

20TBIP
C144066
03

정밀분석 무인영상취득 기술 및 다중 동시접속 클라우드플랫폼 사업화 및 실용화
전주기 통합 건설관리와 선제적 도심지 재난재해 리질리언스 향상을 위한 5cm급

2020

국토교통과학기술진흥원
국토교통부

보안 과제(), 일반 과제() / 공개(), 비공개()발간등록번호()
국토교통기술사업화지원사업 제3차년도 최종보고서

R&D / 20TBIP-C144066-03

전주기 통합 건설관리와 선제적 도심지 재난·재해 RESILIENCE 향상을 위한 5cm급 정밀분석 무인영상취득 기술 및 다중 동시접속 CLOUD플랫폼 사업화 및 실용화 최종보고서

2020. 12. 31.

주관연구기관 / (주)공간정보
공동연구기관 / 롯데건설(주)
한국건설기술연구원

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

‘전주기 통합 건설관리와 선제적 도심지 재난·재해 RESILIENCE 향상을 위한 5cm급 정밀분석
무인영상취득 기술 및 다중 동시접속 CLOUD플랫폼 사업화 및 실용화’(연구개발 기간 : 2018.
4. ~ 2020. 12.) 과제의 최종보고서 4부를 제출합니다.

2020. 12. 31.

주관연구기관명 : (주)공간정보	(대표자) 김석구 (인)
공동연구기관명 : 롯데건설(주)	(대표자) 하석주 (인)
공동연구기관명 : 한국건설기술연구원	(대표자) 한승현 (인)

주관연구기관책임자: 김석구

공동연구기관책임자: 양희정

공동연구기관책임자: 김승현

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	20TBIP-C14 4066-03	해당 단계 연구 기간	2020.01.01. ~ 2020.12.31	단계구분	3/3
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화지원사업			
	세부사업명	서비스 R&D 융합기술 사업화			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	전주기 통합 건설관리와 선제적 도심지 재난·재해 RESILIENCE 향상을 위한 5cm급 정밀분석 무인영상취득 기술 및 다중 동시접속 CLOUD 플랫폼 사업화 및 실용화			
연구책임자	김석구	해당단계 참여연구원 수	총: 27명 내부: 27명 외부: 명	해당단계 연구비	정부: 366,000천원 민간: 366,000천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 732,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 33명 내부: 33명 외부: 명	총 연구비	정부: 900,000천원 민간: 919,000천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 1,819,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주)공간정보			참여기업명	롯데건설(주), 한국건설기술연구원
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 · 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기 탁 번호	1	3				1					

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설 · 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수

요약문

연구의 목적 및 내용	■ 재난재해 대응 무인영상취득장치(드론, 센서, IOT) 성능 개선 - 기존 R&D 시제품 드론의 성능개선(탑재중량, 안전성, 짐벌 등) - 수치표고 모형자료 정밀성 확보를 위한 드론용 라이다센서 탑재 시스템 개발 - 침출수, 토양상태, 시설물 내구성 등을 확인하기 위한 열화상센서 탑재 시스템 개발 ■ CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 및 사업화 - GIS기능 내장 3D엔진 및 CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 - 무인영상취득장치 시계열 자료, 설계도면 중첩을 통한 비교분석 서비스 구축 - 발주자, 시공자, 안전관리자, 담당기관 등 다자간 연결 및 공유서비스 구축 - 재난재해 3D모델 원격점검 서비스 및 시뮬레이션 서비스 구축 ■ 건설현장, 재난재해 현장 적용성 검증 - 무인영상취득장치(드론, 센서, IOT) 및 플랫폼 시스템 현장 적용성 검증 - 건설 현장 관리의 시기별, 특정 시설물별 비교 검증 및 활용성 강화 - 재해·재난 대응 분야 리질리언스 향상을 위한 장비 개선 및 플랫폼 표출 개발				
연구개발성과	■ 무인영상취득장치로 인한 상시 현장데이터 취득으로 도심지 건설현장에 대한 재난재해 상태를 예측 및 대응할 수 있어 현장의 효율적 관리를 할 수 있음 ■ 플랫폼 시스템과 융합 기술은 국내 기술개발 역량 부족으로 선진국 대비 기술수준이 낮아 경쟁력이 부족하지만, 본 연구 결과를 통해 핵심기술 개발로 기술 수입 대체 효과 및 부가가치 발생 기대 ■ 현장 상황 또는 사용자 요구사항 적극 반영으로 현장 적용성을 향상 시키고 데이터 공유 및 의사결정을 지원하여 그룹간 정보관리 및 업무효율 극대화 ■ 통합정보 기반 현황, 이력, 피해범위 등 복합재난에 효과적인 복구대책 마련으로 비용절감 가능				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	■ (기술적 측면) 기존 지상조사 대비 무인영상취득장치를 통해 신속·정확한 조사를 통해 생산성을 향상시키고, 시계열 영상 데이터를 기록할 수 있다. 또한 무인영상취득장치에 라이다센서 및 열화상센서를 장착하여 육안으로 확인할 수 없는 부분까지 모니터링하여 재난·재해 예측 및 예방할 수 있으며 재난·재해 시 신속한 피해규모 산정 및 대책 마련에 활용할 수 있다. ■ (경제적·산업적 측면) 무인영상취득장치의 국산화율을 높여 국산화 제품을 생산하여 국내 경쟁력 확보할 수 있다. 또한 기존 조사 방식 대비 비용절감 및 효율성 향상할 수 있으며, 재난·재해 예방을 위한 공간정보 플랫폼 서비스 상용화를 통해 관련 산업 활성화를 도모할 수 있다. ■ (사회적 측면) 실질적인 재난·재해가 닥치면 막대한 인명피해와 재산피해가 발생된다. 도심지의 재난·재해 예측 및 대비는 국가적으로 권장되어야 하며, 안전을 위해 지속적인 재난·재해 예측을 통한 예방이 실시되어야한다.				
국문핵심어 (5개 이내)	무인장치	플랫폼	건설현장	재난재해	모니터링
영문핵심어 (5개 이내)	Unmanned device	Platform	Construction site	Disaster	Monitoring

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행내용 및 성과	6
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	24
4. 연구개발성과의 활용 계획 등	32
붙임. 참고 문헌	40

<별첨> 주관연구기관의 자체 평가 의견서

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 배경

- 지속적인 인구 증가, 노령화의 가속, 도심지 거주 집중화, 환경개선을 위한 재개발 사업 확대 등으로 도심지 개발은 필연적으로 발생할 수 밖에 없는 사회적 현상 중의 하나이다. 도심지 개발에 있어 체계적인 건설 관리는 시간과 비용을 절약하는 데 있어 필수 요소이다. 또한 최근 지구환경의 급변으로 인한 지구온난화의 사회기반시설 개발 및 개선에 따른 환경 변화는 예상치 못한 자연재해 및 인공재난을 반복적으로 발생시키고 있으므로 이에 대한 과학적이고 체계적인 안전사회를 구축하는 것이 매우 중요한 시점이다.
- 제4차 산업혁명의 개념이 활발히 논의되면서, IoT, Big Data, Cloud, AI, Smart industry 등과 같은 미래 기술이 각광을 받기 시작하였으며, 각종 정부 정책과 세계적인 연구의 실용화, 사업화 트렌드는 건설, 토목, 문화재, 환경, 재해·재난 관리 등 다양한 분야에서 이러한 기술들을 접목시켜 융복합하려는 흐름으로 진행되고 있다. 특히 최근 우리나라와 국제사회는 각종 시설물 관리와 재해·재난 관리에 있어 무인영상취득장치(일명, 드론)를 적용하여 업무의 효율성을 높이고 과학적이고 체계적인 관리를 통해 시간과 비용을 절감하기 위한 노력들을 경주하기 시작했다. 무인기 시장은 매년 10%씩 빠르게 성장하여 2023년에는 125억 달러 규모에 이를 것으로 전망되고 있으며 민간 무인기 시장은 연평균 35%이상의 급속한 성장세를 이룰 것으로 전망된다.



< 그림 1 > 무인기 세계시장 규모 및 용도별 전망(Teal Group, World UAV Forecast)

- ‘항공안전법 제129조 4항에 의거 무인비행장치 조종자는 무인비행장치를 사용하여 「개인정보 보호법」 제2조제1호에 따른 개인정보(이하 “개인정보”라 한다) 또는 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 개인위치정보(이하 “개인위치정보”라 한다) 등 개인의 공적·사적 생활과 관련된 정보를 수집하거나

이를 전송하는 경우 타인의 자유와 권리를 침해하지 아니하도록 하여야 하며 형식, 절차 등 세부적인 사항에 관하여는 각각 해당 법률에서 정하는 바에 따른다. 이와 관련 개인정보란 살아 있는 개인에 관한 정보로서 성명, 주민등록번호 및 영상 등을 통하여 개인을 알아볼 수 있는 정보(해당 정보만으로는 특정 개인을 알아볼 수 없더라도 다른 정보와 쉽게 결합하여 알아 볼 수 있는 것)로 본 연구과제에서는 150m의 고도로 비행하며 약 5cm의 해상도로 영상을 수집하지만, 실제 이미지의 판독 해상도는 7~10cm로 개인의 정보를 식별할 수 없고, 대상지는 건설현장, 재난·재해현장으로 국한되어 개인의 사생활 침해에 해당하는 불법촬영과 관련이 없다. 한편 본 연구과제의 성능 목적인 5cm급 정밀분석 무인영상 취득 기술에 대한 부분은 실제 촬영 영상은 이미지의 판독해상도만 낮을 뿐 재난·재해 판독 및 물량산출 등에 활용을 위한 정량적인 위치와 고도 정보는 5cm급으로 추출하므로 성능 목적은 충분히 달성할 수 있다.

- 도심지의 개발 중인 건설현장은 건설공사의 기획 단계부터 설계, 계약, 시공, 시공 후 단계까지 건설 공사 수명 주기 동안의 종합적인 건설 관리 업무로 진행된다. 특히 건설 시공 관리는 전통적인 의미의 건설관리로서, 공정 관리 업무는 건설대상물의 종류와 특성, 건설기자재의 관리를 포함하여 노무자의 인력 관리의 변화 등 예상치 못한 돌발변수들이 항상 내재되어 있다. 건설 현장의 올바른 관리와 투명한 정보는 시공성을 높이고, 효율성을 고취시키는 데 큰 역할을 할 수 있다. 그리고 공법공사를 진행하는 과정 중에 사람의 접근이 어렵거나 위험한 지역에서도 데이터를 빠르게 취득하여 체계적인 관리를 위한 토대를 확보할 필요가 있다. 무인장치를 이용한 측량은 이와 같은 문제를 해결하고자 시도되어 온 바 있으며, GNSS측위와 무인장치 데이터의 융합으로 3차원 현황지도를 제작하여 각종 설계 및 현장에 시범 적용하고 있기도 하다. 하지만 건설 현장의 복잡한 공정상, 무인장치를 활용할 수 있는 시간이 한정되어 있고, 실제 동영상 및 현장사진 촬영 위주의 현장 관리에만 국한하여 적용하고 있으며 데이터의 관리 또한 매우 미흡한 실정이다.
- 본 연구에서는 주관기관인 “(주)공간정보”에서 기존 R&D시제품으로 제작된 드론의 성능을 개선하고, 개발 중인 CLOUD 플랫폼 시스템을 적용하여 건설현장 및 중소규모 도심지에서의 재난·재해 대응기술 개발을 하고자 수행하였다. 공동연구기관인 “롯데건설(주)”에서는 연구를 위한 시범 현장을 제공하였고, 실제 공사 현장에서도 이를 도입시켜 최첨단 무인영상장치를 이용한 건설 관리의 실용화를 위한 연구를 수행하였다. 실용화 연구를 통해 기 개발된 무인영상장치를 건설 관리 현장에 특화되게 최적화시키고, 효율적인 첨단부품을 장착 또는 개발하고, 이에 대한 관리플랫폼을 구축함으로써, 향후, 건설 관리를 위해 개발 기술이 상용화될 수 있는 기틀을 구축하고 성공적인 차세대 사업을 발굴을 목표로 수행하였다.

나. 연구개발 목적

- 재해·재난 현장은 기존의 지리적 한계나 안전상의 이유로 접근이 어려운 경우가 많았으나, “무인영상장치”를 통해 기본적인 영상 취득과 더불어 3차원 측량

전산자료의 획득이 가능해진다. 특히 지상정보, 도심지 지하시설물(상하수도관, 가스관, 지하상가 등)의 각종 정보를 결합시켜 재해·재난 발생시, 최적의 탈출 경로 확보, 인명 구조 라이프라인 설정, 복구 작업시 최적 접근 라인 도출 등 대응기술 개발 또는 발굴에 이를 활용하고자 한다.

- 상기 연구와 관련된 실용화 및 사업화의 성과 확산 검토와 새롭게 개발될 신기술은 각종 건설관리와 재해·재난 대응분야에 있어 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구를 통해 취득되는 각종 빅 데이터는 CLOUD 플랫폼 시스템에 적용하였고, 이러한 CLOUD 플랫폼을 통해 누구나 관련 정보를 접속하여 확인함으로써 도심지 시설물의 체계적인 관리와 재해·재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하는 데 일조할 수 있을 것으로 기대한다.

다. 연구개발 필요성

- 전 세계적으로 기후변화로 인한 잦은 태풍 및 국지성 집중호우 발생으로 재난·재해가 빈번히 발생하며 특히, 인구 밀도가 높은 도심지 내 재해 발생 시 주요시설물의 직접적인 피해로 인해 도시기능 마비 등 막대한 피해가 발생한다. 무인영상취득장치 및 공간정보 플랫폼을 활용하여 건설현장에서 발생 가능한 재난·재해를 미리 예측하고 안전사고를 사전에 예방하며 현장 특성에 적합한 맞춤형 재난·재해 대응 대책 및 기술 개발이 가능할 것으로 예상된다. 또한 도심지 특성을 고려한 지진, 산사태, 도심지 홍수, 지반함몰 등 도심지형 재난·재해 대응 및 복구에 실질적으로 활용 가능하며, 향후 주요구조물이 입지선정, 도로의 노선 선정 등 도심지 국토 이용 계획에 활용 가능할 것으로 판단된다.
- 클라우드 기반 공간정보 플랫폼시스템은 연구개발 시점에서 데이터 업로드, 시계열 영상 확인, 거리계산, 면적계산 등의 기능구현이 완료된 상태였으며, 도심지 건설현장 및 각종 산업현장에서 즉각 사용할 수 있도록 안정화 기능구현이 필요로 하였다. 또한, 그룹별 데이터 공유 기능, 의사소통기능, 영상편집 기능 등을 추가 구현하여 정보공유 및 보안관리 기능을 개선하고, 시계열 영상 분석(단면, 면적, 체적 계산)의 간편화 기능 등의 추가로 업무효율성을 증대 시키고자 하였다. 플랫폼서비스를 기반으로 공정관리를 실시하여 굴착공정 관리, 자재적치, 콘크리트 타설, 장비배치 등을 관리할 수 있으며, 무엇보다 다자간 시공현황 정보를 공유할 수 있으므로 현장에서 빈번하게 발생할 수 있는 오시공이나 과시공 등의 인적 재난·재해 유발요인을 기술지원 인력이 함께 모니터링 할 수 있어 해당요인으로 인한 사고를 예방하거나, 보강 및 시공방안을 재빠르게 제시할 수 있다.
- 기존 R&D 시제품 드론은 감시정찰 및 정밀농업을 목적으로 개발되어 도심지 건설현장 재난·재해 대응 및 예방을 할 수 있는 드론으로 개량할 필요가 있었다. 시제품 드론은 수 차례의 테스트 비행으로 안전성은 확보되었으나 건설현장의 보다 다양한 영상정보를 취득하기 위해 라이다센서, 열화상센서를 추가 장착하여 일반 현황뿐만 아니라 정밀 DSM, 침식, 포트홀, 콘크리트 균열 등을 건설 현장에서 발생할 수 있는 다양한 재난·재해 요인들에 대한 정보를 취득할 필요가 있다. 이를 위해선

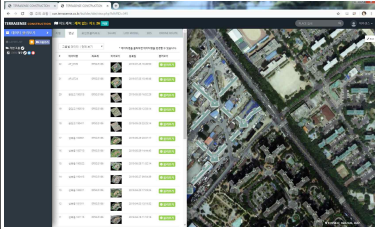
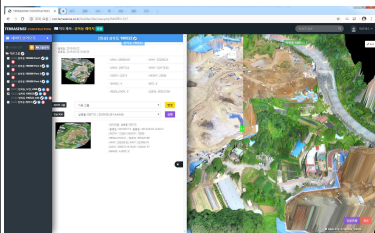
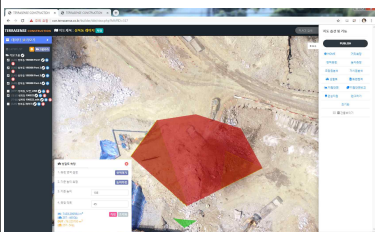
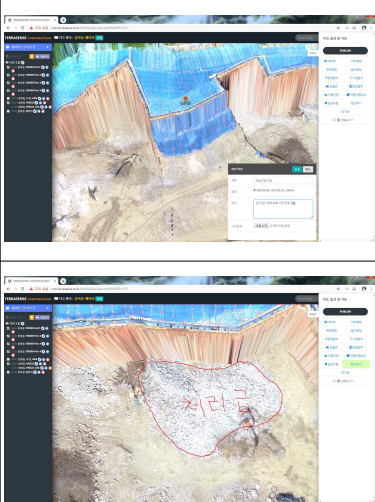
드론의 비행시간 또는 배터리 성능, 충돌방지 기능 등의 성능이 개선되어야 하며 라이다센서와 열화상센서를 탑재하기 위한 짐벌도 개발할 필요가 있었다.

- 현재 국산 드론에 라이다 또는 열화상센서가 장착된 제품은 없으므로 기존시제품의 성능을 개선하고, 라이다 및 열화상센서를 추가 장착하여 현장적용 테스트까지 완료되면 건설현장뿐만 아니라 시설물 관리분야, 태양광 패널 검사, 전력손실 유무조사 등 다양한 분야에서 수요가 있을 것으로 예상되며, 저렴한 기체 가격으로 타사 제품들과 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

○ 사업화 대상기술 요약 및 범위

구분		기존 보유기술 또는 이전받은 기술	사업화 기술
■ 과제명		■ 3D공간정보구축기반 감시정찰용 자동이착륙 무인이동체 시스템	■ 국토교통기술사업화지원
■ 사업화 기술 및 분야		■ 자체보유 ☐ (이전 받은 기관명)에서 기술이전	☐ 공공기술 중소기업 이전 및 사업화 ☐ 중소기업 보유기술 및 아이디어 사업화 ☐ 국토교통 안전기술 사업화 ■ 서비스 R&D 융합기술 사업화
■ 사업화 대상이 되는 기술의 지식재산권 * 특허, 실용신안 등 유형별 기재		(특허번호) 특허 제 10-1610801 (특허명) 무인비행시스템 (권리자) 주식회사 공간정보	(특허출원번호) 10-2018-0127222 (특허명) 건설현장 클라우드 공간정보 플랫폼 활용 다자간 정보공유 시스템 (권리자) (주)공간정보 외 2개사
■ 기존기술과 비교하여 성능 개선 등 차별화 내용	드론	■ 비행시간 : 10분 ■ 탑재중량 : 0.5kg ■ 탑재센서 : 디지털카메라 ■ 풍속저항력 : 7m/s ■ 관제범위 : 1km	■ 비행시간 : 12분 ■ 탑재중량 : 5kg ■ 탑재센서 : 라이다, 열화상센서 ■ 풍속저항력 : 12m/s ■ 관제범위 : 5km
	플랫폼시스템	■ 업로드 파일 : 정사영상, 포인트 클라우드, Shape, ■ 측정기능 : 거리, 면적 ■ 분석기능 : 가시권, 조망권 ■ 사용자 : 1인 1라이선스 ■ 의사소통기능 : 메모 ■ 정보공유 : 라이선스 형태의 공유 ■ 다중동시접속 : 불가능 ■ 시계열데이터 분석 : 불가능	■ 업로드 파일 : 정사영상, 포인트 클라우드, Shape, 3D모델, DSM ■ 측정기능 : 거리, 면적, 단면, 체적 ■ 분석기능 : 가시권, 조망권 ■ 사용자 : 1인 1라이선스 또는 그룹별 ■ 의사소통기능 : 메모, 지시, 알림 ■ 정보공유 : 그룹별 데이터 관리 ■ 다중동시접속 : 그룹별 가능 ■ 시계열데이터 분석 : 가능

○ 사업화 대상 기술의 우수성

기능	구현영상	내용	우수성 및 독창성
데이터 관리		■ 정사영상, DSM, 포인트 클라우드, SHP, 3DS 등 다양한 포맷유형 지원 ■ 현장별 시계열 영상관리 및 각종 GIS데이터 중첩	■ 모든 메뉴가 한글로 작성되어 사용성과 조작성이 뛰어남 ■ 다양한 영상데이터 지원 및 GIS데이터 연계로 현장데이터 관리 용이
영상비교		■ 구축된 시계열 영상을 화면분할을 통해 좌(현재), 우(과거) 영상 비교 ■ 기본영상 및 속성정보 등 비교	■ 재난 전후 영상, 공사 전후 영상으로부터 피해면적, 토사량 등을 비교하여 정량적인 분석 및 대응책 마련
측정 및 분석		■ 측선 기준 표고추출을 통한 관심지역 단면을 측정하여 위험구간 분석 및 물량산출 자료로 활용 ■ 측정 영역 및 기준높이 설정으로 물량산출구간의 체적 산출	■ 실제 측량과 비교 약 95% 이상의 정확도 높은 단면 및 물량산출 값 추출
관심지점 펜그리기		■ 공사 현장이나 재난-재해 현장에서 특별 관심지점을 등록하여 집중검토를 통한 현장관리 ■ 의사전달 및 메모공유, 사진 등록으로 현장관리 용이 ■ 급한 안전, 특이지역 등 펜그리기를 통한 관심지역 표출 및 관리	■ 시공사-발주처-관계기관 동시 접속하여 데이터 공유 및 관심지점 등록으로 주요 이슈사항 공유 ■ 그룹별 라이선스 관리를 통한 데이터 보안

2. 연구수행내용 및 성과

가. 연구개발 추진전략 및 방법

(1) 위험요인 및 극복방안

- 드론을 이용한 공간정보 구축은 국내·외에서 많이 발전되어 있는 기술 이지만 드론 공간정보 자료의 서비스는 초기 도입기 정도 수준이며 사업화, 실증의 단계는 미흡한 실정이다.
- 공간정보 플랫폼시스템은 공공기관에서 자체적으로 보유하고 있거나 일부 서비스를 제공하고 있지만 건설현장 또는 재난·재해현장을 효율적으로 관리해주는 시스템은 없다. 본 연구과제를 통해 개발한 CLOUD 플랫폼 시스템은 기존 GIS데이터 뿐만 아니라 무인영상취득장치를 이용하여 현장에서 수집된 각종 공간정보 융합하여 건설현장의 재난·재해 위험요소 분석 및 안전한 시공공정관리를 실시할 수 있으며, 누적된 데이터 기반으로 현황을 정량적, 정성적으로 비교분석을 할 수 있다. 또한 그룹별 라이선스를 관리하여 체계적인 업무공유를 통해 효율성을 향상할 수 있다.
- 재난·재해 현장의 신속하고 효율적인 조사를 위해서는 드론의 다양한 센서 탑재, 이를 위한 탑재중량, 비행시간, 풍속저항력 등의 개선과 더불어 다중ROI(Region of Interest)를 활용한 탐지 기술, 기존 조사방식과의 상호 보완적 운용 활용 등을 마련하여 기술개발에 따른 실용화를 도모하고자 한다.



(2) 사업화 과제와 차별화 방안

- 한국건설기술연구원에서 수행한 연구(BIM/GIS 플랫폼 기반 건설공간정보 통합운영 기술 개발)은 BIM/GIS 플랫폼 기반으로 건설공간정보를 통합 운영하는 기술로서, 사업화 대상 기술과 유사한 기술 개념이다. 주 연구내용은 공공시설 또는 건설정보로부터 공간정보와 상호운용이 가능하도록 하며, 건설정보 운영체계 및 시설물 운용·유지관리·서비스 단계까지의 전 과정에 대한 연속적인 정보전달 체계를 국가적 차원에서 운용하기 위한 기술이다.
- 본 연구는 BIM/GIS 플랫폼 기반과 다르게 무인영상취득장치(드론, IOT, 센서)를 이용하여 준 실시간 건설현장을 3차원 모델링 후 클라우드 기반 공간정보 플랫폼을 활용하여 건설현장의 재난·재해 위험요소 분석 및 안전한 시공공정 관리를 실시할 수 있으며, 전날 시공현황과 다음날 시공현황을 정량적, 정성적으로 비교분석 가능하다. 또한 전날의 공사현황을 3차원모델로 시각적 수치적으로 빠르게 파악할 수 있으며, 체계적인 업무공유를 통해 업무효율성을 향상시킬 수 있다.

(3) 연구수행체계 구성 타당성

- 산연 협조체계 : 본 연구개발 컨소시엄은 기술개발 중소기업과 잠재적 수요처인 대기업, 정부출연기관이 합리적으로 구성되어 있으며, 산업체는 기술개발 및 사업화, 대기업은 현장테스트베드 제공 및 현장운용 실증, 정부출연기관은 활용성 및 성과검증을 담당하여 기관별 특성을 고려한 효율적인 업무분장을 통한 기술 개발을 실현한다.

기관명	유형	전문분야	연구목표(성과물)	참여형태
(주)공간정보	산	드론 개발 및 판매, 공간정보 서비스, SW개발	▪ 비즈니스 모델 개발 ▪ 기존 기술 성능 개선 및 플랫폼시스템 개발 ▪ 시장진입 및 양산, 판로개척	주관
롯데건설(주)	산	토목 및 건축 시공	▪ 사용자 UI개발 수요조사 ▪ 현장적용 및 결과 도출	공동
한국건설기술연구원	연	비탈면 유지관리시스템 운영 및 관련분야 연구 드론 활용 현장조사 효율화 방안 연구	▪ 성능개선 시제품 정확도 검증 ▪ 플랫폼시스템 가시화 평가 ▪ 플랫폼시스템 실용화 방안 연구	공동

기관 별 특성 및 전문분야를 고려한 최적의 컨소시엄 및 업무분장

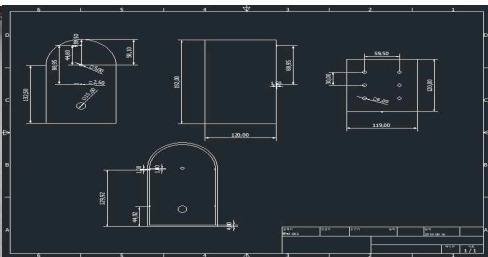
(4) 연구개발 추진 체계

연구개발과제			
과제명	전주기 통합 건설관리와 선제적 도심지 재난·재해 RESILIENCE 향상을 위한 5cm급 정밀분석 무인영상취득 기술 및 다중 동시접속 CLOUD플랫폼 사업화 및 실용화		
기 관 별 참 여 현 황			
구 분	기관수	인원수	총인원 수
산 업 계	2	21	27
대 학			
국공립(연)			
출 연 (연)	1	6	
기 타			
주 관 연 구 기 관			
주식회사 공간정보			
참 여 연 구 원			
주관연구책임자 (김석구)외 15명			
담당연구개발내용			
- 무인영상취득장치 (드론, 센서) 성능 개선 - CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 및 성능개선 - 현장데이터 취득 - 플랫폼시스템 사업화			
공 동 연 구 기 관			
롯데건설 주식회사			
참 여 연 구 원			
공동연구책임자 (양희정)외 4명			
담당연구개발내용			
- 건설현장 적용 플랫폼 UI 수요조사 - 3D 공간정보 활용 기술안전 검토 - 무인영상취득장치 및 플랫폼 시스템 현장적용 및 검토			
공 동 연 구 기 관			
한국건설기술연구원			
참 여 연 구 원			
공동연구책임자 (김승현)외 5명			
담당연구개발내용			
- 자연재해 및 인공재난별 복합 시나리오 마련 - 무인영상장치 활용 프로세스 및 영역 발굴 - 리질리언스 극대화를 위한 재해관리시스템 모델 개발 - 무인영상취득장치 정확도 비교 및 플랫폼 시스템 가시화 평가			
참여기업			
없음			

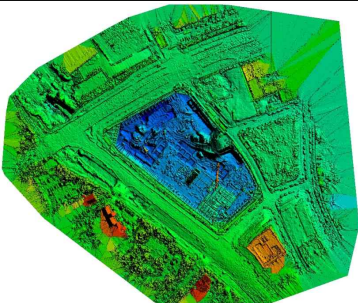
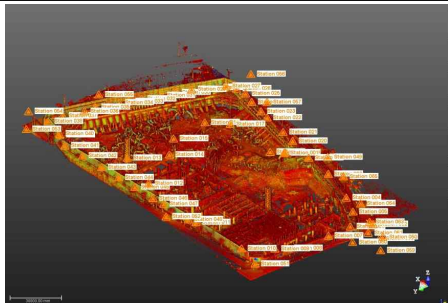
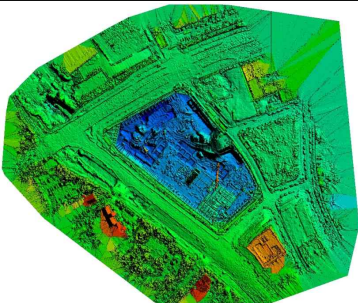
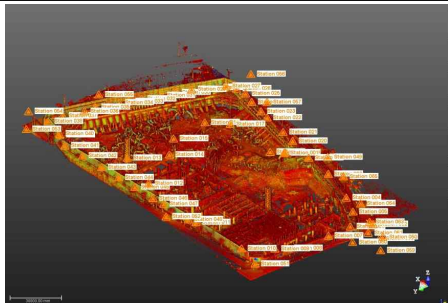
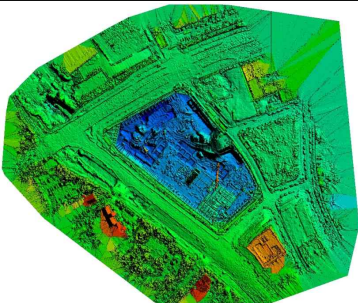
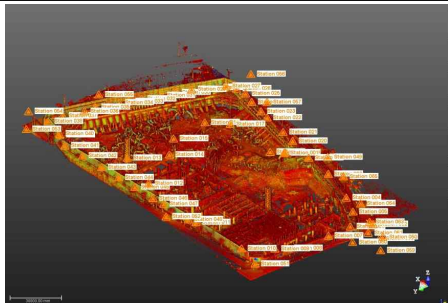
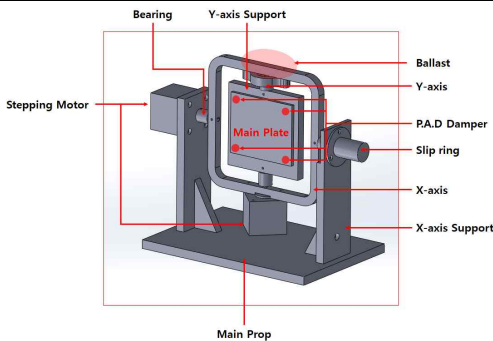
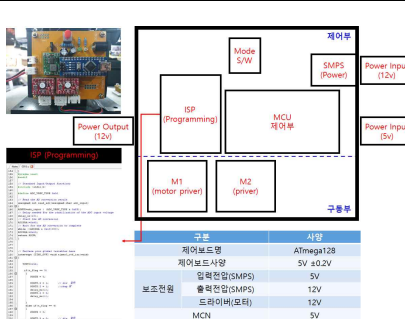
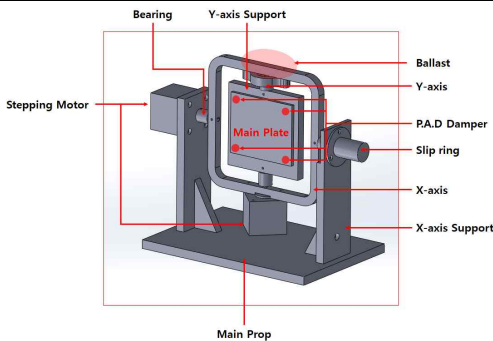
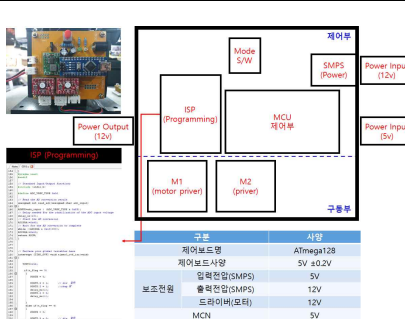
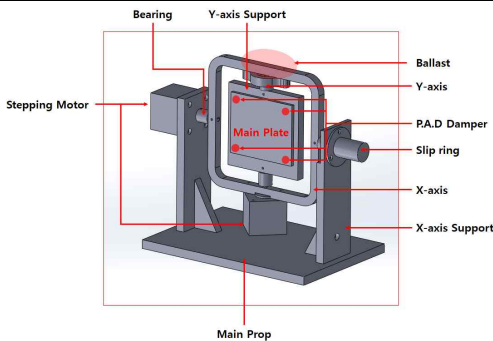
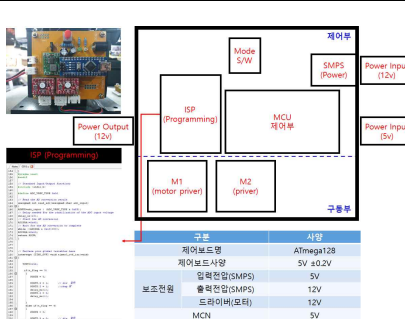
(5) 연구개발 추진 일정

추진 일정																
일련 번호	연구내용		1차년도				2차년도				3차년도				연구 개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속기관)
			3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12		
1	플랫폼시스템	UI수요조사													27,000	양희정 (롯데건설)
2		BM수립													127,000	김석구 (공간정보)
3		플랫폼시스템 가시화 평가													51,000	김승현 (건설연)
3		현장적용													186,000	양희정 (롯데건설)
4		마케팅 전략수립													83,000	김석구 (공간정보)
5		실용화 연구													78,000	김승현 (건설연)
6	무인영상취득장치	시제품개선													45,000	김승현 (건설연)
7		현장적용													106,000	김석구 (공간정보)
8		정확도검증													105,000	김석구 (공간정보)

나. 연구개발 내용

년도	기관	연구개발 수행 내용	연구 결과 (성과물)
1차 년도	(주관) 공간 정보	○ 재난·재해 대응 무인영상취득장치(드론, 센서) 성능 개선 - 기존 R&D 시제품 드론의 성능개선(탑재중량, 안전성, 짐벌 등) - 수치표고모형자료 정밀성 확보를 위한 드론용 라이다센서 탑재 시스템 개발 - 침출수, 토양상태, 시설물 내구성 등을 확인하기 위한 열화상센서 탑재 시스템 개발 - 건설현장, 재난·재해 발생 가능성 지역에 대한 지속적인 영상 취득  	시제품, 특허출원 3건, 신규채용 2명,

	○ CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 및 사업화 - 비즈니스 모델 수립 - 국산 3D엔진 기반 웹 CLOUD 플랫폼 시스템 개발 	
(공동) 롯데 건설	○ CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 및 사업화 - 사용자 요구사항 반영을 위한 UI수요조사 - 롯데건설 토목, 주택, 건축 공사부문 소속 현장 및 관련 부서 대상 - 플랫폼 시스템에 반영되어야 할 사용자 요구사항 수용 및 보완사항 도출 ■ 현장적용계획 	
(공동) 한국 건설 기술 연구원	○ 기존 시제품 드론과 지상라이다 데이터 공간정보 정확도 비교 - 성능이 개선된 무인영상취득장치에 대한 정확도를 비교 - 위치 검증점 7점, 높이 검증점 20점에 대해 정확도 비교 - 검증점에 대한 측량은 GPS를 활용한 네트워크 RTK 방식으로 측량함 - 대상지는 시흥은계상업지구로 상업시설 신축공사가 진행중인 현장임	

	<table><tr><td>대상지</td><td>시흥 은계 상업지구</td></tr><tr><td>정확도 검증 위치</td><td></td></tr><tr><td>촬영일</td><td>2018년 10월 10일</td></tr><tr><td>해상도 및 고도</td><td>3.3cm (130m)</td></tr><tr><td>중복도</td><td>80%, 80%</td></tr><tr><td>촬영면적</td><td>0.3km × 0.3km</td></tr><tr><td>비행 횟수 및 시간</td><td>2회 (18분)</td></tr><tr><td>사진매수</td><td>154장</td></tr></table> - 드론 데이터 및 라이다 데이터 비교 결과 위치오차 RMSE 4.3cm, 높이오차 4.0cm로 비교적 정확한 결과로 나타남 <table><tr><td>드론 데이터</td><td>라이다 데이터</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	대상지	시흥 은계 상업지구	정확도 검증 위치		촬영일	2018년 10월 10일	해상도 및 고도	3.3cm (130m)	중복도	80%, 80%	촬영면적	0.3km × 0.3km	비행 횟수 및 시간	2회 (18분)	사진매수	154장	드론 데이터	라이다 데이터			
대상지	시흥 은계 상업지구																					
정확도 검증 위치																						
촬영일	2018년 10월 10일																					
해상도 및 고도	3.3cm (130m)																					
중복도	80%, 80%																					
촬영면적	0.3km × 0.3km																					
비행 횟수 및 시간	2회 (18분)																					
사진매수	154장																					
드론 데이터	라이다 데이터																					
																						
2차 년도	(주관) 공간 정보 ○ 무인영상취득장치(드론, 센서) 양산화 기반 마련 - IMU교정장치는 라이다센서와 드론을 연결하는 핵심 부품으로 안정적인 비행과 데이터 획득을 위한 필수 장치임 - 무인영상취득장치 양산화를 위한 IMU 교정장치 및 제어보드 설계도 제작 <table><tr><td>IMU교정장치 3D 설계도</td><td>IMU교정장치 제어보드 설계도</td></tr><tr><td></td><td> <table><tr><th>구분</th><th>사양</th></tr><tr><td>제이보드명</td><td>ATmega128</td></tr><tr><td>제이보드사양</td><td>5V ±0.2V</td></tr><tr><td>보조전원</td><td>입력전압(SMPS) 5V</td></tr><tr><td></td><td>출력전압(SMPS) 12V</td></tr><tr><td></td><td>도광이버(포워) 12V</td></tr><tr><td></td><td>MCN 5V</td></tr></table> </td></tr></table>	IMU교정장치 3D 설계도	IMU교정장치 제어보드 설계도		<table><tr><th>구분</th><th>사양</th></tr><tr><td>제이보드명</td><td>ATmega128</td></tr><tr><td>제이보드사양</td><td>5V ±0.2V</td></tr><tr><td>보조전원</td><td>입력전압(SMPS) 5V</td></tr><tr><td></td><td>출력전압(SMPS) 12V</td></tr><tr><td></td><td>도광이버(포워) 12V</td></tr><tr><td></td><td>MCN 5V</td></tr></table>	구분	사양	제이보드명	ATmega128	제이보드사양	5V ±0.2V	보조전원	입력전압(SMPS) 5V		출력전압(SMPS) 12V		도광이버(포워) 12V		MCN 5V	SW등록, 특허등록 3건, 신규채용 1명		
IMU교정장치 3D 설계도	IMU교정장치 제어보드 설계도																					
	<table><tr><th>구분</th><th>사양</th></tr><tr><td>제이보드명</td><td>ATmega128</td></tr><tr><td>제이보드사양</td><td>5V ±0.2V</td></tr><tr><td>보조전원</td><td>입력전압(SMPS) 5V</td></tr><tr><td></td><td>출력전압(SMPS) 12V</td></tr><tr><td></td><td>도광이버(포워) 12V</td></tr><tr><td></td><td>MCN 5V</td></tr></table>	구분	사양	제이보드명	ATmega128	제이보드사양	5V ±0.2V	보조전원	입력전압(SMPS) 5V		출력전압(SMPS) 12V		도광이버(포워) 12V		MCN 5V							
구분	사양																					
제이보드명	ATmega128																					
제이보드사양	5V ±0.2V																					
보조전원	입력전압(SMPS) 5V																					
	출력전압(SMPS) 12V																					
	도광이버(포워) 12V																					
	MCN 5V																					

- 제조공장 활용 IMU교정장치 샘플제작으로 대량생산을 위한 기반마련
- 배터리를 통한 IMU 전원공급 및 2.4Ghz 무선통신 활용 교정 테스트

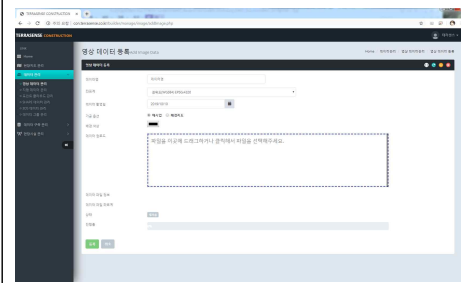
IMU교정장치 운용 테스트



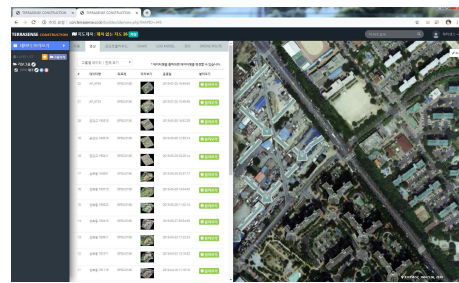
○ 클라우드기반 플랫폼 시스템 성능개선

- 정사영상, DSM, 포인트 클라우드, 3D모델, Shape, 모델링 데이터 업로드
- 측정(거리, 면적, 체적), 분석(가시권, 조망권, 수위) 기능 구현
- 그룹별 데이터 관리 및 정보공유, 의사소통기능 추가
- 각종 오류 및 버그 수정 및 기능 개선

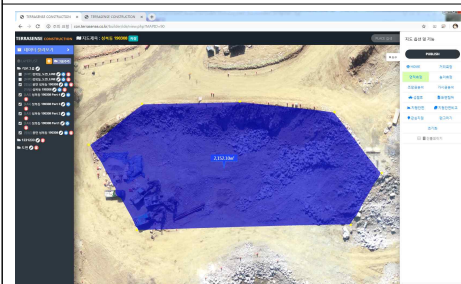
업로드 (정사영상, DSM, 셰이프 등)



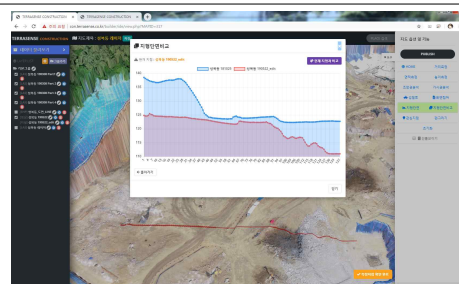
현장별, 시계열별 데이터 관리



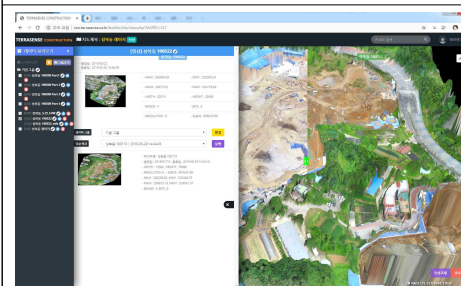
거리 및 높이, 면적측정



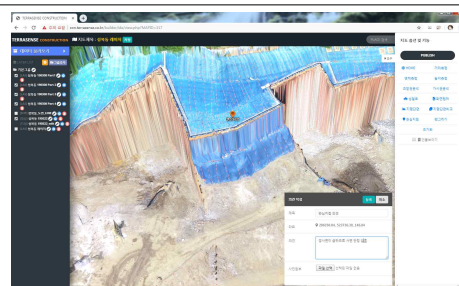
단면분석 및 물량산출



시계열 영상비교



관심지점 등록 및 의사공유



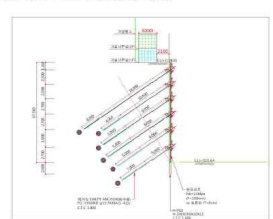
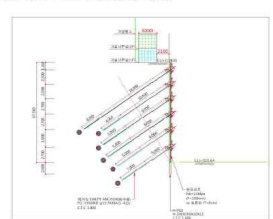
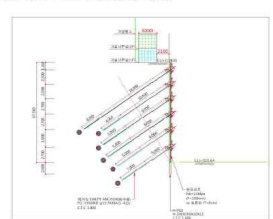
- 무인영상취득장치 활용 현장데이터 취득
 - 센서(RGB, 라이다, 열화상)탑재 드론활용 건설현장 시계열 영상 취득
 - 영상처리과정을 통한 기본데이터(정사영상, DSM, 3D모델) 생성
 - 플랫폼시스템을 통한 데이터 분석 및 관리

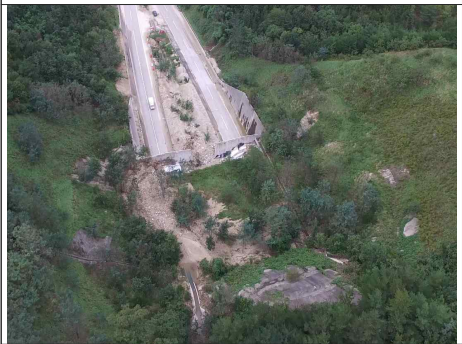
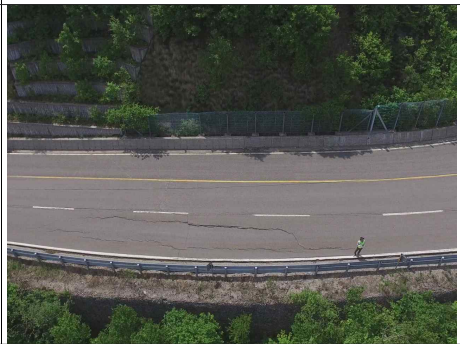
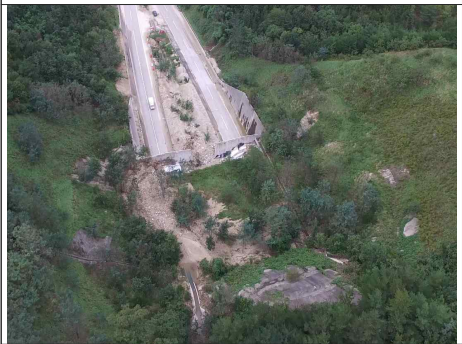
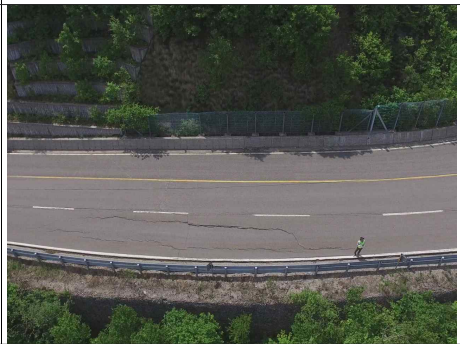
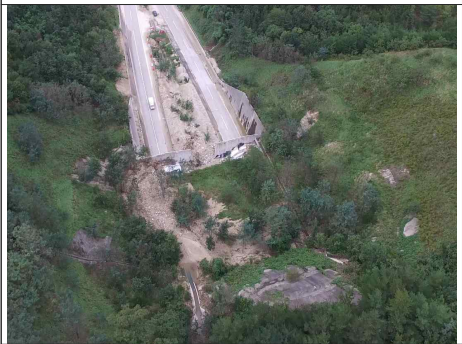
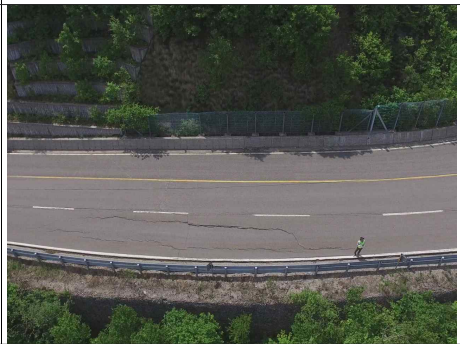
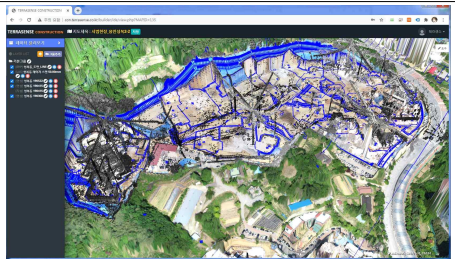
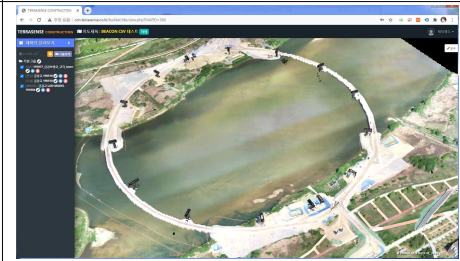
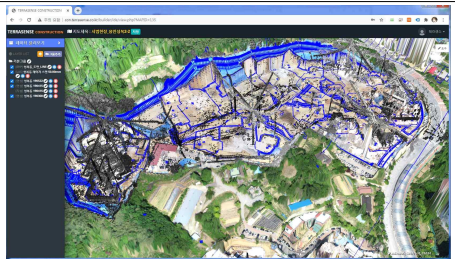
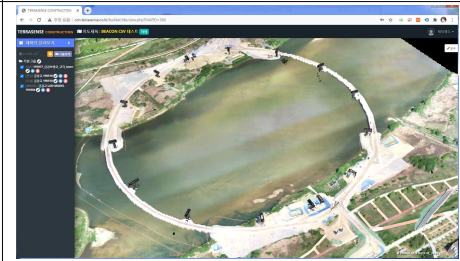
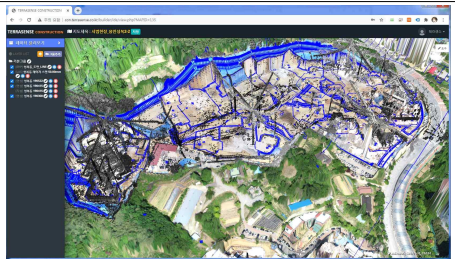
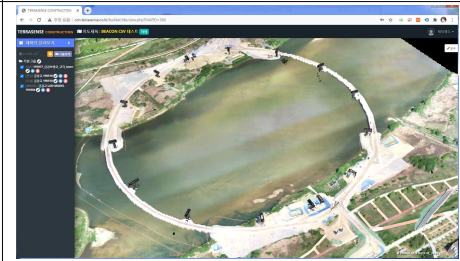


- 플랫폼시스템 정확도 평가
 - 플랫폼시스템 정확도 평가는 자체평가를 통해 실시하였음
 - 플랫폼시스템에 가시화된 3D모델에서 식별 가능한 지상기준점 좌표를 독취하여 실제 측량된 값과 비교하였음



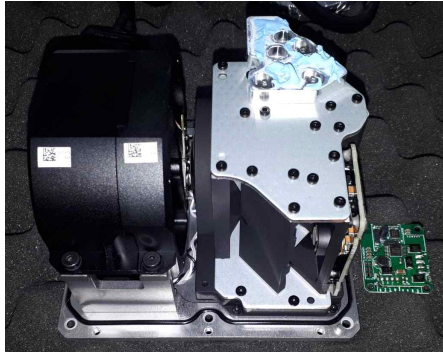
- 플랫폼시스템은 좌표구현정도는 위치값은 소수점 둘째자리, 높이값은 첫째자리 까지 표시됨
- 검사점 비교결과 평균적으로 X는 0.006m, Y는 -0.006m, Z는 -0.050m로 나타남
- RMSE 검토결과 X는 0.008m, Y는 0.010m, Z는 0.059m로 나타남
- 가시화 정확도 평가 결과 RMSE 6cm 이내로 정확도가 높게 나타남

	○ 도심지 인근 현장 적용 - 도심지 현장적용을 통한 재난·재해 대응 관리 및 정보공유 의사결정 플랫폼으로 활용 ① 토목 : 세종시 ○○보행교 현장 - 공사현장 3D 지형데이터 생성(월 1회), 레이저스캐너 형상관리 적용 - 실시간 위치측위 시스템(RTLS) 적용 : 근로자 및 건설장비_(2~3차년도 지속)																																											
	<table><tr><td>3D 디지털 트윈 + 레이저스캐너_2</td><td>RTLS 적용 테스트(GPS + 비콘)</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	3D 디지털 트윈 + 레이저스캐너_2	RTLS 적용 테스트(GPS + 비콘)																																									
3D 디지털 트윈 + 레이저스캐너_2	RTLS 적용 테스트(GPS + 비콘)																																											
																																												
(공동) 롯데 건설	② 주택 : 용인시 ○○ 주택 현장 - 공사현장 3D 지형데이터 생성(월 1회), 레이저스캐너 및 무인영상취득장치 적용 - 산지지형 대규모 굴착현장, 3D 디지털 트윈기술을 기술안전 검토에 활용																																											
	<table><tr><td colspan="2">3D 디지털 트윈 기술안전 검토 활용</td></tr><tr><td></td><td> 통대전설(주) 기술연구팀 가시성 상부 형태에서 파출을 줄기해 따른 단상상 검토 2. 검토 의견 1) 천하(나) 현상은 일변적으로 내부 폭기 모함 500으로 상정되려, 2층도 공우 1000이내 일변 m상 폭을 상정(1000 / 27m)을 공우 폭 5.000m/m² 의 폭으로 발생하나 기압현상을 고려하여 1.000m/m²으로 재 평가여 구조적요를 수평화한다. 또한 차량분 양 차상(Charge) 과 천하(나) 현상이 동상이 발생하지 않지 만 단상상 현상을 검토를 해를 위치와 재확인이 필요 합니다.  그림 2. 가시성 상부 형태에서 파출을 줄기해 따른 단상상 검토 2) 적벽안전 요책 <table><tr><th>구분</th><th colspan="2">단상상정보</th><th>판단</th><th>안전요책</th></tr><tr><th rowspan="2">연도부하</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">H=300-300/10x15</td></tr><tr><td>1711.8</td><td>955.59</td></tr><tr><th rowspan="2">2차부하</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">2H=300-300/10x14</td></tr><tr><td>1745.6</td><td>455.1</td></tr><tr><th rowspan="2">도로중량</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">4차 8cm</td></tr><tr><td>1080.0</td><td>464.6</td></tr><tr><td></td><td>180</td><td>174</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>16</td><td>5.9</td><td>O.K</td><td></td></tr></table></td></tr><tr><td>(공동) 한국 건설 기술</td><td> ○ 도심지 재해재난 유형별 시나리오에 기반한 복합 재난·재해 예측 및 무인 영상취득장치 활용 영역 발굴 - 국내외 발생하는 재난·재해 원인별 구분 및 발생 가능 위험도 예측 - 재난·재해 분야에서 지형 공간정보 영상데이터 활용 가능 영역 발굴 </td><td></td></tr></table>	3D 디지털 트윈 기술안전 검토 활용			통대전설(주) 기술연구팀 가시성 상부 형태에서 파출을 줄기해 따른 단상상 검토 2. 검토 의견 1) 천하(나) 현상은 일변적으로 내부 폭기 모함 500으로 상정되려, 2층도 공우 1000이내 일변 m상 폭을 상정(1000 / 27m)을 공우 폭 5.000m/m² 의 폭으로 발생하나 기압현상을 고려하여 1.000m/m²으로 재 평가여 구조적요를 수평화한다. 또한 차량분 양 차상(Charge) 과 천하(나) 현상이 동상이 발생하지 않지 만 단상상 현상을 검토를 해를 위치와 재확인이 필요 합니다.  그림 2. 가시성 상부 형태에서 파출을 줄기해 따른 단상상 검토 2) 적벽안전 요책 <table><tr><th>구분</th><th colspan="2">단상상정보</th><th>판단</th><th>안전요책</th></tr><tr><th rowspan="2">연도부하</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">H=300-300/10x15</td></tr><tr><td>1711.8</td><td>955.59</td></tr><tr><th rowspan="2">2차부하</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">2H=300-300/10x14</td></tr><tr><td>1745.6</td><td>455.1</td></tr><tr><th rowspan="2">도로중량</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">4차 8cm</td></tr><tr><td>1080.0</td><td>464.6</td></tr><tr><td></td><td>180</td><td>174</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>16</td><td>5.9</td><td>O.K</td><td></td></tr></table>	구분	단상상정보		판단	안전요책	연도부하	총무중량	단상상중량	O.K	H=300-300/10x15	1711.8	955.59	2차부하	총무중량	단상상중량	O.K	2H=300-300/10x14	1745.6	455.1	도로중량	총무중량	단상상중량	O.K	4차 8cm	1080.0	464.6		180	174				16	5.9	O.K		(공동) 한국 건설 기술	○ 도심지 재해재난 유형별 시나리오에 기반한 복합 재난·재해 예측 및 무인 영상취득장치 활용 영역 발굴 - 국내외 발생하는 재난·재해 원인별 구분 및 발생 가능 위험도 예측 - 재난·재해 분야에서 지형 공간정보 영상데이터 활용 가능 영역 발굴	
3D 디지털 트윈 기술안전 검토 활용																																												
	통대전설(주) 기술연구팀 가시성 상부 형태에서 파출을 줄기해 따른 단상상 검토 2. 검토 의견 1) 천하(나) 현상은 일변적으로 내부 폭기 모함 500으로 상정되려, 2층도 공우 1000이내 일변 m상 폭을 상정(1000 / 27m)을 공우 폭 5.000m/m² 의 폭으로 발생하나 기압현상을 고려하여 1.000m/m²으로 재 평가여 구조적요를 수평화한다. 또한 차량분 양 차상(Charge) 과 천하(나) 현상이 동상이 발생하지 않지 만 단상상 현상을 검토를 해를 위치와 재확인이 필요 합니다.  그림 2. 가시성 상부 형태에서 파출을 줄기해 따른 단상상 검토 2) 적벽안전 요책 <table><tr><th>구분</th><th colspan="2">단상상정보</th><th>판단</th><th>안전요책</th></tr><tr><th rowspan="2">연도부하</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">H=300-300/10x15</td></tr><tr><td>1711.8</td><td>955.59</td></tr><tr><th rowspan="2">2차부하</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">2H=300-300/10x14</td></tr><tr><td>1745.6</td><td>455.1</td></tr><tr><th rowspan="2">도로중량</th><td>총무중량</td><td>단상상중량</td><td rowspan="2">O.K</td><td rowspan="2">4차 8cm</td></tr><tr><td>1080.0</td><td>464.6</td></tr><tr><td></td><td>180</td><td>174</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>16</td><td>5.9</td><td>O.K</td><td></td></tr></table>	구분	단상상정보		판단	안전요책	연도부하	총무중량	단상상중량	O.K	H=300-300/10x15	1711.8	955.59	2차부하	총무중량	단상상중량	O.K	2H=300-300/10x14	1745.6	455.1	도로중량	총무중량	단상상중량	O.K	4차 8cm	1080.0	464.6		180	174				16	5.9	O.K								
구분	단상상정보		판단	안전요책																																								
연도부하	총무중량	단상상중량	O.K	H=300-300/10x15																																								
	1711.8	955.59																																										
2차부하	총무중량	단상상중량	O.K	2H=300-300/10x14																																								
	1745.6	455.1																																										
도로중량	총무중량	단상상중량	O.K	4차 8cm																																								
	1080.0	464.6																																										
	180	174																																										
	16	5.9	O.K																																									
(공동) 한국 건설 기술	○ 도심지 재해재난 유형별 시나리오에 기반한 복합 재난·재해 예측 및 무인 영상취득장치 활용 영역 발굴 - 국내외 발생하는 재난·재해 원인별 구분 및 발생 가능 위험도 예측 - 재난·재해 분야에서 지형 공간정보 영상데이터 활용 가능 영역 발굴																																											

	- 플랫폼을 활용한 각 원인별 재난·재해 대응 방안 도출 <table><tr><th>태풍 피해로 인한 터널 상부 붕괴</th><th>도로 침하 발생 구간</th></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	태풍 피해로 인한 터널 상부 붕괴	도로 침하 발생 구간			
태풍 피해로 인한 터널 상부 붕괴	도로 침하 발생 구간					
						
연구원	○ 플랫폼시스템 가시화 평가 - 건설현장 및 도심지 재난·재해 예측 현장에서의 플랫폼시스템 활용도 제고를 위한 가시화 평가 수행 - 클라우드 기반 플랫폼 시스템 기능별 구현정도 평가 및 활용방안 연구 - 평가 항목별 가시화 평가 및 개선안 도출 					
3차 년도	(주관) 공간 정보 ○ 무인영상취득장치 활용 현장데이터 취득 - 드론활용 건설현장 시계열 영상 취득 - 영상처리과정을 통한 기본데이터(정사영상, DSM, 3D모델) 생성 - 플랫폼시스템을 통한 데이터 분석 및 관리 <table><tr><th>성복동 현장(총 9회 DB 구축)</th><th>금강보행교 현장(총 9회 DB 구축)</th></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	성복동 현장(총 9회 DB 구축)	금강보행교 현장(총 9회 DB 구축)			GS인증 1건, 신규채용 1명, 공인시험 성적서 1건
성복동 현장(총 9회 DB 구축)	금강보행교 현장(총 9회 DB 구축)					
						

○ IMU교정장치 사용 전·후 정확도 공인시험성적서 발급

- 제품명 : IMU를 포함한 드론 라이다
- 시험기간 : 2020. 12. 12 ~ 2020. 12. 13

시험대상품	시험방법
	테스트 베드 선정 • 드론 비행의 제약이 없는 곳 • 드론 도착하기 안전한 곳 • 사람 및 자동차의 통행이 없는 곳 검증점 측량 • 테스트베드 내 검증말목 설치 • GNSS시스템 활용 검증말목 좌표 취득 IMU 교정장치 교정 • Roll, Yaw, Pitch 3축 교정 • 자이로스코프, 가속도계, 지자기 센서 교정 IMU 교정 전 Lidar 데이터 취득 • 말목 위치에 웨이포인트를 지정 • 웨이포인트에 대한 자동경로 비행 실시 IMU 교정 후 Lidar 데이터 취득 • 교정 전 후 말목 좌표 확인 • 말목으로부터 절대 정확도 비교 • GIS소프트웨어 사용 정확도 비교 정확도 검증 결과 • 교정 전 후 말목 좌표 확인 • 말목으로부터 절대 정확도 비교 • GIS소프트웨어 사용 정확도 비교

검증점 설치 위치	드론 측량
	

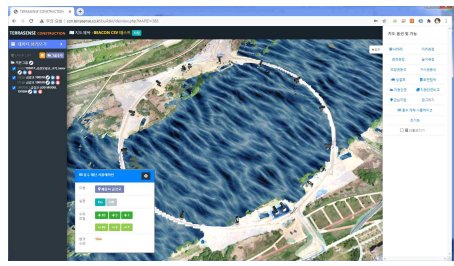
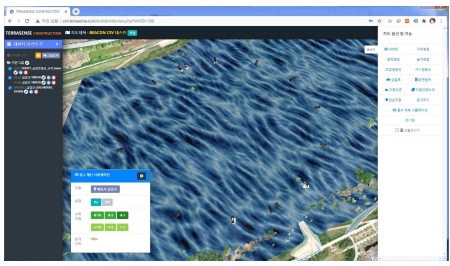
- 검증결과 IMU교정장치 사용전·후 정확도는 높이의 경우 다소 개선된 양상을 나타내나 위치오차는 큰 영향이 없는 것으로 나타남

GRS80(Korea Central Belt 2010)						
구분	교정장치 사용 전			교정장치 사용 후		
	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ
T1	1.277	3.576	0.623	1.374	3.658	0.453
T2	1.328	3.540	0.076	1.463	3.621	0.182
T3	1.309	3.580	0.014	1.363	3.608	0.016
T4	1.230	3.646	0.794	1.341	3.674	0.060
T5	1.273	3.519	0.000	1.448	3.588	0.242
최대값	1.328	3.646	0.794	1.463	3.674	0.453
평균	1.283	3.572	0.302	1.398	3.630	0.191
표준편차	0.038	0.048	0.378	0.054	0.036	0.173

- IMU 교정장치 사용 전후 기능별 개선사항

기능	교정전	교정후
안전성	미세한 떨림 발생 데이터 확보의 불안정	떨림 보정으로 라이다 고정 및 안정적 데이터 수집
정확도	위치 및 고도 편차 다소 발생	고도편차 일부 성능 개선

- 향후 라이다 장착드론은 RTK/PPK 기능을 탑재하여 지상기준점 없이도 정확도를 10cm 이내로 확보할 예정이며, 지속적인 성능개선을 도모할 것이다.

	○ CLOUD기반 플랫폼 시스템 성능개선 - 수위에 따른 홍수피해지도 기능 추가 - 실시간 위치정보 시스템 현장사용자 운용테스트 - GS인증 획득(2020년 9월) 홍수시물레이션(해발고 14m)  홍수시물레이션(해발고 19m)  ○ 연구성과 사업화 및 실용화 - 비즈니스 마케팅 전략 10월 수립 - 플랫폼시스템 제품소개서 및 매뉴얼 제작 - 코로나로 인한 각종 전시회 및 런칭행사 취소 -> 온라인 홍보로 대처	
(공동) 롯데 건설	○ 도심지 인근 현장 적용 - 도심지 현장적용을 통한 재난·재해 대응 관리 및 정보공유 의사결정 플랫폼으로 활용 ① 토목 : 세종시 ○○보행교 현장 - 공사현장 3D 지형데이터 생성(월 1회) 수위변화 시물레이션 적용 - 실시간 위치측위 시스템(RTLS) 적용 : 근로자 및 건설장비_(2~3차년도 지속) 적용 문제점 및 개선방향 제시  3D 디지털 트윈 + 수위변화  RTLS 적용 테스트(GPS + 비콘) - 현장 EAP(Emergency Action Plan) 수립 및 적용 결과	

단계	EAP(Emergency Action Plan)
1단계	금강홍수 통제소 방류(하천법 제 41조에 따라 사전 고지)
2단계	방류 주의보 발령 → 2,000m ³ /sec 방류 시(현장까지 7.2시간 내 도달)
3단계	하천 인접부 자재, 장비 등 1차 대피소(시/종점 제방상단)로 이동
4단계	인원은 2차 대피소인 현장사무실로 이동(2시간 내 철수 완료)
5단계	대피 종료 후 출입로 폐쇄/주변지역 안전순찰
6단계	기상관련 언론사 뉴스 청취/대청댐 방류 현황 모니터링/ 수위관측

- 상기 EAP 중 3단계에 대한 검증 및 보완을 위해 테라센스 홍수재해 시뮬레이션 기능 활용
 - ① 홍수재해 시뮬레이션으로 침수 취약지역 선정
 - ② 강교제작장 최소 요구면적 만족조건과 침수취약지역 회피여부를 고려한 작업장 4개소 위치선정
 - ③ 기존 위험물저장소 및 자재 보관소는 침수 유실에 취약하므로 고지대에 배치
- 적용결과 : 현장피해 최소화(작업자 및 장비피해 없음, 작업장 부근 설치한 컨테이너 1개소 및 임시전기 변점함 침수 외 추가피해 미발생)



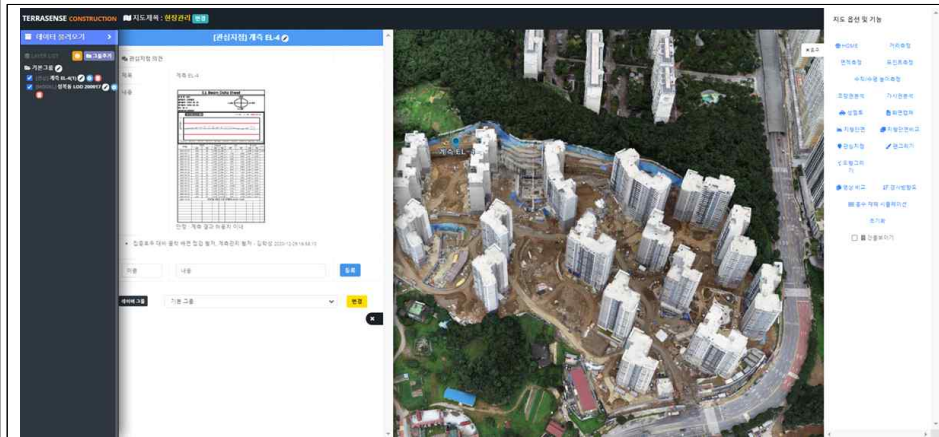
홍수재해 시뮬레이션 결과를 반영한 현장 작업영역 배치



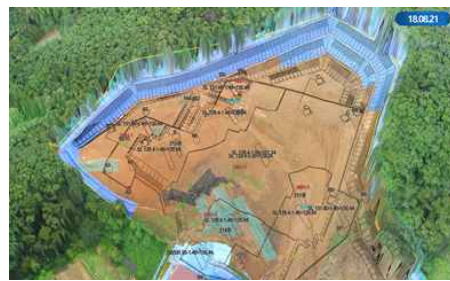
수위 2m 상승 시 시뮬레이션 결과와 작업장 위치 비교

② 주택 : 용인시 ○○ 주택 현장

- 공사현장 3D 지형데이터 생성(월 1회), 레이저스캐너 및 무인영상취득장치 적용
- 산지지형 대규모 굴착현장, 3D 디지털 트윈기술을 기술안전 검토에 활용
- 집중호우 발생에 따른 현장 재해 검토(재해 발생 전 후 현황과 비교 및 개선점 도출, 계측 결과 플랫폼 적용 활용 내용)(20년 7월 vs 20년 8월)



계측관리_등록 및 점검관리



설계도면 중첩을 통한 시공 검토_굴착 비탈면

(공동)
한국
건설
기술
연구원

- 도심지 핵심 건설현장 재난·재해 관리 실용화 연구
 - 롯데건설 00 주택 현장에 대한 무인영상취득장치를 활용한 주기적 관찰 실시
 - 주기별 공정에 대한 재난·재해 예측 및 변화 모니터링
 - 위험요소 판단/확인 및 대응 연구
 - 드론 및 플랫폼시스템을 활용한 효율적 현장관리 방안 연구
- 재난·재해 발생 현황 파악 및 위험지구 관리를 위한 플랫폼 시스템 실용화 연구
 - 재난·재해 발생 현황 파악을 위한 무인영상취득장치 활용 가능성 여부 파악
 - 발생 위험 구간에 대한 자료 취득 및 관리를 위한 플랫폼 시스템 활용
 - 재해발생부터 복구대책 등 피해 최소화 방안 연구
 - 재난·재해 현장에 대한 플랫폼 시스템 적용성 연구 및 적극적 활용 영역 발굴 및 실용화 방안 연구

		강원도 정선 oo지구 (2020년 2월 ~)  대규모 낙석발생으로 인한 붕괴 위험 (※드론 촬영을 통한 3D 모델링)	
		강원도 평창 방림지구(2019년 2월 ~ 2020년 8월)  - 낙석 및 붕괴 위험구간에 대한 현황 조사 - 재난재해 발생 위험 구간에 대한 항구 대책 방안 및 복구 방안 수립 - 플랫폼시스템을 활용한 지질유산 보존(지질학적 가치) 및 모니터링	
		강원도 삼척 oo터널(2019년 10월 ~ 2020년 11월)  - 대규모 산사태로 인한 터널 입출부구 붕괴 구간 항구 복구 방안 수립 - 플랫폼 시스템을 활용한 주기적 관찰 여부 파악 - 재난-재해 위험지역 및 복구지역에 대한 플랫폼시스템 적용 연구 - 시계열 모니터링 및 복구대책에 대한 효율적 관리 방안 연구	

나. 연구개발 성과

(1) 국내·외 논문 게재

번호	논문명	게재연도	저자명	학술지명	호	국내외구분	SCI구분	등록번호*
1	지질유산 가치를 고려한 위험비탈면 보존 방안 사례 연구	2020	정준호 외	The Journal of Engineering Geology	Vol.30, No. 1	국내	KCI급	

(2) 국내·외 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	드론을 이용한 클라우드기반 플랫폼 비즈니스 모델 개발 연구	정준호	19.04.4	충북대학교 개신문화관	대한민국

(3) 특허 성과

번호	특허명	출원				등록			기여율
		출원연도	출원인	출원국	출원번호	등록연도	등록인	등록번호	
1	크레인 안전작업용 실시간 무인영상전송시스템	2018.10.24	(주)공간정보 롯데건설(주) 한국건설기술연구원	대한민국	10-2018-01 27220	2019.08.01	(주)공간정보 롯데건설(주) 한국건설기술연구원	10-2008519	100%
2	건설현장 클라우드 공간정보 플랫폼 활용 다자간 정보공유시스템	2018.10.24	(주)공간정보 롯데건설(주) 한국건설기술연구원	대한민국	10-2018-01 27222	2019.08.01	(주)공간정보 롯데건설(주) 한국건설기술연구원	10-2008520	100%
3	중환단용 드론 측량 시스템 및 방법	2018.12.26	(주)공간정보	대한민국	10-2018-01 69418	2019.06.05	(주)공간정보	10-1988632	100%

※ 크레인 안전작업용 실시간 무인영상전송시스템은 크레인에 무인영상장치를 장착하여 실시간으로 영상을 취득하여 관제소에 제공하는 시스템으로 건설현장에 적용하여 작업중 안전사고예방 및 건설공정 관리 데이터를 상시적으로 확보하기 위해 개발하고자 하였음, 1차년도 연도 연구개발계획서 상에 목표로 설정하였으나, 기술사업화 과제 특성상 개발적인 부분을 축소하고, 사업화를 촉진하기 위해 무인영상취득장치의 양산화 기반마련과 CLOUD기반 플랫폼시스템에 인력 및 자본을 집중 투입하여 완성도 높은 성과물을 얻기 위해 2차년도부터 목표를 변경하여 과제를 수행하였음.

(4) 기술 요약 정보 : 해당없음

(5) 보고서 원문 : 해당없음

(6) 소프트웨어

연도	소프트웨어명	소프트웨어 구분	등록 번호
2019	테라센스	응용소프트웨어	C-2019-018792

(7) 생명자원 : 해당없음

(8) 화합물 : 해당없음

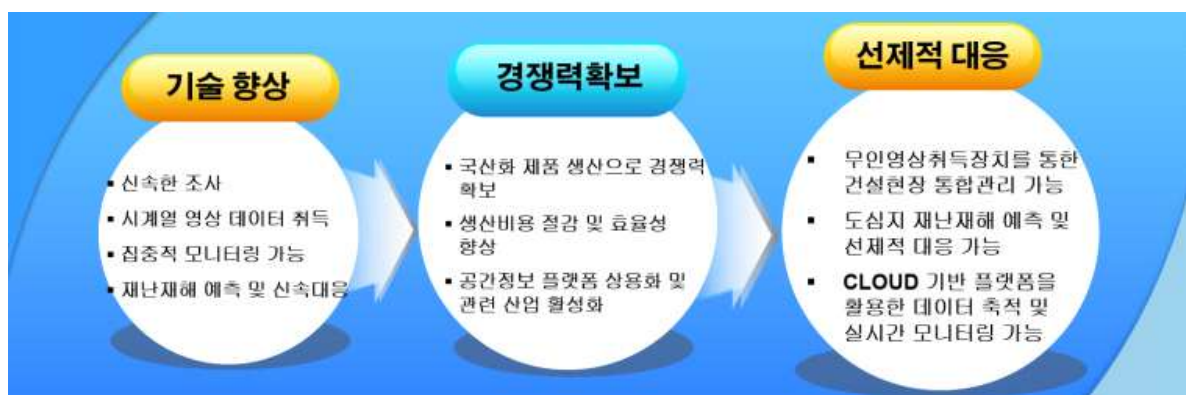
다. 연구결과

(1) 기술적 성과

- 플랫폼시스템(테라센스)은 웹기반 클라우드 형태로 데이터를 관리해 주는 시스템으로 3차원 지형정보위에 원격탐사 정보 등 두 가지 이상의 정보를 통합하여 표현할 수 있다. 국산 엔진 기반으로 관리되는 데이터는 관리 주체가 필요로 하는 기능을 용이하게 탑재할 수 있는 장점이 있으며 모든 기능을 국산화하여 사용성이 뛰어나다. 그룹별 또는 관리주체별로 라이선스를 부가하여 데이터의 보안성도 우수하며 특히 시계열 데이터 관리를 요하는 건설현장의 공정관리, 노천광산의 물량관리, 재난·재해 모니터링, 도심지 모니터링, 스마트 정밀농업 등 각 종 산업현장의 빅데이터를 효율적으로 관리할 수 있다.
- 본 연구에서 성능이 개선된 드론은 라이다 센서 및 열화상 센서를 겸용하여 탑재할 수 있게 되었다. 이를 위해 드론의 비행시간, 풍속저항력, 수신거리 등의 성능을 개선하였고, 국내 기술로 IMU교정장치를 개발하여 드론용 라이다 대량생산화의 기반을 마련하였다. 다양한 센서를 통해 수집된 정보들을 바탕으로 건설현장의 공정관리 및 도심지 재난·재해의 피해범위 산정, 모니터링을 통한 사전 예방 및 대응책 마련 등에 기여할 수 있다.

(2) 경제적 성과

- 클라우드기반 플랫폼시스템을 통해 영상기반 데이터를 공유함으로써 관리주체 및 발주처 등은 현장을 가보지 않더라도 시계열 영상데이터를 확인할 수 있어 신속한 의사결정을 통한 업무 효율성 향상을 기대할 수 있다.
- 무인영상취득장치를 통해 신속·정확한 조사 가능하며 시계열 영상 데이터를 기록할 수 있고, 라이다센서 및 열화상센서를 장착하여 육안으로 확인할 수 없는 부분까지 모니터링하여 재난·재해 예측 및 예방할 수 있으며 재난·재해 시 신속한 피해규모 산정 및 대책 마련을 할 수 있다.
- 신속, 정확, 정밀한 조사는 기존 조사 방식 대비 비용절감 및 효율성 향상할 수 있으며, 재난·재해 예방을 위한 공간정보 플랫폼 서비스 상용화를 통해 관련산업 활성화에 도모할 수 있다.



○ 국내외 경쟁사와 기술 수준 비교

구분	해당기술	Pix4D BIM	Terra Mapper
품질	■ 실세계와 동일한 3차원 기반 지도배경 서비스 지원 ■ 프로세싱이 완료된 데이터 업로드 ■ 거리, 면적, 체적, 단면 분석기능 및 이동조망, 재난·재해 시뮬레이터 지원	■ 사용자 데이터만 지원 ■ 원본사진기반 자동데이터 구축 ■ 거리, 면적, 체적, 단면 분석기능	■ 사용자 데이터만 지원 ■ 원본사진기반 자동데이터 구축 ■ 거리, 면적, 체적, 단면 분석기능
월 사용료	■ 300(천원/월/10License) ■ 국산엔진 및 기술로 월 사용료 최소화 ■ 구축된 자료 업로드로 정확도 확보	■ 400(천원/월) ■ 클라우드 처리 사진매수 제한(월 2,500장) ■ 정확도 확보용 지상기준점 사용시 비용증가	■ 580 ~ 1,150(천원/월) ■ 사진매수 업로드 제한(500 ~ 1000장) ■ 정확도 확보용 지상기준점 사용시 비용증가
현장적용성	■ 국산엔진, 국산기술, 한국어로 지원되어 사용성이 뛰어남 ■ 건설현장 재난·재해 발생요인 분석 및 실시간 사용자 수요조사 기반 최적 UI구축 ■ 다중 동시접속 및 편집기능과 더불어 의사전달 기능구현	■ 해외 플랫폼으로 메뉴 사용 숙지 필요 ■ 사용자 데이터 중심의 현장관리에 최적화 ■ 다중 동시접속 불가하며 제한적인 의사전달 기능 ■ 현장에서 직접 데이터를 취득해야하는 불편함이 있지만 후처리 작업 불필요	■ 해외 플랫폼으로 메뉴 사용 숙지 필요 ■ 사용자 데이터 중심의 현장관리에 최적화 ■ 다중 동시접속 불가하며 제한적인 의사전달 기능 ■ 현장에서 직접 데이터를 취득해야하는 불편함이 있지만 후처리 작업 불필요

3. 목표 달성도 및 관련분야 기여도

가. 목표

(1) 최종 성과 목표 및 평가방법

구분	내용
최종 목표	■ 재난·재해 대응 무인영상취득장치(드론, 센서) 성능 개선 ■ CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 및 사업화 ■ 건설 현장 관리, 재난·재해 리질리언스 대응력 향상을 위한 적용성 검증
세부 목표	■ 재난·재해 대응 무인영상취득장치(드론, 센서) 성능 개선 - 기존 R&D 시제품 드론의 성능개선(탑재중량, 안전성, 짐벌 등) - 수치표고모형자료 정밀성 확보를 위한 드론용 라이다센서 탑재 시스템 개발 - 침출수, 토양상태, 시설물 내구성 등을 확인하기 위한 열화상센서 탑재 시스템 개발 - 무인영상취득장치 양산화 기반 마련을 위한 IMU교정장치 설계 및 제작 - 건설현장, 재난·재해 발생 가능성 지역에 대한 지속적인 영상 취득 ■ CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 및 사업화 - GIS기능 내장 3D엔진 및 CLOUD 기반 플랫폼 시스템 개발 - 무인영상취득장치 시계열 자료 및 설계도 중첩을 통한 비교·분석 서비스 구축 - 건설현장 3D모델 활용 컨설팅 서비스 구축 - 발주자, 시공사, 안전관리자, 담당기관 등 다자간 연결 및 공유서비스 구축 - 재난·재해 3D모델 원격점검 서비스 및 시뮬레이션 서비스 구축 - 플랫폼 런칭행사 및 관련세미나 개최 - 브로셔, 동영상, 홈페이지 등 홍보물 제작 - 재난안전, 건설, 드론 등 4차 산업 연관 전시행사 부스 참가 및 홍보 ■ 건설현장, 재난·재해 현장 적용성 검증 - 무인영상취득장치(드론, 센서) 및 플랫폼 시스템 현장 적용성 검증 - 건설 현장 통합관리의 주기별, 특정 위험구조물 비교 검증 및 활용성 강화 - 한국형 도심지 재난·재해 유형별 시나리오 체계 구축을 위한 실용성 검토 - 도심지 재해재난 대응 분야 리질리언스 향상을 위한 무인영상취득장치 개선 및 플랫폼 표출 개발

구분	핵심연구성과 (level1)	단위 성과 (level2)	총괄 실적 성과							해당 기관	예산 (백만)	총괄 양적 목표		
			질적 성과지표		목표치	측량방법	검증방법	가중 치	목표치			가중치		
총괄	A	플랫폼 시스템 개발	A-1	UI설계	①	UI수요조사	UI개발 및 개선요청보고서 1건	보고서	보고서 확인	2	롯데 건설	27	특허: 출원 1 건 등록 1 건 사제품: 1 건 SW: 1 건 매출액 30 백만원 산규고용: 3 명 GS인증 1 건	10 10 0 15 10 15 10
					②	BM수립	비즈니스모델 수립 보고서 1건	보고서	보고서 확인	2	공간 정보	127		
			A-2	Pilot test	①	플랫폼 사제품 가시화평가	플랫폼 시스템 가시화평가 보고서 1건	보고서	보고서 확인	3	한국건 설기술 연구원	51		
					A-3	현장 적용	②	현장적용 결과	현장적용 결과 보고서 (2차년도, 3차년도) 2건	보고서	보고서 확인	3		
			A-4	실용화	①	마케팅 전략수립	1건 -비즈니스 모델 검증 -홍보전략	보고서	보고서 확인	2	공간 정보	83		
					②	실용화 연구	플랫폼시스템 실용화 방안 연구 보고서 1건	보고서	보고서 확인	2	한국건 설기술 연구원	78		
	B	무인영상 취득장치 성능개선	B-1	시제품 개선	①	위장정확도 RMSE	± 5cm	검증점 오차 비교	보고서 확인	2	한국건 설기술 연구원	45	특허: 출원 1 건 등록 1 건 사제품: 1 건 SW: 1 건 매출액 45 백만원 산규고용: 1 명	0 0 10 0 10 10
			B-2	현장 적용	①	현장적용 결과	현장적용결과 보고서 1건 -라이다, 열화상 센서 영상 취득 2회	보고서	보고서 확인	2	공간 정보	106		
					②	정확도 검증	IMU교정장치사 용 전·후 무인영상취득장 치 성과물 정확도 공인시험성적서 1건	공인시험 성적서	공인시 험성적 서 확인	2		105		
					계									

(2) 단계별 성과 목표 및 평가 방법

기간	세부목표	단계별 주요 연구활동	세부추진내용
1차년도 (' 18.04~ ' 18.12)	플랫폼 시스템 개발	■ UI설계	- UI설계 지원을 위한 전문인력보충 - GIS기능 내장 플랫폼 시스템 구축 및 서버 활성화 - 사용자 맞춤형 UI를 제작하기 위한 수요조사 실시 - 사업화를 위한 비즈니스 모델수립 - 국·내외 연구 사례 조사 및 분석 - 기존 연구와 차별화 되는 제품 개발
	무인영상 취득장치 성능개선	■ 시제품 개선	- 무인영상취득장치 탑재 라이다, 열화상센서 시스템 개발 - 무인영상취득장치 성능개선(탑재중량, 풍속, 비행시간, 안정성 등) - 무인영상취득장치 현장적용을 위한 정확도비교 - 기존시제품 기반 현장 무인영상취득장치 영상 데이터 구축
	특허 및 신기술	■ 특허출원	- 플랫폼 시스템 특허 출원
	재난·재해 대응 연구	■ 재해재난 대 응능력 향상 리 질 리 언 스 개념 연구	- 도심지 재해재난 유형별 시나리오에 기반한 리질리언스 개념 확립 - 거주형태, 건설현장, 재난 위험발생가능지역 등 도심지 주요 생활환경을 고려한 종합적인 리질리언스 시스템 마련 - 리질리언스 확보를 위한 비용, 시간, 사회적 노력 등 개념 정립 - 도심지 사면재해 발생시 지반상태, 주변환경상태, 영향반경 등을 고려한 평가 지표 마련

2차년도 (' 19.01~ , 19.12)	플랫폼 시스템 개발	■ Pilot Test	- 플랫폼시스템 서버관리를 위한 인력보충 - 1차년도 현장데이터 업로드 및 분석기능 테스트 - 오류 분석 및 서버 안정화 테스트 - 현장시연을 통한 요구사항 수용 - 플랫폼 시스템 구동속도 및 용량 성능검증 - 동시접속에 따른 트래픽 확인
	무인영상 취득장치 성능개선	■ 현장적용	- 라이다, 열화상센서 탑재 드론 현장 적용 테스트 - 제품 안정화를 위한 성능 개선 및 유지보수
		■ 무인영상 취득장치 양산 화 기반 마련	- IMU교정장치 설계 및 제작
	특허 및 신기술	■ 특허등록	- 플랫폼 시스템 특허 등록
3차년도 (' 20.01~ , 20.12)	플랫폼 시스템 개발	■ 도심지 재해 재난 리질리 언스 고도화 기술 검증	- 도심 내 주기별 건설 공사에 따른 재해재난 발생 가 능 시기 및 절차 규정 - Pilot test 자료를 활용한 “한국형 도심지 재해재난 리질리언스 시나리오 ” 적용성 연구
		■ 실용화	- 플랫폼시스템 홍보를 위한 영업인력 채용 - 실용화를 위한 다목적 연구실시 - 무인영상취득장치 현장 데이터 구축 - 브로슈어, 동영상, 팸플릿 등 각종 홍보물 제작 - 런칭행사, 세미나개최, 건설·재난안전·4차산업 관련 전시회 참가 등 각종 홍보활동 참가
		■ 플랫폼 서비 스 상용화	- 상용화를 위한 최종 기술 보완 - 플랫폼시스템 특허 등록 및 GS인증 추진
	무인영상 취득장치 성능개선	■ 제품검증	- 제품검증을 위한 시제품 현장적용 실시 - IMU교정장치 사용전·후 정확도에 대한 공인시험 성 적서 발급
	특허 및 신기술	■ 인증	- 플랫폼시스템 GS인증
	재난·재해 대응 연구	■ 재해재난대응 리 질 리 언 스 체제 실용화 및 확대 재생 산 연구	- 건설사(시공사)를 대상으로 개발 플랫폼 사업화시 적 정 사업비 검토 - 핵심관리 현장 재해재난관리 실용화 연구 - 재해재난대응 실용화 드론 확대 재생산 관리 개념 정 립 - 국가 재해재난 대응 관리 정책 내 실용화 드론 포함 방향 제시 등

○ 1차년도 성과점검 기준표

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		1차년도 질적 성과						해당기관	예산 (백만)	1차년도 양적 목표		
					성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중치			목표치	가중치	달성치
총괄	A	플랫폼 시스템 개발	A-1	UI설계	① U수요조사	1건	1건	보고서	보고서 확인	5	롯데건설	15	특허: 출원 1건 등록 1건 논문 등재: 1건 시제품: 1건 SW: 1건 산규고용 1명	400030030	특허: 출원 3건 등록 1건 논문 등재: 1건 시제품: 1건 SW: 1건 산규고용 1명
					② BM수립	1건	1건	보고서	보고서 확인	6	공간정보	11			
	B	무인영상취득 장치성능개선	B-1	시제품 개선	① 위치정확도 RMSE	5cm	5cm	검증점	보고서 확인	9	한국건설기술연구원	38			
계										20		64	특허: 출원 1건 등록 1건 논문 등재: 1건 시제품: 1건 SW: 1건 산규고용 1명	100	특허: 출원 3건 등록 1건 논문 등재: 1건 시제품: 1건 SW: 1건 산규고용 1명

○ 2차년도 성과점검 기준표

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		2차년도 질적 성과						해당 기관	예산 (백만)	2차년도 양적 목표		
					성과지표	목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중 치			목표치	가 중 치	달성치
총괄	A	플랫폼 시스템 개발	A-2	Pilot test	① 플랫폼 시스템 가시화평가	1건	1건	보고서	보고서 확인	8	한국 건설 기술 연구 원	55	특허: 출원 1건 등록 1건 논문 등재: 1건 시제품: 1건 SW: 1건 산규고용 1명	030004030	특허: 출원 3건 등록 3건 논문 등재: 1건 시제품: 1건 SW: 1건 산규고용 1명
			A-3	현장 적용	① 현장적용 결과	1건	1건	보고서	보고서 확인	12	롯데 건설 공간 정보	68			
			계								20		123		

○ 3차년도 성과점검 기준표

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		3차년도 질적 성과						해당 기관	예산 (백만)	3차년도 양적 목표	
					질적 성과지표		목표치	추진방법	검증방법	가중 치			목표치	가중치
주관	A	플랫폼 시스템 개발	A-4	실용화	①	마케팅 전략수립	1건 -비즈니스 모델 검 증 -홍보전략	보고서	보고서 확인	4	공간 정보	83	특허: 출원 건 0 등록 건 0 시제품: 건 0 SW: 건 0 매출액 30 백만원 15 산규고용: 1명 20 CS인증 1 건 15	
	B	무인영 상취득 장치성 능개선	B-2	현장 적용	①	현장적용 결과	현장적용결과 보고서 1건 -라이다, 열화상 센서 영상 취득 2회	보고서	보고서 확인	4	공간 정보	106	특허: 출원 건 0 등록 건 0 시제품: 건 0 SW: 건 0 매출액 45 백만원 25 산규고용: 1명 25 산기술인증 건 0	
					②	정확도검증	IMU 교정 장치 사용 전·후 무인영상취 득장치 성과물 정확 도 공인시험성적서 1건	공인시험 성적서	공인시 험성적 서 확인	4		105		
공동	A	플랫폼 시스템 개발	A-3	현장 적용	①	현장적용 결과	현장적용 결과 보고서 (3차년도) 1건	보고서	보고서 확인	4	롯데 건설	49	특허: 출원 건 0 등록 건 0 시제품: 건 0 SW: 건 0 매출액 백만원 0 산규고용: 명 0 산기술인증 건 0	
			A-4	실용화	②	실용화 연구	플랫폼시스템 실용화 방안 연구 보고서 1건	보고서	보고서 확인	4	한국건 설기술 연구원	78	특허: 출원 건 0 등록 건 0 시제품: 건 0 SW: 건 0 매출액 백만원 0 산규고용: 명 0 산기술인증 건 0	
계										20		421	특허: 출원 건 0 등록 건 0 시제품: 건 0 SW: 건 0 매출액 75 백만원 100 산규고용: 2명 CS인증 1 건	

나. 목표 달성여부

- 본 연구는 제품의 제작에서 현장시험 그리고 검정 등 일련의 과정을 수행하여 안정성을 확보하였다. 사업화 대상 기술에 대한 타당성 검증과 경제성 확보, 공인기관의 인증 등을 수행하여 플랫폼시스템에 대한 SW 등록 및 GS인증을 수행하였고, 무인영상취득장치에 대해 IMU교정장치에 대한 정확도 검증을 수행하였다. 또한 각 단계별 질적 성과 목표 및 양적 성과목표도 100% 달성하였다.

- 성과 목표에 대한 달성 여부

핵심 연구 성과	기관	년차	성과 목표	달성 여부	분류	달성율
플랫폼시스템	공간 정보	1	비즈니스 모델 수립 보고서 1건	비즈니스 모델 수립 보고서 1건 작성 완료	질적	100%
		1	특허 출원 1건	특허 출원 3건 완료	양적	300%
		2	소프트웨어 등록 1건	테라센스 SW 등록 완료	양적	100%
		2	특허 등록 1건	특허 등록 3건 완료	양적	300%
		3	GS인증 1건	테라센스 GS인증 완료	양적	100%
		1~3	신규고용 3명	신규고용 3명 완료	양적	100%
		3	마케팅 전략수립 보고서 1건	마케팅 전략수립 보고서 1건 작성 완료	질적	100%
		3	매출액 30백만원	매출액 30백만원	양적	100%
	롯데 건설	1	UI수요조사 보고서 1건	UI수요조사 보고서 1건 작성 완료	양적	100%
		2	현장적용 결과 보고서 1건	현장적용 결과 보고서 1건 작성 완료	양적	100%
		3	현장적용 결과 보고서 1건	현장적용 결과 보고서 1건 작성완료	양적	100%
	건설연	2	플랫폼시스템 가시화평가 보고서 1건	플랫폼시스템 가시화평가 보고서 1건 작성 완료	질적	100%
		3	드론 및 플랫폼시스템 실용화 방안연구 보고서 1건	드론 및 플랫폼시스템 실용화 방안연구 보고서 1건 작성 완료	질적	100%
무인 영상 취득 장치	공간 정보	1	신규고용 1명	신규고용 1명 완료	양적	100%
		1	시제품 성능개선 1건	시제품 1건 등록 완료	양적	100%
		3	현장적용 결과 보고서 1건	현장적용 결과 보고서 1건 작성 완료(롯데건설)	질적	100%
		3	공인시험 성적서 발급 1건	공인시험 성적서 시험접수	질적	100%
		3	매출액 45백만원	매출액 47백만원	양적	100%
	롯데 건설	2~3	현장제공	현장 제공(용인, 세종) 완료	질적	100%
	건설연	1	기존 시제품 정확도 검증 보고서 1건	기존 시제품 정확도 검증 보고서 1건 작성 완료	질적	100%

다. 목표 미달성 원인 및 차후대책

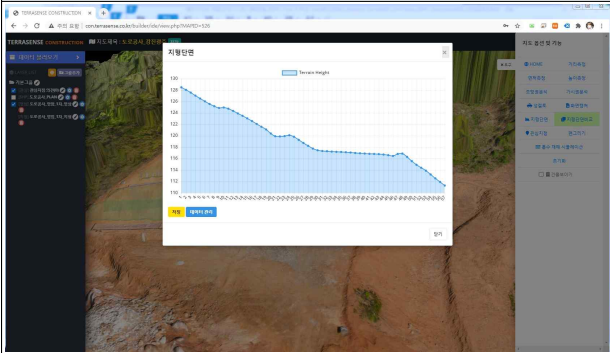
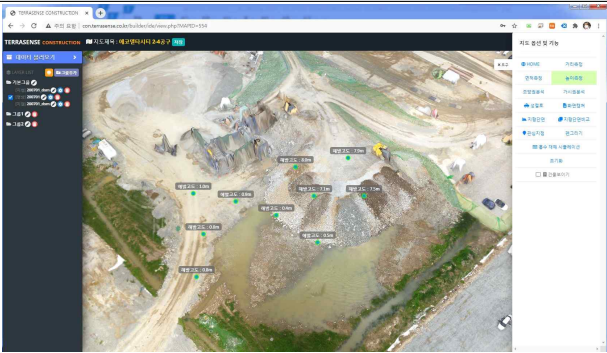
핵심 연구 성과	기관	년차	목표 미달성 성과	사유 및 대책
			해당사항 없음	

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 연구개발성과의 활용방안

(1) CLOUD기반 플랫폼시스템

- 국내에는 드론 데이터 관리 플랫폼시스템이 전무한 실정이며, 드론 데이터 뿐만아니라 항공사진, 지적도, 수치지형도, BIM 등 각종 GIS정보를 결합하여 관리할 수 있는 CLOUD 플랫폼이다.
- 국산 3D엔진 기반으로 제작된 플랫폼시스템은 각종 영상의 시계열관리, 거리 및 면적 계산, 체적계산, 단면 비교, 영상비교 등의 기능을 수행할 수 있어 지속적인 모니터링이 필요한 도심지 재난·재해 현장과 전주기 통합 건설관리에 활용할 수 있다.
- 한국건설기술연구원에서는 비탈사면 관리 목적으로 3년 사용권을 구매하였으며, 극동건설에서는 부산 에코델타시티 2-4공구 건설현장의 물량관리와 영상관리를 위해 플랫폼시스템의 사용권을 구매하여 사용하고 있다.

한국건설기술연구원 활용사례	극동건설 활용사례
	
비탈사면 단면분석, 경사 분석, 데이터 관리	건설현장 공정관리, 물량산출, 데이터 축적

- 이처럼 복합적인 요인으로 발생하는 재난·재해 현장 및 도심지 건설현장에서 본 연구에서 개발된 CLOUD기반 플랫폼 시스템을 적용함으로써 효율적인 현장관리와 다양한 분석에 활용하여 피해를 최소화 하고 선제적 대응에 활용할 수 있다.
- 향 후 3D엔진 그래픽 성능 개선으로 3D모델을 전문 뷰어 수준으로 영상표출 지원을 개선하고, 사용자의 활용목적에 맞는 기능을 개선하는 연구가 필요하다.
- 사업화는 CLOUD 플랫폼 시스템 판매 또는 서비스 구축의 형태로 건설, 산림, 농업, 재난·재해, 안전진단 등 다양한 수요처에 홍보하여 사업화를 추진할 예정이다.

(2) 무인영상취득장치(드론)

- 재난·재해 분야에서 활용하고 있는 드론은 재난·재해 발생 시 사람 접근이 어렵거나 위험한 지역에 드론을 활용하여 인명수색, 추적 등에 국한되어 사용되고

있다. 본 연구에서 성능이 개선된 드론은 라이다 센서와 열화상센서를 장착하여 정밀한 수치지면모델 제작과 침식, 포트홀, 균열 등에 대해 다양한 재난·재해 요인들의 정보를 취득할 수 있다.

- 본 연구를 통해 개선된 라이다 및 열화상 센서를 탑재한 드론은 국내기술로 개발한 IMU교정 장치로 정확도를 확보하였고, 현장적용 테스트까지 완료되어 전주기 통합 건설관리와 도심지 재난·재해현장, 시설물 관리, 태양광 패널 검사 등 다양한 산업분야에 적용할 수 있다.
- 단, 탑재센서와 배터리의 무게로 인한 비행시간의 한계를 극복하는 추가연구를 통해 성능을 개선할 필요가 있다.
- 사업화의 형태는 드론과 센서의 판매, 용역서비스가 있으며, 공공기관 및 건설관련 산업체, 정부출연기관 등 폭넓은 수요처에 적극 홍보함으로써 사업화를 추진할 예정이다.

시제품 판매 & 용역서비스



이동과 사용이 편리한 혁신 디자인 + 라이다 or 열화상 센서 장착 시제품 판매

3D Geospatial Information



가상도시 설계 및 대형건축물 3D 모델링 건설 공사현장 공정관리 아직 물량 재고량 산출

Construction Management



정사영상과 CAD도면 정밀한 매칭 건설공정관리(토공물량추적 및 관리) 3D 건설 공정관리 시계열 변화 데이터 확보

사용자 맞춤형 공간정보 구축 서비스 영역

클라우드 플랫폼 판매 & 서비스구축



시공자 안전관리자 발주자

10,386.94m²

"정보공유 및 의사결정 지원"

나. 사업계획 분석

(1) 비즈니스 모델의 타당성 검토

- 국내 드론기술의 발전과 관련 법·제도의 완화 및 정부의 드론산업 활성화 정책으로 성장과 더불어 치열한 경쟁이 예상되고 있으며, 해외 드론서비스 플랫폼 제품의 수입에 대응한 국내 드론산업분야 플랫폼 및 드론관련 기술서비스 시장의 선점이 필요하다.
- (주)공간정보의 비즈니스 모델은 드론, 측량, 디지털트윈, AI, IoT, 지리정보시스템(GIS) 등의 4차산업 기술의 융합을 통하여 건설현장을 3차원 디지털데이터로 구축하여 건설공정관리용 공간정보 플랫폼서비스를 제공하는 것이다.
- 이를 통해 건설현장의 각종 안전사고 및 재해예방관리 기능을 강화하고, 기성물량관리, 각종 인력측량 대체 등을 목표로 하고 있으며, 드론촬영 고해상도 영상과 측량기술 융합데이터를 이용한 신개념 건설공정관리 플랫폼 서비스를 제공함으로써 신시장을 개척한다는 사업모델을 설정하였다.
- 드론하드웨어 기술의 급속한 발전과 드론사진측량 기술을 이용한 측량기술 지도제작 시장의 확대, 지리정보시스템 저변확대와 ICT 기술 발달에 따른 플랫폼 서비스가 가능해졌고, 기존 건설공정관리의 혁신적인 변화를 주도할 스마트공정관리 도입의 필요성이 증가하고 있는 면에서 추진중인 비즈니스모델은 상당한 타당성을 갖는다고 볼 수 있다.

드론하드웨어 기술의 급속한 발전	• 국내외 저가형 고정익회전익 드론 하드웨어 장비의 다양화 • 드론 체공시간 증가와 자동경로비행 기술의 발전
드론 사진측량기술 및 지도제작 시장 확대	• 건설 및 측량기술 인력의 감소로 인한 대체기술 필요 • 세계적으로 드론측량이 산업용 시장의 79% 이상의 영역을 담당 • 유인항공기의 절반 비용과 지상측량과 비등한 정확도가 구현된 드론 측량 • 국토교통부는 2018년 4월부터 드론측량을 공공측량 범위로 인정
지리정보시스템 확대와 플랫폼서비스 수요증가	• 국내 드론, 고정밀 GPS측위, 통신, ICT, 3D엔진 기술 등의 발달과 웹 인프라 구축 환경의 안정화
스마트 공정관리 도입 필요성 증가	• 건설재해의 사전예방을 위한 전주기 현장 모니터링 및 디지털기록 필요 • 건설관계자간의 다자간 데이터 공유 및 컨설팅용 시스템 필요 • 사전조사, 설계, 착공, 시공, 준공 등 전주기 공정관리를 위한 플랫폼 필요

(2) 비즈니스 모델의 목표

- 3차원 공간정보 플랫폼을 이용한 건설공정관리용 자료 공유
 - 고객이 요구한 현장 성과물을 플랫폼에 업로드
 - 3차원 공간정보 플랫폼을 이용한 다자간 공유체계 제공

- 고객정보입력, 현장위치입력, 시계열영상 비교분석, 주제도 중첩
- 플랫폼 사용 고객을 위한 지형측정, 분석, 속성정보 기능 제공
 - 고객의 편의제공을 위한 다양한 측정기능 제공(거리, 면적, 높이, 체적 등)
 - 자주 사용하는 CAD, GIS, 통계, 시뮬레이션, 보고기능 등 기본제공
 - 고객이 별도의 프로그램을 설치하지 않고 인터넷 접속만으로 현장 3차원 뷰와 각종 측정, 저장 기능 사용이 용이하도록 개발
- 분야별 전문가 그룹에 의한 컨설팅 정보 제공
 - 건설현장의 풍부한 지식과 경험을 보유하고 있는 전문가 그룹 모집
 - 토질, 구조, 공무, 시공, 설계, 안전분야 등 전문가 네트워크 구축
 - 3차원 공간정보 플랫폼을 이용한 건설현장 컨설팅 자료 및 정보 제공

(3) 사업화 모델

- 사업화 모델은 건설관리와 재난/재해에 중점을 두고 아래 표와 같이 수립하였으며, 판매와 용역서비스로 구분하였다.

구 분	건설관리	재난/재해
활용분야	현황측량도면 작성, 물량산출, 공정관리(정사영상+설계도), 작업자 안전관리, 홍보자료 제작	시계열 모니터링, 신속 피해지도 제작, 사면안정성 분석, 수괴분석 등
판매	드론판매 : 일반형, 고급형(라이다+열화상), 사용자 맞춤형 플랫폼시스템 판매 : 라이선스 이용권	
서비스	용역 : 촬영, 촬영+영상처리, 촬영+영상처리+성과물 제작, 영상처리+성과물제작 플랫폼 : 데이터 가공 및 산출물 제작	

(4) 서비스 실행 계획

- 건설현장의 공정별 디지털화
 - 건설업무, 측량업무, 드론활용 단순 촬영, 보고용 자료제작 등의 기존 업무 통합 또는 공정개선
- 공사관계자 간 연결을 통한 신속한 의사결정 시스템 지원 활용
 - 구축된 디지털트윈 가상현장의 문제 지점을 선택하고 요구사항을 입력하면 관계자에게 정확한 지점과 내용이 실시간으로 전송
 - 관계자는 현장방문 요청된 지점에 직접방문하여 확인하고, 조치가 완료되면 사진을 촬영, 사진 자료는 플랫폼에 업로드하여 요청자에게 전달
- 공사진행중 또는 준공 이후 발생할 수 있는 민원, 분쟁, 소송 등의 대응자료로 활용

○ 가격정책

구 분		수수료		
		10라이선스	11~50 라이선스	50 라이선스 이상
기본 가입비		무료	무료	무료
플랫폼 이용금액		1개월 3만원/개당	1개월 2.5만원/개당	1개월 2만원/개당
드론촬영 (0.25km ² 기준) (지상기준점 별도)	용역수행	200만원		
	장비렌탈	50만원/1일		
	고객촬영	-		
성과물 제작 (0.25km ² 기준)	정사영상+DSM	60만원		
	3D모델	120만원		
	수치도화	300만원		

○ 서비스 관리 정책

- 테라센스 클라우드 플랫폼은 현재 유료회원제에 대한 접근성만 지원하는 형태이며, 향후 사용자가 증가되고, 기능성을 추가하여 월 사용료에 따른 서비스 제공내용을 차별화 할 계획이다.

- 사용자별 권한 및 서비스 예시

기능	Tree(가칭)	Forest(가칭)	Jungle(가칭)
기본 가입비	무료	월 10만원	월 30만원
제공 라이선스	1개	5개	10개
사용량	10GB	300GB	2TB
지도뷰어	O	O	O
데이터 업로드	O	O	O
데이터 다운로드	X	O	O
거리 및 높이 계산	O	O	O
가시권 및 조망권분석	O	O	O
단면추출	X	O	O
물량산출	X	O	O
벡터 도화	X	X	O

(5) 홍보 및 판로 확보계획

- 대한토목학회, 건설공정관리학회 등 건설관련 학계 전시 및 논문발표
- 테라센스 홈페이지를 통한 서비스 홍보 및 체험기회 제공
- 테라센스 세미나 및 전시회, 시연회 개최를 통한 고객 확보
- 건설회사 시범현장 DB구축 및 테라센스 서비스 체험기회 제공
- 대한건설협회, 측량협회 등 정기간행물 광고를 통한 홍보

○ 예상 수요처

수요처	내용
공사 및 공공기관	• 한국토지주택공사 : 건설현장 시공관리 및 모니터링, 안전관리 • 한국국토정보공사 : 지적도 관리 및 지적측량 • 한국자산관리공사 : 국유지 모니터링 및 드론 데이터 관리용 • 한국도로공사 : 도로관리 및 건설, 사면 안전관리 • 국토지리정보원 : 드론측량, 영상제작, DB구축 • 산림청 : 소나무재선충병 모니터링 및 DB구축
지방자치단체	• 지적, 공간정보 부서의 드론측량 및 데이터관리 • 시설물 안전관리 및 재난·재해 모니터링, 분석
건설사	• 전주기 통합 건설관리, 물량산출, 안전관리 • 설계, 시공 도면작성 및 공정관리
학교	• 관련 학과(토목, 건축, 지적, 환경 등) 교육용 • 연구, 논문, 학술 등 연구성과 활용
기타	• 해외 기술이전 및 용역사업

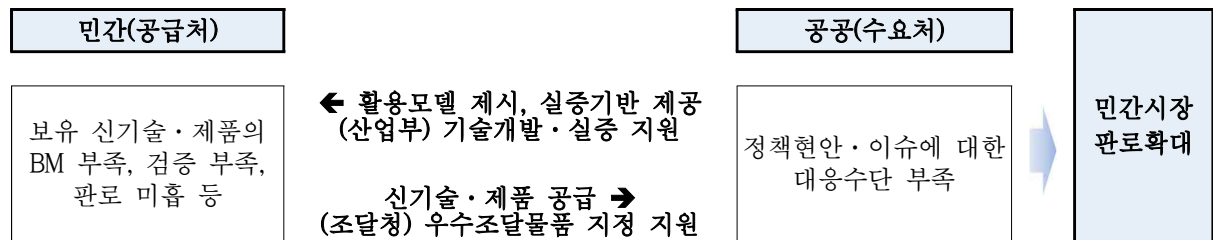
○ 수요처별 시장진출 방안

- (인증 및 우수조달 등록) : 플랫폼시스템은 GS인증을 기반으로 우수조달 등록하고, 성능개선 드론은 KC인증 및 안전성인증을 추진
- (입찰 정보 확보) : 나라장터를 통해 구매 및 용역서비스의 입찰 상황을 파악하고, 수요처 및 목적을 분석하여 제품의 품질 및 성능개선 및 담당부처 연락망 구축 및 마케팅 자료 전송
- (경쟁자 분석) : 동급의 국내 및 해외제품과 가격 및 성능을 분기별로 분석하고, 지속적인 제품 개선으로 경쟁력과 차별화 전략을 통해 시장 진출
- (시장 공략) : 각 수요처별 활용목적이 상이하므로, 각 수요처별 업무범위를 이해하고 공략 대상을 명확히 선정하여 전략적 영업
- (홍보 및 판로 확보 계획)

수요처	시장진출 방안
한국토지주택공사	- 한국토지주택공사는 2016년 드론활용계획 방안을 마련하여 현재 설계 및 시공, 품질관리 등 다양한 분야에 드론을 활용하고 있음 - 나라장터의 입찰공고를 모니터링하여 용역서비스 부분의 진출을 추진하고, 공간정보처에 플랫폼 기술을 소개하여 공사의 발주시 플랫폼 적용을 시험적으로 적용할 수 있는 토대를 마련
한국국토정보공사	- 한국국토정보공사는 드론을 선제적으로 도입하여 업무에 활용하고 있으며 새로운 기술을 끊임없이 도입하여 적용하고 있음 - 공간정보연구원과 라이다 드론에 대한 연구를 협업으로 추진하고, 공사자체 제작중인 플랫폼시스템에 일부 기술을 적용할 수 있도록 기술 홍보
한국자산관리공사	- 한국자산관리공사는 2016년도에 드론을 도입하여 국유지모니터링을 자체적으로 수행하고 있음 - 국산드론 활성화 정책에 따른 국내 드론산업 육성과 기조로 성능개선 드론을 적극 홍보하여 드론의 판매를 도모하고, 플랫폼시스템의 홍보로 공사 자체 도입을 추진하여 효율적인 국유지 모니터링 방안 제시
한국도로공사	- 한국도로공사는 2019년도 건설현장 표준공중에 드론활용방안 연구를 수행하였고, 스마트설계 및 시공, BIM적용 등에 활용하고 있음 - 건설현장 시공관리 및 유지관리에 드론의 수요가 요구됨에 따라 판매 및 서비스 제공형태의 모델을 제시하고, 플랫폼을 시범 적용하는 형태의 진출 방안을 수립하여 담당자와 미팅을 추진
국토지리정보원	- 국토지리정보원은 2018년도 ‘무인비행장치 이용 공공측량 작업지침’을 마련하였으며, 꾸준한 사업발주 및 경진대회에 기술을 적용하고 있음 - 드론 기술의 수요를 활성화 할 수 있도록 관련부서에 법, 제도 등 규제의 완화를 지속적으로 제안하고, 드론+플랫폼시스템의 홍보 및 시연을 통해 제품의 활성화 기틀을 마련하겠음
산림청	- 산림청은 소나무재선충병 무인항공예찰 사업을 2015년도부터 수행하여왔고, 효율적인 예찰 및 방제 전략을 꾸준히 개발하고 있음 - 예찰 및 방제 분야의 용역서비스를 전략적으로 추진하고, 누적된 데이터의 관리부재로 인한 관리의 어려움을 플랫폼시스템을 적극 홍보하여 자체 관리 플랫폼에 기술을 적용할 수 있도록 추진
지방자치단체	- 최근 각 지자체는 농업, 토목, 지적, 재난안전 부서에 드론기술을 업무에 적용하는 움직임이 활발하게 이루어 지고 있음 - 나라장터의 입찰공고를 분석하여 지자체의 수요분야를 분석하고, 업무 및 담당부서의 적용성을 파악하여 판매 및 서비스 형태의 비즈니스 모델을 지자체의 수요에 맞게 수립한 후 담당부서에 온라인 홍보
건설사	8대 혁신성장 선도사업 중 하나로 집중 육성중인 스마트시티의 기조에 맞추어 스마트 건설산업이 본격화됨에 따라 건설현장의 드론 및 IOT기술의 도입이 본격화 될 전망이다 - 각 건설사의 연구원에 드론 및 플랫폼 제품 및 관련기술 세미나를 추진하여 제품을 홍보하고, 일부 현장 시험 DB구축, 플랫폼 활용 기회제공을 통해 제품의 판매와 용역서비스 모델을 홍보
학교	통합교육프로그램 마련으로 제품의 판매와 교육을 통한 수익을 창출하고, 산학연 공동수행 연구 프로젝트를 추진
기타	대중소 동반진출 사업 및 정부부처 연계 해외진출 프로그램을 통한 해외시장 진출 추진

(6) 혁신조달 연계형 신기술 사업화 연계 가능성 검토

- 목적 : 신성장엔진 분야 신기술·제품의 조기 사업화를 위한 공공혁신수요 연계 R&D 지원
 - (신기술) 국내에서 최초로 개발된 기술 또는 기존 기술을 혁신적으로 개선한 기술
 - (신제품) 국내에서 최초로 개발된 기술 또는 기존 기술을 혁신적으로 개선한 우수 기술을 핵심기술로 적용하여 실용화가 완료된 제품 중 성능과 품질이 우수한 제품
- 지원조건 : 사업공고시 제시되는 수요처의 기술개발 요구조건을 갖춘 과제



- 주요 공공현안 이슈 사례

구분	국민생활 향상	사회안전 해결	공공경영 개선
현안	내외국인 생활편의 향상	국민 생명·안전 보호	기관 경영 효율화
분야	행정, 복지, 관광, 교통 등	안보, 환경, 치안, 보건 등	시설, 장비, 인력, 제도 등
예시	AI 활용 민원 서비스, 자율주행차 활용 관광서비스 등	자율주행 센서 활용 줄임운전 사고 방지 장치 등	IoT, 빅데이터 활용 공공건물 에너지 효율 개선 등
지원사례	- IoT 활용한 실시간 전기 안전관리 체계 개발 (한국전기안전공사) - 장기 임대아파트 다기능 복합 환기시스템 개발 (한국토지주택공사)	- 신속한 산악지형 재난 대응을 위한 드론 및 전용 스테이션 개발 (국립공원공단) - 가상현실을 활용한 노인 치매케어 서비스 (목포시) - 실내 공기질 관리를 위한 지능형 공조시스템 개발 (성남도시개발공사)	- IoT 활용한 실시간 녹조 모니터링 시스템 개발 (한국수자원공사) - 스마트밴드를 활용한 수용자 관제 시스템 개발 (법무부 교정본부)

- 연계 가능성 검토

- 수요 선정의 평가기준은 공공성 및 사회적 가치와 시장성과 혁신성을 두루 평가한다. 본 연구로 개발된 라이다 드론과 플랫폼 시스템은 사회안전해결 및 공공경영 개선 현안에 재난 대응형 드론 부분과 스마트 농업분야에 활용 가능성이 있다.
- ‘홍수 탐지 및 피해경보 시스템’, ‘스마트 정밀농업 플랫폼 서비스’ 등과 같은 명확한 목적을 세우고, 기 지원대상의 중복성을 검토하여 관련 정부 부처와 협업을 통해 ‘혁신조달 연계형 신기술 사업화’ 사업을 추진할 수 있을 것으로 판단된다.

붙임. 참고문헌

교통안전공단(2017), 드론기반의 도로안전 기술적용 시범연구
심승배, 권현영, 정호상(2016), 국내외 드론산업 동향 분석을 통한 공공분야에서의 드론
활용방안에 대한 연구
경상북도(2017), 4차 산업혁명 기반 드론 산업 국내외 동향연구 보고서
국토교통부 국토지리정보원(2017), 공공분야 UAV 도입방안 연구
국토교통부(2018), 도로·철도·공항·택지개발 등 공공측량 분야에 드론 뜬다
이석배, 박정현, 안영준(2020), 드론을 이용한 무인비행장치측량의 표준품셈 개발
서울지방항공청(2020), 무인비행장치 드론 안전관리 가이드
조소현(2019), 무인비행장치(드론) 제도개선 방안에 관한 연구
Pix4d (<https://pix4d.com/blog/>)
SenseFly (<https://www.sensefly.com/applications/case-studies.html>)

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.