

# 디지털트윈을 활용한 국방분야 발전방향 연구

최우석, 김형근, 이정호, 김민우, 이민희, 류지선, 송아현  
국방기술품질원  
ropy1212@dtqaq.re.kr

## A Study on the Development Direction of the Defense Area Using Digital Twin

Woo-Suk Choi, Hyeung-Geun Kim, Jeong-Ho Lee, Min-Woo Kim, Min-Hee Lee, Ji-Seon  
Yu, A-Hyun Seung  
Dept. of Defense Technology Planning, Defense Agency for Technology and Quality

### 요약

4차 산업혁명의 신기술로 대표되는 디지털 트윈은 기술적 성숙도가 높아짐에 따라 그 활용가능성이 더욱 커지고 있다. 이에 민간분야 뿐만 아니라 국방분야에서도 급변하는 미래진장에서의 우위를 차지하기 위하여 디지털 트윈을 활용한 적극적인 연구개발 및 도입이 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 디지털 트윈의 성숙모델 단계, 핵심요소 기술 및 민간/국방분야에서의 적용사례를 자세히 살펴보았다. 또한 이를 바탕으로 하여 국방분야에서의 디지털 트윈을 활용한 발전방향을 제시함으로써, 향후 정책방향을 결정하는데 크게 기여하고자 한다.

### 1. 서론

4차 산업혁명은 2016년 다보스에서 열린 세계경제포럼에서 클라우드 슈밋회장이 언급함으로써 전 세계인의 관심사가 되었다. 제임스 와트가 발명한 증기기관에 의해 촉발된 제1차 산업혁명에 이어 2차 산업혁명은 전기의 발명으로 대량생산이 가능하게 되었다. 3차 산업혁명은 컴퓨터와 인터넷의 발달로 지식정보화 사회로 전환된 것이라면, 4차 산업혁명은 정보통신기술의 융합으로 이루어지는 차세대 산업혁명으로 초연결, 초지능 및 초융합으로 대표되어 진다.

4차 산업혁명을 대표하는 기술인 사물인터넷, 인공지능, 자율자동차, 빅데이터, 블록체인 및 디지털 트윈 등은 급격한 기술개발로 인하여 산업 전반에 적용되고 있으며, 그중 으뜸은 다양한 기술이 융합되어진 디지털 트윈이라고 할 수 있다. 디지털 트윈은 디지털 환경에서 현실을 똑같이 재현하고 이를 바탕으로 현실을 제어, 예측하는 기술을 의미한다. 구체적으로 현실 세계의 물리적 자산에 대한 실제 데이터가 디지털 가상 세계로 전달되면 가상세계에서 이를 활용한 예측, 시뮬레이션 등의 분석이 이루어지고 그 결과로 도출된 정보를 이용하여 현실의 물리적 자산을 제어하는 일련의 과정을 표현하는 개념이다.

4차 산업혁명 시대에 발맞추어 국방분야에서도 국방혁신

4.0을 통한 첨단과학기술 강군육성을 위해 AI기반의 유무인 복합전투체계로 단계별 전환 및 국방 AI디지털 전환 추진 등을 통해 미래 전장에 대비한 지능화, 고도화된 전력체계를 준비하고 있다.

본 연구에서는 디지털 트윈을 활용한 국방 품질 신뢰성을 향상하고 글로벌 경쟁력을 강화할 수 있는 방안을 제시하였다. 이에 앞서 디지털 트윈에 대한 기본개념 및 민간/국방분야의 적용사례를 살펴보았으며, 이를 바탕으로 발전방향을 제시하였다.

### 2. 본문

#### 2.1 성숙도 모델 단계

디지털 트윈의 기술 진화는 크게 3단계로 구분된다. 1단계는 현실 객체의 기본적 속성을 반영한 디지털 객체의 등장이며, 2단계는 실세계와 연결된 모니터링 및 제어이고 3단계는 AI 등을 적용한 고급 분석과 시뮬레이션 수행이다. 현재 3단계의 디지털 트윈 스마트 제조 시스템 구축을 위해 주요국들의 기술선점 경쟁이 치열하게 진행되고 있으며, Gartner 및 Markets and Markets 등 주요 글로벌 시장조사기관들은 디지털 트윈 기술을 향후 최대 전략기술 트렌드 중 하나로 강조하고 있다.

## 2.2 핵심요소 기술

일반적으로 디지털 트윈에 있어서의 주요 요소 기술은 D.N.A + XR로 설명된다. Data, Network, AI에 XR(eXtended Reality)이 더해진 것으로, 정부는 21년 “디지털 트윈 활성화 전략”에서 해당 요소기술별 정책을 추진하고 디지털 트윈 요소기술의 기업성장 및 융합서비스 확산을 추진해오고 있다.

빅데이터란 말 그대로 큰 데이터를 의미하는데, 단순히 용량만 방대한 것이 아니라 복잡성도 증가해서, 기존의 데이터 처리 툴로 다루기 어려운 데이터 셋을 지칭하기도 한다. 단계별로 수집된 빅데이터는 정제 및 분석과정을 거친 후 실시간 공정현황으로 시각화된다. 또한, 실물과 연동된 디지털 트윈 모델에 대해 각각 분석데이터를 생성하고 이에 따라 개별제품의 상황을 파악할 수 있다. 나아가 디지털 트윈의 시물레이션 기술과 결합하면 분석데이터로부터 가상의 시물레이션 결과를 도출하여 최적의 운영방안을 선택할 수 있다.

사물인터넷이란 사물인터넷 기술과 기계, 컴퓨터, 인간이 기업 성과 개선을 목적으로 최첨단 데이터 분석방법을 이용하여 지능적으로 산업을 운영하기 위한 IoT 플랫폼으로 정의한다. 특히 제조 공정에서는 물리적 사물과 디지털 모델간의 연결은 사물인터넷 기술을 기반으로 이루어진다.

디지털 트윈에서 사용되는 시물레이션 기술은 실 시스템의 성질을 나타내는 디지털 모델을 구현하고, 이 모델을 사용하여 시스템 운영을 위한 다양한 전략을 평가하기 위해 실험을 수행하는 프로세스이다.

디지털 트윈 기술에서는 인공지능 기술을 활용해 실시간으로 결합이 있는 항목을 감지하고 이에 대한 조치를 취할 수 있다. 제조 산업 기반 디지털 트윈에서는 인공지능은 크게 컴퓨터 비전 및 패턴인식 기술로 사용되어진다. 컴퓨터 비전은 기계에 시각적 인지능력을 부여하는 기술이며, 패턴인식 기술은 제품 사용패턴에 기반하여 최적의 제품수명 모델이나 성능모델을 생성할수 있는 기술이다.

## 2.3 민간분야 적용사례

유럽에서 가장 큰 엔지니어링 회사인 지멘스는 현장과 98~99% 일치하는 기술을 가졌다고 밝혔다.

2016년 GE(General Electric)는 기계에서 발생하는 대규모 데이터를 분석, 수집하고 사물인터넷으로 연결해 디지털 트윈을 구현해주는 플랫폼인 Predix를 공개하였다.

싱가포르는 2014년 12월에서 시작하여 2018년까지 약 7,300만 달러를 투입하여 버추얼 싱가포르(Virtual Singapore) 프로젝트를 수행하였다. 이 프로젝트는 도시의 모든 구조물과 대응되는 디지털 트윈을 구현하고, 전기 및 교통 인프라와 기상정보, 인구통계, 시설물 및 건물 내부까지의 데이터를 수치화하여 시물레이션을 수행할 수 있도록 하여 도시계획, 교통,

환경 등 다양한 분야의 테스트베드로 활용할 수 있도록 하였다.

영국에서 수행한 VU.CITY는 런던, 맨체스터, 버밍엄 등 영국의 주요 도시들뿐만 아니라 전 세계 주요 도시들에 대하여 가상의 도시모델, 즉 디지털 트윈을 구현하여 도시를 효율적으로 운영하고, 다양한 데이터를 기반으로 시민들에게 유용한 서비스를 제공할 수 있도록 한 프로젝트이다.

우리나라의 경우 전라북도는 새만금개발청, 군산사, 한국에너지기술평가원과 함께 ‘재생에너지 디지털 트윈 실증연구 기반 구축사업’을 추진한다. 수상태양광 발전설비, 재생에너지 저장 설비, 전력변환설비 및 전력망 등을 구축하여 그린수소 기반시설을 갖춘 디지털 트윈 시티를 건립할 예정이다.

중소벤처기업부는 인공지능, 빅데이터, 디지털 트윈이 적용된 최고 수준의 지능형공장 구축을 지원하는 케이-스마트 등 대공장 지원사업을 운영하고 있다. 22년에 4개사를 추가 선정하여 총 15개사가 선정 완료되었다.

## 2.4 국방분야 적용사례(국내)

대한민국 육군에서는 인공지능, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 확장현실 및 디지털 트윈 등의 4차 산업혁명 핵심기술을 활용해 미래의 다양한 불특정 위협에 더 신속하고 효율적으로 대응하기 위한 유무인 복합전투체계인 아미타이거 4.0을 추진하고 있다. 아미타이거 추진 과제 중 교육 및 훈련체계 개발과제에서 주로 디지털 트윈 기술을 적용하고 있다. 미래형 통합전투훈련플랫폼은 전투원으로 하여금 실제 작전환경에서 훈련하는 것과 유사한 훈련환경 및 절차를 제공하고, 실 기동훈련과 병행할 수 있게 함으로써 전투훈련에 대한 시너지를 창출하는 것이 목적으로, 확장현실 기반 지휘통제체계/전투차량체계/전투기술훈련체계/초실감 가상전장체계로 구성되어 진다[1].

해군에서는 디지털 트윈을 적용한 발전적이고 획기적인 무기체계 개발을 연구하였다. 가상환경에서 개략적인 성능을 보유한 디지털 모델을 제작하고, M&S체계를 구축하고, 개발된 제작된 시제품에 센서를 부착하여 현실 객체와 가상 객체의 모사 및 실시간 동기화가 가능한 디지털 트윈을 구축한다. 이렇게 구축된 디지털 트윈을 시험평가에 활용하고, 반드시 해상에서 테스트 해야하는 항목만 선정하여 시험평가를 실시함으로써 함정의 전력화 지연을 방지할수 있다[2].

공군에서 개발중인 한국형 차세대 전투기 KF-21도 설계 엔지니어링 제조과정에 디지털 트윈 플랫폼을 활용하였으며, 향후에는 디지털 트윈 기반 가상비행 성능검증 등 시험평가간 운용과 같은 현실에서 테스트하는 것이 어렵거나 위험한 분야에 대하여 디지털 트윈을 적용할 것으로 예상된다.

## 2.5 국방분야 적용사례(국외)

2020년 위치타 주립 대학의 분해 프로젝트팀은 블랙 호크 모든 부품에 대한 3D프린팅이 가능한 부품 카탈로그인 블랙 호크 디지털 트윈 구축을 통해 예비부품 중 일부를 역설계하고 3D프린팅 할 수 있게 함으로써, 미 육군의 부품 공급문제를 해결하기 위해 디지털 트윈 기술을 활용하였다.

미 육군은 UH-60 블랙호크를 분해하여 약 20,000개로 구성된 개별부품에 대한 3D 스탬사업을 추진하여 VR훈련으로 확장하였다. 또한 미 공군은 새로운 훈련기인 Boeing-Saab ET-7 제트 훈련기에 디지털 트윈 기술을 사용하여 엔진을 설계하고 시험함으로써 프로토타입 제작에 드는 시간과 비용 없이 초기 시험을 수행하는데 성공하였다.

F-35 전투기를 생산하는 미 Lockheed martin사는 공장에서 생산 공정을 통제하기 위해 공장 전체를 디지털 트윈으로 구축하였으며 이를 통해 실제 공장의 생산계획, 제작 수행, 물품의 이동 과정 등의 활동을 실시간으로 관리하고 측정함으로써 생산 지연요소들을 사전에 예측하고 방지하여 납품지연 등의 막대한 위험을 예방하고 있다.

## 2.6 발전방향

앞서 살펴본바와 같이 디지털 트윈 기술은 국방분야에서 매우 중요한 역할을 수행할 것으로 예상된다. 디지털 트윈을 활용한 군사적 발전방향은 다음과 같다.

디지털 트윈 기술을 인공지능기술과 결합하여 군사 작전에서의 의사결정을 자동화할 수 있으며, 진장 상황을 분석하고 자동으로 효율적인 전략을 제안하는 시스템구축이 가능하다.

디지털 트윈 기술을 활용하여 전장에서의 협업을 확장시킬 수 있다. 복수의 작전본부가 디지털 트윈을 공유하여 실시간으로 정보를 공유하고 전략을 수립할 수 있는 장점이 있다.

가상 현실 기술과 디지털 트윈 기술을 결합하여 전투 시뮬레이션을 보다 현실적으로 체험할 수 있다. 예를 들어, 디지털 트윈으로 전투 지형을 모사하고 가상 현실 기술로 군인들이 실제 전장에서의 상황을 체험할 수 있도록 하는 것이 가능할 것이다.

디지털트윈을 활용하여 첨단무기를 개발하고 테스트하는 것이 가능하다. 무기 시스템의 디지털트윈을 만들고, 가상의 시나리오로 시뮬레이션을 수행하면서 개발 및 테스트를 진행할 수 있으며, 이를 통해 무기 시스템의 성능 및 신뢰성을 높일 수 있다.

군사적으로 사용되는 장비나 시스템들은 수시로 수리와 유지보수가 필요하다. 이를 위해 디지털 트윈 기술을 활용하여 장비나 시스템을 가상으로 모사하고 문제가 생길 경우 가상으로 해결해볼 수 있을 것으로 예상된다.

## 3. 결론

인공지능, 사물인터넷, 빅데이터 등 첨단 정보통신기술의 발달로 촉발된 4차 산업혁명은 경제 사회전반에 걸쳐 혁신적인 변화를 이끌어내고 있다. 민간분야에서는 제조업 혁신을 통해 경쟁력을 강화하기 위하여 4차 산업혁명 신기술의 적용은 선택이 아닌 필수사항이 되고 있다. 뿐만 아니라 국방분야에서도 전쟁에서의 승패를 좌우할 핵심요소는 4차 산업혁명의 신기술을 얼마나 빨리 적용하는냐에 따라 달려있다.

본 연구에서는 4차 산업혁명 신기술을 대표하는 디지털 트윈의 정의, 기술적요소 및 민간/국방분야에서의 적용사례들을 자세히 살펴보았으며, 이에 따른 향후 발전방향을 제시하였다. 디지털 트윈을 활용한 군사작전에서의 의사결정 자동화, 협업 확장, 전투 시뮬레이션 적용, 첨단무기개발 및 무기체계의 유지보수 등 다양한 활용가능성을 제시하였으며, 향후 기술적 진보에 따라 더욱 활용성이 높아질 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] 신규용, 최형진, 박상준, “디지털 트윈 및 확장현실 기반 미래형 통합전투훈련플랫폼 구축 방안 연구”, 한국디지털콘텐츠학회, 제 22권 4호, pp. 727-735, 2021년.
- [2] 이주필, 함승호, “해군 무기체계 진력발전업무 단계별 디지털 트윈 적용 방안 연구”, 한국방위산업학회, 제 29권 1호, pp. 11-24, 2022년.