

디지털 연합트윈 기반 복합재난관리시스템 설계

김한진, 김영진, 김원태
한국기술교육대학교

gks359@koreatech.ac.kr, you359@koreatech.ac.kr, wtkim@koreatech.ac.kr

Digital Twin Association-based Complex Disaster Management System Design

Hanjin Kim, Young-jin Kim, Won-Tae Kim
Korea University of Technology and Education

요 약

도시화, 기후변화, 인구밀도 증가 등 사회적/환경적 변화로 인해 대형복합재난의 발생이 빈번해지고 있는 상황에서 재난대응체계를 구축하고 효율적으로 운용하는 것은 나날이 어려워지고 있다. 재난대응시스템에 다양한 ICT 기술이 적용되며 지능화되고 있으나, 독립적인 재난대응시스템의 운용은 복합재난 발생 시 효과적인 대응이 불가능하다. 본 논문에서 제안하는 복합재난관리시스템은 재난 관련 다양한 디지털 트윈들을 내부적으로 연결하고 연합 운용함으로써 복합재난의 모니터링 판단 예측을 수행하고 그 결과에 따라 적합한 대응전략을 수립함으로써 통합재난관리서비스를 지원할 수 있다. 디지털 연합트윈 기반의 복합재난대응시스템은 대형복합재난의 발생이 빈번해지고 있는 상황에서 통합재난컨트롤 타워의 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

I. 서 론

경제 발전 및 산업화가 빠르게 진행되면서 한국은 물론 전 세계 도심지역은 대도시화되고 있다. 도시 내 인구가 과도하게 밀집되고 기반시설이 복잡해짐에 따라 지진, 화재, 태풍 등 재난 발생 시 피해 규모가 나날이 늘어나는 추세다[1]. 자연재해와 인적재해를 포괄하는 ‘재난’은 매우 다양한 유형으로 나누어지며 그들의 발생 원인과 관리/대응 방식 또한 서로 다르다[2]. 기후변화를 필두로 재난이 일상화되고 그 양상이 급격한 차이를 보이며 발생함에 따라 대도시에서 재난 관리시스템을 구축하는 것은 더욱 어려워질 것으로 예상된다.

재난현장에서 재난대응/관리가 저해되는 원인은 다양하며 대부분 동시다발적인 피해 발생, 재난지역의 분산, 정보전달의 어려움, 대응전략 수립을 위한 복수의 전문성이 요구 등을 들고 있다[3]. 현재 대부분 재난관리시스템은 다양한 ICT 기술(사물인터넷, 인공지능, 로봇, 드론 등)이 적용되며 지능화되고 있으나, 아직 단일재난관리체계로 언급한 피해 원인을 해소하지 못해 효율적으로 운용되고 있다는 보고 어렵다. 대도시화로 인해 재난이 더욱 복잡적인 형태로 발생하고 있는 상황에서 재난 유형에 따라 담당 기관들이 재난관리시스템을 사일로하게 운용하는 것은 제대로 된 재난안전컨트롤타워 역할을 할 수 없음을 의미한다.

본 논문에서는 실세계의 물리 트윈에 대한 데이터를 수집·가공·처리하여 물리 트윈의 상태를 모니터링·판단·예측·최적화하는 디지털 시스템인 디지털 트윈[4]과 그들

을 연결, 융합시킬 수 있는 디지털 연합트윈을 기반으로 대도시에서 발생할 수 있는 복합재난을 통합 대응/관리할 수 있는 복합재난관리시스템을 제안한다. 본문에서 복합재난관리시스템의 설계도를 바탕으로 제안하는 시스템의 설계철학과 구조를 설명하고 결론에서 복합재난관리시스템의 효과를 서술함으로써 본 논문을 끝맺는다.

II. 본론

본 논문에서 제안하는 복합재난관리시스템의 구조는 그림 1 과 같다. 본 시스템에서 도시 내 기반시설, 구조로봇/드론, 구조대상자, 구조대원 등은 디지털 트윈으로서 시스템과 연결된다. 지진, 화재, 태풍 등의 모델(예, 시뮬레이션 모델) 또한 재난 디지털 트윈으로서 시스템과 연결되며, Twin Shell을 통해 연동될 수 있는 형태로 변환되어 연결된다. 디지털 트윈들로부터 생성된 데이터들은 Pub/Sub 기반 통신 미들웨어 데이터 버스를 통해 시스템 내 구성요소들 간 전달되며 재난 유형별로 상이한 모델, 재난대상, 관리주체가 서로 간에 데이터를 쉽게 공유할 수 있다. 디지털 연합트윈은 복합재난예측 및 대응전략을 수립하기 위해 각각의 디지털 트윈으로부터 수집된 정보 및 기능들을 활용하여 시뮬레이션과 분석을 수행한다. 이때 사용되는 다양한 시뮬레이션 엔진(휴먼 행위 분석 시뮬레이터, 화재 시뮬레이터, 유체역학 시뮬레이터 등) 및 인공지능 엔진(Tensorflow, Pytorch 등) 역시 Pub/Sub 미들웨어로부터 시스템과 연동된다. 디지털 연합트윈과 디지털 트윈의 소프트웨어 구조[5]는 동일하며, 개별 재난 디지털 트윈과 그에 연관된 디지털 트윈들

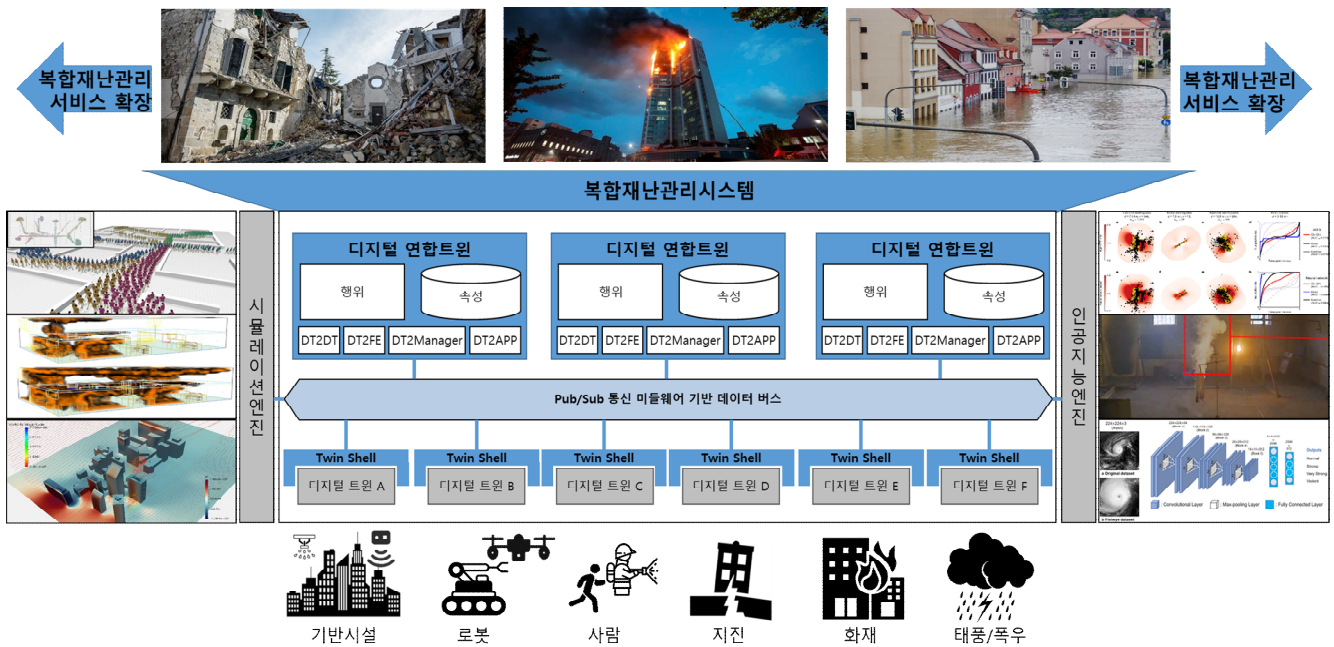


그림 1. 디지털 연합트윈 기반 복합재난관리시스템 설계도

을 바탕으로 디지털 연합트윈을 통해 복합재난에 대한 모니터링·판단·예측을 수행하며 그 결과를 기반으로 각각의 디지털 트윈들을 최적화함으로써 복합재난관리가 가능해진다. 제안하는 디지털 연합트윈 기반 복합재난관리시스템에서 사일로한 재난 디지털 트윈들은 동일한 정보구조체로서 관리되고 디지털 연합트윈을 통해 최적의 융복합 재난대응전략을 수립함으로써 통합재난관리서비스를 지원할 수 있다.

III. 결론

본 논문에서는 디지털 연합트윈을 기반을 둔 복합재난관리시스템을 설계하였다. 도시화, 기후변화, 인구밀도 증가 등 사회적/환경적 변화로 인해 대형복합재난의 발생이 빈번해지고 있는 상황에서 제안하는 시스템 구조 기반의 통합재난관리시스템을 구축한다면 더욱 효과적인 재난대응전략을 지원, 제대로 된 통합재난컨트롤타워 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구 결과임(No. 2019-0-01347, 화재 현장 시물레이션 및 지휘 역량 강화 지원형 실감 소방훈련 콘텐츠 기술 개발). 또한 본 연구는 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2022-0-00866, 대규모 확장성 및 고신뢰 분산 시물레이션을 지원하는 제조 디지털 트윈 프레임워크 기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] 문상준, et al. "미래 메가시티의 복합재난과 범정부 차원의 대응 방향." The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT) 7.1 (2021): 211-215.
- [2] 김용균, et al. "최적 재난대응을 위한 재난유형 구분." 한국방재학회 논문집 15.6 (2015): 179-188.
- [3] Son, Jeong-Uk. "도심지역에서의 재난대응과 융복합적 대응시스템 개발." Construction Engineering and Management 15.5 (2014): 4-6.
- [4] 김영진 et al, "디지털 트윈 소프트웨어 아키텍처와 개발 사례," OSIA Standard & Technology Review, 제 34 권 제 1 호, pp. 22-31, 2021.
- [5] 김원태, et al. "자율형 물리 시스템을 위한 디지털 트윈 기술." 한국통신학회지 (정보와통신) 37.7 (2020): 9-21.