"/> G(지배구조) <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음			
○ (융합연구) 융합기술 분야의 연계성이 과제 연구목표 및 내용에 명확하게 적시 필수 ○ 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서 제출 ○ 미개척 분야의 도전적 연구 주제에 대한 지속 가능성을 제시하고, 검증된 연구개발에 대한 활용성 스케일업 연구개발 지원을 위한 이중 이상 분야 융합 연구진 구성 권고 ○ (경쟁형) 단계평가를 통해 2단계 계속 지원 여부를 결정 - 단계평가 시 과제책임자는 1단계 성과 및 2·3단계 계획을 바탕으로 과제 조정 제안 가능 - 차 단계 계속지원 과제의 경우 경쟁형중단 과제(경쟁기관)의 연구내용 및 방법, 연구기관(연구자) 등 일부 흡수 가능				

- 평가위원회는 이를 고려하여 2단계 계속 지원 여부 결정 가능
- ※ 경쟁형 과제로 1단계 평가 후 2단계 진입 (RFP별 1개 과제 내외 계속지원 예정)
- ※ 평가 결과에 따른 과제중단 및 연구비 조정 가능
- 본 사업은 데이터 관리계획(DMP) 제출을 의무화하여, 구축 데이터의 범위·공개 수준·활용 방안을 명시
해야 하며, 과제 선정 및 단계/최종 평가 시 DMP 이행 여부를 주요 평가 항목으로 반영
- 연차점검(필요 시) 및 단계평가를 통해 연차별·단계별 추진 현황 및 성과를 점검받고, 점검·평가추진위원
회의 의견에 따라 연구개발과제의 목표 및 내용, 과제 구성, 연구비, 계속 지원 여부 등 조정 가능