

SATEC

SMART ARCHITECTURE SAFETY TECHNOLOGY CENTER

Digital-Based Building Construction
and Safety Supervision Technology
Research Program



비전

스마트 건축 기술 육성을 통한 글로벌 건설시장 선도



연구목적

건설산업의 디지털 전환을 통한 건축현장의 생산성과 안전성 향상



연구목표

건축현장의 원격 / 실시간 디지털 시공·구조감리기술,
안전 및 자동화 기술 개발



성과목표

웹기반 상세설계정보,
공정정보, 현장감리 정보
공유를 위한 플랫폼 구축



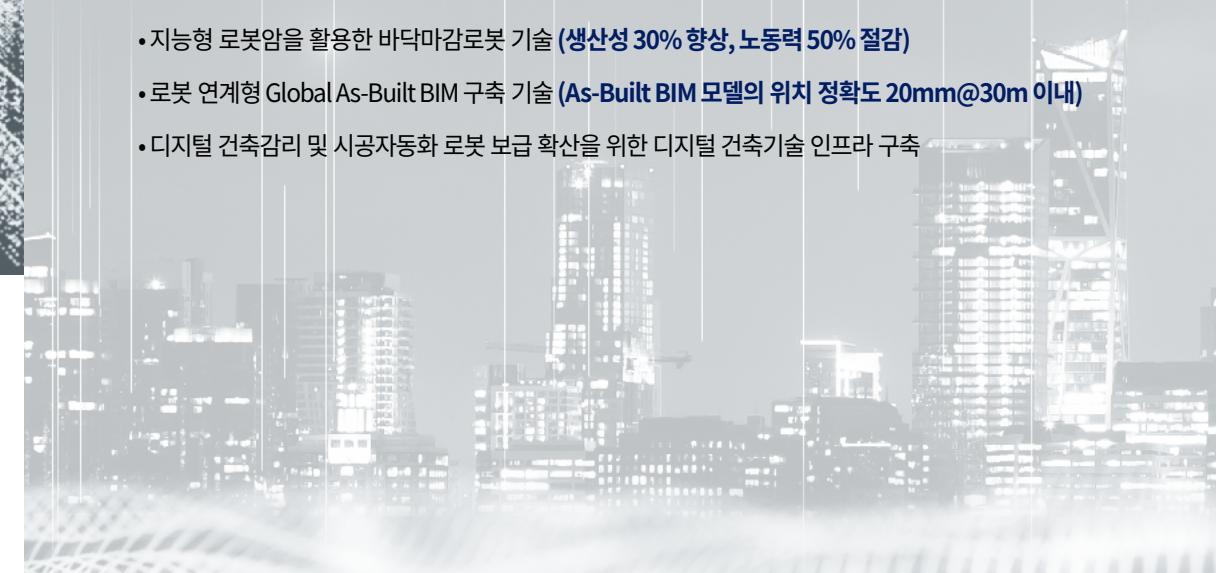
모바일 디바이스를 활용한
감리데이터 수집,
감리지원 모듈을 활용한
시공·구조감리업무 50% 수행



지능형 로봇암을 활용한
바닥마감 로봇 기술을 통한
생산성 30% 향상, 노동력 50% 절감



- 건축감리 디지털 업무 지원 프로세스 구축을 위한 요소기술 기획 및 개발
- 웹기반 상세설계정보, 공정정보, 현장감리 정보 공유를 위한 플랫폼 구축
- 실시간 원격구조감리 모듈(S/W) 시제품 제작 (원격구조감리 자동화 비율 50%)
- 사진, 동영상 등 화상정보를 활용한 거리측정, 부재치수 추출 기술 개발 (목표 해상도 16mm 철근 구분)
- 모바일 디바이스 기반 경량화 3D 공간정보 생성 및 정합 기술 개발 (정확도 80% 이상)
- 디지털 기반 원격 시공감리 솔루션 (S/W) 시제품 제작 (건축공사감리 체크리스트 항목 중 50% 디지털 전환)
- 자기장 벡터 시퀀스 기반 실내 측위 엔진을 통한 작업자 동선 추적 및 안전사고 감지 기술 개발 (실내측위 오차 1m 이내)
- 3D스캔 기반 자동 마감품질 감지기술 개발 (오차율 20% 이내)
- 지능형 로봇암을 활용한 바닥마감로봇 기술 (생산성 30% 향상, 노동력 50% 절감)
- 로봇 연계형 Global As-Built BIM 구축 기술 (As-Built BIM 모델의 위치 정확도 20mm@30m 이내)
- 디지털 건축감리 및 시공자동화 로봇 보급 확산을 위한 디지털 건축기술 인프라 구축



참여기관



구분	기관명	책임자	전자우편
연구단장	단국대학교산학협력단	강경인	kikang@dankook.ac.kr
기술1	단국대학교산학협력단	김현수	hkim13@dankook.ac.kr
	(주)창소프트아이앤아이	김은석	kimeunseok@chang-soft.com
	SimPlatform	임대근	next2world@simplatform.com
기술2	서울대학교산학협력단	박홍근	parkhg@snu.ac.kr
	숭실대학교산학협력단	최경규	kkchoi@ssu.ac.kr
	씨앤피동양	정광량	krchung@cnpgroup.co.kr
	(주)스캔비	이병도	bdlee@spacecanbe.com
	(주)시티월이엔지	원종호	citywall@chol.com
	롯데건설(주)	박종욱	jongwook.park@lotte.net
	건국대학교산학협력단	황현종	hwanggun85@naver.com
	주식회사유래이앤씨	서형석	shs7778@hanmail.net
기술3	고려대학교산학협력단	조훈희	hhcho@korea.ac.kr
	서울과학기술대학교 산학협력단	김태훈	kimth@seoultech.ac.kr
	SH서울주택공사	이학주	hju08@i-sh.co.kr
	(재)한국건설산업연구원	유위성	wsyoo@cerik.re.kr
	재단법인 한국조달연구원	김창원	cwkim@kip.re.kr
	(주)아이티엠건축사사무소	강성미	sm71@hanmail.net
기술4	인하대학교산학협력단	김정렬	jungkim@inha.ac.kr
	레드원테크놀러지 주식회사	문용선	moon@urc.kr
	지에스건설(주)	김효근	hgkim6@gsenc.com
기술5	단국대학교산학협력단	정 란	chunglan@naver.com
	(사)한국콘크리트학회	김영진	kimcrete@naver.com
	(주)창민우구조컨설팅단트	김경태	ktkim@minwoo21.com

Contents

Technologies

- [기술1] 클라우드 기반 스마트 건축감리솔루션
- [기술2] 스마트 구조감리솔루션
- [기술3] 스마트 시공감리솔루션
- [기술4] 건축시공 자동화 로봇개발
- [기술5] 디지털 건축감리 및 시공자동화 로봇 보급 확산

Results

- 클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼
- 실시간 원격 구조감리 기술
- 실시간 원격 철근 간격 측정 및 Virtual tour 구성 시스템
- 시공 전/중 구조안전성 평가 시스템
- 디지털기반 원격 시공감리 기술
- 실내측위 기술
- KPI 기반 건설현장 성과평가시스템
- 건축 실내 바닥미장 (방바닥 통미장) 로봇
- PHC 파일 두부정리 로봇 (SMART CUTTER)

TECHNOLOGIES

- 기술 1 클라우드 기반 스마트 건축감리솔루션
- 기술 2 스마트 구조감리솔루션
- 기술 3 스마트 시공감리솔루션
- 기술 4 건축시공 자동화 로봇개발
- 기술 5 디지털 건축감리 및 시공자동화 로봇 보급 확산

기술 1

클라우드 기반 스마트 건축감리솔루션

Definition

클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼 개발

- 건축감리 디지털 업무 지원 프로세스 구축 및 개발
- 건축감리 디지털 업무 지원 프로세스 기획/설계 총괄
- 현장 계측데이터 활용을 위한 스마트 통합 플랫폼 기획 설계
- 클라우드 기반 스마트 건축감리 플랫폼 개발

Goals

> 최종 목표

클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼 개발

- 건축감리업무 디지털 전환을 위한 원천 요소기술 개발 및 확보
- 공종별(골조, 마감, 가설, 토공) 상세설계 디지털 모델링 기술
- 공종별 감리대상이 되는 현장 공정(액티비티) 일람표 작성 및 설계모델 연계 기술

> 단계별 목표

1단계 :

- 현장 데이터/도면 데이터 기반 공종별 3D 모델 생성 및 디지털 플랫폼 요소기술 개발

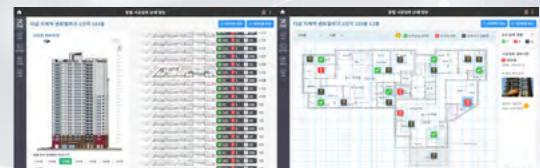
2단계 :

- BIM 상세설계정보 및 모델연계 공정일람표 작성자동화 및 감리업무 연계 기술 개발

현장 데이터/도면 데이터 기반 3D 플랫폼 요소 기술 개발



Grid Cell 기반 도면 및 감리정보 맵핑 시스템 개발



- 감리 체크리스트와 도면 결합
- 감리에 필요한 데이터 수집 및 모니터링 기술의 자동화 개발
- 도면 좌표 정보 기반 Grid Cell 방식개발을 통한 감리 정보(영상/이미지 등) 맵핑 기술 개발

Detailed Description

1. 클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼 개발

- 공종별 3D 디지털 플랫폼 요소기술 개발과 상세설계모델 생성 및 공유기술 개발
- 통합 플랫폼 시스템 대시보드
- 건축프로젝트 2D 도면을 적층하여 테블릿 및 PC에서 볼 수 있는 기능
- 적층한 2D 도면에 대한 그리드 기반의 정보입력 및 마크업 가능
- 시공관련 프로젝트 일정관리 기능
- 구조/시공 감리 결과 리포팅 기능
- 건축물 BIM 뷰어(Autodesk Forge 및 BIM 360 등 활용)
- 건축프로젝트 도면 관리 기능
- 건축 내부 바닥 미장 로봇 운영 모니터링 및 결과 리포팅 기능
- 검측 대상, 검측 담당자 지정 및 검측 결과 보고서 생성 기능

클라우드 기반 실시간 건축감리플랫폼

이미지 기반 객체 인식



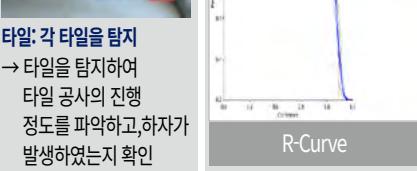
조작: 조작벽의 쌓기 층수를 감지
→ 조작 벽의 작업 진행량 및 작업 진행 여부를 판별하고, 조작 시방서의 기준에 따라 진행이 되었는지 확인



미작: 도면 데이터를 기반으로 조작벽의 조작을 탐지
→ 도면 내 조작벽의 위치에 조작이 탐지된다면 미장 공사가 진행되지 않은 것으로 판별

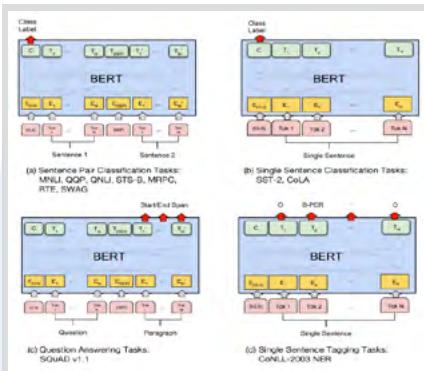


타일: 각 타일을 탐지
→ 타일을 탐지하여 타일 공사의 진행 정도를 파악하고, 하자가 발생하였는지 확인

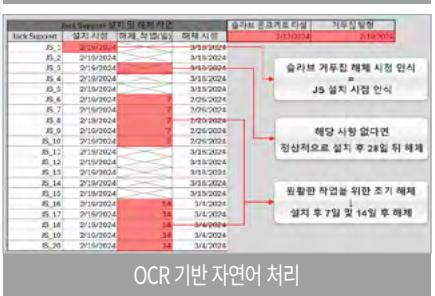


현장
이미지 정보와
도면 및 공사
정보 결합

OCR 기반 자연어 처리(BERT) 및 도면 인식



BERT 모델을 통한 파인 티닝
Transformer기반으로한 인코더(Encoder) 사용 모델
3가지 입력 임베딩(Token, Segment, Position)을 취합
Layer Normalization과 Dropout을 적용 후 입력으로 사용



OCR 기반 자연어 처리

스마트 구조감리 솔루션

Definition

현장 자동 검측기술 및 구조적합성 신속판정 기술 개발

- 사진, 동영상 등 화상정보를 활용한 거리측정, 부재치수 추출 기술 개발
- 3D스캔 기반 자동 데이터 분석 및 검측시스템 개발
- 현장 데이터 수집/인식/3D 전환 모듈 개발
- 오피시스템 비대면 시공감리 시스템 개발
- 현장 구조감리 데이터 및 구조설계의 일치 여부 판정 기술 개발

원격 구조감리기술 및 구조안전성 평가 시스템 개발

- 현장감리원 및 구조전문가의 원격 구조감리시스템 개발
- 건물유형별 원격 구조감리 항목, 판정기준 등 원격 구조감리 현장 적용 기술 개발
- 시공단계별 구조해석을 통한 건축물의 시공 중 붕괴, 손상 및 장기변형 예측 모델 개발
- 계측정보와 구조해석 결과의 실시간 비교를 통한 시공 중 구조 안전성 평가 시스템 개발
- 붕괴 위험 경고 기능이 탑재된 개별 동바리 실시간 모니터링 시스템 개발
- 붕괴 위험 경고 기능이 탑재된 시공 중 시스템 동바리 모니터링 시스템 개발

Goals

> 최종 목표

스마트구조감리솔루션 개발

- 실시간 원격 구조감리 모듈(S/W) 개발 및 실시간 건축감리 플랫폼 내 이식
- 사진, 동영상, 3D 스캔 기반 자동검측 및 자동신속판정 기술 개발 및 탑재
- 현장계측정보 기반 시공 중 실시간 구조안전성 평가 시스템 개발 및 탑재

> 단계별 목표

1단계 :

- 현장감리원 및 구조전문가의 원격 구조감리시스템 개발
- 사진, 동영상, 3D 스캔 기반 검측 기술 개발
- 시공하중 예측모델 및 시공 전/중 구조 안전성 평가 시스템 개발
- 동바리하중 무선계측기술 및 실시간 모니터링 시스템 개발

2단계 :

- 사진, 동영상, 3D 스캔 기반 자동검측 및 자동신속판정 기술 개발
- 계측정보와 구조해석 결과의 실시간 비교를 통한 시공 중 구조 안전성 평가 시스템 개발
- 요소기술을 통합한 실시간 원격 구조감리 시스템 개발 및 실시간 건축감리 플랫폼 내 이식

Detailed Description

원격 구조감리 기술



디지털 기술을 통한 원격 커뮤니케이션 시스템을 구축하여 현장구조감리를 원격구조감리로 대체

- ☒ 구조전문가의 물리적, 수적 제약 극복
- ☒ 동시에 다수 건설현장 감리 가능
- ☒ 구조감리 횟수 증가 가능*

*특정시공단계에 따른 구조감리를 요구하는 현행법 및 제도개선 가능

자동검측 · 자동신속판정 기술

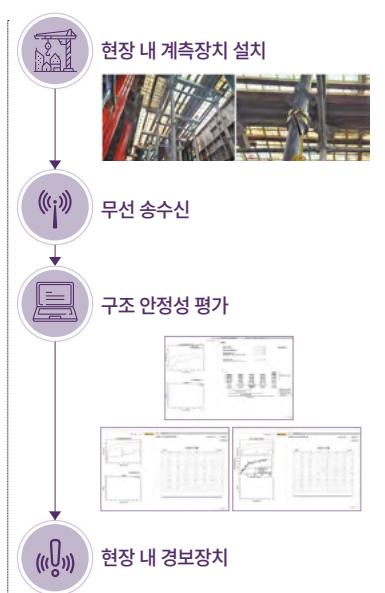


3D 스캐닝 화상정보 기반 구조적합성 판정 자동화 기술 적용을 위한 정밀판정 모듈의 GUI 구성



우수사공사례 제공 건축구조기준 제공

시공 중 구조안정성 평가 기술



시공 중 구조안정성, 가설 지주 안정성 평가 시스템을 개발

- ☒ 동바리 부착형 무선 계측장치를 통한 실시간 시공하중 계측
- ☒ 시공 중 붕괴, 손상 및 장기변형 예측 모델과의 비교를 통한 붕괴 예측
- ☒ 붕괴 위험 경고 기능을 탑재한 실시간 모니터링 시스템 개발

현장 기술수준 맞춤형 솔루션

대규모 현장

- 고가장비 사용 기반의 원격감리
- 사용장비(예시):



중규모 현장

- 3D사진, 동영상 기반 원격감리
- 사용장비(예시):



소규모 현장

- 원격 communication 시스템, 사진 정보만으로 감리
- 사용장비(예시):



스마트 시공감리 솔루션

Definition

모바일 디바이스를 활용한 건설현장 시공관리(품질, 안전관리) 기술 개발

- 디지털기반원격시공감리기술
- 실내측위기술 기반 건축현장 작업자 안전관리 기술
- 스마트 모바일 디자이스 기반 경량화 AS-Built BIM Model
- 건축물마감 품질/데이터관리모델
- 지능형 시공감리 모듈 지원형 업무 프로세스 개발

KPI 연계형 건축현장 성과평가시스템 개발

- 클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼 축적 데이터를 활용한 KPI 구축 기술
- 유관협회, 세움터 등 공공 웹사이트 등과 연계된 KPI 관리체계 개발

Goals

> 최종 목표

스마트시공감리솔루션 개발

- 모바일 디바이스 기반의 지능형 시공감리 업무 지원 모듈 및 건설현장 3차원 공간정보 생성/정합 기술 개발
- 자기장 벡터 시퀀스 기반의 건축 현장 실내측위를 통한 작업자 동선 추적 및 안전관리 기술 개발
- 건축감리 플랫폼 축적 감리 데이터를 활용한 KPI기반 건설현장 성과평가시스템 개발

> 단계별 목표

1단계 :

- 모바일 디바이스 기반의 시공감리지원 모듈 및 현장 이미지/BIM 모델 간 위치 정합 기술 개발
- 실내 자기장 맵 수집/측위 기술 및 실내 자기장 Partial Map 기반 경량화 엔진 개발 및 최적화
- 건축현장 성과평가 지표 선정 및 건축감리 성과 기반 정량적 KPI 측정 및 예측 모델 개발

2단계 :

- 모바일 디바이스 기반의 시공감리지원 모듈 및 3D 공간정보 생성 기술 시제품 개발/적용
- 자기장 벡터 시퀀스 기반 건축현장 작업자 동선 추적 및 안전사고 감지기술 개발
- KPI 연계형 건축현장 성과평가 시스템의 현장 실증 및 자동화 가이드라인 제시

Detailed Description

1. 디지털 기반 원격 시공감리 기술

- 단순 감리 문서의 디지털화를 벗어난 객체정보연동 기반의 PDF 도면관리기술
- 시공감리 업무 지원을 위한 AI 기반 영상/이미지 데이터 수집 및 분석 기술
- 디지털 원격 시공감리 업무 프로세스 구축

2. 자기장 벡터 시퀀스 기반 실내 측위 기술

- 주변 환경의 가변성과 상관없이 측위 성능을 안정적으로 유지할 수 있는 자기장 벡터 시퀀스 기반 엔진 개발
- 자기장에 영향을 주는 요인을 필터링할 수 있는 자기장 필터링 기술 개발

3. KPI 연계형 건설현장 성과평가시스템

- 건설현장 성과 평가 지표 선정 및 데이터 전처리 체계 구축
- 디지털 시공감리 축적 데이터 기반 감리 성과의 정량적 KPI 측정 및 예측 모델 개발

모바일 디바이스 기반 디지털 시공감리 SW 및 지원기술



PDF
기반
도면관리
시스템



감리문서
Reporting
& 디지털화



디지털 시공
감리 지원
기술

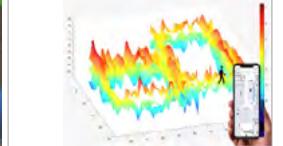
시공 감리 문서 디지털화 및 모바일 디바이스 기반의 디지털시공감리 프로세스 구축

- 시공 감리 문서 및 프로세스 디지털화
- 감리 데이터 공유 및 이력 데이터 축적
- 디지털 시공감리 지원 기술 제공

실내 측위 기술 기반의 동선 추적 기술



VSLAM 기반 3D 매핑 및 트래킹



자기장 벡터 시퀀스 기반 실내 측위

PDF 기반 도면 관리 & Reporting 시스템



영상/포인트 클라우드 데이터 기반 감리지원 기술



포인트클라우드 수집/분석



영상분석 기반 감리지원 기술

KPI 연계형 건축성과 평가 시스템

건축감리 플랫폼 축적 데이터 기반 KPI 구축 기술



공공 웹사이트 등과 연계된 KPI 관리체계 개발



건축시공 자동화 로봇개발

Definition

건축 시공자동화 장비/로봇 통합 플랫폼 및 모니터링 시스템

- 로봇 연계형 라이다 및 AI Vision을 이용한 건축현장 As-Built BIM 모델(Global) 구축기술
- 건축물 실내외 작업 자동화 장비/로봇의 실시간 통합모니터링 기술

건축 내부 바닥 미장 자동화 로봇

- 건축 내부 바닥공사(바닥 모르타르 등)를 위한 다목적·다기능·다관절 로봇 개발
- 건축 내부 바닥공사의 작업부위 인식 및 작업 계획 모듈 개발
- 건축 내부 바닥공사 작업을 위한 자율/반자율 주행장치 개발
- PHC파일 두부정리 자동화 로봇 개발
- 자동화 장비/로봇의 현장 적용성 및 시공성 향상을 위한 DFA(Design for Automation)
- 시공자동화 로봇 현장 적용 효과 분석 및 현장 실증

Goals

> 최종 목표

건축시공자동화 로봇 개발

- 건축 내부 바닥 미장(방바닥 통미장) 자동화 로봇 개발
- PHC파일 두부정리 자동화 로봇 개발

> 단계별 목표

1단계 :

- 건축 내부 바닥 미장 자동화 로봇의 기술/현장 요구사항 정의 및 설계와 프로토타입 개발
- PHC파일 두부정리 로봇의 파일럿타입 개발
- 건축 시공자동화 장비/로봇 통합 모니터링 시스템의 기술/현장 요구사항 정의 및 설계

2단계 :

- 건축 내부 바닥 미장 자동화 로봇 개발 및 실용화/기술고도화
- PHC파일 두부정리 로봇 시제품 개발
- 건축 시공자동화 장비/로봇 통합 모니터링 시스템 개발 및 실용화/기술고도화
- 실내 작업 자동화 장비/로봇의 시공성 향상을 위한 DFA(Design for Automation) 지침 개발
- 시공자동화 로봇의 경제성, 기술적 타당성 및 현장 적용성분석

Detailed Description

1. 건축 내부 바닥 미장자동화 로봇

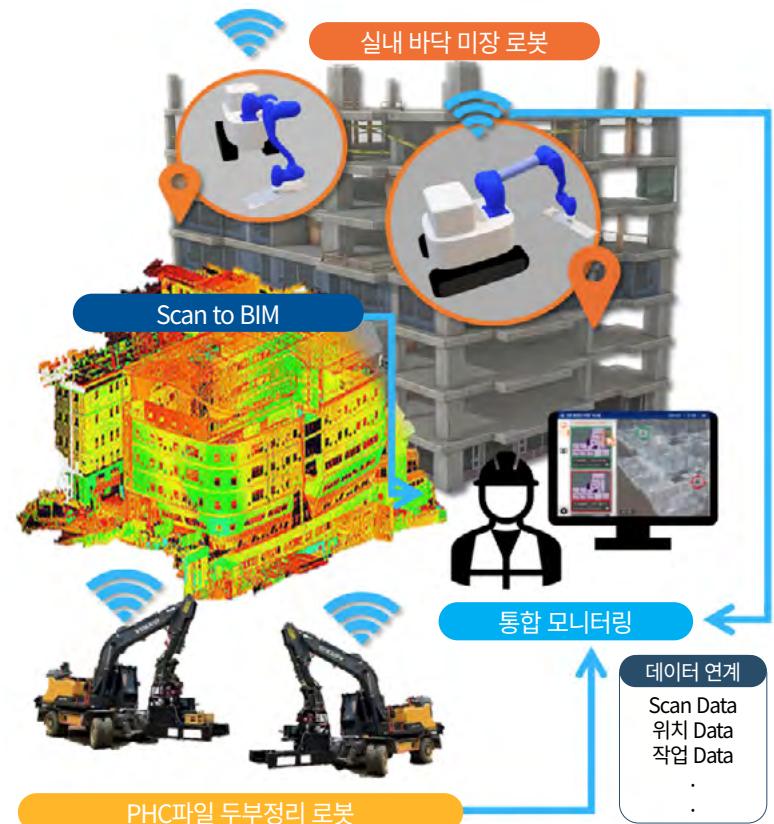
- 건축 내부 바닥 미장을 위한 다목적·다기능·다관절로봇 개발
- 건축 내부 바닥 미장을 위한 작업부위인식 및 작업경로계획 모듈 개발
- 건축 내부 바닥 미장을 위한 자율/반자율주행장치 개발
- 실내 작업 자동화 장비/로봇의 시공성향상을 위한 DFA(Design for Automation) 지침 개발
- 시공자동화 로봇의 경제성, 기술적 타당성 및 현장 적용성분석
- 시공자동화 로봇 현장 실증

2. PHC파일 두부정리 자동화 로봇

- PHC파일 두부정리 작업을 위한 센싱 모듈 개발
- PHC파일 두부정리 작업을 위한 어태치먼트개발
- PHC파일 두부정리 자동화 로봇 시제품 개발

3. 건축 시공자동화 장비/로봇 통합 모니터링 시스템

- 로봇 연계형 라이다 AI-Vision을 이용한 건축현장 As-Built BIM 모델(Global)구축 기술 개발
- 건축 시공자동화 장비/로봇 통합 모니터링 기술 개발



기술 5

디지털 건축감리 및 시공자동화 로봇 보급 확산

Definition

건축감리 및 시공자동화 로봇 통합 디지털 플랫폼 활용기반 구축

- 디지털 언택트 건축 기술 교육과정 개발 및 인력 양성
- 연구개발 성과물 보급을 위한 지침(안), 제도 및 건설기술 개선(안) 도출

클라우드 기반 건축감리 플랫폼 및 시공자동화 로봇 현장 적용

- 디지털 건축감리 플랫폼 및 시공자동화 로봇 종합 실증
- 디지털 건축감리 플랫폼 및 시공자동화 로봇 현장 적용 및 효과 분석

Goals

> 최종 목표

디지털 건축감리 기술, 시공자동화 로봇 기술의 현장 보급 및 확산

- 디지털 건축기술 교육프로그램 운영을 통한 디지털 건축 인력 양성
- 디지털 건축기술 안착을 위한 지침(안), 제도 및 건설기준 개선(안) 도출
- 개발기술 실증을 위한 파일럿테스트 총괄기획 및 관리
- 디지털 구조감리 플랫폼 현장 적용 효과 분석

> 단계별 목표

1단계 :

- 디지털 건축기술의 보급, 확산을 위한 법/제도상 문제점 도출 및 현장 보급을 위한 실증, 교육 방안 마련

2단계 :

- 디지털 건축기술의 보급, 확산을 위한 법/제도상 개선방안 제시 및 실증, 교육을 통한 현장적용성 확대

Detailed Description

1. 개발된 디지털 언택트 건축기술의 교육과정 개발 및 인력양성

- 디지털 언택트 기술 교육 강좌 운영
- 디지털 언택트 기술 교육과정 프로그램 개발
- 산업체 대상 기술교육 지원
- 산·학간 교류회/간담회 개최
- 연구성과물 교육 및 홍보용 동영상 컨텐츠 개발

2. 연구개발 성과물 보급을 위한 지침(안), 제도 및 건설기술 개선(안) 도출

- 디지털 건축감리 적용 환경파악을 위한 기술동향 분석
- 디지털 건축감리 기술과 법제도 정합성 분석
- 디지털 건축감리 관련 건설기준 개선(안) 및 제도개선안 도출
- 디지털 건축감리 관련 지침(안) 작성

3. 건축감리 플랫폼 종합 실증

- 파일럿테스트 선정요소 도출 및 특징 분석
- 파일럿테스트 현황 및 사용자 요구사항 분석
- 기술 프로토타입에 대한 현장 성능 테스트
- 검증시나리오 기반 개발기술 현장 테스트
- 웹플랫폼 및 모바일 서비스의 시범운영 실시

4. 건축감리 플랫폼 현장 적용 및 효과 분석

- 원활한 실증을 수행할 수 있도록 인프라 조성, 발주관리, 연구성과 관리 체계 분석
- 현행 구조감리기술의 문제점 확인
- 개발된 스마트기술의 구조감리 적용분야 도출
- 개발된 기술플랫폼의 현장적용 및 전파방안 연구

개발기술 보급 및 확산

디지털 건설 기술 교육

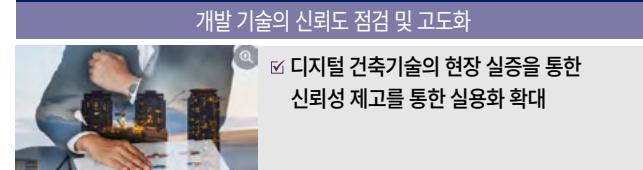
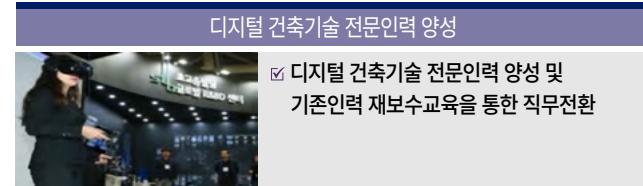
- ☒ 디지털 건축기술 교육프로그램 개발
- ☒ 디지털 건축기술 인력 양성
- ☒ 디지털 건축감리 교육 컨텐츠 개발

기술 관련 법/제도 개선

- ☒ 디지털 건축감리 기술의 법/제도 개선(안) 제안
- ☒ 디지털 건축 기술의 건설기준(KCS) 개정(안) 제안

기술 실증 및 효과분석

- ☒ 디지털 자동화 건축시공 및 디지털 건축 감리플랫폼 단위기술별 검증
- ☒ 실증 효과분석 및 분석 결과 피드백 및 보완
- ☒ 기술검증을 위한 절차 및 지표 개발



SATEC

SMART ARCHITECTURE SAFETY TECHNOLOGY CENTER

RESULTS

클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼

실시간 원격 구조감리 기술

실시간 원격 철근 간격 측정 및 Virtual tour 구성 시스템

시공 전/중 구조안전성 평가 시스템

디지털기반 원격 시공감리 기술

실내측위 기술

KPI 기반 건설현장 성과평가시스템

건축 실내 바닥미장 (방바닥 통미장) 로봇

PHC 파일 두부정리 로봇 (SMART CUTTER)

클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼 개발

Representation and Photography



Main Contents

> 클라우드 기반 실시간 건축감리 플랫폼 개발

요소기술 개발

- 건축/마감 BIM 상세설계모델 기반 공정계획 자동계획 자동생성 및 감리 업무에 필요한 UI등을 개발하여, 각 기술에서 참고가능한 모델을 제공하고 하나의 플랫폼으로 현장과 본사의 연결 가능
- 플랫폼 기반으로 정보를 교환하면 각 이해관계자가 실시간 업데이트 된 하나의 모델을 통해 기술을 이용할 수 있으므로 시공 오차 감소 및 현장 감리에 필요한 비용을 최소화 가능

사업화 달성

- 개발된 프로토타입 플랫폼 기술을 통해 코오롱 글로벌 구미 인의동 현장에 사업화를 1건 수행하여 개발된 기술에 대한 피드백과 추가 요구사항 등을 정리

MOU 체결

- 해당 기술에 대해 이안, 포스코DX, 베트남 베스핀글로벌 등이 기술 협력을 제안하여, 2건의 양해각서를 체결하고 기술개발에 협력적인 관계를 형성

S/W 개발 및 등록

- 해당 플랫폼을 S/W성과로 등록하고 매년 지속적인 업데이트를 통해 요구사항을 반영하고 UI개선 및 기능을 추가

Distinction

기술종류	선도기술	특징	본 성과 성능수준
클라우드 플랫폼	BIM360	범용성 기술이나 고사양 요구 (객체 20만개 작성 시 생성 딜레이 1,000ms 이상)	<ul style="list-style-type: none"> · 2D 도면 BIM전환 자동화 · 동일 스펙대비 낮은 시스템 부하 (객체 20만개 작성 시 생성 딜레이 100ms)
	Procore	공사관리 특화 지원시스템 (객체 기반의 관리 또는 BIM 활용이 낮은 측면이 존재함)	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 객체의 BIM 표현 가능 및 클라우드 시스템을 통한 데이터 연동가능 · 공사관리/감리를 위한 멀티모달소스 활용 감리플랫폼을 개발(BIM-현장 이미지- OCR 기반 작업일보 등의 연계)
	Xite Cloud	장비/드론 등 측량정보 통합	<ul style="list-style-type: none"> · 현장 감리업무 특화 기술 차별화
현장관리 지원기술	Grace Arch	기 작성된 BIM파일을 이용한 물량생산	<ul style="list-style-type: none"> · 실시간 3D BIM 모델기반 공정표
	SMARTY	온라인 기반 현장관리	<ul style="list-style-type: none"> · 건설사 내부 플랫폼이 아닌 범용성 및 확장성 확보 · (건설감리 5개사 및 건설사 사용서식 등의 전환기능 확보)

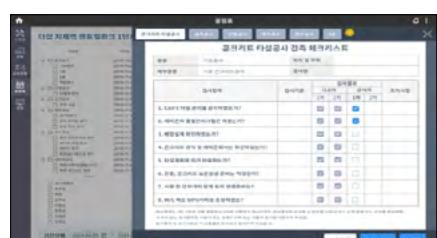
Expectation Effectiveness

요소기술 개발

- 건축/마감 BIM 상세설계모델 기반 공정계획 자동계획 자동생성 및 감리 업무에 필요한 UI등을 개발하여, 각 기술에서 참고가능한 모델을 제공하고 하나의 플랫폼으로 현장과 본사의 연결 가능

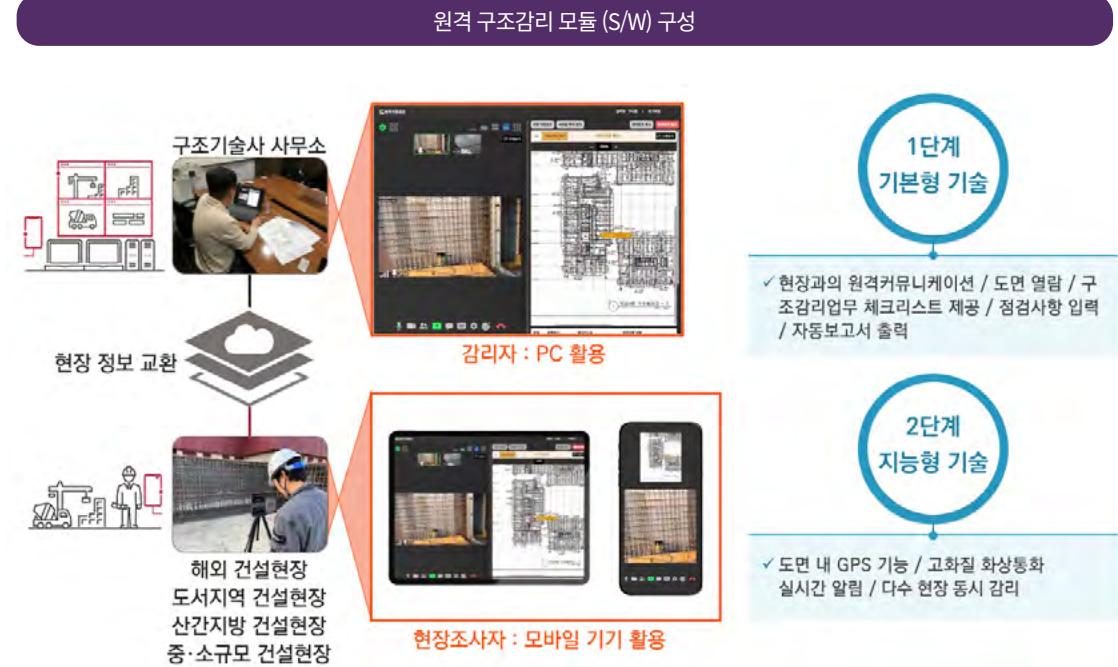
사업화 달성

- 개발된 프로토타입 플랫폼 기술을 통해 코오롱 글로벌 구미 인의동 현장에 사업화를 1건 수행하여 현재 개발된 기술에 대한 피드백과 요구사항 등을 정리



실시간 원격 구조감리 기술

Representation and Photography



Distinction

- 범용적인 원격 모니터링 기술과 감리업무 지원 프로그램 등은 존재하나, 이를 조합한 건축 구조물의 실시간 원격감리에 대한 기존 사례* 부재
- 현재 국내외에서 개발 중인 현장 지원 프로그램*은 단순 시공감리에 집중

타 시스템 성능수준			본 성과 성능수준
기술종류	사례	특징	
원격 모니터링 기술	(국외) 해치(Hatch)	범용적 기술	구조감리 전용 실시간 원격 모니터링 기술
	(국내) 한화건설 'H2SE', 삼성물산 'Smart WE', 아키엠	감리 기술 아님 단순 현장 관리 및 시공감리 지원 기술	
현장 감리 지원 프로그램	도면 내 GPS 기능 / 고화질 화상통화 실시간 알람 / 다수 현장 동시 감리	실시간 감리 불가	

Expectation Effectiveness

Main Contents

- 건축구조전문가가 건설 현장에 직접 방문하지 않고 여러 곳의 현장을 동시에 원격으로 구조감리를 수행할 수 있는 실시간 원격 구조감리 소프트웨어를 개발
- 이는 의료계에서 논의되고 있는 원격진료시스템과 동일한 개념
- 구조감리자는 사무실 내 PC용 프로그램을 활용하고 현장조사자 혹은 감리대리인은 현장에서 태블릿 PC 등의 모바일 기기용 프로그램을 활용해 시스템에 접속할 수 있는 프로그램 시제품을 제작
- 대규모 건설현장에서 실제 구조감리 업무를 수행하는 구조설계사가 직접 시제품을 사용하여 원격 구조감리 운영 절차를 마련하고 현장 시범 적용을 수행함

- 구조전문가가 직접 현장을 방문하지 않아도 되므로 제한된 수의 구조전문가가 다수의 현장을 관리 가능
- 구조전문가가 손쉽고 빈번하게 현장의 구조 안전을 확인할 수 있도록 하여, 구조전문가 부재로 인한 부실 감리로 초래되는 붕괴 사고 방지에 도움될 것으로 기대됨
- 지방 현장, 급작스러운 현장 방문 상황 등 현장 방문이 어려운 경우에 대하여 원격 구조감리의 경쟁력이 높을 것으로 기대됨

비교항목	기존 구조감리	원격 구조감리
사진 예시		
물리적 제약	지방 현장, 대규모 현장, 해외 현장 방문 어려움	현장 방문 불필요
시간적 제약	급작스러운 현장 상황 대응 어려움	현장 필요에 대응 가능
실시간 판단	열악한 환경, 참고 자료 제한	편안한 환경, 모든 자료 활용 가능
구조 안전성	구조감리 미실시 층 안전 담보 불가능	빈번한 구조감리 가능
수요자 선호도	선호도 낮음	선호도 높음

실시간 원격 철근 간격 측정 및 Virtual tour 구성 시스템

Representation and Photography



Distinction

- 철근의 구분 및 간격 측정에 대한 연구는 이미 수행중에 있으나, 실시간 철근 간격 측정에 대한 연구는 미비한 것으로 확인됨.
- 본 개발 기술의 경우 건설 현장의 전체 Point cloud 구현이 아닌 구조감리가 필요한 부분만의 Point cloud 구축을 통해 실시간 계측이 가능하며, 이는 세계 최초 기술임

타 시스템 성능수준		본 성과 성능수준	
기술종류	사례		
철근 검측 기술	<ul style="list-style-type: none"> Automated rebar diameter classification using point cloud data based machine learning A deep learning approach for real-time rebar counting on the construction site based on YOLOv3 detector Automatic evaluation of rebar spacing using LiDAR data Automatic evaluation of rebar spacing and quality using LiDAR data: Field application for bridge structural assessment 	실시간 검측 불가	실시간 원격 철근 검측 기술

Main Contents

- 실시간 원격 철근 간격 측정 기술: Depth Camera의 RGB data 쌍을 통해 Point cloud를 생성하는 기술
- Virtual tour 구성 기술: 360도 카메라를 활용한 Virtual tour 기술의 경우 360도 카메라가 촬영한 Panorama image data를 통해 2D image를 3D 공간으로 구현하는 기술
- 두 기술을 Web으로 통합하여 원격 및 실시간 기술을 구현함
- Point cloud 실험실 및 소규모 현장에서 D13과 D16의 구분이 가능함

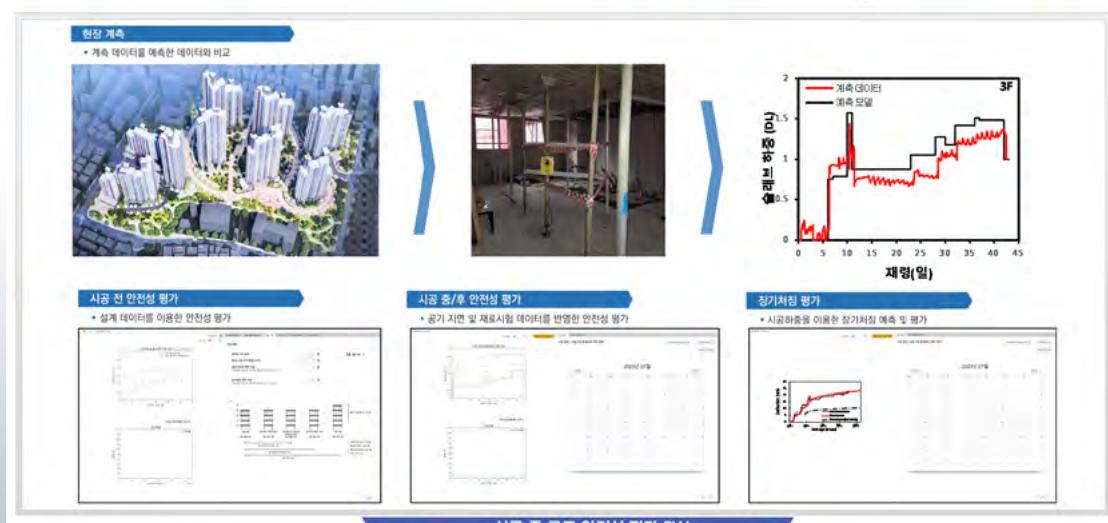
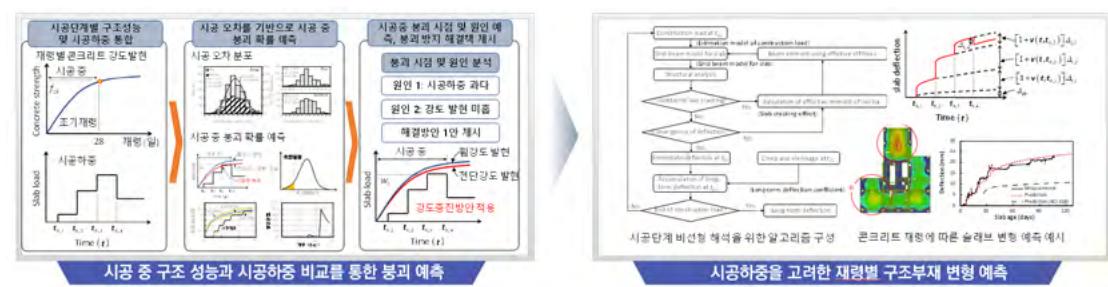
Expectation Effectiveness

- 원격 시스템을 이용하여 원거리에서 구조기술사를 활용할 수 있는 시스템 개발로 인해 구조 감리의 생산성과 효율성을 높일 수 있음
- 소·대규모 3건의 현장 적용 결과 철근 간격에 대해 98.17~99.26%의 높은 정확도를 통해 감리 업무의 신뢰성을 확보할 수 있으며 부실 감리로 인해 발생할 수 있는 사고를 방지할 수 있음



시공 전/중 구조안전성 평가 시스템

Representation and Photography



Main Contents

시공 전 안전성 평가

- 시공 전 설계 정보 및 가설 계획에 따른 구조물의 예상하중과 안전성을 검토할 수 있음

시공 중/후 안전성 평가

- 시공 중 시공 일정 변경 시, 구조물의 하중과 안전성을 미리 검토하여 적절하게 시공일정을 변경할 수 있음
- 시공 중 실제 시공 일정을 반영하여 구조물의 하중과 안전성을 검토할 수 있음
- 시공 중 동바리를의 하중을 무선 계측하여 구조물의 안전성을 실시간으로 평가함

Distinction

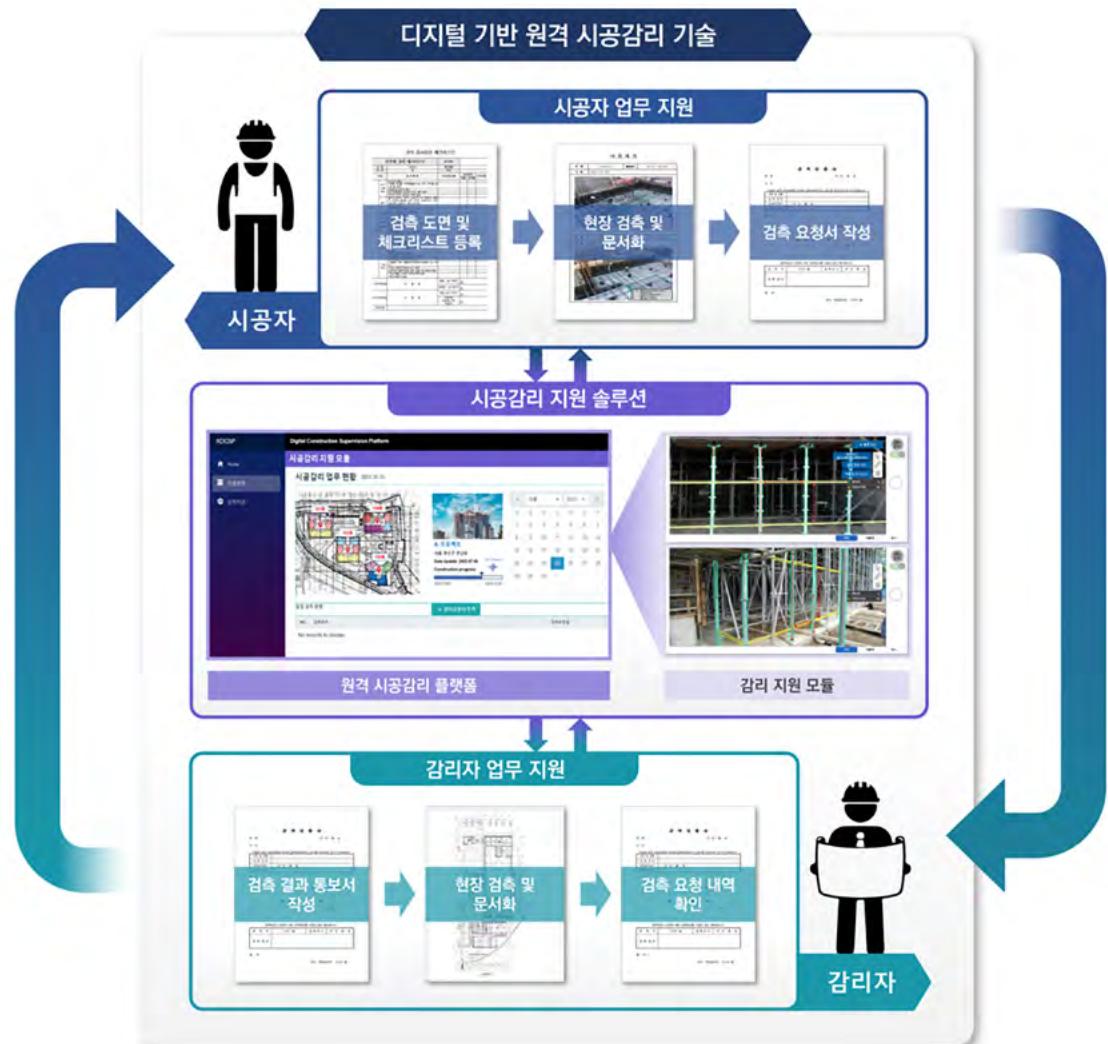
- 일반적인 동바리를 사용하는 건축물에서 높은 정확도를 보이는 시공하중 예측모델을 도입함
- 시공하중 산정법이 개발되지 않은 알루미늄품(타설 후 철거)이 적용된 구조물에 대하여 시공하중 예측모델을 개발 및 정확성을 검증함
- 시공하중 산정법이 개발되지 않은 포스트텐션이 적용된 구조물에 대하여 시공하중 예측모델을 개발 및 정확성을 검증함
- 시공 현장의 실제 공기 및 시공 방식을 직접 반영함
- 시공 중 예측 시공하중과 계측 시공하중을 실시간으로 비교 할 수 있음
- 구조물의 예상하중과 안전성을 검토하여 시공 중 구조물의 파괴 확률을 제시할 수 있음

Expectation Effectiveness

- 구조 안전성 평가 프로그램의 도입으로 시공 현장에서 구조물의 안전성을 지속적으로 모니터링하고 평가할 수 있게 되면, 안전 사고의 예방과 함께 공정 관리의 효율성이 크게 향상됨
- 이는 시공 단계별 안전 관리의 새로운 관점을 도입하여, 안전성 평가의 접근성과 이해도를 크게 향상시켜, 시공 품질과 안전관리의 효율성을 극대화함

디지털 기반 원격 시공감리 기술

Representation and Photography



Distinction

- 기존 디지털 감리 기술들의 경우 단순한 문서 디지털화 및 클라우드 기반의 문서 공유 기능을 중점적으로 제공
- 디지털 기반 원격 시공감리 솔루션은 감리 문서의 디지털화뿐 아니라, 객체정보연동 기반의 PDF 도면 관리 시스템, AI 기반의 시공감리 지원 알고리즘, 감리자 및 작업자 실내 측위 기술, 공간정보 생성 기술 및 KPI 성과평가 모델 등을 통하여 감리 업무 수행과 의사결정을 직/간접적으로 지원하는 다양한 기술 제공

타 시스템 성능수준			본 성과 성능수준
기술종류	사례	특징	
디지털 건설관리 플랫폼	Procore (Procore)	• 검증 관련 문서를 디지털화하여 실시간으로 공유하며 검증 수행 현황 통계 제공	• 객체연동형 PDF기반 도면관리 시스템으로 손쉽고 빠르게 현장에서 도면과 도면상의 부재 정보 확인
	Consturction Cloud (Autodesk)	• 감리 업무 수행에 필요한 도면 및 문서 공유 및 관리 기능 제공	• AI 기반의 감리 업무 지원 기술 및 감리 데이터 기반의 인사이트 제공
	콘엑 (CMX)	• 감리 보고서, 체크리스트, 감리일지 입력 및 사진/동영상 업로드 및 실시간 검증 데이터 공유	• 감리자의 감리이력 추적관리 • KPI 성과평가 시스템을 통해 건설 현장 성과달성을 통한 현황 정량적 평가

Expectation Effectiveness

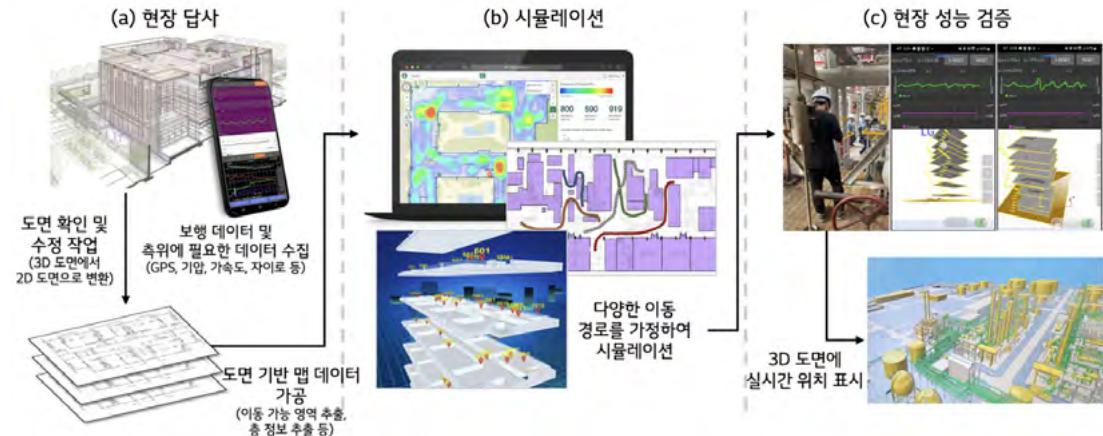
- 시공감리 업무 전반에 디지털 기술 접목을 통한 생산성 향상 및 데이터 활용도 향상
- 감리 프로세스 및 문서 디지털 전환을 통해 감리 데이터의 공유/관리 효율의 및 데이터 활용도 향상
- PDF 도면관리 시스템을 및 감리 업무 지원 기술을 통해 감리 생산성 향상, 신뢰도 확보

Main Contents

- 아날로그 방식의 감리 프로세스 탈피를 위한 프로세스를 구축하고 이를 구현하기 위해 필요한 핵심 기술 개발
- 기존 종이 도면 및 문서 위주의 아날로그 방식의 시공감리 프로세스 체질 개선을 위해 감리 데이터 디지털화 및 첨단 기술 접목
- 객체정보연동 기반의 PDF 도면 관리 시스템을 통해 모바일 디바이스 환경에서 도면 정보를 신속하고 직관적으로 활용할 수 있는 기술 제공

실내측위 기술 개발

Representation and Photography



Main Contents

파일럿 테스트 설정 및 현장 데이터 수집

- 작업자들의 다양한 작업 환경에서의 보행 자세를 대응하기 위해 보행 데이터 수집
- Z축 측위에 필요한 기압 데이터를 수집하고, 날씨 및 시간에 따라 기압 데이터를 분석
- 이동 가능/불가능 영역을 현장에서 확인하여 건물의 특성을 파악
- 상대 좌표계 설정 및 계단, 기둥, 배관 등 주요 시설물의 좌표 확인

자기장 벡터 시퀀스 기반 실내 측위 엔진 경량화 및 최적화

- 현장에서 수집한 보행, 기압 등의 데이터를 자체 제작한 시뮬레이션 프로그램에 입력값으로하여 경량화 측위 엔진의 결과를 3차원 좌표 (X, Y, Z축) 및 측위 오차가 증가하는 구간을 확인하여, 공간 특성을 반영하도록 좌표 보정 알고리즘을 최적화

자기장 벡터 시퀀스 기반 실내 측위 엔진 경량화 및 최적화

- 사전에 6개 테스트 경로를 계획. 해당 테스트 경로는 다양한 시나리오 포함
- 해당 경로를 작업자가 돌아다니게 하여 추정 좌표값을 DB에 저장
- 추정 좌표값과 실제 좌표값의 오차를 계산하여 경량화 측위 엔진의 성능 검증

Distinction

- GPS 수신이 어려운 실내 환경에서도 비콘이나 AP와 같은 추가 인프라 설치 없이 모바일 기기를 소지하는 것만으로 측위오차 1m 이내의 세계 최고 수준의 측위 성능을 확보하였으며, 감리자의 이동 동선을 추적하여 감리 업무 수행 이력 데이터 생성에 활용 가능

타 시스템 성능수준			본 성과 성능수준
기술종류	사례	특징	
자기장 벡터 시퀀스 기반 실내측위 기술	GPS	<ul style="list-style-type: none"> • 측위 오차 : 10m 내외 • 실내측위 어려움 	
	블루투스	<ul style="list-style-type: none"> • 측위 오차 : 10m 내외 • 실내측위 가능 • 비콘 설치 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 측위오차 : 1m 이내 • 실내측위 가능 • 별도의 인프라 설치 필요 없음
	와이파이	<ul style="list-style-type: none"> • 측위 오차 : 10m 내외 • 실내측위 가능 • AP 설치 필요 	

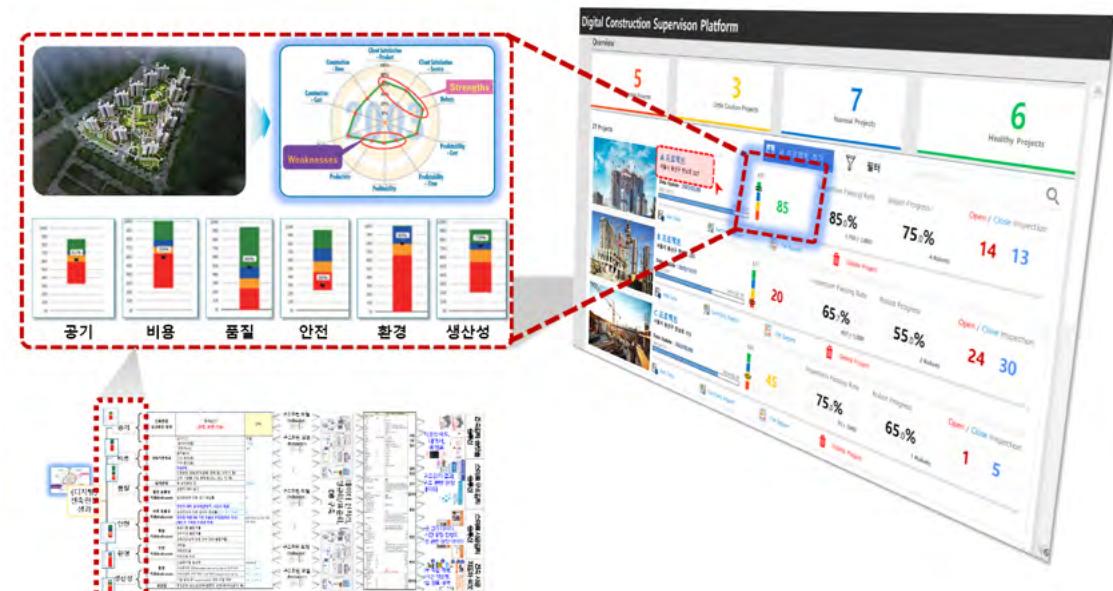
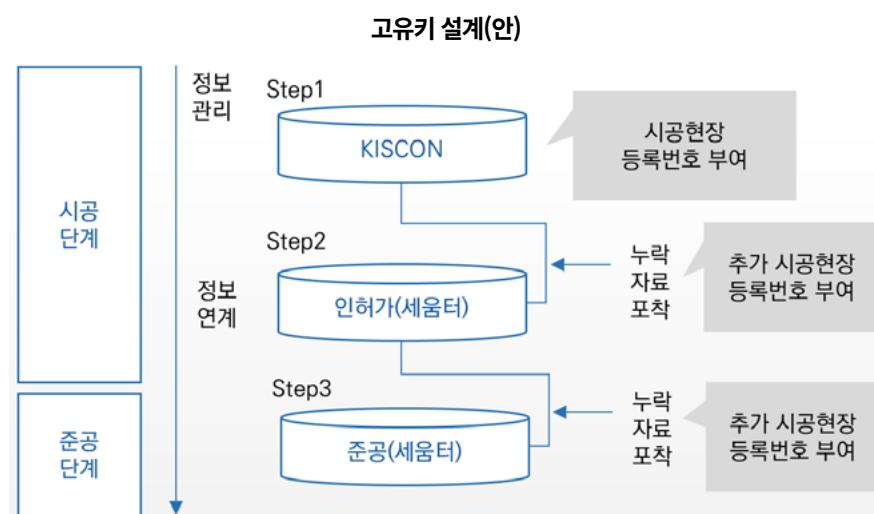
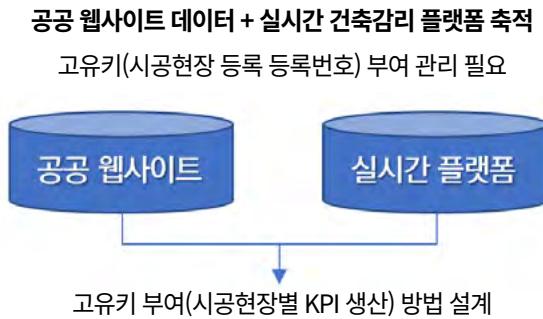
Expectation Effectiveness

- 감리자의 이동 동선을 추적하여 감리 업무 수행 이력 데이터를 생성하여 시공감리 업무 신뢰도 확보
- 감리자의 실시간 위치 및 예상 이동 동선 추적을 기반으로 생성한 이력 데이터를 활용하여 감리자의 건설현장 내 안전사고 사전예방



KPI 기반 건설현장 성과평가시스템 개발

Representation and Photography



Main Contents

건축감리 전(全) 주기 업무 분석 및 생성 데이터 체계 조사

- 26개의 성과지표 선정 (일정 효율성 5개, 비용 효율성 4개, 품질 4개, 안전 6개, 환경 4개, 생산성 3개)
- 사례 분석을 통해 6개 부문의 13개 성과지표를 도출함: 사례를 통해 기존 15개 지표의 추출 가능성, 활용 여부, 보완 필요성 등을 검증하여 13개로 확정
- 사례를 통한 13개 지표를 보완하기 위해 3가지 방식으로 13개 추가지표를 선정함: 감리원에 의한 정성적 적정성 지표 (정량평가를 보완하기 위해 감리원이 6개 평가 부문의 적정성을 5점 척도로 직접 입력) 선정

KPI 성과측정 지표 표준화 방침 마련 및 전처리 체계 구축

- 4개의 웹사이트별 축적 자료의 속성 정보 및 데이터 교환을 감안해 KPI 성과평가 시스템을 중심으로 KPI 산정 결과를 공유하는 비즈니스 모델에 적합하도록 논리적 개체-관계도 구현
- 성과지표 전처리 체계 시범 구축 (① 이상치(극단치) 중간값 대체와 ② 다중선형회귀 분석을 통한 누락치 추정 입력 등 크게 두 가지 요소로 구성) 및 KPI 시범 산출 결과 분석
- 요소 기술(시스템)에서 입력되어야 할 성과평가 항목 규명 및 시스템별 화면 설계에 성과 평가 항목을 반영하도록 화면 설계 수정

Distinction

- 디지털 시공감리 솔루션 플랫폼 내 축적된 감리 데이터를 활용하여 개발한 KPI 성과 평가 시스템을 기반으로 건설현장 성과 달성을 현황을 정량적으로 측정

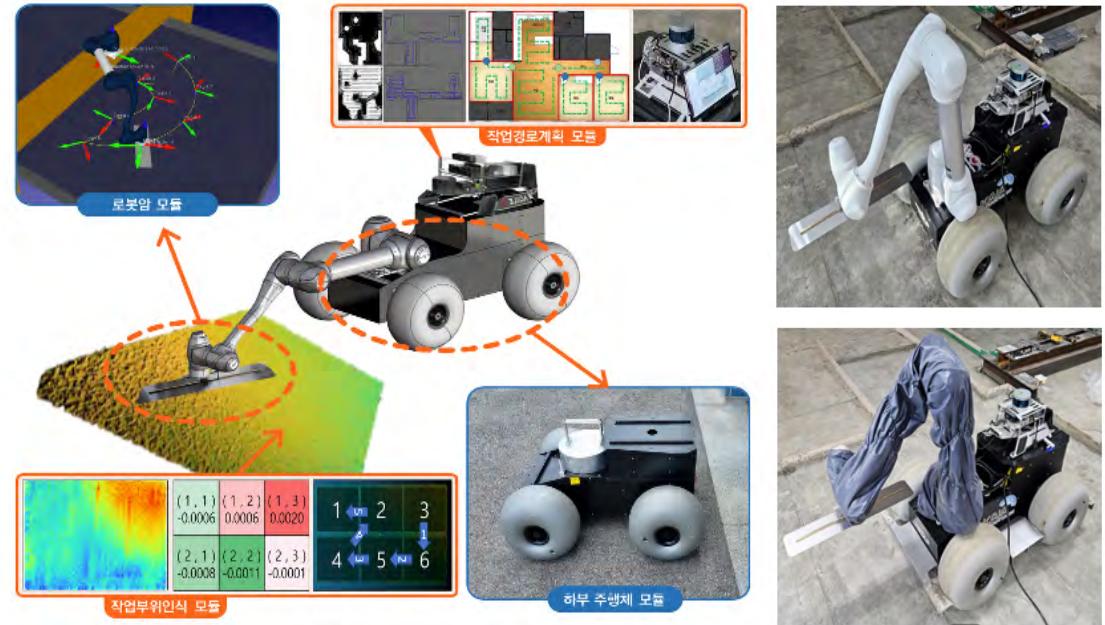
구분	기존 성과평가 시스템	개발 성과평가 시스템
데이터 수집 및 성과평가 방식	<ul style="list-style-type: none"> • 검측 관련 문서를 디지털화하여 실시간으로 공유하며 검측 수행 현황 통계 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 건축감리 플랫폼 축적데이터를 연계하여 평가
개선방안 도출 시기	<ul style="list-style-type: none"> • 건설사업 및 성과평가 완료 후 도출 	<ul style="list-style-type: none"> • 플랫폼 축적데이터 분석을 통해 도출
시사점	<ul style="list-style-type: none"> • 결과 위주의 성과지표 활용하므로 능동적인 사업관리 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> • 사업 진행 중 도출된 개선방안을 능동적이고 유연하게 반영

Expectation Effectiveness

- KPI 성과평가 모델을 통해 공사 현장 성과 달성을 정량적으로 확인 가능
- KPI 성과평가 시스템을 통해 현장 성과 달성을 수치화하여 정량적인 비교/관리 가능한 방안 제시

건축 실내 바닥 미장(방바닥 통미장) 로봇

Representation and Photography



Main Contents

> 건축 실내 바닥 미장 로봇을 구성하는 핵심 모듈

미장 작업 로봇암 모듈 (미장작업 수행)

- 실제 바닥 미장작업을 수행하는 모듈. 로봇암 모듈은 Manipulator 부분과 End-effector 부분으로 구성되며, 작업부위인식 모듈을 통해 인식된 작업부위의 상태에 따라 적절한 작업 방법을 선정하여 미장작업 수행

작업부위인식 모듈 (작업 전/후 모르타르 상태 파악)

- 미장로봇이 작업을 수행하기 전/후로 모르타르면의 상태를 인식하고 작업계획을 수립하거나 작업품질을 판단하는 모듈을 의미

작업경로계획 모듈 (자율주행 및 실내 작업경로 생성)

- 건축 실내 바닥공사의 특징을 고려하여 로봇의 이동을 위한 최적의 작업 경로계획을 수립하는 모듈이며 자율주행을 위한 Localization 기능과 Navigation 기능 포함

하부 주행체 모듈 (굳지 않은 모르타르 표면 주행)

- 로봇이 자율/반자율로 이동할 수 있도록 하는 하부 주행체 모듈. 하부 주행체 모듈은 로봇이 굳지 않은 모르타르 위를 안정적으로 이동할 수 있어야 하며 작업경로계획 모듈에서 생성한 경로에 따라 정확히 이동 가능

Distinction

구분	장비/기업명	사진	운영방식	작업방법	작업품질	대상작업
기존 기술	외발기/ 쌍발기		인력조정	외발/쌍발 미장날 회정	3m당 ±10~7mm	슬라브 콘크리트 표면 미장
	현대 엔지니어링		무선조정 및 자율주행	회전 트로웰 방식	3m당 ±10~7mm	슬라브 콘크리트 표면 미장
	일본 Taisei		무선조정	회전 트로웰 방식	3m당 ±10~7mm	슬라브 콘크리트 표면 미장
	미국 Tibroc CF-40		무선조정	회전 트로웰 방식	3m당 ±10~7mm	슬라브 콘크리트 표면 미장
개발 기술	건축 실내 바닥미장 로봇		협동로봇 (자율/반자율)	로봇암 미장 방식	3m당 ±10~7mm	슬라브 콘크리트 표면 미장, 실내 바닥미장

Expectation Effectiveness

(자동화를 통한 작업자 안전 확보)

- 건축 실내 바닥 작업은 노동집약적이며 높은 작업 난이도 및 열악한 작업환경을 가지는 공종으로 해당작업을 자동화할 경우 해당 작업으로 인한 질병사고를 근본적으로 예방 가능

(국내 건설 자동화 원천기술 확보)

- 로봇을 구성하는 핵심모듈(로봇암 모듈, 작업부위인식 모듈, 작업경로계획 모듈, 주행체 모듈)은 추후 다양한 시공자동화 로봇 개발을 위한 원천기술로 활용 가능하므로 국내 시공자동화 로봇 기술 발전에 기여

(생산성 향상)

- 인간-로봇 협업의 최적화를 통해 미장작업 생산성뿐 아니라 실내 바닥 미장 작업 전체 프로세스의 생산성 또한 향상될 것으로 기대

PHC파일 두부정리 로봇(SMART CUTTER)

Representation and Photography



Main Contents

> PHC 파일 원커팅 두부정리 로봇(SMART CUTTER)

- SMART CUTTER는 상기 재래식 작업 프로세스 중 자동화 방식과의 공통작업인 파일 절단부위 운반 및 폐기 세부작업을 제외한 모든 세부작업을 노무자 투입 없이 굴착기 운전원 1인이 일괄 처리해냄으로써, 재래식 두부정리 공법 대비 생산성 향상 및 품질의 균일성 확보는 물론 발생 가능한 안전사고를 원천 차단할 수 있도록 고안된 ALL-IN-ONE 어태치먼트 형식의 로봇(기계화 장치)
- SMART CUTTER는 굴착기 유압과 전원만을 활용하여 구동되며, 틸트·로테이터를 지닌 어느 개인사업자 굴착기/제조사(HD현대건설기계, HD현대인프라코어, 불보건설기계 등) 제품에 관계없이 로봇은 어태치먼트로 장착하여 사용할 수 있도록 고안됨. 틸트·로테이터 또한 국내·외 모든 제조사(Steelwrist, Engcon, JK, 주현 등) 제품에 장착 가능하도록 설계
- 두부정리 작업 시 절단 위치 센싱 결과, SMART CUTTER의 수평 상태, 절단 과정에서 디아이몬드 휠 쏘우의 위치 등이 굴착기 캐빈 내 LCD 패널을 통해 실시간 모니터링 가능
- SMART CUTTER 1대로 국내 PHC 파일기초 공사 시장 대부분을 점유하고 있는 직경 Ø500mm, Ø600mm 규격 모두를 두부정리 가능

Distinction

구분	기존기술	개발기술
작업 대상	Ø500mm 원형파일	Ø500mm, Ø600mm PHC 파일
주요 기능	절단작업 핸들링 작업	절단선 센싱 작업 절단 작업 핸들링 작업
연결 장비	전용 굴착기, 전용 틸트·로테이터 필요	국내·외 모든 제조사 제품에 어태치먼트 방식으로 정착 사용 가능
로봇 전원	전용 굴착기	굴착기의 유압 전원을 단순 연결하여 활용하고, 굴착기/제조사 제품 관계없이 사용 가능
이미지	[MotoCUT 'Pile Cutting']	[Smart CUTTER]

Expectation Effectiveness

(막대한 시장규모에 따른 경제적 효과)

- 파일기초 두부 정리 작업은 국내·외 공동주택(아파트), 오피스텔, 물류센터, 반도체공장, 지식산업센터, 종합병원, 박물관, 백화점, 공공시설 등 대부분의 건축물 공사에 사용되고 있으므로 공사물량이 막대하여 개발이 완료될 경우 우수한 경제적 성과달성을 가능

(건설현장 안전성 확보)

- SMART CUTTER는 노무자 투입 없이 굴착기 운전원 1인이 기존 작업을 일괄 처리함. 따라서 그라인더 날에 의한 베임, 감전, 절단 중 날 파손으로 인한 상해, 실족, 충돌, 협착, 깔림 등과 같은 안전사고를 원천 차단하여 건설현장의 안전성 확보(파일 두부정리 작업 관련 무재해 달성) 가능

(열악한 작업환경 개선)

- SMART CUTTER는 노무 의존도가 높고 적지 않은 비생산적 대기 및 유휴시간(idle time)을 지닌 기존 재래식 방식을 완전 자동화함으로 작업 생산성을 혁신적으로 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 이로 인한 노무비용 절감 및 기존의 열악한 작업환경 개선 가능



경기도 용인시 수지구 죽전로 152, 단국대학교 제2공학관 104호

스마트건축안전기술센터, (우편번호)16890

TEL: 031-8005-2641

104, Engineering Building #2, Dankook University,
152, Jukjeon-ro, Suji-gu, Yongin-Si, Gyeonggi-do, 16890, Republic of Korea
TEL: 031-8005-2641

e-mail: satec@dankook.ac.kr

Smart Architecture Safety Technology Center