

산업 메타버스 플래그쉽 (물류)

META K-PORT 지능화 물류 플랫폼

- 메타버스 얼라이언스 기술표준분과 2차 -

발제자 : (주)심스리얼리티 김명환

2025. 8. 7.

메타 K-포트 지능화 물류 플랫폼은 글로벌 항만 터미널의 물류 운영 효율성 및 생산성을 높이는 AI, 메타버스 기반 물류서비스

사업 개요

- 과제명**
(물류관리) META K-PORT 지능화 물류 플랫폼
- 사업비·기간**
총 4,890백만원, 2024.5.1~2025.12.31(20개월)
- 주관기관**
(주)심스리얼리티
- 참여기관**
티투엘(주), 부산대학교 산학협력단, (주)토탈소프트뱅크

- 수요기관**
한진부산컨테이너터미널(주), 부산신항 제3부두
- 사업배경**
허브 포트로 화주, 선사 유치와 글로벌 항만 경쟁
- 사업목표**
선박 대기 감소, 선석 할당 개선, 수출입 컨테이너 하역과 야드 적재, 트럭 턴타임 등 항만운영 KPI 향상
- 실증목표**
메타버스 가상항만의 AI 기반 작업계획 및 부두 운영





■ **시연 동영상 (3min)** ■ 발제용, 실제 프로그램 동작

CONTENTS



프로젝트 배경 및 목적



시스템 비교 : AS-IS vs. TO-BE



AI 기반 메타버스 항만 플랫폼 아키텍처



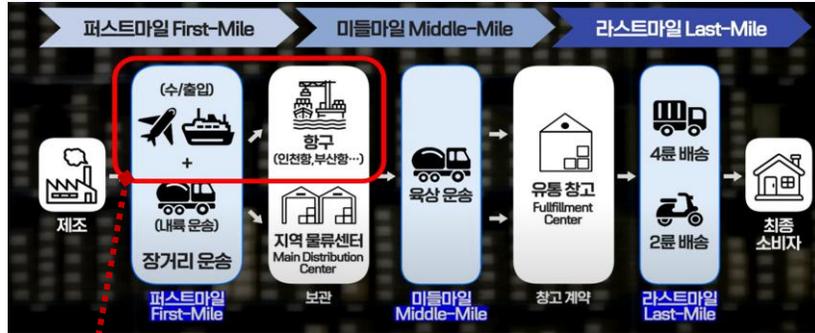
메타 K-포트 시스템, 서비스 구축



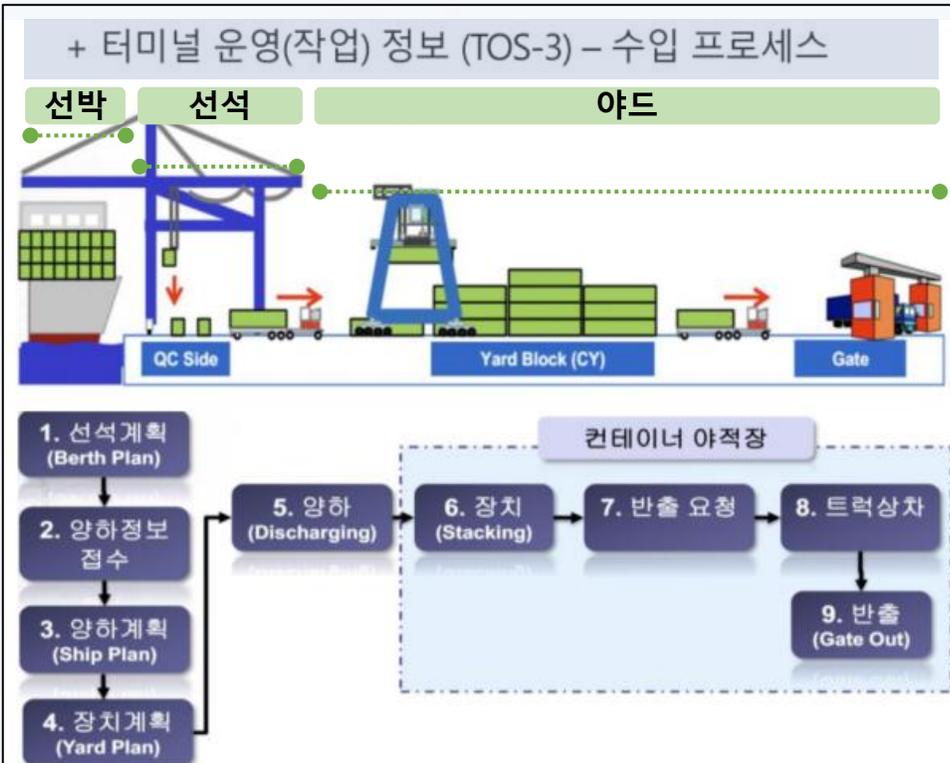
※ 별첨 (항만 터미널 표준 연구)

※ 본 자료는 과기부 및 NIPA의 지원을 받아 수행된 산업 메타버스 플래그십 프로젝트의 Meta K-Port 지능화 물류플랫폼 과제(2024~2025) 내용이며 메타버스 얼라이언스 발제용으로 작성

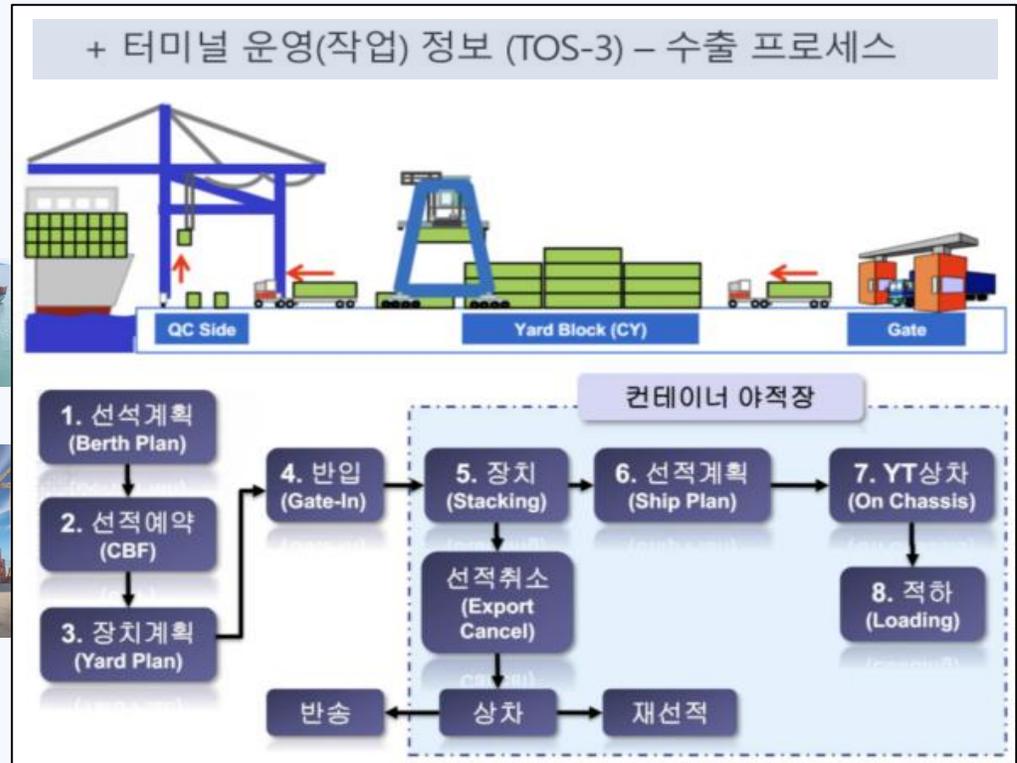
AI-메타버스 기반의 지능화 물류 플랫폼 구축을 통한 항만물류 혁신으로 효율성 증대, 생산성 및 서비스 향상과 글로벌 시장 경쟁력 강화



- ❖ 항만은 우리나라 전체 수출입화물의 99.8% (중량 기준), 66.9% (금액) 차지 (2022년 기준)
- ❖ 부산항은 세계 150여 개국 500여 항만과 연결, 동북아 해운물류 중심지로 세계 화물처리 7위 (2023년 기준)
 - 부산항은 컨테이너 2,315만 TEU (2023년 기준)를 처리하고, HJNC 3부두는 10% (231만 TEU) 담당
- ❖ 3부두의 선박 대기 감소, 선석 할당 개선, 수출입 컨테이너 하역과 야드 적재 활용 등 메타버스 기반 가상 항만의 AI 작업계획 수립과 컨테이너 야드 운영을 통한 KPI 생산성과 서비스 품질 향상
 - AI-메타버스 연계의 Meta K-Port 지능화 물류 플랫폼 개발과 구축·운영



수입&수출
부산신항
3부두





터미널 양·적하 설비 및 장비 운영효율과 야드 장치장의 컨테이너 리핸들링 부담, 외부차량 특정시간대 혼잡으로 생산성 성장 한계점 도달

항만 생산성 한계

▶ 항만물류 흐름상의 비용 상승과 생산성 악화

- 항만터미널은 선석/야드 하역과 반출입이 동시 발생하며, 선박과 외부차량 (트레일러)의 작업시간 효율성, 생산성이 중요
- HJNC 부산신항 3부두는 일평균 4천대 이상의 외부차량 반출입, 6천대 이상의 양적하 작업을 처리하고 있으나 생산성 이슈 발생



HJNC 물류 혼잡 집중현상 추이

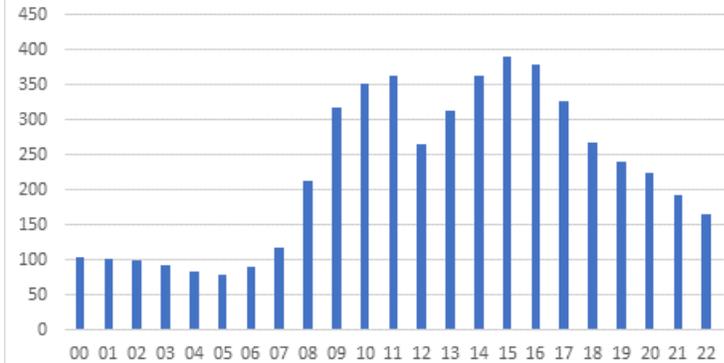
외부차량(트레일러) 턴타임 하락 이슈

생산성 한계 요인

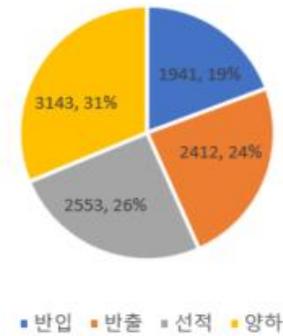
▶ 선박/선석/야드 운영 최적화, 외부차량 게이트 특정시간대 집중

- 외부차량은 화주에서 항만터미널(선석/하역지)까지 반나절 운송 가능하고, 컨테이너CY 운영시간 제한으로 오후에 반출입 집중
- 접안선박의 컨테이너 하역을 담당하는 항만 크레인, 장비, 차량을 터미널 선석/야드/게이트의 전체물류 흐름과 통합한 운영이 필요

시간대별 방문 차량 대수



야드 작업 수량(일 평균)

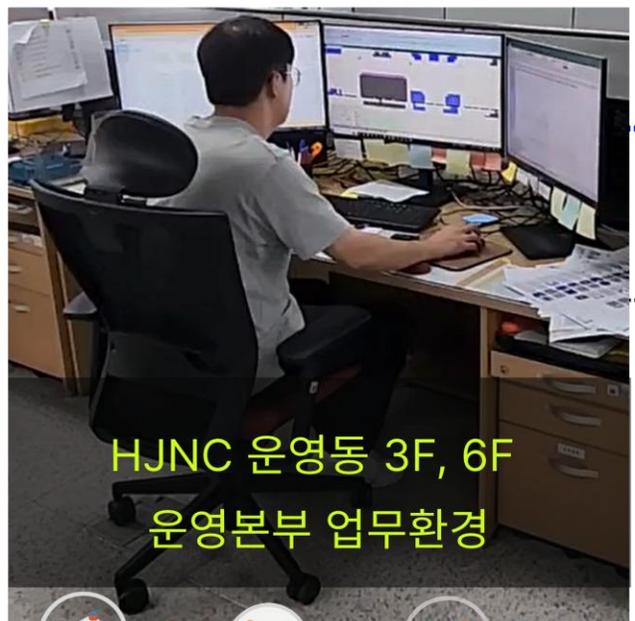


※ HJNC 2024년 3월, 평일(월~금) 기준 지표

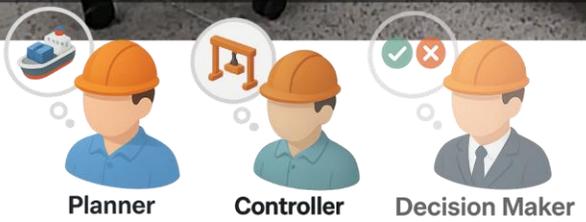
시간대별 외부차량 반출입 대수 및 비중

항만 터미널 물류 통합 운영이 필요

부산신항 3부두 운영요원의 TOS 운영시스템과 다수 시스템들을 중복 활용한 업무 구조상 운영 효율성과 생산성 성장이 한계

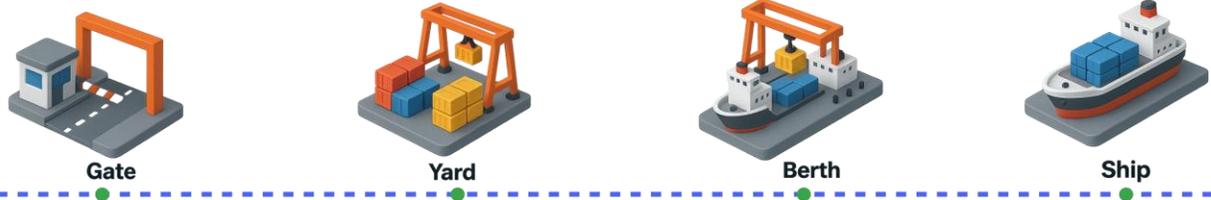


HJNC 운영동 3F, 6F
운영본부 업무환경



■ 복잡 (2D 텍스트/테이블/이미지)

■ 3~6대 모니터 정보 중복



운영요원
TOS업무

Berth Planning	Ship Planning	Yard Planning	Terminal Monitor	Management
선석 위치 계획표 할당 하역 작업(인력, 장비) 할당 선박 예상 접안 스케줄링	컨테이너 양하 계획 컨테이너 양하 계획 컨테이너 양적하 순서 할당(A)	바운더리(일반/세부) 계획 수립 동시작업 및 하역 계획 자동생성 장비 이동거리/간섭 시뮬레이션	게이트/야드/선박/위험화물 냉동화물/철도/CFS EDI/WEB IP	빌링 정산 통계 분석 리포트
TOS 플래닝 시스템			TOS 운영 시스템	TOS 관리 시스템

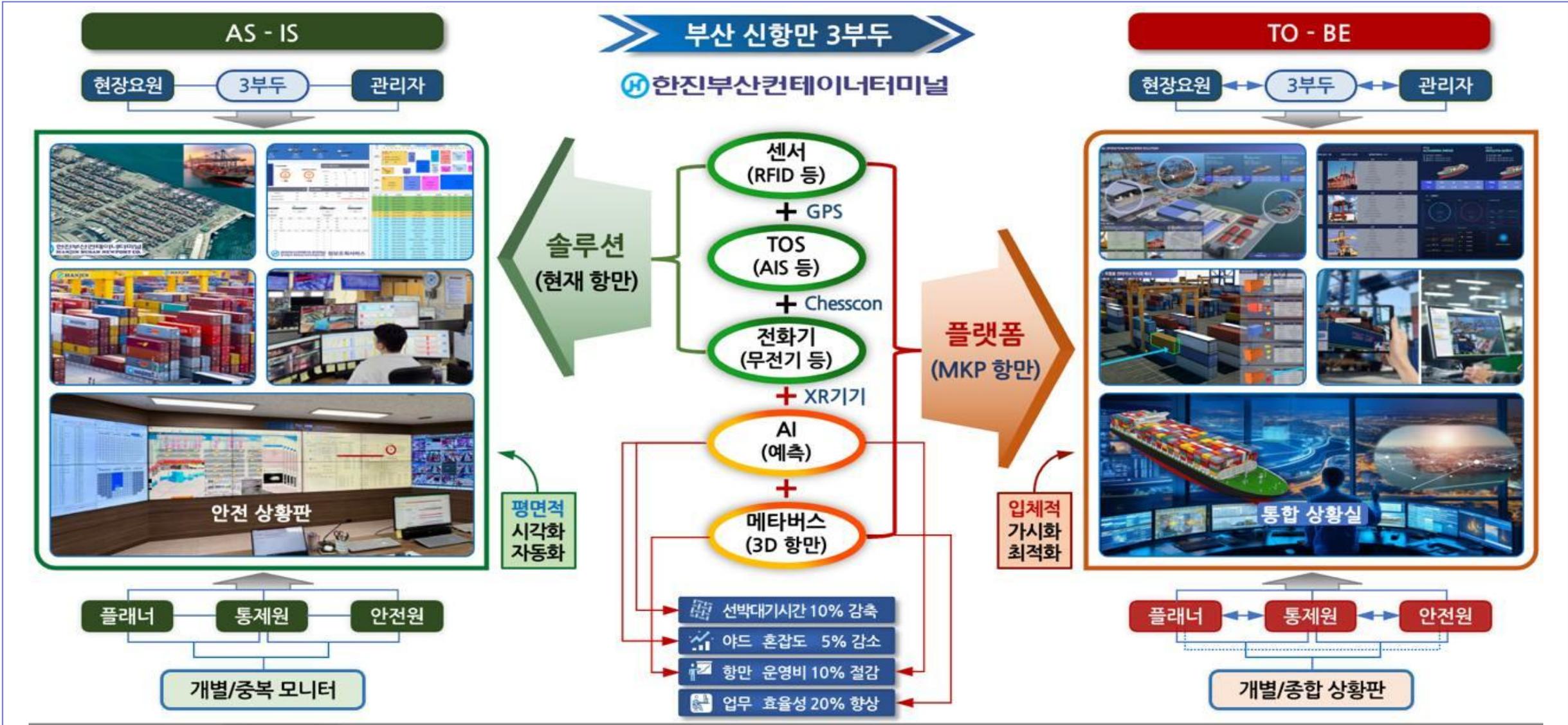
TOS 구성(Terminal Operating System)

다수 모니터
개별 모니터링

TOS 외 개별 업무 시스템

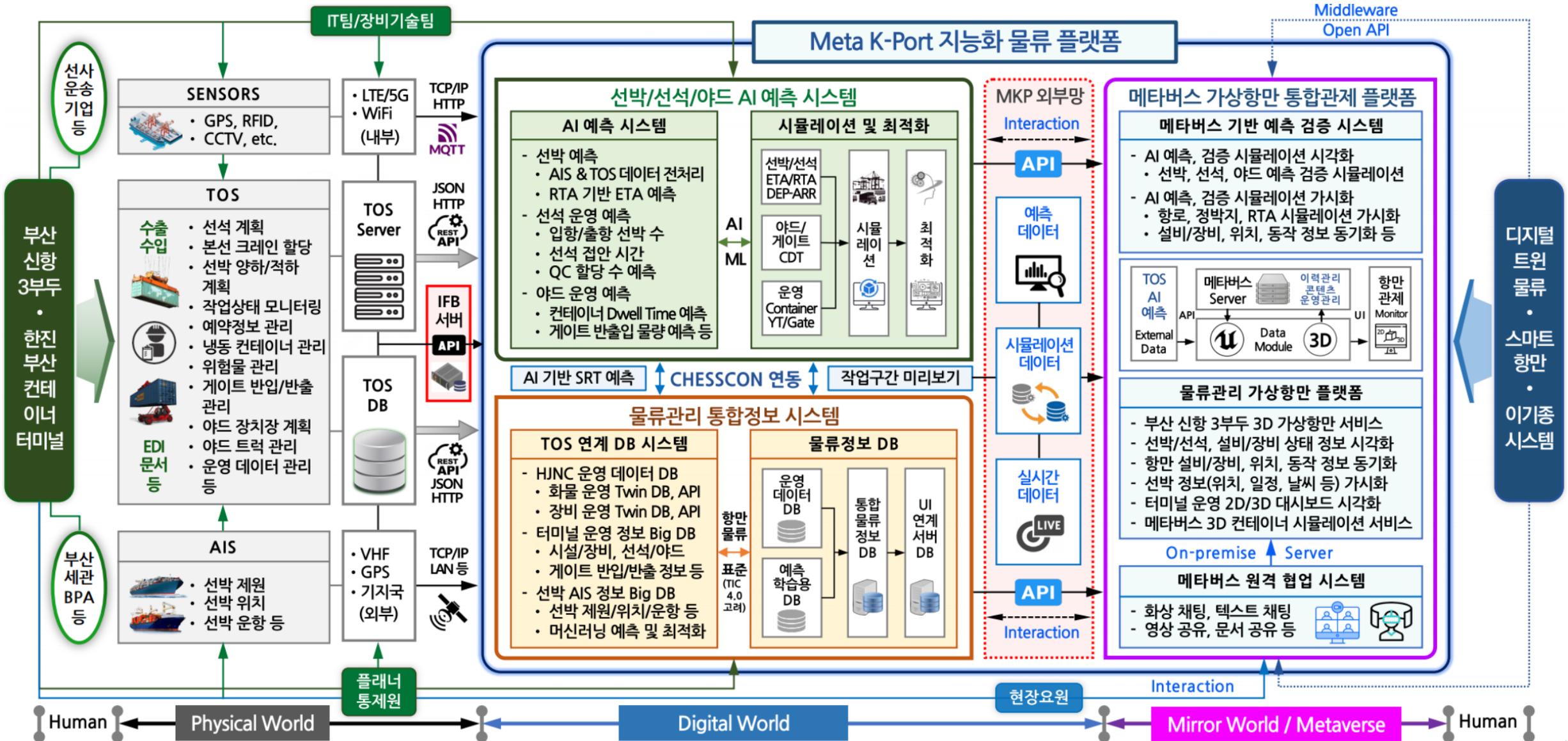
■ 고속연도
한계/제약

부산신항 3부두 컨테이너터미널을 기존 솔루션에서 메타버스 AI 기반의 물류 플랫폼으로 전환하여 항만 생산성 및 업무 효율성 향상



3. AI 기반 메타버스 항만 플랫폼 아키텍처

3부두 터미널운영시스템(TOS)과 연동하는 메타버스 가상항만 통합관제, AI 예측/시뮬레이션, 물류관리정보, 협업 시스템으로 설계



디지털 트윈 물류 · 스마트 항만 · 이기종 시스템

메타K-포트 플랫폼 시스템은 ① 메타버스 가상항만 ② 선박/선석/야드 AI 예측 및 시뮬레이션 ③ 물류정보관리시스템

2025년 META K-PORT 지능화 물류 플랫폼

1-1 메타버스 가상항만 복합 공간 구축

지형, 시설, 설비, 장비 3D 모델링 및 언리얼 엔진 구현

2-1 선박(ETA) AI 예측 시스템

선박 데이터 전처리를 통한 AI 기반 ETA 예측

2-2 선석(Berth) AI 운영 예측 시스템

AI 기반 선박, 컨테이너, 크레인할당, 접안 예측

2-3 야드(Yard) AI 운영 예측 시스템

AI 컨테이너 체류시간, 게이트 반출입물량 예측

3-1 메타버스 물류 트윈 DB 및 API

TOS 운영 데이터 연계 API 등 구축

1-2 메타버스 가상항만 동기화 시스템

한진TOS 기반 3D 가상항만 데이터 연동 및 시각화

메타버스 AI 기반 가상항만 운영 통합관리플랫폼

부산항 신항 제3부두 한진부산컨테이너 터미널 통제실, 사무실

2-4 AI 예측 검증 시뮬레이션 시스템

AI 기반 선박/선석/야드 시뮬레이션, 최적화

3-2 HJNC 터미널 운영 Big DB

3부두 운영 관리 통합정보 시스템 구축

1-3 메타버스 기반 예측 검증 시스템

1-6 메타버스 3D 시뮬레이션 시스템

선박/선석/야드/게이트 AI 시뮬레이션 3D 시각화

1-4 메타버스 가상항만 통합관리시스템

메타버스.AI 기반 가상항만 통합서비스

1-5 메타버스 다자간 가상협업 시스템

HJNC 운영관리자 간 의사결정 협업 지원

2-5 AI 검증(체스콘 연동) 시스템

2-6 AI 검증 작업요구시간(SRT)

AI 최적화에 대한 체스콘 환경구축 및 연동

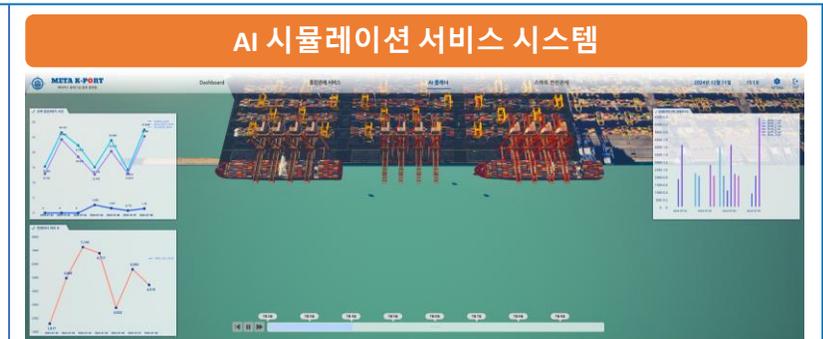
3-3 선박 AIS 정보 Big DB

실시간 운영 DB, 예측 학습용 DB, 예측 결과 DB, 통합물류정보 DB 구축

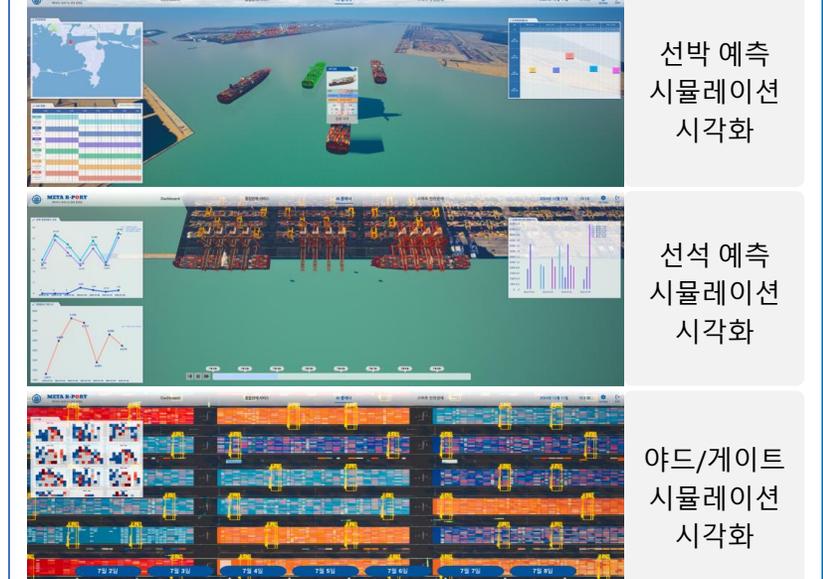


부산 신항 3부두 현장, TOS 데이터를 3D 시각화 및 동기화한 메타버스 가상항만 기반의 AI 물류운영관리 시스템 구축과 서비스 제공

- 현업중심 그래프/도표를 통해 주간 리포트 및 터미널 내의 정보를 시각화하여 터미널 운영상황을 한눈에 보여주는 대시보드 시스템 구축
- 실시간 데이터 및 특정 과거 시점의 TOS 데이터를 통해 실제 항만의 운영 상황과 동일한 상황을 모니터링 할 수 있는 통합관제 서비스 제공
- 사용자의 입력(설정) 기간과 값 기준으로 AI 예측되는 터미널의 선박, 선석, 야드별 운영 상황을 시뮬레이션 할 수 있는 AI 시뮬레이션 서비스 제공



주요 작업 현황 데이터 연동 시각화



① 통합모니터링(대시보드) ② 선박/선석/야드 AI 예측 및 시뮬레이션 ③ 물류정보관리시스템(웹포탈) ④ 협업 의사결정 지원

순번	항목	기능명	내용	업무적용	신규개발 여부	기존 시스템 연동항목
1	통합모니터링 (대시보드)	터미널 공간, 시설, 설비, 장비 3D 가시화, 동기화	66만m ² 공간, STS, ARMGC, Y/T, R/S, 컨테이너 실시간 TOS 동기화(도면 기반 레이아웃)	운영업무	신규	TOS 내, 2D 화면으로 제공되며 터미널 내 설비 구성 기반 레이아웃으로 실제 환경과 동일하지 않음
2		실시간 항만 터미널 운영KPI 모니터링	선석(크레인), 장비기사 생산성(주의 알람), 모선/야드 Job Type 현황, 야드 장치율(주의 알람)	운영업무	신규	TOS 내, 단순 테이블에서 생산성 부분 데이터 수치만 제공되며, 실제 생산성과 장치율을 직관적 확인 불가
3		실시간 터미널 운영 업무 현황 연계 모니터링	터미널 플래너의 실시간 본선 작업, 선석 배정, QC 배정 업무 모니터링(가상항만 통합정보조회)	계획/운영	신규	개별시스템(HJNC정보조회서비스)에서 해당 정보별 제공되며, 각 정보별 별도 확인해서 시간이 소요됨
4		실시간 항만 터미널 기상 정보 모니터링	공공데이터 연계한 항만 터미널 기준, 기상 정보 표시 및 3D 모니터링	운영업무	신규	개별시스템(windy.com) 기상데이터 모니터링 제공받으며, 별도 시스템으로 인해 TOS와 연계/확인 불가
5		사용자 View 저장/복원, App Drag & Drop 기능	사용자 일상업무별 3D 위치/각도/좌표 선택, 업무App별 모니터 배치	계획/운영	신규	매일 업무시스템별 개별 모니터를 통해 화면에 표시해서 확인중
6	선석, 야드 예측	AI 기반 터미널 선석(접안선박) 예측	기간별 입항 선박 수 예측, 추세분석, 하역 컨테이너양, QC할당 점유율	선석계획	신규	기존 AI 선석 예측이 없었으며, 선사에서 공유하는 근시일 정보만 제공받음
7		AI 기반 터미널 야드(장치장, 게이트) 예측	컨테이너별 Dwell Time(CDT), 게이트 반출입 물량, 집중 물동량 예측	야드계획	신규	기존 컨테이너 적재 위치 선정(CDT 미적용)만 있어서, 야드계획 수립시 고속런자와 경험에 크게 의존
8		실시간 TOS 기반 작업구간(12h) 미리보기	터미널 운영 작업 수행에 대한 운영 결과를 고속 수행하고, 결과 확인	야드계획	신규	기존 유사 시스템 없음
9		항만 터미널 TOS 연계 운영 재 현	최근 수일간 터미널 TOS 운영 데이터를 연계한 3D 시각화 재현	운영업무	신규	기존 유사 시스템 없음



본 기능 서비스와 항만물류 글로벌 기술표준 TIC 4.0과 터미널 TOS 연동 연구에 대한 세부내용은 별첨자료 참조

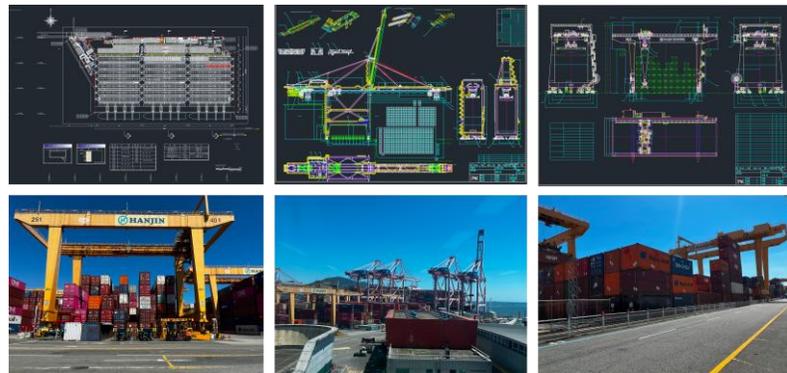
순번	항목	기능명	내용	비고	신규개발 여부	기존 시스템 연동항목
10	운영 시뮬레이션	야드 컨테이너 배치 이동 시뮬레이션	특정시점의 야드 로우, 베이, 티어 입력에 따른 T/C 핸들링 시뮬레이션	야드계획	신규	기존 유사 시스템 없음
11		AI 기반 항해 선박 ETA, RTA 예측 시뮬레이션	실시간 선박 이동 경로 생성, 이동 속도 입력, 도착예정 시간, 필요속도	계획/운영	신규	개별시스템(포털체인)으로 관심선박의 실시간 위치 파악하고, 선사 통해서 도착예정 시간을 공유받음(TOS 미연계)
12		AI 기반 선석(접안선박) 운영 시뮬레이션	선박 도착과 출발, 선석 배정 및 최적화, 선박 처리량 및 대기시간	선석계획	신규	기존 유사 시스템 없으며, 선석계획 수립시 고속연자와 경험에 크게 의존
13		AI 기반 야드, 게이트 운영 시뮬레이션	컨테이너 장치 분류 및 이동 재현, 입출구에서 차량 흐름	야드계획	신규	기존 유사 시스템 없으며, 야드계획 수립시에 고속연자와 경험에 크게 의존
14	협업시스템	실시간 플랫폼 영상 공유, 화상채팅 협업	실시간 실행화면 공유, 사용자 간 화상채팅(비디오, 오디오, 텍스트)	계획/운영	신규	기존 별도 협업시스템 없으며, 수기/전화 협업

2차년도 HJNC 요구사항 신규/추가/변경에 따라 메타버스 가상항만 복합 공간 구축 및 3D 고도화 제작 및 구현 진행중

- 한진부산컨테이너터미널(HJNC)로부터 지형/건물/주요 설비/주요 장비의 도면 및 제원 정보 습득, 현장답사를 통한 실제 항만 터미널 촬영
- 한진 3부두 약 20만평 실제와 동일한 축척을 가진 가상 지형/건물/주요 설비/주요 장비 제작 및 배치 고도화 구현중

한진(HJNC) 컨테이너터미널 정보 추가수집

한진(HJNC) 지형/설비/장비 정보 수집(도면, 촬영)



한진(HJNC) 부산 신항 3부두 가상항만 구축 기획 고도화

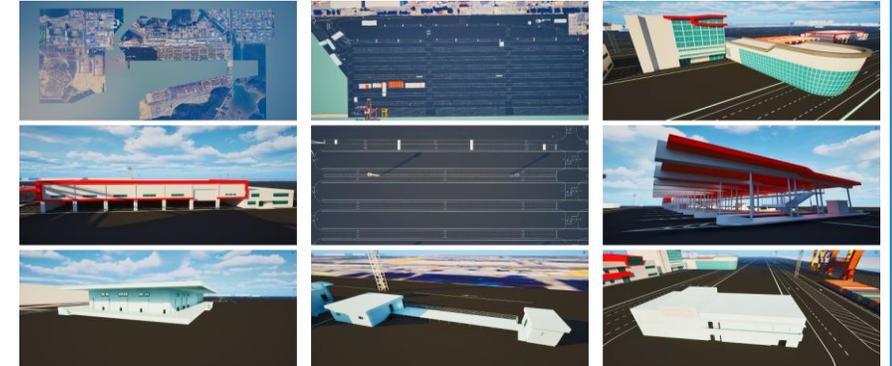
구분	명칭	제원
설비	STS 선석 장비	...
설비	ARMGC	...
설비	조명탑	...
장비	소형 선박	...
장비	중/대형 선박	...
장비	Tug ship	...
장비	아드 트럭/아드 사시	...
장비	Top Handler	...
장비	Reach Stacker	...
장비	이동식 멀티 벨터	...
장비	지게차	...
설비	20ft 컨테이너 6종	...
설비	40ft 컨테이너 14종	...
설비	유류/워털을 컨테이너	...
설비	냉동 컨테이너	...
장비	외부 트럭	...

장비 / 설비 구축 리스트

메타버스 3D 가상항만 공간 구축 고도화

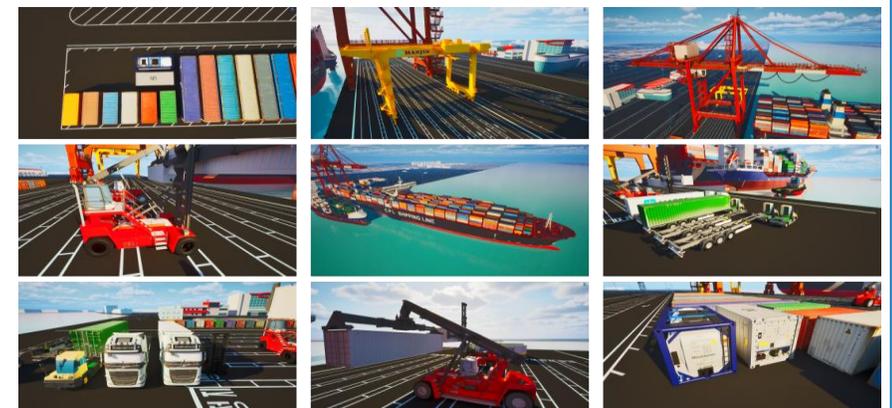
한진(HJNC) 컨테이너터미널의 지형/건물 구축(게이트, 작업공간, 운영본부, 기타 건물 등)

순번	구분	명칭	제작 여부		
			형상 제작 (가중치 : 50%)	최적화 (가중치 : 30%)	텍스처 고도화 (가중치 : 20%)
1	지형	아드 블록(1~21)	○	○	○
2	지형	TH 작업 공간	○	○	○
3	지형	주요도로/기타도로	○	○	○
4	지형	위성지도 가시지형	○	○	○
5	지형	산맥 및 주변 건물	X	X	X
6	건물	게이트	○	○	○
7	건물	운영본부	○	○	○
8	건물	세척장	○	○	X
9	건물	세관 검사장	○	○	X
10	건물	비트	○	○	X
11	건물	주유소	○	○	X
12	건물	정비소	○	○	○
13	건물	변전소	○	○	X
14	기타	기타 터미널 내 건물	○	○	X



한진(HJNC) 컨테이너터미널의 장비/설비 구축 및 제작

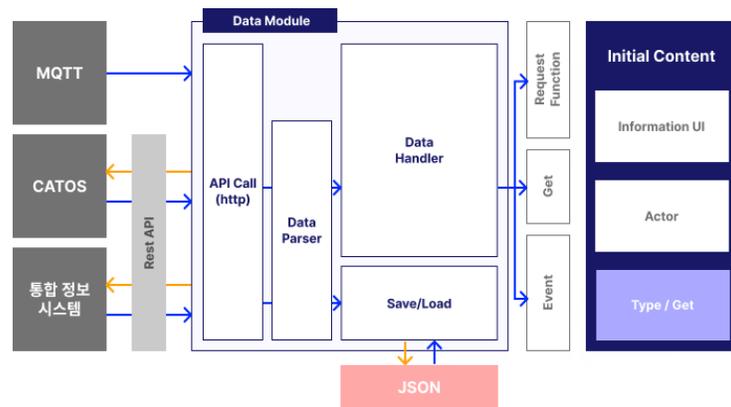
순번	구분	명칭	제작 여부		
			형상 제작 (가중치 : 50%)	최적화 (가중치 : 30%)	텍스처 고도화 (가중치 : 20%)
1	설비	STS 선석 장비	○	○	X
2	설비	ARMGC	○	○	○
3	설비	조명탑	○	○	X
4	장비	소형 선박	○	○	○
5	장비	중/대형 선박	○	○	○
6	장비	Tug ship	○	○	○
7	장비	아드 트럭/아드 사시	○	○	○
8	장비	Top Handler	○	○	○
9	장비	Reach Stacker	○	○	○
10	장비	이동식 멀티 벨터	○	○	○
11	장비	지게차	○	○	○
12	설비	20ft 컨테이너 6종	○	○	○
13	설비	40ft 컨테이너 14종	○	○	○
14	설비	유류/워털을 컨테이너	○	○	○
15	설비	냉동 컨테이너	○	○	○
16	장비	외부 트럭	○	○	○



2차년도, HJNC에서 구축, 업무하고 있는 실제 TOS의 실시간 데이터를 메타K-포트 플랫폼에 동기화 적용 및 부하테스트 등 진행

- Terminal Operating System(TOS) 인터페이스 분석 및 Meta K-Port(MKP) 상황판과의 데이터 연동중
- 한진 요구사항 신규/추가에 따라 TOS 동기화 데이터를 기반으로 통합모니터링(대시보드) 서비스를 통해 MKP 상황판에 고도화 구현중

API를 통한 MKP 상황판 데이터 연계 고도화



API를 통해 데이터 연계

- CATOS 데이터 중 MKP에 사용되는 주요 데이터의 데이터 연동 수행
- AI 예측/시뮬레이션 데이터 연동 수행
- 데이터 연동의 오차율은 V&V 시험을 통해 5% 이내로 검증 수행 계획



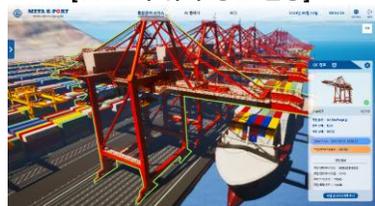
[YT 트럭 위치 정보 연동]



[컨테이너 배치 및 정보 연동]



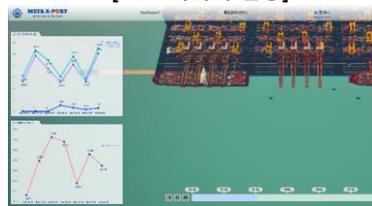
[CDT 데이터 연동]



[항만 장비 정보 연동]



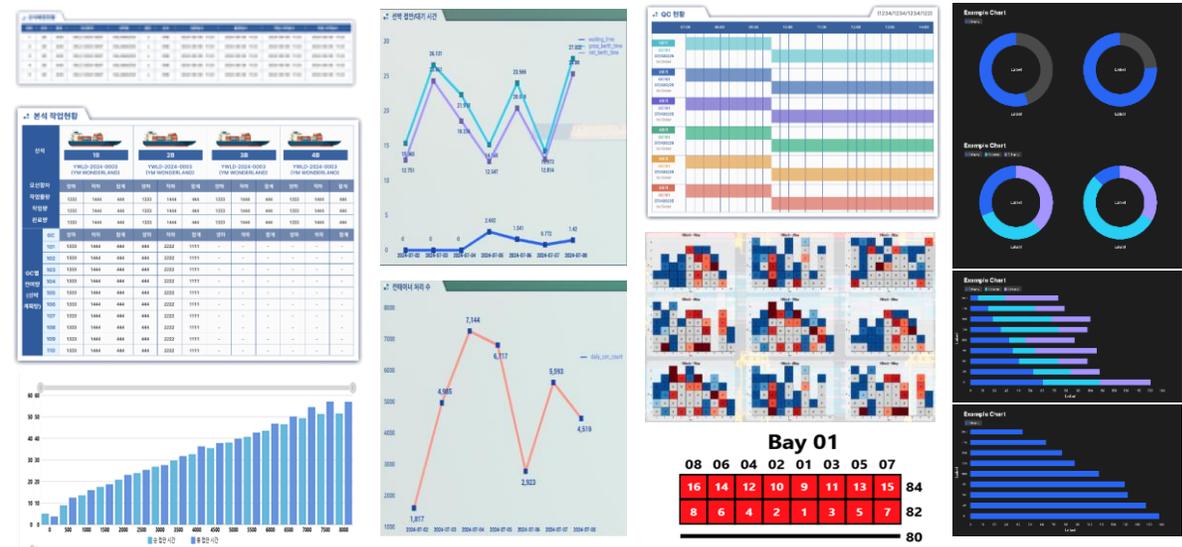
[선석 작업 목록 정보 연동]



[선석 배정 정보 연동]

가상항만 대시보드 서비스를 위한 데이터 동기화 고도화

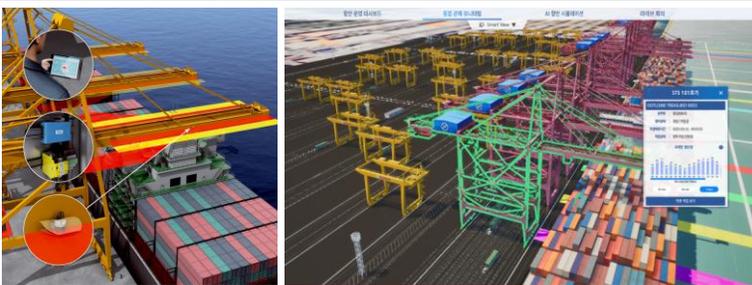
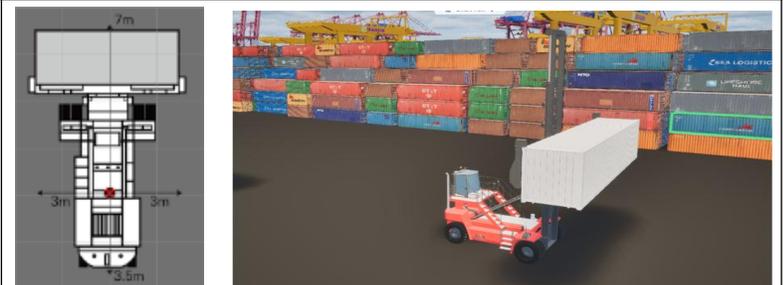
시각화를 위한 2D 대시보드 UI 그래프, 도표 12건 중 11건 제작 및 데이터 연동



AI 데이터 MKP 상황판 UI 연동 데이터 목록

- 선석 입항 척수 및 VAN 예측
- 선석 접안 시간 예측
- 주간 Report 정보
- 선석 배정 현황
- 본선 작업 현황
- QC 현황 정보
- 컨테이너 처리 수
- 선박 접안/대기 시간
- 단기/장기 예측 시뮬레이션
- Bay Plan
- CDT 예측 시각화

한진 3부두의 설비, 장비에 부착된 IoT 센서 디바이스와 통신을 통한 TOS 실제 데이터를 실시간 연동한 메타버스 가상항만 주요 목록

<p>야드 트럭(Y/T) 포지셔닝 GPS 센서</p> 	<p>야드 T/C GPS 포지셔닝 GPS 센서</p> 	<p>리치 스택커(R/S) 포지셔닝 GPS 센서 (계획)</p> 
<p>야드트럭 정밀측위 GPS 센서 (ex. CAYT GPS)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3부두 TOS의 실시간 Y/T 위치 정보 동기화 - 메타K-포트 실시간 컨테이너 상차Y/T 모니터링 	<p>ARMGC 정밀측위 GPS 작업 정보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3부두 TOS의 실시간 ARMGC 위치 정보 동기화 - 야드 장치장의 실시간 ARMGC 모니터링 - 스프레더는 작업 정보를 기반으로 추론 	<p>리치 스택커 정밀측위 GPS 센서</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3부두 TOS의 실시간 R/S 위치 정보 동기화 - 메타K-포트 실시간 R/S 위치 및 현황 모니터링
<p>수출입 컨테이너 위치정보</p> 	<p>안벽 STS 크레인 작업정보</p> 	<p>탑 핸들러(T/H) 포지셔닝 GPS 센서 (계획/협의)</p> 
<p>컨테이너 위치 정보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3부두 TOS의 실시간 컨테이너 위치 정보 동기화 - 실시간 컨테이너 위치 및 현황 모니터링 - 일반, 냉동, 위험물 컨테이너 배치 	<p>STS 작업 정보</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간 STS 크레인 정보 동기화 및 모니터링 - STS의 경우 장비 기사의 시간 별 생산성 - STS는 작업 정보를 기반으로 추론하여 위치 	<p>탑 핸들러 정밀측위 GPS 센서 (협의중)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3부두 TOS의 실시간 T/H 위치 정보 동기화 - 메타K-포트 실시간 T/H 위치 및 현황 모니터링

2-1. 선박(ETA) AI 예측 시스템을 통한 선박 대기, 접안 예측 서비스로 터미널 운영 생산성 향상

대상 선박의 현재 위치 및 날씨를 고려한 ETA(Estimated Time of Arrival) 산출 알고리즘

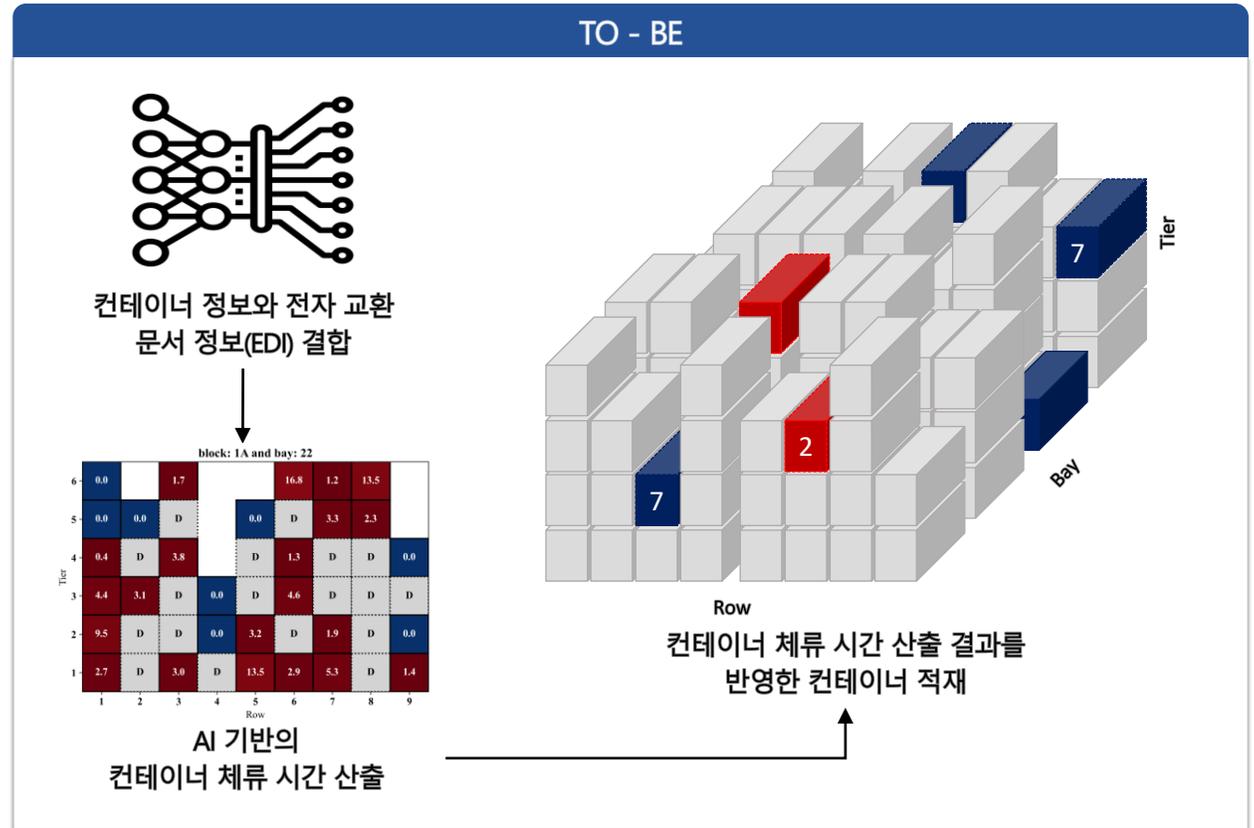
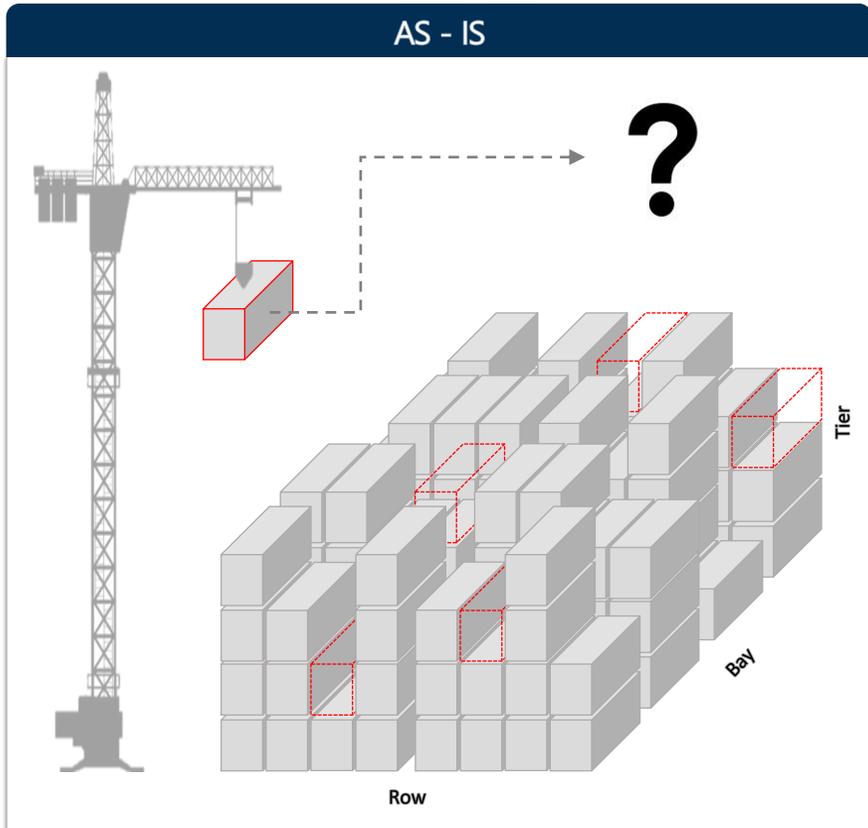
- 현재 플래너는 선박 ETA 예측을 위해 선석 계획 정보, AIS 실시간 모니터링, 날씨 정보를 각각 다른 화면에서 동시에 확인 중
- 본 과제의 선박(ETA) AI 예측 알고리즘은 해당 세가지 정보를 하나의 화면에서 통합적으로 확인 가능



2-3. 야드(Yard) AI 운영 예측 시스템을 통한 리핸들링 감소로 항만 터미널 생산성 향상

컨테이너 상태와 전자 교환 문서를 고려한 컨테이너 체류 시간 예측 알고리즘

- 야드 운영 과정에서 적재된 컨테이너의 반출 작업에는 반드시 리핸들링 작업이 발생
- 컨테이너 체류시간 예측 결과를 적재 과정에 반영하면 반출시의 리핸들링 작업을 줄일 수 있음



항만 터미널 게이트 반출입 물량 예측 제공을 통한 외부트럭 집중시간대의 게이트 컨테이너 물동량 예측으로 생산성 향상

시간대별 게이트 반출입 컨테이너 물동량 예측 알고리즘

- 기존 TOS는 단순 이력 정보만 제공하며, 시간대별·속성별 트럭 반출입 예측 기능이 부재함
- 본 과제의 게이트 반출입 물량 예측 알고리즘은 야드 내 혼잡을 사전에 완화하고 본선 및 야드 작업의 운영 안정성을 높일 수 있음

AS - IS




본선 생산성은 게이트 반출입 물량에 영향을 받고 있음

외부트럭은 예약이 불가하므로 시간대별 물량 예측이 어려움

운송사로부터 사전정보 수신 중이나 당일 처리로 예측 활용 한계

TO - BE

데이터 전처리 및 DB 적재

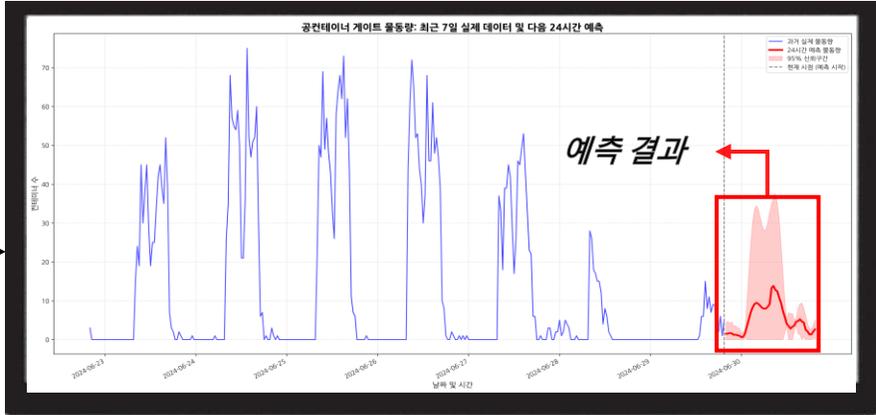


게이트 반출입 물량 예측 알고리즘



예측 결과 DB 적재





주요 시간대의 예상 Peak 부하를 사전에 파악하고 야드 혼잡을 완화함으로써 안정적인 터미널 작업 운영 가능

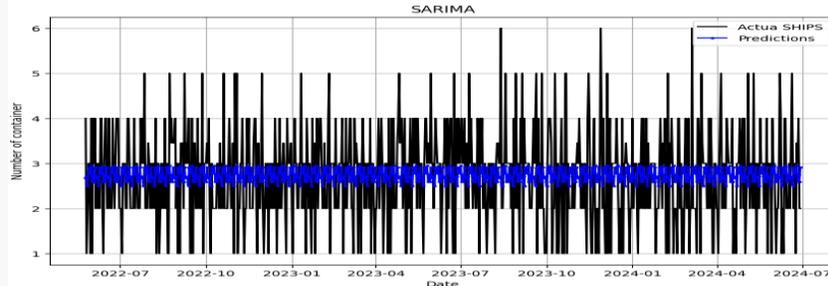
야드 할당 문제, 하역 장비 배치 문제 등 주요 운영 의사결정에 직접 활용 가능



선석, 야드 운영 이력 데이터를 기반으로 AI Machine Learning을 적용한 터미널 운영 예측 및 시뮬레이션 데이터, 기능 고도화중

입항 선박 수 예측

- SARIMA 모델을 활용
입항 선박 수 예측
- > 일일 도착 선박 수 예측 -> 최적 PDF(확률밀도함수) 기반의 선박 도착 시간별 입항 선박 발생 -> 시뮬레이션 입력 자료로 활용

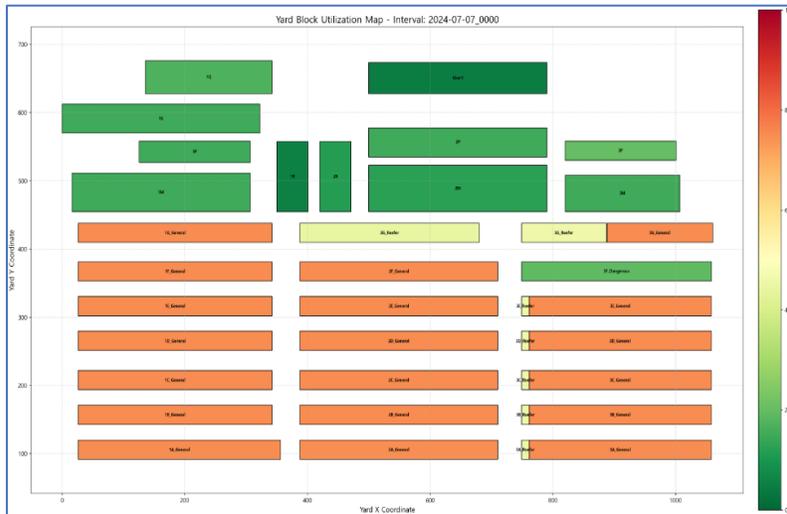


Model	정확도 (%)	Rank
SARIMAX	90.36 (%)	1
Gradient Boosting	89.36 (%)	2
XGBoost	89.32 (%)	4
Artificial Neural Network	66.93 (%)	5
Decision Tree	89.36 (%)	3

[입항 선박 수 예측 모델 평가지표] 정확도 : 90.36%

최적 스택킹 시뮬레이션 및 알람 기능 진행중

- 장치장 효율 우선
- 리핸들링 최소화
- ARMGC 운영 우선
- 리핸들링 추적 시스템 및 장치장 블록별 점유율이 80% 초과 시 알람 기능 구현중



웹포탈 화면구성(안)

- 컨테이너 터미널의 운영 효율성, 실시간 의사결정 지원, 안전성, 교육 강화
- 핵심 기능: 예측, 시뮬레이션, 최적화, 모니터링

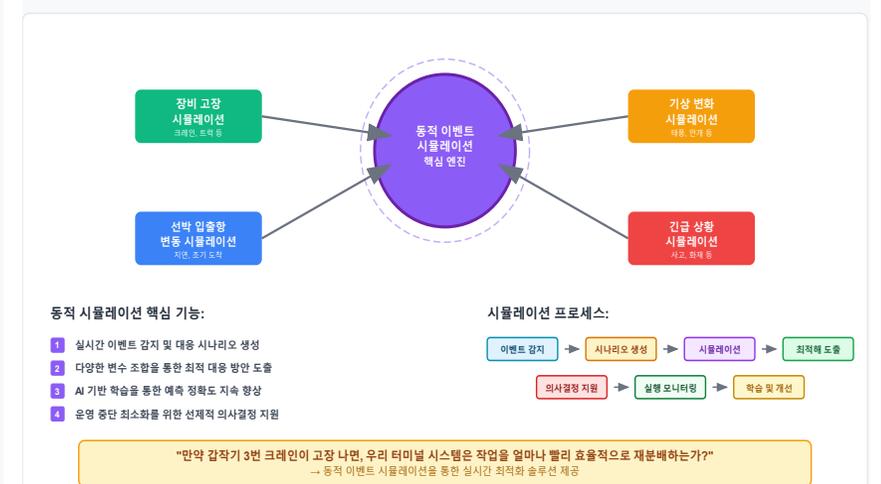
예측
Machine Learning
LT_Prediction
LT_Berth Simulation
LT_BayPlan Simulation
LT_(Un)Loading Simulation
LT_GateTruck Simulation
LT_Yard Simulation

Short-term Simulation
시뮬레이션, 최적화
Machine Learning
ST_Berth Simulation
ST_Berth_Sim_fixedberth
ST_Berth_Sim_greedy
ST_Berth_Sim_min_waiting
ST_Berth_Sim_max_product
ST_BayPlan Simulation
ST_(Un)Loading Simulation
ST_GateTruck Simulation
ST_Yard Simulation

Weekly KPIs
모니터링
Wk-on time arrival
Wk-calling ships
Wk-container throughput
Wk-crane productivity
Wk-berth productivity
Wk-ship turn-waiting time
Wk-berth occupancy
Wk-QC utilization

터미널 동적이벤트 시뮬레이션 기능

- 실시간 이벤트 감지 및 대응 시나리오 생성 기능
- 변수 최적대응 방안
- 예측 정확도 향상
- 의사결정 지원

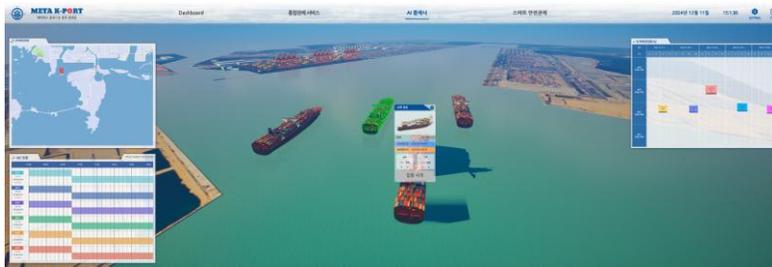




AI 선박 및 선석, 야드/게이트 운영 예측 및 시뮬레이션의 기능 데이터와 서비스를 기반으로 메타버스 시뮬레이션 3D 시각화

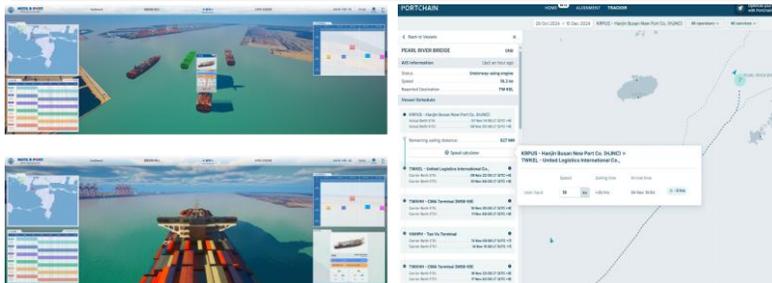
- 선박 예측 시뮬레이션 / 선석 운영 예측 시뮬레이션 / 야드 및 게이트 운영 시뮬레이션으로 구성된 메타버스 3D 시뮬레이션 구축
- 수요처(HJNC) 요구사항/협에 따른 2차년도 야드 특정시점의 T/C(ARMGC)의 컨테이너 시뮬레이션을 신규 구축하고 확장 가능성을 검증 계획

AI 선박 예측 기반 시뮬레이션

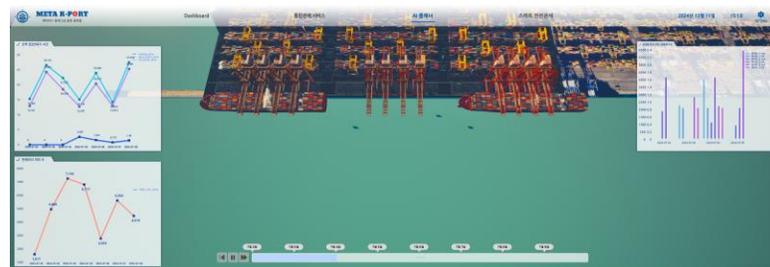


선박의 위치 정보 표시 및 선석 입항 과정 시각화

- 지도 및 ETA 예측을 통한 선박 이동 경로 예측 시각화
- 선박 이동 및 선석 배정 과정 시각화
- ETA 예측 데이터 및 ETD 예측 데이터 연계 활용

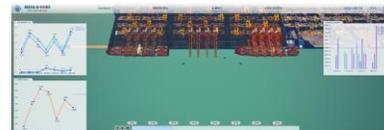


선석 운영 시뮬레이션

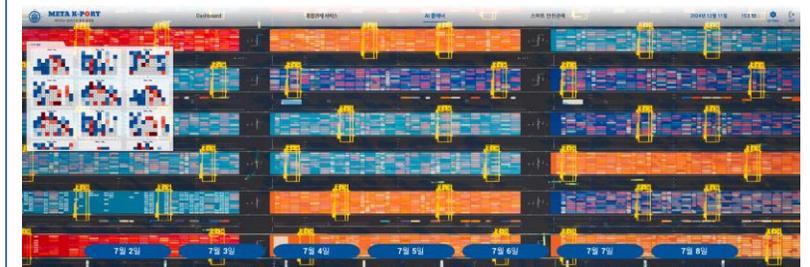


Timeline에 따른 선박의 입항 / QC 투입 수 시각화

- 선박의 접안/대기 시간, 컨테이너 처리 수 선석 별 작업 선박, 컨테이너 수 데이터 연계 활용
- Timeline에 따라 시간 변화에 따른 선석의 변화를 시각화



야드/게이트 운영 시뮬레이션



야드 내의 기간에 따른 Bay별 CDT 시각화

- 기간 별 예측 CDT(Container Dwell Time) 데이터 연계 활용
- 기간 별 야드 블록 별 활용률 데이터 연계 활용
- 색상 변화에 따른 야드 사용률 시각화

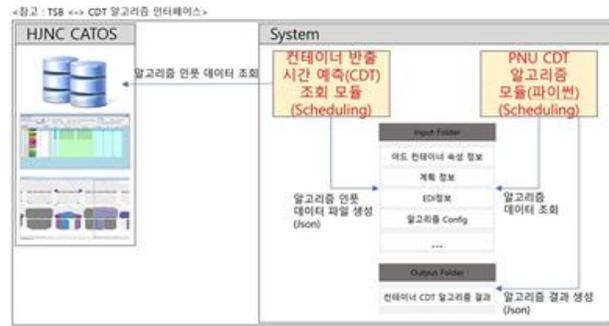




AI 운영 최적화 검증을 위한 시험 환경 시스템(CHESSCON) 연동 및 검증과 한진 추가요구사항에 따른 TOS 실시간 데이터 DB/API 고도화

- 수출입 컨테이너의 장치기간 CDT(Container Dwell-Time) 예측 알고리즘을 현장에 적용하기 전에, CHESSCON(에뮬레이션) 모의실험 환경 구성 및 효과 검증
- TOS 운영 쉬프트 프리뷰(Shift-Preview, 8 ~ 12시간) 미리보기, 하역장비 작업 수행 요구시간(SRT), 작업 주기 기반 작업 스케줄링 및 효율성 검증

CDT 예측 정확도 현장 시험 (실시간 TOS 운영 데이터 활용, 컨테이너 반출 모니터링)



CDT 연계 인터페이스 <정의서>

구분	구분명	구분 설명	구분 코드	구분 단위	구분 값
입력 데이터	Container ID	컨테이너 식별자	CONTAINER_ID	문자열	1234567890
	Arrival Time	도착 예정 시간	ARRIVAL_TIME	날짜/시간	2023-10-27 10:00:00
	Origin	출발지	ORIGIN	문자열	USA
	Destination	목적지	DESTINATION	문자열	KOR
출력 데이터	CDT	컨테이너 장치기간	CDT	시간	120
	Schedule	작업 스케줄	SCHEDULE	문자열	2023-10-27 11:00:00
	Equipment	하역 장비	EQUIPMENT	문자열	CRANE_01
	Operator	작업자	OPERATOR	문자열	WORKER_01

- CDT 예측 알고리즘 연계 방안 협의
- CDT 예측 정확도 시험 환경 구성
- CDT 예측 정확도 현장 시험 및 결과 분석 및 보완

체스콘을 활용한, 장치장의 재 취급 감소 효과 비교 분석

AS-IS (터미널 운영 결과)

일반적인 기존 HJNC TOS 시스템 운영 (장치 위치 선정시, TOS 시스템 오리지널 방식 적용)



VS.

TO-BE (터미널 운영 결과)

Dwell Time(CDT) 예측 정보를 적용한, HJNC TOS 시스템 운영

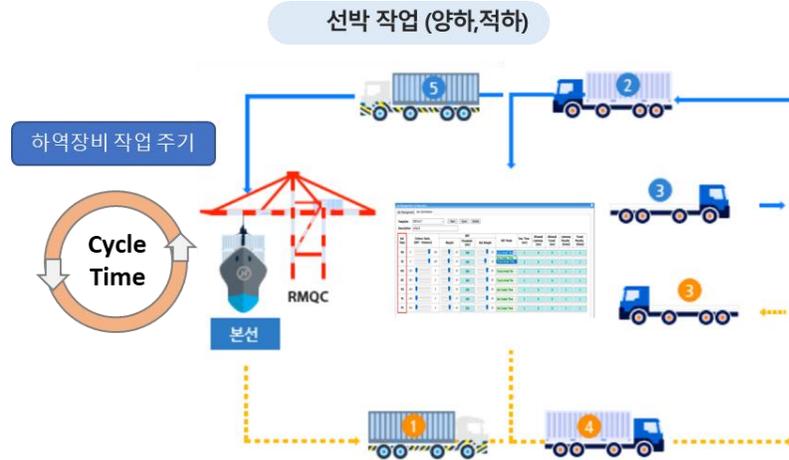
(장치 위치 선정시, TOS 시스템 방식에 CDT 값을 고려한 위치 선정)



하역장비 작업 주기(Cycle-Time) 예측 알고리즘 모델 개발 및 검증

하역장비 작업 수행 요구시간(SRT) 예측 시스템

- TOS 시스템의 장비 할당 및 작업 스케줄링 수행 시 각 하역 장비의 작업 수행 결과 서비스 요구시간(SRT:Service Request Time) 산출 시 적용
- 하역 장비 특성 및 작업자 특성, 작업 정보에 따른 수행 주기(Cycle-Time) 분석
- 작업 수행 주기 예측 알고리즘 개발과 TOS 적용을 통한 하역장비 작업 생산성 향상 검증



An aerial photograph of a busy port terminal, showing a large container ship docked at a pier. The ship's deck is filled with colorful shipping containers in shades of blue, red, and yellow. Several yellow gantry cranes are positioned along the pier, ready for loading and unloading. The water is a deep blue, and the sky is a lighter blue. The overall scene is a testament to global trade and logistics.

THANK YOU



별첨자료(참조)

[3-1] 메타버스 물류 데이터 트윈 DB 구축 및 API 개발



❖ TIC(Terminal Industry Committee) 4.0 국제 산업 표준 적용 연구

- (유래) 2018년 11월, 유럽 주요 터미널 운영사(PSA, DP World, HHLA 등)와 장비 벤더(Kalmar, Siemens 등)가 공동으로 TIC 4.0 설립
- (목적) 터미널의 디지털화, 상호운용성(interoperability), 자동화 장비 표준화를 위한 공통 데이터 언어(semantic standard) 개발
- (현황) 유럽 중심이지만, 미국·싱가포르·일본·한국 일부 기업도 연계 중 (2022년 기준 약 60여 기관 참여)

핵심 활동

- 통신 표준 프로토콜 정의 (JSON, MQTT 등)
- 장비 상태 및 이벤트 코드 표준화
- TOS-장비 간 인터페이스 정의
- 디지털 트윈, KPI 데이터 모델 통일화
- 테스트베드 운영 및 인증 프로세스 개발

핵심 활동

- 통신 표준 프로토콜 정의 (JSON, MQTT 등)
- 장비 상태 및 이벤트 코드 표준화
- TOS-장비 간 인터페이스 정의
- 디지털 트윈, KPI 데이터 모델 통일화
- 테스트베드 운영 및 인증 프로세스 개발



[3-1] 메타버스 물류 데이터 트윈 DB 구축 및 API 개발

❖ TIC(Terminal Industry Committee) 4.0 국제 산업 표준 적용 연구

- TOS 데이터 와 TIC4.0 표준 데이터 모델 특징 비교 분석
- TOS 연계 API 포맷을 TIC4.0 모델 기반 표준으로 변환 작업 진행(포맷 및 예제)
- TIC 4.0은 CHE 및 TOS, Carrier 등으로 구분하여 데이터 객체 모델 정의하며, 해당 객체 모델을 활용한 API 포맷 응용 변환 포맷 적용

구분	TOS 플랫폼 제공 API 포맷	TIC4.0 표준 포맷
목적	TOS 데이터 연계 결과, 데이터 정보의 제공	실시간 진행 데이터의 상태의 수집, 제공 목적
데이터 수집	작업 또는 이벤트 발생 단위에 대한 시간	필드별 값에 대한 발생 시간(timestamp) 관리
DATA 포맷	JSON 포맷	JSON 포맷
메시지 구성	헤더(4개 필드) + Body (다수 필드)	헤더(다수 필드) + Body (다수의 필드 그룹)
Body의 구조	단순 구조 : 모든 데이터(필드)가 하나의 root 필드 내에서 동일 레벨에서 나열	모든 데이터(필드)는 그룹화된 계층적 상관관계 속에서 나열
객체 항목(용어)	TOS 자체에서 규정한 사설 용어	TIC4.0에서 규정한 표준 용어
객체 항목(값)	TOS 정보 표현을 위한 데이터 항목 정의	다양한 동작/상태 표현을 위한 인스턴스 데이터 정의
값 유형	String, number	String, number, boolean 등

<Meta-K-Port TOS 데이터 연계 와 TIC4.0 표준 특징 비교 분석>

장치명	블록명	메시지 ID	대상	요청 단위	요구주기 (단위 초/s)	필드명	분류
장치장 블록 상세 정보 (TOS-1)	TOS-1-1	Block 정보	전체 or BLOCK	요청시		block, maxBay, maxRow, maxTier, facility, yfPos, yfEnter, bayDir, rowDir, x, y, deg, bayGap, rowGap, slotLength, slotWidth	장치장 블록 정보
	TOS-1-2	Block의 Row 정보	전체 or BLOCK	요청시		rowDir	장치장 블록 정보
	TOS-1-3	Block의 Bay 정보	전체 or BLOCK	요청시		bayDir	장치장 블록 정보
	TOS-1-4	Block의 Slot 정보	전체 or BLOCK	요청시		slotLength, slotWidth	장치장 블록 정보
	TOS-1-6	Berth 정보	전체 or Berth	요청시		berthNo	장치장 블록 정보
	TOS-1-7	Bits 정보	전체 or Bits	요청시		bits	장치장 블록 정보
	TOS-1-8	Layout 정보	전체	요청시		layout	장치장 블록 정보
	TOS-1-9	Config 정보	전체	요청시		config	장치장 블록 정보

TOS data
 • 블록 자원 정보

TIC4.0 data
 • 장치장 블록 자원 정보가 없음

TSB TOS 제공 정보
 ① Block/Row/Bay 자원(영향) 위치, 높이, YF 위치, 입출 방향, 슬롯 길이(W/L) 등
 ② Slot 정보(블록/베이/로/사이드, 구획여부 등)
 ③ Berth 정보(번호, W/WL, x, y, 최대레인 등)
 ④ Yard 내 Cargo/CargoVisit 정보, Carrier/CarrierVisit 정보

TIC 표준
 a. Yard 블록/베이/로에 대한 별도의 자원 규격이 없음
 * Yard ID도 없음

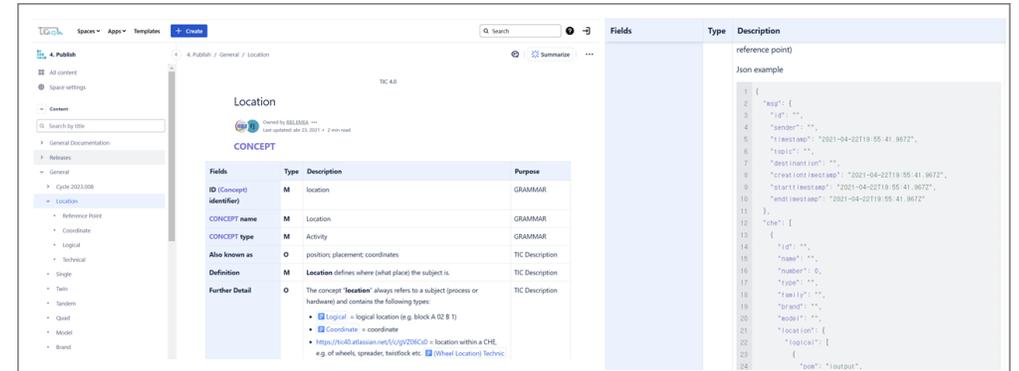
필드명	항목 설명	분류 1	TIC4.0 표준 항목 정보	비고
block	Block name/Number	Block 명칭	Sub-subject Subject-Id Subject-name	자체 TIC4.0
maxBay maxRow maxTier	Max. Bay Max. Row Max. Tier	최대 가용 베이/로/티어	block : { "maxBay": ..., "maxRow": ..., "maxTier": ...}	자체
facility	Facility Kind (Remark) T : TC, S : SC, R : RS, E : E	장비 종류	facility-type : "T"	TIC4.0
yfPos	Position of YF in block (Remark) S or E	YF 방향	orientation : { "qualifier": "YF" "value": "S"}	TIC4.0
yfEnter	Entrance of YF in block (Remark) S or E	YF 방향	orientation : { "qualifier": "YF" "value": "S"}	TIC4.0
bayDir	Direction of Bay Numbering (Remark) L : From left to right R : From right to left	Bay/ Row 방향	orientation : { "qualifier": "BAY" "value": "L"}	TIC4.0
x	X-Position	위치	coordinate : { "value": "37.12345", "qualifier": "WGS84" "value": "126.12345"}	TIC4.0
y	Y-Position	위치	coordinate : { "value": "37.12345", "qualifier": "WGS84" "value": "126.12345"}	TIC4.0
w	Width of block	사이즈	size : { "value": "6", "qualifier": "meter"}	TIC4.0
l	Length of block	사이즈	size : { "value": "6", "qualifier": "meter"}	TIC4.0

메시지 ID	대상	요청 단위	요구주기 (단위 초/s)	필드명	분류
TOS-1-1	Block 정보	전체 or BLOCK	요청시	block, maxBay, maxRow, maxTier, facility, yfPos, yfEnter, bayDir, rowDir, x, y, deg, bayGap, rowGap, slotLength, slotWidth	장치장 블록 정보




```

{
  "msg": {
    "id": "TOS-1-1",
    "sender": "TOS",
    "type": "block specification",
    "destination": "META Platform",
    "timestamp": "2024-11-20T09:30:15.113Z",
    "mode": "search"
  },
  "top": [
    {
      "id": "H2MC TOS",
      "type": "system",
      "name": "TOS",
      "yard": "1"
    }
  ],
  "size": {
    "length": [
      {
        "unit": "meter",
        "value": 6.45
      }
    ],
    "width": [
      {
        "unit": "meter",
        "value": 6.45
      }
    ],
    "orientation": [
      {
        "qualifier": "bay numbering",
        "value": "right"
      },
      {
        "qualifier": "row numbering",
        "value": "right"
      },
      {
        "qualifier": "yfPosition",
        "value": "east"
      }
    ]
  },
  "slot": [
    {
      "id": "1A",
      "type": "slot",
      "maxBay": "2B",
      "maxRow": "6",
      "maxTier": "1",
      "facilityType": "TC",
      "deg": "0",
      "orientation": [
        {
          "qualifier": "yfPosition",
          "value": "east"
        }
      ],
      "width": {
        "unit": "meter",
        "value": 6.45
      },
      "length": {
        "unit": "meter",
        "value": 6.45
      }
    }
  ],
  "yard": {
    "id": "1A",
    "type": "yard",
    "maxBay": "2B",
    "maxRow": "6",
    "maxTier": "1",
    "facilityType": "TC",
    "deg": "0",
    "orientation": [
      {
        "qualifier": "yfPosition",
        "value": "east"
      }
    ],
    "width": {
      "unit": "meter",
      "value": 6.45
    },
    "length": {
      "unit": "meter",
      "value": 6.45
    }
  }
}
    
```

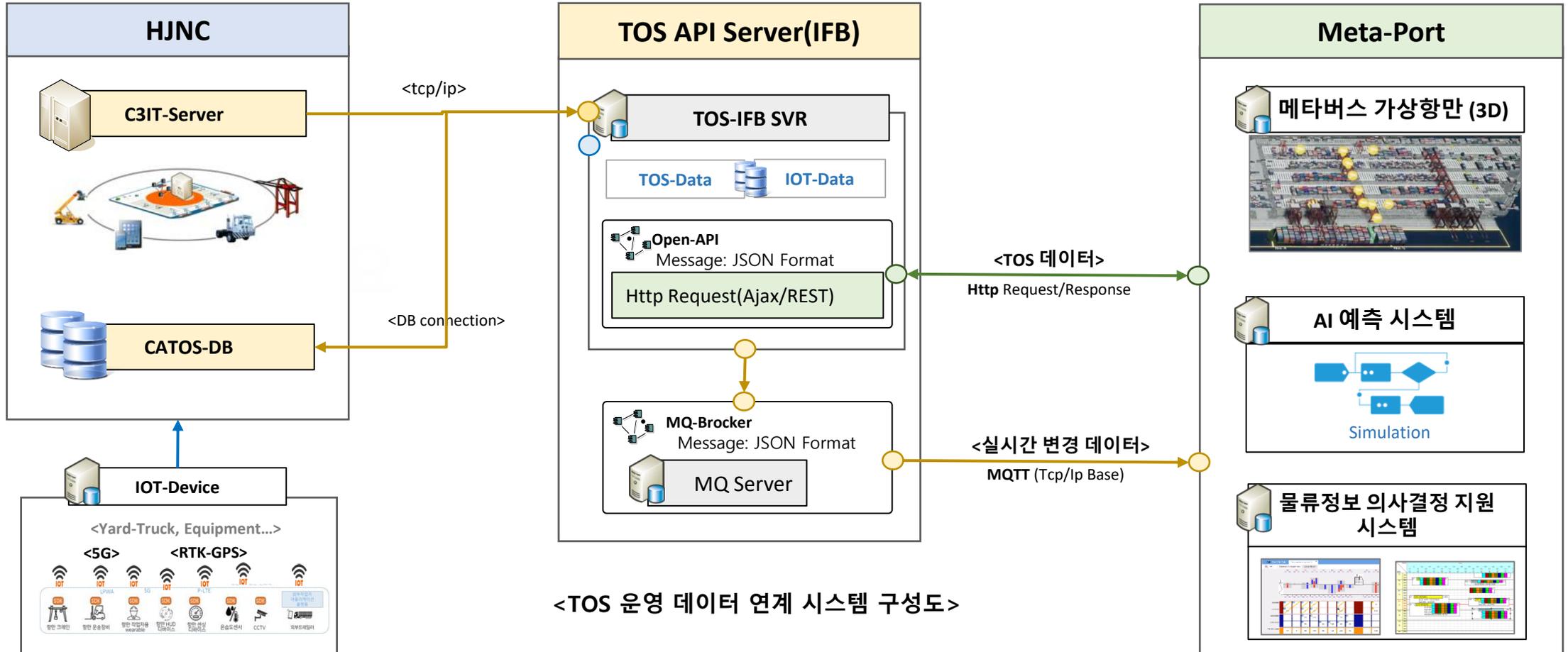


<TIC 4.0 Atlassian 사이트 및 데이터 포맷 예제>

<Meta K-Port 물류플랫폼- 요구 데이터의 국제표준(TIC4.0) 적용 연구: 용역보고서>

[3-1] 메타버스 물류 데이터 트윈 DB 구축 및 API 개발

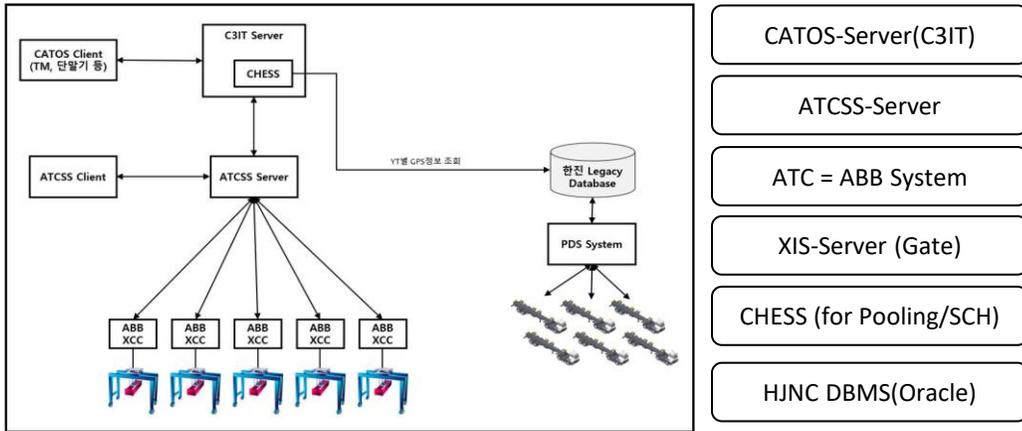
- ❖ TOS 운영 데이터 연계 API 시스템 설계: 시스템 구성 (API-Server)
- ❖ 실제 3부두 업무TOS 실시간 데이터 동기화를 위해, 우선 TOS와 동일한 시스템 구성에서 메타K-포트 프로토타입 연동



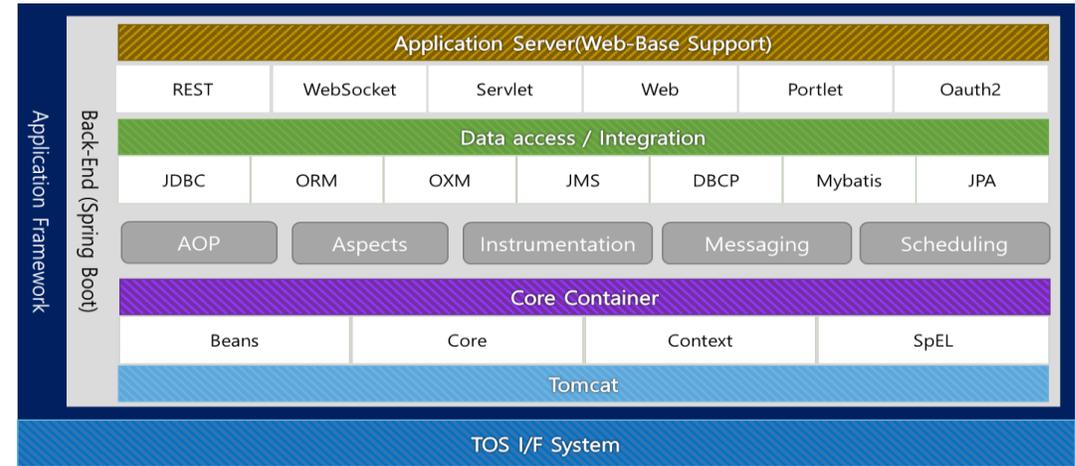


[3-1] 메타버스 물류 데이터 트윈 DB 구축 및 API 개발

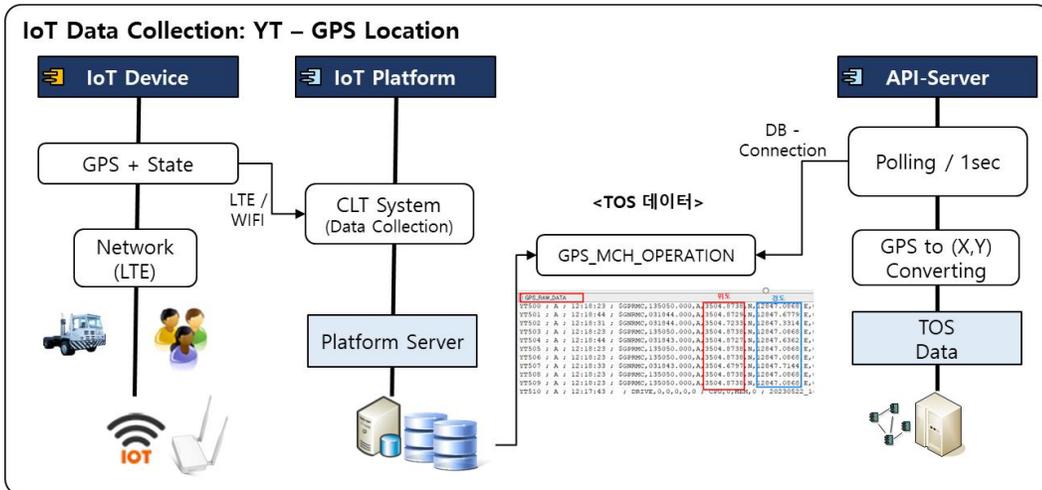
❖ TOS 운영 데이터 연계 API 시스템 설계: Back-End System Architecture



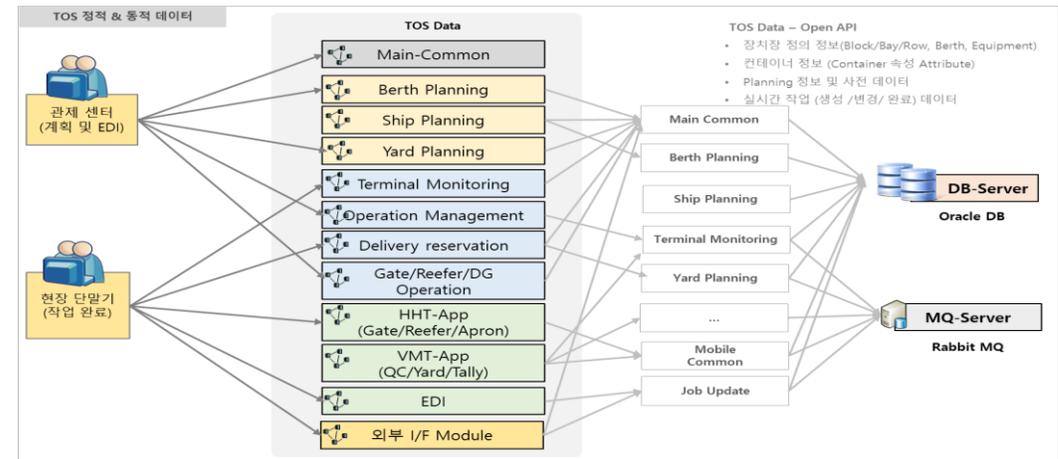
<HJNC TOS 시스템 구성도: C3IT/ATCSS/CHES>



<API-Server/IFB 시스템 개발 플랫폼: 아키텍처 설계>



<YT Location/GPS 데이터 수집 구성도>



<TOS Data Flow 분석 및 처리 방안 설계>



[3-1] 메타버스 물류 데이터 트윈 DB 구축 및 API 개발

❖ HJNC TOS DB 확보 및 운영 데이터 종류, 포맷 분석

<HJNC 터미널 운영 DB Description 분석>

<HJNC 터미널 운영 네트워크 메시지 분석>

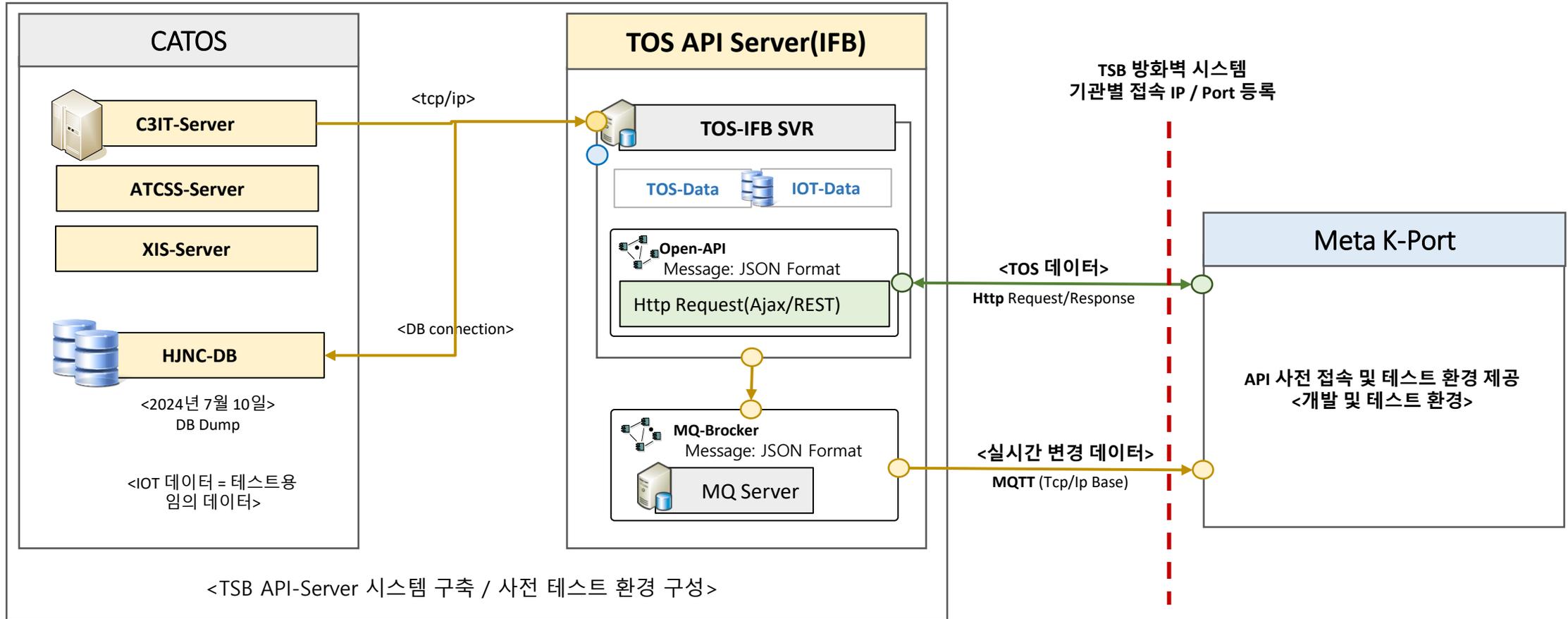
데이터 그룹	내용	대표항목
시설 데이터	<ul style="list-style-type: none"> · 항만 시설: 선석, 차로, 장치장, 게이트, 사무동, 배전실, 수리장, CFS, 검수/검량/세척장 등 · 항만 장비: RMQC, RMGC, RTGC, RS, EH, YT 등) · 현장 작업자: 관리자, 프래너, 장비기사, 현장 요원 등 · 장치장 컨테이너: 컨테이너 제원 및 보관 위치(Block-Bay-Row-Tier) 목록 	4 ~ 5 종 (+세부 항목)
예약 데이터	<ul style="list-style-type: none"> · 반출입 예약: COPINO, COPRAR, CODECO 등 · 선박 하역 예약: 선박 적부도(BAPLIE), 선적목록정보(CLL) 등 · 선박 제원(Vessel Particular) · 화물 트럭 제원 	3 ~ 4종 (+세부 항목)
계획 데이터	<ul style="list-style-type: none"> · 선석 배정 계획: 선석 입출장 일정 및 선석 배정 계획 (날짜, 접안 위치, 비트 정보) · 야드 운영 계획: 수출, 수입, 환적 컨테이너 속성에 따른 장치장 계획, 위치선정 · 선박 작업 계획: 컨테이너 양하, 적하 작업 실행 순서 계획 · 자원 배정 계획: 장비 및 작업자 배정 계획 	3 ~ 4종 (+세부 항목)
운영 데이터	<ul style="list-style-type: none"> · 장비 상태: 장비 운영, 수리/입고, 주차, 중단 등 상태 · 작업 중단: 작업 중단(Stoppage) 계획 및 상태 정보 관리 · 장비 배정: 장비 동차 시간/공간 범위, 장비 그룹, 장비 수량 등 · 장치 정보: Gate Kiosk, 차단기, RFID, OCR, GPS 등 · 작업 정보: 양적하 작업, 반출입 작업, 구내이적 작업 등 	4 ~ 5종 (+세부 항목)

<TOS 연계 데이터 항목 분류 및 대표 항목 추출>



[3-1] 메타버스 물류 데이터 트윈 DB 구축 및 API 개발

❖ TOS 운영 데이터 연계 <API 사전 테스트> 및 <연계 개발 환경> 구축 이후, 실제 3부두 TOS-IFB 연동





디지털 전환의 확대와 글로벌 항만의 스마트화 가속으로 정부는 해운 및 항만 물류산업에 스마트항만 구축을 추진

● 해운 및 항만 물류산업 글로벌 경쟁력 강화 ●

● 스마트항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략 ●

- 부산항과 광양항 등에서 스마트항만 구축을 추진
 - 스마트항만 기술산업의 국내 기반은 선진국에 비해 상대적으로 취약
 - 정부는 "우리 기업과 기술로 글로벌 스마트항만을 만들자" 는 비전 수립
- 2031년까지 국내 스마트항만 기술시장의 90%**
세계 스마트항만 기술시장의 10% 점유를 목표로 설정



- ① 세계 수준의 기술 기반 확보
 - ② 국내외 항만기술 시장 확보
 - ③ 산업 육성체계 고도화
- 세 가지 전략, 19개 추진과제를 담은 「스마트항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략」을 발표

지속가능한 국내 항만장비산업 성장기반 조성



2021.2.24

2021년도 과학기술정보통신부
5G기반 디지털트윈 공공선도 사업
스마트 항만물류 플랫폼 구축

2022.1.21

2022년도 과기정통부 등 부처 합동
메타버스 신산업 선도전략
세계적 수준의 메타버스 플랫폼
개발 및 구축

2023.1.19

2023년도 해양수산부
스마트항만 기술산업 육성 및 시장 확대 전략
부산항 신항 등을 세계 최고의
스마트 항만으로 개발

2024.3.14

2024년도 과학기술정보통신부
산업 메타버스 플래그십 프로젝트
메타버스 물류관리 플랫폼 및
서비스 개발



주요 선진국에서는 AI·디지털트윈 등 메타버스 기반의 선박 입출항 관리, 화물 흐름 최적화 등의 지능형 항만 운영 시스템의 개발에 투자 확대



미국
로스앤젤레스항

Port Optimizer 라는 클라우드 기반 정보포털을 통해 공급망 이해관계자들에게 실시간으로 해상 운송 데이터 제공

IoT 및 데이터 분석과 모바일 앱, 자동화 솔루션을 통해 운영 최적화 및 예측 유지 보수, 컨테이너 이동 최적화 구현



독일
함부르크항

함부르크항을 중심으로 독일 자체의 'SMARTPORT' 프로젝트를 통해 최적화 추진

지능형 항만관리시스템으로서 'smart PORT energy'와 'smartPORT logistics' 구축



네덜란드
로테르담항

스마트 항만을 구축하기 위해 'SMARTPORT' 조직을 설립하여 로드맵 수립

AI 알고리즘, 데이터 마이닝과 결합으로 선박의 안전한 입출항 예측, 선박 대기시간 감소, 접안 및 하역 최적화 등 목표



싱가포르
싱가포르항

세계적 수준의 효율·지능적 차세대 항만 건설과 스마트 항만 운영 및 자율시스템 구축

효과적인 해운항만 보안·안전시스템 구축과 지속 가능한 해운항만 환경 조성 및 에너지 이용



핀란드
오울루항

디지털 트윈 모형을 적용하여 항만의 성능을 효율적이고 직관적으로 분석

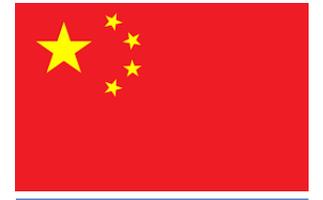
계획 시나리오에 따라 3차원 환경에서 데이터를 추적하고 시뮬레이션 진행



스페인
발렌시아항

디지털 트윈 모형을 구축해 하역장비의 실시간 작업 수행을 지원하기 위한 네트워크 연결 테스트 진행

고정밀 센서가 크레인, 트럭, 지게차에 장착되어 장비의 위치, 운용 상황, 에너지 소비에 대한 정보를 수집



중국
칭다오항, 선전항

정부 차원에서 중요 항만을 스마트 항만으로 구축 추진, 칭다오 항만은 지능형 항만 운영 세계 최고 수준

선전항의 Mawan Port는 디지털 트윈 모형과 실시간 감시 플랫폼을 구축, 컨테이너 야드 운영 프로세스를 시뮬레이션으로 수행