

지하시설물 안전관리를 위한 전주기 디지털트윈 기술(요약)

성과Track	기초-미래선도	산업육성	국가-사회문제해결						
			27. 소방안전	탄소중립여부	부				
협약(세부)과제명	디지털트윈 기반 화재재난지원 통합 플랫폼								
과제번호	협약(세부) 과제번호		NTIS 과제번호						
	23HR3500		1711152663						
성과목표	[5-1] 지능화 솔루션 기술개발로 제4차 산업혁명 실현								
총 연구기간	2020년 4월 1일~ 2024년 12월 31일								
총 연구비	총 34,244백만원		정부: 29,140백만원						
			민간: 5,103백만원						
연구책임자	연구자 성명	직할부서	연구본부/연구실	직위/직급					
	정우석	디지털융합연구소	국방안전융합연구본부/ 재난안전지능화융합센터	센터장 책임연구원					
기선정 등 (해당 시)	기선정자	기선정 과제		다과제					
	()	()		()					
성과 정보									
성과 내용	<ul style="list-style-type: none"> - [핵심기술] 국가 기반 시설물에 대해 예측·예방 중심의 재난관리체계 수립을 위한 디지털트윈 핵심 기술확보 및 국민들에게 재난으로부터 지속가능한 사회 생활 제공 . 전주기 디지털트윈 모형(1/2/3단계) 생성·관리를 위한 알고리즘 및 기술개발 . (세계최고) 고정밀 공간정보 기술개발(공간객체 평면위치 정확성 6.7cm 수직위치 정확성 42cm) . (세계최고) 최대 이동속도 10.08m/s 및 1cm 미만 정밀 측위 기술을 탑재한 이동형 지능시스템(레일형 로봇+관제시스템) 기술개발 및 무인 순찰 서비스 제공 . (세계최고) 기존 조명 대비 30% 에너지 절감 및 화재연무상황에서 20% 시인성을 개선하여 인명피해를 저감하기 위한 에너지 저감형 지하공동구 조명시스템 개발 - [현장적용실증] 신뢰도 높은 안정적인 연구결과물 확보를 위해 조기 현장적용 실증 추진 . 이동형 지능시스템 현장에 설치하여 장기간 운영을 통해 안정성 확보하고 및 무인순찰 서비스로 활용하고 있으며 이를 통해 기존 유인순찰 대비 업무효율 40배 개선 - [사회적 비용] 지하공동구의 적극적 재난관리를 통해 약 7,500억원 이상의 경제적 피해저감 - 2023년 국가연구개발 우수사업 선정(23년 5월) - 2023년 대한민국 재난안전 연구개발 대상 장려상 수상(23년 9월) - [사업화] 이동식 레일로봇 감시시스템 포함 8건 사업화 (사업화 규모: 111.1억) . 국방응용분야 등에 연구결과물을 적용함으로써 타 응용분야로 성과 확산 								
정량성과	기본지표	논문		특허				기술이전	
		SCI(건)	비SCI(건)	해외(건)		국내(건)		건수	금액 (백만원)
	7	9	출원 4	등록 0	출원 17	등록 6	1	45	
심화지표	표준화된 IF 상위 20% SCI 논문(건)		특허활용률 (기술이전건수/ 특허등록보유건수)	국제표준승인표준 기고서(건)		3급 특허(건)	연구비 대비 기술료 수입(%)		
2			0	16		3	0		
대표성과 1	- [사업화] 이동식 레일로봇 감시시스템 포함 사업화 8건, 111.1억								
대표성과 2	<ul style="list-style-type: none"> - [표준]고 국제표준 승인(FDIS) 1건 포함 기고 16건 채택 14건 및 국내 표준 기고 4건 채택 3건 - [논문] SCI(E) 논문 7건(상위 20% 논문 2건 포함) . (대표논문) Acoustic Based Fire Event Detection System in Underground Utility Tunnels, 정우석 외 2인, FIRE, IF 3.2, 2023년 05월 - [특허] APPARATUS AND METHOD OF GENERATING CONTEXT-CUSTOMIZED DIGITAL TWIN, 18/101781(미국), 2023년 1월 출원 외 디지털트윈 핵심 특허 26건 등록 및 출원(PCT 3건포함) 								

2023년도 ETRI 대표성과 요약서(상세)

1. 성과명

지하시설물 안전관리를 위한 전주기 디지털트윈 기술

2. 성과내용

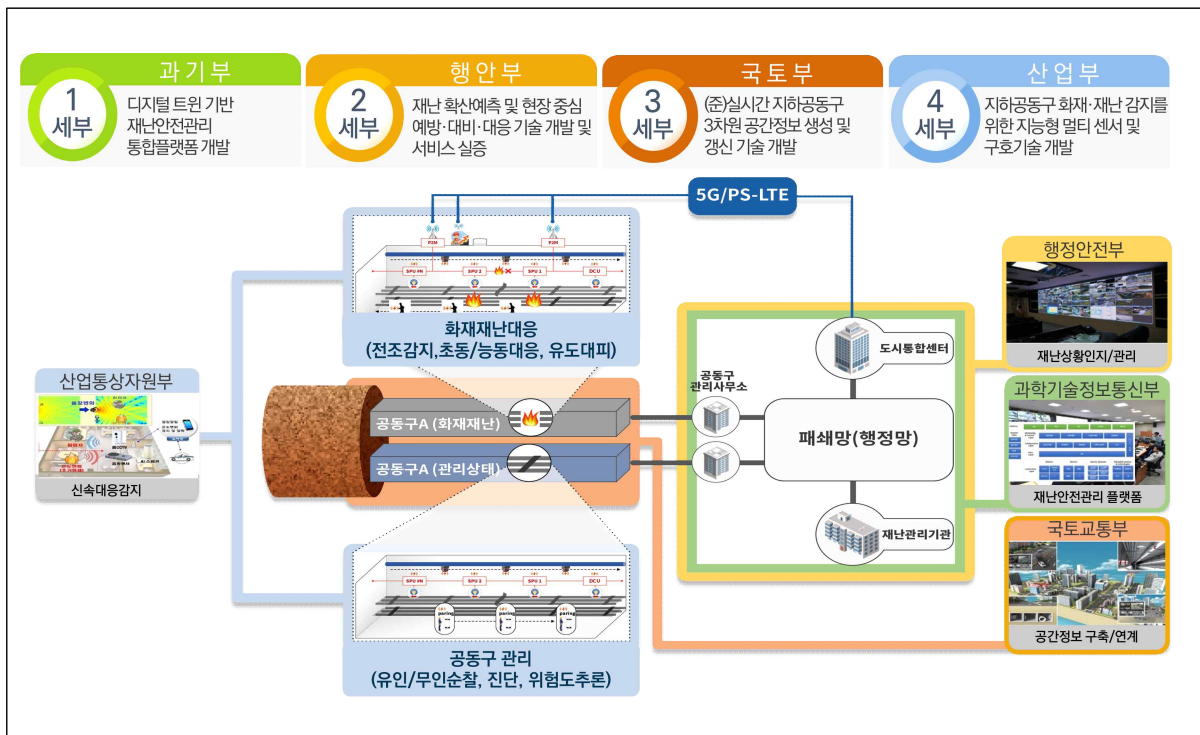
기술개발 목표달성도

□ 기술적 선점이 필요한 분야

- 현실세계에서 수집된 다양한 정보를 가상세계에서 분석하고 최적화 방안을 도출하여 현실세계에 적용함으로써 안정적인 현실세계 구현을 위한 디지털트윈 핵심기술

□ 기술개발 목표

- (최종목표) 지하공동구 화재·재난 조기예측 및 사전대응이 가능한 **디지털트윈 기반의 재난안전관리 통합플랫폼 기술개발 및 실증**
 (목표 ①) 재난 확산예측 및 현장 중심 예방·대비·대응 기술개발 및 서비스 실증
 (목표 ②) (준)실시간 지하공동구 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술개발
 (목표 ③) 지하공동구 화재재난 감지를 위한 지능형 멀티센서 및 구호 기술개발
 (목표 ④) 디지털트윈 기반 재난안전관리 통합 플랫폼 개발 및 국제표준 확보



□ 기술개발 목표의 달성 성과 및 핵심기술 확보

[개발목표 ①] 재난 확산예측 및 현장 중심 예방·대비·대응 기술개발 및 서비스 실증

➡ (달성성과) 이동형 지능시스템 현장적용실증(최대 이동속도*: 10.08m/s), 표준격자 기반 화재·재난 가상모의(18종) 및 통합관제 기능 개발

* 세계 최고수준 : CERN 1m/s, 스위스

* 안전한 국가인프라 관리를 위해서는 초동대응을 통한 재난확산을 방지하기 위한 고속이동 기술개발 필수

➡ (핵심기술 확보)

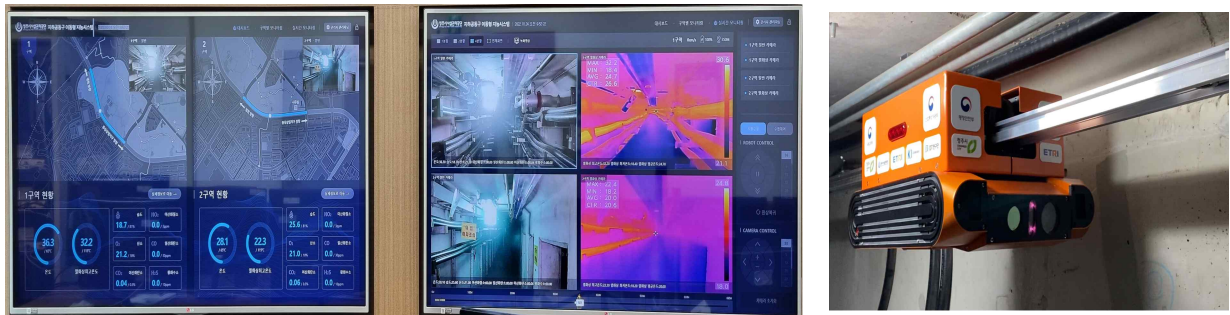
• 지하공동구 현장정보 수집 및 무인순찰을 위한 이동형 지능시스템 개발 (최대 이동속도: 10.08m/s, IP65 지원, 무인순찰 업무 활용 및 업무효율 40배 개선)

* 30개월 이상 현장적용을 통한 안정성 확보 및 무인순찰 서비스로 실업무에 활용

• 디지털트윈 기반 화재·재난대응 통합관리를 위한 3C*센터 관제 기술개발

* 3C: Co-operation(협업), Codination(분배), Control(제어)

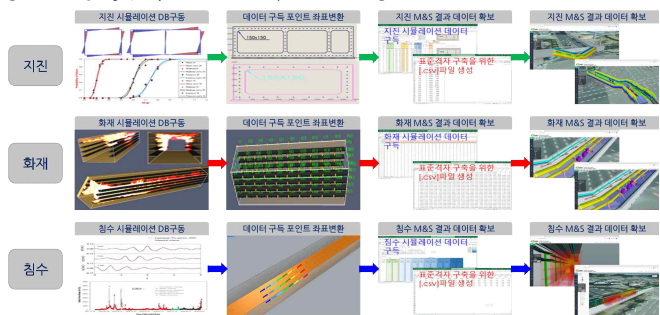
• 디지털트윈 기반 지하공동구 화재·재난 확산예측 기술개발 (표준격자 기반 화재재난 18종 가상모의)



[이동형 지능시스템 현장 적용·운영 및 무인순찰 서비스 활용]



[3C 센터 관제화면(일부)]



[표준격자 기반 화재재난 가상모의]

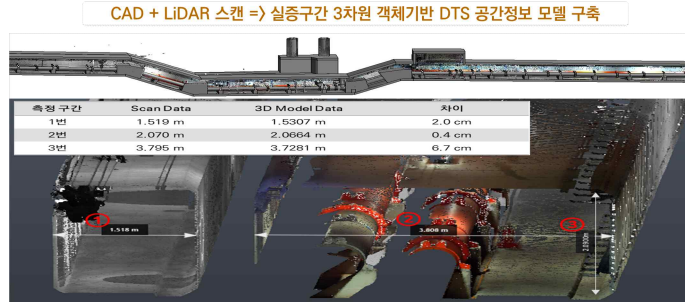
[개발목표 ②] (준실시간 지하공동구 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술개발

➡ (달성성과) 판로형 및 구조물형 공간객체 세밀도(LOD 4), 공간객체 평면위치 정확도*(6.7cm 이하) 수직 위치 정확도*(4.2cm 이하), AI 기반 영상분석을 통한 이상객체 추출(연기 및 불꽃 이상객체 추출 정확도: 85% 이상)

* 공간객체 평면·수직 정확도는 세계 최고수준(독일 히어사 5-10cm)의 성능 달성

➔ (핵심기술 확보)

- 3차원 객체 기반 지하공동구 공간정보 구축 및 관리 기술 개발
- 재난상황 및 확산예측 지원을 위한 (준)실시간 지하공동구 공간정보 갱신 기술 개발
- 지하공동구 시공간 데이터 모델링 및 상호 연계 인터페이스 기술 개발



[3차원 객체 기반 지하공동구 공간정보 구축 및 관리]



[CCTV 영상을 통한 인공지능 기반 불꽃·화염 이상객체 추출]

[개발목표 ③] 지하공동구 화재재난 감지를 위한 지능형 멀티센서 및 구호 기술개발

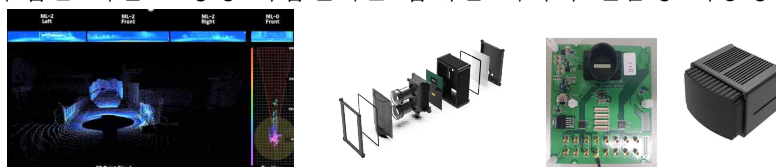
➔ (달성성과) 에너지 저감 조명시스템(30% 에너지 저감, 20% 시인성 개선), 형상 감지용 소형 LiDAR(형상감지 정확도:5cm 이하)

➔ (핵심기술 확보)

- 고정형 복합센서*를 탑재한 에너지 절감형 지능형 조명시스템 개발
* 원습도, O₂, CO, CO₂, NO₂ 등 환경정보 수집 및 불꽃화염 감지를 위한 상황센서 탑재
- 지하공동구 형상변이 감지를 위한 이동형 지능시스템 탑재 가능한 소형 LiDAR 개발
※ CES 2021 혁신제품상을 수상하였으며, 21년 제품 대비 높이를 1/3로 축소(소형화)
- 실시간 지하공동구 현장정보 수집·통합·전달 장치 개발



[현장 정보수집을 위한 고정형 복합센서를 탑재한 에너지 절감형 지능형 조명 시스템]



[복합형상이상 감지 소형 LiDAR]

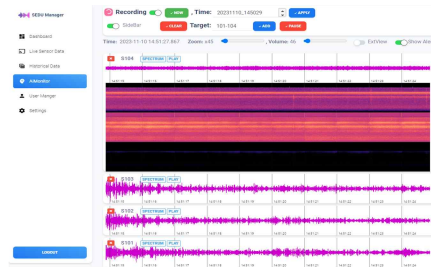
[개발목표 ④] 디지털트윈 기반 재난안전관리 통합 플랫폼 개발 및 국제 표준 확보

➔ (달성성과) 지하공동구 이상상황 감지 알고리즘(정확도: 80%)*, 음향기반 이상상황 감지 (정확도 83% 이상), 고신뢰·고가용성 네트워크, 전주기 디지털트윈 모형 생성 핵심 기술 개발 및 국제표준 승인 1건(IEEE 2888.1)

* 과제 종료시점('24.12.) 이상상황 감지 정확도 90% 확보 예정

➔ (핵심기술 확보)

- 지하공동구 현장정보 다차원(시간,공간,이벤트) 동기화 및 통합 기술 개발
- 이상상황 추론을 위한 현장정보 분석 및 위험도 관리 기술 개발
- 전주기 디지털트윈 모형 생성 및 현장업무 맞춤형 디지털트윈 모형 분할 기술 개발
- * 실시간성·정확성 제공을 위한 3단계 병렬형 디지털트윈 모형 생성 알고리즘 개발
- 디지털트윈 모형·생성관리를 위한 디지털 아카이브 및 백업 동기화 기술 개발
- 5G, PS-LTE, WiFi6 기능 탑재 고신뢰·고가용성 네트워크 장치 개발



[고소음 환경에서 음향 검출을 위한 멀티모달 분석]

[고신뢰·고가용성 네트워크 장치]

3. 우수성 및 차별성

기술수준 향상 성과

[개발목표 ①] (세계최고) 재난 확산예측 및 현장 중심 예방·대비·대응 기술개발 및 서비스 실증

- 세계최고수준 스위스 CERN의 이동형 지능시스템 **최고 이동속도 대비 100% 성능 달성 (10.08m/s)** 및 기존 유인순찰 서비스 대비 **40배 업무효율 개선** 효과 달성

[개발목표 ②] (세계최고) (준)실시간 지하공동구 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술개발

- 세계최고수준 독일 히어사의 공간객체 평면위치정확도 및 수직위치정확도(5cm~10cm) 성능대비 **100% 정확도 달성(평면위치 정확도 6.7cm 이하, 수직위치 정확도 4.2cm 이하)**

[개발목표 ③] (세계 최고) 지하공동구 화재재난 감지를 위한 지능형 멀티센서 및 구호 기술개발

- 세계최고수준 미국 NIOSH사의 **화재·재난시 공동구 조명 시인성 개선율과 동일한 수준인 20%이상 달성, 화재·재난 발생시 신속한 대피를 통한 인명피해 저감에 기여**
- 세계최고수준 Velodyne사의 **형상감지 센서정밀도와 동일한 5cm 이하 성능을 달성**

[개발목표 ④] (세계최초) 디지털트윈 기반 재난안전관리 통합 플랫폼 개발 및 국제 표준 확보

- 세계최고수준 미국 구글사의 **이상상황감지 정확도(단일기준 95%) 대비 84%이상 (복합이상상황감지 정확도 80%이상)성능 달성(구글사는 단일이벤트 대상)**

세계 최고 수준 대비 연구개발 수준

[개발목표 ①] 재난 확산예측 및 현장 중심 예방·대비·대응 기술개발 및 서비스 실증

- 세계최고수준 스위스 CERN의 이동형 지능시스템 최고 이동속도 1m/s 대비 10.08m/s 달성, 세계 최고수준(100%)

[개발목표 ②] (준)실시간 지하공동구 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술개발

- 세계최고수준 독일 히어사의 공간객체 평면·수직위치정확도(5cm~10cm) 성능 대비 평면위치 정확도 6.7cm 이하, 수직위치 정확도 4.2cm 이하 달성, 세계최고수준(100%)

[개발목표 ③] 지하공동구 화재재난 감지를 위한 지능형 멀티센서 및 구호 기술개발

- 세계최고수준 미국 NIOSH사의 화재·재난시 공동구 조명 시인성 개선율(20%이상) 대비 20% 시인성 개선, 세계최고수준(100%)
- 세계최고수준 Velodyne사의 형상감지 센서정밀도(5cm 이하) 대비 5cm 정밀도 확보, 세계최고수준(100%)

[개발목표 ④] 디지털트윈 기반 재난안전관리 통합 플랫폼 개발 및 국제 표준 확보

- 세계최고수준 미국 구글사의 이상상황감지 정확도(단일기준 95%) 대비 복합기준 80% 성능 달성, 미탐·오탐 최소화를 위한 복합 이상상황감지에는 세계최고 수준으로 예상
* 화재·재난의 경우 복합 이상상황감지가 필요하나, 관련 기술수준은 미공개
- 디지털트윈 핵심 IPR 확보를 위한 국제표준 1건 승인(FDIS)
* Standard for Specification of Sensor Interface for Cyber and Physical World (IEEE P2888.1, 2023.11.08.)

기술수준 공인 성과

[개발목표 ①] 재난 확산예측 및 현장 중심 예방·대비·대응 기술개발 및 서비스 실증

- 2022년 지방공공기관 혁신 우수사례(민관협력부문) 우수상 수상(행정안전부 장관상)
- 2023년 대한민국 재난안전 연구개발 대상 장려상 수상(2023.09.)
- 이동형 지능시스템 국방응용분야(무인순찰) 사업화

[개발목표 ②] (준)실시간 지하공동구 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술개발

- 지하공동구 디지털트윈 공간정보 관련 국내 표준안 채택 1건, 기고서 제출 1건
- 송도 지하공동구 디지털 관리시스템 구축 사업화(21.3억, 23.07.)
- DTS(디지털트윈 공간정보) 구축 및 응용에 관한 기술이전(45백만원, 23.07.)

[개발목표 ③] 지하공동구 화재재난 감지를 위한 지능형 멀티센서 및 구호 기술개발

- 형상감지 센서정밀도 5cm 이하 공인인증시험 성적서 획득('23.12예정)
- 지능형 조명시스템 시인성 개선 20% 공인인증시험 성적서 획득(' 23.12예정)

[개발목표 ④] 디지털트윈 기반 재난안전관리 통합 플랫폼 개발 및 국제 표준 확보

- 23년 국가연구개발사업 우수사업 선정(2023.05.)
- 국제표준 승인 1건(Standard for Specification of Sensor for Cyber and Physical World, IEEE 2888.1 Revcomm(ISO 기준 FDIS) 승인, 2023.11.)
- 디지털트윈 기술 관련 국제 표준 기고서 16건 제출 및 14건 채택(IEEE 2888)

4. 성과의 활용도 및 파급효과

경제 활성화 효과

기업 경쟁력 향상

[개발목표 ①] 재난 확산예측 및 현장 중심 예방·대비·대응 기술개발 및 서비스 실증

- 인구 감소에 따른 재난안저 뿐 아니라 다양한 응용분야의 무인화 서비스 및 관련 사업 창출 기여
* 조기 현장적용 실증 서비스를 통한 안정적 플랫폼 확보 및 국방응용분야 사업화를 통한 성과 확산

[개발목표 ②] (준)실시간 지하공동구 3차원 공간정보 생성 및 갱신 기술개발

- 세계최고 수준 3차원 공간정보 생성 및 관리 기술 개발을 통해 국가기반시설물 및 주요 민간시설물에 대한 디지털트윈 기술을 활용한 안전관리 분야 신산업 창출

[개발목표 ③] 지하공동구 화재재난 감지를 위한 지능형 멀티센서 및 구호 기술개발

- 에너지 저감 조명시스템, 소형화 고해상도 LiDAR, 작업자 안전장구 착용 점검 등 자율주행, 에너지, 산업안전 분야 등 다양한 분야로 요소기술 단위로 성과 확산 가능

[개발목표 ④] 디지털트윈 기반 재난안전관리 통합 플랫폼 개발 및 국제 표준 확보

- 기존 대응 중심의 재난관리 기술에서 데이터 분석을 통한 예측 중심의 재난관리 기술 확보함으로써 영세한 국내 재난안전 기업체 기술 역량 강화 및 체질 개선

산업 경쟁력 향상

- 기존 관제·대응 중심 재난안전산업에서 예측·예방중심 재난안전산업 구조로 패러다임을 변경하고 디지털트윈 기반 재난안전산업 신시장 창출·관련 산업 활성화를 위한 생태계 조성
- 제조, 전력, 의료, 항공, 자동차, 스마트 도시 등 산업 전반에 걸쳐 운영감시, 고장 예측, 진단 등에 디지털트윈 모형, 관리, 분석 표출 솔루션으로 활용 가능

경제적 파급효과

○ (파급효과 전망)

- 연구결과물을 재난안전, 국방, 인공지능, 자율주행 등 다양한 응용서비스에 확산 적용하여 111.1억원 사업화 실적 기달성(21년: 41.8억 22년: 42.6억 23년: 21.3억)하여 관련 직접적인 산업 활성화 기여 및 경제적 파급효과 달성
- 다학제 연구분야인 재난안전분야 연구결과물을 국방, 인공지능, 자율주행 등 다양한 산업분야에 확산적용함으로써 타산업과 동반성장 기능한 생태계 구축 및 간접적 경제적 파급예상
- 지하공동구 재난예방 및 신속 대응을 통하여 약 7,500억원 이상의 경제적 피해저감 효과 예상
* 출처: 세종시 지하공동구 스마트 관리시스템 구축 사업계획서(한국정보사회진흥원)
- 재난안전 산업경쟁력을 강화하여 기술 추격자에서 기술 선도자로 역할 변화를 통한 시장 선점
- 재난 예방 및 신속 대응을 통해 사고 발생으로 인한 사회적 비용 최소를 통한 예산 절감

국가·사회적 파급효과

○ 해결해야 할 국가·사회문제

- 최근시설물간의 종속성이 급격히 증감하여 재난이 복합화되고 대형화되어 심각한 직·간접 피해를 유발, 사회기반서비스 중단으로 인한 사회적·국가적 혼란을 야기 사례) 서울 충정로 KT 통신구 화재(1명사망, 480억), 일본 동일본 대지진(11,232명 사망, 337조원)
- 지하공동구는 노후화·과부하가 심각하여 대형복합재난을 유발하는 잠재적 화약고로 지목되는 국가중요시설물로 기존 대응중심의 재난관리체계로는 피해저감에 한계가 있어 디지털트윈 등 첨단 ICT 기술을 활용한 유무인협업·예측·예방 중심의 적극적인 재난관리 기술 개발 필요

○ 성과에서 개발된 기술적 솔루션

- 디지털트윈 기술을 활용하여 유무인협업·예측·예방 중심의 재난안전관리 플랫폼 개발을 통하여 사회기반시설을 안전하게 관리하여 재난발생을 억제하기 위한 핵심 솔루션으로 활용
- 디지털트윈 기반 재난관리, 이동형 지능시스템, 고정밀 3차원 공간정보, 복합센싱기술, 지능형 조명 시스템 등 개별 요소 기술들은 재난안전분야 포함 전산업 분야에 적용 가능
- 전주기 디지털트윈 핵심기술개발을 통한 국내외 표준, 특허 등 핵심 IPR 확보

○ 국가·사회적 파급효과

- 예측예방 중심의 지하공동구 안전관리 기술 개발을 통하여 재난발생을 억제하고 피해를 저감하여 국민들의 생명 및 재산을 보호하는 대국민 재난안전권 확보
- 선진화된 재난안전관리체계 구축(국정과제 65)에 기여하여 안전한 사회환경 조성
- 디지털플랫폼정부 실현계획에 부합하는 국가기반시설 안전관리체계 수립 (중점 추진과제 3-3 디지털트윈을 통한 AI·데이터 산업 퀀텀 점프)
* 상·하수, 열 수송관 등 지하 시설물 및 지반 상태 디지털 공간정보 활용 지반침하 안전도 예측 기술 및 실증서비스 개발

1. 사업화(21년 - 23년도 성과 기재)

-송도 지하공동구 디지털 관리시스템 구축 사업화 외 7건: 약 111.1억원

번호	사업명	발주기관	계약금액	계약상태
1	송도 지하공동구 디지털 관리시스템 구축	NIA	21.25억	계약완료
2	고양시 일산공동구 스마트 관리시스템 구축	NIA	18.3억	계약완료
3	지하공동구 표준관리시스템 개발	NIA	13.9억	계약완료
4	부산 해운대구 지하공동구 스마트 관리시스템 구축	NIA	24억	계약완료
5	이동식 레일로봇 감시시스템(22년)	방위사업청	12.3411억	계약완료
6	이동식 레일로봇 감사시스템(21년)	방위사업청	17.8억	계약완료
7	무인차량 장착용 라이다 시스템 구축을 위한 라이다 도입 및 운용 사업화	(주)엔맨드솔 루션	0.351억	계약완료
8	인공지능 플랫폼 이용 비인가탐지 학습모델 적용	대경산전	3.146억	계약완료

2. SCI(E) 논문(23년도 성과만 기재)

- '23년 SCI(E)논문 7건 게재 완료

번호	논문명	학술지명	발행기관	게재일
1	Acoustic Based Fire Event Detection System in Underground Utility Tunnels	FIRE (상위 20%)	MDPI	2023.05.19
2	An experimental study for deriving fire risk evaluation factors for cables in utility tunnel	FIRE (상위 20%)	MDPI	2023.09.01
3	A study on the fire detection and smoke removal in underground utility tunne using CFD	IEEE Access	IEEE	2023.09.14.
4	Asymptotic Ergodic Capacity Analysis for FSO Communication between Mobile Platforms in Maritime Environments	Applied Science	MDPI	2023.06.09.
5	Comparison of Single-Camera-Based Depth Estimation Technology for Digital Twin Model Synchronization of Underground Utility Tunnels	Applied Sciences	MDPI	2023.02.03
6	Development of Geospatial Data Acquisition, Modeling, and Service Technology for Digital Twin Implementation of Underground Utility Tunnel	Applied Sciences	MDPI	2023.03.29
7	Implementing a Digital Twin of an Underground Utility Tunnel for Geospatial Feature Extraction Using a Multimodal Image Sensor	Applied Sciences	MDPI	2023.08.10

3. 국제/국내 표준(23년도 성과만 기재)

3.1 국제표준안 승인

번호	표준번호	표준화기구	기고서명	상태	제인(채택)일
1	IEEE 2888.1	IEEE 2888	Standard for Specification of Sensor Interface for Cyber and Physical World	RevComm (ITU 기준 FDIS)	23.11.

3.2 국제표준 기고 제출 및 채택

- 국제표준기고 제출 16건 및 채택 14건

번호	표준번호	표준화기구	기고서명	상태	채택일
1	2888-23-0029-02-0003	IEEE 2888	Disaster Management of UUT and Architecture of Digital Synchronization	제출/채택	2023.02.23
2	2888-23-0030-03-0003	IEEE 2888	Proposal on the Characteristic of Physical World Layer	제출/채택	2023.02.23
3	2888-23-0055-02-0003	IEEE 2888	Proposal for the requirements of the Physical World layer	제출/채택	2023.04.10
4	2888-23-0056-01-0003	IEEE 2888	Proposal for the requirement of the Digital Twin System layer	제출/채택	2023.04.10
5	2888-23-0064-01-0003	IEEE 2888	Application use cases - smart city and smart disaster management	제출/채택	2023.05.24
6	2888-23-0065-01-0003	IEEE 2888	Implementation example of disaster management of UUT using the digital synchronization architecture between cyber and physical world	제출/채택	2023.05.24
7	2888-23-0068-01-0003	IEEE 2888	Opinion on the basic architecture and requirements	제출/채택	2023.05.24
8	2888-23-0088-01-0003	IEEE 2888	Comments on the working draft Ver. 0.4	제출/채택	2023.06.30
9	2888-23-0027-01-0003	IEEE 2888	Characteristics and Functionality of the Application Layer	제출/채택	2023.02.23
10	2888-23-0026-01-0003	IEEE 2888	Creation and declaration of digital things in cyber world	제출/채택	2023.02.23
11	2888-23-0028-00-0003	IEEE 2888	Requirements for Interaction between digital things	제출	2023.02.23
12	2888-23-0058-00-0003	IEEE 2888	General explanation for basic digital twin architecture block diagram	제출/채택	2023.04.10
13	2888-23-0059-01-0003	IEEE 2888	Functional and structural requirement for digital twin layers	제출/채택	2023.04.10
14	2888-23-0069-00-0003	IEEE 2888	Application Use Case Update - Smart factory	제출	2023.05.24
15	2888-23-0091-01-0003	IEEE 2888	Requirements for elementary and complex digital entities in the digital twin system layer	제출/채택	2023.07.30.

16	2888-23-0089-02-0003	IEEE 2888	Application use case update - Multi-product mass production in smart factory	제출/채택	2023.07.30
----	----------------------	-----------	--	-------	------------

4. 국제 특허(23년도 성과만 기재)

번호	특허제목	상태	출원번호	출원/등록일	특허종류
1	APPARATUS AND METHOD OF GENERATING CONTEXT-CUSTOMIZED DIGITAL TWIN	출원	18/101781	2023.01.26	US 특허
2	디지털 트윈 모델의 데이터에 대해 정상 여부를 판단하는 장치, 방법 및 컴퓨터 프로그램	출원	PCT/KR20 23/004080	2023.03.28	PCT
3	공동구 부대설비 통합 관제 시스템	출원	PCT/KR20 23/007906	2023.06.08	PCT
4	3차원 모델 정보 저장 방법 및 그 장치	출원	PCT/KR20 23/004954	2023.04.12	PCT