

8 디지털 사물 동기화 기술 표준화 - 디지털가상화포럼

□ 개요

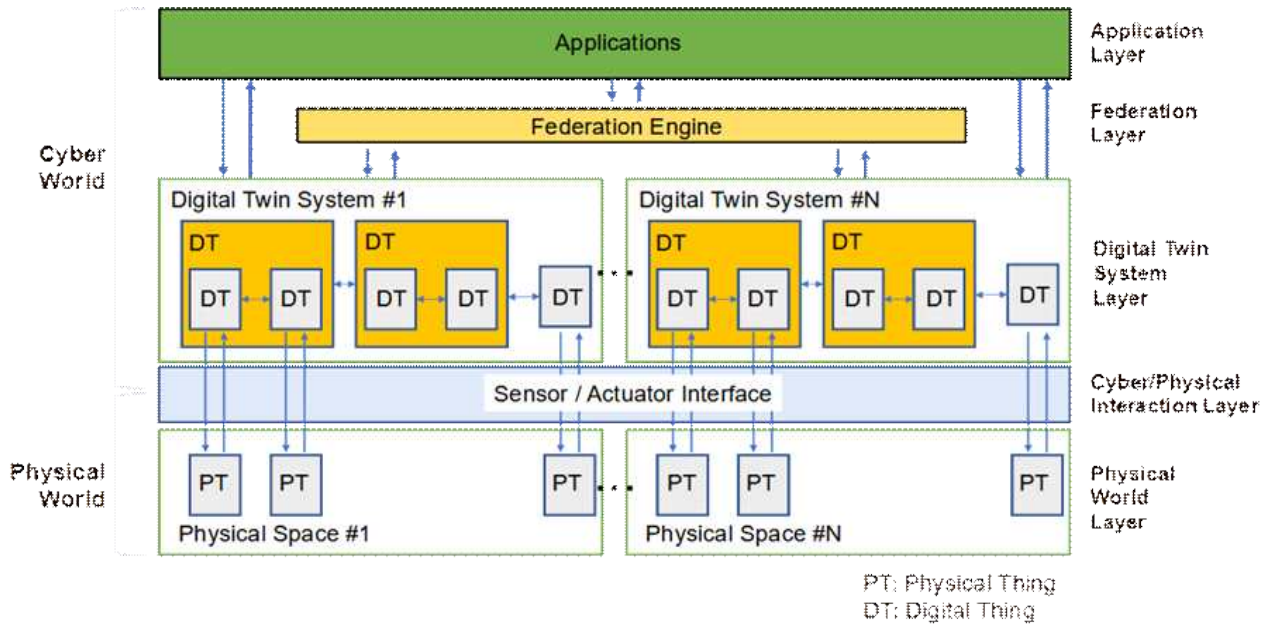
○ 기술 정의

- ▶ IEEE P2888.3 은 Standard on Orchestration of Digital Synchronization between Cyber and Physical Worlds 를 제목으로 물리객체와 가상객체간의 동기화와 이에 기반한 작업의 조율을 목표로 하는 표준 기술로 일반적으로 디지털 트윈 시스템에 대한 표준으로 볼 수 있음.

※ OSI 7 Layer 로 보면 응용계층에 속함.

○ 기술에 대한 부연 설명

- 메타버스 세상 또는 가상세계를 보는 관점은 여러 가지가 있을 수 있으나 본 표준에서는 컴퓨터에서 소프트웨어로 구현 되는 모든 시스템을 가상세계라 정의하고, 가상세계에서 구현되고 있는 각종 소프트웨어 에이전트를 포함하는 소프트웨어 객체들을 모두 가상객체로 정의.
- 디지털트윈 시스템은 크게 두가지 형태의 디지털트윈 시스템으로 구분되어 연구되고 있음
- 첫 번째로 일반적이고 전통적인 형태의 디지털트윈 시스템은 물리세상에 존재하는 물리객체를 구현하기 전에 여러 가지 필요한 실험을 컴퓨터 소프트웨어 형태의 시뮬레이션을 통하여 확인하기 위하여 가상화를 포함하여 구현하는 물리엔진 기반의 시뮬레이션의 한 형태로 봄
- 다른 하나의 경우는 이미 구현된 물리시스템의 거울시스템을 구현하여 구현된 거울시스템과 물리시스템 간의 동기화를 통하여 물리시스템을 제어하고 관리하는 개념으로 이때 구현하는 거울시스템을 디지털트윈으로 보는 메타버스와의 경계선상에 있는 형태
- 상기 개념을 기반으로 IEEE 2888.3에서 논의되고 있는 내용은 주로 후자와 관련된 개념을 정리하고 있는 상태로, 물리세계에 존재하고 있는 센서와 구동기들의 자율적 제어를 통하여 물리시스템과 동기화되어 있는 거울시스템(디지털트윈시스템)을 이용하여 원하는 서비스를 구현하는 스마트시티나 스마트팜등의 구현에 관심이 집중되고 있음
- 이러한 목적을 달성하기 위하여 일차적으로 시스템 아키텍처와 요구사항을 정리하고 있는 단계



[그림] 시스템 아키텍처

○ 시스템 아키텍처

- 물리세계 계층: 상기 시스템에서 고려하는 가장 하위계층으로 물리객체 들이 존재하는 세상을 의미함. 물리객체들은 물리사물(Physical Thing)이라고도 불리며, 대표적인 물리사물로 센서와 구동기를 보고 있음. 물리세계 계층은 기타 IoT 표준등에서 다루고 있다고 가정함.
- 가상세계/물리세계 상호 작용 계층: 물리세계 계층과 가상세계와의 상호작용을 위한 인터페이스를 제공하는 계층으로 IEEE P2888.1과 P2888.2를 통하여 제공되는 인터페이스를 기반으로 함.
- 디지털트윈시스템 계층: 디지털트윈시스템 계층에는 많은 디지털트윈 시스템들이 존재한다고 가정하며, 각각의 디지털트윈시스템은 하나 또는 그 이상의 디지털트윈으로 구성된다고 가정함. 각각의 디지털트윈은 다시 하나 또는 그 이상의 디지털사물 (Digital Thing) 으로 구성되는데, 이때 디지털사물은 물리세계에 존재하는 물리사물의 가상화된 형태일 수도 있으며, 물리세계에 매칭되는 사물이 존재하지 않는 가상의 사물, 즉 소프트웨어 에이전트 같은 형태가 될 수도 있음.
- 연합 계층: 복수의 디지털트윈시스템들이 각 시스템의 성능을 향상시키거나 추가의 기능구현을 위하여 이종 또는 동종 타 시스템과 정보 공유를 위한 기능을 제공하는 계층. 공유되는 정보에는 기본 데이터부터 가공된 추론 결과나 지식, 명령어 등을 포함 할 수 있음.
- 응용 계층: 실제로 디지털트윈시스템들을 활용하여 달성하고자 하는 서비스를 제공하는 계층. 메타버스, 가상현실응용, 시뮬레이션, 모니터링, 관리시스템등이 모두 포함됨. P2888.4 의 경우 응용계층 아키텍처 표준의 하나라고 볼 수 있음.

- 가상세계: 상기 계층들에서 물리세계 계층과, 상호작용계층을 제외한 나머지 모든 계층은 가상세계에 속한다고 볼 수 있음

○ 현재 이슈

- 현 단계에서의 논의는 크게 두 개의 계층의 모델과 역할에서 진행되고 있음
- 디지털트윈계층: 디지털트윈계층 관련 논의로는 디지털트윈과 디지털사물의 기본 모델에 대한 정의에 대한 논의가 계속 진행되고 있음. 디지털트윈은 디지털사물들의 연합으로 이루어진다고 가정하면서 디지털사물이 기본적인 성질과 메쏘드들을 내장하는 것으로 논의하고 있음. 이러한 특징을 이용하여 디지털트윈에서 가져야 하는 특징 중의 하나인 프로세스를 정의하는 것이 가능할지 확인해 보고자 함.
- 연합계층: 연합계층에서의 논의는 복수의 디지털트윈 간에 공유되어야 하는 정보의 정의와 공유 방법에 대한 논의가 필요한 상태임

□ 현황

○ 기술개발 현황 및 전망

- (국제)

- . MS, GE, Dassault 등 디지털트윈 솔루션 출시 중.
- . Nvidia 2021년 11월 21일 디지털트윈 지구 Earth2 프로젝트 발표. 슈퍼컴퓨터를 이용한 디지털트윈 개발로 초고해상도 기후 모델링으로 지구 기후 시뮬레이션을 통한 기후 예측

- (국내)

- . 네이버 자율주행용 디지털 트윈 개발. 로봇, 차량, 항공기를 이용한 고정밀 지도 제작. 서울시, 인천공항, 부평역, 국립중앙박물관 등 디지털트윈 구축
- . 카카오모빌리티 디지털 트윈을 위한 모바일 지도 제작 착수
- . SK텔레콤 스마트공장에 디지털트윈 적용. 2021년 9월 디지털트윈 얼라이언스 출범.
- . 한국조선해양 디지털트윈 기반 LNG 운반선 가상 시운전 기술 개발
- . 서울소방본부는 화재재난관리를 위하여, 실내공간정보 기반의 디지털 트윈 공간을 구축. 실내 소방시설을 객체화하여 가상현실을 이용한 소방관들의 진입 및 훈련 시뮬레이션에 활용

- 국토부는 디지털 트윈 국토 통합관리 지원을 위한 입체 격자 체계 기술을 개발 중. 정보영역(데이터 생성, 저장, 변화, 갱신), 핵심 영역(분석 및 가시화), 서비스영역(데이터 검색 및 서비스 관리)의 요소기술로 구성
 - ETRI는 “수요처 맞춤형 실감형 3D 공간정보 갱신 및 활용기술”을 개발. 정밀 3D 공간정보의 지속 가능한 공유 및 활용 생태계 구축을 위한 핵심기술을 통해 입체적 디지털트윈의 기반 기술을 확보
 - KT는 교량 내 자체 디지털 트윈 기술인 ‘기가트윈(GiGAtwin)’ 개발. 디지털 트윈 기술로 복제된 교량 및 시설물에 대해 센서와 IoT 기술을 적용하여, 교량의 하중 저항력(내하력)을 예측함으로써 시설물의 이상 여부를 사전에 판단
- 시장 및 산업체 현황 및 전망 (TTA 표준화전략맵 ver. 2022와 INNOPOLIS 연구개발특구진흥재단 유망시장 이슈리포트에서 참조)

- (국제)

- 글로벌 디지털트윈 시장은 연평균 58% 성장 예상. 2020년 3.8조원에서 2026년 58조원 규모로 성장 예상

단위 : 억 달러



[그림] 디지털트윈마켓 예측, Marketsandmarkets, 2021

- 글로벌 디지털 제조 솔루션 기업인 미국 GE, 독일 Siemens, 프랑스 Dassault는 의료·헬스케어, 자동차, 에너지, 항공 등 디지털 트윈 플랫폼을 산업 전반의 다양한 분야로 확대 중
- Siemens(독일)과 Bentley Systems(미국)은 플랜트의 실시간 운영 상황을 3D 시각화 모델로 제공되고 고신뢰 데이터를 제공하는 PlantSight를 공동 개발. 제조공정에 관한 센서 데이터를 수집하여 구성한 Azure Digital Twin(MS, 미국)과 Bentley Systems(미국)의 iTwin 서비스를 연합하는 기초기술을 개발

- . SAP(독일)은 KAESER Kompressoren(독일) 회사와 협력하여 압축 공기 제조 과정에서 디지털 트윈을 활용한 모델링 & 시뮬레이션 기술을 개발함
 - . Siemens(독일)은 Electronics Works Amberg(EWA)에서는 클라우드 기반 개방형 IoT 플랫폼인 마인드 스피어에 디지털 트윈을 접목
 - . GE(미국)는 산업용 IoT 플랫폼 프레딕스 (PREDIX)를 이용하여 모든 산업 장비에서 수집한 데이터를 분석하고 공학적 모델을 구축하여 디지털 트윈 기반 가상 모니터링 및 제어서비스 제공하고, 다양한 분야로 확대
 - . PTC(미국)은 Thingworx에서 3D CAD 소프트웨어 크레오를 사용, 디지털 트윈 구축
 - . 지멘스(독일)은 공장 자동화 플랫폼인 Mindsphere을 구축, 생산공정 최적화를 위한 디지털 트윈 활용. 센서 데이터를 바탕으로 실시간으로 디지털 트윈과 공장 설비의 동기화
 - . SAP(독일)은 Leonardo 플랫폼을 통하여 디지털 트윈 모델 기반 서비스 제공
 - . Dassault(프랑스) 시스템은 건물 현황과 기술 정보를 실시간으로 3D 데이터로 제공하는 디지털트윈을 활용하여 스마트시티 및 디지털트윈 도시 구축
- (국내)
- . 국내 디지털트윈 시장은 연평균 16.3% 성장 예상. 2017년 2,900억원에서 2023년 7,140억원 규모로 성장 예상

단위 : 백만 달러



[그림] 국내 디지털트윈 시장 규모 예측, Infoholic Research 2017

- . GS칼텍스는 여수공장 생산시설의 실시간 모니터링이 가능한 디지털 트윈 기반 통합관제센터를 구축 중. 실시간 모니터링 기술을 이용하여 생산시설의 관제센터를 운영하고 있음

- . LGU+는 5G 네트워크를 이용한 트랙터 원격 제어 및 무인 경작과 디지털 트윈 기술을 이용한 트랙터 원격진단 서비스 제공.
- . 삼성 SDS는 AI 기반 인텔리전트 팩토리 플랫폼인 'Newplant' 출시, 플랜트/제조/물류, Facility의 모든 자원을 IT 기술로 연결하고 데이터 분석으로 자율 제어하며 3D/AR/VR 기반 시각화
- . LG CNS는 도시 데이터를 수집, 분석하여 정보를 공유하는 데이터 중심의 스마트시티 플랫폼인 Cityhub와 스마트팩토리 플랫폼 Factova 구축

○ 표준화 현황 및 전망

- (국제)

- . ITU-T SG20은 사물인터넷 및 스마트시티 분야에 대한 국제표준화를 담당.
- . JTC1 SC41은 IoT 및 디지털트윈과 관련된 기술 및 응용의 표준화 작업 및 센서 네트워크와 웨어러블 기술을 포함한 국제표준화 담당
- . ISO TC184는 자동화 시스템의 정보 시스템, 자동화 및 제어, 통합 기술 등 표준화 담당. SC 4(Industrial data)에서는 시스템 간에 필요한 정보의 내용, 의미 및 구조 등에 대한 국제표준화 담당. SC 5(Interoperability, integration, and architectures for enterprise systems and automation applications)는 시스템 및 자동화 애플리케이션을 위한 상호운용성, 통합 및 아키텍처에 관한 국제표준화 추진
- . IEEE2888(Interfacing Cyber and Physical World) WG은 한국의 디지털 가상화 포럼 주도로 센서 및 액추에이터 인터페이스, 디지털 트윈 시스템 및 CPS 시스템 등에서 물리객체-가상객체간 동기화를 위해 센서/액추에이터 인터페이스 적용 가이드라인 등 개발
- . IEC TC65 ISO TC184 JWG21 TF8 Digital Twin and AAS는 스마트제조 참조구조 표준화를 위하여 공동으로 설립한 표준화 작업반으로 JWG21 내에는 스마트 제조와 관련된 다양한 전담반을 구성하여 운영

- (국내)

- . 디지털 트윈 분야에 대한 민간 분야 단체 표준은 TTA의 CPS PG(PG609)과 사물인터넷/스마트시티 플랫폼 PG(PG1001)에서 담당
- . TTA CPS PG(PG609)에서 2020년 제정한 디지털 트윈 기술을 이용한 제조-제1부 유스 케이스 표준(TTAK.KO-10.0284-Part1) 및 디지털 트윈 기술을 이용한 제조-제2부: 요구사항 (TTAK.KO-11.0284-Part2)은 디지털 트윈을 제조에 적용하기 위한 관련 기술, 모델링을 위한 제조 자원의 정의, 서비스, 시스템 및 인터페이스 등에 대한 요구사항 정의.

- . TTA 사물인터넷/스마트시티 플랫폼 PG(PG1001)에서는 스마트시티 도시행정 디지털 트윈 시스템이 도시의 정책 수립 및 의사 결정을 지원하기 위해 갖추어야 하는 요구사항을 2020년 제정 완료였으며, 이에 대한 참조구조 표준을 개발 중.
- . 디지털 트윈 관련 포럼으로는 디지털 가상화 포럼과 사물인터넷융합포럼이 있으며, 두 포럼은 기업을 중심으로 이루어지는 사실표준화를 담당하고 있음.
- . 디지털 가상화 포럼은 가상세계에 투영된 현실세계의 객체들을 감시하고 통제하며 운용하는데 필요한 다양한 기반 기술에 대한 표준화를 추진 중
- . 사물인터넷융합포럼은 2021년부터 디지털 트윈WG을 신설하여 디지털 트윈 표준 개발을 2021년부터 시작. 시티, 에너지, 교통, 제조 등 다양한 분야에 적용되고 있는 디지털 트윈의 개요 및 속성을 정의하고, 디지털 트윈 연동을 위한 요구사항과 참조모델 표준을 개발을 추진

□ 주요이슈 및 대응방안

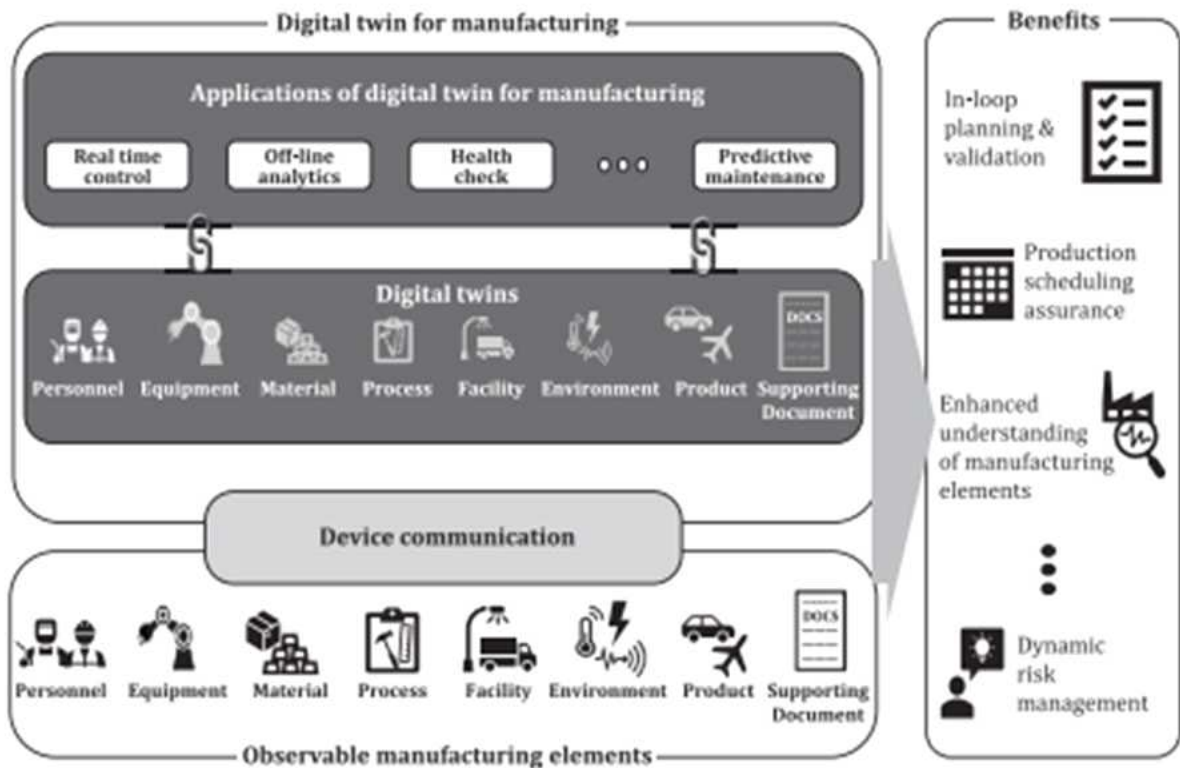
○ (주요이슈)

- 디지털 트윈을 디지털사물에 기반하여 정의하고 있는 표준으로 디지털 사물의 정의에 관한 이슈가 있음
- 디지털사물을 객체지향적 개념으로 정의하고, 그 속성과 메소드를 갖는 것으로 정의하는 것으로 논의 중
- 디지털트윈에서 중요한 요소는 프로세스를 정의하는 것이라는 기고에 따라 프로세스의 개념을 디지털 사물을 이용하여 정의하는 방법에 대한 논의가 지속되고 있음.
- 디지털사물의 역할과 요구사항에 따라 적절한 모델이 정의되고, 정의된 모델을 기반으로 확장된 모습을 디지털트윈으로 정의할 것으로 예상됨

○ (현황 및 문제점)

- 디지털객체의 오케스트레이션에 기반한 사이버세계와 물리세계의 동기화를 위한 표준은 현재 아키텍처의 정의의 초안이 잡히고 디지털객체의 표준 모델로서의 디지털사물을 정의하는 단계에 옴
- 국내의 전자기술연구원과 전자통신연구원의 두 기관이 주도하여 논의가 진행 중이나 두 기관의 용례에 차이가 있고 바라보는 관점에 약간의 차이가 있어 모두를 만족시킬 수 있는 모델의 결정에 어려움이 있음
- ISO 23247 의 제조를 위한 디지털트윈 프레임워크에 기반하여 디지털트윈과 디지털사물의 개념 정의를 추진하고 있으나 기본적인 출발 개념의 차이가 있어 논의의 정리가 필요시 되고 있음

- 2023년 중으로 표준 초안을 완성하고 Ballot을 들어가는 것을 목표로 하고 있으나 개념의 혼란으로 진행이 지연되고 있음



[그림] ISO 23247-1 Automation systems and integration - Digital twin framework for manufacturing: Overview and general principles 제공
디지털트윈 프레임워크

○ (대응방안)

- 년 3회의 정기회의의 기고와 논의로는 중요한 개념의 정리가 어려울 것으로 판단됨
- 정기총회 사이에 디지털가상화포럼을 통한 수시 국내 논의를 활성화하고, 이를 바탕으로 국내 주요 참여기관들간의 의견수렴을 이루어 디지털가상화포럼 포럼 표준을 빠르게 제정할 필요가 있음
- 국내 포럼표준을 기반으로 Interim Meeting에서 표준제정을 위한 논의를 가속하고, 포럼표준 제정과정에서 수렴된 국내 대표기관들의 의견을 기반으로 표준 초안 작성을 가속화 하는 것이 바람직함
- 국내 논의과정에서 ISO 23247 표준을 상세하게 이해하고 이를 기반으로 논의를 진행하는 것도 도움이 될 것으로 판단됨

[참고문헌]

- [1] TTA, ICT표준화전략맵 Ver 2022 종합보고서 5, SoC디지털화 Part. 2 디지털트윈, 2021
- [2] INNOPOLIS 연구개발특구진흥재단, 유망시장 Issue Report, 디지털트윈, 2021.07
- [3] ISO 23247-1:2021 Automation systems and integration - Digital twin framework for manufacturing- Part 1: Overview and general principles