

관리번호	2020-지식서비스-일반-지정-02		기술	중분류 I	중분류 II																								
과제성격	<input type="checkbox"/> 원천기술 <input checked="" type="checkbox"/> 혁신제품		분류	연구개발엔지니어링 서비스																									
융합유형	<input type="checkbox"/> 산업고도화형 <input type="checkbox"/> 사회문제해결형 <input type="checkbox"/> 신산업(시장)창출형 <input checked="" type="checkbox"/> 해당없음																												
해당여부	<input type="checkbox"/> 특허연계 <input type="checkbox"/> 표준연계 <input type="checkbox"/> 디자인연계 <input type="checkbox"/> 글로벌협력형 R&D <input type="checkbox"/> 경쟁형 R&D <input type="checkbox"/> 기획경쟁 <input type="checkbox"/> 경진대회형 <input type="checkbox"/> 규제개선 <input type="checkbox"/> 안전관리형																												
품목명			설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자율운영 서비스 기술 개발 (TRL : [시작] 3단계 ~ [종료] 6단계)																										
1. 개념 및 정의																													
<input type="checkbox"/> 개념 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현실세계의 물리적 객체에 대한 디지털 표현인 “디지털트윈 (digital twin)”은 사물인터넷 (IoT)을 통해 실제 데이터를 입력받고, 인공지능 (AI) 기술을 통해 입력된 데이터에 대한 영향을 예측 또는 시뮬레이션하여, 그 출력값을 기반으로 물리적 객체를 최적화하여 운영할 수 있도록 지원 ○ “설명가능한 AI”는 인공지능이 입력된 데이터를 기반으로 도출된 특정 판단결과의 과정과 이유를 사람이 이해할 수 있도록 제공하는 기술로서, 이를 통해 디지털트윈이 특정 상황에 대해 입력된 데이터를 처리 및 분석하여 의사결정 결과 (insights)를 도출하는 과정과 근거를 효과적으로 제시할 수 있는 서비스 제공 ○ “설명가능한 AI 기반 디지털트윈”은 ① 실시간 수집 데이터를 기반으로 실감형 3D 모델로 자동생성되고, ② 내재된 학습모델을 통해 문제상황에 대한 원인과 결과 및 해결방안을 도출하며, ③ 도출된 결과를 기반으로 대응하는 전 과정을 능동적으로 수행하는 자율운영 (autonomous operation)이 가능한 기술 ○ 설명가능한 AI 기반 디지털트윈은 디지털트윈의 생성에서부터 활용까지의 전 과정을 자동화를 넘어 자율화하고, 이를 위한 수리적이고 논리적인 모델들의 사고체계를 사용자에게 이해할 수 있는 방법으로 제시함으로써 初고난이도 수준의 기술을 필요로 하는 도전적인 연구분야 																													
2 연구 목표 및 내용																													
<input type="checkbox"/> 연구목표 <ul style="list-style-type: none"> ○ 실시간 변화하는 환경에서의 능동적 상황인지, 분석 및 대응을 위해 설명가능한 AI 학습모델이 내재된 디지털트윈의 자동생성 및 자율운영 기술을 개발하고, 이를 활용한 시스템과 서비스를 개발 <ul style="list-style-type: none"> * 디지털트윈 하우스 (digital twin house) 또는 디지털트윈 스토어 (digital twin store) 분야를 대상으로 제안된 내용에 대한 POC (Proof-of-Concept) 수준의 실증 서비스 시나리오와 사업화 모델을 구체적으로 제시 ** 해당 기술 분야에 대한 연구개발 경험이 풍부하고 자문능력을 갖춘 출연(연) 연구원, 대학 교수, 생산기술 전문가 등 국내외 기술전문가 그룹 운영 필수 																													
<input type="checkbox"/> 핵심 목표 성능 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">핵심 성능지표</th> <th>단위</th> <th>달성 목표</th> <th>국내 수준</th> <th>세계 수준</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>디지털트윈 3D모델의 경량화 수준</td> <td>%</td> <td>120</td> <td>-</td> <td>독일, Siemens (JT)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>실시간 상황변화에 대한 디지털트윈 자율 운영 정확도</td> <td>%</td> <td>95</td> <td>-</td> <td>미국, GE (Predix)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>설명가능한 AI 학습모델 개수 및 정확도</td> <td>EA/%</td> <td>3/95</td> <td>-</td> <td>미국, DARPA (Glass-Box)</td> </tr> </tbody> </table>						핵심 성능지표		단위	달성 목표	국내 수준	세계 수준	1	디지털트윈 3D모델의 경량화 수준	%	120	-	독일, Siemens (JT)	2	실시간 상황변화에 대한 디지털트윈 자율 운영 정확도	%	95	-	미국, GE (Predix)	3	설명가능한 AI 학습모델 개수 및 정확도	EA/%	3/95	-	미국, DARPA (Glass-Box)
핵심 성능지표		단위	달성 목표	국내 수준	세계 수준																								
1	디지털트윈 3D모델의 경량화 수준	%	120	-	독일, Siemens (JT)																								
2	실시간 상황변화에 대한 디지털트윈 자율 운영 정확도	%	95	-	미국, GE (Predix)																								
3	설명가능한 AI 학습모델 개수 및 정확도	EA/%	3/95	-	미국, DARPA (Glass-Box)																								

□ 연구내용

[1단계] 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 서비스 요소기술 개발

○ 실시간 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 서비스 기술 개발 (국내 기술 및 솔루션 활용 제한)

- 웹, 모바일 지원용 실감형 경량화 3D 디지털트윈* 자동생성 기술 개발
 - * 3D 디지털트윈 모델은 형상, 재질, 키네마틱 (kinematic) 정보를 필수적으로 포함
- 디지털트윈 자율운영을 위한 능동적 상황인지, 분석 및 대응 기술 개발
- 국제 또는 산업 표준 (RAMI 4.0, AutomationML, OPC UA 등) 기반 디지털트윈 구현 기술 개발

○ 설명가능한 AI* 기반 디지털트윈 학습모델 개발

- 디지털트윈의 실시간 의사결정을 지원하는 AI 기반 감지, 분석 및 예측 학습모델 개발
- 디지털트윈 학습모델을 위한 설명가능한 AI 알고리즘, 시각화 및 설명 인터페이스 기술 개발
 - * 설명가능한 인공지능 (eXplainable AI, XAI): 딥러닝의 고차원적 학습능력은 유지시키면서 설명 가능성을 향상시키는 연구 분야로서, 인공지능의 결정과 판단을 사람이 이해하는 형태로 설명 해주기 위한 심층설명학습 (deep explanation), 해석가능한 모델 (interpretable models), 모델 귀납 (model induction) 등의 전략을 통해 개발 가능

○ 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템 개발 및 적용사례 확보 (1개)

- 실사이트 대상 실시간 수집 데이터 기반 디지털트윈 생성 및 운영 인프라 구축
- 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 요소기술을 활용한 시스템 개발 및 실사이트 적용*
 - * 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템 적용대상: 디지털트윈 하우스 또는 디지털트윈 스토어 중 한 개 대상에 대한 구체적 적용
- 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템의 서비스 시나리오 및 사업화 모델 (BM) 개발

[2단계] 클라우드 시스템 환경 구축 및 실증 (2개 이상)

○ 클라우드 환경의 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 시스템 개발 및 실증

- SaaS 지원 클라우드 시스템 운영체계, 애플리케이션 및 서비스 개발
- 설명가능한 AI 기반 디지털트윈 클라우드 시스템 환경 구축
- 클라우드 기반 개발 시스템, 요소기술 및 서비스 모델의 실사이트 시범적용을 통한 검증
 - * 실사이트 내 기존 인프라와의 통합된 구축 사례 포함

□ TRL 핵심기술요소(CTE)

핵심 기술요소		최종단계	생산수준 또는 결과물	시험평가 환경
1	디지털트윈 자동생성 기술	6단계	디지털트윈 모델, SW	실증환경
2	디지털트윈 자율운영 기술	6단계	수학적/논리적 모델, SW	실증환경
3	설명가능한 AI 기술	6단계	설명가능한 AI 학습모델, SW	실증환경

3. 국내외 기술동향

- 다쏘 (Dassault)의 싱가포르 도시형 모델, GE의 산업형 모델 및 지멘스 (Siemens)의 암베르크 공장은 대표적인 디지털트윈 선진 사례

- 최근 ADT와 같은 보안전문기업들과 AT&T와 같은 이동통신 사업자들을 중심으로 스마트 홈 서비스가 개발되고 있고, 리테일테크*를 기반으로 스마트 스토어 서비스가 출시
 - * 리테일테크 (Retailtech)는 소매 (retail)와 기술(tech)의 합성어로 마트, 편의점, 백화점, 이커머스 등과 같은 소매점에 ICT 기술을 접목하는 것을 의미
- 디지털트윈 기반의 스마트 홈, 스마트 스토어 등의 구축을 위한 부분적 시도는 있었으나 (지멘스, 다쏘, PTC 등), 설명가능한 AI를 활용하여 확장성이 가능한 연구가 진행된 적용사례는 없으며 현재까지 실용화된 솔루션 또한 부재한 상황
- 설명가능한 AI 학습모델이 내재된 디지털트윈의 자동생성 및 자율운영 기술과 서비스를 개발하여 확대 전개 시 디지털트윈 시장의 선점 가능

4. 지원 필요성

☐ 기술적 지원필요성

- 지멘스, 다쏘, PTC 등의 디지털트윈 솔루션들은 자사제품에 특화되어 특정 도메인 적용 시 기술적 이해가 어렵고, 다양한 산업 확장성에 많은 한계가 존재
- 스마트 홈, 스마트 스토어 분야의 설명가능한 AI 학습모델이 내재된 디지털트윈의 자동생성 및 자율운영 시스템 개발은 기술적으로 선도적인 R&D가 필요한 상황

☐ 경제적 지원필요성

- 디지털트윈 시장 (2025년: 3조9000억 달러, 약 4397조 원 규모)은 향후 지속적인 성장을 통해 고부가가치 新산업으로 발전할 전망
 - 향후 전 세계의 스마트 홈, 스마트 스토어 시장과 디지털트윈 기술과의 융합을 통한 新산업창출 생태계 조성의 적기
- * 스마트 홈 시장: 2023년 1550억달러 (176조원), 스마트 스토어 시장: 2025년 944억달러 (107조)

☐ 정부/정책적 지원필요성

- 스마트 홈, 스마트 스토어를 위한 체계적인 디지털트윈 구축과 서비스 개발을 통한 산업화 및 중소, 중견기업 육성 가능
- 설명가능한 AI가 탑재된 디지털트윈 기술은 전 세계적으로 개념적인 시작단계로 위험성과 투자가 소요되어 정부지원이 필요

5. 활용방안 및 기대효과

☐ 연구개발 성공 시 큰 활용성과와 기대효과 예상

- 스마트 홈, 스마트 스토어 분야에 디지털트윈 자동생성 및 자율운영 (인테리어 설계, 동선분석, 에너지분석, 자율주문 등) 기술의 적용은 국내외 산업에 큰 규모의 시장을 형성할 것으로 기대
- 설명가능한 AI가 탑재된 디지털트윈은 새로운 모델로 新산업 창출 가능
 - 다양한 국내 산업을 기반으로 글로벌 시장에서 선점 가능

6. 지원기간/예산/추진체계

- 기간 : 54개월 이내, 1단계(1차년도 : 6개월, 2차년도 : 12개월, 3차년도 : 12개월), 2단계(4차년도 : 12개월, 5차년도 : 12개월)
- 정부출연금 : '20년 8억원 이내(총 정부출연금 70억원 이내)
- 주관기관 : 제한 없음 (대기업/중견기업 참여 권고)
- 기술료 징수여부 : 징수