

북미 지역 내 디지털트윈 시스템 구현을 위한 기술 적용 동향에 관한 연구

김영선, 오휘명, 손상우

한국전기연구원

yskim@keri.re.kr, hmoh@keri.re.kr, swson@keri.re.kr

A study on the application trends of technology for implementing digital twin systems in North America

Young Sun Kim, Hui-Myoung Oh, Sangwoo Son

Korea Electrotechnology Research Institute(KERI)

요 약

스마트 시티, 제조 공정 최적화 등의 산업 영역에서 시작된 디지털트윈 기술의 적용은 통상적인 장비 고장 예측을 넘어 우주, 항공 및 반도체 분야와 친환경 재생에너지 발전 설비의 관리 등의 영역으로 그 적용이 확대되고 있다. 본 논문은 올해 디지털트윈 컨소시엄의 정회원 회의를 통해 발표된 북미 지역의 디지털트윈 시스템 구현을 위한 기술과 산업 분야별 적용 동향 및 분석을 제공하고 미국 및 캐나다 정부의 관련 산업 지원 및 디지털트윈 기술 적용과 관련된 향후 발전 연계성에 대해서도 언급한다.

I. 서 론

디지털트윈 컨소시엄(Digital Twin Consortium, DTC)은 디지털트윈 기술의 발전과 확산을 목표로 2020년 Ansys, Autodesk, Bentley Systems, GE, Dell, Northrop Grumman, Microsoft 등 주요 다국적 기업들과 Object Management Group(OMG)이 중심이 되어 설립한 국제 산학연 협의체이다[1]. 기술 표준화 및 상호운용성 촉진, 산학연 협력, 테스트베드 실증, 비즈니스 모델 개발, 기술 발표회 및 사례 공유를 통해 북미 지역뿐만 아니라 전 세계적으로 디지털트윈 기술의 상용화에 앞장서고 있다. 분기마다 진행되는 정회원 회의를 통해 다양한 기술 및 사례가 소개되고 있으며 관계 기관 및 기업체 간의 협력도 활발하게 이루어지고 있다. 한국 전기연구원은 2022년에 정회원으로 가입한 뒤 북미 지역의 기술 동향 파악 및 관련 분야의 지속적인 협력을 진행하고 있다. 이와 관련하여 북미 지역 디지털트윈 기술 동향이 소개된 바 있다[2-3]. 지난 3월 미국에서 개최된 1분기 회의에서는 추가된 작업반에 대한 소개 및 이와 관련된 모델 기반의 테스트베드가 논의되었다. 본 논문에서는 DTC 내에서 발표된 자료를 기반으로 주된 기술 이슈 및 북미 지역의 산업 지원과 향후 발전 방향을 소개하고자 한다.

성 확보를 주도하고자 한다. 이와 같은 신규 작업반을 통해 DTC 내에서의 이슈는 실제적인 규제, 제도, 표준 등의 규범적인 영역뿐만 아니라 산업 응용을 위한 영역 간 연합, 데이터 센터 구축, 공급망, 적합성 등의 영역도 포함하고 있음을 알 수 있다. 이러한 점으로 보아 DTC의 향후 방향은 구체적인 산업 영역에서의 디지털트윈 기술 적용으로 볼 수 있으며 다양한 이해관계자인 기업, 연구소, 학교, 정부 및 지자체 등 관심 분야를 포함하고 있다.

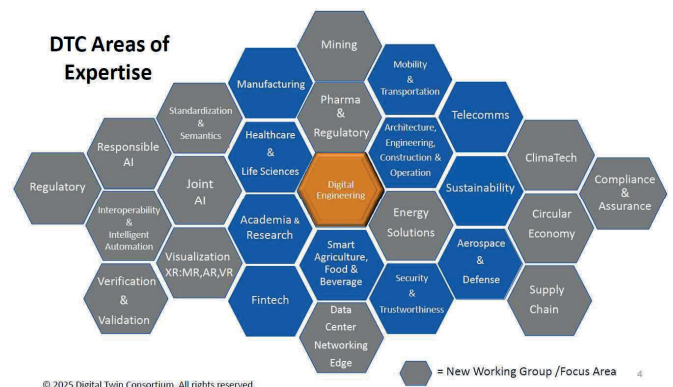


그림 1. DTC 작업반과 주요 기술 영역

II. 본 론

1. DTC 내 관련 이슈

1.1 신규 작업반

DTC에서는 디지털트윈 기술의 발전 방향에 맞추고자 그림 1과 같이 신규 작업반을 추가하였다. 신규 작업반은 Regulation, Responsible AI, Interoperability, Verification & validation, Standardization, Joint AI, Visualization, Mining, Pharma, Data center networking edge, Climate change, Circular economy, Supply chain, Compliance 등이 있다. DTC는 디지털트윈의 정의, 프레임워크, 아키텍처, 기술 언어(예: DTDL, Digital Twins Definition Language) 등 핵심 기술의 표준화와 상호운용

1.2 분기 회의의 이슈

(1) 테스트베드 구축 절차서

디지털트윈 기술의 실증을 위해 테스트베드 구축 절차서 초안이 마련되었다. 시나리오, 환경, 대상, 극복 기술, 수요 업체, 재원 조달 방법 등으로 구성된 절차서에서는 구체적인 의사 결정 순서와 중요한 판단 조건 등이 명시되어 있다. 이 절차서를 이용하여 기술 분야 및 이해관계자와 관계없이 테스트베드 구축을 진행하는 데 도움이 될 것으로 보인다.

(2) 신뢰성 백서

DTC는 비즈니스 가치 창출을 위한 디지털트윈 시스템의 신뢰성 평가를

위한 백서 초안을 작성하였다. 평가에 있어서 투명성을 확보하기 위한 척도로서 상호운용성, 위험 관리, 정보 모델의 완성도, 시뮬레이션 시간, 시뮬레이션 과정, 신뢰성의 질적 평가, 과급효과 등을 포함하고 있어 디지털 트윈 시스템의 전주기 동안의 신뢰성, 동작 및 수요 공급 등과 관련된 가치 평가가 가능할 것으로 예상된다.

(3) 시각화

산업 소프트웨어 전문 기업인 AVEVA사는 기업 소개와 함께 가스 플랜트를 사례로 한 디지털트윈 시각화 과정을 소개하였다[4]. 그림 2에서와 같이 다양한 차원의 실제 데이터가 수집된 후 동작과 관련된 실시간 데이터와 결합한다. 이후 상태, 제어, 경고 등과 관련된 데이터를 적용하여 운용 시스템이 완성되며 이를 통해 예측, 관리, 최적 제어 등이 수행된다. 시각화 과정을 단순화하기 위하여 AI 기반의 방법이 적용되었으며 이를 통해 대상 데이터의 신속한 모델 변환, 모델 검색, 수정 가능한 개발 이력 등이 제공되는 이점이 있다고 소개되었다.

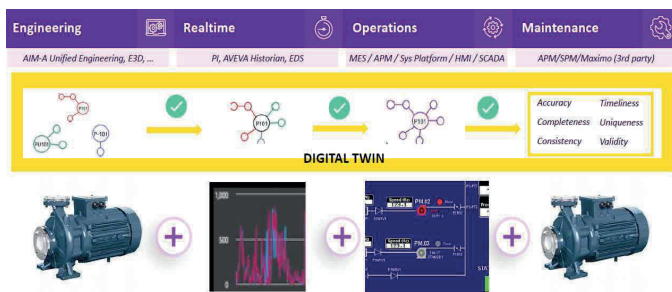


그림 2. AVEVA사의 시각화 디지털트윈 예

(4) 디지털트윈 교육 과정

DTC는 디지털트윈의 이해도를 높이기 위한 교육 프로그램을 개발했다. 디지털트윈 개요, 실시간 모델 시뮬레이션, 데이터-driven 모델링, 기계학습, 캡스톤 프로젝트 등을 포함한 12시간의 학습 과정이며 Central Florida 대학교에서 주관한다.

2. 북미 지역의 디지털트윈 산업 지원

북미 지역은 미국, 캐나다로 나눌 수 있으며 전 세계적으로 디지털트윈 산업을 주도하고 있다. 이 지역은 가상화, 기계학습(ML), 인공지능(AI), 블록체인과 같은 첨단 요소 기술의 개발과 도입 측면에서 가장 빠르게 성장하는 지역 중 하나이며 주된 산업체로는 IBM, Oracle, Microsoft, ANSYS, Inc., PTC 등이 있다.

미국 상무부는 2024년 5월, 반도체 산업 육성을 위하여 디지털트윈에 중점을 둔 CHIPS Manufacturing USA 연구소를 노스캐롤라이나주에 설립하고 운영하기 위한 자금 지원 기회 공고(NOFO)를 발표하였다. CHIPS for America 프로그램을 통해 반도체 제조, 첨단 패키징, 조립 및 테스트 공정을 위한 디지털트윈의 개발, 검증 및 활용에 중점을 둔 최초의 연구소에 2억 8,500만 달러(미화)의 지원되었다. 연구소의 활동에는 운영 관리, 디지털트윈 개발에 대한 기초 및 응용 연구, 공유 물리적 및 디지털 시설 구축, 산업 관련 시범 프로젝트, 그리고 디지털트윈 기술에 중점을 둔 인력 교육 프로그램 등이 포함될 것으로 예상된다[5]. 그 결과 실제로 북미 지역에서 디지털트윈 시장은 37.3%의 연평균 성장률(CAGR)을 보이고 있으며 2031년까지 약 46억 달러가 될 것으로 예상되고 있다[6]. 이러한 성장세는 실제로 각 기업체의 투자로 이어지고 있다. 미국의 Rockwell Automation과 Microsoft사는 양사의 IoT, AI 및 자동화 기술을 결합하여 디지털트윈 시스템을 개발하기로 하였다. 디지털트윈 기반의 품질 검사

및 자동화된 물류 이동이 실현될 것으로 예상된다. 캐나다에서는 밴쿠버 공항 공사가 3D 동적 디지털트윈 플랫폼인 Unity를 활용하여 공항의 실시간 운영 데이터를 반영한 실시간 3D 디지털트윈을 구축하여 공항 운영을 방해하지 않는 동시에 정비, 안전 등의 시설 과제를 해결하고 있다. 더 나아가 디지털트윈 기술은 공공 인프라, 스마트 시티 등 다양한 분야에 적극적으로 도입될 예정이다.

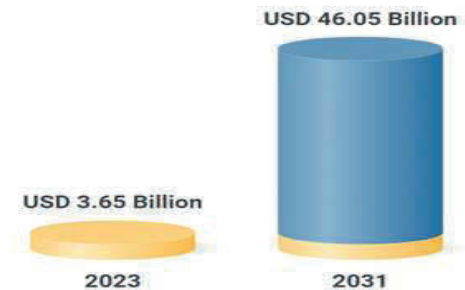


그림 3. 북미 지역 디지털트윈 시장 예상 규모[5]

III. 결 론

본 논문에서는 디지털트윈 컨소시엄 정회의 회의 내용을 바탕으로 북미 지역 디지털트윈 시스템 구현을 위한 기술과 산업 분야별 적용 동향을 분석하였다. DTC는 디지털트윈 기술 기반의 다양한 비즈니스 모델의 효과적인 산업화를 위한 구축 절차서, 신뢰성 백서를 발간하였으며 전문인력 양성을 위해 교육 과정도 개설하였다. 이로 미루어보아 북미 지역의 디지털트윈 기술은 다양한 산업 영역으로의 적용이 가속화되고 있으며 이에 대한 기업이나 정부의 지원은 지속적으로 진행되고 있다. 디지털 제조, 스마트 시티 분야의 실증 및 사업화는 활발하게 이루어지고 있으나 그 외 국방, 우주, 항공, 에너지 분야의 사업화는 다소 더딘 우리나라의 상황과는 차이가 있음을 확인하였다. 우리나라에서 전반적인 디지털트윈 기술 생태계의 실질적 확장을 위해서는 새로운 산업 영역에서의 비즈니스 모델 개발 및 사업화 지원 등의 현실적인 대책이 필요할 것으로 예상된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 2025년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 국가과학기술연구회의 지원을 받아 수행된 한국전기연구원 기본사업임(No. 25A01030)

참 고 문 헌

- [1] <https://www.digitaltwinconsortium.org/>
- [2] 김영선, 오휘명, 손상우, “북미 지역 신재생에너지 분야의 디지털트윈 기술 적용 동향에 관한 연구,” BP151, 제54회 대한전기학회 하계 학술대회, 7.12-7.15, 2023.
- [3] 김영선, 오휘명, 손상우, “북미 지역 디지털트윈 시스템 구현을 위한 AI 기술 적용 동향에 관한 연구,” A-P-14, 제5회 한국 인공지능 학술대회, 9.25-9.28, 2024.
- [4] www.aveva.com
- [5] <https://www.nist.gov/news-events/news/2024/05/chips-america-announces-285-million-funding-opportunity-digital-twin-and>
- [6] <https://www.researchandmarkets.com/reports/6041929>