



중국리포트

KMI CHINA REPORT

한국해양수산개발원 중국연구센터 (Korea Maritime Institute China Research Center)
 中国上海市 长宁区 遵义路 100号 南丰城 A-1803
 Tel. +86-21-6090-0395~6, Fax. +86-21-6090-0397

제22-10호
 2022년 5월 31일

CONTENTS

▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전용화물 선석(만 톤급)

▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점

■ 중국 전용화물 선석(만 톤급) 추이 (개)

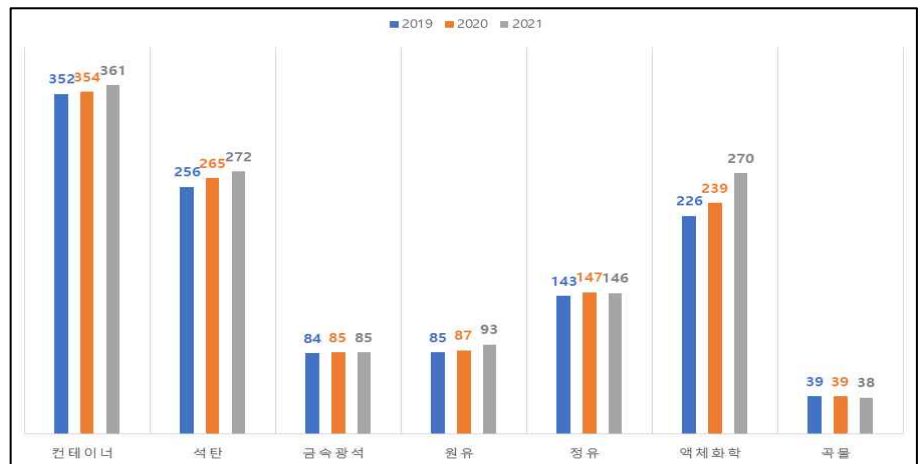
구분	2021	2020	2019
전용화물 선석	1,427	1,371	1,332
컨테이너	361	354	352
석탄	272	265	256
금속광석	85	85	84
원유	93	87	85
정유	146	147	143
액체화학	270	239	226
곡물	38	39	39

자료 : 교통운수부.

중국리포트 내용의 일부 혹은 전체를 인용하실 경우, 자료원을 「KMI 중국리포트」로 표기해 주시기 바랍니다.

Copyright © KMI All Rights Reserved.

통계로 보는 중국 : 중국의 전용화물 선석(만 톤급)



자료 : 중국교통운수부, 「교통운수업 발전통계 공보」 각 연도를 바탕으로 KMI 중국연구센터 작성
 주 : 만 톤급 이상 전용 선석만 집계

중국 항만, 대형화 · 전문화 추세 지속

중국 교통운수부에 따르면 2021년 말 기준 중국 전체 항만이 보유한 선석 수는 총 20,867개로 전년 대비 1,275개 감소했다. 이 중 연안항이 보유한 선석은 총 5,419개로 전년 대비 42개 줄어든 데 비해 내하(내륙수로) 항만의 선석은 총 15,448개로 전년 대비 1,233개나 감소했다.

한편, 2021년 말 기준 중국 항만이 보유한 1만 톤급 이상 선석은 2,659개로 전년 대비 67개 증가했다. 이 중 연안항이 전년 대비 69개 늘어난 2,207개를 보유하고 있어 1만 톤급 이상 선석의 대부분은 연안항에 위치해 있다. 이에 비해 내하 항만은 전년 대비 2개 감소한 452개의 1만 톤급 이상 선석을 보유한 것으로 나타났다. 특히, 10만 톤급 이상 선석 개수는 463개로 전년 대비 23개 증가해 중국 항만의 대형화 추세가 여전히 지속되고 있다.

선석의 대형화와 함께 중국 항만의 전용화물 선석 수도 증가세를 지속하고 있다. 2021년 중국 항만의 1만 톤급 이상 선석 중 전용화물 선석은 총 1,427개로 전년 대비 56개 증가했다. 화종별로는 컨테이너 선석이 361개로 가장 많았으며, 석탄 272개, 액체화학 270개, 금속광석 85개, 원유 93개, 정유 146개, 곡물 38개로 집계되었다. 이중 액체화학 선석은 전년 대비 31개 증가해 가장 많이 늘었으며, 컨테이너 및 석탄 선석은 각각 7개, 원유 선석은 6개 증가한 반면, 정유 및 곡물 선석은 각각 1개씩 감소했다.



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전
용화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털
트윈 기술 활용사례 및 시사점

저자

정쉐빈(郑学彬) 조교수
상하이해사대학

중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점¹⁾

중국에서 스마트 항만 건설이 지속적으로 추진되면서 각 항만과 터미널에서는 자동화 및 스마트화 활용 기술에 대한 연구가 잇따르고 있다. 디지털 트윈 기술은 항만의 디지털 전환 과정에서 활용되는 중요한 기술이다. 이 기술을 합리적으로 활용하면 생산업무 데이터와 설비 상태 데이터 및 외부환경 데이터와의 상호 연동을 촉진하고 물리적 환경과 가상 모델 간 고도의 융합을 실현함으로써 항만의 관리 효율과 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

본문은 중국 선전 마완(妈湾)항을 중심으로 항만 운영 과정에서 디지털 트윈 기술의 구체적인 활용사례를 소개하고 이를 바탕으로 한국 항만산업의 디지털 트윈 기술 발전에 대해 시사점을 제시하고자 한다.

1 '디지털 트윈' 개요

디지털 트윈은 모델링 기술과 사물인터넷 기술을 바탕으로 디지털 데이터를 접목해 가상공간에서 물리적 세계를 디지털 매핑하고, 데이터의 양방향 매핑을 통해 가상공간 모델과 물리적 모델 간의 실시간 상호작용을 실현하는 다학제·다차원적인 기술이다.

디지털 트윈은 주로 공업 제조 분야, 스마트 시티, 인프라 건설 등에 활용된다. 항만에서 디지털 트윈 기술의 활용은 인프라 건설 분야의 중요한 활용사례에 속한다. 예컨대 항만을 건설하기 전 공사에 대한 디지털 모델링을 마친 뒤 가상의 디지털 공간에서 공사에 대한 시뮬레이션과 모니터링을 실시함으로써 항만의 구조, 적재하중 등 제반 지표에 대해 평가할 수 있다. 또한 물동량 등 데이터를 입력해 항만 운영이 시작 된 후 수요를 충족시킬 수 있는지 평가할 수 있다. 공사 완료 후 정비 단계에서 항만이 특별 상황에 대응할 수 있는지를 평가하고 사고위험 발생 가능성을 모니터링할 수도 있다.

중국에서는 현재 디지털 트윈 기술이 선전, 광저우, 샤먼 등 여러 지역 항만에 도입되고 있다. 디지털 트윈 기술은 항만 건설, 운영, 생산관리 최적화 등 다방면에 걸쳐 적극적인 역할을 발휘하여 항만의 경영 수준과 경쟁력을 효과적으로 향상시켰다.

2 선전 마완항의 디지털 트윈 기술 활용사례

1) 마완항 개요

선전 마완 스마트 항만은 총 면적 98만 3,600㎡에 선석 길이는 1,930m로 총 5개의 선석을 보유하고 있으며, 연간 설계 하역능력은 300만 TEU로 대형

1) 이 칼럼은 집필진의 의견이며, KMI 중국연구센터의 공식의견이 아님을 밝혀드립니다.



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전
용화물 선적(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털
트윈 기술 활용사례 및 시사점

컨테이너선이 기항할 수 있다. 마완항은 중국 초상국집단(China Merchant Group)과 베이징 디지털 트윈 기술 개발 기업인 51WORLD사에 의해 공동 개발된 중국 최초의 디지털 트윈 다이내믹 시뮬레이션 항만이다. 마완항은 전통 터미널에서 스마트 터미널로 업그레이드된 모범 사례이며 과학기술적 효과, 사회적 효과와 경제적 효과를 동시에 창출하고 있다.

마완 스마트 항만은 디지털 트윈 기술을 5G, 위성항법시스템, 블록체인 등 기술과 결합하여 웨강아오대만구(粤港澳大湾区) 스마트 항만 플랫폼 구축, 항만 운영·관리 스마트화 추진, 고효율의 항만 통관모델 혁신에 일조하고 있다. 이를 통하여 항만 운영은 물론 항만·해운 관리의 스마트화 실현을 도모하고 있다. 마완 스마트 항만은 디지털 트윈 기술을 이용해 항만의 정지 장면을 1 대 1로 리얼하게 재현하게 된다. 이와 동시에 항만의 동적인 작업 현장을 디지털 데이터로 시뮬레이션하여 항만의 작업 장면에 대한 전방위·실시간 재현, 설비 작업 시점의 유연한 전환, 트레일러 작업 경로 가시화, 설비 및 컨테이너 위치 측정, 야드 및 컨테이너 박스의 입체화·공간화 관리, 작업 효율성 통계 분석 등 기능을 구현한다.

2) 주요 활용 분야

(1) 항만 정지 장면에 대한 3D 재현

마완 스마트 항만 프로젝트는 서로 인접한 마완항과 하이싱(海星)항 두 항만을 대상으로 51WORLD사가 개발한 AES(All Element Scene) 플랫폼을 통해 약 100만 ㎡의 항만구역 내 건축물, 작업장, 야드 및 지면 표지판, 차선, 해안선, 야드 크레인 등 정지 장면을 1 대 1로 재현한다.

[그림 1] 항만 정지 장면의 3D 복원도



자료: 중국정보통신연구원, 「디지털 트윈 시티 대표적 장면 및 활용사례(2020)」, 2020.12.

(2) 항만 내 적치 컨테이너에 대한 실시간 정보 생성

항만은 컨테이너 박스 10만 개를 동시에 수용할 수 있다. 이들 컨테이너 박스의 번호, 속성, 로고 도장, 규격 등 정보는 모두 실시간 생성이 필요하기



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전
용화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털
트윈 기술 활용사례 및 시사점

때문에 일반 렌더링 엔진(rendering engine)으로는 이와 같은 방대한 정보량을 처리할 수 없다. 이를 해결하기 위해 51WORLD사는 다중 파라미터·대규모 컨테이너에 대한 동적 정보 생성에 초점을 맞춘 최적화 알고리즘을 자체 개발했다. 생성 규칙을 추상화·간소화하고 렌더링 방식을 그래픽으로 최적화했으며, 이를 통해 컨테이너 10만 개에 대한 동적 정보를 경량화하고 이를 노트북에서도 쉽게 구현할 수 있게 했다.

[그림 2] 디지털 트윈을 통한 컨테이너 동적 정보 생성



자료: 중국정보통신연구원, 「디지털 트윈 시티 대표적 장면 및 활용사례(2020)」, 2020.12.

디지털 트윈 플랫폼은 API(Application Programming Interface)를 통해 항만 내 각종 컨테이너 박스 오너, 사이즈, 번호 등 속성 데이터와 박스 위치 등 데이터를 불러올 수 있다. 항만 관리자는 필요에 따라 특정 박스의 속성과 위치 데이터를 입력하기만 하면 디지털 트윈 동적 렌더링 장면의 지정된 위치에서 속성과 일치하는 해당 컨테이너를 생성할 수 있다. 이와 함께 컨테이너 박스 로고, 색상, 수유주 등 정보에 대한 렌더링과 박스 번호 인쇄를 통해 직관적으로 컨테이너 정보를 구현할 수 있다.

[그림 3] 디지털 트윈을 통해 식별된 컨테이너 정보



자료: <https://bbs.51aes.com/blog/1427457255155175426.html>



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전
용화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털
트윈 기술 활용사례 및 시사점

(3) 데이터 구동에 의한 장비 작동

디지털 트윈 플랫폼은 안벽 크레인, 야드 크레인, 트레일러 등 3대 항만 하역장비 대해 개방형의 다양한 작업변수 설정 기능이 내장된 작업 표준화 API를 제공함으로써 가상 및 실제 장비 간 양방향 통신 동기화를 실현할 수 있다. 화면 내 각각의 크레인은 클릭과 선택이 가능하다. 장비 작업 인터페이스에는 안벽 크레인-트롤라스프레더 위치, 암(arm) 각도 등 다양한 파라미터 설정이 포함되어 있다. 이처럼 실시간으로 수신되는 연속 데이터를 통해 3D 화면 내의 컨테이너 크레인은 작업흐름에 실시간으로 응답해 밀리초 단위로 실제 장비의 작업과 움직임을 그대로 재현할 수 있다. 또한 사용자가 특정 장비 번호를 입력하면 퍼지 검색을 통해 해당 장비를 바로 찾을 수 있다. 나아가 위치도 확인할 수 있으며, 조건 별로 전체 컨테이너를 선별 필터링해 컨테이너 하역·이송을 빠르게 진행할 수 있는 장비 검색 기능도 제공한다.

[그림 4] 데이터 구동에 의한 실시간 장비 작동 화면



중국정보통신연구원, 「디지털 트윈 시티 대표적 장면 및 활용사례(2020)」, 2020.12.

(4) 운영 계획 동적 접속 시뮬레이션

운영계획은 선석, 야드, 장비 배치 계획 등을 포함하며, 실시간 작업 장면의 장비, 컨테이너, 화물선 등 모델을 삭제하고 재초기화하는 것이 요구되어 진다. 그러나 작업 장면과 관련된 동적 데이터량이 매우 방대하기 때문에 높은 수준의 작업 장면 동적 삭제 및 로딩 능력이 요구된다. 이에 대해 51WORLD사는 선석 및 야드 데이터 동적 생성 계획, 관련 장비 스케줄링 계획 동적 구동 R&D 솔루션 등 다양한 유형의 운영 계획 데이터에 대해 다양한 R&D 솔루션을 사용하고 각 솔루션 간 연결성을 강화했다. 예를 들어, 컨테이너야드(CY) 계획 시뮬레이션을 진행할 때 디지털 트윈 플랫폼은 현재와 미래의 컨테이너 정보에 근거하여 제한된 야드 공간을 합리적으로 나눌 수 있으며, 각 컨테이너를 최적의 위치에 미리 배치해 야드 이용률을 높임으로써 항만 물동량과 수익성을 높일 수 있다.



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전
용화물 선적(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털
트윈 기술 활용사례 및 시사점

[그림 5] 운영계획 동적 접속 시뮬레이션



중국정보통신연구원, 「디지털 트윈 시티 대표적 장면 및 활용사례(2020)」, 2020.12.

(5) 플타임 데이터 구동 3D 장비 작업 장면

기존 사용자들은 CCTV 모니터링이라는 한 가지 방식으로 항만 전체의 작업 상황을 모니터링하고 있으나 이런 방식은 과거 작업에 대한 추적 효율이 낮고 전체적인 관점으로 실시간 작업 모니터링 및 배치를 진행할 수 없으며 비용이 높다는 단점이 있다. 마완 스마트 항만 프로젝트에서는 개방형 플타임 데이터 구동에 의한 3D 장비 작업을 실현하고 이를 통해 디지털 트윈 플랫폼 내의 안벽 및 야드 크레인, 트레일러, 선박 등 모형이 자동으로 생성되고 움직일 수 있다. 디지털 트윈 플랫폼은 마완항의 각종 관리자와 운영자에게 다양한 실질적 가치를 제공한다. 예를 들면 항만 관리자는 이 플랫폼을 통해 항만의 전체 상황을 파악하고 장비 조작용은 작업 상황을 실시간으로 확인, 피드백할 수 있다. 또한 컨테이너 관리자는 키보드 하나로 컨테이너 상황을 파악할 수 있어 시간과 에너지를 절약할 수 있다. 안전 관리자는 실시간으로 이상 상황을 모니터링해 안전한 생산을 보장할 수 있다. 정비 관리자는 실시간으로 각 장비의 유지보수 상태를 파악해서 장비의 수명을 연장할 수 있다. 이와 같이 각 분야별 관리자들은 하나의 디지털 트윈 플랫폼을 통해 항만의 생산 및 장비 배치 정보를 동기화로 공유할 수 있어 항만 전체의 작업 효율을 현저하게 높일 수 있다. 아울러 다양한 API 설정 기능은 항만 관리자들이 향후 더 많은 업무 데이터를 도입하고 자체 응용 개발을 진행할 수 있게 함으로써 디지털 트윈 시나리오의 활용 유연성을 제고할 수 있다.

3) 소결

디지털 트윈 항만 운영 시뮬레이션 플랫폼은 기술적인 측면에서 사상 처음으로 컨테이너 10만 개의 정보를 동적으로 생성한다. 동시에 실시간 데이터 구동 및 300여개의 장비 간 협동 작업을 실현해 60FPS 이상의 프레임 레이트로



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전
용화물 선적(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털
트윈 기술 활용사례 및 시사점

사용자에게 원활한 작업 경험을 제공하고 보다 빠른 속도로의 문제점 발견·해결을 지원하고 있다. 이 플랫폼은 항만업계 최초로 화물의 입항, 하역, 운반, 보관, 출항을 포함한 전 과정의 작업을 시뮬레이션으로 구현했으며, 720° 전 각도의 작업 모니터링을 제공함으로써 사각지대 존재, 카메라 간 연결 불량, 모니터링 불편 등의 단점을 보완했다. 또한 항만 운영계획 가시화 시뮬레이션 기능을 최초로 제공하여 운영계획의 수립·조정 근거를 마련하고 운영계획의 합리성과 효율성을 제고할 수 있게 한다. 디지털 트윈 기술을 인공지능, 5G, 베이더우(北斗) 시스템, 자동화, 스마트 항만, 블록체인 등 기술과 결합해 마완항의 컨테이너 선적 효율을 매뉴얼 작업 대비 15~20배 제고하고, 종합 작업효율은 30% 향상시키는 경제적 효과를 내고 있다.

3 시사점

중국 항만에서의 디지털 트윈 기술 활용이 한국항만에 주는 시사점은 다음과 같다.

1) 한국 항만 인프라 건설과 개조 등 분야에서 디지털 트윈 기술 도입 가속화

현재 디지털 트윈 기술의 개발과 보급은 세계의 추세이다. 주요 선진국들 역시 디지털 트윈 기술 발전과 보급에 적극 나서고 있다. 따라서 한국도 디지털 트윈 기술의 발전 방향을 계획을 수립하고, 관련 기술 개발과 기업 육성에 적극 나서야 한다.

2) 디지털 트윈 도입을 위한 데이터 시스템 구축

한국은 기존의 해운항만물류정보시스템(Port-MIS)을 기반으로 항만 디지털 트윈 플랫폼에 적용할 데이터 플랫폼을 적극 구축할 필요가 있다. 데이터 표준화와 장기간·다차원적인 데이터를 효과적으로 구축해야 항만산업 발전 과정에서 디지털 트윈 기술이 제대로 기능을 발휘할 수 있다.

3) 항만 디지털 트윈 기술 분야 관련 인재 육성

인공지능, 3D 설계, 메타버스, 데이터 분석, 시뮬레이션, 스마트화 등 분야의 고급 인력을 중점 양성해야 한다. 정부는 대학에 관련 학과를 개설하고 항만당국은 장학금·학자금 지원, 산학연 협력 등을 통해 인력 육성 환경을 지속적으로 제공할 필요가 있다.

4) 다방면의 협력을 통한 항만 디지털 트윈 테스트 베드 구축

정부, 항만, 기업은 디지털 트윈 기술의 설계, 생산, 제조, 개발, 운영을 포함하는 디지털 트윈 기술 테스트 베드를 구축할 필요가 있다. 이를 통해 중소기업과 스타트업에 기술개발 및 실험 통합 플랫폼을 중점적으로 제공할 필요가 있다.



CONTENTS

5) 한국의 선진 ICT 플랫폼 적극적 활용

한국은 세계 최고 수준의 인터넷, 사물인터넷, IT 5G 등 기술을 가지고 있다. 디지털 트윈 기술의 보급은 이러한 기술들의 뒷받침이 필요하다. 따라서 항만 디지털 트윈 플랫폼을 구축하는 과정에서 관련 첨단기술 기업의 지원과 협력을 적극 이끌어내 디지털 트윈 기술이 항만에서 자리를 잡고 실질적인 역할을 수행할 수 있도록 해야 한다.

정웨빈(郑学彬) 조교수
상하이해사대학



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전용 화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점

칼럼 원문

数字孪生技术在中国港口的应用案例介绍
及对韩国港口产业的启示

撰文 | 上海海事大学 郑学彬

随着中国智慧港口建设的不断推进,各港口码头纷纷开展了自动化和智能化应用技术研究。数字孪生技术是港口数字化转型过程中用到的一项重要技术。通过合理利用该技术,能促进生产业务数据、设备状态数据和外部环境数据互联互通,使物理环境与虚拟模型高度融合,提升港口的管理效率和竞争力。

本文以深圳妈湾港为例介绍数字孪生在港口运营中的具体应用,据此对韩国港口产业发展数字孪生技术提出了相关建议。

1. 数字孪生概述

数字孪生是一种集成多学科、多尺度,借助模型技术和物联网技术,结合数字化数据在虚拟空间中完成对物理空间的数字映射,并通过数据双向映射实现虚拟空间模型与物理模型的实时交互的技术。数字孪生的应用场景主要有工业制造领域、智慧城市、基建工程等,港口数字孪生属于基建工程中比较重要的应用,修建港口前,完成对工程的数字化建模,然后在虚拟的数字空间对工程进行仿真和模拟,评估港口的结构、承受能力等各项指标,还可以导入流量数据,评估港口是否可以满足投入使用后的需求。在工程交付之后,还可以在维护阶段评估港口是否可以承担特殊情况的压力。以及监测可能出现的事故隐患。中国已在深圳、广州、厦门等多地港口先后引入了数字孪生技术,数字孪生在港口建设、运营、生产组织优化等多方面起到了积极作用,有效提高了这些港口的经营水准和竞争力。

2. 数字孪生技术在深圳妈湾港的应用案例

(1) 妈湾港概况

深圳妈湾智慧港占地面积98.36万平方米,泊位岸线总长1,930米,共有5个泊位,年设计吞吐量300万标箱,可供靠泊大型集装箱班轮。妈湾港是全国首个数字孪生动态仿真港口,由招商局联合北京五一视界数字孪生科技股份有限公司(51WORLD)共同研发。妈湾智慧港作为中国传统码头升级改造成智慧码头的典范,兼备科技效益、社会效益与经济效益。妈湾智慧港引入数字孪生技术,结合5G技术、卫星导航以及区块链技术,助力打造粤港澳大湾区智慧港平台,推进港口运营管理智能化建设,创新高效港口通关模式,实现港口运作智能化、港航管理智慧化。数字孪生智慧港口运用数字孪生技术对港口静态场景进行1:1真实还原,同时还对港口动态作业场景进行数据驱动仿真,实现了港口作业场景全方位实时动态还原、设备作业视角灵活切换、拖车作业路径可视、设备和集装箱搜索定位、堆场及箱务立体空间化管理、作业效率统计分析等功能。

(2) 主要应用场景



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전용 화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점

场景1：三维还原港口静态场景

智慧港口项目包含妈湾港和海星港两个相邻的港区，通过51WORLD开发的AES全要素场景平台(All Element Scene)搭建了面积近100万平方米的港区内建筑群、作业场地、堆场标识牌、地面标识、行车线、岸线、以及场桥等静态场景，并实现了1:1真实还原。

图1 三维还原港口静态场景



来源：中国信息通信研究院，数字孪生城市典型场景与应用案例(2020)，2020.12

场景2：港口堆存集装箱信息动态生成

港口可同时容纳10万只集装箱。集装箱上箱号、箱信息、Logo涂装、箱型等均需要动态生成，多参数、海量级的集装箱动态生成需求对渲染引擎压力大，要求高。51WORLD围绕多参数、大规模的集装箱动态生成自主研发优化算法，对生成规则进行抽象简化，对渲染方式进行图形学优化，实现10万量级集装箱的场景轻量化，可部署在笔记本电脑等轻量设备上流畅运行。

图2 集装箱数字孪生动态生成



来源：中国信息通信研究院，数字孪生城市典型场景与应用案例(2020)，2020.12

数字孪生平台提供了完善的API接口，可以接入港口各类箱体信息，包括箱主、箱型、箱尺寸、箱号等属性数据以及箱位置等数据。港口管理方只要根据需求输入属性和位置数据，就能在数字孪生动态渲染场景中的指定位置，生成符合属性的集装箱。

CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전용 화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점

与此同时，还可以对集装箱logo、颜色和箱主信息进行渲染，并印制箱号，直观显示集装箱信息。

图3 通过数字孪生识别后的集装箱信息



来源：<https://bbs.51aes.com/blog/1427457255155175426.html>

场景3：数据驱动设备作业

平台针对岸桥、场桥和拖车三大类型的港口机械设备，提供作业运动标准化API接口，内含开放不同运动参数设置功能，实现虚实设备的双向通讯同步。场景中的每一个岸桥都可以被点击、选中，设备作业接口包含大车位置、小车位置、吊具位置、大臂角度等参数设置。有了这些实时传入的连续数据，三维场景内的岸桥设备就可以对作业流程进行实时响应，实现毫秒级的真实动作动态还原。数字孪生场景提供了设备搜索工具，用户可通过输入设备编号，进行模糊搜索，方便用户立即查找设备，定位设备，也可以按照不同的条件筛选过滤全场集装箱，加快集装箱检索过程。

图4 实施设备数据驱动场景



来源：中国信息通信研究院，数字孪生城市典型场景与应用案例(2020)，2020.12

场景4：运营计划动态接入模拟

运营计划包含泊位计划、堆场计划、相关设备调度计划等，要求对实时作业场景中的设备、集装箱、货船等模型清空和重新初始化。由于场景中动态数据量庞大，对场景动态清空、动态加载能力要求高。51WORLD针对不同类型运营计划数据分别使

CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전용 화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점

用不同类型的研发方案，包括对泊位计划、堆场计划数据使用动态生成研发方案，以及对相关设备调度计划使用动态驱动研发方案，并且打通二者衔接能力。例如，在进行集装箱堆场计划推演模拟时，平台可以根据现在和将来的集装箱信息，充分利用有限的堆场面积合理规划堆场，给每一个集装箱预先配置理想的位置，提高堆场利用率，从而提升港口吞吐和盈利能力。

图5 运营计划动态介入模拟



来源：中国信息通信研究院，数字孪生城市典型场景与应用案例(2020)，2020.12

场景5：全时态数据驱动三维场景设备作业

以往用户使用单一的视频监控形式对港口全场作业进行监控，这种方式对历史作业回溯效率低，缺乏实时作业监控与调度的全局观且成本较高。本项目开放了数据驱动三维场景设备作业的工具，其数字孪生场景中的岸桥、场桥、拖车、船均由数据驱动生成和作业运动。数字孪生平台为妈湾港各类管理和操作人员提供了不同的实际价值：调度员通过平台全局场控；操作员实时观察设备执行结果及时反馈；箱务员一键盘点省时省力；安全人员实时监控异常状态，保障安全生产；运维人员及时掌控设备维保状态，延长设备使用寿命。各专业类人员，只要通过一个数字孪生场景，就可以完成生产调度信息的同步，显著提升总体工作效率。丰富的API接口设置，也方便港口管理方在未来引入更多业务数据，自行进行应用开发，提升了数字孪生场景的应用弹性。

(3) 案例总结

数字孪生港口运营仿真平台在技术上首次实现了10万量级集装箱动态生成，实时数据驱动300余设备协同作业，并且保证运行帧率不低于60FPS，为用户提供流畅的操作体验，帮助用户更快速地定位问题、解决问题。在业务上首次实现了港口行业从货物到港、装卸、转堆、仓储及出港的全周期作业仿真覆盖，为用户提供720°全角度作业监控，弥补了传统摄像头监控覆盖有盲区、摄像头之间衔接不流畅、监控不便利的缺点。首次提供运营计划的可视化仿真，为港口运营方制定、调整运营计划提供依据，提高运营计划的合理性，从而提高了的港口运营效率。数字孪生技术结合人工智能、5G应用、北斗系统、自动化、智慧口岸、区块链等技术为妈湾港实现了“配载效率比人工提升15-20倍，综合作业效率提升30%”的经济效益。

3. 启示与建议

(1) 韩国应在港口基础设施建设和改造等领域加速引入数字孪生技术。

数字孪生技术的开发和普及已是公认的趋势，主要发达国家也积极在数字孪生普



CONTENTS

- ▶ 통계로 보는 중국 : 중국의 전용 화물 선석(만 톤급)
- ▶ 전문가 칼럼 : 중국 항만의 디지털 트윈 기술 활용사례 및 시사점

及和技术发展方面进行布局，韩国也应尽快从宏观层面规划数字孪生技术的发展方向，并积极培育相关技术的开发并积极推进企业扶植。

(2) 为数字孪生储备和搭建数据系统。

港口行业应在已有的Port-MIS数据系统的基础上积极构建适用于港口数字孪生平台的数据平台，只有规范数据标准和长时间、多维度的积累有效数据才能使数字孪生技术在港口产业发展过程中真正发挥作用。

(3) 重视港口数字孪生技术领域的相关人才的储备。

应重点培养人工智能、3D设计、元宇宙、数据分析、仿真、智能化等方面的高端人才。韩国政府应在高校开设相关专业，港口当局应积极以奖学金、助学金、产学研合作等方式不断提供人才成长环境。

(4) 多方合作建立港口数字孪生技术试验田。

政府、港口。企业应积极开展合作，构建涵盖设计、生产、制造、开发、运营数字孪生技术的试验田，重点为中小企业和创业公司提供技术开发和实验的综合平台。

(5) 积极利用韩国先进的ICT平台。

韩国的网络、物联网、IT、5G等技术均领先于世界，而数字孪生的真正普及离不开这类技术的支持。港口在搭建数字孪生平台的过程中应积极争取相关高科技企业的支持和协作，使数字孪生真正在港口落地并起到实质性作用。