

건설 생산성 혁신 및 안전성 강화를 위한 스마트 건설기술 로드맵

2018. 10. 31.

국 토 교 통 부
기 술 정 책 과

||| 목 차 |||

I. 추진배경	1
II. 국내 현황 및 문제점 진단	5
III. 목표 및 전략	7
IV. 로드맵	9
1. 우리 건설기술의 현재와 미래	9
2. 스마트 건설기술 단계별 발전 목표	16
V. 로드맵 이행방안	17
1. 민간 기술개발 유도	17
2. 공공의 역할 강화	19
3. 스마트 생태계 구축	21
VI. 협조 요청사항	24
VII. 향후 추진계획	25

I. 추진배경

< 체질 개선의 필요성 >

□ 4차 산업혁명에 건설산업이 도약할 수 있는 절호의 기회

- 노동집약·현장의존적인 생산체계, 공급자 위주 산업구조, 참여 주체 간 정보단절 등으로 아직 '낮은 전통산업'에 머무르고 있으나,
- 자동화·고객맞춤·정보공유 등의 기술을 접목할 경우, 산업 패러다임 전환을 통한 새로운 성장동력 확보 가능

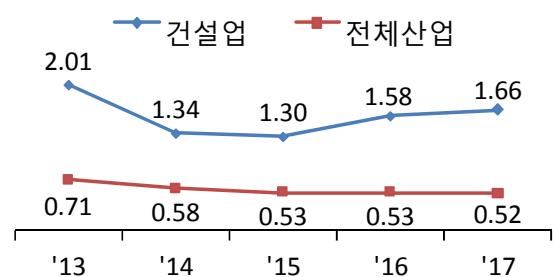
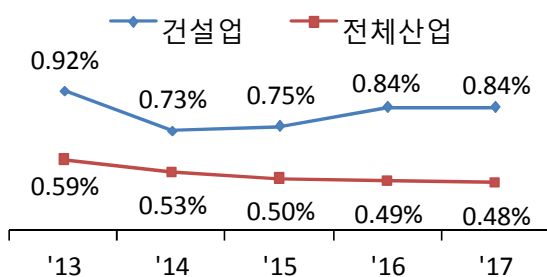
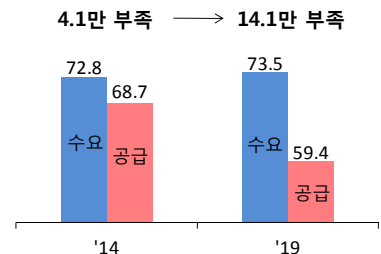
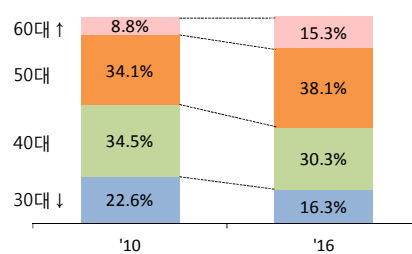
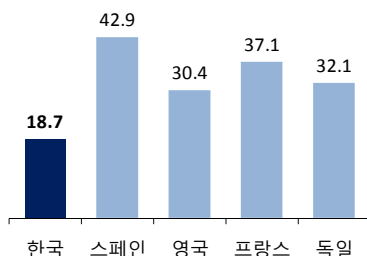
※ 또 다른 4차 산업혁명 시대 유망산업 : 「농업」

- AI를 통해 불규칙성·비정형성에 대한 대응이 가능해지면서 발전가능성 상승
- ICT를 접목한 스마트팜으로 생산물의 품질과 생산 효율성 향상

□ 최근 고령화, 근로시간 단축 등 사회 흐름도 건설의 변화를 요구

- 특히 우리 건설은 생산성이 낮은 상황에서 고령화 및 숙련인력 감소가 빠르게 진행되고 있어 디지털화 및 자동화 필요성 증대

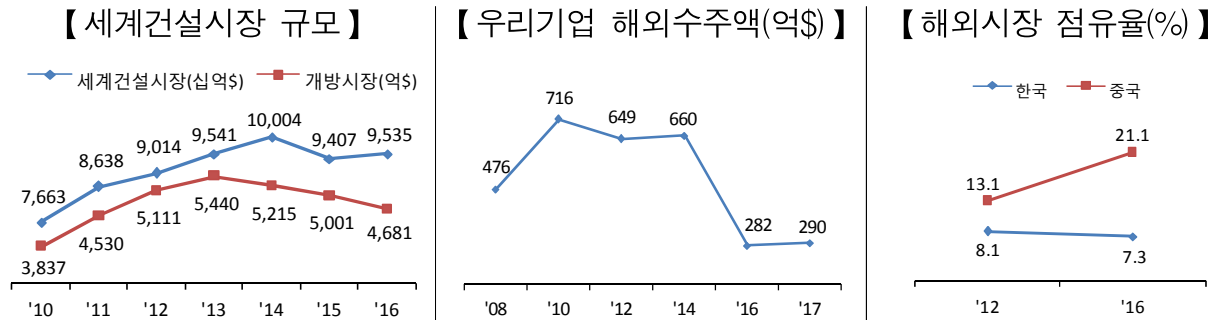
【건설 노동생산성(\$/시간, '15)】 【연령별 건설근로자 비율(%)】 【숙련인력 수급 전망(만명)】



< 시장 여건 >

- 세계 건설시장은 '16년 9.5조\$로 '10년 이후 연평균 3.8% 성장, 외국에 개방된 시장은 '16년 4,681억\$로 최근 감소세

- 우리기업의 해외건설 수주는 저유가 현상으로 인한 중동 물량 감소, 중국 등 개도국의 가격우위로 수주급감, 경쟁력 약화 추세



- 한편, 주요 발주국의 BIM 의무화, 선진국의 첨단기술 투자 등으로 스마트 건설기술 시장이 급성장 중('16년 100억\$ 규모, 年 12% 성장 전망)
- IT기업을 포함한 우수한 기술력의 글로벌 기업 간 각축 심화 예상

- 국내 건설시장은 건설수주*가 감소세로 전환되며 경기 둔화 중

* ('13) △12.9% → ('14) 16.3% → ('15) 48.4% → ('16) 8.4% → ('17) △3.7%

- 전체의 30~40%를 차지하는 공공시장 규모가 감소하고 있으며, 선진국 사례*를 볼 때도 국내건설의 양적 성장은 어려운 상황

* GDP 대비 건설투자 비중 : (韓) 16.1%('17), (美) 7.6%('14), (日) 8.3%('14), (英) 9.2%('15)

- 앞으로는 도심인프라·노후시설 개선 등 난이도가 높고 정교한 기술이 요구되는 사업 중심으로 건설시장이 재편될 것으로 전망

- 세계 시장에서 경쟁력을 확보하고, 변화하는 국내 시장에 적응하기 위해서 건설기술의 혁신이 절실한 시점

☞ 첨단 기술을 기반으로 건설산업의 새로운 도약기회를 마련하기 위해 「스마트 건설기술」의 활성화 로드맵을 수립

[참고] 스마트 건설기술 개념

- 건설에 **첨단기술**(BIM, 드론, 로봇, IoT, 빅데이터, AI 등)을 **융합**한 기술
 - 기존 **경험의존적** 산업에서 **지식·첨단산업**으로 패러다임 전환
 - 다양한 기술의 융합, 정보의 공유, BIM 등 단계 통합적 기술 적용으로 업역간·단계간 단절을 해소하고 새로운 가치 창출
 - 인력의 한계를 극복하여 생산성·안전성이 획기적으로 개선
 - 건설 **수** 단계에 **스마트 건설기술** 적용 가능
 - (설계) 3D 가상공간에서 최적 설계, 설계단계에서 건설·운영 통합관리
 - (시공) 날씨·민원 등에 영향을 받지 않고 부재를 공장 제작·생산, 비숙련 인력이 고도의 작업이 가능 하도록 장비 **지능화·자동화**
 - (유지관리) 시설물 정보를 실시간 수집 및 객관적·과학적 분석



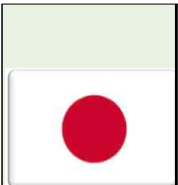
[참고] 주요국 정책 및 시장동향

【 주요국 동향 】



영국

- (정부) 'Construction 2025'를 통해 건설산업 혁신방안으로 건설 산업의 스마트화를 강조
- 'Government Construction Strategy 2016-2020'에서 '디지털기술 활용 확대'를 제시



일본

- (정부) 숙련인력 감소('14)340만명 → ('24)110만명)에 대비해 '25년까지 건설생산성 20% 향상을 목표로 'i-Construction 추진'
- 건설과정에 3차원 데이터 도입, ICT 장비 등 신기술을 활용해 건설을 자동화·무인화
- (민간) 시공 자동화 장비 개발 활발(코마츠社)



싱가포르

- (정부) 'Construction 21 운동'을 통해 생산성 향상 추진
- 자동화 장비 및 로봇, BIM/가상설계 및 시공 등 7대 핵심 기술 분야를 선정하고 기술개발 로드맵 발표('16)
- 국가사업에 BIM 의무화하고, 도시관리 차원에서 Virtual Singapore(도시전체 3D 모델링)로 확대.

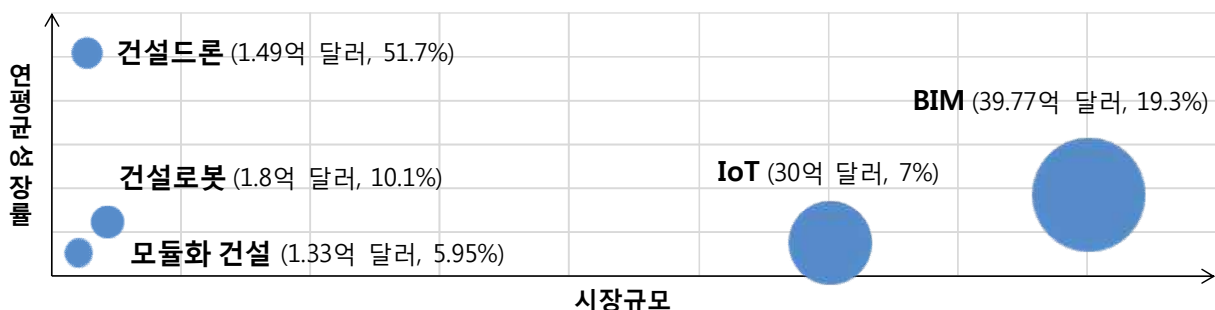


미국

- (민간) 스마트 건설기술 스타트업 활성화, BIM 적극 활용
- 빅데이터, IoT 기술, 웨어러블 장비 등을 개발하여 현장 관리에 활용함으로써 건설 현장의 생산성·안전성을 향상
- * AutoDesk, Bentley 등은 건설 소프트웨어의 정보를 통합관리하는 BIM 연구
- * DAQRI社는 BIM Data를 스마트 헬멧에 탑재, 시공 정보를 실시간으로 확인
- * Onuma社는 자동화 기술로 1시간에 1,000만개 설계안을 만들고 최적 설계안 결정

【 '16 주요 스마트건설기술 시장 규모 및 성장률 】

○ '16년 세계 스마트 건설시장 규모는 약 100억달러 수준, 연평균 12% 성장 전망



Ⅱ. 국내 현황 및 문제점 진단

1

민간의 스마트 건설기술 활용 현황

- 대기업 중심으로 해외사업 대응 등을 위해 일부 기술 활용 중이나, R&D와 전면적인 현장 활용은 저조

< 주요 건설업체 스마트 건설기술 활용 현황 >

활용 중인 기술(일부 현장)	연구 중인 기술	연구 희망 기술
· BIM 설계·시공(건축중심)	· 모듈화(Pre-fabrication)	· 빅데이터/AI
· 드론/스캐닝 측량	· IoT 기반 공사관리 고도화	· 설계/시공 자동화
· 가상현실기반 시각화	· VR/AR 활용기술	· 3D Printing
· IoT 자재 관리·안전 관리		· 건설 자동화 로봇

- BIM 기술은 건축분야 중심으로 활용 중*이나, 건설 프로세스 전반에 적용되기 보다는 설계 과정에 국한하여 부분적으로 적용

* 조달청은 업무지침을 마련하고 ‘맞춤형 서비스’ 대상사업(건축) 설계 시 BIM 적용 중

- 건설장비는 자동측량·굴착 기술을 개발 중이나 아직 연구단계에 있으며, 완전 자동화·통합관제를 위해 추가적인 기술개발 필요
- 드론은 측량·토공량 산출 등 일부 현장에 시범 도입된 수준으로 여러 현장에 확대 적용하고 유지관리 등 타 업무에도 접목 필요
- ICT 기술은 일부 기업이 현장관리 목적으로 제한적으로 사용 중

- 업계는 스마트 건설기술 적극 활용을 위해 정부의 역할 확대 건의

- ① 스마트 건설기술 관련 정부의 의지 표출 및 장기 정책방향 제시
- ② 공공이용기술 등 기반기술 개발(R&D), 민간의 자체 기술개발도 유도
- ③ 스마트 건설기술 활용 의무화 등 발주제도 개선 및 각종 기준 정비
- ④ 주요 공유자료 생산(BIM Library 등), 다양한 정보 공유 플랫폼 제공

① (정부·발주청) 정책 부재로 스마트 건설기술 확산 여건 조성 미흡

- 정부는 그간 뚜렷한 비전 및 목표를 제시하지 못했고, 발주제도·건설기준 등은 스마트 건설기술을 활성화하기에 미흡
- 발주청은 건설시장의 주요 수요자임에도 불구하고 스마트 기술에 대한 이해가 부족하여 기술 활용에 소극적 태도 유지
 - * 안전성 검증 곤란, 특혜시비 우려 등 이유로 새로운 기술의 적극적 수용에 한계
- 공공이 보유한 정보를 민간이 활용할 수 있는 플랫폼이 없고, 변화를 유도할 수 있는 새로운 정보·자료의 수집·유통도 부족
 - * 건설사업정보시스템(CALS)은 지방국토청, 수주업체, 민원인만 주로 활용

② (기업) 대기업은 영업집중, 중소기업은 역량부족으로 기술개발 부진

- 대기업은 전반적으로 기술투자보다는 단기적인 비용절감에 관심
 - 특히, 하도급 중심 시공구조에서 원도급사는 생산성 향상을 위한 기술개발보다 저가 공사가 가능한 전문업체를 선정하는 것을 선호
 - * 매출액 대비 연구비('16년 기준, KISTEP) : 기업전체 3.16 %, 서비스업 2.19%, 제조업 4.00%, 건설업 0.37% (계열사 비교 : H 자동차 2.51% vs H 건설 0.52%)
- 중소기업체는 비용 부담*, 타 업체 견제 등으로 기술개발에 소극적
 - * 신기술 개발에 필요한 기간은 평균 2.7년 및 비용은 6.2억 소요('10.4, 건설연)

③ (교육기관) 기존 교육방식으로는 스마트 인재 배출에 한계

- 대학은 학점 제한, 교과과정 경직성(공학교육인증), 전문가 부재, 기초 전공교육 부실 우려 등으로 교육개선이 쉽지 않다는 입장*
 - * 수도권 대학교 건설관련 학과 교수 간담회('18.7.20)
- 재교육기관도 건축분야 BIM 교육 외에는 전통 건설기술 교육에 집중하고 있으며, 융합기술 교육과정은 미운영(경험·이해 부족)

Ⅲ. 목표 및 전략

스마트 건설기술 육성을 통해 글로벌 건설시장 선도

'25년 스마트 건설기술 활용기반 구축, '30년 건설 자동화 완성

2025년
목표

- ◆ 건설 생산성 50% 향상
- ◆ 건설 안전성 향상 [사망만인율 1.66 → 1.0]
- ◆ 고부가가치 스타트업 500개 창업

로드맵

로드맵 이행방안

단계	'25	'30	민간의 기술개발 유도	· 발주제도의 개선 · 테스트베드 지원 · 혁신 공감대의 확산
설계	· 드론측량 · BIM 전면활용	· 자동 지반모델링 · 설계자동화	공공의 역할 강화	· 핵심기술 개발 · BIM 확산 여건 조성 · 공공기관의 역할 강화
시공	· 자동장비 활용 · 가상시공	· 로봇시공 · AI 공사안전관리	스마트 생태계 구축	· 스마트 건설 지원센터 설치·운영 · 스마트 건설 전문가 양성 · 지식플랫폼 구축·운영
유지 관리	· IoT·드론 모니터링 · 빅데이터 구축	· 로봇 자율진단 · 디지털트윈 관리		

* 국토교통부 건설 분야의 기술과 함께 과학기술정보통신부, 산업통상자원부의 로봇, 기계, ICT 분야 등을 연계하여 로드맵 달성(협업 추진)

< 건설기술 변화의 방향 >

낡은 전통기술



미래 첨단기술

① 데이터 중심 기술로의 도약

정보의 단절

정보의 공유·유통

경험에 의존한 불안정성



데이터 분석을 통한 최적화

시행착오의 반복

시뮬레이션을 통한 사전예측

② 기술 융복합을 통한 부가가치 향상

고유 영역의 기술 중심

기술 융합의 활성화

단계별 분절



건설 쏙단계 통합

광범위한 수동·반복 작업

고부가가치 집중

③ 고객지향 기술로의 변모

숙련인력 노동

비숙련 인력 자동화

2D



3D + α

공급자 중심

수요자 참여

IV. 로드맵

1 우리 건설기술의 현재와 미래

(1) 계획·설계 단계

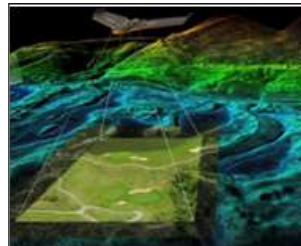
< 정보 취득 >



[인력중심 현장측량]



[2D 지형도]



[드론활용 자동측량]



[3차원 지형 모델링]

- **[현재]** 사람이 측량장비로 측정하고, 이를 바탕으로 2D 지형도 작성
 - 시간·인력이 많이 소요되며, 정확한 토공사 물량산정이 어려움
- **[미래]** 카메라 탑재 드론이 지형 촬영 후, 3차원 지형데이터 도출
 - 넓은 현장의 지형정보를 신속·정확하게 구축, 설계 생산성 향상
 - 사람이 접근하기 어려운 지역(극한지, 재난지역 등) 현장조사 용이

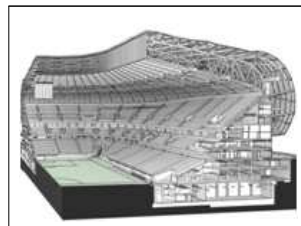
< 설계 >



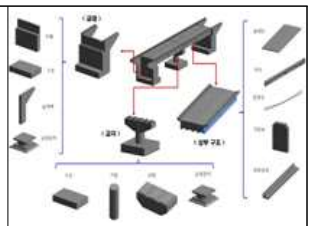
[2D 도면 설계]



[표준도 활용]



[3차원 BIM 설계]



[AI 기반 설계자동화]

- **[현재]** 설계자가 대량의 2D CAD 도면(평면도·단면도·입면도 등) 작성
 - 결과의 직관적 확인이 어려워 설계오류 및 변경 빈번, 작업 과다
 - 시설물 형태만 제시되어 있어 유지관리 단계에서의 활용이 제한적
- **[미래]** 목적물과 같은 3차원 모델(BIM) 구축, AI를 통해 설계 자동화
 - 설계오류로 인한 시공 시행착오 감소, 공사비 감축 및 품질 향상
 - 엔지니어링 지식이 포함된 설계 자동화로 설계 생산성 향상
 - 형상에 다양한 정보들을 입력하여 건설 소단계 플랫폼으로 활용

< 핵심 개발기술 >

① **드론기반 지형·지반 모델링 자동화 기술**

- 융복합 드론*이 다양한 경로로 습득한 정보(사진촬영, 스캐닝 등)로부터 지형의 3차원 디지털 모델을 자동 도출
 - * 카메라, 레이저스캔 장치, 비파괴조사 장치, 센서 등과 결합된 드론
- 공사부지의 지반조사(땅속) 정보를 BIM에 연계하기 위해 측량, 시추 결과를 바탕으로 지반강도·지질상태 등을 보간·예측
- AI를 활용한 형상·속성정보 통합 BIM 모델링

② **BIM 적용 표준**

- 다른 사용자 간 디지털 정보를 원활하게 인지·교환할 수 있도록 BIM 설계 객체의 분류 및 속성정보에 대한 표준을 구축
- 시간의 경과, 소프트웨어의 종류(버전) 등에 관계없이 동일한 데이터를 저장하고 불러올 수 있는 공통의 파일 형식을 마련
- 축적된 BIM 데이터를 바탕으로 새로운 정보와 지식을 창출할 수 있는 빅데이터 활용 표준 구축

③ **BIM 설계 자동화 기술**

- 라이브러리를 활용해 속성정보 포함한 3D 모델을 구축(BIM 설계)
 - * 건축 분야는 이미 활성화 vs 토목분야는 현재 도입 단계
- 완료된 프로젝트에서 BIM 라이브러리를 자동 생성
- 자체 해석(구조·에너지 등) 및 기술판단까지 가능한 BIM 설계
 - * 설계 결과물이 각종 법규, 설계기준 등에 적합한지도 자동으로 검토
- 축적된 사례의 인식·학습을 통한 AI 기반 BIM 설계 자동화
 - * 제약 조건 및 발주자 요구사항 등을 반영한 최적화된 설계안 자동 도출

[2] 시공 단계

< 건설기계 운용 >



[운전자 수동 조작·시공]



[운전 자동화]



[AI 기반 건설기계 관제]

- **[현재]** 건설기계 운전자가 육안 관측하고, 개별 기계를 수동 조작
 - 운전자 숙련도 부족, 장비간 연계미흡으로 과다투입·안전사고 발생
- **[미래]** 자동화 건설기계가 AI의 관제에 따라 자율 주행·시공
 - 작업 최적화로 생산성 향상, 인적 위험요인 최소화로 안전성 향상

< 시설 구축 >



[현장 콘크리트 타설]



[공장 모듈 제작]



[현장 조립시공 자동화]



[3D 프린팅]

- **[현재]** 현장에서 거푸집·동바리를 설치하고 콘크리트 타설·양생
- **[미래]** 공장 모듈 생산 → 현장 조립, 비정형모듈은 3D프린터 출력
 - 공사기간·비용 획기적 감축, 현장주변 교통혼잡·환경피해 최소화

< 현장 안전관리 >



[인력중심 안전관리]



[가상체험 안전교육]



[ICT를 통한 안전관리]

- **[현재]** 안전지침에 따라 안전관리자가 현장 및 근로자를 점검
- **[미래]** 장비·근로자 위치 실시간 파악, 안전 정보 즉시 제공
 - 위험지역 접근 경고, 장비·근로자 충돌 경고 등 예측형 사고예방

< 핵심 개발기술 >

① **건설기계 자동화 기술**

- 건설기계에 탑재한 각종 센서·제어기·GPS 등을 통해 기계의 위치·자세·작업범위 정보를 운전자에게 제공
- 작업계획에 따라 건설기계가 자율이동·작업, 진행상황 실시간 확인

② **건설기계 통합운영 및 관제 기술**

- 건설현장 내 다수의 건설기계를 실시간으로 통합 관리·운영
- 센서 및 IoT를 통해 현장의 실시간 공사정보를 관제에 반영
- AI를 활용하여 최적 공사계획 수립 및 건설기계 통합 운영

③ **시공 정밀제어 및 자동화 기술**

- 공장 사전제작-현장 조립(Modular 또는 Prefabrication) 공법 확대 적용
- 조립 시공 시 부재 위치를 정밀 제어하고, 접합부를 자동 시공
- 로봇 등을 활용하여 조립 시공(양중·제어·접합 등 일련 과정) 자동화

④ **ICT 기반 현장 안전사고 예방 기술**

- 가시설·지반 등의 취약공종과 근로자 위험요인에 대한 정보를 센서, 스마트 착용장비 등으로 취득하고 실시간 모니터링
- 축적된 작업패턴·사례(빅데이터) 분석을 통해 얻은 지식과 실시간 정보를 연계하여 위험요인을 사전에 도출하는 예방형 안전관리

⑤ **BIM 기반 공정 및 품질 관리**

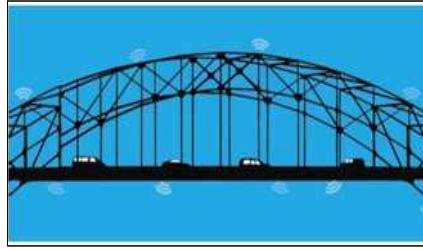
- BIM 기반 공사관리를 통해 주요 공종의 시공간섭을 확인하고, 드론·로봇 등 취득 정보와 연계해 공정진행 상황을 정확히 체크
- 가상시공을 적극 활용하여 조건·환경 변화에 따라 공사관리 최적화
- AI를 활용해 사업목적·계약조건에 따라 맞춤형 공사관리 방법 도출

[3] 유지관리 단계

< 시설물 점검·진단 >



[인력중심 시설물 점검]



[초연결형 센서 정보수집]



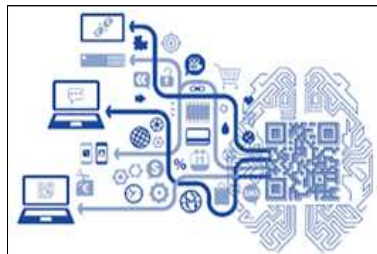
[로봇드론의 시설점검]

- **[현재]** 육안관측 등 인력중심 점검·진단으로 시간·인력 많이 소요
 - 노후시설이 급격히 증가하고 있어 시설안전관리에 차질 발생 우려
 - * 30년 이상 1·2종 시설물 비율 : ('18.9) 15.5% → ('23) 23.1% → ('28) 38.3%
- **[미래]** IoT 센서로 실시간 모니터링, 로봇으로 자동 점검·진단
 - 정밀·신속한 시설물 점검, 접근이 어려운 시설물 점검·진단 용이

< 시설물 관리 정보시스템 >



[개별 시스템 구축 및 관리]



[유지관리 빅데이터 구축]



[디지털트윈기반 유지관리]

- **[현재]** 관리주체별로 기능이 제한적인 유지관리시스템 운영
 - 주로 안전점검 진단결과 및 유지관리 이력 저장 등 용도로 사용
- **[미래]** 시설물 정보를 빅데이터에 축적, AI로 관리 최적화
 - 실제 시설물과 동일한 3차원 모델(디지털트윈)을 구축함으로써, 다양한 재난상황을 시뮬레이션하여 시설물의 영향을 사전에 파악
 - 예방적 유지관리를 통해 유지관리비용 절감 및 시설물 수명 연장
 - 시설물 단위 디지털트윈이 모여 가상도시·국토로 시스템 확장 가능

< 핵심 개발기술 >

① **IoT 센서 기반 시설물 모니터링 기술**

- 특정 상황이 발생하였을 때에만 수집된 정보를 전송함으로써 무선 IoT 센서의 전력소모를 줄이는 상황감지형 정보수집
- 대규모 구조물의 신속·정밀한 정보수집을 위한 대용량 통신 N/W
- 다양한 객체가 상호작용하는 초연결 IoT로 연결성·안정성 강화

② **드론·로보틱스 기반 시설물 상태 진단 기술**

- 카메라와 물리적 실험 장비를 장착한 다기능 드론(접촉+비접촉 정보수집)을 통해 시설물을 진단
- 드론-로봇 결합체가 시설물을 자율적으로 탐색하고 진단

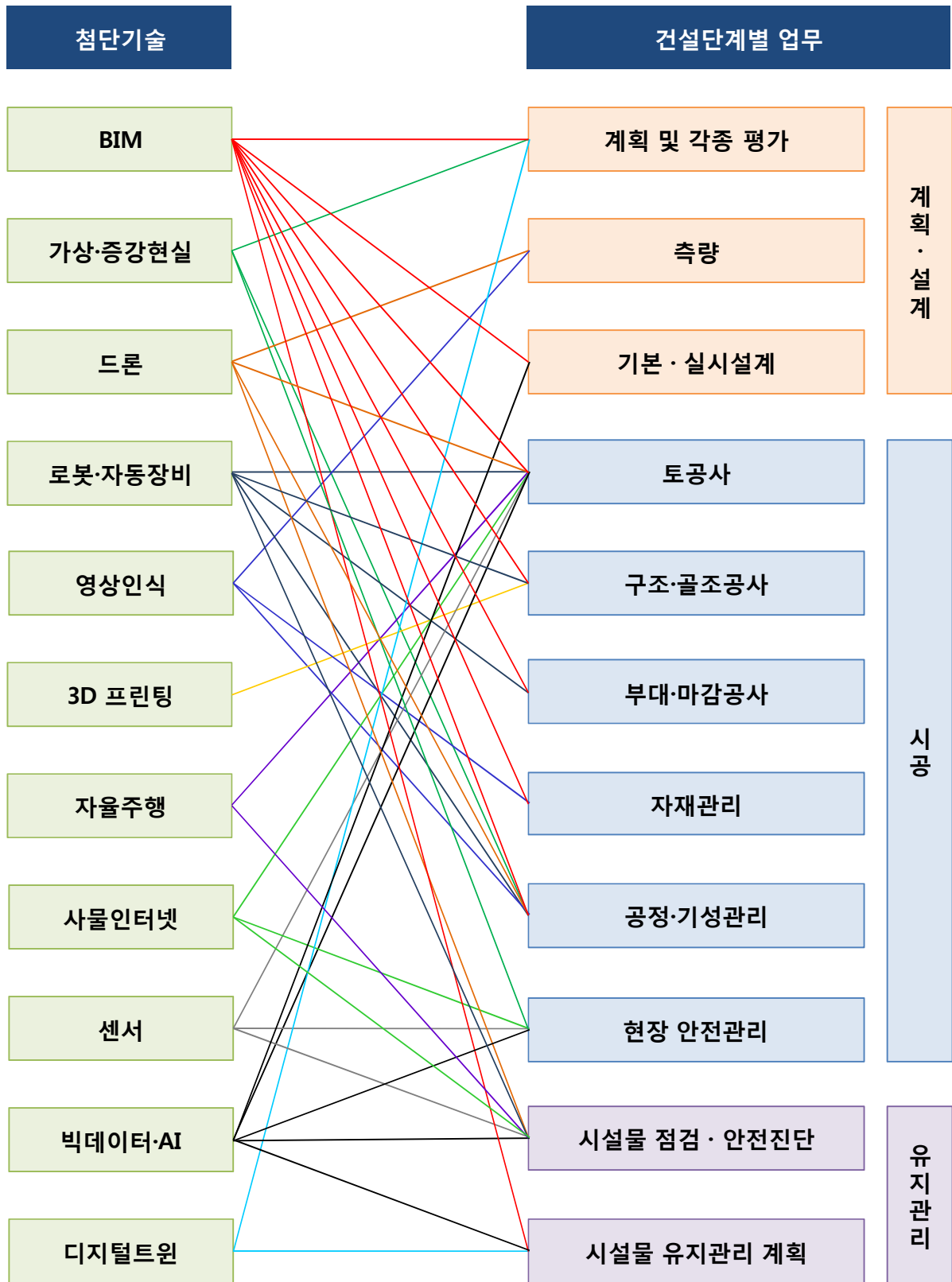
③ **시설물 정보 빅데이터 통합 및 표준화 기술**

- 시설관리자 판단에 의한 비정형 데이터를 정형 데이터로 표준화
- 산재되어 있는 건설관련 데이터들을 통합하여 빅데이터 구축

④ **AI 기반 유지관리 최적 의사결정 기술**

- 구축된 빅데이터를 바탕으로 AI가 유지관리 최적 의사결정 지원
- 시설물의 3D 모델(디지털트윈)을 구축해 유지관리 기본 틀로 활용

[참고] 주요 첨단기술과 건설단계별 업무의 관계



“'25년 스마트 건설기술 활용기반 구축, '30년 건설 자동화 완성”

단계	중점분야	핵심기술	추진 목표			
			현재	2020	2025	2030
설계	BIM기반 스마트 설계	▪ 지형·지반 모델링 자동화	▪ 현장측량 중심 지형정보 수집	▪ 융복합 드론 활용 형상정보 수집 및 모델링	▪ 형상 모델 및 지반속성 정보 연계	▪ AI 기반 BIM연계 지반 모델링 자동화
		▪ BIM 적용 표준	▪ BIM S/W 자체 표준이나 2D 도면 표준 적용	▪ 교량·터널·하천 등 목적물 중심 국제수준 BIM 표준 구축	▪ 데이터 교환·공유를 위한 BIM 표준 구축	▪ 축적된 BIM 빅데이터의 활용을 위한 표준 구축
		▪ BIM 설계 자동화	▪ 기초 수준 BIM 라이브러리 활용	▪ BIM 라이브러리 기반 설계 부분 자동화	▪ 건설 소단계 를 고려한 BIM 설계 최적화	▪ AI 기반 BIM 설계 자동화
시공	건설기계 자동화 및 관제	▪ 건설기계 자동화	▪ 굴삭기·도저·롤러 머신 가이드 스 기술 시범 적용	▪ 굴삭기·도저·롤러 머신 가이드 스 기술 확대 적용	▪ 실시간 머신 가이드스, 건설기계 자율이동(+크레인, 포장, 천공기계)	▪ 건설기계 자동화 (AI를 활용한 건설기계 통합 운영 및 관제)
		▪ 건설기계 통합 운영 및 관제	▪ 굴삭기·도저·롤러 통합운영 및 관제기술 시범적용(소규모 현장)	▪ 굴삭기·도저·롤러 통합운영 및 관제기술 상용화 (대규모 현장)	▪ 센서·IoT 기반 정보 실시간 수집을 통한 건설기계 통합 운영	
	공정 및 현장관리 고도화	▪ 시공 정밀제어 및 자동화	▪ 현장타설 방식 중심(습식 공법), 모듈·Prefab. 방식(조립)도 활용	▪ 조립시공을 위한 위치 자동제어	▪ 조립시공 정밀제어 , 부분 자동화 (정밀정합, 이음부 타설 등)	▪ 로봇 등을 활용한 조립시공 자동화
		▪ ICT 기반 현장 안전사고 예방	▪ 안전관리자의 작업자 관리, 육안점검 등 인력중심 안전관리	▪ ICT 기술 을 활용한 안전관리 (드론, 3D Scanner, VR 등)	▪ 실시간 센싱 기반 안전관리 (Smart Wearable, 센서 등)	▪ 예방적 통합 안전관리 (위험 예측, 장비·인력 통합관제)
		▪ BIM기반 공사관리	▪ 경험 에 따른 공사관리	▪ 주요 공종 BIM 기반 공사관리 (드론·로봇 실시간 공정체크 등)	▪ 가상시공 을 통한 리스크 분석·공사관리 효율화	▪ AI 기반 공사관리 최적화 (조건에 맞는 최적 공법 검토)
	유지관리	▪ 시설물 점검·진단 자동화	▪ 단일 센서를 활용한 단순 정보 수집	▪ 지능형 (상황감지) IoT 정보수집	▪ 대규모·대용량 IoT 정보수집·분석	▪ 초연결형 IoT 정보수집·분석
		▪ 드론·로봇 기반 시설물 진단	▪ 인력 기반 의 시설물 점검 (드론 일부 활용)	▪ 다종 드론을 활용한 대형 시설물의 신속한 점검	▪ 다기능 드론 및 로봇을 활용한 시설물 상태 진단	▪ 로보틱드론 을 활용한 시설물 자율 점검 및 진단
유지관리	디지털트윈 기반 유지관리	▪ 시설물 정보 통합 및 표준화	▪ 개별 정보시스템 및 DB 구축	▪ 시설물 정보 표준화 및 통합 관리 시스템	▪ 건설 소단계 개방형 통합 DB 및 빅데이터 구축	▪ 디지털트윈 기반 스마트 시설물 유지관리
		▪ AI 기반 최적 유지관리	▪ 육안점검 및 단순 계측 정보 기반 유지관리 의사결정	▪ 데이터 기반 의사결정 지원 시스템	▪ 빅데이터·AI 기반 예측형 유지관리	

V. 로드맵 이행방안

1 민간 기술개발 유도

◆ 제도를 개선하고 기술혁신 가치를 공유함으로써 시장에 신호를 보내고 민간이 자발적으로 기술을 개발할 수 있는 여건을 조성

[1] 건설기술·안전 제도 개선

- (발주제도 개선) 스마트 건설기술을 적용하는 공사의 경우, 턴키로 발주할 수 있도록 ‘대형공사입찰방법심의기준’ 개정(‘18.12)
 - * (현행) 특수교량, 해저터널 등 14개→ (개선) BIM 등 첨단공법 적용시도 허용
- 턴키에서 ‘스마트 건설기술’ 평가항목을 신설하여, 민간이 우수한 스마트 기술을 구매 또는 활용할 경우 평가에서 유리하도록 개선
 - 고난이도 스마트 건설기술(예 : 모듈시공 등) 적용시에는, 중심위 심의를 거쳐 기술력만 평가하는 ‘확정가격 최상설계’ 방식 적용
- (건설기준 정비) 스마트 건설기술 현장도입을 위해 지방서, 설계기준, 비용 산출기준 등 각종 건설기준의 정비 필요성을 검토
 - 가급적 규제 없이 기술을 자유롭게 활용토록 하되, 현행 기준으로 스마트 기술을 활용하기 어려운 경우 기준 개정 또는 신설
 - * 공공 발주청의 스마트 건설기술 시범사업 등을 통해 기준정비 수요 발굴
- (첨단 안전관리 의무화) ‘19년까지 500억원 이상 공공 건설현장에 IoT 기반으로 실시간 현장관리 시스템 도입 의무화
 - IoT 네트워크(위치 Tag)를 활용하여 건설현장내 근로자의 실시간 위치파악·관리, 위험지역(터널 발파 등) 접근 통제 등

[2] 스마트 신기술 시장진입 여건 마련

- (신기술 검증 지원) 민간이 개발한 기술이 시공성 검증을 통해 현장에서 사용될 수 있도록 시험시공(Test Bed) 지원
 - * '18년 10개 신기술을 13개 현장에 시범적으로 적용
 - 「건설기술 진흥법」 개정으로 Test-Bed 제도를 도입하여, 신기술 사용에 대한 발주청 부담 완화('19)
 - 사전검증 강화를 통해 신기술 지정에 따른 업계 갈등도 해소
- (신기술 금융 지원) 시중 유동자금을 영세한 중소 건설 신기술 개발 업체가 활용할 수 있도록 정부지원으로 민간 투자를 유치
 - 벤처기업법에 따른 모태펀드*에 재정을 출자하여 민자를 유치하거나, 금융기관-건설전문기관이 참여하는 플랫폼**을 구축해 투자 유도
 - * 정부 출자금으로 구성, 민간벤처 캐피탈이 결성하는 펀드에 출자하여 민간자본 유치
→ '17년까지 재정 3.4조원 출자, 민간출자를 더해 벤처중소기업에 12.7조원 투자
 - ** 재정출자 없이 건설전문기관이 우수기술을 평가하면 민간이 시장성에 따라 자체투자
- (Appeal 프로세스 도입) 새로운 기술개발자와 기존 기술 사용자간 분쟁 발생 시 이를 해소할 수 있는 절차 마련
 - * 중립적 전문가로 구성된 위원회를 통한 이견 해소, 비용 부담 방식에 대해 법제화 추진

[3] 혁신 공감대의 확산

- (행사 개최) 스마트 건설기술 관련 정보·지식을 확산시킬 수 있는 공모전·컨퍼런스 등 행사를 정기적으로 개최
 - * '18.11.27 「스마트 건설기술·안전 대전」 개최(스마트 건설기술 창업아이템 공모, 건설시설 안전 경진대회, 스마트건설, 안전, 건설기준 등 분야별 주제토론)
- (성과 확산 및 홍보) 시범사업 등 스마트 건설기술 활용 사업의 성과가 가시화되면, 우수사례집을 만들어 발주청·업계에 전파('19~)
 - 로드쇼·스마트 체험공간 운영 등 우수기술 홍보 기회도 마련

2 공공의 역할 강화

◆ 적절한 재정 투자와 공공 건설사업을 통해 정부·공공기관이 선도하여 스마트 건설기술 활성화의 기반을 마련

[1] 스마트 건설 핵심기술 개발

□ (R&D 사업 추진) 스마트 설계·시공·유지관리 관련 국가 R&D 사업에 집중 투자하여(예타 추진) 핵심기술을 보급

☞ 국가가 R&D 사업을 추진해야 하는 이유

- 공공 건설공사 시장규모가 전체의 약 30%로, 생산성 향상의 핵심 수혜자가 국가
- 건설현장은 원도급사뿐만 아니라 다수의 하도급사, 일용직 근로자가 참여하는 만큼, 기업이 모든 참여자의 기술력을 높이는 것은 곤란 → 국가의 체계적인 접근 필요

【 스마트 건설기술 관련 R&D 사업(안) 】

구 분	주요 기술	투자비용 및 기대효과
스마트 건설기술	• BIM 플랫폼 구축 • 건설자동화 로봇 적용 • 공장형 시공(모듈러, 가상시공)	• 약 2,000억원('20~'27) • 건설 생산성의 획기적 향상 및 안전사고 예방
스마트 유지관리	• IoT·빅데이터 기반 최적 유지보수 • 시설물 손상 탐지, 수명 자동 예측	• 약 1,400억원('21~'27) • 선제적 시설물 관리로 인명피해·사회적비용 ↓

* (타 부처와의 관계) 상기 R&D에서는 '건설 프로세스'로 기술개발의 범위를 한정하고, 로봇·기계, ICT 등은 기존 기술을 활용하거나, 타 부처 R&D와 연계 개발

* (기술확산 방안) 발주제도 개선으로 스마트 건설기술을 활용해야 하는 건설시장 환경을 조성하고, R&D를 통해 스마트 기술을 개발·보급함으로써 민간의 변화를 유도

□ (민관 협력 강화) 스마트 건설기술 개발 과정에서 정부와 민간이 적극적인 협력 체계를 구축해 정보를 공유하고 역할을 분담

○ 정부·공공기관·산학연이 참여하는 상시 협의체 구성·운영('18.11)

* 공공-민간의 기술 개발의 범위와 역할 분담에 관한 사항을 중점 논의하고, 스마트 기술을 적용한 사업의 발주방식(기술형입찰) 등 제도개선 방안도 함께 논의

[2] BIM 확산 여건 조성

- (BIM 활용 의무화) 턴키('19), 500억원 이상 공공 도로사업('20)에 BIM 설계를 의무화하고, 공공사업 전반에 단계적으로 확대
 - 2D 설계도면 중심으로 규정된 '설계도서 작성기준' 등 관련 기준을 개정하여 BIM 도입에 따른 현장 혼선을 최소화('19.6)
 - 발주청·설계사 등이 BIM을 원활히 도입토록 가이드라인 마련('18.12)
- (개방형 플랫폼 구축) BIM 기반 성과물 관리 및 정보 공유 등이 가능하도록 클라우드 기반 통합시스템 구축('19)
 - BIM 설계를 위해 필요한 인프라 분야 BIM 라이브러리 콘텐츠를 확대하고 온라인에서 무상으로 제공
 - * 현재 건축 분야 약 3,300개(KBIMS), 인프라 분야(도로) 약 650개(건설CALS) 라이브러리 객체 제작·공유 → 확대 필요(영국은 건축 7,000여개 제공)
- (경진대회 개최) 국내 BIM 설계 기술을 향상시키고, 관련 전문가를 육성하기 위해 BIM 설계 경진대회를 매년 개최('19~)

[3] 공공기관의 사업 주도

- (시범사업 추진) 전문성을 갖춘 발주청에서 스마트 건설기술을 적용한 시범사업을 선제적으로 추진하고 성과를 공유
 - * 스마트시티 : 세종 5-1생활권(LH), 부산 EDC 2단계 4공구(수자원공사)
 - 모듈러 건축, BIM 기반 지하매설물 설계, 3차원 토공 스마트 스캐닝 등
 - * 도로·철도 : 양평-이천 고속도로 2공구(도공), 인덕원-수원 복선전철(철도시설공단)
 - 조립식 교량, 터널굴착 디지털 맵핑, 온라인 암판정 기술 등
- (발주청 역량강화) 워크숍, 자료공유 등을 통해 발주청 직원들이 스마트 건설기술을 이해하고 적극 활용할 수 있도록 역량을 강화
 - 지자체·공공기관 등의 사업관리 직원 대상 스마트 기술 관련 교육 과정을 신설하고, 발주청 대상 의무교육*에 스마트 기술 과목 포함
 - * '공공 건설공사 견실시공 및 안전강화 방안'에 따라 '19.3월부터 시행 예정

- ◆ 스마트 건설기술이 장기적으로 지속가능하게 발전할 수 있도록, 창업 생태계 · 교육 체계 · 정보 공유 인프라를 구축

(1) 스마트건설 지원센터 설치·운영

- 스마트 건설기술의 저변을 확대하기 위해 관련 인프라 · 전문인력을 갖춘 건설기술 연구원에 「스마트건설 지원센터」를 설치
- (기능1: 스마트기술 활성화) 스마트 건설기술의 개발 · 보급, 시장 동향 조사·분석 등을 통해 건설의 스마트化 기반 조성
 - ICT-건설기술의 매개자 겸 관·산·학 등 각 주체의 허브 역할 수행
 - 스마트 기술 확산 공감대 형성, 최신 기술의 공유·홍보 등도 추진
 - (기능2: 스마트 창업지원) 건설분야의 특성을 고려하여 창업 성공에 실질적으로 필요한 요소(기술·법률·경영·자금 등)를 맞춤형 지원
 - 특히, 아이디어가 검증을 거쳐 현장에 도입될 수 있도록, 초기 비용이 많이 소요되는 시제품 제작 지원 및 테스트베드 제공
- * 건설연에 15개 창업기업 입주 중('18.9월), → '20년까지 40여개 기업 입주 추진
 * 창업기업 5년 생존율 27.5%('15기준, 통계청) → 50% 이상 생존 목표

【 스마트건설 지원센터의 창업지원 전략 】

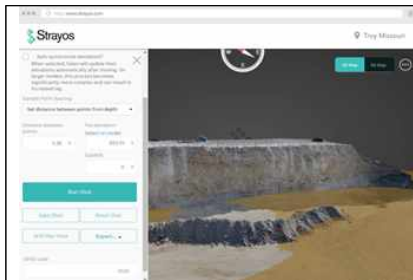


[참고] 스마트 건설 창업사례

□ 인공지능 드론 기반 작업 생산성 분석 및 시공 진도관리

○ 드론 촬영이미지를 활용한 3D 모델 구축 및 공정 진도 체크

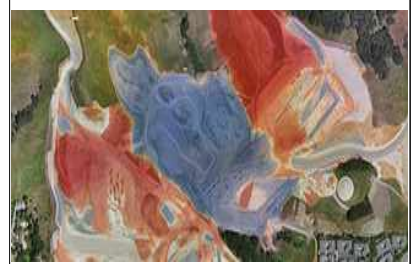
* 주요 창업기업 : Strayos, Skycatch, Propeller Aerobotics, Dronomy, AirZaar, Unearth Technologies, TraceAir Technologies, Airware, 3D Robotics, Better View 등



드론으로 수집한 이미지를 3D 모델로 구현



드론 이미지 기반 공정관리

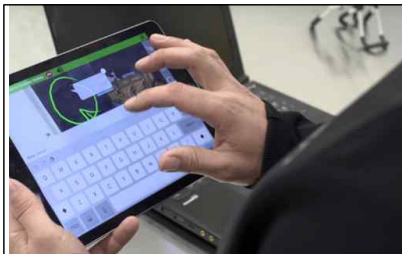


질/성토량 자동 추정

□ AR 및 가상모델을 활용한 사업계획 검토, 시공 품질 점검

○ 원격으로 증강현실 상에 작업순서를 그림판에 그리듯 시각적으로 제공

* 주요 창업기업 : HoloBuilder, Pandora Augmented & Virtual Reality Technologies, Sensopia-MagicPlan, Scope AR, InsiteVR, ShilpMIS Technologies, IrisVR 등



스마트기기를 활용한
계획정보 시각화



AR기기를 활용한 정보 제공



VR장비를 활용한 시각화

□ 인간-로봇 협력형 장비 생산 및 운영

○ 건설산업에 특화된 산업용 로봇 개발, 자재 이동 및 검사, 제작 등의 기능 수행 * 주요 창업기업 : Kuka Robotics



로봇을 활용한 자재 이동



로봇을 활용한 건설



콘크리트침목 검사 로봇

[2] 스마트 건설 전문가 양성

- (교육개선방안 마련) 스마트 기술 교육강화를 위해 대학교육 및 재교육 체계 개편을 포함한 ‘스마트건설 인재 육성방안’ 마련(‘18.12)
 - 건설기술자 교육훈련 제도의 그간 성과를 분석해 ‘교육훈련기관 지정·운영 제도개선 방안’도 수립(‘18.10)
- (신규 교육과정 개설) 건설기술자 교육훈련기관에 스마트 건설기술 교육과정을 신설해 다양한 기술의 전문 인력을 육성
 - * 건설기술교육원에서 ‘BIM(건축) 전문인력 양성과정’(‘17년 128명 교육) 운영 중 → ‘스마트 건설기술 전문인력 양성과정’으로 확대 개편 추진
 - 대학에는 관련 교육 여건이 단기간에 갖춰지기 어려운 만큼, 교육 기관-대학간 학점교환 협약을 통해 대학생에게도 교육기회 제공

[3] 지식플랫폼 구축·운영

- (정보서비스 고도화) 건설사업 관련 특정정보를 제한된 기관에서만 활용하는 CALS 시스템*에서 새로운 서비스를 발굴해 민간에 제공
 - * Continuous Acquisition & Life-cycle Support 시스템(건설사업정보시스템) : 시설물 관리정보, 건설사업관리 문서, 품질관리 정보, 용지보상 및 점용 정보 등 관리
 - 공사 교통통제, 신설도로 개통 정보를 차량 네비게이션 맵과 연동해 제공(‘18.末), GIS 기반(포털 맵 등) 시설물 안전성 정보 제공(‘19)
- (지식플랫폼 구축) 각종 건설정보를 공유해 일반인이 활용할 수 있도록 건설 CALS 시스템을 지식 플랫폼으로 전면 개편(‘20)
 - 우선 시스템 정보로부터 민간이 부가가치를 창출할 수 있도록, 정보를 자유롭게 검색·활용이 가능한 “샌드박스” 구축(‘19)
 - * 제공할 수 있는 정보의 종류와 범위, 활용가능성 등 검토 후, 가능한 정보 완전 공개

VI. 협조 요청사항

□ 산업통상자원부

- 건설기계, 로봇, 장비 등 기술개발로 건설 자동화 지원
 - 시공 자동화를 위해서는 기계분야 기술 개발이 필수인 만큼, 산업부 소관 R&D 사업에 건설분야 기계 연구과제 추진
 - * 현재 진행 중인 산업부(한국산업기술평가관리원)의 관련 R&D 사업
 - 전자 유압시스템을 적용한 굴삭기 작업 자동화 기술('15.12~'19.11)
 - 20% 공사비 절감이 가능한 AI 기반 Smart Construction 기술개발('16.10~'20.9)
- 건설기계 관제분야는 연구개발 과정에서 부처 간 연계 필요
 - * 관제 성격 : 기계의 제어 + 건설 공정관리

□ 교육부

- 대학이 스마트 건설 인재를 배출할 수 있는 교육을 시행토록 지원
 - 각 대학(건설관련 학과)이 융합 교육을 활성화 할 수 있도록 인센티브 제공 방안 등 검토 요청

□ 고용노동부

- 건설기술자 교육기관의 교육과정에 재정 지원
 - '스마트 건설기술 전문인력 양성사업*'을 신규 '국가기간·전략산업 직종훈련'으로 선정해 직장인·대학생의 교육과정 이수를 활성화
 - * 기존 국가기간·전략산업 직종훈련으로 운영 중인 'BIM 전문인력 양성사업' 과정을 확대 개편

□ 과학기술정보통신부

- 스마트 건설, 스마트 유지관리 등 핵심 R&D 추진 협조
 - 기술성 평가, 예비타당성 조사 등 절차를 거쳐 R&D 사업 추진 필요
- 정보화진흥원 등을 통한 IoT·네트워크 등 기술 지원

Ⅶ. 향후 추진계획

세부 과제		조치사항	추진시기
◆ 민간 기술개발 유도			
1. 건설기술·안전 제도 개선			
▪ 대형공사입찰방법심의기준 개선	심의기준 개정		'18.12월
▪ 건설기준 정비	개정 소요 검토 기준 개정		'18.11월 '19년
▪ 실시간 현장안전관리 도입	시행규칙 개정		'19.3월
2. 스마트 신기술 시장진입 여건 마련			
▪ 테스트베드 제도 도입	건진법 개정		'19.6월
▪ 건설기술 지원 펀드 구성	계획수립 펀드 구성		'19.4월 '20.상반기
▪ Appeal 프로세스 도입	법 개정		'19.하반기
3. 혁신 공감대의 확산			
▪ 스마트 건설기술·안전 대전 개최	행사 개최		'18.11월
▪ 스마트 건설기술 우수사례집 작성	자료 출간		'19.12월
▪ 스마트 건설기술 체험공간 운영	시설 개소		'20년
◆ 공공의 역할 강화			
4. 스마트 건설 핵심기술 개발			
▪ 스마트 건설기술 R&D 추진	기술성 평가 예비타당성 조사		'18.12월 '19.상반기
▪ 스마트 유지관리 R&D 추진	기술성 평가 예비타당성 조사		'19.상반기 '19.하반기
▪ 스마트 건설기술 전문위원회 구성	방침		'18.11월
5. BIM 확산 여건 조성			
▪ BIM 활용 의무화	발주청 협의 의무화 시행		'18.12월 '20~

▪ 설계도서 작성기준 등 기준 정비	기준 개정	'19.6월
▪ BIM 활용 가이드라인 마련	가이드라인 마련	'18.12월
▪ BIM 통합플랫폼 구축, 라이브러리 제작	시스템 구축	'19.8월
▪ BIM 경진대회 개최	행사 개최	'19.4월
6. 공공기관의 사업 주도		
▪ 패키지형 시범사업 추진	방침	'18.4월
▪ 시범사업 모니터링 및 지원	모니터링	'18.6월 ~
▪ 발주청 합동 워크숍	행사 개최	'19.5월
▪ 스마트 건설기술 교육 의무화, 과정 신설	교육의무화 교육과정 신설	'19.3월 '20년
◆ 스마트 생태계 구축		
7. 스마트건설 지원센터 설치·운영		
▪ 스마트건설 지원센터 설치·운영방안 마련	방침	'18.9월
▪ 스마트건설 지원센터 개소	개소식	'18.9월
▪ 스마트건설 지원센터 설립·지원근거 마련	건진법 개정	'18.12월
8. 스마트 건설 전문가 양성		
▪ 건설기술자 교육훈련기관 지정운영 개선	방침	'18.11월
▪ 스마트건설 인재 육성방안 마련	방안 마련	'18.12월
▪ 스마트 건설기술 교육과정 신설	사업계획 마련 교육과정 운영	'19.2월 '20년
9. 지식플랫폼 구축·운영		
▪ 건설 CALS 시스템 정보활용 개편방안 마련	방침	'18.11월
▪ 교통 및 시설물 정보제공	정보제공	'18.12월
▪ 플랫폼 샌드박스 구축	샌드박스 구축	'19.6월
▪ 지식 플랫폼 개설	시스템 개설	'20년