



연구개발계획서				[○] 신청용 [] 협약용		보안등급 일반[○], 보안[]							
중앙행정기관명		과학기술정보통신부		사업명		디지털콜럼버스프로젝트							
전문기관명		정보통신기획평가원		내역사업명 (해당 시 작성)		디지털콜럼버스프로젝트							
공고번호		과학기술정보통신부 공고 제2025-0002호		총괄연구개발과제번호 (해당 시 작성)									
				연구개발과제번호									
선정방식		정책지정[] 공모: 지정공모[] 품목공모[○] 분야공모[] 자유공모[]											
기술분류	국가과학기술표준분류	소프트웨어 공학 (EE0106)	50%	인공지능 (EE0108)	30%	Cloud/Grid Computing (EE0110)	20%						
	ICT기술분류	자율주행 SW 플랫폼 (510102)	50%	사이버물리 시스템 SW (710303)	30%	데브옵스 (DevOps) (710403)	20%						
연구개발과제명		국문 엣지-클라우드 기반 복합 모빌리티 사이버-물리 시스템 안전성 향상 SafetyOps 기술 개발 영문 SafetyOps for Enhancing the Safety of Edge-Cloud-Based Mobility Cyber-Physical Systems of Systems											
주관연구개발기관		기관명		한국과학기술원		사업자등록번호 314-82-01980							
		주소		(34141) 대전광역시 유성구 대학로 281		법인등록번호 114471-0000668							
연구책임자		성명		고인영		직위 교수							
		연락처		직장전화 042-350-3547		휴대전화 010-2641-5879							
				전자우편 iko@kaist.ac.kr		국가연구자번호 10169384							
연구개발기간		전체		2025. 04. 01 - 2032. 12. 31(7 년 9 개월)									
		단계 (해당 시 작성)	1단계	1년차	2025. 04. 01 - 2025. 12. 31(0 년 9 개월)								
				2년차	2026. 01. 01 - 2026. 12. 31(1 년 0 개월)								
			2단계	1년차	2027. 01. 01 - 2027. 12. 31(1 년 0 개월)								
				2년차	2028. 01. 01 - 2028. 12. 31(1 년 0 개월)								
			3단계	1년차	2029. 01. 01 - 2029. 12. 31(1 년 0 개월)								
				2년차	2030. 01. 01 - 2030. 12. 31(1 년 0 개월)								
				3년차	2031. 01. 01 - 2031. 12. 31(1 년 0 개월)								
				4년차	2032. 01. 01 - 2032. 12. 31(1 년 0 개월)								
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원	기관부담	그 외 기관 등의 지원금				합계		미포함 예산			
		연구개발비	연구개발비	지방자치단체	기타()								
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계				
총계		3,462,520	0	0	0	0	0	0	3,462,520	0			
1단계		1년차	112,520	0	0	0	0	0	112,520	0			
		2년차	150,000	0	0	0	0	0	150,000	0			
2단계		1년차	300,000	0	0	0	0	0	300,000	0			
		2년차	300,000	0	0	0	0	0	300,000	0			
3단계		1년차	650,000	0	0	0	0	0	650,000	0			
		2년차	650,000	0	0	0	0	0	650,000	0			
		3년차	650,000	0	0	0	0	0	650,000	0			
		4년차	650,000	0	0	0	0	0	650,000	0			
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고	
												역할 기관유형	
연구개발기관 외 기관		University of Sheffield		신동환		Lecturer		+44-753-934-9025		d.shin@sheffield.ac.uk		기타 기타	
연구개발과제 실무담당자		성명		조은호		직위		박사과정					
		연락처		직장전화 042-350-7747		휴대전화		010-7702-7923					
				전자우편 ehcho@kaist.ac.kr		국가연구자번호		11840045					

관련 법령 및 규정과 모든 의무사항을 준수하면서 이 연구개발과제를 성실하게 수행하기 위하여 연구개발계획서를 제출합니다. 아울러 이 연구개발계획서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 연구개발과제 선정 취소, 협약 해약 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2025년 2월 10일

연구책임자: 고 인 영 (인)
주관연구개발기관의 장: 이 광 형

과학기술정보통신부장관 귀하



연구개발계획서					[○] 신청용 [] 협약용				보안등급 일반[○], 보안[]			
중앙행정기관명		과학기술정보통신부			사업명		사업명		디지털컬럼버스프로젝트			
전문기관명		정보통신기획평가원					내역사업명 (해당 시 작성)		디지털컬럼버스프로젝트			
공고번호		과학기술정보통신부 공고 제2025-0002호			총괄연구개발과제번호 (해당 시 작성)							
선정방식		정책지정[] 공모: 지정공모[] 품목공모[○] 분야공모[] 자유공모[]										
기술 분류	국가과학기술표 준분류	소프트웨어 공학 (EE0106)	50%	인공지능 (EE0108)	30%	Cloud/Grid Computing (EE0110)	20%					
	ICT기술분류	자율주행 SW 플랫폼 (510102)	50%	사이버물리 시스템 SW (710303)	30%	데브옵스 (DevOps) (710403)	20%					
연구개발과제명		국문	엣지-클라우드 기반 복합 모빌리티 사이버-물리 시스템 안전성 향상 SafetyOps 기술 개발									
		영문	SafetyOps for Enhancing the Safety of Edge-Cloud-Based Mobility Cyber-Physical Systems of Systems									
주관연구개발기관		기관명	한국과학기술원				사업자등록번호		314-82-01980			
		주소	(34141) 대전광역시 유성구 대학로 291				법인등록번호		114471-0000668			
연구책임자		성명	고인영				직위		교수			
		연락처	직장전화	042-350-3547		휴대전화		010-2641-5879				
	전자우편		iko@kaist.ac.kr		국가연구자번호		10169384					
연구개발기간		전체		2025. 04. 01 - 2032. 12. 31(7 년 9 개월)								
		단계 (해당 시 작성)	1단계	1년차	2025. 04. 01 - 2025. 12. 31(0 년 9 개월)							
				2년차	2026. 01. 01 - 2026. 12. 31(1 년 0 개월)							
			2단계	1년차	2027. 01. 01 - 2027. 12. 31(1 년 0 개월)							
				2년차	2028. 01. 01 - 2028. 12. 31(1 년 0 개월)							
			3단계	1년차	2029. 01. 01 - 2029. 12. 31(1 년 0 개월)							
				2년차	2030. 01. 01 - 2030. 12. 31(1 년 0 개월)							
				3년차	2031. 01. 01 - 2031. 12. 31(1 년 0 개월)							
				4년차	2032. 01. 01 - 2032. 12. 31(1 년 0 개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원	기관부담	그 외 기관 등의 지원금				합계			미포함 예산	
		연구개발비	연구개발비	지방자치단체	기타()							
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		3,462,520	0	0	0	0	0	0	3,462,520	0	3,462,520	0
1단계	1년차	112,520	0	0	0	0	0	0	112,520	0	112,520	0
	2년차	150,000	0	0	0	0	0	0	150,000	0	150,000	0
2단계	1년차	300,000	0	0	0	0	0	0	300,000	0	300,000	0
	2년차	300,000	0	0	0	0	0	0	300,000	0	300,000	0
3단계	1년차	650,000	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000	0
	2년차	650,000	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000	0
	3년차	650,000	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000	0
	4년차	650,000	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000	0
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화		전자우편		비고 역할 기관유형			
		연구개발기관 외 기관	University of Sheffield	신동환	Lecturer	+44-753-934-9025		d.shin@sheffield.ac.uk				
연구개발과제 실무담당자		성명	조은호		직위		박사과정					
		연락처	직장전화	042-350-7747		휴대전화		010-7702-7923				
		전자우편	ehcho@kaist.ac.kr		국가연구자번호		11840045					

관련 법령 및 규정과 모든 의무사항을 준수하면서 이 연구개발과제를 성실하게 수행하기 위하여
 연구개발계획서를 제출합니다. 아울러 이 연구개발계획서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약
 사실이 아닌 경우 연구개발과제 선정 취소, 협약 해약 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2025년 2월 10일

연구책임자: 고 인 영 (인)
 주관연구개발기관의 장: 이 광 형 (직인)

과학기술정보통신부장관 귀하

< 요약 문 >

사업명						총괄연구개발과제번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)						연구개발과제번호			
기술 분류	국가과학기술 표준분류	소프트웨어 공학 (EE0106)	50%	인공지능 (EE0108)		30%	Cloud/Grid Computing (EE0110)	20%	
	ICT기술분류	자율주행 SW 플랫폼 (510102)	50%	사이버물리 시스템 SW (710303)		30%	데브옵스 (DevOps) (710403)	20%	
총괄연구개발과제명 (해당 시 작성)									
연구개발과제명		엣지-클라우드 기반 복합 모빌리티 사이버-물리 시스템 안전성 향상 SafetyOps 기술 개발							
전체 연구개발기간		2025. 04 . 01 ~ 2032. 12. 31 (7년 9개월)							
총 연구개발비		총 3,462,520천원 (정부지원연구개발비: 3,462,520천원, 기관부담연구개발비 : 천원, 지방자치단체지원연구개발비: 천원, 그 외 지원연구개발비: 천원)							
연구개발단계		기초[○] 응용[] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]				기술성숙도		착수시점 기준(2) 종료시점 목표(8)	
연구개발과제 특성 (해당사항 모두 체크)	기술연구장수			사회문제해결		혁신도약형	O	경쟁형과제	O
	공개SW			SW자산뱅크		연구데이터공개		일자리연계	
	정책지정			국제공동		사업화연계		소재부품장비	
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		복합 모빌리티 연합 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 엣지-클라우드 기반 지능형 사이버-물리 시스템 SafetyOps 기술 개발						
	전체 내용		복합 모빌리티 수행환경을 엣지-클라우드 기반 분산 시뮬레이션 하여 장애발생을 효율적으로 장·단기 실시간 예측하고, 장애 발생이 우려될 경우 모빌리티 복합체계를 적응적으로 재구성하여 대응하는 지능형 사이버-물리 시스템 SafetyOps 기술 개발						
	1단계	목표	AI 활용 시뮬레이션 기반의 복합 모빌리티 장애 예측을 통한 신뢰성·안전성 확보를 위한 SafetyOps 기반기술 개발						
		내용	- 복합 모빌리티의 신뢰성 및 안전성 평가를 위한 기초 시뮬레이션 환경 설계 - 상황 기반 복합 모빌리티 시나리오 동적 탐색 기술 개발 - 모빌리티 복합체계(SoS)의 신뢰성·안전성 평가 기술 개발 - 시나리오 기반 시뮬레이션을 통한 장애 예측 AI 기술 개발						
	2단계	목표	엣지-클라우드에서의 장·단기 파이프라인 시뮬레이션을 통한 복합 모빌리티 실시간 신뢰성·안전성 SafetyOps 핵심기술 개발						
		내용	- 실시간 장·단기 파이프라인 모빌리티 시뮬레이션 기술 개발 - 다중 관점 복합 시뮬레이션 기반 장애 예측 기술 개발 - 시뮬레이션 테스트 기반 복합체계 장애 원인 분석 기술 개발 - 실시간 자동화 복합 모빌리티 모니터링, 장애 예측 및 검증을 위한 SafetyOps 프레임워크 기술 개발						
	3단계	목표	모빌리티 복합체계의 동적 재구성을 통한 자가복원 및 대응을 통한 신뢰성 및 안전성 강화를 위한 SafetyOps 기술 사업화						
		내용	- 모빌리티 복합체계 재구성 시나리오 검증 기술 개발 - 모빌리티 복합체계 동적 재구성(기능, 협업구조 및 품질 등의 관점)을 통한 자가 복원 및 장애 대응 AI 기술 개발 - 복합 모빌리티 사이버물리 시스템 장애 예측, 검증, 재구성을 위한 SafetyOps 프레임워크 기술 사업화 추진						
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과		미래 복합 모빌리티 환경 요소 검증의 핵심 기반으로서, 사고 예방 및 안전 계획 수립에 활용. 자율주행 모빌리티 시장 다각화와 신규 산업 생태계 구축을 촉진, 도시환경 안전 평가와 기존 모빌리티의 무인화·자율주행 전환을 위한 시험·계획 수립에 활용될 것으로 기대.							
국문핵심어 (5개 이내)		자율주행 모빌리티	복합시스템		사이버-물리 시스템		엣지-클라우드	소프트웨어 안전성	
영문핵심어 (5개 이내)		Autonomous Mobility	System of Systems		Cyber-Physical System		Edge-Cloud	Software Safety	

< 본문 1 >

목 차

1. 연구개발과제의 필요성	1
2. 연구개발과제의 목표 및 내용	2
2-1. 연구개발과제의 도전성·창의성·혁신성	2
2-2. 연구개발과제의 최종 목표, 내용 및 결과물	2
2-3. 연구개발과제의 단계별 목표, 내용 및 결과물	3
3. 연구개발과제의 추진전략·방법 및 추진체계	4
4. 연구개발과제의 파급효과 및 결과 활용방안	5
5. 연구자의 연구수행 역량	5

1-1. 연구개발과제의 중요성(국내·외 현황 및 전망)

- 개발된 연결 환경에서 모빌리티의 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 기술이 요구됨
 - (네트워크의 동적 변화) 자율주행 모빌리티의 네트워크 환경은 동적으로 변화하여 불확실성이 커서 안전성·신뢰성 확보가 어려우며 이를 해결하기 위한 관련 연구가 진행되고 있음¹⁾
 - (자율주행 네트워크 장애 탐지) 자율주행 차량의 네트워크에서 장애가 발생함을 탐지하고 네트워크 내 오류 원인 탐지와 관련된 연구가 진행되었음²⁾
- 자율주행 모빌리티의 주변 환경과 조건 변화에 따른 대응 기술이 요구됨
 - (극단적 자율주행 환경 대응) 자율주행 모빌리티의 운행 중 극단적인 날씨 상태 변화로 인해서 센서의 인식 과정 시 발생할 수 있는 장애에 대응하기 위해서 인공지능 모델의 학습 데이터를 변형하여 사용하는 연구가 진행되었음³⁾
 - (시뮬레이션 기반 테스트의 활발한 연구) 최근 자율주행 차량⁴⁾, 무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)⁵⁾, 지능형 로봇⁶⁾ 등의 모빌리티 기기에 대한 시뮬레이션 기반 테스트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 시뮬레이션 기반 테스트는 실제 세계와 시뮬레이션 환경의 차이를 줄이는 것과 테스트 비용 사이의 효과적인 절충(Trade-off)이 필요함

1-2. 연구개발과제의 필요성(문제점)

- 자율주행 복합 모빌리티 환경은 사이버 공간의 컴퓨팅 자원과 물리적 공간의 모빌리티 기기들을 연계 활용하여 태스크를 수행하는 **지능형 사이버-물리 시스템(Cyber-Physical Systems, CPS)**임
- 미래 복합 모빌리티 환경은 다양한 이종 모빌리티 시스템들이 연계되어 사용자가 필요로 하는 임무를 수행하는 **복합체계(System of Systems, SoS)** 구조를 가짐
- 자율주행 자동차, 지능형 로봇, 드론 등의 모빌리티 기기들이 협업하는 복합 모빌리티 환경에는 사용자가 **직간접적으로 관여(Humans in the loop)** 하므로 그 신뢰성과 안전성 보장이 필수적임
 - 기존 연구는 자율주행 모빌리티 시스템 자체에서 발생할 수 있는 문제를 탐지하고 처리하는데 초점을 두었지만, 미래 복합 모빌리티 환경에서는 직간접적으로 연관된 사용자들의 안전을 고려한 신뢰성·안전성 보장을 위한 평가 모델 개발이 필요
- 자율주행 모빌리티 복합체계의 신뢰성과 안전성 확보를 위해서는 **동적으로 변화는 환경과 극한 조건** 등에 대한 효과적인 대응이 필요하나 모든 환경 조건들을 미리 정의하여 이에 대응하는 시스템을 개발하거나 실 환경에서 테스트하는 것은 불가능함
 - 미래 모빌리티 환경의 네트워크 상황과 주변 기기 간 영향 요소를 사전에 정의하고 고려하여 대응하도록 시스템을 개발하는 것은 사실상 불가능하므로 자율주행 상황의 환경과 조건 변화 시나리오를 실시간으로 탐색하고 예측하기 위한 AI 기술이 필요
 - 모든 환경변화와 조건에 대응하는 복합 모빌리티 체계를 개발하는 것은 불가능하므로 모빌리티 연합체계를 동적으로 재구성하여 오류에 대응하고 자가 복원하기 위한 AI 기술 개발 필요
 - 자율주행 복합 모빌리티 체계의 지속적 모니터링, 장애 예측 및 자가 복원을 자동화하기 위한 프레임워크 기술 개발 필요

1) Jo, Min Hee, Peter Schneider, and Alexey Vinel. "Driving Towards Safety: Open Challenges in Safeguarding CPS-IoT for Cooperative Intelligent Transportation System." 2024 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). IEEE, 2024.

2) AlEisa, Hussah Nasser, et al. "Transforming transportation: Safe and secure vehicular communication and anomaly detection with intelligent cyber-physical system and deep learning." IEEE Transactions on Consumer Electronics 70.1 (2023): 1736-1746.

3) Sun, Chen, et al. "Robust Learning for Autonomous Driving Perception Tasks in Cyber-Physical-Social Systems." 2023 IEEE 3rd International Conference on Digital Twins and Parallel Intelligence (DTPI). IEEE, 2023.

4) Hu, Xuemin, et al. "How simulation helps autonomous driving: A survey of sim2real, digital twins, and parallel intelligence." IEEE Transactions on Intelligent Vehicles (2023).

5) Sajad, Sebastiano Panichella, and Paolo Tonella. "Simulation-based testing of unmanned aerial vehicles with aerialist." Proceedings of the 2024 IEEE/ACM 46th International Conference on Software Engineering: Companion Proceedings. 2024.

6) Biswas, Abhijit, et al. "Socnavbench: A grounded simulation testing framework for evaluating social navigation." ACM Transactions on Human-Robot Interaction (THRI) 11.3 (2022): 1-24.

2-1. 연구개발과제의 도전성·창의성·혁신성

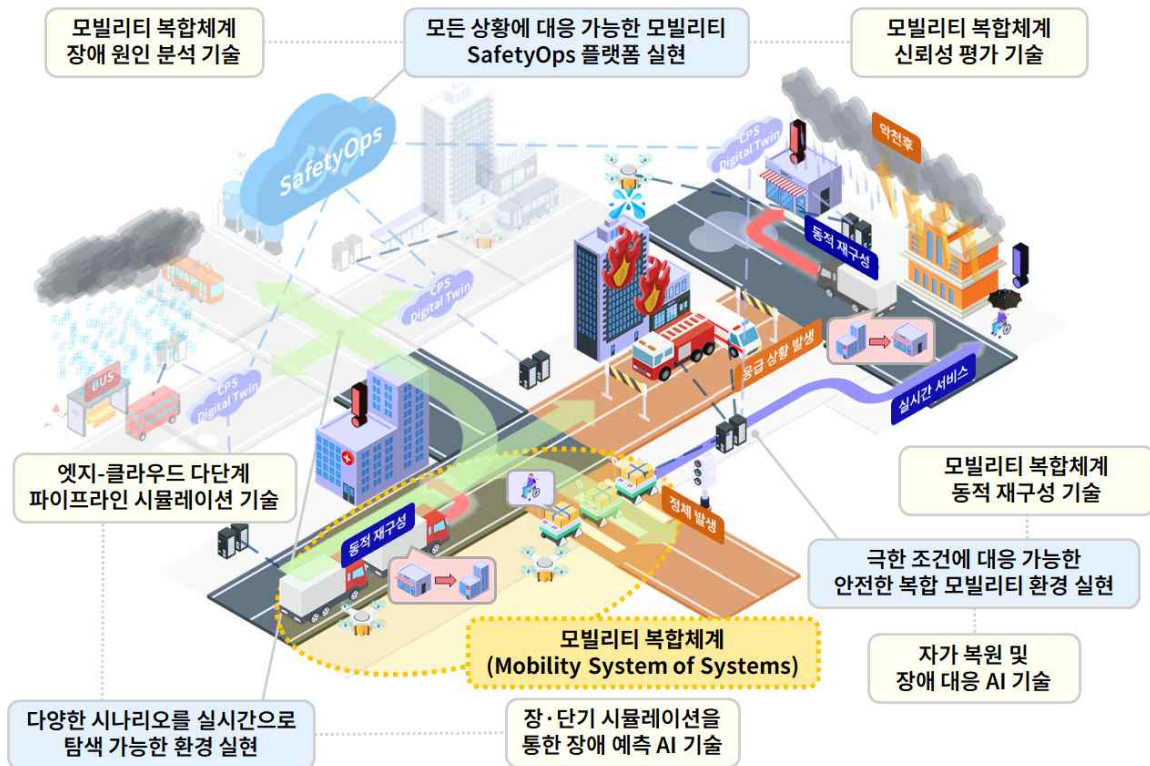


그림 1 연구개발과제의 개괄도

(1) 도전성

- 무한에 가까운 자율주행 모빌리티 환경의 시나리오 공간에 대한 효과적인 탐색을 통해 장·단기 미래 상황을 예측하는 AI 기술 개발
- 실시간성이 중요한 복합 모빌리티를 위한 효율적인 파이프라인 기반의 시뮬레이션 기술 개발

(2) 창의성

- 복합 모빌리티의 신뢰성과 안전성 확보를 위해 시뮬레이션 기반 검증 및 예측 기술 적용
- 신뢰성·안전성·효율성 증대를 위한 엣지-클라우드 기반의 지능형 사이버물리 시스템 체계 설계

(3) 혁신성

- SafetyOps를 통해 자율주행 모빌리티 복합시스템을 지속적으로 모니터링, 검증, 재구성하여 극한 조건, 예기치 못한 상황에 대해 효과적인 대응이 가능한 진화하는 복합 모빌리티 환경 실현
- 복합 모빌리티 시스템의 기능 및 협업 구조를 재구성 하여 대응하기 불가능했던 오류 상황을 극복하여 신뢰성과 안전성을 획기적으로 향상

2-2. 연구개발과제의 최종 목표, 내용 및 결과물

- **최종 목표:** 복합 모빌리티 연합 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 엣지-클라우드 기반 지능형 사이버물리 시스템 SafetyOps 기술 개발
 - 복합 모빌리티 수행 환경을 엣지-클라우드 기반 분산 모니터링, 시뮬레이션 하여 장애 발생을 효율적으로 장·단기 실시간 예측하고, 장애 발생이 우려될 경우 모빌리티 복합체계를 적응적으로 재구성하여 대응하는 지능형 사이버 물리 시스템 SafetyOps 기술 개발
- **최종 결과물**
 - 엣지-클라우드 기반 장·단기 파이프라인 분산 시뮬레이션 기술
 - 장·단기 분산 시뮬레이션을 통한 모빌리티 복합체계 신뢰성·안전성 평가 기술
 - 모빌리티 장애 대응을 위한 동적 재구성을 통한 자가 복원 및 장애 대응 AI 기술
 - 자율주행 복합 모빌리티의 실시간 자동 모니터링, 장애 예측 및 검증, 자가 복원을 위한 SafetyOps 프레임워크 기술

2-3. 연구개발과제의 단계별 목표, 내용 및 결과물

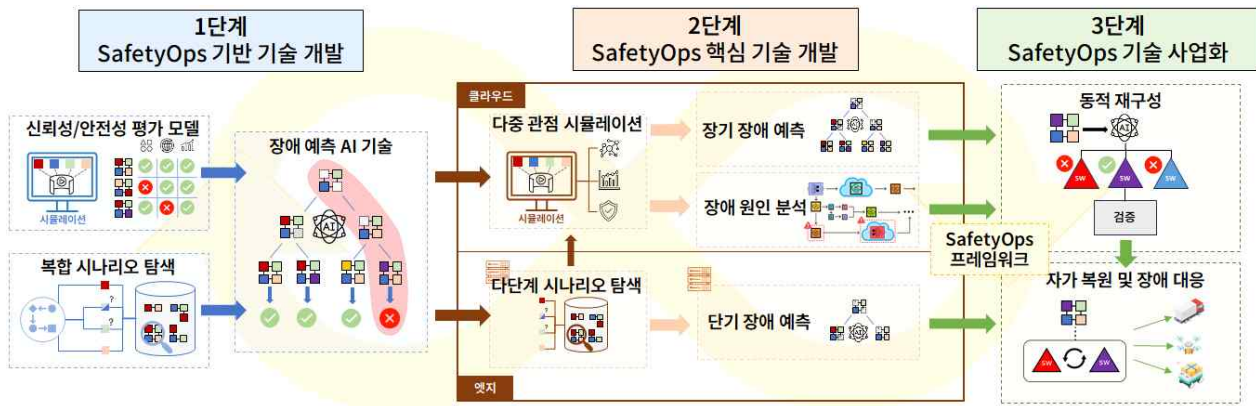


그림 2 단계별 연구개발과제 목표 및 내용

(1) 1단계 (1~2년차)

- 1단계 연구 목표: AI 활용 시뮬레이션 기반의 복합 모빌리티 장애 예측을 통한 신뢰성 및 안전성 확보를 위한 **SafetyOps 기반 기술 개발**

○ 1단계 연구 내용

가. 1년차 연구 내용

- 복합 모빌리티의 신뢰성 및 안전성 평가를 위한 기초 시뮬레이션 환경 설계
- 상황 기반 복합 모빌리티 시나리오 동적 탐색 기술 개발

실시간으로 모빌리티 복합체계의 안전성을 평가하고, 장애를 예측하기 위해서는 다양한 시나리오를 시뮬레이션에서 검증하는 것은 비효율적임. 따라서, 이 연구에서는 현재 상황을 기반으로 발생 가능한 시나리오를 탐색, 식별하는 기술을 개발함.

나. 2년차 연구 내용

- 모빌리티 복합체계(SoS)의 신뢰성·안전성 평가 기술 개발

기존의 자율주행 관련 테스트 연구를 발전시켜, 모빌리티 복합체계에서의 신뢰성, 안전성 평가 기법을 연구함. 모빌리티 복합 체계에서의 고유한 결함을 시뮬레이션 1,000회에 50개를 찾아내는 것을 목표로 함.

- 시나리오 기반 시뮬레이션을 통한 장애 예측 AI 기술 개발

현재 상황을 기반해 탐색된 시나리오와, 신뢰성, 안전성 평가 기술을 활용하여 모빌리티 복합체계의 장애 발생 가능성을 예측함. 70%의 장애 예측 정확도를 기록하는 기술을 목표로 함.

(2) 2단계 (3~4년차)

- 엣지-클라우드에서의 장·단기 파이프라인 기반의 시뮬레이션을 통한 복합 모빌리티 실시간 신뢰성 및 안전성 향상을 위한 **SafetyOps 핵심 기술 개발**

- 엣지-클라우드에서의 다단계 실시간 장·단기 모빌리티 파이프라인 시뮬레이션 기술 개발

- 시간, 공간 등 다중 관점의 복합 모빌리티 시뮬레이션 기반 장애 예측 AI 기술 개발

- 시뮬레이션 테스트 기반 모빌리티 복합체계 장애 원인 분석 기술 개발

- 실시간 복합 모빌리티 자동 모니터링, 장애 예측 및 검증을 위한 SafetyOps 프레임워크 정의 및 요소 기술 개발

(3) 3단계 (5~8년차)

- 모빌리티 복합체계의 동적 재구성을 통한 자가복원 및 대응을 통한 신뢰성 및 안전성 강화를 위한 **SafetyOps 기술 사업화**

- 시뮬레이션을 통한 모빌리티 복합체계 재구성 시나리오 검증 기술 개발

- 모빌리티 복합체계 동적 재구성(기능, 협업구조 및 품질 등의 관점)을 통한 자가 복원 및 장애 대응 AI 기술 개발

- 복합 모빌리티 사이버물리 시스템 장애 예측, 검증, 재구성을 위한 SafetyOps 프레임워크 기술 사업화 추진

3-1. 연구개발과제의 추진전략·방법

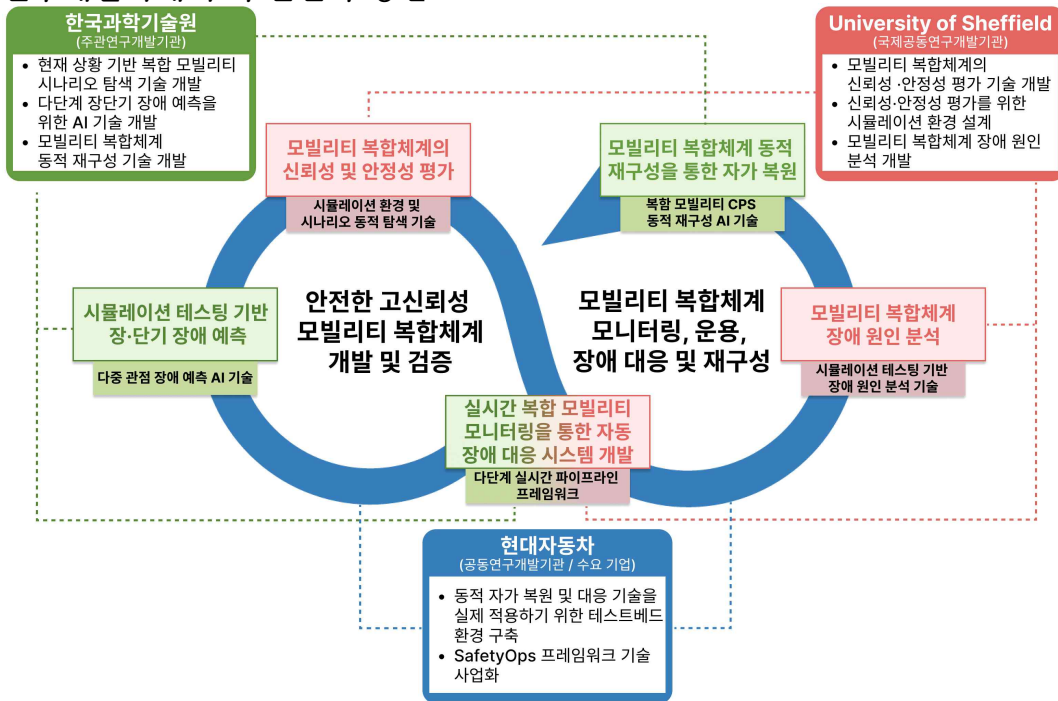


그림 3 연구개발과제의 추진전략

- (1) 주관연구개발기관: 한국과학기술원 - 모빌리티 복합체계 장애 대응 및 재구성 기술 개발
 - 시뮬레이션 테스트 기반 장·단기 장애 예측
 - 모빌리티 복합체계 동적 재구성을 통한 자가 복원
- (2) 국제공동연구개발기관: University of Sheffield - 고신뢰성 모빌리티 복합체계 검증 기술 개발
 - 모빌리티 복합체계의 신뢰성 및 안정성 평가
 - 모빌리티 복합체계 장애 원인 분석
- (3) 통합 연구 개발 - 통합 SafetyOps 프레임워크 기술 개발
 - 실시간 복합 모빌리티 모니터링을 통한 자동 장애 대응 시스템 개발
- (4) 공동연구개발기관 및 주요 기업: 현대자동차 (3단계 시, 참여 예정) - SafetyOps 기술 사업화
 - 동적 자가 복원 및 대응 기술을 실제 적용하기 위한 테스트베드 구축
 - SafetyOps 프레임워크 기술 사업화

3-2. 연구개발과제의 추진체계

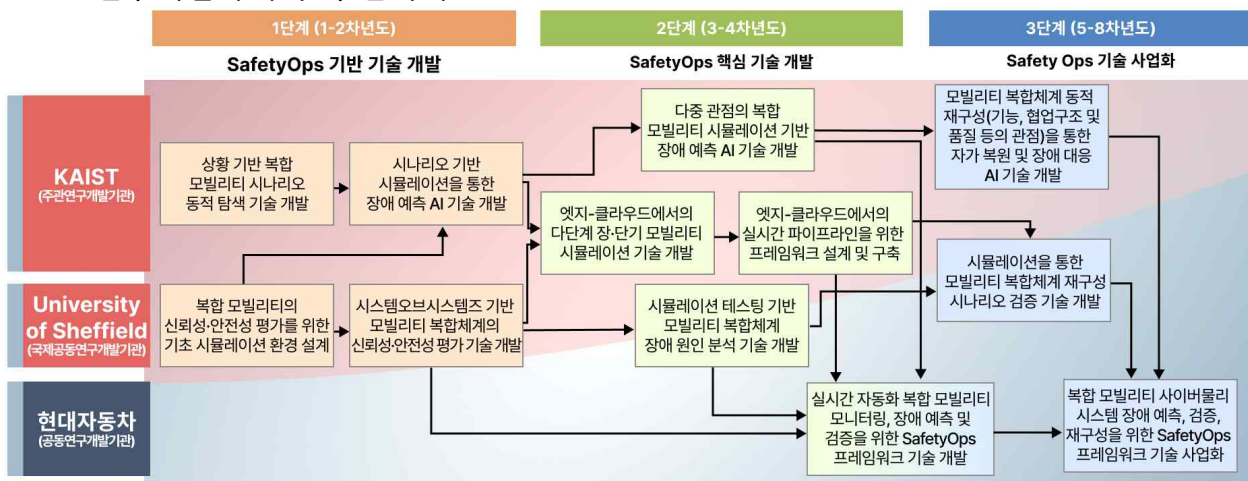


그림 4 연구개발과제의 추진체계

4-1. 연구개발성과의 파급효과

(1) 학술적 측면

- 미래 복합 모빌리티 환경 구성 및 유지보수의 핵심 기술로서 다양한 모빌리티 기기 간의 상호운용성을 평가하기 위한 학술적 연구 및 기술적 기반 제시
- 차세대 모빌리티 복합체계 관련 연구를 위한 도전적 기술 주제 제시 및 안전성 평가 방법과 비교분석 지표의 활용

(2) 사회적 측면

- 물리적 환경을 요구하는 기존의 시험 및 연구 방법에 비해 시뮬레이션과 디지털 트윈에 기반한 방법을 제시하여 탄소 절감 효과 기대. 또한 자율주행 공유 모빌리티의 보급을 촉진하여 주차공간 감소, 에너지 소비 저감, 환경개선 등 생활 편의성 증진 예상
- 이종 자율주행 모빌리티를 포함하여 고도화된 미래 사회의 교통 환경에서 교통사고 방지 및 안전 계획 수립에 핵심적인 역할을 할 것으로 예상

4-2. 연구개발성과의 활용방안

(1) 산업적 측면(민간)

- 미래 복합 모빌리티 개발을 위한 성능 및 안전 평가 수단으로써 활용. 자율주행 모빌리티 시장을 다각화하여 새로운 기업들의 시장 진입을 촉진, 신규 산업 생태계 구축을 선도하기 위한 필요 기술
- 운송 및 도심 물류 인프라 산업의 기반 기술로써 응용되어 기존 소프트웨어, 부품, 플랫폼 등 다양한 산업 생태계 재편 및 생성 기대. 특히 운송 시간·비용 절감 및 예측을 통해 기업의 생산성과 효율성 증대

(2) 사회적 측면(공공)

- 로봇, 철도, UAM 등의 미래 자율주행 모빌리티 시스템의 통합 검증 환경으로 기능. 교통 및 안전사고 예방을 위한 선제적 조치 수립 및 시행을 위한 시험 환경으로써 활용 예상
- 도시 시설물 계획에 관한 평가 보조. 향후 미래 복합 모빌리티 환경을 위한 도시환경 안전 평가 절차에 활용 기대
- 고속철도, 지하철 등 기존 도시 공공 모빌리티의 무인화·자율주행 체계로의 전환을 위한 예비조사 및 계획 수립에 활용 기대

- 자율주행 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처(Software Defined Infrastructure) 관련 연구 수행 중으로 복합 모빌리티를 위한 소프트웨어 인프라 개발과 안전성 확보 기술에 대한 기반 지식 및 경험 보유 (SW컴퓨팅산업원천기술개발사업 과제 참여기관, 2024-2027년)
- 엣지-클라우드 다체계 컴퓨팅 환경을 활용한 인공지능 복합체계(AI SoS)의 효율성과 안정성 증대를 위한 빅데이터 기반의 서비스 아키텍처 설계 및 DevOps 기반의 동적 서비스 배포/자원 할당, 연합학습(Federated Learning) 등의 핵심 기술 개발 경험 보유 (대학ICT연구센터육성지원사업 과제 주관기관, 2020-2027년)
- 지능형 사이버-물리 복합체계(CPS SoS)의 신뢰성과 효율성 향상을 위한 검증 기술 및 실시간 On-the-fly 소프트웨어 개발 및 검증 플랫폼 원천 기술 보유 (차세대정보컴퓨팅기술개발사업 과제 주관기관, 2017-2020년)
- 최근 5년간 AI 기반 사이버-물리 복합체계 개발 및 품질/안전성 관련 SCI급 저널 논문 12편, 국제 학술대회논문 17편 발표, 국외특허등록 3건, 국내특허등록 7건, 국내특허출원 5건

< 본문 2 >

목 차

1. 연구개발기관 현황	7
1-1. 연구책임자 등 현황	7
1-2. 연구개발기관 연구개발 실적	11
1-3. 연구시설·장비 보유현황	11
1-4. 연구개발기관 일반 현황	12
2. 연구개발비 사용에 관한 계획	13
2-1. 연구개발비 지원·부담계획	13
2-2. 연구개발비 사용계획	13
2-3. 연구시설·장비 구축·운영계획	15
3. 평가기준 및 평가방법	16
3-1. 성과지표 및 목표치	16
3-2. 성능지표 및 측정방법	16

1

연구개발기관 현황

1-1. 연구책임자 등 현황

1-1-1. 주관연구개발기관 연구책임자

가. 인적사항

개인	국문	고인영	국적	대한민국
	영문	Ko, In-Young	국가연구자번호	10169384
직장	기관명	한국과학기술원	전화번호	042-350-3547
	부서	전산학부	휴대전화	010-2641-5879
	직위	교수	전자우편	iko@kaist.ac.kr
	주소	(우: 34141) 대전광역시 유성구 대학로 291 한국과학기술원(KAIST) 김병호김삼열IT융합빌딩(N1) 505호		

나. 학력

취득연월(최근 순으로 작성)	학교명	전공	학위	지도교수
97.03~03.02	University of Southern California	Computer Science	박사	Robert Neches
91.02~92.02	서강대학교	전산학	석사	Felix M. Villarreal S.J.
86.02~90.02	서강대학교	전산학	학사	김성천
최종학위 논문명(해당 시): Exploring, Understanding and Recording Analysis Steps in Information-Management Applications				

다. 경력

기간	기관명	직위	비고
20.09~현재	한국과학기술원	교수	
09.03~20.09	한국과학기술원	부교수	
04.01~09.03	한국과학기술원	조교수	
05.01~11.12	Carnegie Mellon University	겸임교수	
04.01~04.12	Carnegie Mellon University	방문교수	

라. 주요 연구개발 실적 (최근 5년간 5개 이내의 실적을 작성, 신청중이거나 수행 중인 과제는 필수)

중앙행정기관 (전문기관)	세부사업명	연구개발과제명	주관연구개발기관	연구개발기간 (참여한 기간)	역할: 연구책임자/ 연구자	비고 (신청/수행중/ 완료)
			당시 소속기관			
중소기업벤처부 (중소기업기술정보진흥원)	창업성장기술개발(R&D)	농업의 디지털 전환(DX) 가속화를 위한 무인 노지 작물 관리 시스템	한국과학기술원	24.08.01~25.07.31 (24.08.01~25.07.31)	연구자	수행 중
			한국과학기술원			
과학기술정보통신부 (정보통신기획평가원)	SW컴퓨팅산업원천기술개발	미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발	한국과학기술원	24.04.01~27.12.31 (24.04.01~27.12.31)	연구자	수행 중
			한국과학기술원			
과학기술정보통신부 (정보통신기획평가원)	정보통신방송혁신인재양성	엣지 클라우드에서 고신뢰 고사용성 빅데이터 플랫폼 및 분석 예측 서비스 기술 개발	한국과학기술원	20.07.01~27.12.31 (20.07.01~27.12.31)	연구책임자	수행 중
			한국과학기술원			
국토교통부 (국토교통과학기술진흥원)	국토교통기술촉진연구	엣지 컴퓨팅 기반 빅데이터 활용 선제적 교통안전 AI 서비스 플랫폼 기술 연구	한국과학기술원	21.04.01~22.12.31 (21.04.01~22.12.31)	연구책임자	완료
			한국과학기술원			
미래창조과학부	이공분야기초연구사업	기계학습 및 VR 기술을 활용한 IoT 서비스 효과 전달 및 사용자 인지 최적화 방법	한국과학기술원	19.09.01~22.02.28 (19.09.01~22.02.28)	연구책임자	완료
			한국과학기술원			

마. 대표적 논문/저서 실적(최근 5년간 5개 이내의 실적을 작성)

구분 (논문/저서)	논문명/저서명	게재지(권, 쪽)	게재연도 (발표연도)	역할	비고 (피인용 지수)
논문	Fully Decentralized Horizontal Autoscaling for Burst of Load in Fog Computing	Journal of Web Engineering (23.6)	2023	교신저자	IF 0.800
논문	Multilevel Agent Negotiation on Service Bindings for Efficient Multi-tasking in IoT Environments	Elsevier Internet of Things (23)	2023	교신저자	IF 5.900
논문	Learning-Based Quality of Experience Prediction for Selecting Web of Things Services in Public Spaces	In Proceedings of The 23rd International Conference on Web Engineering (ICWE 2023)	2023	교신저자	
논문	Dynamic and Effect-Driven Output Service Selection for IoT Environments Using Deep Reinforcement Learning	IEEE Internet of Things Journal (10.4)	2022	교신저자	IF 10.238
논문	A Conversational Approach for Modifying Service Mashups in IoT Environments	In Proceedings of 2022 ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'22)	2022	교신저자	최우수 학술대회

바. 지식재산권 출원·등록 실적(최근 5년간 5개 이내의 실적을 작성)

구분 (특허/프로그램 등)	지식재산권명	국가명	출원·등록일	출원·등록번호/ 출원·등록자 수	비고
특허	Computer System for Providing Service Consumption Plan for Efficient Service Migration in Mobile Edge Computing Environments	미국	출원: 20. 12. 11 등록: 23. 04. 25	출원: 17/450605 등록: 11432164 / 2명	등록
특허	Spatio-cohesive Service Discovery and Dynamic Service Handover for Distributed IoT Environments	미국	출원: 18. 11. 09 등록: 23. 05. 09	출원: 16/186000 등록: 11647090 / 2명	등록
특허	Electronic Device for Effect-driven Dynamic Media Selection for Visual IoT Service Using Reinforcement Learning and Operating Method Thereof	미국	출원: 20. 12. 11 등록: 23. 04. 25	출원: 17/157470 등록: 11637904 / 2명	등록
특허	IOT 환경에서 최종 사용자 서비스 조합을 지원하기 위한 대화형 서비스 조합 모델	한국	출원: 20. 11. 18 등록: 22. 05. 02	출원: 10-2020-0154362 등록: 10-2395122 / 2명	등록
특허	엣지 컴퓨팅 환경에서 비용을 고려한 마이크로서비스 기반 어플리케이션 배포 방법	한국	출원: 20. 11. 04 등록: 22. 02. 23	출원: 10-2020-0145789 등록: 10-2368165 / 2명	등록

사. 대표적 기타 실적(최근 5년간 5개 이내의 실적을 작성)

구분	실적명	내용요약	실적연도
-	-	-	-

1-1-2. 참여연구자 및 연구지원인력 (주관/공동/위탁연구개발 순서로 작성)

가. 참여연구자 현황

번호	국적	소속 기관	생년월일 (성별)	학위 및 전공			연구담당분야	신규채용구분 (해당 시 작성)	국가연구개발 사업 참여율(%) [B]	전체 참여율 [A+B, ≤100%]
	성명	직위	과학기술인 등록번호	최종 학위	전공	취득 년도	과제참여기간	시간 선택제 근무 구분 (해당 시 작성)	본 과제 참여율 (%) [A]	국가연구개발사업 참여 과제 수(건) (A+B, ≤5)
1	한국	한국과학기술원	68.01.01 (남)	박사	전산학	2003	연구과제 총괄		35.85	38.85
	고인영	교수	10169384				'25.04~'25.12		3	4
	한국	한국과학기술원	68.01.01 (남)	박사	전산학	2003	연구과제 총괄		35.85	40.85
	고인영	교수	10169384				'26.01~'26.12		5	4
	한국	한국과학기술원	68.01.01 (남)	박사	전산학	2003	연구과제 총괄		35.85	48.85
	고인영	교수	10169384				'27.01~'28.12		13	4
	한국	한국과학기술원	68.01.01 (남)	박사	전산학	2003	연구과제 총괄		35.85	60.85
2	고인영	교수	10169384				'29.01~'32.12		25	4
	한국	한국과학기술원	78.02.03 (여)	박사	전산학	2009	연구과제 총괄		96.7	100
	지은경	연구 부교수	10145238				'25.04~'25.12		3.33	5
	한국	한국과학기술원	78.02.03 (여)	박사	전산학	2009	연구과제 총괄		95	100
	지은경	연구 부교수	10145238				'26.01~'26.12		5	5
	한국	한국과학기술원	78.02.03 (여)	박사	전산학	2009	연구과제 총괄		90	100
	지은경	연구 부교수	10145238				'27.01~'32.12		10	5
3	한국	한국과학기술원	97.07.11 (남)	석사	전산학	2022	장애 예측 AI 기술 개발		30	40
	조은호	박사과정	11840045				'25.04~'32.12		10	3
4	중국	한국과학기술원	99.12.01 (남)	학사	전산학	2022	장애 예측 AI 기술 개발		30	40
	Xiangchi Song	석박통합	12963041				'25.04~'32.12		10	3
5	한국	한국과학기술원	98.02.03 (남)	석사	전산학	2024	신뢰성 평가 기술 개발		40	50
	박은찬	박사과정	11787015				'25.04~'32.12		10	4
6	네팔	한국과학기술원	99.11.27 (남)	석사	전산학	2024	장애 예측 AI 기술 개발		30	40
	Arogya Kharel	박사과정	12769601				'25.04~'32.12		10	3
7	한국	한국과학기술원	99.09.28 (남)	학사	전기전자컴퓨터공학	2024	장애 예측 AI 기술 개발		20	30
	양주영	석사과정	12963701				'25.04~'32.12		10	3
8	중국	한국과학기술원	01.05.31 (남)	학사	전산학	2023	신뢰성 평가 기술 개발		20	30
	Zhaoyan Wang	석사과정	13216470				'25.04~'32.12		10	3
9	한국	한국과학기술원	01.11.26 (남)	학사	전산학	2024	장애 예측 AI 기술 개발		10	20
	송민우	석사과정	12834439				'25.04~'32.12		10	2
10	한국	한국과학기술원	99.04.17 (남)	학사	소프트웨어학	2024	신뢰성 평가 기술 개발		10	20
	안현준	석사과정	12835726				'25.04~'32.12		10	2

나. 연구지원인력 현황(직접비에서 인건비를 지급하는 경우에만 작성)

성명	국적	소속 기관	직위	학위 및 전공			담당역할	신규채용 구분 (해당 시 작성)	시간 선택제 근무 구분 (해당 시 작성)	지원연도								총 지원 기간	
				최종 학위	전공	취득 년도				1단계		2단계		3단계					
										1년	2년	1년	2년	1년	2년	3년	4년		
박은애	한국	한국과학기술원	위촉 행정원	학사	원예 학과	2003	연구관련 행정 및 연구비 관리	X	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7년 9개월

1-1-3. 연구개발기관이 아닌 관계 기관(해당 시 작성)

※ 연구개발비를 부담하나 사용하지 아니하는 기관(지방자치단체, 수혜기관 등) 또는 연구개발비를 사용하지 아니하나 연구개발정보를 필요로 하는 기관에 한하여 작성

가. 기관명: University of Sheffield (역할: 국제공동연구개발기관)

책임자	성명	국문	신동환	국적	대한민국
		영문	Donghwan Shin		
	기관명	University of Sheffield		전화번호	+44-114-222-1854
	부서	School of Computer Science		휴대전화	+44-753-934-9025
	직위	Lecturer		전자우편	d.shin@sheffield.ac.uk
실무 담당자	국문	신동환			
	영문	Donghwan Shin			
	기관명	University of Sheffield	전화번호	+44-114-222-1854	
	부서	School of Computer Science	휴대전화	+44-753-934-9025	
	직위	Lecturer	전자우편	d.shin@sheffield.ac.uk	
주소		Regent Court (DCS), 211 Portobello, Sheffield S1 4DP, United Kingdom			

나. 기관명: 현대자동차 (역할: 수요기업 및 3단계 시 공동연구개발 참여예정기관)

책임자	성명	국문	구태완	국적	대한민국
		영문	Taewan Gu		
	기관명	현대자동차		전화번호	031-5172-6878
	부서	연구개발본부		휴대전화	010-8738-2918
	직위	책임연구원		전자우편	taewan.gu@hyundai.com
실무 담당자	국문	구태완			
	영문	Taewan Gu			
	기관명	현대자동차	전화번호	031-5172-6878	
	부서	연구개발본부	휴대전화	010-8738-2918	
	직위	책임연구원	전자우편	taewan.gu@hyundai.com	
주소		(우: 18280) 경기도 화성시 남양읍 현대연구소로 150			

1-1-4. 신규채용 인력 세부내용

번호	소속 기관명	성명	입사일 (입사예정일)	청년여부	신규채용 형태		
					기관부담연구개발비 현금감면	정부지원연구개발비 비례고용	기타

1-1-5. 여성 참여 인력 비율

(단위 : 명, %)

주관연구개발기관의 총 참여인력 수	주관연구개발기관의 여성 참여 인력 수	주관연구개발기관 소속연구원 중 여성 참여 인력 비율
10	1	10

* 신규채용 예정인력은 총참여인력 및 여성참여인력 수에서 제외

* 신규평가시 상기 내용으로 가점을 획득하였을 경우, 여성참여연구원의 비율 유지하되 변경 필요시 전문 기관 담당자한테 문의 요망(삭제하지 말 것)

1-1-6. 신규 인력 채용 계획 및 활용 방안

1-2. 연구개발기관 연구개발 실적(해당 시 작성)

(1) 연구개발과제와 연관된 지식재산권 출원 및 등록 현황(최근 5년간 실적)

연구개발기관명 (소유권자)	지식재산권명	국가명	출원·등록번호 / 출원·등록일
한국과학기술원	Computer System for Providing Service Consumption Plan for Efficient Service Migration in Mobile Edge Computing Environments	미국	출원: 17/450605 등록: 11432164 / 출원: 20. 12. 11 등록: 23. 04. 25
한국과학기술원	Spatio-cohesive Service Discovery and Dynamic Service Handover for Distributed IoT Environments	미국	출원: 16/186000 등록: 11647090 / 출원: 18. 11. 09 등록: 23. 05. 09
한국과학기술원	Electronic Device for Effect-driven Dynamic Media Selection for Visual IoT Service Using Reinforcement Learning and Operating Method Thereof	미국	출원: 17/157470 등록: 11637904 / 출원: 20. 12. 11 등록: 23. 04. 25
한국과학기술원	IOT 환경에서 최종 사용자 서비스 조합을 지원하기 위한 대화형 서비스 조합 모델	한국	출원: 10-2020-0154362 등록: 10-2395122 / 출원: 20. 11. 18 등록: 22. 05. 02
한국과학기술원	엣지 컴퓨팅 환경에서 비용을 고려한 마이크로서비스 기반 어플리케이션 배포 방법	한국	출원: 10-2020-0145789 등록: 10-2368165 / 출원: 20. 11. 04 등록: 22. 02. 23

(2) 국가연구개발사업 주요 수행 실적(최근 5년간 실적*)

연구개발과제명	주관연구개발기관명 연구개발기관명 및 역할 (주관/공동)	연구개발기간 (참여기간)	수행내용	중앙행정기관 (전문기관)	비고 (수행중/완료)
농업의 디지털 전환(DX) 가속화를 위한 무인 노지 작물 관리 시스템	한국과학기술원 위탁연구개발기관	24.08.01~25.07.31 (24.08.01~25.07.31)	농업의 디지털 전환(DX) 가속화를 위한 무인 노지 작물 관리 시스템	중소기업벤처부 (중소기업기술 정보진흥원)	수행 중
미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발	한국과학기술원 공동연구개발기관	24.04.01~27.12.31 (24.04.01~27.12.31)	미래 모빌리티를 위한 소프트웨어 정의형 인프라스트럭처 기술 개발	과학기술정보통신부 (정보통신기획 평가원)	수행 중
엣지 클라우드에서 고신뢰 고사용성 빅데이터 플랫폼 및 분석 예측 서비스 기술 개발	한국과학기술원 주관연구개발기관	20.07.01~27.12.31 (20.07.01~27.12.31)	엣지 클라우드에서 고신뢰 고사용성 빅데이터 플랫폼 및 분석 예측 서비스 기술 개발	과학기술정보통신부 (정보통신기획 평가원)	수행 중
엣지 컴퓨팅 기반 빅데이터 활용 선제적 교통안전 AI 서비스 플랫폼 기술 연구	한국과학기술원 주관연구개발기관	21.04.01~22.12.31 (21.04.01~22.12.31)	엣지 컴퓨팅 기반 빅데이터 활용 선제적 교통안전 AI 서비스 플랫폼 기술 연구	국토교통부 (국토교통과학기술 진흥원)	완료
기계학습 및 VR 기술을 활용한 IoT 서비스 효과 전달 및 사용자 인지 최적화 방법	한국과학기술원 주관연구개발기관	19.09.01~22.02.28 (19.09.01~22.02.28)	기계학습 및 VR 기술을 활용한 IoT 서비스 효과 전달 및 사용자 인지 최적화 방법	미래창조과학부	완료

* 연구개발과제 종료 후 5년을 초과하더라도 (3) 국가연구개발사업 기술이전 실적 또는 (4) 국가연구개발사업 사업화 실적'에 해당하는 연구개발과제는 기재

(3) 국가연구개발사업 기술이전 실적(최근 5년간 실적)

(단위: 천원)

연구개발기관명	기술이전 유형	기술실시계약명	기술실시기관명	기술실시발생일	기술료	기술료 누적 징수액

(4) 국가연구개발사업 사업화 실적(최근 5년간 실적)

(단위: 천원, 달러)

연구개발기관명	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출발생 연도	기술 수명
							국내	국외		

* 1) 기술이전 또는 자기실시

* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

* 3) 국내 또는 국외

※ 기술이전 및 사업화 실적은 국가연구개발사업 조사·분석에 등록된 것이어야 함

1-3. 연구시설·장비 보유현황(해당 시 작성)

보유기관	연구시설·장비명	규격	수량	용도	활용시기	현물부담 반영여부 (해당 시 “○”)

1-4. 연구개발기관 일반 현황(기업정보 데이터베이스와 연계 가능)

※ 비영리기관의 경우 순번 5부터 순번 15까지는 생략하여 작성

(단위: 천원, 백분율)

순번	구분		기관명	한국과학기술원
1	사업자등록번호			314-82-01980
2	법인등록번호			114471-0000668
3	대표자 성명/국적			이광형 / 대한민국
4	기관 유형 (대학, 정부출연연, 중소기업 등)			대학(특정연구기관)
5	최대 주주 성명/국적			
6	설립 연월일			
7	주생산 품목			
8	상시 종업원 수			
9	전년도 매출액			
10	매출액 대비 연구개발비 비율			
11	부채 비율 (최근 3년 간 결산 기준)		21년	
			22년	
			23년	
12	유동 비율 (최근 3년 간 결산 기준)		21년	
			22년	
			23년	
13	자본잠식 현황 (최근 3년 간 결산 기준)	자본 총계	21년	
			22년	
			23년	
		자본금	21년	
			22년	
			23년	
14	이자 보상 비율 (최근 3년 간 결산 기준)		21년	
			22년	
			23년	
15	영업 이익 (최근 3년 간 결산 기준)		21년	
			22년	
			23년	
16	연구개발기관의 연구개발과제 지원 담당자 (※ 대학의 경우 산학협력단의 연구개발과제 지원 담당을 말하며, 표지의 “실무담당자”와 다름)		성명	김윤미
			부서	공공연구지원팀
			직위	직원
			직장전화	042-350-1433
			휴대전화	
			전자우편	dbsal5377@kaist.ac.kr
			팩스	-

2

연구개발비 사용에 관한 계획

2-1. 연구개발비 지원·부담계획

(단위: 천원)

구분			정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비			그 외 기관 등의 지원금						합 계		
단	연	연구개발기관명 (기관역할 ¹⁾)		현금	현물	소계	지방자치단체			기타()			현금	현물	합계
계	차		현금	현금	현물	소계	현금	현물	소계	현금	현물	소계	현금	현물	합계
1	1	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	112,520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112,520	0	112,520
	2	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	150,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150,000	0	150,000
		소계	262,520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262,520	0	262,520
2	1	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	300,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300,000	0	300,000
	2	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	300,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300,000	0	300,000
		소계	600,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600,000	0	600,000
3	1	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	650,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000
	2	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	650,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000
	3	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	650,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000
	4	한국과학기술원 (주관연구개발기관)	650,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	650,000	0	650,000
		소계	2,600,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,600,000	0	2,600,000
총계			3,462,520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,462,520	0	3,462,520

* 1」 주관연구개발기관, 공동연구개발기관 등 연구개발과제 내 해당 연구개발기관의 역할을 기재

2-2. 연구개발비 사용계획

2-2-1. 연구개발기관별 사용계획

(단위: 천원)

연구개발 기관명		연구개발비														연구 개발 비 외 지원 금 ⁵⁾	연구 수당 계상 기준 금액 ⁶⁾
		직접비											간접비	합계			
		인건비	학생인건비		연구시설·장비비		연구 재료 비	위탁 연구 개발 비	국제공 동연구 개발비	연구 개발 부담 비	연구 활동비	연구 수당			소계		
			일반 ¹⁾	특례 ²⁾	일반 ³⁾	특례 ⁴⁾											
한국과 학기술 원	현금	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520	0	1,520,806
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520		
총계	현금	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520	0	1,520,806
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	합계	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520		

* 1」 국가연구개발사업 연구개발비 사용기준 제6장에 따른 학생인건비 사용에 관한 특례를 적용하지 않는 학생인건비를 기재합니다.

2」 국가연구개발사업 연구개발비 사용기준 제6장에 따른 학생인건비 사용에 관한 특례를 적용하는 학생인건비를 기재합니다.

3」 국가연구개발사업 연구개발비 사용기준 제7장에 따른 연구시설·장비비 사용에 관한 특례를 적용하지 않는 연구시설·장비비를 기재합니다.

4」 국가연구개발사업 연구개발비 사용기준 제7장에 따른 연구시설·장비비 사용에 관한 특례를 적용하는 연구시설·장비비를 기재합니다.

5」 국제기구, 외국의 정부·기관·단체 등이 지원·부담하는 금액이거나, 중앙행정기관(소속기관 포함)이 소관 업무를 위하여 직접 수행하는 사업의 금액으로 「국가연구개발혁신법」에 따른 연구개발비에 포함하지 않는 금액을 기재합니다.

6」 대학, 기업 등 참여연구자가 소속된 연구개발기관으로부터 연구개발과제와 별도로 인건비를 지급받는 연구개발기관에 한해 참여연구자들의 연구수당을 계상하기 위한 기준금액입니다. 해당 금액은 연구개발기관이 해당 연구개발과제의 연구개발기간 동안 참여연구자에게 지급하는 인건비를 같은 기간 동안 해당 참여연구자가 실제 해당 연구개발과제에 참여한 정도로 공급한 금액 중 해당 연구개발과제의 연구개발비에서 계상하지 아니한 금액을 기재합니다.

2-2-2. 연차별 사용계획

(단위: 천원)

연차	연구개발비														연구 개발 비 외 지원 금	연구 수당 계상 기준 금액	
	직접비												간접비	합계			
	인건비	학생인건비		연구시설·장비비		연구 재료 비	위탁 연구 개발 비	국제공 동연구 개발비	연구 개발 부담 비	연구 활동비	연구 수당	소계					
일반		특례	일반	특례													
1	현금	19,858	0	30,000	0	0	0	0	40,000	0	6,119	3,500	99,447	13,043	112,520	0	35,758
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	19,858	0	30,000	0	0	0	0	40,000	0	6,119	3,500	99,447	13,043	112,520		
2	현금	26,424	0	42,000	0	0	0	0	50,000	0	8,591	5,000	132,015	17,985	150,000	0	54,324
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	26,424	0	42,000	0	0	0	0	50,000	0	8,591	5,000	132,015	17,985	150,000		
3	현금	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000	0	127,504
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000		
4	현금	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000	0	127,504
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000		
5	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
6	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
7	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
8	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
총 계	현금	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520	0	1,520,806
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	합계	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520		

2-2-3. 연차개발기관별-연차별 사용계획

가. 주관연구개발기관명: 한국과학기술원

(단위: 천원)

연차		연구개발비													연구 개발 비 외 지원 금	연구 수당 계상 기준 금액	
		직접비											간접비	합계			
		인건비	학생인건비		연구시설·장비비		연구 재료 비	위탁 연구 개발 비	국제공 동연구 개발비	연구 개발 부담 비	연구 활동비	연구 수당					소계
일반	특례		일반	특례													
1	현금	19,858	0	30,000	0	0	0	0	40,000	0	6,119	3,500	99,447	13,043	112,520	0	35,758
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	19,858	0	30,000	0	0	0	0	40,000	0	6,119	3,500	99,447	13,043	112,520		
2	현금	26,424	0	42,000	0	0	0	0	50,000	0	8,591	5,000	132,015	17,985	150,000	0	54,324
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	26,424	0	42,000	0	0	0	0	50,000	0	8,591	5,000	132,015	17,985	150,000		
3	현금	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000	0	127,504
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000		
4	현금	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000	0	127,504
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	53,004	0	98,000	0	0	0	0	80,000	0	14,428	15,000	260,432	39,568	300,000		
5	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
6	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
7	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
8	현금	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000	0	293,929
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	소계	72,429	0	245,000	0	0	0	0	100,000	0	83,650	50,000	551,079	98,921	650,000		
총 계	현금	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520	0	1,520,806
	현물	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	합계	442,006	0	1,218,000	0	0	0	0	650,000	0	378,166	238,500	2,956,672	505,848	3,462,520		

2-3. 연구시설·장비 구축계획(해당 시 작성)

가. 연구시설·장비 구축계획(3천만원 이상은 필수작성)

(단위: 천원)

연구개발기관명	연구시설·장비명	기존/신규 구분	현금/현물 구분	구축방식*	규격	수량	구축비용	구축기간	설치장소

* 개발, 구매, 임대, 용역 등

* 보유 장비 뿐만 아니라 구축 예정인 장비현황도 작성 (클라우드 서비스 활용 우선 검토 후 장비 구축 계획 수립)

나. 연구시설 운영·활용계획

(단위: 천원)

연구개발기관명	연구시설명	기존/신규 구분	운영기간	연간운영비용	전담인력 수	활용계획	설치장소
			yy-yy				

3 평가기준 및 평가방법

3-1. 성과지표 및 목표치

가. 정량 성과지표별 기대 목표

<정량 성과지표별 기대 목표>

구분	특허				표준화						기술 이전	상용 화 (백만 원)	기술료 (백만 원)	성과 홍보	시제 품	S/W 등록	기술 문서
	국제		국내		국제			국내									
	출원	등록	출원	등록	기고서 제출	기고서 채택	표준안 채택	기고서 제출	기고서 채택	표준안 채택							
1차년도 (2025년)	/	/	1 /	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1 /	1 /
2차년도 (2026년)	1 /	/	1 /	1 /	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	1 /	1 /
합계	1 /	/	2 /	1 /	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	2 /	2 /

나. 세부사업 질적 성과 목표

성과지표	단계	1단계(25~26)	계	가중치(%)	측정산식	자료수집 방법/출처
국내 학회 및 저널 논문		2	2	25	해당 해에 발표된 국내 논문의 수	
국제 학회 및 저널 논문		3	3	75	해당 해에 발표된 국제 논문의 수	
계		5	5	100		

3-2. 성능지표 및 측정방법

가. 결과물의 성능지표

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 ² (%)	세계 최고수준 보유국/보유기업	연구개발 전 국내 수준	연구개발 목표치	목표 설정 근거
			성능수준 ⁷⁾	성능수준	1단계(25~26) ⁸⁾	
1. 고유 결함 탐지력	개 / 시뮬레이션 회	50%	미국 200개 / 12,000회	-	50개 / 1,000회	Neural Network Guided Evolutionary Fuzzing for Finding Traffic Violations of Autonomous Vehicles (TSE 2023)
2. 장애 예측 정확도	%	50%	호주 87.6%	-	70%	Identifying and Explaining Safety-critical Scenarios for Autonomous Vehicles via Key Features (ACM ToSEM)

* 1」 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 말함

* 2」 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 함

나. 평가방법 및 평가환경

순번	평가항목 (성능지표)	평가방법 ¹⁾	평가환경 ¹⁾
1	고유 결함 탐지력	시뮬레이션을 통한 자체 평가 및 논문 발표	전산 시뮬레이션 환경
2	장애 예측 정확도	시뮬레이션을 통한 자체 평가 및 논문 발표	전산 시뮬레이션 환경

* 1」 평가방법은 “공인 시험성적(확인)서”를 원칙으로 하되, 불가능한 경우 “자체 평가” 또는 “수요기업 평가”로 기재

* 2」 시작품·시제품을 측정하기 위한 조건/환경에 대한 기술

7) 현재 복합 모빌리티를 다루는 연구가 많지 않아, 단일 자율주행차와 관련된 지표들을 선정함

8) 본 연구는 복합 모빌리티를 다루는 연구로, 단일 자율주행차에 비해 테스트링 등의 기술 난이도가 급격히 상승하여 적절한 수준에서 목표치를 선정함.

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1)
	2)
2.	1)
	2)

【붙임 1】국제공동연구 계획서 (외국소재 기관 참여시 작성)

외국기관명	(기관) University of Sheffield (부서) School of Computer Science		
외국기관 연구책임자	직위(급): Lecturer		성명: 신동환
개발기간	2025.04 ~ 2026.12	개발비	650,000 (천원)
국제연구과제의 필요성			
University of Sheffield의 신동환 교수 연구팀은 기계학습 기반 시스템에 대한 소프트웨어 테스트 기법을 활발하게 연구해 왔으며, 특히 본 연구에 필수적인 시뮬레이션 기반 테스트 및 오류 탐색에 대한 많은 노하우를 갖고 있다. 국제공동연구를 통해서 단일 자율주행차에 대한 안전성을 넘어서 복합 모빌리티 환경에 대한 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 핵심 기술을 선도할 수 있다.			
목표			
최종결과물: 복합 모빌리티 환경에 대한 시뮬레이션 기반 테스트 및 오류 탐색 기법 개발 본 국제공동연구에서는 개별 자율주행 모빌리티를 System of Systems(SoS)을 구성하는 독립적인 구성 시스템(Constituent System)으로 정의하고, 교통흐름이나 누적 사고율과 같은 상위 SoS 수준의 목표를 기준으로 복합 모빌리티 환경의 안전성 및 신뢰성을 확보하고자 한다. 이를 위하여 1단계에서는 SoS 테스트를 위한 자동화된 교통 시나리오 생성 기법을 개발하며, 2단계에서는 SoS 내에서 발생하는 오류의 원인을 자동으로 탐색하는 기법을 개발하는 것을 목표로 한다. 3단계에서는 앞서 개발된 기법들을 산업체와 협력하여 기술 상용화를 추진한다.			
수행내용 및 방법			
1단계: 복합 모빌리티 환경 SoS에 대한 시뮬레이션 기반 테스트 기법 개발 복합 모빌리티 환경에서는 개별 자율주행 모빌리티뿐만 아니라, 전체 시스템 차원에서의 안전성과 최적화가 중요하다. 이를 위해, 본 연구에서는 SoS(System of Systems) 관점에서의 시뮬레이션 기반 테스트 기법을 목표로 하며, 다음의 3가지 작업을 통해 연구를 진행한다. <ul style="list-style-type: none"> • SoS 시뮬레이션 환경 구축: 복합 모빌리티 환경을 반영한 교통 시뮬레이션 플랫폼을 셋업하고, 특히 다양한 환경 변수(차량 밀도, 주행 환경, 등)를 조정할 수 있는 시뮬레이션 프레임워크 구축. • SoS 테스트 시나리오 생성 기법 개발: SoS 수준의 복잡도를 고려할 수 있도록 최적화 문제를 효과적으로 풀어낼 수 있는 탐색 기반 테스트, 동적으로 구성되는 SoS의 상태를 고려할 수 있도록 하는 모델 기반 테스트, 그리고 시뮬레이션 비용을 줄이면서도 효과적인 탐색을 가능하게 하는 대리 지원 최적화를 결합하여 자동으로 SoS 테스트 시나리오 생성. • 테스트 기법의 성능 평가: SoS 내에서 상위 수준 목표에 협력하지 않는 모빌리티의 비율, 사고 발생 빈도, 전체적인 교통 흐름 등에 대한 메트릭을 설정하고 성능 분석 수행. 			
2단계: 복합 모빌리티 SoS의 오류 원인 탐색 기법 개발 SoS 환경에서 발생하는 오류의 원인을 자동으로 분석하는 기술을 개발한다. Differential testing 및 boundary analysis 기법을 활용하여, 특정 조건에서 오류가 발생하는 원인을 탐색하고, 이를 기반으로 복합 모빌리티 시스템의 개선 방향을 제안한다.			
3단계: 실증 연구 및 기술 상용화 개발된 SoS 기반 테스트 및 오류 탐색 기술을 실제 복합 모빌리티 환경에 적용하여 실증하고, 산업체와 협력하여 자율주행차, UAM, 철도, 로봇 등의 상용 시스템에 적용할 수 있도록 기술 이전 및 표준화를 추진한다.			
활용 계획			
개발된 기술은 복합 모빌리티 환경의 신뢰성 평가 및 안전성 강화에 적용될 수 있다. 자율주행차, UAM, 로봇 등 다양한 이동체 간의 협력 테스트를 위한 디지털 트윈 기반 시뮬레이션 도구로 활용 가능하며, 글로벌 자율주행 테스트베드 구축에도 기여할 수 있다. 또한, 국제 연구기관 및 산업체와 협력하여 표준화 및 실증 연구로 확장할 계획이다.			
수행기관 및 수행책임자 선정근거			
연구책임자는 소프트웨어 테스트 및 AI 기반 테스트 연구 분야에서 국제적으로 알려진 전문가이며, 특히 자율주행차 테스트에 대한 경험 뿐만 아니라 SoS 관련 국제학회 심사위원으로 활동하는 등 본 과제에 필요한 핵심 주제에 대한 경험을 모두 보유하고 있다. 또한, 영국 연구기관에서 수행 중인 시뮬레이션 기반 자율주행차 테스트 연구와 본 과제의 궁극적인 목표가 부합하며, 국제 협력을 통해 다양한 교통 환경을 반영한 테스트 및 검증 기법을 개발하는 데 기여할 수 있다.			

기술준비도(TRL, Technology Readiness Level) 목표

□ 과제개요

연구개발과제명	엣지-클라우드 기반 복합 모빌리티 사이버-물리 시스템 안전성 향상 SafetyOps 기술 개발	총개발기간	2025.04.01. ~ 2032.12.31
(총괄/세부) 주관연구개발기관	한국과학기술원	(총괄/세부) 연구책임자	고인영

□ 핵심기술요소(CTE, Critical Technology Element)

<핵심기술요소(CTE) 목록>

핵심기술요소(CTE) 목록		TRL 시작단계	TRL 종료단계
핵심기술요소1(CTE1) (소재/부품/시스템 등)	안전한 고신뢰성 모빌리티 복합체계 검증 기술	2	7
핵심기술요소2(CTE2) (소재/부품/시스템 등)	모빌리티 복합체계 모니터링, 운용, 장애 대응 및 재구성 기술	2	7

□ 기술준비도(TRL) 목표

① CTE1 : 안전한 고신뢰성 모빌리티 복합체계 검증 기술

구 분	단 계	TRL 정의 ²⁾	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	-	-	-	-	1차년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	SoS 테스트 시나리오 생성 기법	고유 결함 탐지력	1000회 시뮬레이션을 통해 50개 이상의 고유 결함 탐지	전산 시뮬레이션 평가	2차년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	SoS 오류 원인 탐색 기법	오류 원인 탐색 정확도	Top-3 정확도 90% 이상	전산 시뮬레이션 평가	3차년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/ 시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	실행환경에서 SoS 시나리오 생성 및 오류 원인 탐색 기법	고유 결함 탐지 속도	120초 이내 첫 결함 탐지	전산 시뮬레이션 평가	4차년도
					오류 원인 탐색 속도	60초 이내 오류 원인 탐색		
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관 / 수요기업	실행환경에서 SoS 시나리오 생성 및 오류 원인 탐색 기법	고유 결함 탐지 속도	60초 이내 첫 결함 탐지	전산 시뮬레이션 평가 / 실험실 평가	5~6차년도
					오류 원인 탐색 속도	30초 이내 오류 원인 탐색		

제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관 / 수요기업	수요기업 환경에서 동작하는 테스트 및 오류 탐색 기법	고유 결함 탐지 속도 오류 원인 탐색 속도	60초 이내 실제 결함 탐지 30초 이내 정확한 오류 원인 도출	현실 모사 테스트베드 평가	7~8차년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

* 음영표시된 TRL 1, 8, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임

② CTE2 : 모빌리티 복합체계 모니터링, 운용, 장애 대응 및 재구성 기술

구 분	단계	TRL 정의 ²⁾	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	-	-	-	-	1차년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	현재 상황 기반 장애 예측 기술	장애 예측 정확도	70% 이상	전산 시뮬레이션 평가	2차년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	다중 관점 시뮬레이션 기술	장기 장애 예측 시간 범위	5초 이상	전산 시뮬레이션 평가	3차년도
					단기 장애 예측 시간 범위	3초 이상		
				다중 관점 장애 예측 기술	장애 예측 정확도	70% 이상		
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	다중 관점 시뮬레이션 기술	장기 장애 예측 시간 범위	10초 이상	전산 시뮬레이션 평가	4차년도
					단기 장애 예측 시간 범위	3초 이상		
				다중 관점 장애 예측 기술	장애 예측 정확도	90% 이상		
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관 / 수요기업	장애 예측 기반 재구성 기술	장애 예측 정확도	90% 이상	전산 시뮬레이션 평가 / 실험실 평가	5~6차년도
					재구성을 통한 장애 회복률	75% 이상		
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관 / 수요기업	장애 예측 기반 재구성 기술	장애 예측 정확도 재구성을 통한 장애 회복률	90% 이상 75% 이상	현실 모사 테스트베드 평가	7~8차년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

* 음영표시된 TRL 1, 8, 9단계는 원칙적으로 정부 R&D 비지원 영역임