

KEIT Issue Review

디지털 트윈 기반 지능형 섬유 제조기술

저자 윤석한 섬유 PD / KEIT
심재윤 수석 / KITECH
김현진 책임 / KEIT

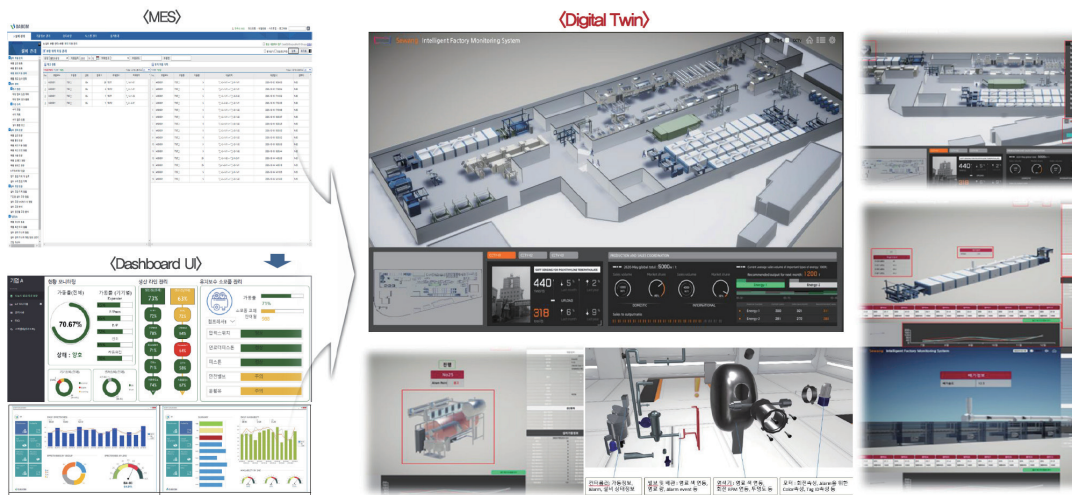
요약

- ✓ 디지털 트윈은 공정손실 절감 및 노동시간 단축, 불량률 감소 등 그 효과가 검증되기 시작하면서 제조분야 저성장 극복을 위해 자동차·항공 등 조립 제품에서 철강·화학 등 소재 분야에 이르기까지 경쟁적으로 디지털 트윈이 도입되고 있다. 이에 발맞춰 섬유산업에도 디지털 트윈 기술의 도입을 서두르고 있는 상황이며, 수요 맞춤형 표준모델 개발을 요구받고 있다.
- ✓ 본고에서는 국내외 디지털 트윈 시장, 정책동향을 리뷰하고 주요국의 디지털 트윈 기술동향 및 섬유산업에서의 디지털 트윈 적용사례를 살펴보고자 한다. 이를 통해 디지털 트윈의 현 수준을 파악하고 디지털 트윈의 강점을 활용해 섬유산업 디지털 트윈 적용 방안을 모색하는데 도움이 되고자 한다.
- ✓ 주요국의 정책 동향과 시장의 기대를 종합적으로 고려할 때 디지털 트윈은 향후 10년 내 디지털 솔루션의 지배적 트렌드로 정착하고, 글로벌 경쟁은 더욱 심화될 것으로 전망된다. 국내에서도 디지털 트윈 관련 정부 지원정책이 발표되고 사업과 투자가 빠르게 확대되고 있다.
- ✓ 글로벌 산업 경쟁력 제고를 위해 데이터 시각화, 작업자-설비 간 인터페이스 향상과 같은 디지털 트윈 기술의 강점을 활용하여 생산관리의 고도화 및 표준화된 원격협업 기반 기술 확보가 필요하다. 이를 위해 국내 섬유산업에서도 산학연 유기적인 협력체계를 통해 섬유산업 디지털 트윈 분야 선도를 위한 전략 수립 및 구체적인 방안에 대한 실행이 필요할 시점이다.

1

디지털 트윈 개요

- ✓ 디지털 트윈은 현실 세계에서 수집된 다양한 정보를 가상세계에서 분석하고 최적화 방안을 도출하여 이를 기반으로 현실 세계를 최적화하는 지능화 융합기술이다. 디지털 트윈은 하나의 기술이 아니라 3차원 데이터 구축, IoT센서와 센서 네트워크(5G), 클라우드와 플랫폼, 빅데이터 분석 및 시뮬레이션, 예측(AI)모델 등 다양한 4차 산업혁명 기술의 집합적 활용을 표현한 기술이다.
- ✓ 디지털 트윈 활용의 전략적 가치를 크게 ①품질개선, ②운영비용 절감, ③데이터 추적관리 용이, ④신제품 도입 비용 절감 및 기간 단축 등을 제시할 수 있으며, 제조업 경쟁력 강화에 핵심 수단으로 작용한다. (Gartner IT Symposium, 2020)
- ✓ 단기적인 관점에서 물리적인 공간 및 설비를 그대로 재현하여 관찰(monitoring)하고 현장의 즉각적인 피드백(feedback)을 주는 목적 외에도, 장기적인 관점으로 기대되는 결과를 도출하기 위하여 예측을 하거나 의사결정 추천(recommendation)을 하는 목적을 가지는 디지털 트윈 기술을 적용하여 데이터 시각화를 통한 지능형 제조 기반으로의 전환이 가능하다.



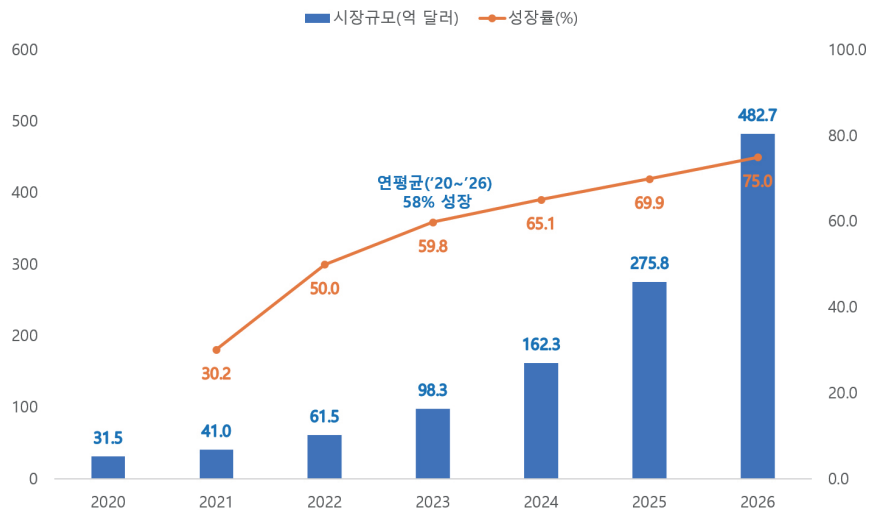
| 그림 1. 데이터 시각화 발전 추세 |

2

디지털 트윈 시장 동향

가. 국외 디지털 트윈 시장 동향

- ✓ 글로벌 제조산업에서 제조비용을 절감하고 공급망 운영 개선 및 IoT, AI, Big data, Cloud, 5G, VR/AR/MR 등 신기술 채택의 확대로 인해 글로벌 시장에서의 디지털 트윈의 수요는 높은 성장세를 나타내고 있다.
- ✓ 세계 디지털 트윈 시장 규모는 2020년 31.5억 달러에서 2026년 482.7억 달러(CAGR 58%)로 빠르게 성장할 것으로 예측되고 있다.



| 그림 2. 글로벌 디지털 트윈 시장 규모 및 전망 |

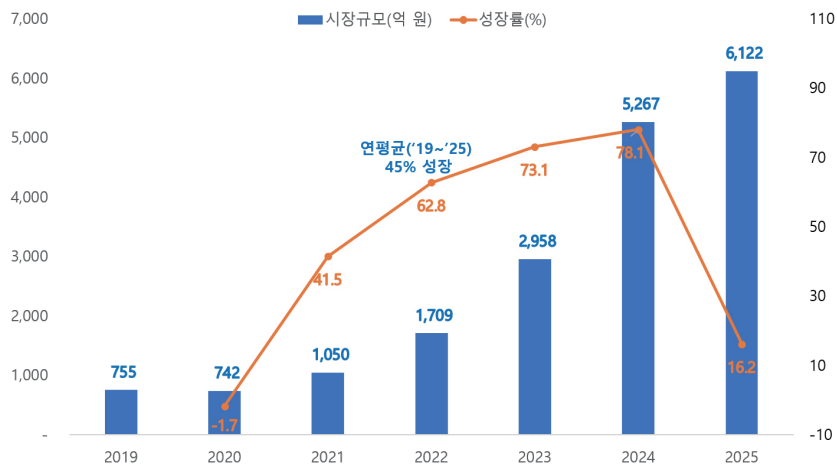
(출처 : Digital Twin Market, Marketsandmarkets, 2021)

- ✓ 한국신용정보원 TDB보고서(디지털 트윈, 2021)에 따르면, 세계 디지털 트윈의 적용분야별 시장 점유율은 2020년 기준으로 예측정비(Predictive Maintenance) 39.4%, 비즈니스 최적화(Business Optimization) 26.3%, 실행능력감시(Performance Monitoring) 17.5%, 재고관리(Inventory Management) 13.4%, 상품 디자인 및 개발(Product Design & Development) 3.2% 등의 순으로 나타났다.

- 특히, 제조 부문을 중심으로 디지털 트윈 도입과 보급이 빠른 것은 사물인터넷 보급, 인더스트리 4.0 등이 제조 부문의 발전을 가속하면서 디지털 혁신이 확산되고 있기 때문이다. 제조 과정에서 다양하고 방대한 데이터를 수집하고 이를 인공지능 기반 솔루션을 활용해 분석함으로써, 제조 공정에서의 이상을 감지해 즉시 조치를 취할 수 있고, 실시간으로 부품(원부재료) 수급이나 공급변동, 장비결함 식별, 예지보수 등을 통해 전체 공정을 간소화하고, 고장이나 장애 발생으로 인한 가동 중지 시간을 사전에 예방하거나 최소화 할 수 있다. 이를 통해 전체 공정에서의 생산과 운영 효율이 증가하면서 비용을 절감할 수 있기 때문에 향후 10년 간 디지털 트윈 시장의 고속 성장이 예상된다.
- 디지털 트윈은 제너럴 일렉트릭(GE), 다쏘 시스템(Dassault Systems), PTC, 앤시스(Ansys), 지멘스(Siemens), SAP, 사이트머신(Sight Machine), 팀코 소프트웨어(TIBCO Software), AT&T, 인포시스(Infosys), TwinThread 등의 세계적 업체들이 선도하고 있다.

나. 국내 디지털트윈 시장 동향

- 국내 디지털 트윈 시장도 글로벌 시장과 마찬가지로 급성장 중에 있다. MarketsandMarkets(2020)디지털 트윈 시장 보고서에 따르면 2016년 271억 원에서 2020년 742억 원으로 연평균 30.1% 증가했으며, 이후 2025년까지 연평균 45%로 성장하여 6,122억 원의 시장을 형성할 것으로 전망하였다. 또한, 부처 합동 제14차 정보통신전략위원회의 ‘디지털 트윈 활성화 전략’ 보고서에 따르면, 국내 디지털 트윈 관련 시장은 약 690억 원 수준으로 소규모이지만 주요국 중 가장 높은 수준인 연평균 70%의 성장이 전망된다고도 보고하고 있다.
- 국내 디지털 트윈 구현 기업은 대기업, 통신사 또는 모델링 시뮬레이션 전문기업을 중심으로 성장 중에 있으며, 특히, KT는 금년 3월에 국내외 18개 기업·기관·대학과 K-디지털 트윈 워킹그룹 출범을 통해 산업과 생활전반으로 디지털 트윈을 빠른 속도로 확산시키겠다는 전략을 발표한 바 있다.



| 그림 3. 국내 디지털 트윈 시장 규모 및 전망 |

(출처 : Digital Twin Market, Marketsandmarkets, 2020)

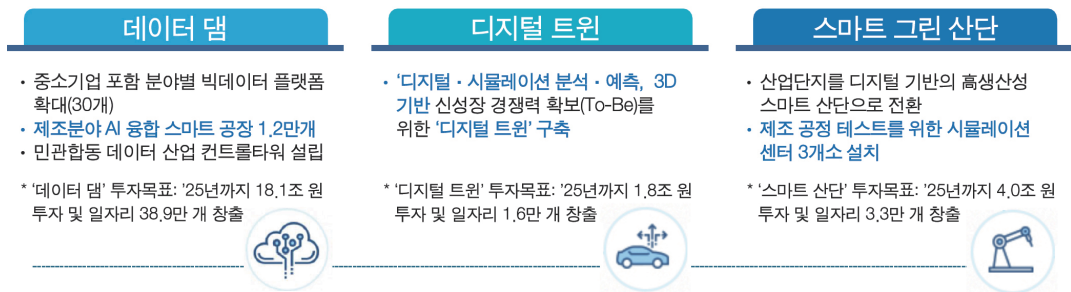
- ✓ 최근 스마트 공장, 스마트 국방, 스마트 시티 등에 대한 활용 증가, 디지털 모델 시뮬레이션 기반의 최적화, 예측 등을 위한 지능형 S/W 요구 증가, 클라우드, 산업용 IoT, 보안 등 디지털 트윈 기반 인프라 확대 등 디지털 트윈은 다양한 산업분야에 활용될 수 있어 지속적인 시장 확대가 예상되고 있다.

3

디지털트윈 정책 동향

- ✓ 주요국들은 제조업의 디지털 전환을 통한 제조혁신 강국 실현 및 국가 경쟁력 향상을 위해 '디지털 트윈'중심의 혁신 역량 확보를 위한 노력을 가속화하고 있다
- ✓ 미국은 '미국 첨단 제조업 리더십 확보 전략(2018.10)'을 통해 빅데이터 분석, 모델링 및 시뮬레이션 등 디지털 트윈 관련 지능형 제조 시스템을 포함한 5대 전략목표를 발표하였고, '미국 AI 이니셔티브(2019.2)'를 통한 대규모 가상물리시스템 융합 프로그램을 추진하였다. 또한, GE, AT&T, Cisco, IBM, Intel 등 기업 주도의 'Industry Internet Consortium(IIC)'을 통한 산업인터넷시스템 재정비 등 정부 및 민간 차원의 통합적 디지털 트윈 전략을 추진하는 등 제조업 분야의 디지털 전환을 위한 국가적 차원의 역량을 강화 중에 있다.
- ✓ 독일은 CPS 선도국으로서의 위치를 선점하고자 디지털전략 2025(Digital Strategy 2025)를 통한 CPS 기반의 스마트 팩토리 구축 및 프라운호퍼와 독일기업을 주축으로 한 제조업 부문의 디지털 트윈 구현을 위한 전략을 추진 중에 있다. 이의 일환으로 RAMI 4.0(Reference Architecture Model Industry 4.0)을 통해 디지털 트윈의 역할을 확대·제시하였으며, 2019년 10월, 프라운호퍼 협회와 지멘스, 보쉬 등 글로벌 제조기업을 주축으로 제조업 부문의 디지털 트윈을 구현하고 AI 데이터 인프라 플랫폼을 구축하기로 결정하였다.
- ✓ 영국은 국가의 공공 인프라를 디지털 트윈으로 재구축하는 정책을 적극적으로 추진 중이며, 정책에 디지털 트윈을 가장 먼저 명문화한 국가이다. 2017년 설립된 산학연 협력체인 CDBB(Centre for Digital Built Britain)에서 산업 간 개별 구축되고 있는 디지털 트윈을 연계하는 국가 디지털 트윈 프로그램(NDTP: National Digital Twin Programme)을 수립하고, '제미니 원칙(Gemini Principles)'을 마련하며 영국의 국가 디지털 트윈 개발의 방향성을 제시하였다. 디지털 트윈의 밀접기술인 XR을 미래 사업기술로 채택하고 디지털 혁신의 핵심기술로 지정하는 등 관련 산업의 성장을 위한 다양한 정책적 노력을 기울이고 있다.

- ✓ 중국은 디지털 트윈 도입에서 아직 초기 탐색과 실천단계에 있지만, 정부의 강력한 정책 추진 하에 제도적 지원과 투자가 이루어지고 있다. 2015년 ‘중국제조 2025’정책을 시작으로 스마트제조 산업이 빠르게 성장하고 있다. 공업정보화부가 2017년 발표한 ‘빅데이터 산업발전 13.5 계획’에서 디지털 트윈을 CPS의 데이터 융합을 위한 한 방법으로 인식하고, 4년 뒤 발표된 ‘스마트제조 14.5 발전계획’에서 디지털 트윈을 포함한 신기술의 혁신응용으로 선진국 수준의 경쟁력을 확보한다는 계획을 밝혔다.
- ✓ 일본은 장기간의 경기침체 속에서 신성장동력 확보를 위해 2010년대 중반부터 첨단 디지털 기술육성을 골자로 하는 정책을 발표해왔다. 일본의 디지털 트윈은 2017년 ‘Society 5.0’ 실현을 향한 전략적 중요과제에서 제조업의 데이터화 추진을 위한 과제로 명시되었다.
- ✓ 한국의 디지털 트윈은 2018년 ‘4차산업혁명위원회’가 8대 선도사업의 하나로 선정하였고, 2019년 ‘스마트제조 R&D로드맵’에서 스마트 제조산업의 미래성장 동력을 위한 기술로 디지털 트윈을 주목하고, 제조공정·장비의 고도화를 위한 디지털 트윈 기반의 스마트 생산장비 토털 솔루션이 진행되고 있다. 또한, 2020년 ‘한국판 뉴딜 종합계획’에서도 대한민국 대전환을 위한 핵심기술로 꼽으면서 크게 주목받고 있다.



| 그림 4. 한국판 뉴딜 종합계획 내 10대 대표과제 중 디지털 전환 3대 중점과제 |

(출처 : 한국판 뉴딜 종합계획, 관계부처 합동, 2020)

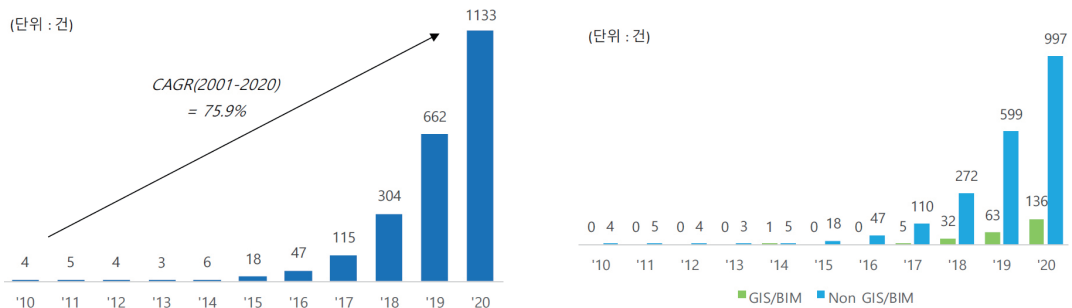
- ✓ 한국판 뉴딜의 10대 대표과제 및 한국판 뉴딜 2.0 ‘디지털 초혁신 프로젝트’과제에 포함된 디지털 트윈의 체계적인 발전 계획마련을 위해 2021년 관계부처 합동으로 디지털 트윈 활성화 전략을 발표하였다. 2022년 2월에는 산업통상자원부에서 디지털 혁신을 통한 ‘세계 5대 섬유패션 선도국’이란 비전으로 발표한 ‘섬유패션의 디지털 전환 전략’의 세부 정책과제로 ‘공정별 디지털 트윈 표준모델 개발 및 확산’내용을 포함하고 있다. 과학기술정보통신부에서는 2020년 5G, 디지털 트윈 등 신기술을 선도적으로 적용하여 5G 초기시장 창출을 지원하고 민간주도의 지능정보 서비스산업을 육성하기 위하여 ‘5G 기반 디지털 트윈 공공선도 사업’을 추진 중에 있다.

4

디지털트윈 기술 현황

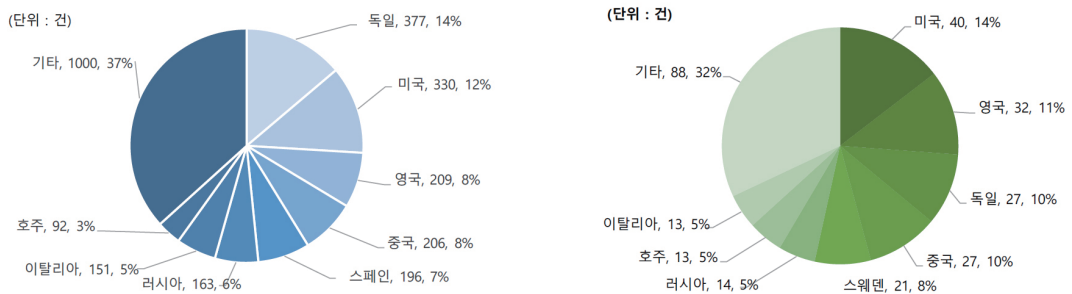
가. 디지털 트윈 관련 연구 동향

- ☑ 정보통신기획평가원(IITP)의 '주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점(2020)' 보고서에 따르면, 2010년부터 2020년 사이의 디지털 트윈 관련 논문은 2010년도 4건에서 연평균 75.9%씩 증가하여, 2020년에는 1,133건이 발표되었다고 한다. 특히, GIS(Geographic Information System) 또는 BIM(Building Information Modeling)기반의 디지털 트윈 분야의 논문은 2014년부터 논문이 발표되기 시작했으며, 2014년에는 전체 디지털 트윈 관련 논문에서 차지하는 비중이 4%였으나, 2020년에는 12%까지 증가하였다.
- ☑ 디지털 트윈관련 국가별 논문 발표 동향을 살펴보면, 독일은 전체 디지털 트윈 관련 논문의 14%를 차지하여, 가장 연구개발이 활발한 국가로 조사되었으며, 대한민국은 66건의 논문을 발표하여 12위 수준으로 조사되었다. GIS 또는 BIM 기반의 디지털 트윈 분야의 최다 논문 발표 국가는 미국이며, 대한민국은 13위(6건) 수준으로 조사되었다.



| 그림 5. 디지털트윈 분야 논문발표 전체 현황 및 분야별 논문발표 현황 |

(출처 : 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점, IITP, 2020)



| 그림 6. 디지털트윈 분야 국가별 논문발표 전체 현황 및 분야별(GIS/BIM) 논문발표 현황 |

(출처 : 주요국의 디지털 트윈 추진 동향과 시사점, IITP, 2020)

나. 디지털 트윈 특허 동향

- 2022년 2월까지 공개된 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO) 특허청의 공개특허공보 및 등록 특허공보를 대상으로 한 디지털트윈 기술 관련 특허동향 분석결과에 따르면 분석기간 초기부터 1997년까지 완만한 증가폭을 보이다가 1998년부터 급격한 증가세가 나타나고 있으며, 2002년부터 최근까지 출원이 지속적으로 증가하고 있다.
- 국가별로 집계된 특허출원수는 미국(USPTO)이 62%로 4,633건, 한국(KIPO)이 16%로 1,196건, 일본(JPO)이 12%로 884건, 유럽(EPO)이 10%로 723건이며, 상위 출원인으로는 미국의 경우, 제조업 기반 및 프로그램 제작사인 International Business Machines Corporation, Microsoft Corporation, General Electric Company 등이며, International Business Machines Corporation이 382건으로 가장 많은 출원 활동을 하고 있는 것으로 나타났다. 일본의 경우 미국과 마찬가지로 제조업 기반 업체인 HITACHI LTD, Fujitsu Limited, TOSHIBA가 상위 출원인으로 나타나고 있고, 한국은 국내 연구기관인 한국전자통신연구원이 가장 많은 특허를 출원하고 있는 것으로 분석되었다.

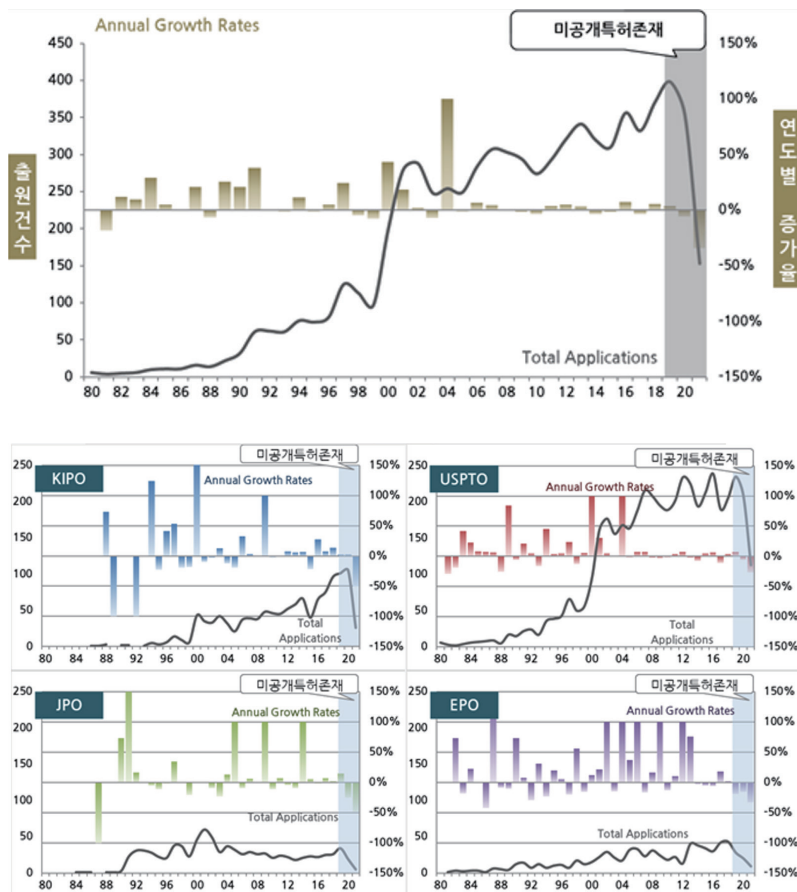


그림 7. 주요 출원국 연도별 출원건수 및 증가율

다. 주요 기업의 디지털 트윈 관련 기술동향

① 국내기업의 디지털 트윈 관련 기술동향

☑ 국내기업은 주로 대기업과 통신사를 중심으로 성장 중이나 주로 외산 플랫폼을 통해 디지털 트윈을 구축하고 있다.

- (KT) '19.12월 KT의 디지털 트윈인 AI 기가트윈 개발, 도시 인프라를 모니터링 하고 데이터를 통해 예측하는 서비스를 제공
- (포스코건설) 디지털 트윈 기반의 스마트 팩토리를 구현해 시공 통합 시스템 구축, 공정 최적화 및 안전강화를 위한 디지털 시뮬레이션을 구축
- (LG CNS) 도시 데이터를 수집, 분석하여 정보를 공유하는 데이터 중심의 스마트시티 플랫폼인 Cityhub와 스마트팩토리 플랫폼인 Factova 구축

☑ 국내 IT업체는 디지털 트윈 제작 및 운용에 필요한 기본적인 인프라를 보유 중에 있고 기술 수준도 상대적으로 높은 편이나, 특정 부분에 특화되어 있으며 주로 시범사업(Proof of Concept) 중심에 머물러 있다. 특히, 통합관리를 위한 전체 운용이나 제품의 수명주기 전체를 아우르는 통합솔루션은 미비한 실정이다.

② 해외기업의 디지털 트윈 관련 기술동향

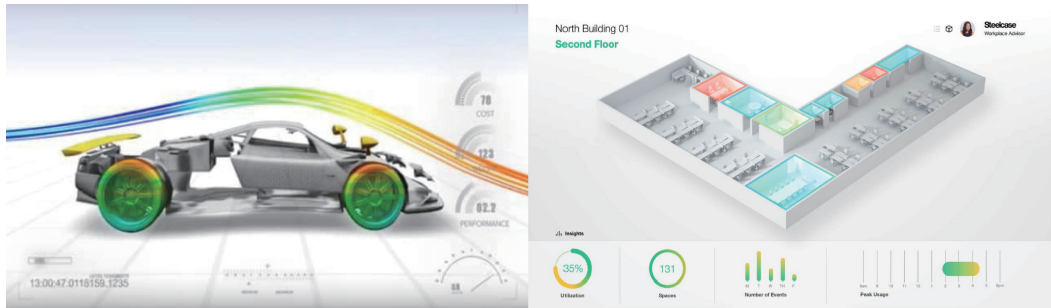
☑ GE 등 글로벌 선도기업의 경우 고도화된 디지털 트윈 기반을 구축하고, 세계 시장을 선점하고 있다.

- (GE) 2016년 GE는 기계에서 발생하는 대규모의 데이터를 분석 수집하고 사물인터넷으로 연결해 디지털 트윈을 구현해주는 통합 IoT 플랫폼 프레딕스(Predix)공개. GE는 제조·판매되는 모든 장비에 센서에서 수집한 데이터를 모아 분석하고, 디지털 트윈으로 구현하여 가상 모니터링·컨트롤 등의 서비스 제공
- (Siemens) 지멘스는 공장 자동화 IoT 플랫폼인 마인드스피어를 구축하여 공장 내 각 설비에 부착된 센서를 통해 데이터를 받아들이고 공장의 설비를 실시간으로 디지털 트윈과 연결하여 피드백 후 생산성 증가



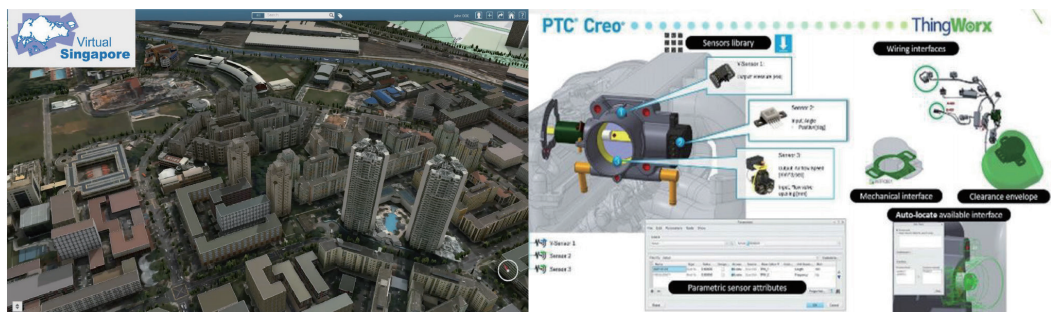
| 그림 8. GE의 디지털 트윈(좌), Siemens의 디지털 트윈(우) |

- (IBM) Watson IoT 플랫폼의 강력한 데이터 모델링 기능을 통해 장치(Device)와 자산(Asset) 트윈을 사용하여 데이터를 디지털 스레드의 근간을 구성할 수 있는 모델로 통합. 광범위한 현장 지식을 담은 플랫폼과 각 업체의 내부 시스템, 장비 등을 통합하여 각 업체에 맞춤형 솔루션 제공
- (ANSYS) 엔시스 19.1은 단일 워크플로 안에서 시뮬레이션 기반의 디지털 트윈을 구축해 검증, 배치할 수 있는 '엔시스 트윈 빌더(ANSYS Twin Builder)'를 탑재



| 그림 9. IBM의 디지털 트윈(좌), ANSYS의 디지털 트윈(우) |

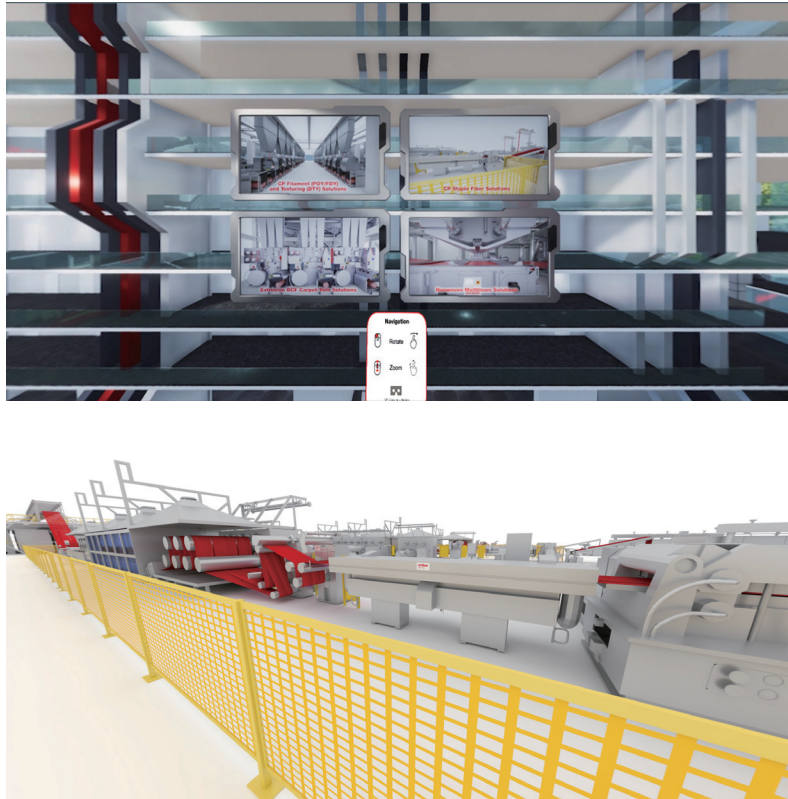
- (Dassault Systems) 다쏘시스템의 단일 플랫폼 기반의 '3D EXPERIENCE Twin'은 현실 세계에서 존재하거나 존재할 수 있는 제품, 시스템, 시설 또는 환경을 표현하며, 제품의 생애주기의 모든 단계에서 동적 3D 모델로 제품과 프로세스, 공장·설비 운영을 복제. 설계 및 생산/제조, 운영에 영향을 미치는 규제, 요구 사항 및 재료에서 고객의 경험에 이르기까지 모든 단계를 모델링, 시뮬레이션하고 테스트해 검증
- (PTC) 기업이 산업 혁신을 추진하는 데 필요한 기능, 유연성 및 확장성을 제공하는 산업용 IoT 플랫폼인 Thingworx에서 3D CAD 소프트웨어 크레오를 사용하여 디지털 트윈 구축을 통해 물리적 세계와 디지털 세계를 연결



| 그림 10. Dassault Systems의 디지털 트윈(좌), PTC의 디지털 트윈(우) |

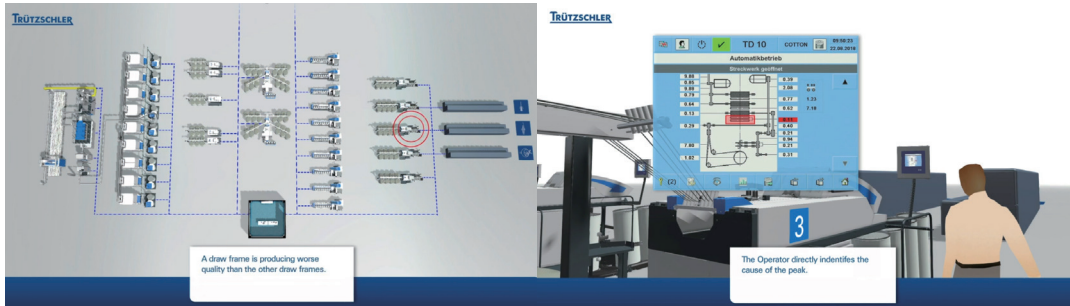
라. 국내외 석유산업에서의 디지털 트윈 구현 사례

- ☑ 석유산업에서 방사, 방적 설비를 제조하는 일부 회사를 제외하고 아직까지 디지털 트윈 수준까지 구현한 기업은 제한적이나, 주요 메이저 석유설비 기업을 중심으로 IoT 기반 디지털 솔루션을 제공하고 있다.
- ☑ 스위스에 본사를 둔 Oerlikon그룹은 화학석유 방사 시스템, 텍스처링 설비, BCF 시스템, 스테이플 섬유 제조 및 부직포 생산용 솔루션의 글로벌 선도 공급업체 중 하나이며, 37개국 179개 지역에 10,600명 이상의 직원이 근무하고 있다. 고생산성, 저에너지, 친환경, 고품질 실현을 위한 원사 제조 스마트 팩토리를 모토로 한 자동화 솔루션 및 Industry 4.0 옵션을 포함하는 하이테크 설비, 디지털 데이터 처리를 위한 고객 맞춤형 디지털 솔루션을 보유하고 있다. 전 세계적으로 300개가 넘는 디지털 플랜트 운영 솔루션을 성공적으로 설치하여 생산 체인 내의 모든 단계를 네트워크로 연결하는 스마트 팩토리를 실현하고 있다. 특히, 디지털 트윈 기반기술을 활용하여 고객에게 생산 제품에 대한 직관적인 시각화 정보를 제공하고 있다.



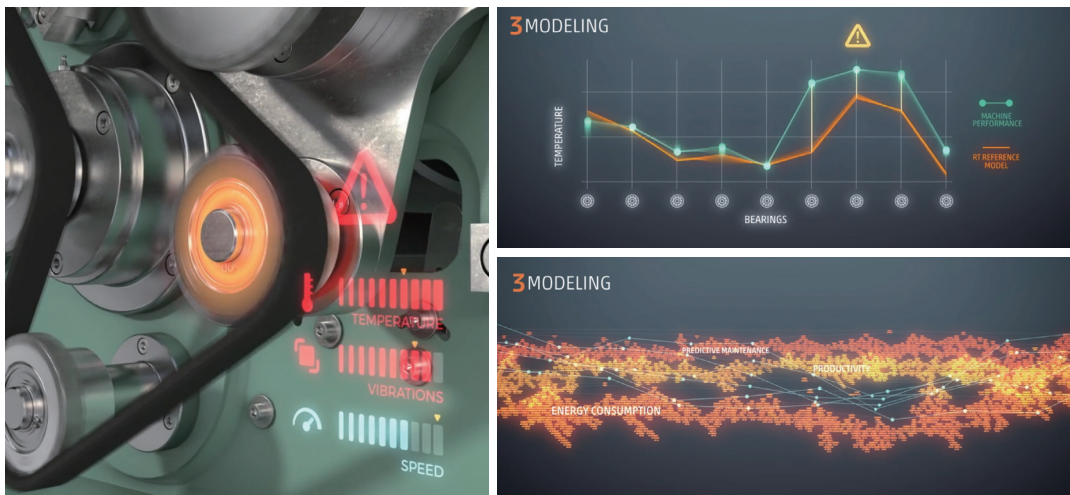
| 그림 11. Oerlikon의 디지털 트윈 적용 모델 |

- ☑ 1888년 설립된 독일의 Trützschler는 방적 준비, 부직포, 인조 섬유 및 카딩과 같은 섬유설비 분야의 사업 영역에서 선도적인 위치를 유지하고 있는 기업이며, 디지털 솔루션이 접목된 지능형 설비를 생산하여 디지털 트윈 기반 모니터링 시스템 및 스마트 앱과 연결하여 실질적인 고객 혜택을 위한 서비스를 제공하고 있다. 생산성, 장비 가동률, 에너지 사용현황, 장비 유지보수 기능 등을 탑재한 디지털 트윈 기반의 원격 생산관리 시스템을 통해 분석된 데이터를 스마트폰 앱(My Wires)을 통해 실시간 정보를 제공하여 스마트한 생산관리로 더 이상 전문가의 노하우가 필요 없는 생산 영역을 확장하고 있다.



| 그림 12. Trützschler의 디지털 트윈기반 원격 스마트 관리 시스템 |

- ☑ 이태리 MARZOLI는 방적설비를 생산하는 글로벌 공급기업으로, 생산성, 장비 효율성, 제품 품질 및 장비의 예측 유지보수를 위해 설비의 실시간 정보를 사용하여 방적 프로세스를 최적화하고 주요 KPI를 모니터링할 수 있는 디지털 솔루션을 제공하고 있다. 특히, MARZOLI의 Remote maintenance system은 설비에서 수집된 빅데이터와 미리 결정된 참조 모델을 지속적으로 비교하는 디지털 트윈 기반 경고 알림 시스템을 통해 예측 유지보수를 구현할 수 있으며, 전 세계로 공급된 자사제품의 유지보수 서비스를 제공하고 있고, 이를 통해 유지보수 비용과 가동 중지 시간을 최대 20~30% 줄일 수 있다고 한다.

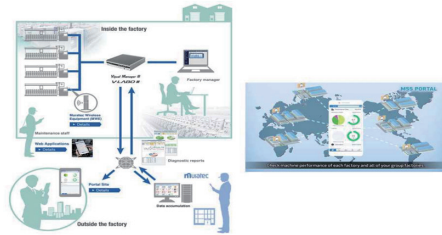


| 그림 13. MARZOLI의 디지털 트윈기반 원격 유지보수 시스템 |

☑ 디지털 트윈의 기반기술인 실시간 데이터 기반의 IoT 디지털 솔루션들은 주요 섬유기계 및 IT 솔루션 메이커들을 중심으로 제공되고 있다. 그 실례로, 스위스 SAVIO사의 Winder 4.0(방직), 스위스 SAURER사의 Senses(방직), 독일 SedoTreepoint사의 Smart Factory S/W(염색), 일본 MURATA사의 Muratec Smart Support(방직), 일본 TMT사의 TCS-2(Tension monitoring system(방사), 일본 Shima seiki사의 Shima KnitPLM(황편), 일본 Brother사의 NEXIO SYSTEM(봉제), 대만 Advantech사의 Intelligent dyeing factory solution(염색) 등이 있다.



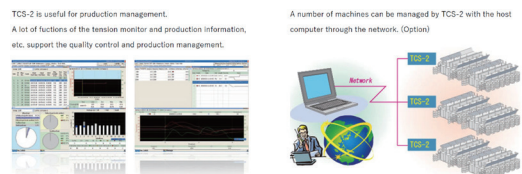
SAVIO사의 Winder 4.0



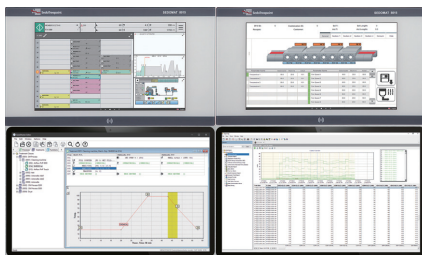
MURATA사의 Muratec Smart Support



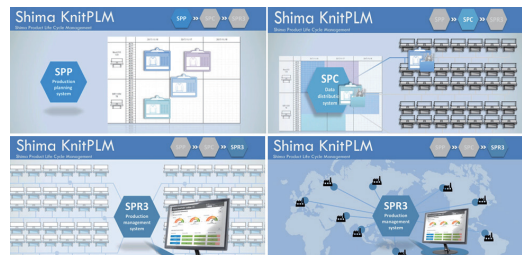
SAURER사의 Senses



TMT사의 TCS-2



SedoTreepoint사의 Smart Factory S/W



Shima seiki사의 Shima KnitPLM



Brother사의 NEXIO SYSTEM



Advantech사의 Intelligent dyeing factory solution

| 그림 14. 국외 실시간 데이터 기반의 IoT 디지털 솔루션기술 현황 |

- ☑ 국내의 경우 디지털 트윈 구현 기업은 대기업, 통신사 또는 모델링 시뮬레이션 전문기업을 중심으로 성장하고 있고, 수요기업은 인력과 비용투자 문제로 일부 대기업 중심으로 도입을 시도하고 있다. 국내에서도 사물인터넷, 빅데이터, 인공지능(머신러닝) 등 디지털 트윈의 요소기술 관련 프레임워크 또는 플랫폼 연구개발이 활발하게 진행 중에 있고, CAD/CAE 및 시뮬레이션 기술, 솔루션 분야에 상당한 역량을 보유하고 있으나 핵심기술 부분은 여전히 외국 글로벌 기업의 기술에 많이 의존하고 있는 상황이다. 특히, 디지털 트윈과 연계한 최적화, 수명예측, 예지 정비 등을 위한 응용 소프트웨어 분야와 제품의 수명주기 전체를 아우르는 디지털 트윈 통합 솔루션에 대한 역량이 미흡한 실정이다.
- ☑ 국내의 경우 섬유산업에서의 디지털 트윈 기술 적용은 아직은 걸음마 수준이며, 주로 정부주도의 R&D 지원을 통한 실증사업 위주로 산업 적용이 시도되고 있으나, 아직까지 상업적으로 실증된 사례는 제한적인 상황이다. 정부 주도 R&D 사업으로 수행된 섬유산업에서의 디지털 트윈 적용 사례는 다음과 같다.
- ☑ 데이터 시각화 UI/UX R&D 전문기업인 W社에서 정부지원으로 시화공단 6개의 섬유공장을 대상으로 ‘디지털 트윈 기반 시화공단 에너지효율화 모니터링’시스템을 구축하여, 6개의 섬유공장 내 전력 및 스팀트랩 데이터 수집을 통해 전력 에너지의 실시간 사용량 및 소모량, 잔여량 등을 모니터링하고 AI 알고리즘을 통해 전력소모 요인을 찾아 효율적인 전력 에너지 관리방안을 제시하였으며, Unity, React.js, WebGL 등의 기술이 적용되었다.

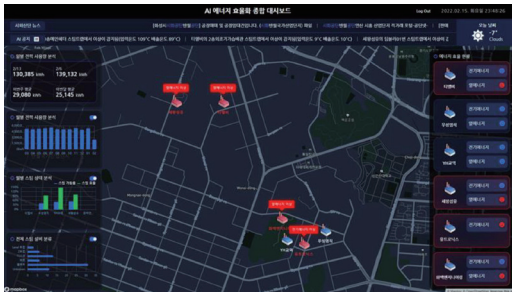


그림 15. W社의 디지털 트윈기반 시화공단 에너지효율화 모니터링 시스템

- ☑ 빅데이터 기반 디지털 트윈 전문기업인 I社는 정부지원으로 대구 2개 섬유공장(대한방직, 삼일방직)에 디지털 트윈 기반의 섬유 제조 산업 융합 플랫폼 구축사업을 수행하였다.

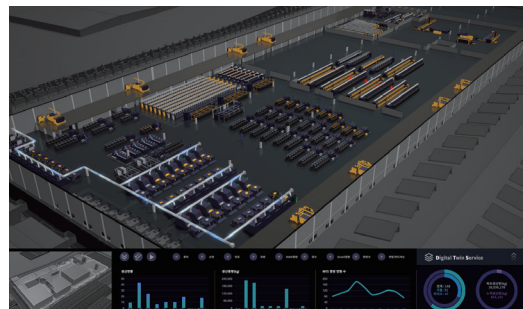
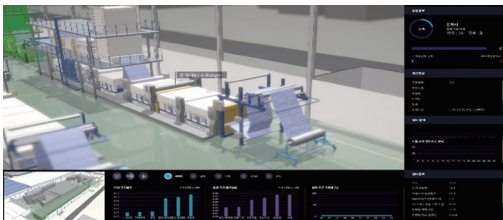


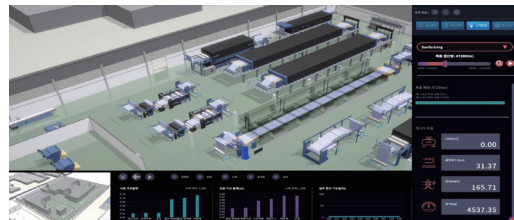
그림 16. I社의 대한방직 디지털 트윈(좌), 삼일방직 디지털 트윈(우)

☑️ 상기 디지털 트윈 기반의 섬유제조 융합 플랫폼에서의 주요 서비스 내역은 설비 실시간 모니터링, 공정 및 에너지 효율 관리, 공간정보 기반 설비보전 효율 향상, 유해물질 확산 예방, 화재예방 및 확산방지, 생산설비 온습도 관리 등이다.

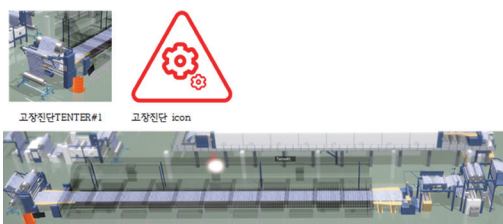
- 장비 실시간 모니터링 : 생산장비의 구동 상태와 생산 제품 상태를 실시간 확인
- 공정 및 에너지 효율 관리 : 디지털 트윈상의 설비현황 모니터링을 통해 고장을 사전에 파악하여 제조에 낭비되는 원재료, 에너지 비용 절감
- 공간정보 기반 설비보전 효율 향상 : 설비보전을 위한 공정 설비 상태 및 고장진단
- 유해물질 확산 예방 : 유출된 유해물질의 물리적 정보와 유출되고 있는 경로를 디지털 트윈 공간상에 표시하여 현장 작업자에게 사고지점을 시각화하고 신속한 대응
- 화재예방 및 확산방지 : 정확한 화재발생 위치와 진행경로를 확인 할 수 있어 더 큰 화재로의 확산을 방지하고 모니터링을 통한 화재 대피
- 생산설비 온습도 관리 : 생산 품종의 최적화된 공정별 권장 온습도 적용. 생산 설비별 온습도 측정을 통한 품질관리 모니터링 제공. 공장 내 구역별로 대기환경 이미지를 직관적으로 확인



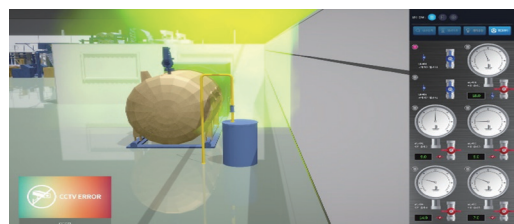
장비 실시간 상태 파악



공정 및 에너지 효율 관리



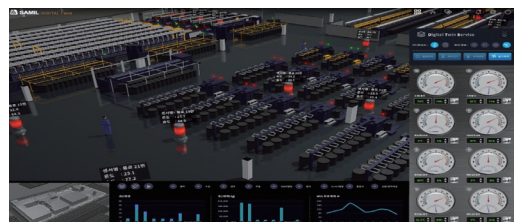
공간정보 기반 설비보전 효율 향상



유해물질 확산 예방



화재예방 및 확산방지



생산설비 온습도 관리

| 그림 17. 디지털 트윈 기반의 섬유제조 플랫폼의 주요 서비스 내역 |

✔ 디지털 트윈의 장점 중 하나는 직관적인 시각적 모니터링이 가능하며, 수요가 증가하고 있는 가상 엔지니어링 시장에서 AR, VR, XR로의 확장성을 갖는다는 것이다. VE(Virtual Engineering)기술은 가상현실과 실시간 시뮬레이션 기술이 융합되고, 제조공정 데이터와 연계되어 현실 장비와 동일한 엔지니어링이 가능한 기술이다. 이러한 가상현실기술은 특히, 제조 산업분야에서 실 제품의 제작 없이 제품생산 공정 전 분야의 시뮬레이션을 통해 제품출시 기간의 단축과 이에 수반하는 개발 비용의 획기적 절감에 기여할 수 있고, 작업 환경이 위험하거나 기술교육 여건이 용이하지 않은 상황에서 현실 못지않은 실감나는 환경을 제공함으로써 저위험, 저비용, 고효율의 산업 생산 신규인력 훈련에도 활용되고 있다.



설비 3차원 모델링



디지털트윈 기반 VR 시스템

| 그림 18. 실험실용 무인자동염색기의 디지털 트윈 기반 VR 콘텐츠 |

5

결론 및 시사점

- ✔ 글로벌 선도기업의 사례를 통한 시사점은 국가 제조산업 경쟁력 향상을 위해 산학연관이 유기적인 협력관계가 이루어져 디지털 트윈 분야 선도를 위한 전략 및 구체적인 방안들을 수립 및 실행하고 있다는 것이다. 우리나라도 ICT 전문기업, 현장 수요기업, 요소기술 개발 연구기관, 기술인력 양성을 위한 대학 등 유관기관들이 연계하여 디지털 트윈 요소기술, 공정 프로세스 표준화 모델 및 실증을 통한 기술 고도화가 시급한 상황이다.
- ✔ 섬유산업은 타 산업에 비해 다품종 소량 생산으로 인한 생산 복잡도가 높기 때문에 작업자 위주의 생산 구조이다. 생산 프로세스에 대한 노하우가 관리자 및 작업자 의존적이기 때문에 이직 및 실직 시 기술 유실 및 일정한 품질유지가 어렵다. 이러한 상황을 극복하고 산업활력을 제고할 수 있는 방안은 디지털 전환을 통한 데이터 중심의 업종 맞춤형 제조 지능화이다. 섬유 업종별로 표준화된 데이터 수집 방법, 센서, 데이터를 모아둘 빅데이터 인프라 프레임워크, 데이터 분석 및 제어 알고리즘(AI) 등의 데이터 기반 지능형 생산 기반기술 확보가 필요하다.
- ✔ 기존 섬유산업 현장 생산관리 시스템(ERP, MES 등)들은 현장의 이벤트 관리 측면에서 생산 작업의 자율성 및 실시간 감독 능력이 부족하고, 위치기반의 3차원 공간 및 환경 데이터, 고급 시뮬레이션 등의 표현에 한계가 있다. 또한, 기존의 현장 생산관리 시스템으로는 해외 생산기지 및 스트림간 원격협업 시스템으로서의 역할엔 한계가 있다. 데이터 통찰력 및 작업자-설비 간 인터페이스 증진에 필요한 현존 기술 중 가장 우위 기술인 디지털트윈 기술을 활용하여 생산관리의 고도화 및 표준화된 원격협업 기반 기술 확보가 필요하다.
- ✔ 향후 5~10년 동안 디지털 트윈 관련 시장은 실패와 성공사례가 혼재될 것으로 예상되고 있다. 선도기업을 중심으로 투자가 계속되고 수익창출에 성공한 소수기업들이 지속적으로 등장 할 것으로 보인다. 실패사례에 흔들리지 말고 시장구조에 대한 이해를 바탕으로 성공한 선도기업을 중심으로 한 고도화 및 보급 확산 전략이 필요한 시점이다.

출처 및 참고 자료

1. “과학기술 & ICT 정책-기술동향”, No. 160, 한국과학기술기획평가원, 정보통신기획평가원, 2020
2. “국가투자전략을 위한 디지털 트윈 정책 동향, 원용숙, 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, 425-426, 2021
3. “국내 제조업의 시뮬레이션 기반 디지털 트윈 기술 수요 분석. 고미현 외 1, 대한산업공학회 춘계공동학술대회 논문집, 6009-6032, 2021
4. “디지털 트윈 활성화 전략” 관계부처 합동, 2021
5. “디지털 트윈 보고서”, 최지석, 한국기업데이터㈜, 2021
6. “디지털 트윈 기술보고서”, ETRI 지능화융합연구소, 2021
7. “유망시장 Issue Report, 디지털 트윈” 연구개발특구진흥재단, 2021
8. <https://www.fortunebusinessinsights.com/digital-twin-market-106246>
9. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/digital-twin-market>
10. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/digital-twin-market>
11. <https://www.infoholicresearch.com/report/digital-twin-market-global-trends-and-forecasts-to-2023/>