

건설자동화 기술 위원회

건설로봇 분과 소개

2024. 10. 25

건설자동화 기술위원회 - 건설로봇 분과 소개

■ 운영 목표 및 방향



▣ 회원사 현황 (약 23개社)

| | | | | | | | | | |
|---|---------|----|----------|----|-------|----|-------|----|----------|
| 1 | 삼성물산 | 6 | GS건설 | 11 | 뉴월드 | 16 | 아이티원 | 21 | 유창이앤씨 |
| 2 | 현대건설 | 7 | 호반건설 | 12 | 인터컨스텍 | 17 | 대명지이씨 | 22 | 빌딩포인트코리아 |
| 3 | 현대엔지니어링 | 8 | 삼성중공업 | 13 | 한양 | 18 | 더바이오 | 23 | 전진건설로봇 |
| 4 | 포스코이앤씨 | 9 | 레드원테크놀러지 | 14 | 엠에프알 | 19 | 이스터빈 | 24 | |
| 5 | 롯데건설 | 10 | 디모아 | 15 | 충청 | 20 | 오토아이지 | 25 | |

건설자동화 기술위원회 – 건설로봇 분과 소개

■ 운영 진행 상황



건설자동화 기술위원회 - 건설로봇 분과 소개

■ 분과 활동 내용

1

건설 로봇 기술
상호이용



['23.09] 삼성물산 앵커로봇 (현대건설 라보니타 현장)



['24.06] 혁신 R&D 건설로봇 기술 시연회

2

전문 포럼 및
전시회 개최



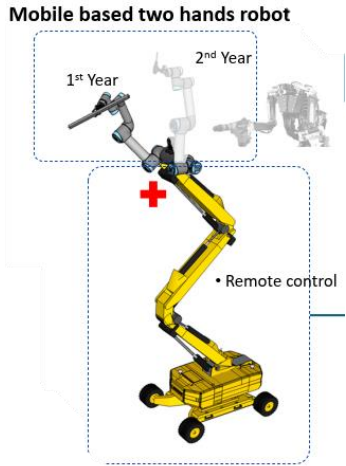
['24.03~05] 로봇 관련 외부 전문가 섭외 (데니스홍 교수/ 1~3차 회의)

건설자동화 기술위원회 - 건설로봇 분과 소개

■ 분과 활동 내용

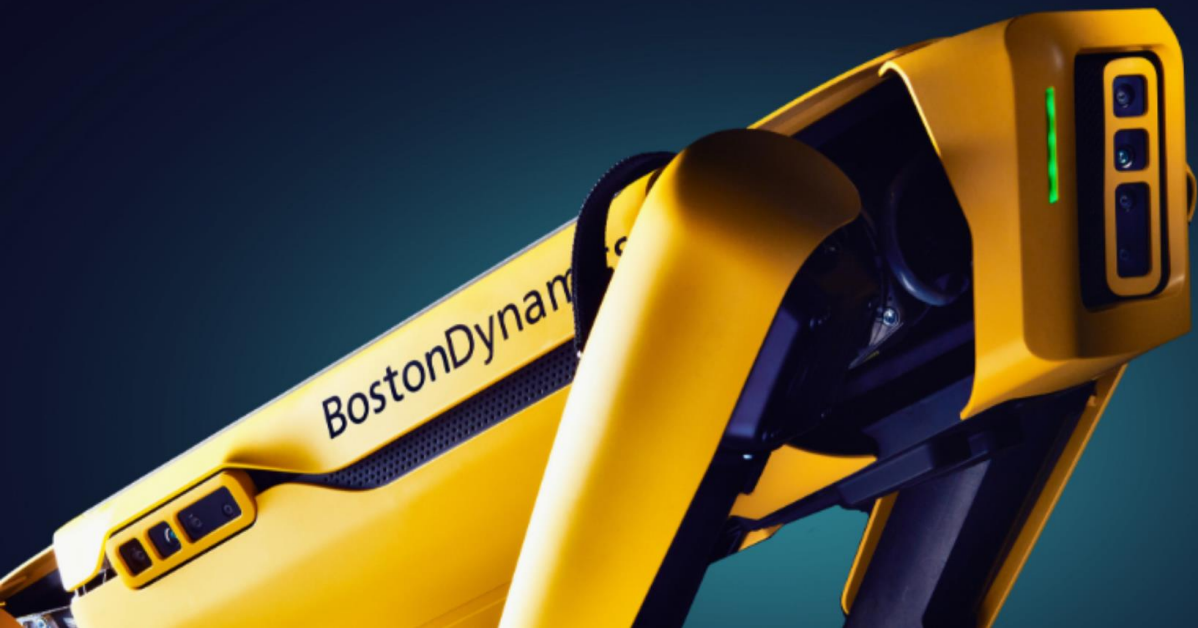
- 회원사 기술 소개

| 구분 | '23년 | '24년 | | |
|------|--------------------------|---------|----------|------|
| | 4분기 | 1분기 | 2분기 | 3분기 |
| 회원사 | 회원사 소개 (13개 社) | 현대엔지니어링 | 고레로보틱스 | 롯데건설 |
| 기술소개 | 현대건설 (해외 로봇 개발 사례 공유) | GS건설 | 빌딩포인트코리아 | 아이티원 |



무인순찰로봇 (Boston Dynamics Spot)

실내측위 기능을 활용한 건설현장 데이터 기록 자동화 사례



- I. 배경 및 목적
- II. 현대건설 순찰로봇
- III. 건설현장 적용 사례
- IV. 기대효과 및 향후 계획

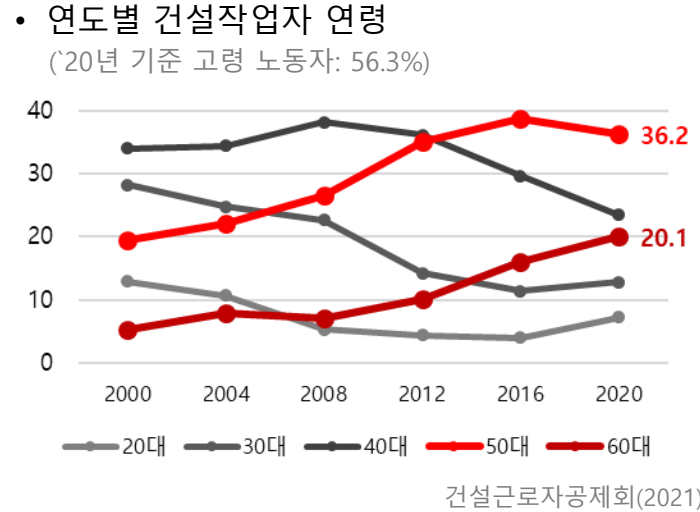
I. 배경 및 목적

1. 건설로봇 필요성의 증대

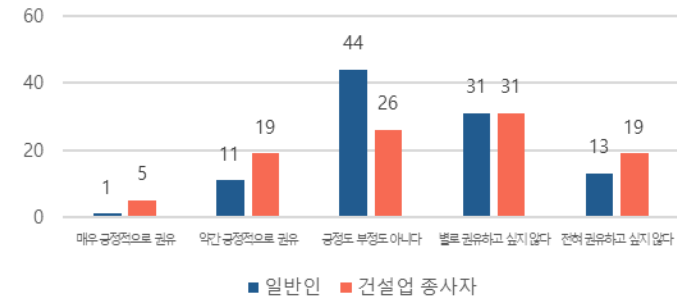
스마트건설 수요 증가



건설업 노령화 및 기피현상



• 청년층 혹은 자녀에게 건설업 취업 권유 여부



※ 일이 위험할 것 같다 82.0%
근로시간이 길 것 같다 53.9%
임금이 낮을 것 같다 44.5%

CERIK 최은정(2021)

안전사고 이슈

**2021년 기준
중대재해처벌법 적용 대상 사업장 수**

※ 산재 사망사고 발생 사업장 81곳 가운데 중대재해처벌법 우선 적용 대상인 50인 이상 사업장·공사금액 50억원 이상 현장
자료 : 고용노동부



I. 배경 및 목적

2. 현대건설 건설로봇 연구개발 추진 (20. ~)

‘순찰로봇’

단순반복/위험구간 데이터 수집

SPOT

| | |
|------|--------|
| 구동시간 | 90분 |
| 속도 | 1.6m/s |
| 적재중량 | 14kg |
| IP등급 | 54 |

UGV

| | |
|------|--------|
| 구동시간 | 240분 |
| 속도 | 5.4m/s |
| 적재중량 | 50kg |
| IP등급 | 64 |

현장 순찰 로봇 기반의 스마트 현장 관리

현장 순찰 로봇 기술 소개

- SLAM 기반 자율주행**
LIDAR 센서를 활용하여 주변 구조물들을 인식하고, 장애물들을 피해 목적지까지 자율주행
- 환경센서를 활용한 IoT 모듈**
소음, 온/습도, CO 측정하여 헬기만 관제시스템에서 모니터링 가능
- 장비, 자재 정보 확인을 위한 QR 코드 인식**
자재나 장비에 대한 정보를 QR코드 인식을 통해 확인 가능
- 비전센싱 기반 화재 및 안전도 인식**
전차리 데이터로 컴퓨터를 학습시켜 화재 및 안전도를 인식
- 원격제어 관제 시스템**
기존 Wi-Fi 통신과 달리 거리 제약없이 로봇을 모니터링하고 제어할 수 있는 기술
- 머신러닝을 활용한 객체인식**
LIDAR 센서를 이용해 특징점을 찾아 학습시켜 객체인식이 가능

기대효과

- 자율주행 기반 정기적인 현장 패턴으로 24시간 현장 안전 관리 가능
- 센서데이터를 활용하여 BIM과 연계한 시공 현황 파악, 공정률 확인
- 객체인식기술과 QR코드를 활용하여 인원, 장비, 자재 정보 확인가능하여 실시간 현장 관리 가능

‘시공로봇’

고위험 작업인력 대체

작업용 로봇

비전센싱 기반 마커 인식 기술
머신러닝을 활용한 타공점 인식

타공 정확도 향상!

협동로봇/비전/드릴링 연동
작업 프로세스를 로직화하여 자동화 알고리즘을 구현

작업 효율 향상!

SLAM 기반 자율주행
LIDAR를 활용하여 실시간 주변 인식 및 자율주행 구현

원활한 이동 가능!

Ackerman 기하학 모델
지속 선화에 최적화된 휠 구성 / 4WS 시스템 기반의 최상의 코너링, 주차, 안전성 구현

주행 안정성 개선!

기대효과

- 토목, 건축, 그리고 주택 등 다양한 현장에 적용 가능
- 위험 고소 작업 대체로 안전사고 감소
- 자율주행, 타공점 인식, 드릴링, 전 과정 완전 시공 자동화
- 비전인식을 활용한 정확한 타공점 인식으로 높은 품질 유지

Motion Control

- ✓ 작업점 좌표 최종 보정
- ✓ 양카링 및 검수 OK: Locating 수행 NG: Sensing 수행

Sensing

- ✓ 작업점 촬영 → 3D좌표 실측
- ✓ 목표 작업점까지 협동로봇 동작

Locating

- ✓ 현장 자율주행 (오차 20cm 이내)
- ✓ 리프트 상승 (SLAM-700)

I. 배경 및 목적

3. 순찰로봇 도입 목적: 단순반복 데이터 수집 대체



| | |
|------|--|
| 현장명 | 힐스테이트 OOOO |
| 규모 | 평균 50F, 약 10개 동 |
| 세대수 | 2,800여 세대 |
| 세대구성 | 평균 84m ² 거실, 주방, 방3, 화장실2 구성 및 4개 옵션 |

사진 촬영

- 쉼현장 1회 사진 촬영

25,400여장

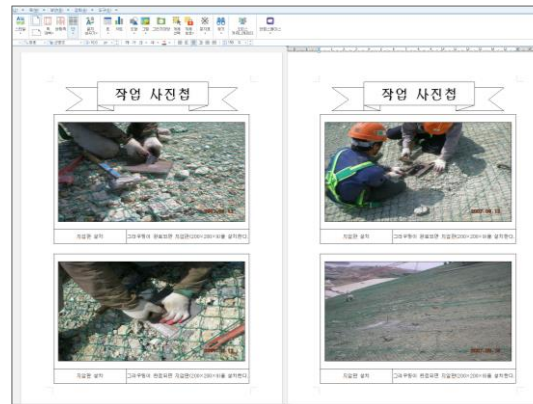
세대 공간 22,400여장 (8 X 2800) + 공용 공간 3,000여장 (EV, 주차장 등)



- 인력 중심 데이터 기록의 한계
- 대량의 데이터의 주기적인 기록
→ 순찰로봇 활용(자동화) 필요

사진 후처리

- 위치, 시간, 이슈 등 기록 및 공유



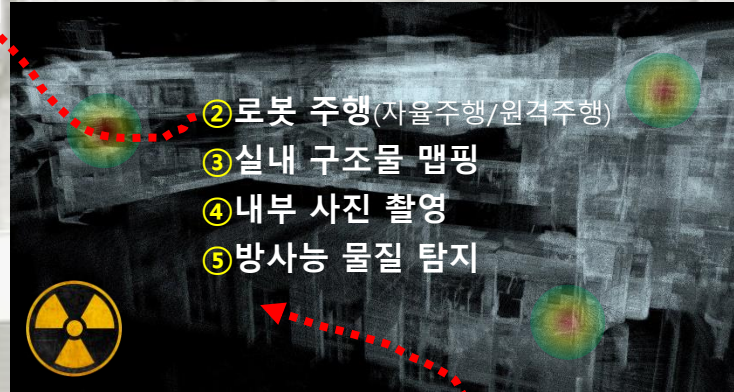
I. 배경 및 목적

4. 순찰로봇 도입 목적: 위험구간 데이터 수집

원자력 관련 프로젝트 활용 방안

⑥이종 데이터 융합 및 시각화

⑦공정 및 안전 계획 수립



①로봇 투입

Hamburg Port Authority 공동구 모니터링 사례



II. 현대건설 순찰로봇

1. 현대건설 순찰로봇 장비 구성



| | |
|--------|---|
| 제품명 | Boston Dynamics SPOT |
| 실내측위 | GraphNav (16-channel LiDAR + Depth Camera) |
| 제어 S/W | Boston Dynamics 자체S/W 및 SDK |
| 센서 | 360카메라, 레이저스캐너, 환경센서, 열화상카메라, 기타 전용 센서 하드웨어 |
| 가동 시간 | 90분 |



| | |
|--------|--|
| 제품명 | Clearpath Husky / AgileX Scout V2 |
| 실내측위 | ROS gmapping, 2D Navigation (16-channel LiDAR) |
| 제어 S/W | ROS |
| 센서 | 360카메라, 레이저스캐너, 환경센서, 열화상카메라, 모바일 LiDAR |
| 가동 시간 | 4시간 |

II. 현대건설 순찰로봇

1. 현대건설 순찰로봇 장비 구성

- 커스텀 모듈 소개

1st Payload ('20~'21년도)

- ✓ 최초 Custom Payload 제작
- ✓ SLAM 활용 자율주행 연구
- ✓ 로봇관제시스템, 환경 센서, 영상 분석 기술 개발



2nd Payload ('22년도)

- ✓ 연동 데이터 취득 자동화 연구
(열화상, 360도 카메라, 레이저 스캐너)
- ✓ 로봇관제시스템 개선



3rd Payload ('23년도 ~)

- ✓ Custom Payload 경량화
- ✓ SPOT 요소기술 개발 연구
 - 로봇 주행 개선
 - 데이터 자동 업로드 및 시각화



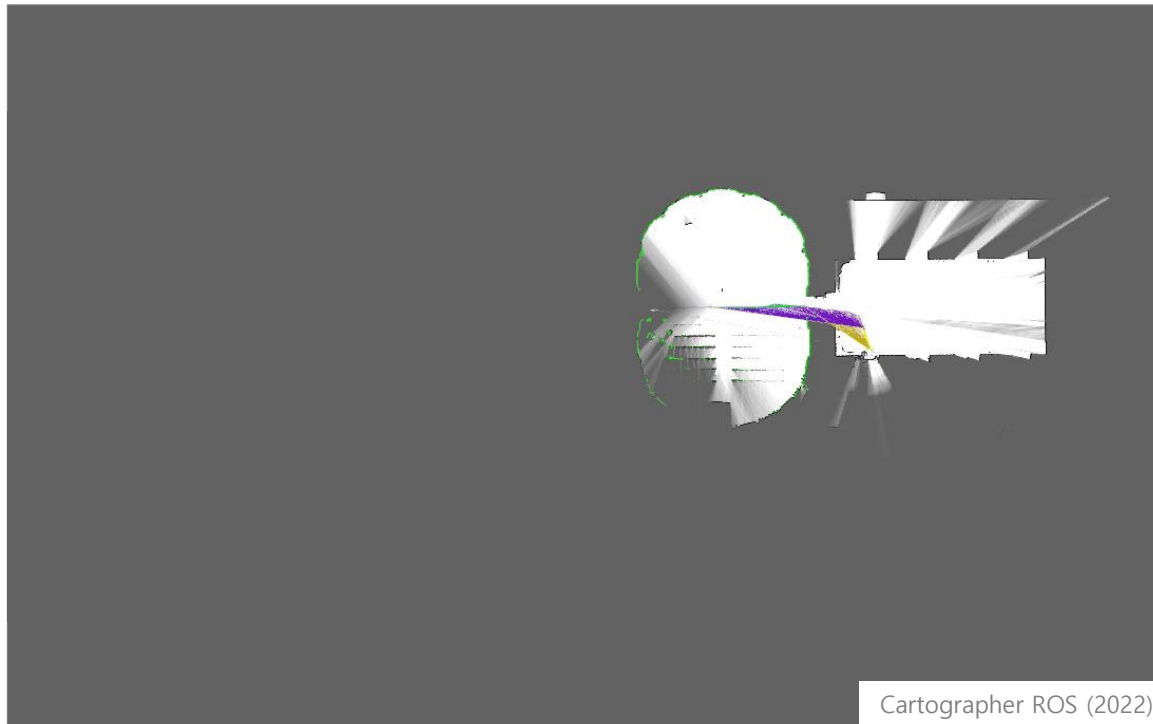
II. 현대건설 순찰로봇

2. 실내 측위 기법

- SLAM을 활용해 로봇이 활용 가능한 지도 생성
- 자율주행/원격주행을 하면서 기준점(ArUco Marker)에 대한 로봇의 상대 위치를 파악

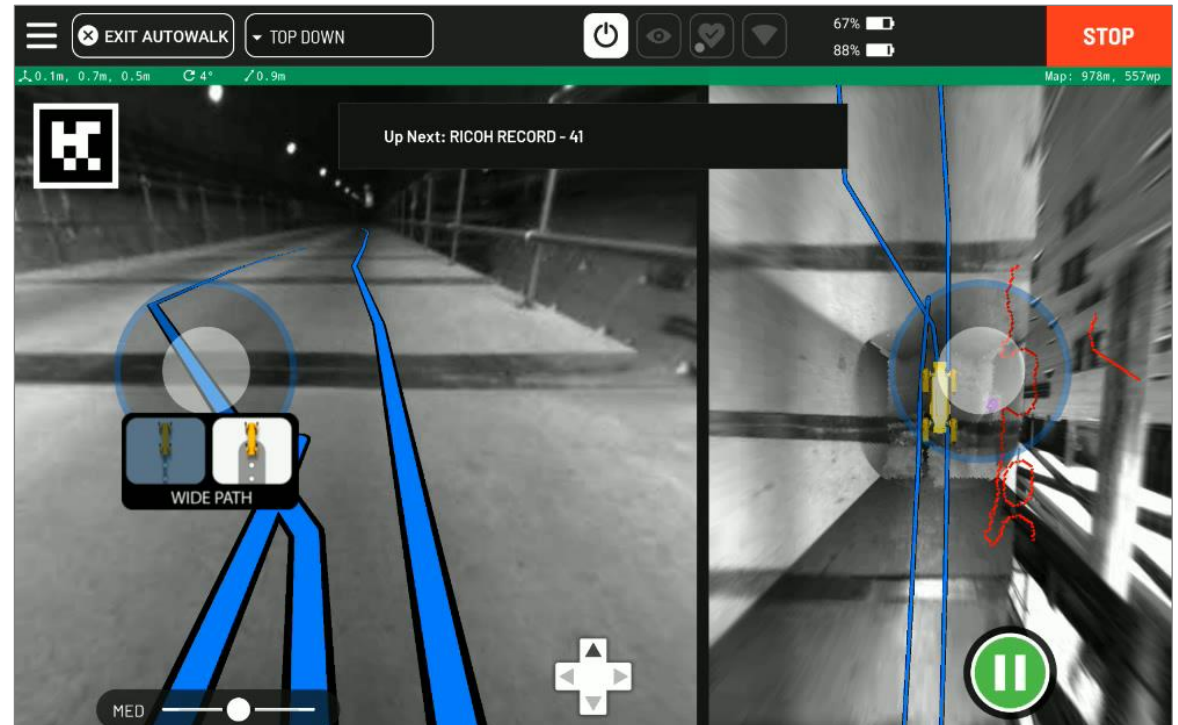
SLAM (simultaneous localization and mapping)

- 주변의 특징점을 기준으로 현 위치를 파악하는 동시에 지도를 기록
- 로봇 자율주행, 내부 구조물 맵핑 등에 활용



Navigation

- 로봇의 현 위치와 목적지까지의 경로 설정한 후 장애물을 회피하면서 주행
- 실내측위를 통해 계산된 현 위치를 추출하여 활용

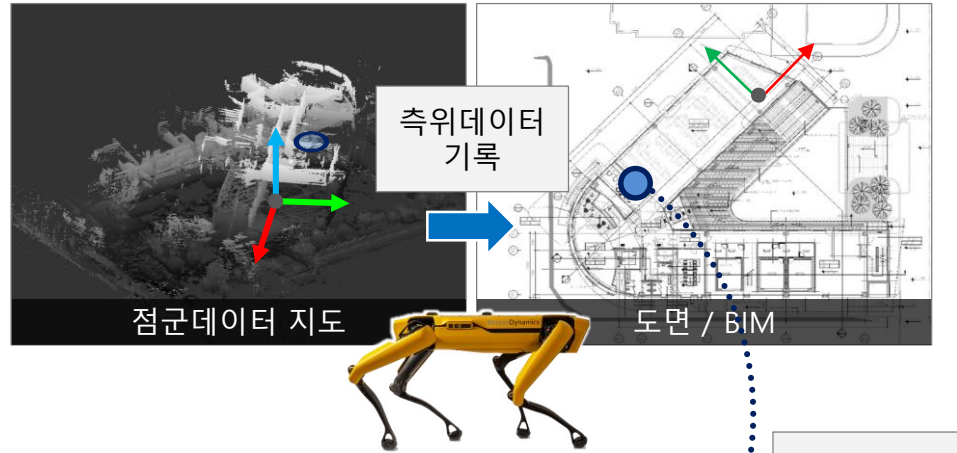
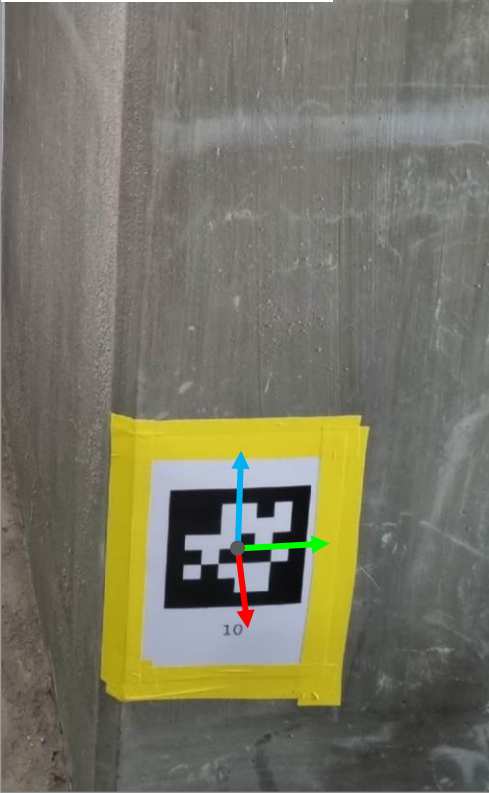


II. 현대건설 순찰로봇

3. 실내 측위 데이터 활용

- 건설현장에서 특정 지점을 기준으로 로봇의 지도와 BIM / CAD 데이터 매칭 → 상호 간의 3D변환행렬 저장
- 로봇 실내측위 좌표 기준으로 저장된 메타데이터를 참조하여 사용자에게 필요한 데이터를 모델 / 도면과 연계하여 시각화

현장 내 기준점 정의
(e.g. ArUco marker)



메타데이터
참조

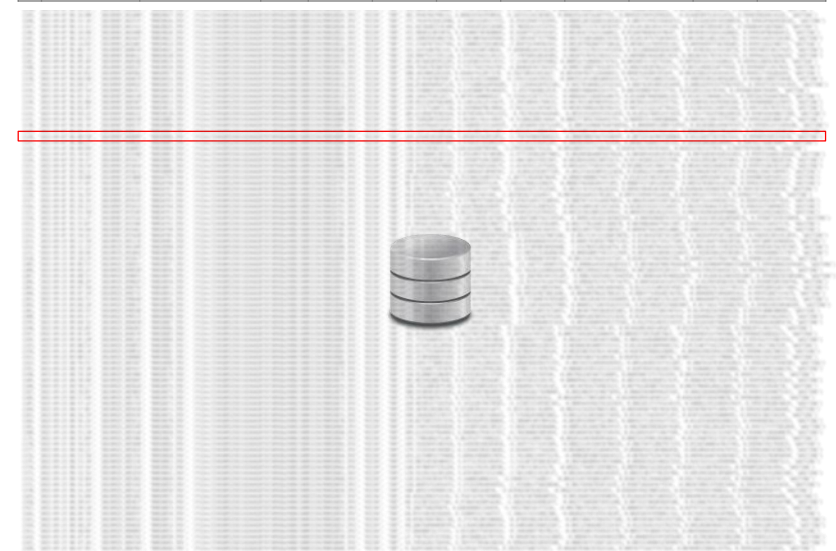
센서(현장)데이터



메타데이터

| | |
|-----------|-----------------------------|
| LOCATION | $P(x, y, z), R(x, y, z, w)$ |
| TIMESTAMP | 2023-01-07 13:14:52.152 |
| DRAWING | Building1, 2F |
| FILE | image1423.JPG |

| D | 시간 | 원본파일정보 | 현장 | 위치 | | | 방향 | | | | 처리상태 |
|---|----|--------|----|----|---|---|----|---|---|---|------|
| | | | | x | y | z | x | y | z | w | |



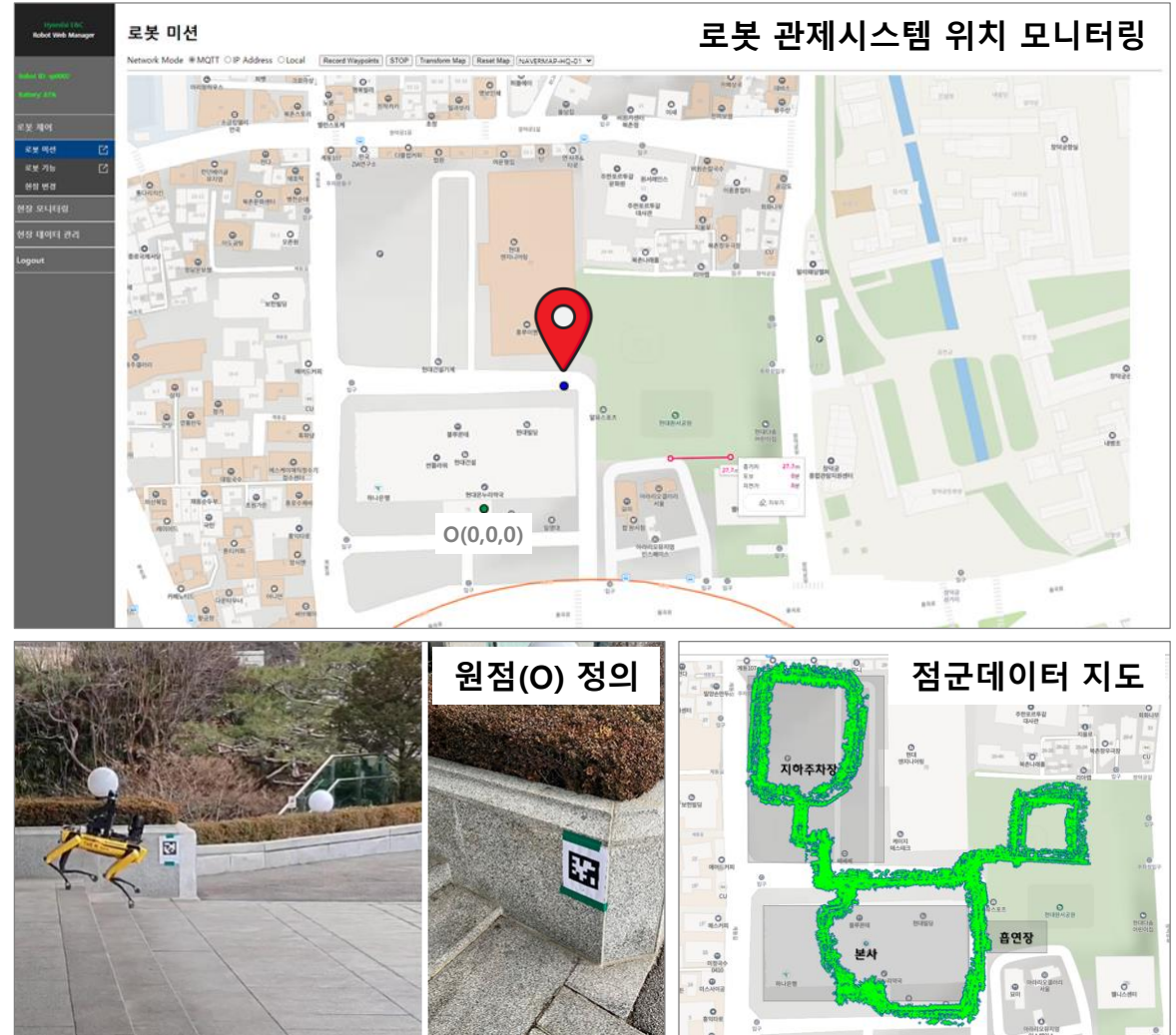
III. 건설현장 적용 사례

1. 현대건설 계동사옥 외부 모니터링

영상 모니터링



LiDAR 기반 측위



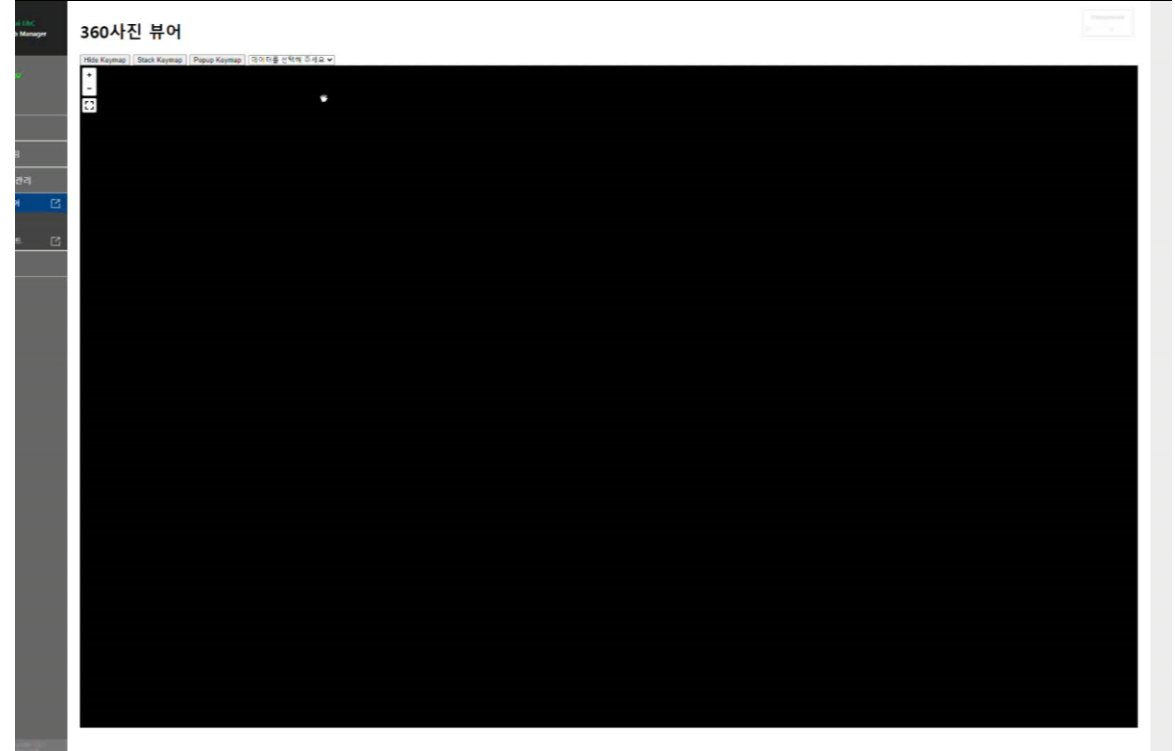
III. 건설현장 적용 사례

2. 360 카메라 데이터 취득 자동화

자율주행 + 데이터/메타데이터 취득

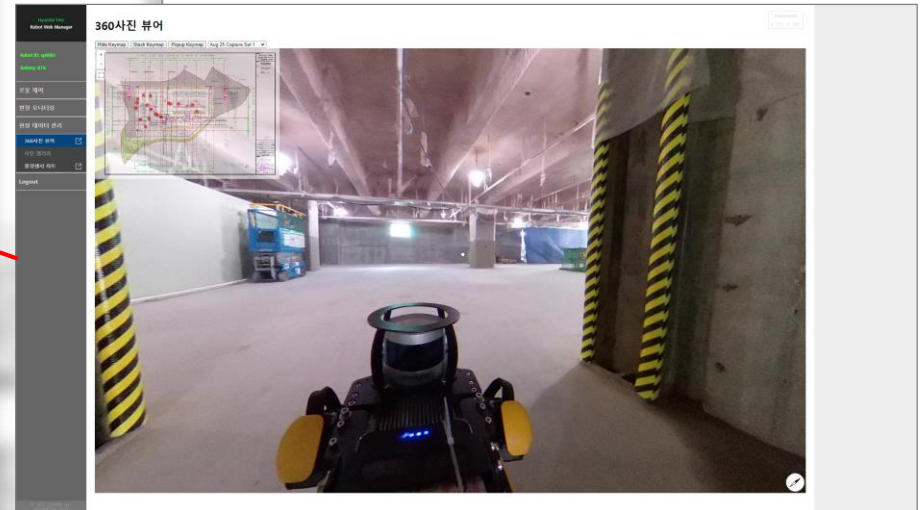
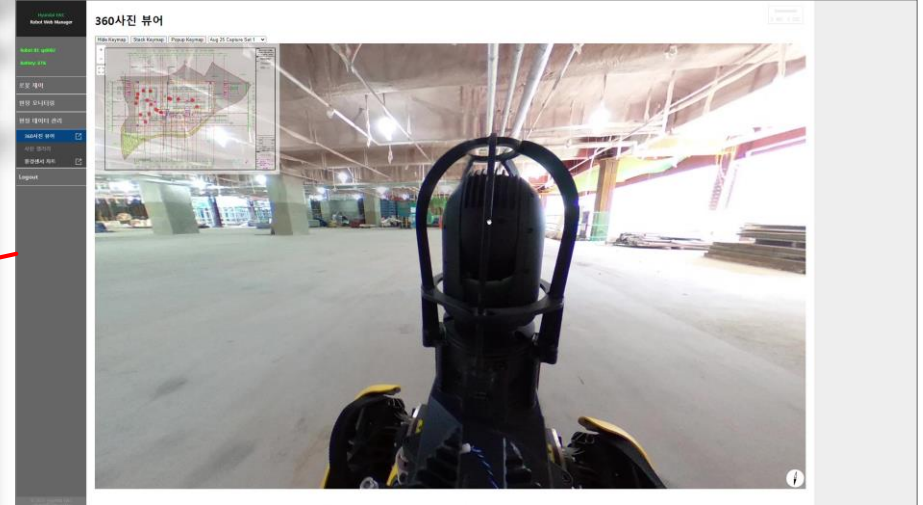
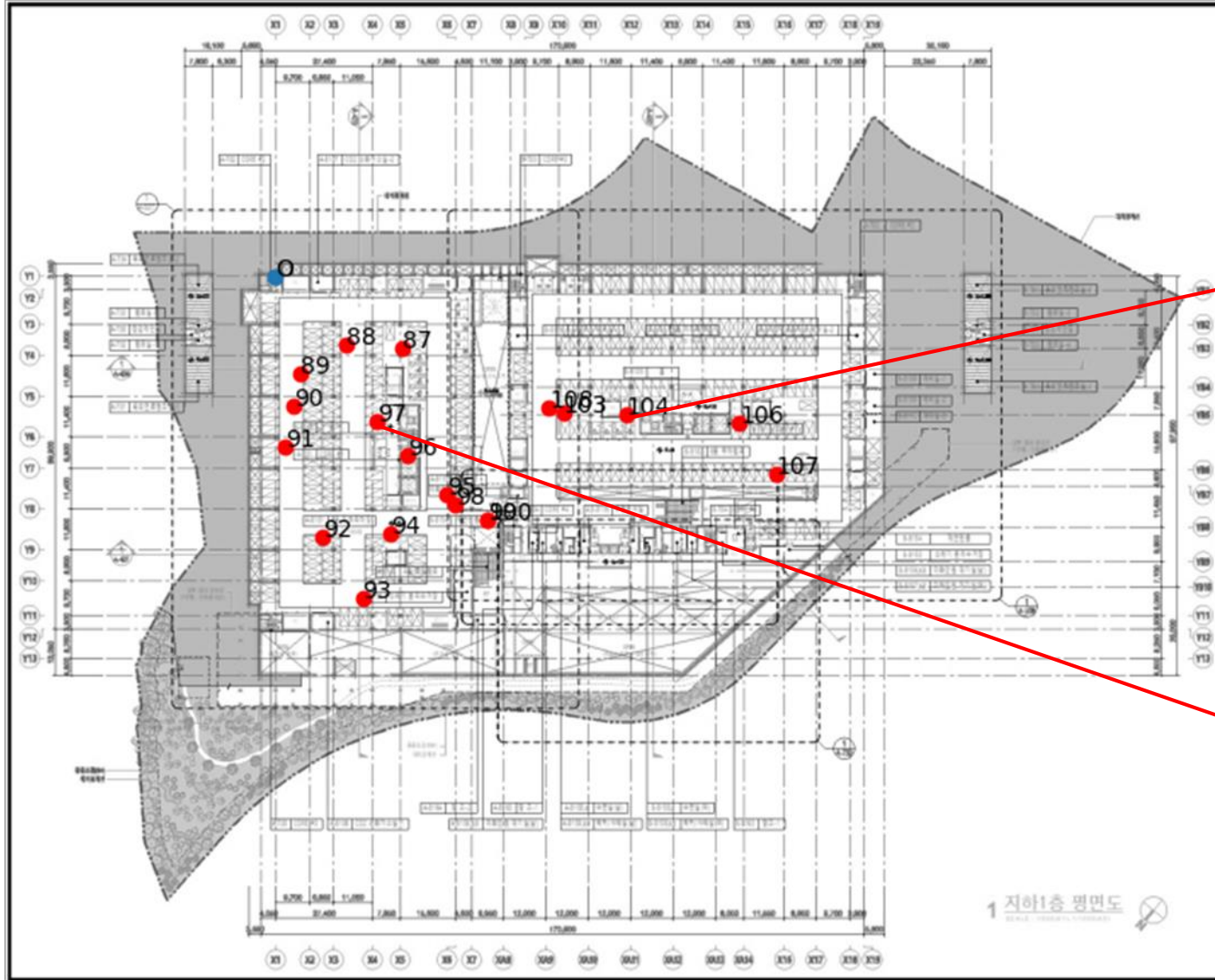


데이터 활용



III. 건설현장 적용 사례

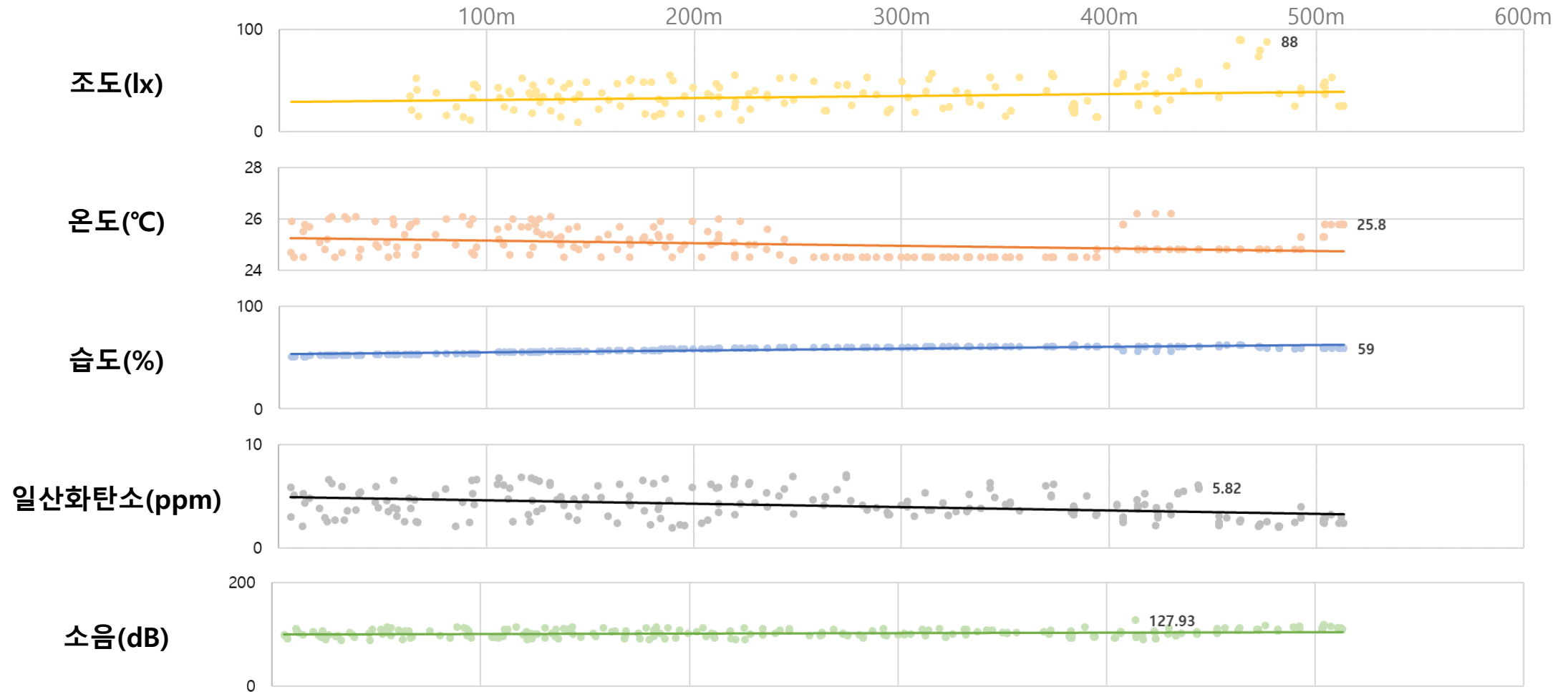
2. 360 카메라 데이터 취득 자동화



III. 건설현장 적용 사례

3. 작업환경 측정

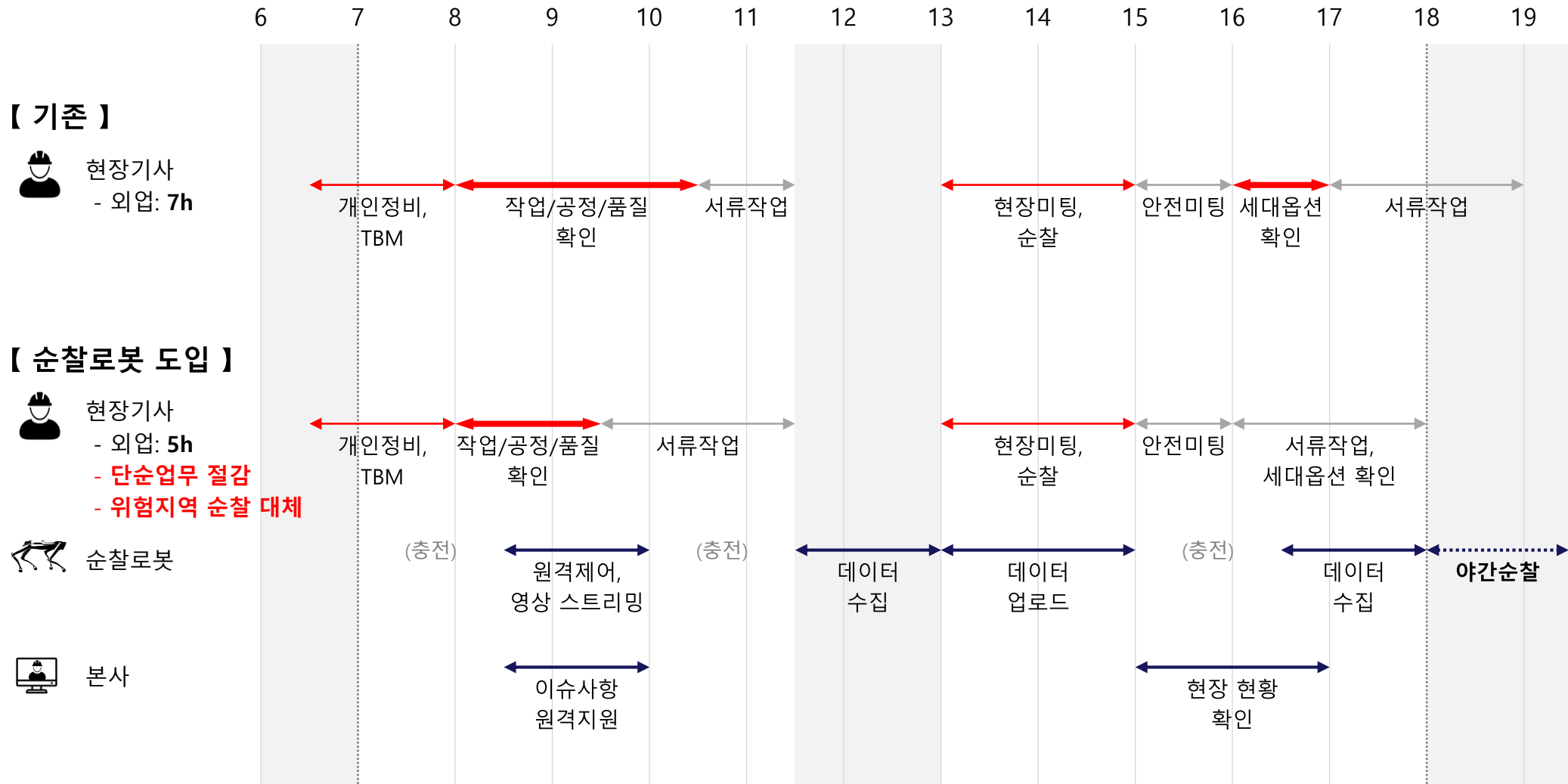
터널 내부 지점별 환경요소 측정



IV. 기대효과 및 향후 계획

1. 순찰로봇 도입 효과

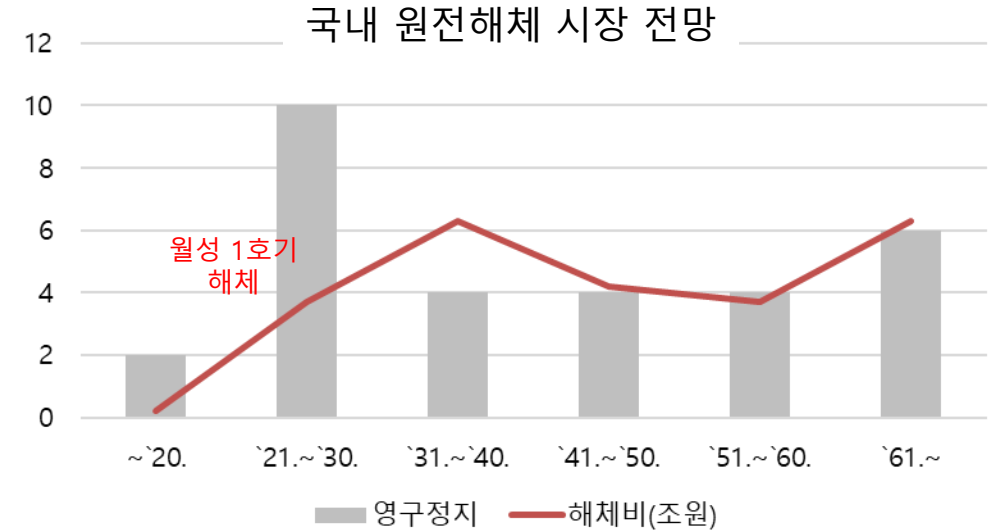
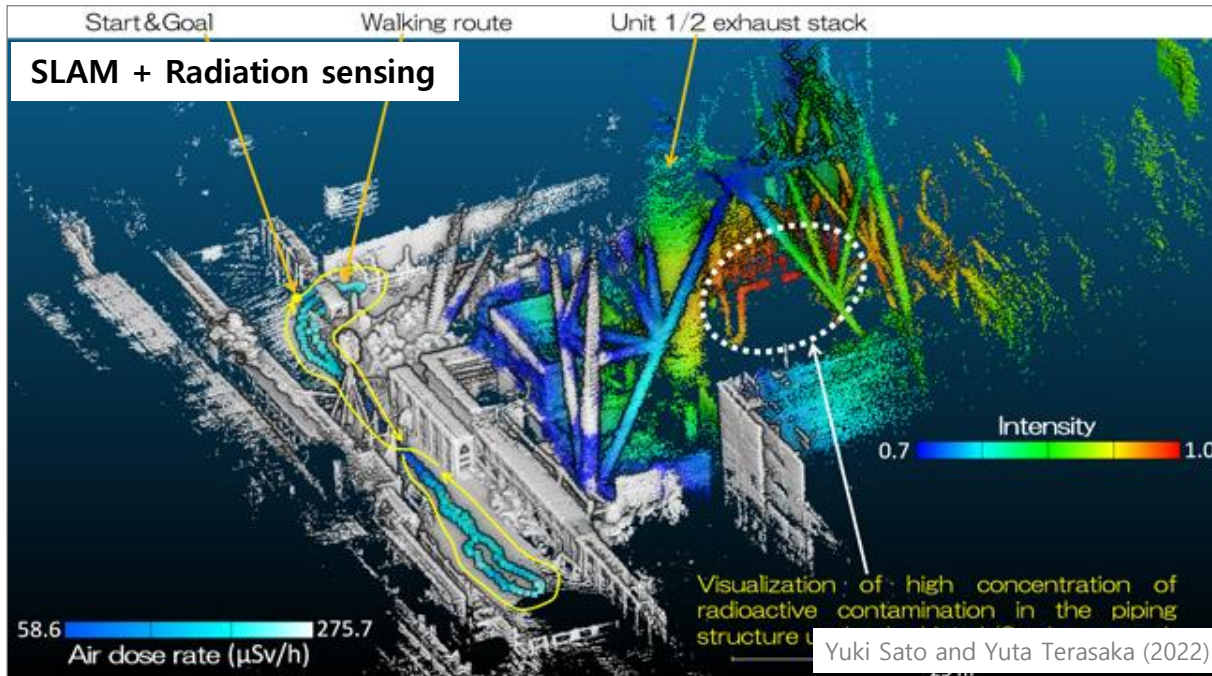
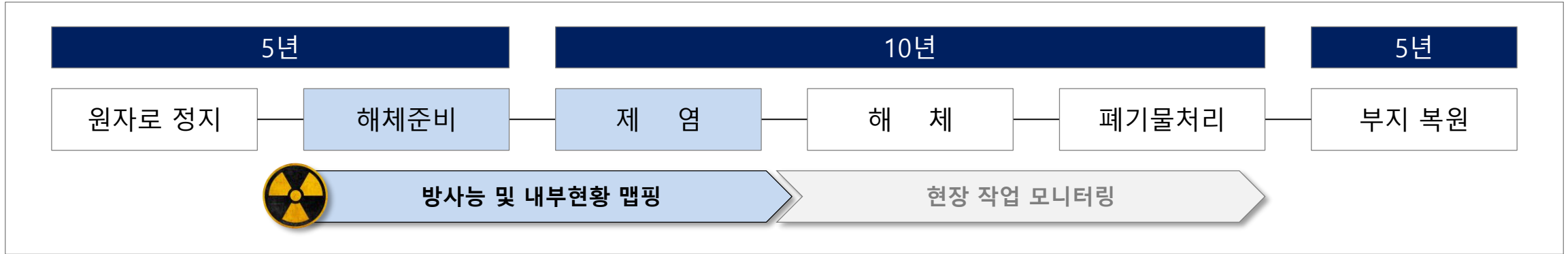
1) 건축 현장 관리 효율화



IV. 기대효과 및 향후 계획

1. 순찰로봇 도입 효과

2) 원자력 발전소 해체 등 고위험 프로젝트 현장 관리

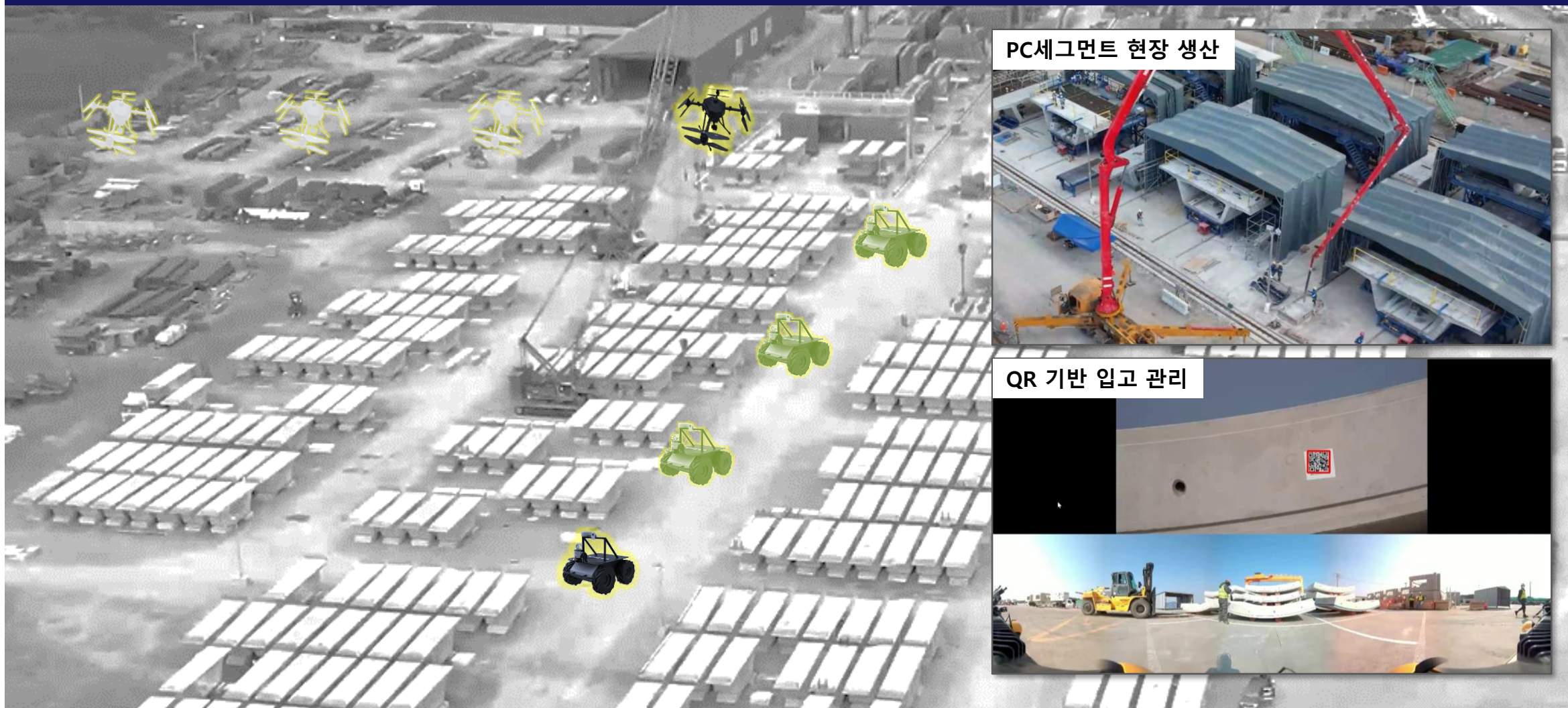


- '27. 월성 1호기 해체 프로젝트 수행 예정
- 원전해체 시장 국내 10조 원, 글로벌 550조 원 규모

IV. 기대효과 및 향후 계획

2. 기술 응용분야 확대

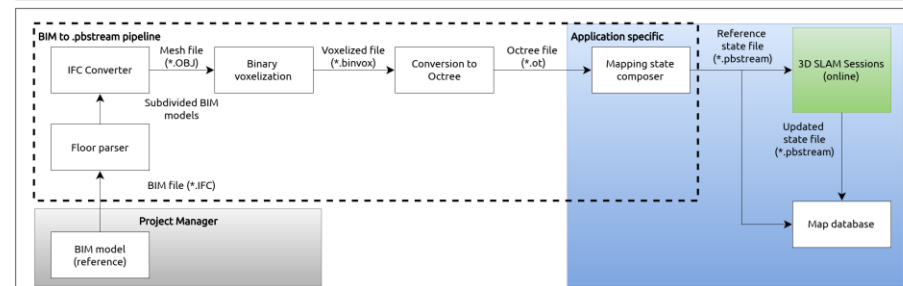
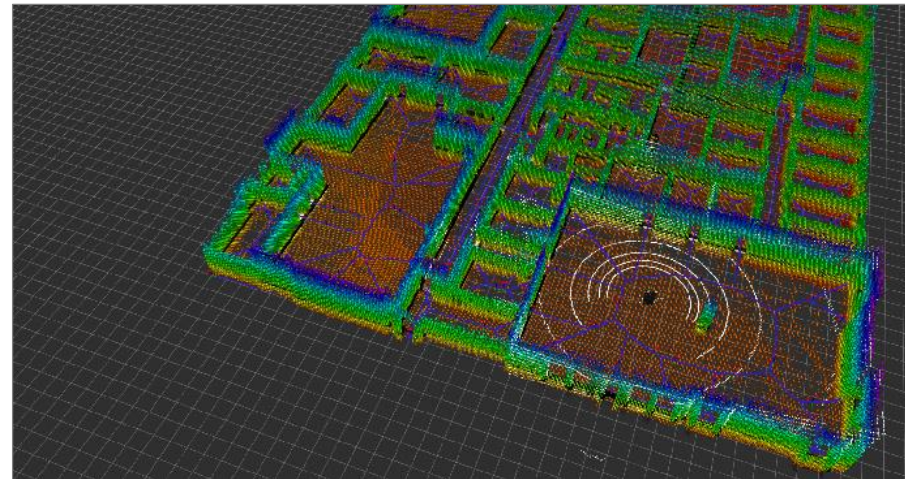
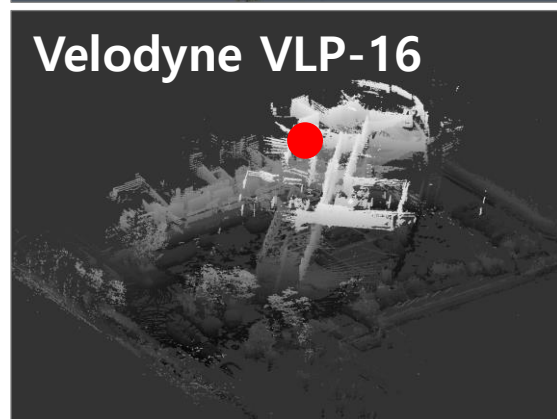
토목사업 현장 PC세그먼트 생산 및 관리 자동화



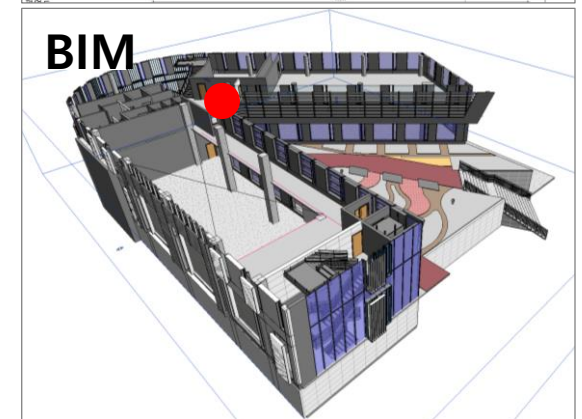
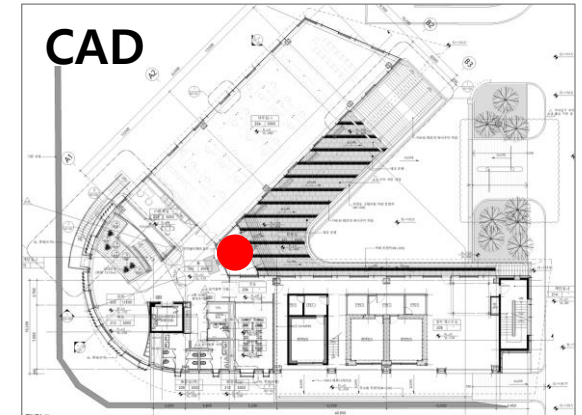
IV. 기대효과 및 향후 계획

3. BIM / CAD 연계 방안 연구개발 지속

- 환경이 지속적으로 변하는 건설현장에서 로봇의 효율을 높이기 위해 on-site 맵핑 작업을 off-site로 전환
- 자율주행 정확도 향상 및 기술 응용분야 확대를 위해 BIM / CAD에서 생성된 지도와 로봇이 인지하는 지도의 간극을 줄이는 기술 필요



Moura, Mateus Sanches, Carlos Rizzo, and Daniel Serrano (2021)



As-built (as-scanned)

As-designed

감사합니다