

관리번호		2026-정보·융합기술-4- 품목공모-02		RFP 유형코드	목적·내용	성과물 특성	지원유형
					R	1	1
					원천기술	TRL 5~6	일반연구개발
국가전략연구 기획평가전문분야		PM분야	정보·융합기술	RB분야	-	RB 세부분야	-
사업명		미래개척융합과학기술개발사업 - 미래유망융합기술파이오니어					
RFP명		휴머노이드 군집 작업을 위한 집단 지각-이해-협업 기반 자율 작업 기술 개발					
		(TRL : [시작] 4 단계 ~ [종료] 6 단계)					
지원 정보	지원기간	2026-04-01 ~ 2030-12-31		정부지원금	9,500백만원 (과제당 7,750백만원)		
	1단계 (1차년도)	2026.04 ~ 2027.12 (2026.04 ~ 2026.12)		1단계 (1차년도)	3,500백만원 (과제당 1,750백만원) (1,500백만원 (과제당 750백만원))		
	2단계	2028.01 ~ 2030.12		2단계	6,000백만원		
	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	휴머노이드, 군집 로봇, 에이전틱 AI, 거대 언어 모델, 자율 협업				
영문		Humanoid, Multi-agent Robot, Agentic AI, LLM, Autonomous Collaboration					

1. 추진배경			
○ 추진근거 - 과학기술기본법 제17조(협동·융합연구개발의 촉진) - 제4차 융합연구개발 활성화 기본계획('23.12) - 혁신적·도전적 R&D 육성 시스템 체계화 방안('24.03, 혁신도전형 R&D) - (국정과제 28) 세계를 선도할 넥스트(NEXT) 전략기술 육성 ○ 세부 추진배경 - 로봇 산업이 단일 로봇의 자동화를 넘어 다중 로봇이 협업하는 군집 지능(Swarm AI) 단계로 빠르게 전환 중임 • 특히 물류, 제조, 재난 대응 등 인간 중심으로 설계된 복합 환경에서, 휴머노이드와 같이 인간과 유사한 구조와 이동·조작 능력을 바탕으로 협업을 수행하는 기술 수요가 급증하고 있음 - 인간 환경 적응형 휴머노이드의 군집 운용을 위해 다중 센서 융합(Sensor Fusion) 및 집단 지각(Swarm Perception) 기술 결합이 필요함 • 이를 통해 인간의 언어 명령을 AI가 스스로 해석하고, 로봇 능력 및 환경 정보 기반으로 임무를 동적으로 분해·분담·재계획하는 자율 협업 플랫폼 구현 가능 - 본 과제는 단순 제어 수준을 넘어, 휴머노이드가 스스로 판단·학습·협력하는 자율 협업 지능 체계 구축을 목표로 함 - 산업 현장에서 생산성·안전성·효율성을 동시에 높이며, 지능형 로봇 고도화, 스마트 물류·제조 혁신 등 정부 핵심 정책과 연계 가능함 - 따라서, 본 연구는 국내 휴머노이드 기술 수준을 한 단계 도약시키고, 자율 협업형 로봇 시대를 선도하기 위한 도전적·선도형 융합 연구로 추진 필요성 높음 ○ 국내외 기술 동향 <table border="1"> <tr> <td>국내</td><td> ○ ChatGPT·Gemini 등 초거대 모델의 로봇 제어 응용 연구가 가속화되며, 로봇의 작업 지시 자동화, 사용자 맞춤 명령 처리 등 상용화 가능성이 확대되고 있음 ○ 여러 로봇이 협력하여 실시간으로 임무를 동적으로 분할·재계획하는 Dynamic Mission Planning 기술이 산업·방위·재난대응 분야에 폭넓게 실험되고 있음 ○ 현대중공업 및 한화로보틱스 등은 현장 검증을 위한 복합 협업 Testbed 구축과 Sim-to-Real 기반 학습환경 검증을 강화하고 있음 </td></tr> </table>		국내	○ ChatGPT·Gemini 등 초거대 모델의 로봇 제어 응용 연구가 가속화되며, 로봇의 작업 지시 자동화, 사용자 맞춤 명령 처리 등 상용화 가능성이 확대되고 있음 ○ 여러 로봇이 협력하여 실시간으로 임무를 동적으로 분할·재계획하는 Dynamic Mission Planning 기술이 산업·방위·재난대응 분야에 폭넓게 실험되고 있음 ○ 현대중공업 및 한화로보틱스 등은 현장 검증을 위한 복합 협업 Testbed 구축과 Sim-to-Real 기반 학습환경 검증을 강화하고 있음
국내	○ ChatGPT·Gemini 등 초거대 모델의 로봇 제어 응용 연구가 가속화되며, 로봇의 작업 지시 자동화, 사용자 맞춤 명령 처리 등 상용화 가능성이 확대되고 있음 ○ 여러 로봇이 협력하여 실시간으로 임무를 동적으로 분할·재계획하는 Dynamic Mission Planning 기술이 산업·방위·재난대응 분야에 폭넓게 실험되고 있음 ○ 현대중공업 및 한화로보틱스 등은 현장 검증을 위한 복합 협업 Testbed 구축과 Sim-to-Real 기반 학습환경 검증을 강화하고 있음		

국외	○ 미국 OpenAI, Google DeepMind 등은 LLM을 로봇의 행동 계획(Embodied AI) 및 협업 의사결정에 적용하는 연구를 선도하고 있음 ○ "PaLM-E", "Octo", "RT-X" 등 모델은 대형 언어모델 + 로봇틱스(BRIDging Framework) 개념을 도입하여, 자연어 명령을 행동 시퀀스로 변환하는 기능을 구현함 ○ MIT CSAIL, ETH Zurich, TU Munich 등은 LiDAR·Vision·IMU 데이터를 실시간으로 융합해 Swarm Perception Engine을 구현하고 있으며, 인접 로봇의 데이터를 활용한 Self-Healing Perception 기술도 실증됨 ○ 독일 Fraunhofer 연구소는 다양한 센서 간 데이터 비동기 문제를 해결하기 위한 Adaptive Fusion Layer를 개발하여, 인식 정확도 95% 이상의 성능을 확보함 ○ NASA JPL과 Carnegie Mellon은 다중 로봇의 협력 탐사 시스템을 위한 Swarm AI Framework를 적용하여 다양한 지형환경에서 임무재계획 성공률 90%를 달성함 ○ 일본 AIST는 Cooperative AI 기반 실시간 네트워크 협업 구조를 구현하여, 로봇 간 통신 지연 50ms 이하, 협업 효율 25% 향상의 성과를 보고함
----	--

○ 기획의 주안점

- 다중 휴머노이드 로봇이 서로의 센서 데이터를 융합하여 집단적으로 환경을 인식하고, LLM 기반 인공지능이 이를 해석·이해하여 임무를 동적으로 분해·분담·재조정할 수 있는 지각-이해-협업 연계형 자율 로봇 군집 제어 지능 플랫폼을 개발하고자 함
- 사용자로부터 "창고를 정리해 줘"와 같은 자연어 명령이 입력되면, LLM이 해당 명령을 다수의 세부 작업 단위로 분석하고, 각 로봇의 능력·상태·위치를 고려해 최적의 역할을 자동 배정함. 동시에 로봇들은 카메라, 라이다, IMU 등 다양한 센서를 통해 획득한 데이터를 서로 공유하여 하나의 통합된 환경지도(Map)를 구성하고, 실시간 변화 상황(장애물, 로봇 이상 등)에 맞추어 임무 수행 계획을 즉시 재설정함
- 이와 같은 군집 임무 수행 계획은 임의의 작업 환경이 구현된 디지털 트윈 환경에서 시뮬레이션을 통해 이루어질 수 있어야 하며, 실제 물리 환경에서도 디지털 트윈 상에서 이루어진 지각-이해-협업 계획이 의미있게 이행될 수 있도록 구성함
- 따라서, 본 기술이 적용된 로봇 군집은 자연어 명령 이해를 통한 임무 수립, 센서 융합 기반의 집단 환경 인식, 상황 대응형 자율 협업 및 역할 재조정, 임무 수행 중 실시간 재계획 기능을 수행할 수 있음 이를 통해 로봇들은 단순 반복 작업을 넘어, 환경 변화에도 능동적으로 대처하며 스스로 효율적이고 안정적인 협업을 수행하는 자기조직화(Self-organizing)형 군집 로봇 플랫폼을 구현함

세부기술 내용	
1	군집 휴머노이드의 임무 계획 및 자율형 협업을 위한 프레임워크 기술 개발
2	군집 지능 기반 디지털 트윈 학습 및 시뮬레이션 기술 개발
3	집단 환경 인식 및 상황 대응형 물리적 협업을 포함한 군집 휴머노이드 자율형 협업 제어 기술 개발
4	작업 및 환경 변화에 능동적 대응 가능한 자율적 진화 기술 개발
5	다중 휴머노이드 지각-이해-협업 연계형 군집 작업 시나리오 구현

기술적 파급효과	○ LLM과 센서융합 기술 결합으로 자율 판단·협업 가능한 차세대 로봇지능을 제시함 ○ 로봇 간 실시간 집단지각 및 임무 재계획 기술을 통해 물류·제조·재난 대응 등 주요 산업의 스마트화 가속이 예상됨 ○ AI 의사결정 엔진, 군집제어 모듈, 디지털 트윈 연동 등 고부가가치 로봇 핵심기술 파생·확산 효과가 기대됨
산업·경제적 파급효과	○ 자율협업 로봇 제어 원천기술 확보로 정부 AI·지능형로봇 전략정책과 부합함 ○ 산업 전반의 디지털 전환 촉진 및 로봇 서비스 산업(RaaS) 기반 확대가 가능함 ○ 국산 로봇 기술 수준 향상으로 수입 대체·수출 경쟁력 강화 등 경제적 효과가 큼

2. 과제목표

○ 최종 목표

- 복잡한 물류, 제조 환경 등에서 군집 휴머노이드가 집단 지능 기반으로 작업 및 환경 변화에 능동적으로 대응하며 물리적 협업까지 수행할 수 있는 자율 진화형 군집 협업 지능 개발

○ 세부목표

1) 군집 휴머노이드의 임무 계획 및 자율형 협업을 위한 프레임워크 기술 개발

- LLM 등 언어 명령을 기반으로 작업·자원을 지능적으로 분배하고, 장기 작업 계획 생성과 개체 추가·이탈·장애 발생 상황에 대한 자동 재계획 및 역할 전환이 가능한 동적 군집 임무 관리 기술을 구축함

2) 군집 지능 기반 디지털 트윈 학습 및 시뮬레이션 기술 개발

- 가상환경에서 다중 휴머노이드 간 정보 공유, 상태 모니터링, 협업을 통해 임무 수행 안정성을 확보할 수 있도록, Agentic AI 기반 언어 상호작용을 포함하여 디지털 트윈 학습 환경에서 통신 프로토콜과 분산 제어 프레임워크를 통합 시뮬레이션함

3) 집단 환경 인식 및 상황 대응형 물리적 협업을 포함한 군집 휴머노이드 자율형 협업 제어 기술 개발

- 다중 센서 융합 기반 정밀 3차원·의미론적 지도 생성 및 공유 기술 등을 활용하여, 군집 휴머노이드의 일반화 경로 생성과 VLA 기반 실시간 물리적 협업 Manipulation 등 실제 물리 환경에서 동작이 가능한 지각-이동-조작 통합 협업 기술 구현

4) 작업 및 환경 변화에 능동적 대응 가능한 자율적 진화 기술 개발

- 로봇 상황, 작업 상황, 환경의 변화를 실시간으로 감지하고 동적 작업 재할당·재계획, 세부 작업에 대한 경로 수정·재생성, 이상 발생시 자동 복구 등을 통해 새로운 환경 및 변화된 환경에의 작업 성공률을 확보

5) 다중 휴머노이드 지각-이해-협업 연계형 군집 작업 시나리오 구현

- 제조, 물류 등 실제 환경과 유사한 환경에서 군집 휴머노이드의 역할 분담, 동기화 제어, 물리적 협업 등을 구현하는 실제 시나리오를 구성하고, 실제로 이를 검증함

○ 단계별 목표

1단계 (‘26.04~’27.12)	○ LLM 등 언어 명령 기반으로 작업·자원을 지능적으로 분배하고 장기 작업 계획 생성이 가능한 동적 군집 임무 관리 프레임워크 구축 ○ Agentic AI 기반 언어 상호작용을 포함한 디지털 트윈 학습 환경 구축 및 가상환경에서 군집 휴머노이드 통합 시뮬레이션 ○ 실제 예측된 시나리오 상에서의 다중 센서 융합 기반 맵 생성, 자율 임무 계획, 학습 등 원천 기술 확보
2단계 (‘28.01~’30.12)	○ 로봇·작업·환경 변화 감지 기반 동적 작업 재할당·재계획 및 경로 수정·재생성 기술 고도화 ○ LLM, VLA 등 지각-이동-조작이 통합된 실제 물리 환경 동작 가능한 군집 협업 제어 기술 완성 ○ 제조·물류 등 실제 환경과 유사한 환경에서 다중 휴머노이드 역할 분담·동기화 제어·물리적 협업이 포함된 통합 군집 작업 시나리오 구현 및 실증

3. 성과지표				
○ 성과지표 ※ 해당 성과지표 목표치 이상으로 설정 가능				
항목		1단계	2단계	비고
필수	시뮬레이션상 임무 시나리오 (건)	2건	5건	-
	시뮬레이션 상 휴머노이드 군집 작업 대수 (대)	2~5대	2~10대	시나리오별로 군집 작업 대수 차별화 가능
	물리적 휴머노이드 2대 이상의 협업 시나리오 실증 ¹⁾ (건)	1건	2건	1단계는 개념검증 및 랩환경 제시 가능 2단계는 파일럿 환경 제시
	작업, 환경 변화 대응 자율 작업 성공률 (%)	70%	90%	동적 환경에서의 작업 성공률 (Sim, Real 별도 제시 가능)
자율	실시간 임무 계획 할당 시간	단계별 목표 자율제시		Task, 시나리오별로 성공률이 상이하므로, 정량 목표 및 최신 연구동향 기반 근거 자율 제시
	실시간 역할 재분배 성공률	단계별 목표 자율제시		Task, 시나리오별로 성공률이 상이하므로, 정량 목표 및 최신 연구동향 기반 근거 자율 제시
	임무 전체 수행 성공률	단계별 목표 자율제시		Task, 시나리오별로 성공률이 상이하므로, 정량 목표 및 최신 연구동향 기반 근거 자율 제시
1) 단계 및 최종 평가시, 현장 평가 실시 가능				
4. 특기사항				
기본 특성분류	주요 항목별 해당여부	국가전략기술	☒ Y (첨단로봇·제조/AI휴머노이드)	☐ N
		혁신도전형 R&D	☒ Y	☐ N
		특허로 R&D(舊 IP-R&D)	☐ Y	☒ N
		경쟁형 R&D	☒ Y	☐ N
		보안과제	☐ Y	☒ N
		기술료 징수	☒ Y	☐ N
		3책5공 적용	☒ Y	☐ N
		국제공동연구 의무	☐ Y	☒ N
		지자체 예산매칭 의무	☐ Y	☒ N
		ESG	☐ E(환경) ☐ S(사회) ☐ G(지배구조) ☒ 해당없음	
○ (융합연구) 융합기술 분야의 연계성이 과제 연구목표 및 내용에 명확하게 적시 필수 ○ 실제 제출하는 과제명은 연구자의 아이디어가 포함될 수 있는 제목으로 연구계획서 제출 ○ (경쟁형) 1단계 연구 결과를 평가하여 2단계 계속 지원 여부를 결정 - 단계평가 시 과제책임자는 1단계 사업 성과를 바탕으로 과제 조정(기존 세부과제 중단 또는 신규 세부 과제(우수연구자) 추가 등) 제안 가능				

- 차 단계 계속지원 과제외의 경우 경쟁형중단 과제(경쟁기관)의 연구내용 및 방법, 연구기관(연구자) 등 일부 흡수 고려
- 평가위원회는 이를 고려하여 2단계 계속 지원 여부 결정
 - ※ 경쟁형 과제로 1단계 평가 후 2단계 진입 (50% 내외 과제만 계속지원)
- **(활용 및 선도 가능성)** 연구 성과물의 미래 활용 가능성과 기존 기술과의 차별성(신기술 개발, 기술혁신, 기술경쟁력 등)을 제시
 - 기존 기술 및 기존 과제와의 차별성을 구체적으로 제시
 - 제안한 원천기술이 향후 5~10년 뒤 실제 산업 및 서비스 현장에서 어떻게 적용될 수 있는지, 시나리오를 통해 구체적으로 제시
 - TRL 6단계 부합하는 사업화 전략과 비즈니스 모델을 마련하여, 기술의 실질적 활용 가능성을 함께 제시
- **2단계부터 민간기업 참여 필수**
 - 민간기업은 공동연구개발기관으로 참여하거나 민간기업 소속 연구자가 주관연구개발과제 참여연구원으로 참여 가능
 - ※ 1단계부터 민간기업 참여 가능
- 본 사업은 데이터 관리계획(DMP) 제출을 의무화하여, 구축 데이터의 범위·공개 수준·활용 방안을 명시해야 하며, 과제 선정 및 단계/최종 평가 시 DMP 이행 여부를 주요 평가 항목으로 반영
- 본 사업의 경우 '연구과제 수 상한제(3책 5공)'적용 사업에 해당
- 지원 예산은 당해 연도 예산 상황에 따라 변동 가능