

디지털 트윈 기반 해상물류 성능검증 시뮬레이션 연구

홍성범, 이혜림*
녹원정보기술, *녹원정보기술

sbhong@rockwonitglobal.com, *hrlee@rockwonitglobal.com

Digital twin-based maritime logistics performance verification simulation study

Seong Beom Hong, Hyerim Lee *
Rockwon IT Global., * Rockwon IT Global.

요약

최근 항만 산업에서도 시대 흐름에 맞춰 디지털 전환이 활발히 이뤄지고 있다. 본 연구는 국내 항만 연구 한계를 극복하기 위해 디지털 트윈 기술을 이용하여 기자재 성능 검증을 위한 가상 항만 시스템을 개발하는 것을 제안한다. 디지털 트윈 기술을 통해 항만, 해상 기자재 정보를 구축한 후 시스템 연동과 시뮬레이션 분석을 활용한 시나리오를 기반으로 디지털 트윈 프로토타입을 구현한 결과 최상의 테스트 베드를 제공할 수 있음을 입증하였다.

I. 서론

최근 해양물류 산업은 디지털 전환과 더불어 효율적이고 안전한 운영을 위한 새로운 기술적 접근이 요구되고 있다. 특히 디지털 트윈은 가상 공간에서 항만과 선박의 운영 환경을 재현하여 장비 성능 검증, 운영 최적화, 시나리오 기반 분석을 가능하게 하는 핵심 기술로 주목받고 있다.

본 연구는 2023년 해상 디지털 테스트베드를 구축하여 초기 개념을 검증하였으며, 2024년에는 가상 항만 시스템을 개발하여 항만 차원의 시뮬레이션 적용 가능성을 확인하였다. 이러한 성과를 바탕으로 2025년에는 시뮬레이션 평가기술을 중심으로 연구를 확장하고 있으며, 항만과 선박 간 연계 시나리오를 통합한 성능검증 체계 구축에 주력하고 있다.

본 연구에서는 기존 연구의 연속선상에서 디지털 트윈 기반 해상물류 성능검증 시뮬레이션을 제안하고, 이를 통해 항만 및 선박 통합 운영의 효율성과 신뢰성을 제고할 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

II. 본론

본 연구에서 해상물류 성능검증 시뮬레이션의 실질적 구현과 검증을 위해 시뮬레이션 결과값의 시각화, API Gateway 시스템, 가상 항만 시스템(디지털 트윈) 구현을 주요 목표로 설정하였다. 이를 통해 실제 적용 가능한 기술적 성과를 확보하고자 하였다.

먼저, 시뮬레이션 시각화 단계에서는 시뮬레이터 출력값과 데이터 포맷을 검토하여 요구사항을 정의하였다. 이후 시각화 모델을 설계하고, 데이터 연동 인터페이스와 UI를 개발하여 사용자 중심의 인터랙션 기능을 구현하였다. 결과물은 테스트베드 환경에서 최적화 검토를 거쳤으며,

유관 기관과의 협업을 통해 OSP 및 시나리오 연동 방안을 마련하였다.

API Gateway 구현에서는 관리 기능 및 보안 체계를 포함한 기본 요구사항을 정의하고, 이를 기반으로 모듈화된 구조를 설계하였다. 프로토타입 개발과 단위 테스트를 거쳐 성능 검증을 수행하였으며, 실제 운영 환경에 배포 가능한 수준의 시스템을 구현하였다. 또한 연계 방안을 도출하고 성능 개선 방향을 제시하여 실무 적용 가능성을 검증하였다.

마지막으로, 가상 항만 시스템 구축에서는 디지털 트윈 모델링을 확장하여 선박 특성과 해양 환경 요소를 반영하였다. 시뮬레이션 재실행 기능과 다양한 시나리오별 디지털 트윈 구현을 통해 유연한 운영 검증이 가능하도록 하였으며, 성능 검증 및 부하 테스트를 통해 안정성을 확보하였다.

III. 결론

본 연구는 디지털 트윈을 기반으로 한 해상물류 성능검증 시뮬레이션을 구현하고 검증함으로써, 가상 공간에서 항만·선박 운영을 재현하고 성능을 평가할 수 있는 구체적 체계를 마련하였다. 시뮬레이션 결과값의 시각화는 디지털 트윈 환경에서 데이터를 직관적으로 활용할 수 있는 기반을 제공하였으며, API Gateway는 디지털 트윈 플랫폼과 외부 시스템 간의 안정적 연계를 지원하였다. 또한 가상 항만 시스템은 디지털 트윈 모델링을 확장하여 실제 운영 조건을 반영함으로써, 다양한 시나리오에 대응 가능한 성능 검증을 가능하게 하였다.

이와 같은 결과는 디지털 트윈이 해상물류 분야에서 단순한 가상 재현을 넘어 실질적인 성능평가와 운영 최적화의 도구로 기능할 수 있음을 보여준다. 나아가 본 연구는 디지털 트윈 기반 성능검증 시뮬레이션이 스마트

항만 구축과 자율운항선박 연계 등 미래 해양산업 발전을 위한 핵심 기술임을 확인하였다. 향후에는 실증 환경 확장과 데이터 기반 고도화를 통해 디지털 트윈의 활용성을 더욱 강화할 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENT

Put sponsor acknowledgments.

본 연구는 2025 년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행되었음
(20220531, 시뮬레이션 평가기술개발) 또는
(20220544, 실험역 성능검증 기반기술 개발)

참 고 문 헌

- [1] CHUNG Tae-Won, JSL, “Advanced Case Analysis and Implications of a Smart Seaport” vol.34, no.3, 통권 100 호 pp. 490, 2018
- [2] 홍성범. "디지털 트윈이 적용된 해상물류 통신기술검증 테스트 베드", 제 10-2022-187643 호, 출원일 2022 년 12 월 28 일.