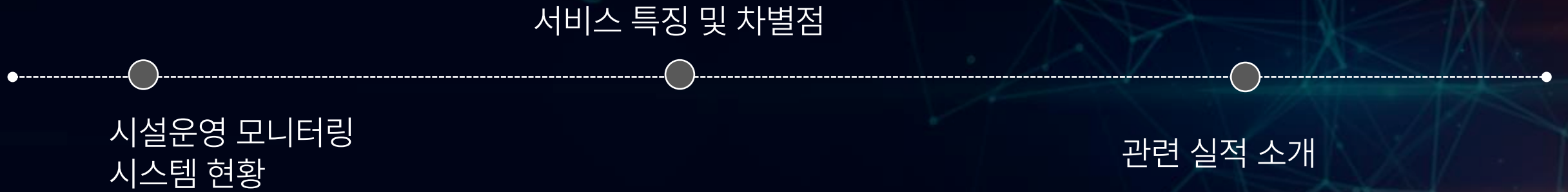


DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템

CONTENTS



DT기반시설/장비운영모니터링시스템

DT 기반 시설운영 모니터링 시스템

시설운영 모니터링 시스템 현황

일반적인 산업분야별 모니터링 솔루션 현황

Operational Technology 분야 솔루션 기업

- 설비제작(설계,조립,배선..)
- 시설구축(설계,조립,배선..)
- 설비/시설 제어(PLC 및 모터제어..)

← 솔루션 업체간 업무협업의 어려움 →

Informaiton Technology 분야 솔루션 기업

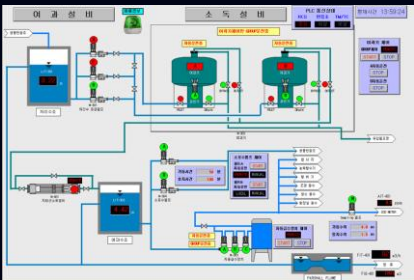
- 각종 산업 관리시스템(MES,SCM,WMS..)
- 자원관리 시스템
- 사무 자동화

OT(Operational Technology)분야 시설/장비 모니터링 시스템 구축 현황

- 시설 및 장비의 제어기단에서만 확인이 가능한 공정 데이터
- 가시성이 떨어지는 2D UI
- On/Off 및 아날로그 수치로써만 기록 및 가시화되는 데이터
- 시간과 장소에 제약적인 모니터링 환경

IT(Information Technology)분야 시설/장비 모니터링 시스템 구축 현황

- 산업과 시설장비 특성에 맞지 않는 통합 패키지 프로그램
- 산업현장에서 요구하는 핵심 공정데이터 및 가시화 분석 모델 방향성 상이
- 시설장비 데이터 인터페이스 미흡과 유연성/확장성의 한계
- 다소 과도한 초기구축비용



기준 정보	입출고 관리(바코드)	생산 실적	품질 관리
<ul style="list-style-type: none"> 지체신고 지체통입 제조오입 제조출고 출입차량 입출고 현황 	<ul style="list-style-type: none"> 작업지시 작업지시 이행(정수/비) 생산실적 정보관리 작업실적 현황 출고관리(조립/착용) 제조관리(조립/착용) 입출고 실적의 역방향 출하관리 입고관리 생산실적조회 공정물량조회 공정 투입/출하 관리 투입/출하/공정 재고조회 작업지시 관리 생산 실적조회 재정무입 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 기간별 물량현황 현황 물량별 물량현황 현황 기간별 비가용 물량현황 공정물량 현황 공정실적 상세서 출하장사 상세서 	<ul style="list-style-type: none"> 현장 시스템 작업지시 관리/공정지시 생산실적관리 작업지시 관리 물량관리 공정물량관리 제조/출하/입출고 입출고 인터페이스
<ul style="list-style-type: none"> 물량관리 생산실적조회 공정물량조회 공정 투입/출하 관리 투입/출하/공정 재고조회 작업지시 관리 생산 실적조회 재정무입 관리 	<ul style="list-style-type: none"> ERP 연동 기초정보 연동 입출고 연동 제조실적 연동 투입/출하 연동 생산실적 연동 출하장사 연동 	<ul style="list-style-type: none"> 모니터링 생산 라인 별 모니터링 공정별 모니터링 수주/판매 현황 모니터링 	



모니터링 시스템의 핵심요소인 **가시성 / 접근성 / 효율성 / 적합성 / 편의성** 을 고려한 **저비용** 솔루션 필요

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템

서비스 특징 및 차별점



DT(Digital Twin) 개요



Digital Twin?

현실 세계의 물리적 대상이나 프로세스를 디지털적으로 모델링한 것으로 이를 통해 실제 대상의 성능과 행동을 시뮬레이션 하거나 예측하는데 활용되는 기술

Digital Twin 활용방안

관측 모델

실시간 데이터를 통한 물리적 대상의
상태모니터링 및 사전 예방
Ex) 실험동의 설비 운영 현황 분석을
통한 이상징후 포착

운영 모델

모니터링 및 시뮬레이션 결과에 기반
한 대상 제어를 통한 운영 표준화
Ex) 조명, 밸브, 스위치, 온도 등의
원격제어 등

최적화 모델

다양한 데이터 기반의 분석 및 시뮬
레이션을 통한 운영 최적화
Ex) 이동동선, 설비가동률 확인을
통한 최적 배치 및 효율증대

DT(Digital Twin) 개요

Digital Twin 주요 기술



모델링

- 데이터 구조, 메타 데이터, 기능적 모델, 시스템 모델 등 구축
- 3D 모델 객체 인식 및 갱신 기술
- 기존 데이터 통합 및 정밀도 제고



시각화

- 데이터 압축/검색/운용 기술
- 멀티디바이스에서 활용이 가능한 기술(AR/VR 디바이스)
- 게임과 같은 영상처리, 렌더링 기술



연결

- 데이터와 가상객체간 연결기술
- 기존 시스템과 렌더링 엔진 연동 기술
- 유관 분야 데이터 연계/융합 기술



분석

- 3차원 공간 분석 기술
- 데이터 모델, 분석 모델
- 빅데이터 기반 분석 기술

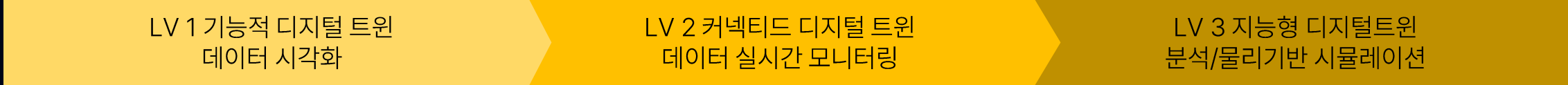
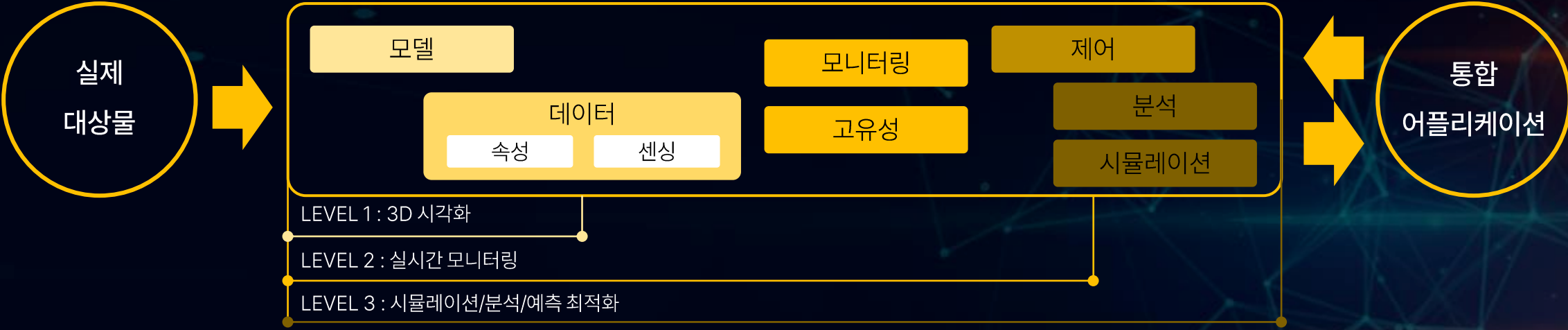


시뮬레이션

- 물리엔진 기반 시뮬레이션 기술
- 물리 모델, 시뮬레이션 모델
- 알고리즘 중심 기술
- ML/DL/RL

DT(Digital Twin) 개요

Digital Twin 구현 단계



- 실세계 모사, 미연결
- 디지털 객체로서 존재
- 3D 모델 데이터 확보

- 실세계와의 연결, 센싱 데이터 표현
- 단순 데이터 분석 및 시뮬레이션 제공
- 데이터 실시간 연동

- AI, 고급분석, 기계 학습 등의 적용
- 고급분석 및 시뮬레이션 제공
- 데이터 분석 / 물리 기반 시뮬레이션 구현

DT(Digital Twin) 개요

Digital Twin 구현순서와 LEVEL



DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 개요

실제 대상 시설 / 장비



3D
모델링
파일

.3DS	.SLDPRT	➔	.FBX
.DWF	.STEP		
.DXF	STL		

2D MODEL	➔	직접 모델링
실측자료		



모니터링
필요
데이터

생산량	불량	➔	실시간 확인필요 데이터 & 운영제어 요소정의
온도	습도		
진동	진력량		
개폐여부	가동률		
번위	중량		
두께			

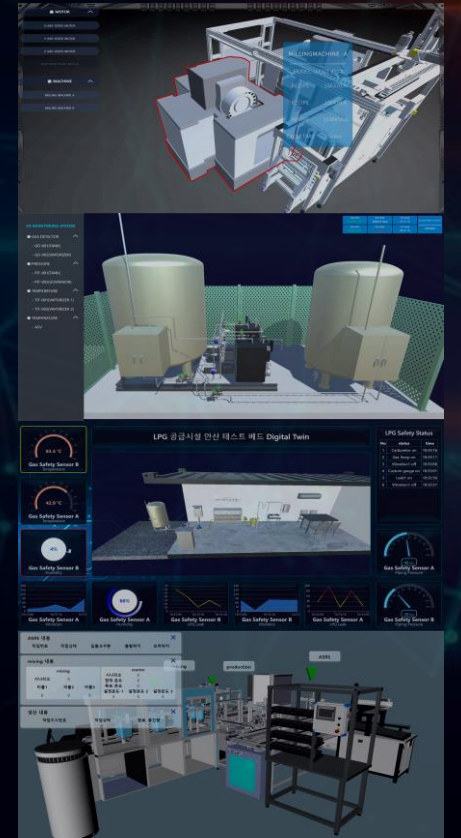


데이터
시각화
방식

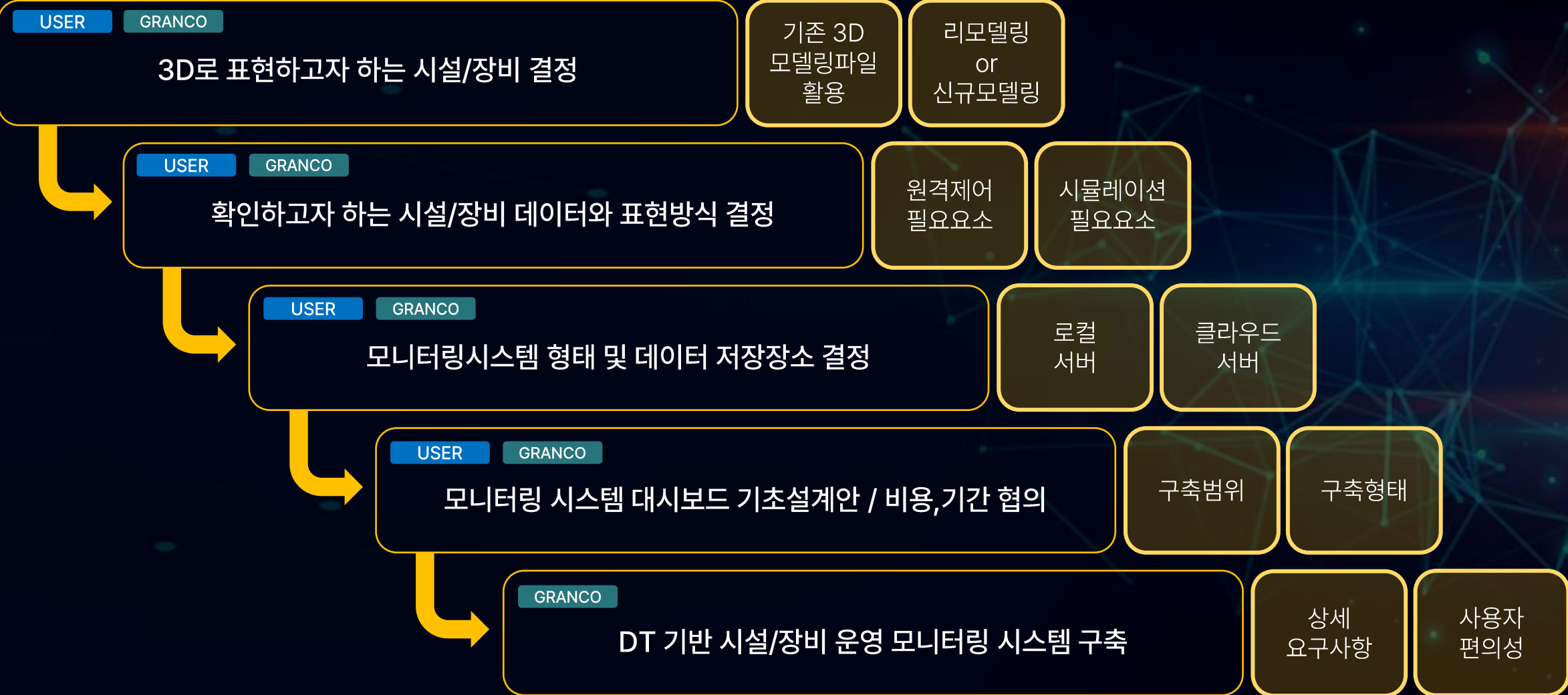
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		➔	데이터 표현 형태 정의



구현 된 DT 기반 운영 모니터링 시스템



DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 구축순서



DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 활용 및 고도화 방안

고장예측



- 시설/장비의 주요 고장 및 관리포인트 파악
- 고장 발생 관련 주요 Raw data(온도/습도/진동 등) 파악을 통한 고장예측분석모델 도출로 시험 장비 고장예측

- 시설/장비의 주요 관리요소(통신상태/전력/항온항습/소모품 등)의 데이터 수집 및 모니터링을 통한 관리자의 유틸리티관리 용이성 확보



유틸리티관리

가상교육



- 공정 및 안전교육에 활용할 수 있는 가상화방식(AR/VR) 적용
- 가상모델을 활용한 실감나는 교육환경 조성

- 시설/장비를 대상으로 한 3D 공간표현과 시험장비 3D 모델링, 장비의 가동률 및 주요 데이터수집을 통해 가상공간 내 장비의 효율적 배치 및 최적화



공정최적화

안전사고예방



- 시설/장비별 고 위험환경요소 및 인자 취급시에 따른 안전시나리오 구축
- 안전시나리오를 토대로한 안전 시뮬레이션을 통해 작업자 안전체계 확보

- 확보된 3D 공간 및 3D 모델링 Asset을 통해 구현된 가상공간에 관리자 및 작업자의 원격 가상공간 접근이 가능한 환경을 구축함으로써, 시간과 장소에 제약없는 소통체계 확보에 활용



가상공간접근

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 활용 및 고도화 요소

디지털트윈 기반 시설/장비 고장예측 방법론 적용

고장예측

시설/장비 고장예측을 위한 데이터 분석 방법

Health Indicator 생성 및 평가 모델

Health Indicator 생성

1. 설계고장 및 정비 자료의 특성 분석

- 고장 유형 정의 및 중요 고장 유형 추출
- 중요 고장 유형 특성값 추출 (발생시간, downtime, 주기, 조치내역 등)

2. 고장발생 단변량 원인인지 후보 도출

- 고장시점 기준 Para 변동을 분석하여 단변량 원인인자로 선정
- BM전후 trend 분석
- BM전후 유의차 분석 (T-test, F-test, Wilcoxon test, Logistic regression 등)

3. 고장발생 다변량 원인인지 후보 도출

- 데이터간의 선형 결합으로 데이터 전체 변동을 가장 적절히 설명하는 지표들 다변량 원인인자로 선정

Health Indicator 평가

1. 정의
: 관리선은 장치/설비의 정상 경계선을 뜻함

2. Trend 파악

정상

이상 발생

3. 관리선 설정
: 정상 데이터를 기준으로 σ 관리선을 설정 (ex. 3 σ , 6 σ)

4. 관리선 Revision
: 오류(False Alarm, Miss)가 발생 했거나 발생이 예상 될 때

- 공정/설비가 정상임에도 관리선을 벗어날 때 : **False Alarm**
- 공정/설비가 이상임에도 관리선을 벗어나지 않을 때 : **Miss**

잔여수명/고장확률 예측 모델링

목적 및 방법

1. 목적
: 장치의 잔여 수명을 예측하고자 함

2. 방법
: 모형 적합 시 종속변수 Y는 Para.변수 수집 시점과 고장 발생 시점의 차이 시간(시간)으로, 최초로 추정값이 0이 되는 시점을 활용하여 잔여 수명 예측이 가능함

다음과 같은 모형이 고려됨 : MLR, PLS, RIDGE, LASSO, SCAD, MCP, Bagging, Boosting, Random Forest, SVM

최소 예측 오차를 가지는 회귀 모형 선택

Ex) 잔여수명예측 결과

잔여 수명(시간)

150
48
12
0

10.01 10.08 10.15 10.22

고장 발생

고장 발생 예측 시점

> 생성된 수명 모델을 활용하여 수명 2일 전 Alarm 발생 시

- 설비 장애 원인 분석 수행
- 관리선을 넘어난 다변량 Indicator 검토
- 다변량 Indicator를 구성하는 단변량 Indicator 원인 탐색 및 조치

Alarm Rule 생성 모델

목적 및 방법

1. 정의
: 주의외 기간 동안, 사고가 발생할 것인지를 예측하는 Rule

2. 수립기준
: 최근 K개 중 k개의 Spec. Out 수 (예 : 5개 중 4개)

[사고 발생 예측 Alarm]

정의: 정상 예측 구간

Alarm 발생

고장 발생

3. 평가기준

- 누출율 : 사고가 발생했음에도 시점에 Alarm이 울리지 않은 비율
- FAR : Alarm이 울렸지만, 실제로는 사고가 발생하지 않은 비율

Ex) 고장확률예측 결과

평가 기준

Alarm 발생	설비 상태	이상	정상
	발생		Type I Error
미발생		Type II Error	

Type 1 Error : False Alarm
Type 2 Error : 설비 장애를 감지 못한 누출(MISS)

K	1	2	3	...	99	100
1						
2						
3						
...						
99						
100						

가중치가 적용된 Type I Error + Type II Error 가 가장 작은 K, k 조합을 찾는다.

트렌드 분석 모델

과거 n년간 고장 이력 패턴 확인

보장 프로세스

- 고장 이력 별 패턴 탐색** : 향후 n년간 발생하는 이벤트 정보를 세분화 하여 예지보전시스템에 적용
- 장비 교체 내역** : 과거 n년 교체 내역 데이터와 내구년도 데이터를 적용하여 정확도 향상
- 예측 이상치 보정** : 과거 n년간 동일한 계절 요인 등의 데이터를 참고하여 보정 ex) 최대값, 최소값, 증감률

오류 방지를 위한 HI 정보 예측

Door close duration (s)

2.0
1.5
1.0
0.5
0.0

10.17 10.21 10.25 10.29 11.01 11.05 11.09 11.13 11.17

100% - 85%
85-70%
<70%

> 상태 ※ Door HI = 최저 KPI Index를 계산하여 도어 오류 모니터링

Date	Health Index 1 day
10/20/19	98.92327531
10/21/19	97.82731899
10/22/19	94.35232926
10/23/19	94.76923831
10/24/19	98.73258307
10/25/19	87.67496893
10/26/19	82.3099851
10/27/19	0

> 지연시간 : 6
> Comments : 고장
- Pressure Regulator 교체

목적 및 방법

1. 목적
: 장비의 고장 확률을 예측하고자 함

2. 방법
: 모형 적합 시 종속변수 Y는 고장 여부(이므로, 최초로 추정값이 1이 되는 시점을 활용하여 고장 시점 예측이 가능함)

반응변수를 이산형으로 고려한 다음의 회귀 모형이 고려됨
ML, PLS, RIDGE, LASSO, SCAD, MCP, Bagging, Boosting, Random Forest, SVM

최소 예측 오차를 가지는 모형 선택

Ex) 고장확률예측 결과

고장 확률

1
0.7
0.4
0.1
0

10.01 10.08 10.15 10.22

고장 발생

고장 발생 예측 시점

> 생성된 수명 모델을 활용하여 수명 2일 전 Alarm 발생 시

- 설비 장애 원인 분석 수행
- 관리선을 넘어난 다변량 Indicator 검토
- 다변량 Indicator를 구성하는 단변량 Indicator 원인 탐색 및 조치

서비스 특징 및 차별점

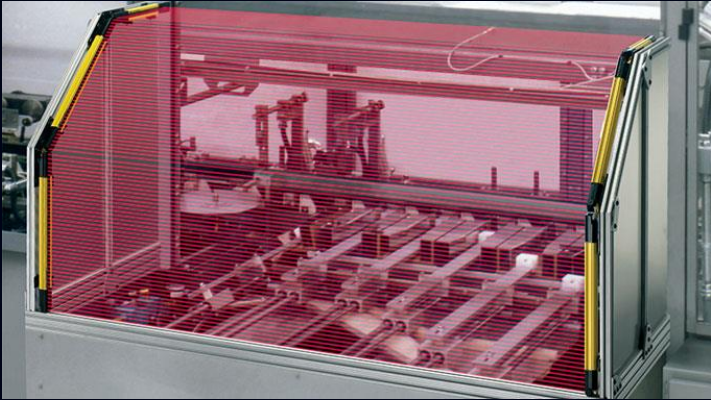
DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 활용 및 고도화 요소

시설/장비관련 안전사고예방 솔루션 적용

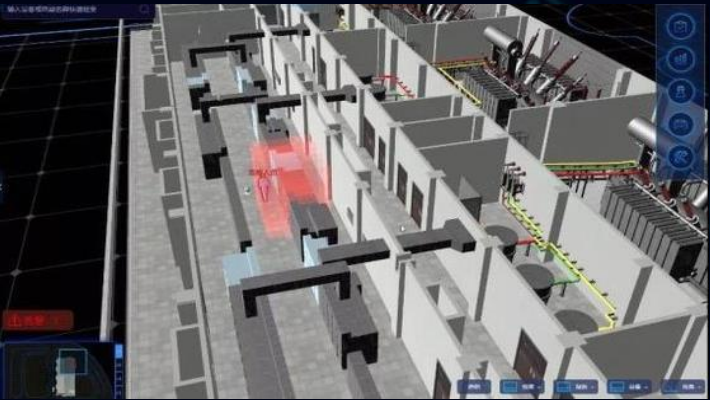
안전사고예방

시설/장비 운영자의 안전사고예방 솔루션

Machine Guarding



안전 시뮬레이션



작업자 안전예방 추적(AI CAM)



작업장 선택

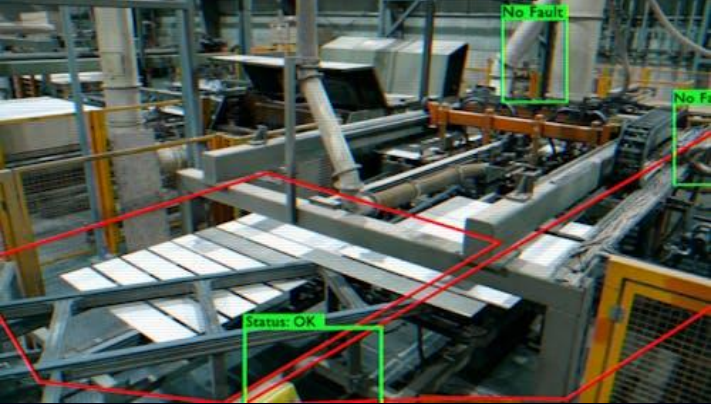
작업 위험도 Summary

UNDIFIED risk	1 task
HIGH risk	0 task
MED risk	0 task
LOW risk	1 task

동작/자세 정의

Efficiency

VA	10%
MA	10%



서비스 특징 및 차별점

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 활용 및 고도화 요소

디지털트윈 기반 시설/장비 유틸리티 및 소모품 관리

유틸리티관리 시설/장비에 대한 유틸리티, 소모품 관리 솔루션 적용

장비/시설 유틸리티 제어관리

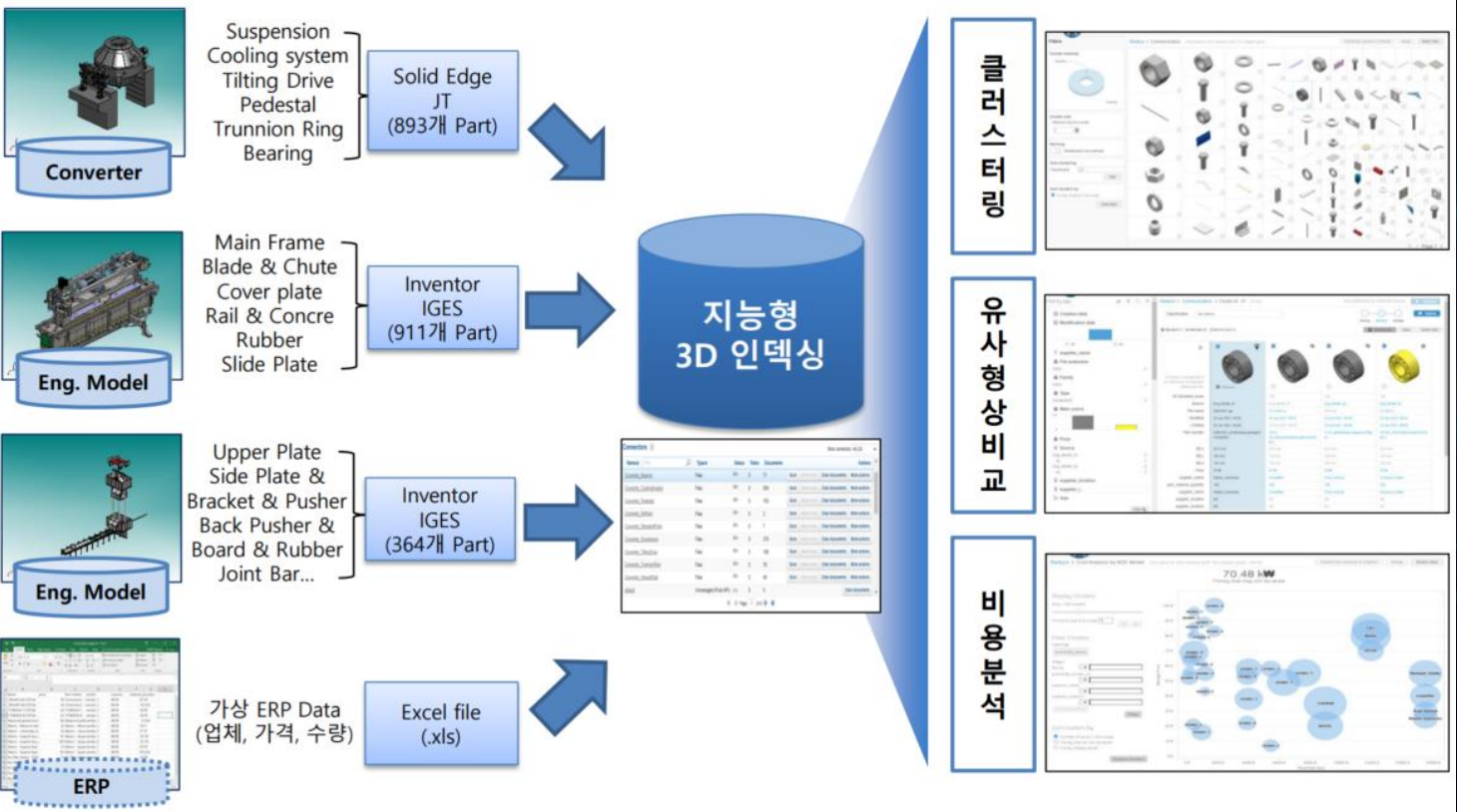
[종합모니터링] [장비관리]

[장비/시설 전력관리]

[장비/시설 조명관리]

[시설 방법관리]

장비/시설 비용 및 소모품 관리



서비스 특징 및 차별점

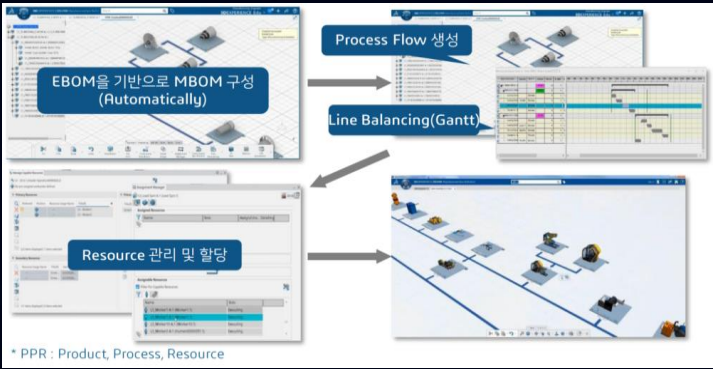
DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 활용 및 고도화 요소

디지털트윈 가상화 공간 내 시설/장비 배치, 시뮬레이션, 최적화

공정최적화

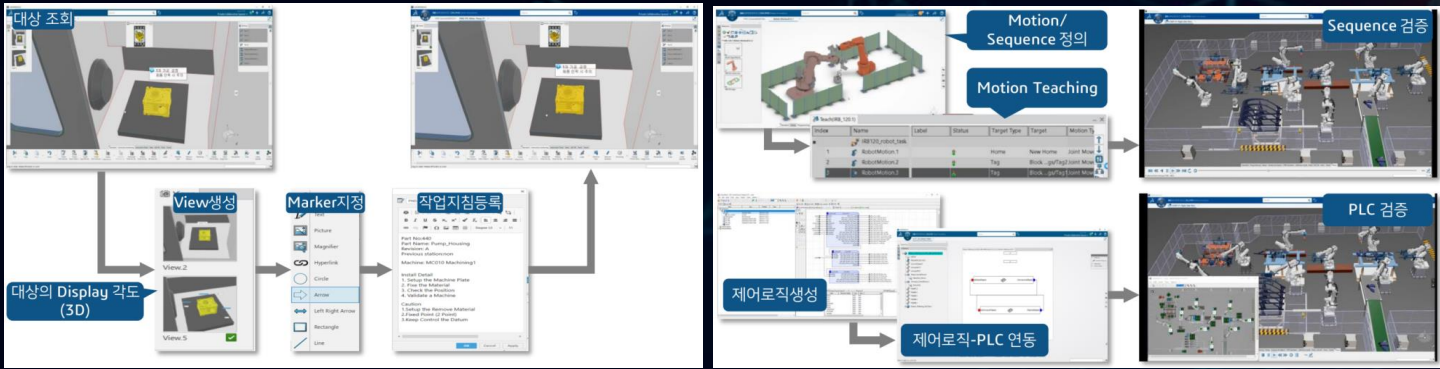
시설/장비 구성요소에 대한 3D 모델링 Asset 배치 및 시뮬레이션 적용

실험동 및 배치요소 3D 모델링 Asset 생성



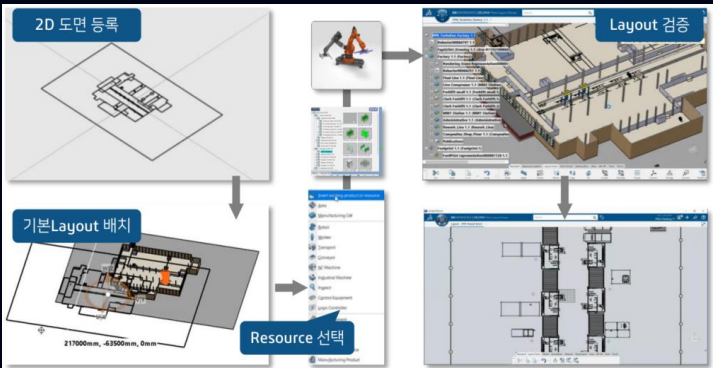
[시설 내 구성요소 3D모델링 Asset 라이브러리 생성]

부품/단위설비/설비제어연계/공정Flow 설정 및 가동 시뮬레이션

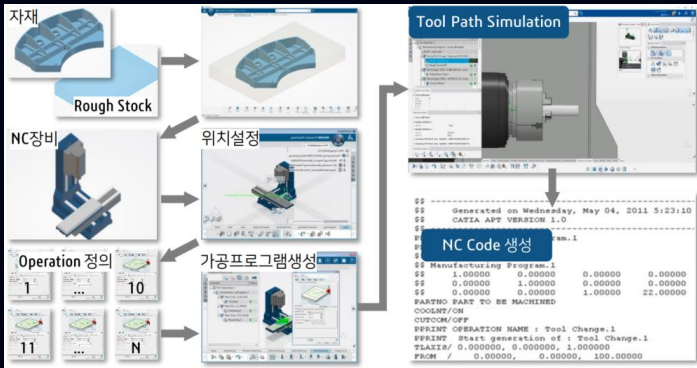


[부품 가동 시뮬레이션]

[설비간 제어 연계 시뮬레이션]



[시설 내 구성요소 Layout 배치]



[단위설비 가동 시뮬레이션]



[공정 Flow 설정 및 가동 시뮬레이션]

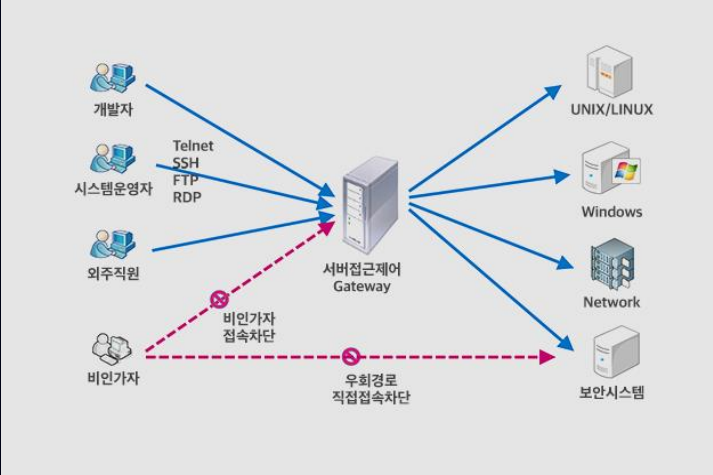
서비스 특징 및 차별점

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 활용 및 고도화 요소

가상화 디바이스 및 PC를 통한 디지털 트윈 공간 접근

가상공간접근 가상화 된 시설/장비에 대한 사용자 접근 보안 시스템, 접근방식, 실시간 의사소통체계 구축

사용자 가상공간 접근 보안 시스템 연구

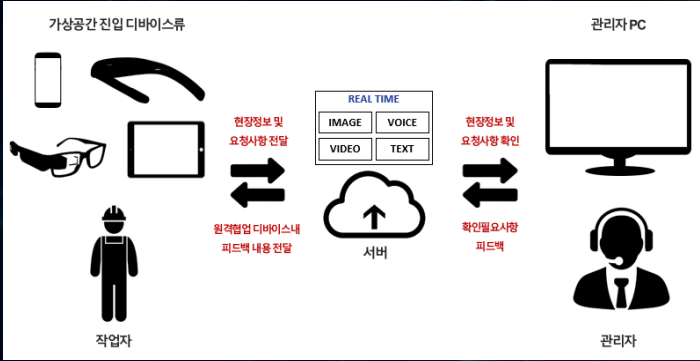


[원격접속 보안 시스템 연구]

사용자 가상공간접근 방법 및 전용디바이스와 가상공간 내 의사소통체계



[VR 방식 및 디바이스]



[유지간 가상공간 내 실시간 의사소통체계]



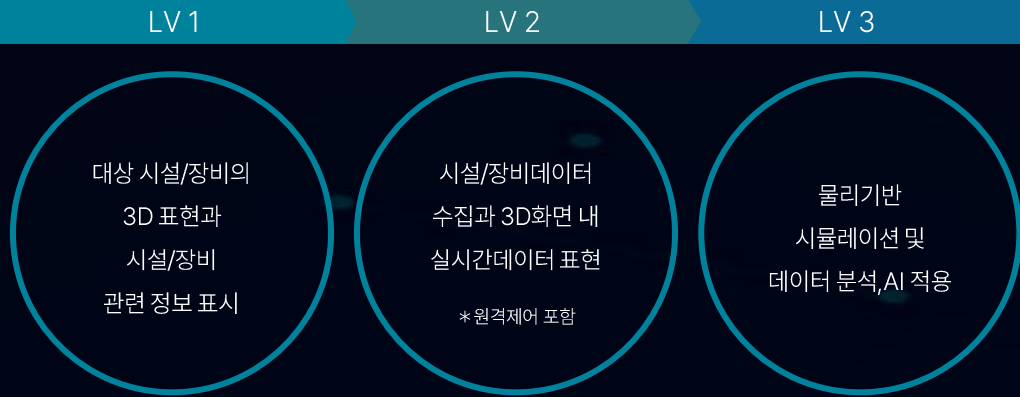
[Web base 가상공간 접근]



[가상공간 원격접속 예시]

서비스 특징 및 차별점

고객사 요구에 따른 DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템 구축 가능



고객이 요구하는 구축 범위에 따른 LEVEL별 솔루션 제시



기존 시설/장비 데이터 외 추가요청 데이터 수집 솔루션 제시



고객이 요구하는 데이터 처리/저장방식 협의



고객이 요구하는 화면구성 및 데이터 표현방식 협의 가능

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링 시스템

관련 실적 소개

한국LPG배관망사업단 디지털트윈 기반 LPG 공급시설 관리 시스템 개발

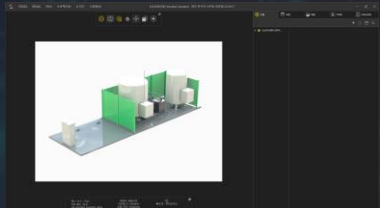
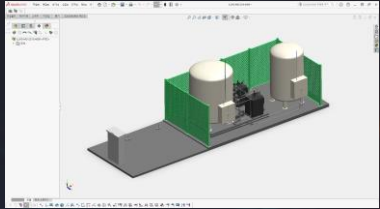


본 개발 프로젝트는 한국LPG배관망사업단에서 기초에너지인 LPG의 지역간 수급 불균형을 해소하고자 도서산간 지역에 설치되어 공급되는 소형 LPG 공급시설에 대한 디지털 트윈 기반 모니터링 및 원격제어, 운영관리가 가능한 맞춤형 시스템 개발 수행이력입니다.

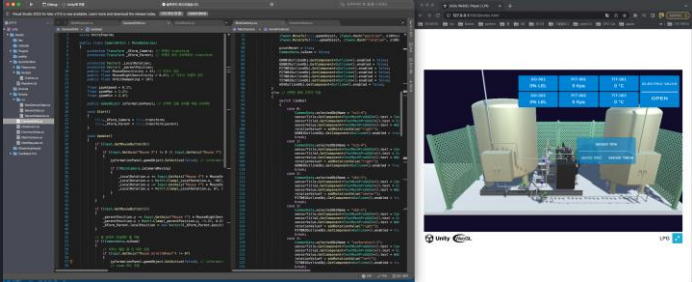


[대상물 확인]

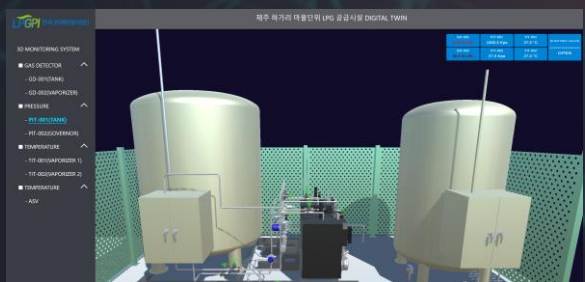
구분	시도명	시도 ID	종목 ID	종목 ID 범위	신용	수익률	조각	제어
7기	ADV	00-001	FULL_OPEN	병보 충전 상태	●	0-3	STA =	병보 충전
			FULL_CLOSE	병보 충전 상태	●	0-3	STA =	병보 충전
			OPEN	병보 충전 상태	●	0-3	STA =	병보 충전
			CLOSE	병보 충전 상태	●	0-3	STA =	병보 충전
8기	00-002	00-002	REG_OP	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			REG_CLOSE_SUC_HMA	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			REG_OP	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			REG_CLOSE_SUC_HMA	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			STA	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			PV	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			STA	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
9기	00-003	00-003	Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
10기	00-004	00-004	Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			L	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			H	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전
			Normal	병보 충전 상태	●	0-100	PV =	병보 충전



[3D 모델링/렌더링]



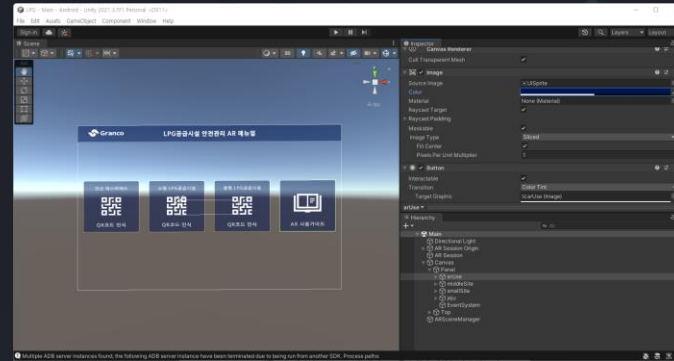
[프로그래밍/구현]



한국LPG배관망사업단 증강현실 기반 원격 협업 시스템



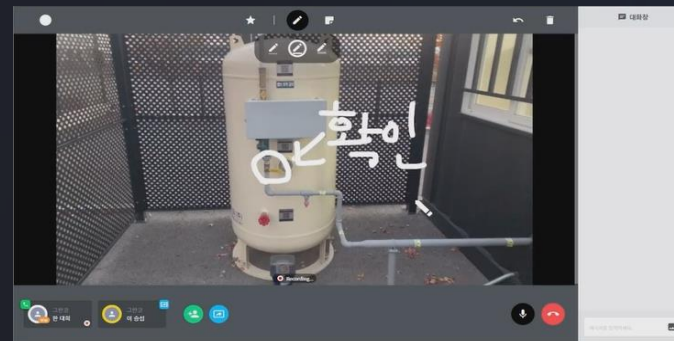
본 개발 프로젝트는 증강현실 기술을 활용한 원격 시설관리 협업 시스템 개발 사례로 실제 시설 대상물의 3D 모델링/시설관리 콘텐츠 구현/QR 코드 기반 증강현실 구현/관리자-작업자 간 협업 시스템 구현을 실증한 개발 수행이력입니다.



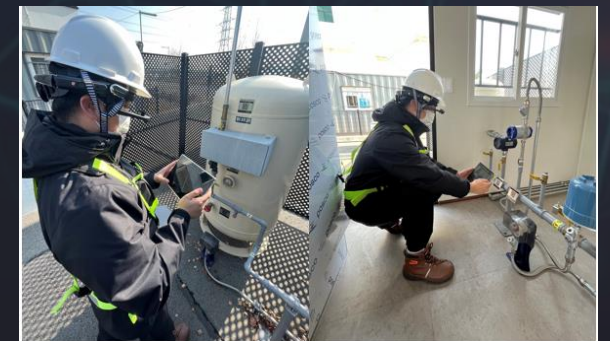
[증강현실 기반 원격 협업시스템 설계]



[증강현실 기반 매뉴얼 및 3D 객체 구현]



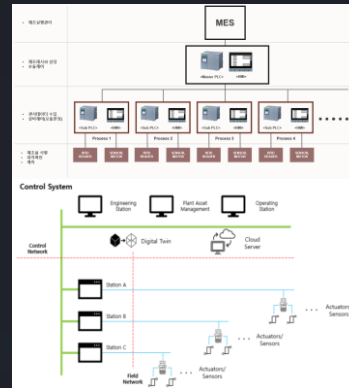
[증강현실 기반 원격 협업 시스템 구현]



한국전기연구원 디지털 트윈 맞춤형 생산 테스트베드



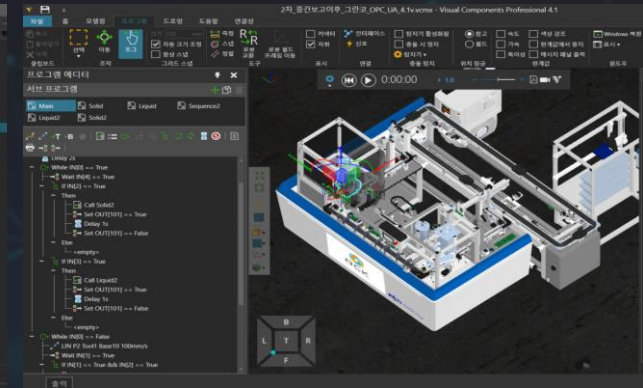
본 개발 프로젝트는 한국전기연구원의 디지털 트윈 기술을 활용한 연속공정분야 맞춤형 생산 테스트베드 개발 사례로, 3D 기반 공정 시뮬레이션/모듈화 된 설비 데이터 수집/실시간 주요 이동축 가상 공간 표현/제조관리시스템 개발 및 연동을 실증한 개발 수행이력입니다.



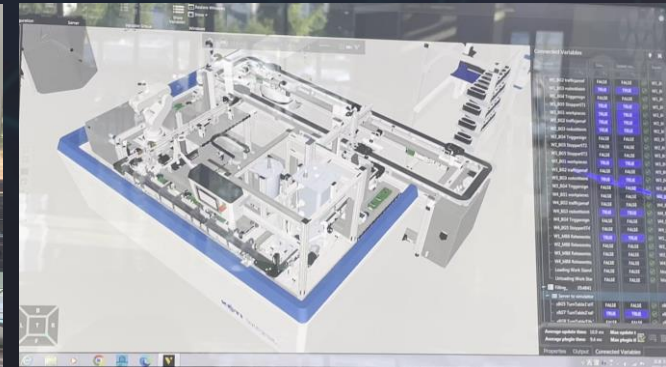
[시스템/제어 구성 설계]



[주요 이동축 좌표 연동]



[디지털트윈 프로그래밍]



[한국전기연구원 디지털 트윈 맞춤형 생산 테스트베드 구현]

스마트제조혁신센터 디지털트윈 기반 데모 스마트랩 구축



본 개발 프로젝트는 산업통상자원부 산하의 스마트제조혁신센터 데모 실험공장에 대한 디지털트윈 기반 데모 스마트랩 구축 건으로, 데모 실험공장 내 장비에 대해 확장현실(XR) 디바이스를 활용한 3D 가상화 및 실시간 데이터 모니터링, 가상공간 기반 작업지시 등의 디지털트윈 요소를 실증한 디지털 트윈 구축 사례입니다.



[안산 스마트제조혁신센터 데모 실험공장 XR 디바이스를 활용한 메타버스 팩토리 구축사례]

한국전자기술연구원 데모 실험공장 디지털트윈 구축



본 개발 프로젝트는 산업통상자원부 산하의 한국전자기술연구원의 데모 실험공장에 대한 3D 공간 모델링과 각종 장비의 3D 모델링 Asset 시각화를 PC 및 VR 디바이스를 통해 경험할 수 있는 디지털트윈 구축 사례입니다.

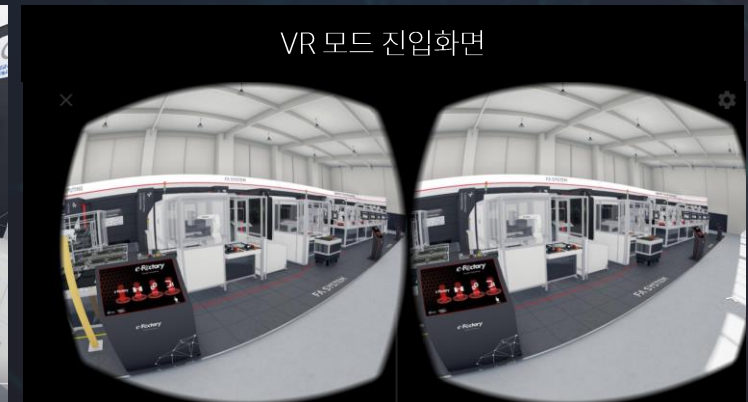


[한국전자기술연구원 데모 실험공장 가상화 및 VR 적용사례]

미쓰비시일렉트릭 데모 실험공장 디지털트윈 구축



본 개발 프로젝트는 미쓰비시일렉트릭 사
가공/물류분야 데모라인에 대한 3D 공간
모델링과 각종 장비의 3D 모델링 Asset
시각화를 PC 및 VR 디바이스를 통해 경험
할 수 있는 디지털 트윈 구축 사례입니다.



[미쓰비시 일렉트릭 가공/물류분야 데모라인 e-Factory 가상화 및 VR 적용사례]

CC-Link 협회 전시관 디지털트윈 구축



본 개발 프로젝트는 TSN(Time-Sensitive Networking) 프로토콜 협회인 CLPA의 기술전시관의 3D 공간 모델링과 공간 구성요소 3D 모델링 Asset 시각화를 PC 및 VR 디바이스를 통해 경험할 수 있는 디지털 트윈 구축 사례입니다.



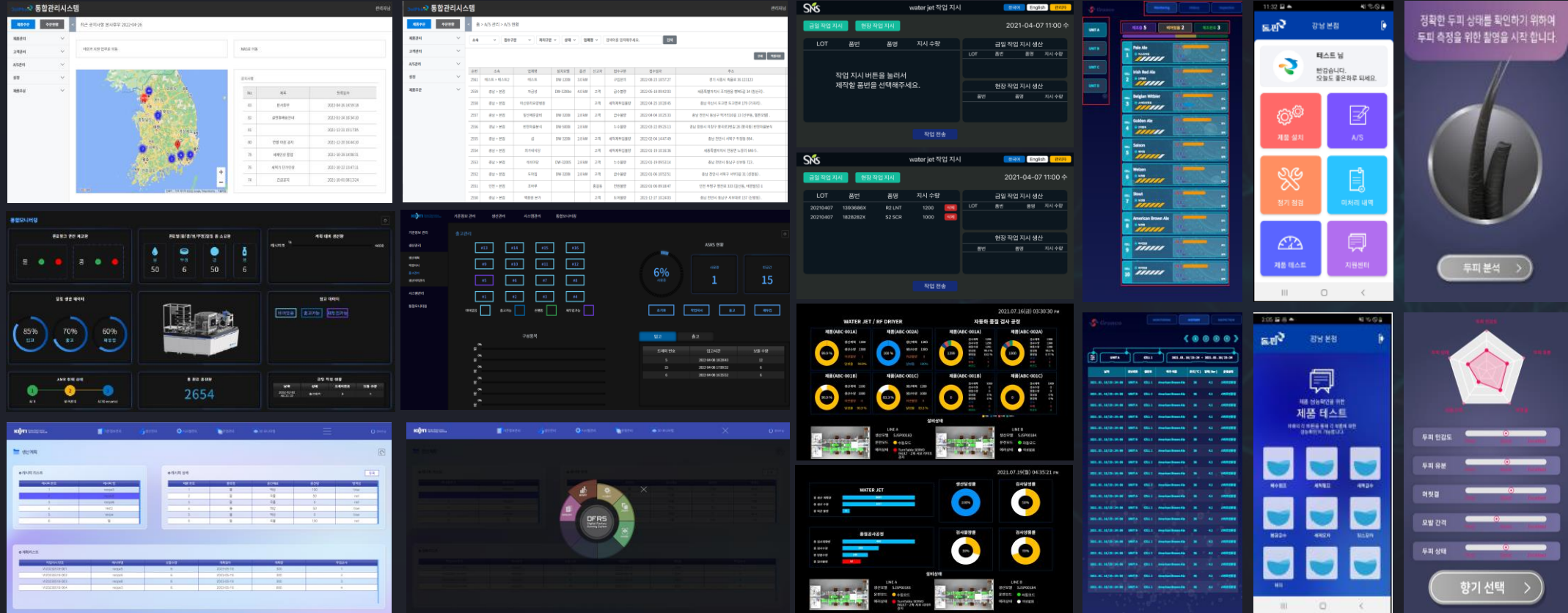
[CC-Link 협회 전시관 가상화 및 VR 적용사례]

기타실적소개



[각종 공장 자동화 및 로봇 자동화 구축사례]

기타실적소개



[각종 응용 소프트웨어 개발사례]

DT 기반 시설/장비 운영 모니터링시스템

감사합니다.