

인
간
중
심
의

중
장
비

안
전
관
리
시
스
템

I
C
T
기
반

라
이
다

기
술
을

활
용
한

ICT 기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템 최종보고서

2020.01.22.

주관연구기관 / (주)영신
공동연구기관 / 한국기계연구원

2019

국
토
교
통
부

국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

'ICT기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템' (연구개발 기간 : 2018. 04. 01 ~ 2019. 12. 31) 과제의 최종보고서 1부를 제출합니다.

2020. 01. 22.

주관연구기관명 : ㈜영신

(대표자) 김 동 현



공동연구기관명 : 한국기계연구원

(원 장) 박 천 흥



주관연구기관책임자: 김 도 근 (인)



공동연구기관책임자: 김 지 철 (인)

김지철

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	18TBIP-C144 017-01	해당 단계 연구 기간	2018.04.01.- 2019.12.31	단계구분	2차년도 / 2차년도
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화지원사업			
	세부사업명	-			
연구과제명	대과제명	대과제가 있을 경우 기재합니다(단위과제일 경우에는 아래에 기재합니다)			
	세부과제명	ICT기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템			
연구책임자	김 도 근	해당단계 참여연구원 수	총: 13명 내부: 11명 외부: 2명	해당단계 연구비	정부: 630,000천원 민간: 420,000천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 1,050,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 13명 내부: 11명 외부: 2명	총 연구비	정부: 1,050,000천원 민간: 700,000천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계: 1,750,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	주식회사 영신 / 기술연구소			참여기업명 주식회사 영신	
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		3	13			2					

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

다채널 LiDAR와 컴퓨터 비전센서를 활용하여 중장비 주변으로 접근하는 작업자 안전을 확보하기 위한 기술개발로 ①LiDAR와 비전센서 를 이용한 3차원 장애물 인지 기술, ②전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘, ③충돌방지를 위한 자동장비제어 기술, ④충돌 위험도 판별 알고리즘, ⑤ 통신 모듈을 포함한 통합관제 시스템 기술이 적용되었다.

보고서 면수 103페이지

요약문

(1) 연구의 목적

- 본 연구는 건설현장의 근로자 재해 감소에 기여할 수 있도록 IoT기반으로, 고출력 펄스레이저를(LiDAR Technology) 활용 중장비 주변에 접근하는 사람과 사물을 구분하여 작업자의 안전을 확보할 수 있는 인간중심의(Human-Centric) 중장비 안전관리 시스템 개발을 목표로 한다.
- 본 연구에서 제안한 『ICT기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템』은 LiDAR 센서를 활용하여 중장비 주변으로 접근하는 작업자 안전을 확보하기 위한 것으로, ①LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술, ②전방위 작업 환경 실시간 탐지 알고리즘, ③충돌방지를 위한 자동장비제어 기술, ④충돌 위험도 판별 알고리즘, ⑤다기능 통신 모듈을 포함한 ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발이 주요 목표에 포함된다.



< 시스템 개념도 >

연구의
목적 및 내용

(2) 연구내용

- LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술 개발
 - 장애물 인지 LiDAR 모듈
 - 사물과 움직이는 동체를 구분하여 불특정 다수의 작업자 인식
 - LiDAR 센서 인식을 통한 거리 측정 및 단계별 거리 설정 기능
 - 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘
 - 전방위 작업 환경을 실시간으로 탐지
 - 운전원 보조 인터페이스
 - 장비 내부의 장애물 인지 모니터를 통해 감지거리를 설정을 하고 근접하는 거리를 시각적으로 식별이 가능하도록 점군 데이터 발생 기능(시각적)
 - 전자 제어 모듈이 작동하지 않도록 하는 기능(Bypass)
- 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술 개발
 - 전자 제어 모듈
 - 중장비 주변으로 접근하는 위험물(중장비 또는 근로자)을 인지하여 경고알람 뿐만 아니라 장비의 작동(선회 또는 주행)을 기계적으로 제어하여 근로자를 방호하는 기능
 - 충돌 위험도 판별 알고리즘
 - 중장비의 작업 상태를 안전상태, 알람상태, 긴급정지 상태로 구분하여 각 상태에 따른 필요한 조치 정의
 - 충돌예측 시간과 위험도 지수를 도출하여 위험도 평가

연구의
목적 및 내용

○ ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발

- 다기능 통신 모듈

- GPS와 비콘 센서를 탑재하여 실내외 중장비의 위치정보를 송수신(LoRa, 3G/Wifi)
- 다기능 통신 모듈을 통하여 위험지역과 중장비 위치정보를 송수신하고 필요에 따라 관제 센터로부터 무선으로 거리설정 기능

- 통합 관제 시스템

- 중장비의 경보를 발생시킨 작업자의 위험상황과 접근빈도, 위치에 대해 실시간 모니터링 및 Database 관리하는 기능
- 장비의 작업 종류에 따른 작업자 위험지역 원격 가변 설정 기능
- 장비의 운전 작동에 따른 장비의 가동시간에 대한 정보 모니터링 기능



< 시스템 구성도 >

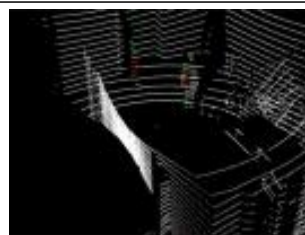
연구개발성과

○ 연구개발 성과물

- LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술
- 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘
- 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술
- 충돌 위험도 판별 알고리즘
- 다기능 통신 모듈을 포함한 ICT기반 하이브리드 통신 기술



<다채널 LiDAR>



<장애물 인지 기술 >



<전자 제어 모듈 >



< 운전원 보조 인터페이스 >



<다기능 통신 모듈 >



<통합관제시스템>

연구개발성과의
활용계획
(기대효과)

(1) 연구성과 활용계획

○ 활용분야

- 건설업과 제조업, 전력사업(풍력, 화력 등), 중공업, 경공업 등 많은 사업 분야에
서 굴삭기 및 지게차 등 다양한 건설기계가 사용되고 있으며, 이에 따라 장비접
근제어 시스템의 영업 범위 또한 확장시킬 수 있음
- 향후, 산업현장에 능동적인 안전장치 설치를 의무화 할 것으로 기대



< 적용 가능 분야 >

(2) 기대효과

○ 기술적 측면

- 불특정 다수의 작업자 위험을 인지할 수 있으므로 보다 적극적인 사고예방이
가능
- 중장비의 2차 사고 방지를 위한 단계적 가감속 제어 기술을 통한 Fool Proof
안전장치 시스템이 적용
- 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술로 무인 자동화 시스템 요소 기술로 발전 가능
- 위치추위 기술 개발로 근로자 인력관리와 동시에 안전관리 시스템으로 발전
- 건설 분야뿐만 아니라 더 나아가 산업, 안전, 보안 분야로의 관련 기술을 확장
 - 환경에 따른 인식거리 조절 가능
 - Bypass 기능을 통한 전자제어 시스템 해제 가능
- ICT기술과 AI 기술을 융합하여 인식된 정보를 바탕으로 안전사고 예측 예방에
활용

○ 경제적 · 산업적 측면

- 전 세계적 안전시장 확산에 따른 핵심기술 연계 산업의 성장
- ICT 기술을 활용, 안전사고 발생 횟수를 줄이고 사회적 손실비용 절감
- 국내 건설기계 시장 및 근로자 안전관리 시스템 시장(추정 : 전체 시장의 약
30%, 1,923억원)의 신사업 창출 (계획서 ※p42. 국내시장규모 참조)
- 산업 현장별 안전사고 사전점검과 조치강화로 공정 내 생산성 향상 및 예산
절감

○ 사회적 측면

- 작업장의 안전관리 시스템 개발은 사회적으로 작업자의 상해와 관련한 재해를 감소시켜 노사관계를 향상시키고 또한 기업이미지를 향상시키는 효과
- 위험상황 알림기능으로 과학적이고 체계적인 현장관리와 관계자간 신속한 의사소통으로 안전한 현장 구현 및 근로자 안전사고 예방
- 발주기관, 관리기관, 안전관리 담당이 중장비 작업 반경 내 건설현장 근로자들의 위치를 파악 및 관리함으로써 안전한 건설현장 실현
- 건설 현장에서의 안전사고 발생 시 정확한 위치확인 and 대응으로 신속한 구조작업 실시
- 안전한 작업환경을 조성하고 효율적인 작업관리를 통해 노사관계 향상 및 근로환경 개선
- 건설현장에서의 안전성 향상을 통한 근로자 삶의 질 향상

산업현장 중장비 안전사고 예방

총돌·협착사고 6,773건 감소, 사회적 직·간접 손실액 약 1조 5,934억원 절감

연구개발성과의
활용계획
(기대효과)

LIDAR 기술을 활용한 인간중심 중장비 안전관리 시스템

산업현장에 확산시켜 근로자의 생명을 보호

※ 2016년 산업재해 통계 기준

- 사회적**
 - 산업현장 중장비 산업재해 30% 감소로 국민 행복 실현 → **재해 6,773건 감소**
- 경제적**
 - 중장비 안전사고 감소로 비용 절감 → 사회적 직간접손실액 **1조 5,934억원 절감**
 - 중소기업 기술사업화 추진 → 선 사업 진출, 매출 증대
- 기술적**
 - 정밀형 인지 기술 / 자동화비제어 기술 / 통신 기술 → 관련 산업현장에 확대 적용

※ 2016년 산업재해 통계 기준	
• 전체 산업재해 발생 건수 : 90,656건	• 산업재해로 인한 직간접 손실액 : 214,002억원
• 깔림/뒤집힘/부딪힘/끼임 발생 건수 : 22,576건	• 2016년 산업재해 발생 건수 : 90,656건
⇒ 깔림/뒤집힘/부딪힘/끼임 사고 30%감소 : 6,773건	⇒ 재해당 236,000,000원
※ 사회적 직·간접 손실액 약 1조 5,984억원 절감	

< 안전관리 시스템 기대효과 >

국문핵심어 (5개 이내)	라이다	접근경고	안전관리	인간중심	자동안전장치
영문핵심어 (5개 이내)	LiDAR	Proximity alert	Safety Management	Human Centric	Fool Proof System

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행내용 및 성과	21
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	72
4. 연구개발성과의 활용 계획 등	86
붙임. 참고 문헌	103

<별첨> 주관연구기관의 자체 평가 의견서

1. 연구개발과제의 개요

1.1 연구개발 목적

- 본 연구는 건설현장의 근로자 재해 감소에 기여할 수 있도록 IoT기반으로, 고출력 펄스레이저를 (LiDAR Technology) 활용 중장비 주변에 접근하는 사람과 사물을 구분하여 작업자의 안전을 확보할 수 있는 인간중심의(Human-Centric) 중장비 안전관리 시스템 개발을 목표로 한다.
- 본 연구에서 제안한 『ICT기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템』은 LiDAR 센서를 활용하여 중장비 주변으로 접근하는 작업자 안전을 확보하기 위한 것으로, ①LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술, ②전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘, ③충돌방지를 위한 자동장비제어 기술, ④충돌 위험도 판별 알고리즘, ⑤다기능 통신 모듈을 포함한 ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발이 주요 목표에 포함된다.



< 시스템 구성도 >

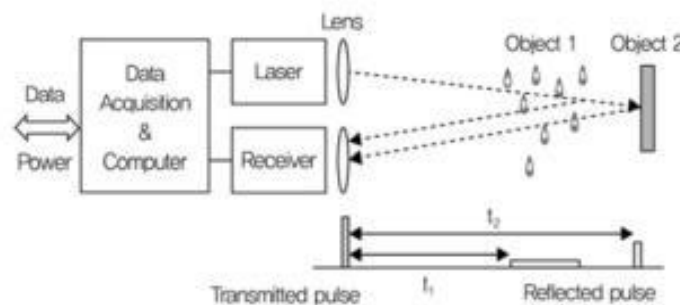
○ 시스템 구성요소 및 주요기능

구분	구성요소	주요기능
LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술	장애물 인지 LiDAR 모듈	• 사물과 움직이는 동체를 구분하여 인간 중심의 중장비 안전관리 시스템 • 건설 중장비에 부착하여 근로자가 장비에 접근 시 1차 경고, 2차 제어를 통해 안전사고 예방(Fool Proof 기능)
	전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	• 전방위 작업 환경을 실시간으로 탐지
	운전원 보조 인터페이스	• 중장비 주변으로 접근하는 위험물(중장비 혹은 근로자)을 인지하여 거리별 설정에 따른 단계별 경고 메시지 • 전자 제어 모듈이 작동하지 않도록 하는 기능(Bypass)
충돌방지를 위한 자동장비 제어 기술	전자 제어 모듈	• 근로자와의 충돌 위험 상황과 설정한 위험구역 내 위험물을 인지하여 안전작업을 위한 중장비의 선회 및 주행 제어(stop)
	충돌 위험도 판별 알고리즘	• 중장비의 작업 상태를 안전상태, 알람상태, 긴급정지 상태로 구분하여 각 상태에 따른 필요한 조치 정의 • 충돌예측 시간과 위험도 지수를 도출하여 위험도 평가
ICT기반 하이브리드 통신 기술	다기능 통신 모듈	• GPS와 비콘 센서를 통해 실내외 중장비의 위치정보를 송수신(LoRa, 3G/Wifi) • 특정 공정별 관리가 필요할 경우 관제 센터로부터 무선으로 경고구역과 위험구역의 무선 거리설정 기능
	통합 관제 시스템	• 경고알람을 발생시킨 작업자들의 위치를 실시간 모니터링 • 중장비에 인가받지 않은 작업자가 접근 시 경고 메시지 • 작업자가 중장비에 접근한 빈도와 위치정보를 Database화 하여 보관 • 중장비의 전원 작동에 따른 일일 장비 가동시간에 대한 정보 모니터링

가. 사업화 대상기술 설명

○ 라이다(LiDAR) 기술

- 기존에 사용하고 있던 RFID 혹은 RF RSSI 기술에 비해 전파의 도달 시간(전파 속도)을 활용하는 기술로 기기간의 편차가 매우 적고 외란의 영향이 적어 보다 신뢰성 높은 접근 경보 시스템 구현이 가능함
- 기존의 접근 경보 시스템은 RFID 혹은 RF 신호 세기(RSSI)를 이용하여 태그와 리더 간의 거리를 간접적으로 측정하는 방식으로 RFID가 태그의 방향과 주변 환경 등에 의해 인식 거리가 일정하지 못함
- RSSI 방식도 주변 환경에 의한 수신 감도 변화로 인해 인식 거리가 일정하지 못함
- 접근 경보 시스템에서 거리 측정 오차에 의한 오경보 확률(FAR, False Alarm Rate)과 미 검출 확률(MDR, Miss Detection Rate)의 증가는 사용자의 피로도를 증가시켜 현장에서 사용을 거부하는 경우 있음
- 개발할 LiDAR 기술은 ToA (Time of Arrival) 기반의 거리 측정으로 거리 측정 균일도가 매우 높아 오 경보 및 미 검출 확률이 낮음



< LiDAR 시스템 기본 구성 및 동작원리 >

- ToA를 기반으로 하는 경우 전파의 특성상 전파 속도는 일정하므로 기기간의 편차가 매우 적어 교정 작업이 필요하지 않아 현장 보급이 매우 용이함
- 통신을 기반으로 하는 거리 측정 알고리즘으로 차량의 상태(속도, 진행 방향, 차량의 크기 등)에 따라 실시간으로 가변적인 경보 거리를 설정할 수 있어 고정적인 경보 거리를 갖는 타 시스템에 비해 현장 활용 능력이 우수함



(a) LiDAR의 종류



(b) LiDAR의 차량 장착 예시



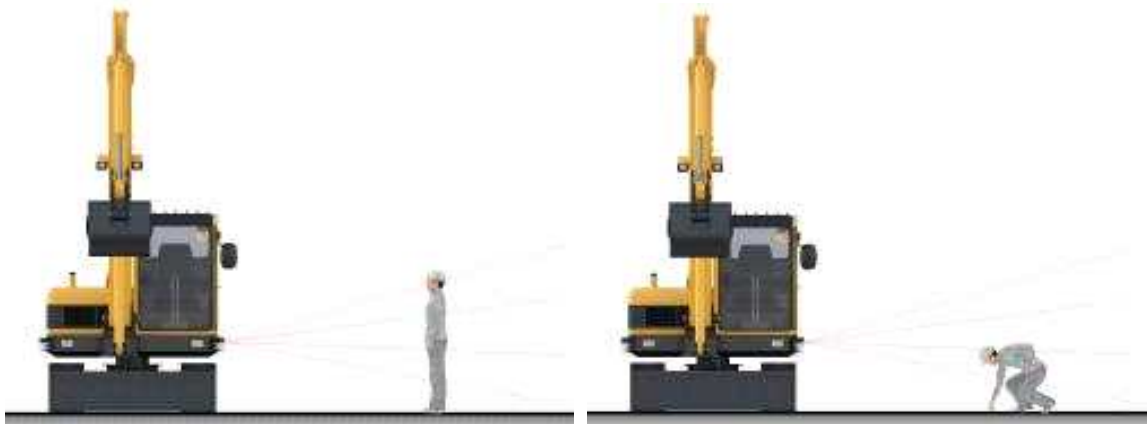
(c) LiDAR로 수집한 주변물체 인식의 3D 이미지화

※이미지 출처 : velodynelidar.com, slashgear.com(재판 집), google, 3Dpnt.com, motorrend.com

< LiDAR의 종류와 동작 예시 >

○ 다층 레이저 스캐너 활용 3차원 장애물 인지기술

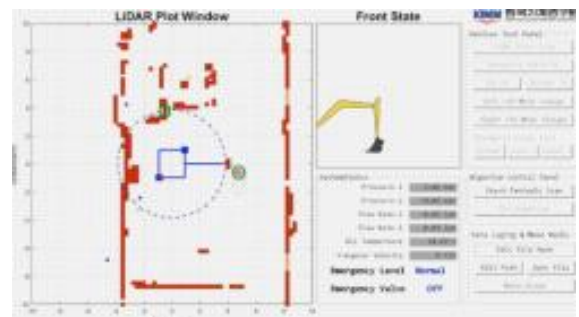
- 단층 레이저 스캐너가 적용된 기존 시스템의 경우, 운행 환경이 평지 도로이고 차량의 높이가 낮아 단층으로 탐지하였을 경우 장애물을 오탐 없이 인지 가능함
- 반면에 굴삭기는 비평탄면에서 운용되기도 하며 전고가 높아 단층 레이저 스캐너의 경우에는 낮은 위치에 있는 사람을 탐지 못하는 단점이 존재함
- 본 연구에서는 4채널 이상의 레이저 스캐너를 이용하여 굴삭기 주변의 3차원 공간에 대한 장애물 인지 알고리즘을 개발하고자 함
- 이를 통해 보다 정확하고 신뢰성 높은 장애물 탐지 방법을 적용하고, 충돌 방지 및 안전 제어에 활용 가능함



<다층 레이저 스캐너를 이용한 3차원 장애물 탐지 기술>

○ 전방위(360°) 작업환경 실시간 탐지기술

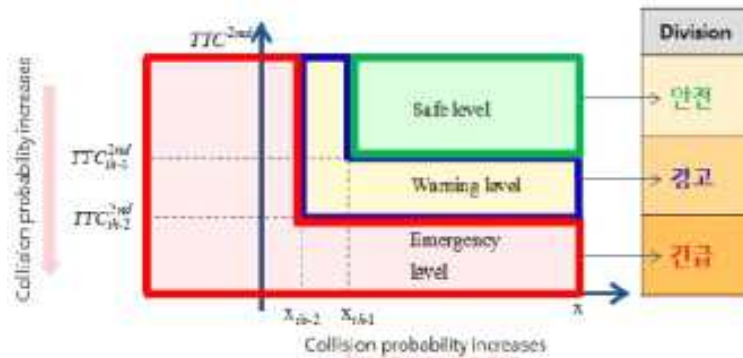
- 굴삭기 작업자의 시야에서는 후방과 좌우 일부분이 사각지대에 해당하여 부주의로 인한 안전 사고가 빈번하게 발생
- 본 연구에서 제안하는 기술은 사각지대에 무관한 전방위 작업환경에 대한 장애물 정보를 탐지하여 사용자에게 실시간으로 제공
- 이를 통해 작업자는 작업 중에 후방 및 좌우 지역의 장애물 정보를 제공 받으며 위험도 판별에 따른 경고를 획득 가능
- 완성차 업체에서 상용으로 판매하는 AVM (Around View Monitoring) 장비의 경우 굴삭기 주변의 상황을 다수의 카메라 합성을 통해 영상으로 제공
- 본 연구의 다층 레이저 스캐너 이용한 전방위 작업 환경 탐지 기술은 장애물의 거리 정보까지 획득하여 충돌 위험도를 판별하고 초음파 등의 센서에 비해 정밀하고 신뢰성 높은 데이터 처리를 가능하게 하는 우수성을 가짐



<레이저 스캐너를 이용한 전방위 (360°) 탐지 기술>

○ 충돌 위험도 판별 알고리즘

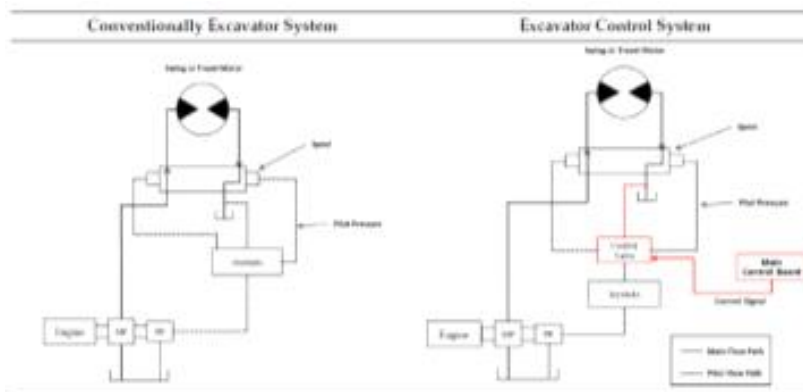
- 굴삭기의 작업 상태를 안전상태, 알람상태, 그리고 긴급정지 상태로 구분할 수 있으며 각 상태에 따른 필요한 조치도 정의 가능
- 장비 운용자와 안전시스템의 의도가 상충되지 않기 위해서는 합리적인 위험도 평가가 필요
- 본 연구에서는 굴삭기의 상태와 인지된 물체의 거리 및 상대 속도를 이용하여 합리적인 작업상태를 예측하고, 안전도 지수로서 충돌예측시간(time to collision)과 위험도 지수(warning index)를 도출함으로써 위험도를 평가
- 평가된 안전도 지수를 기반으로 장비 운용자가 인지하여 위험 상황을 벗어날 수 있도록 알람을 제공하거나 긴급 정지 제어를 수행하여 충돌 방지 안전 시스템의 구현이 가능하다.



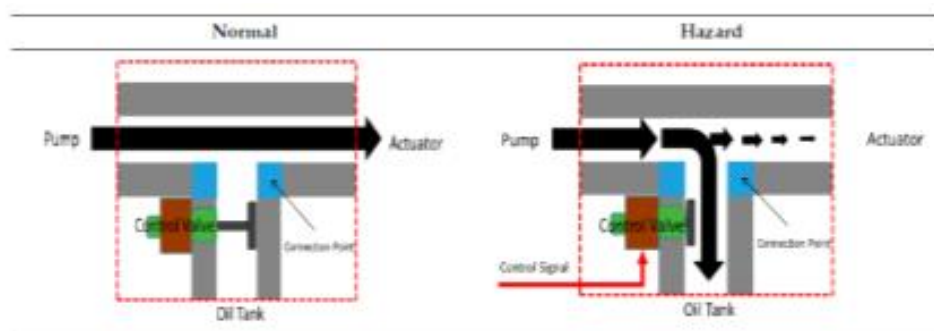
< 위험도 판별 알고리즘 >

○ 안전사고 예방을 위한 장비제어 기술

- 조이스틱과 스폴 사이에 유압 제어 밸브를 추가하여 위험 상황에서 파일럿 흐름을 차단하여 굴삭기를 정지시킬 수 있음



< Operation Principles of Hydraulic Controlled System >



< Control Valve >

○ GPS와 비콘센서 기반 위치측위기술

- 작업자나 중장비에 코인비콘 or GPS모듈을 장착하여 실내외 위치측위가 가능



< 네트워크 구성도 >

○ 하이브리드 통신기술

- 건설 및 산업현장의 환경 및 경제성을 고려하여 통신을 원활히 할 수 있도록 LoRa, 3G/Wifi를 이용한 하이브리드 통신모듈 개발



< 다기능 통신모듈 개발>

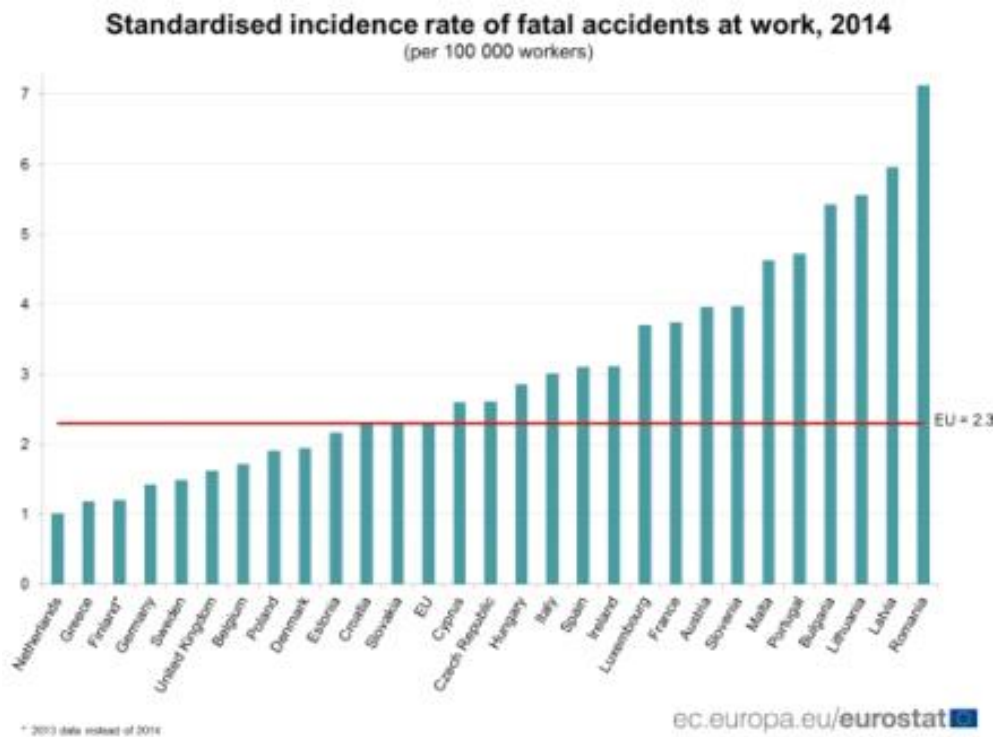
1.2 연구개발 필요성

가. 연구개발 추진배경

○ 추진배경

**한국의 산업재해 사망률이 경제협력개발기구(OECD) 회원국 중 1위를 기록
국내 노동자 산재 사망률(10.8명) 유럽연합(2.3명)의 5배 수준**

- EU 공식 통계기구 유로스타가 2017년 5월 1일 발표한 통계자료에 따르면 2014년 기준 한국의 노동자 10만명에 10.8명 꼴로 산재 사망자 발생
- EU 회원국 평균 산재사망률 10만명 기준 2.3명꼴로 한국의 5분의 1수준
- EU 회원국 중 산재 사망률이 가장 낮은 네덜란드(1.0명)는 한국의 10분의 1도 안됐고, 심지어 EU에서 최악의 산재 사망률을 보인 루마니아(7.1명)마저도 한국보다는 낮은 수준



< EU회원국의 노동자 1만명당 산재 사망자수, 유로스타트 통계자료 >

국내 산업재해 발생현황 중 제조업과 건설업이 **전체의 절반(53.9%)**을 차지
사망자 또한 **제조업(472명, 26.8%)**과 **건설업(570명, 27.1%)**에서 가장 많이 발생

- 2018년 고용노동부에서 발표한 산업재해 발생현황 중 업종별 재해자를 살펴보면 기타의 사업을 제외하고 건설업이 7.9% 증가한 27,686명(전체의 27.1%)으로 가장 높은 것으로 나타났고, 제조업이 8.1% 증가한 27,377명(전체의 26.8%)으로 **산업현장에서의 53.9% 재해가 발생**



※ 기타의 사업은 통상 서비스업으로 지칭되는 도·소매업, 보건 및 사회복지사업, 음식·숙박업 등이 포함되어 있음

※ 기타는 어업, 농업, 금융보험업임

< 업종별 재해자 현황 >

- 사망자는 제조업(472명, 22.0%), 건설업(570명, 26.6%)에서 가장 많이 발생하였으며, 특히, 5~49인 제조업(208명)과 건설사업장(231명)에서 가장 많이 발생



< 업종별 사망자 현황 >

나. 사업화 대상기술 필요성

○ 국내현황

- 국내외 건설기계시스템과 관련된 사업은 다양한 활용분야에서 기술개발이 이루어지고 있다. 건설기계의 경우 건설현장에서 자재의 이동 및 굴착을 위한 휠로더나 굴삭기가 대표적이다. 해당 건설장비는 작업자들과 함께 운용되는 협력 작업이 많기 때문에 **장비운용 미숙, 부주의 또는 사각지대 미인지로 인한 인명사고가 빈번하게 발생**한다. 그러므로 **건설기계 장비의 안전시스템 개발로 치명적 사고방지**를 위한 연구가 필수적이다.

○ 건설장비의 안전장치 사용 현황

- 현재 국내 건설현장에는 건설장비에 후방카메라 및 충돌방지봉을 부착하고, 신호수를 배치하여 충돌 및 협착사고를 예방하도록 노력하고 있음.
- 중장비 주변에는 작업자와 신호수 동시작업하기 때문에 항상 위험에 노출되어 있고, 대부분 신호수나 측량원이 충돌이나 협착 사고발생

구 분	안전 장치	비고
토공 장비(굴삭기 등)	후방카메라 및 충돌방지봉, 신호수	
상차, 이동 장비	후방카메라 및 후방감지센서+경보기, 신호수	



<장비 주변에 신호수 배치>



< 협착 방지봉 설치>



< 후방카메라 설치>

○ 기존 기술 문제점 (현재 안전장치의 한계)

- 건설장비 대형화 증가 추세 운행안전은 운전원에 의존 ➡ **사각지대 상존**
- 실질적인 안전사고 저감 대책 미비 ➡ **운전자의 작동오류시 안전대책 한계**
- 사물과 사람의 구분없이 감지센서에 의존 ➡ **잘은 경고알람으로 안전에 둔감**
- 건설장비에 대한 안전시스템 부재 ➡ **운전자 주의력 한계**

○ 추가 연구개발내용 필요성

- 불특정 다수를 인식할 수 있는 기술 → 라이다 기술 (사각지대 해소)
- 중앙관제 시스템 → 통신모듈 개발
- 비싼가격 → 작업자용 Tag 제거
- 유압설치의 번거로움 → 전자제어모듈 개발
- 설치시 장시간 소요 → 탈부착이 용이하도록 마그네틱 타입으로 제작

고객의 니즈 및 애로사항을 해결하고 **가격**경쟁력, **품질**경쟁력, **서비스** 경쟁력 확보

○ 국내 적용기술

- 국내에서는 장비제조를 중심으로 장비 주변에 사각지대를 해소하기 위해 초음파 및 영상인식을 통해 장비의 안전시스템을 개발하여 보급 중임
- After Market으로는 주관기관인 영신에서 RFID와 UWB를 활용한 안전시스템을 사업화 중임
- 중장비 제어에 대한 기술은 영신 단독보유

구분	영신	영신	두산인프라코어	현대건설기계
기술	RFID 인식	UWB 인식	초음파 인식	영상인식
화면 알림(AVM)	O	X	O	O
소리 알림(Alarm)	O	O	O	O
작업자 감지	O	O	O	O
물체 선별 감지	O	O	X	X
거리 조절	O(물리적)	O	X	X
중장비 제어	O	X	X	X
판매 시장	After Market	After Market	Factory Fit	Factory Fit
제품				

○ 해외 적용기술

- 현재까지의 조사한 국외 기술동향을 보면 대부분 RF 주파수를 이용한 기술이 대부분이며, 그 외의 것들은 PROXIPI사의 'MAGNETIC FIELD'와 Orbitcom사의 'BodyGuard', PRECO사의 'RADAR' 그리고 CYPAGSRL의 'ULTRASOUND' 기술이 있다.

구분	EKAHAU (미국)	PROXIPI (프랑스)	AVON -WOOD (영국)	ORBITCOM (호주)	CLAITEC (스페인)	PRECO (미국)	CYPAGSRL (이탈리아)	AME (이탈리아)
기술	WI-FI	MAGNETIC FIELD	RFID	RFID	LF	RADAR	ULTRA SOUND	RFID
거리(m)	100	1~2.5	3~9	~30	0.5~6.5	3~9	4	3~40
인식오차 (m)	1	0.1	1	1	1	-	-	1
전력소비	저	저	저	고	저	저	저	저
통신모듈	O	O	O	X	X	X	X	O
거리조절	X	O	O	X	X	O	O	X
보행자 알람	X	O	O	X	X	X	X	O

○ 기존 제품의 문제점

- 초음파는 사람과 사물을 구분하지 못하고 계속울림
- 영상인식의 경우 장비의 회전 시 작업자의 인식률이 저하
- UWB는 고가로 작업자가 많은 현장에서 경제적 어려움
- RFID의 경우 인식속도 및 인식각으로 인해 일부 사각지대가 발생

○ 본 기술/제품과 직접적 경쟁관계에 있는 국내기업

－ 주식회사 영신社

- 작업반경 내의 작업자 접근 시 RFID 센서를 통한 경고 알람뿐만 아니라 유압제어를 통한 중장비의 자동 선회/주행 정지
- AVM을 통한 360도 카메라 합성기술을 적용하여 사각지대 없이 장비 주변상황을 확인
- 작업자와 협업작업 시 Bypass 기능을 통해 유압제어 장치 해제 가능



< 영신디엔씨社 RFID센서를 이용한 접근제어 시스템 >

－ 주식회사 영신社

- 초광대역 통신(Ultra Wide Band) 기술 기반의 지능형 접근 경고 안전 보조 시스템
- 보행자와 차량 또는 차량과 차량이 일정거리 이내로 근접했을 시, 운전자와 보행자 모두에게 양방향으로 위험을 알려줌으로써 충돌사고를 예방



< 영신社 UWB 센서를 이용한 접근경보 시스템 >

－ 두산인프라코어社

- 후측방에 있는 8개의 초음파 센서를 통해 위험 반경 내 위험물이 감지되면 영상 신호와 경고를 울리는 안전시스템
- 하늘에서 보는 듯한 Top View, 우측방 사각지대를 해소하는 Top+Right View 등 총 5가지의 View Mode를 지원
- AVM용 사이드 카메라에 램프를 추가하여 야간 작업 시 시야성 개선



< 두산인프라코어社 초음파센서를 이용한 접근경고 시스템 >

－ 현대건설기계社

- 영상인식 기술을 이용한 근접경고 시스템
- 굴삭기 좌우측과 후방에 카메라를 설치하여 10m 이내에 사람이 감지되면 경보를 울려 운전자와 주변 작업자의 안전을 지켜주는 시스템
- 전/후/좌/우 4대의 카메라로 취득한 영상을 2D 또는 3D의 입체적인 around view 영상으로 합성하는 AVM과 차량 주변의 영상을 분석하여 작업자를 감지하고 위험 시 경보하는 IMOD 기술을 결합



< 현대건설기계社 영상인식과 AVM을 이용한 접근경고 시스템 >

○ 본 기술/제품과 직접적 경쟁관계에 있는 국외기업

- － 현재까지의 조사한 국외 기술동향을 보면 대부분 RF 주파수를 이용한 기술이 대부분이며, 그 외의 것들은 PROXIPI사의 ‘MAGNETIC FIELD’와 Orbitcom사의 ‘BodyGuard’, PRECO사의 ‘RADAR’ 그리고 CYPAGSRL의 ‘ULTRASOUND’ 기술이 있다.
- － 해외에서는 프랑스의 Proxipi와 호주의 Orbitcom이 지속적으로 전시회 등을 통하여 제품을 홍보하고 있으며 높은 상용화 수준을 나타내고 있음
- － 기술적인 측면에서 산업현장에서의 많은 장비를 포용할 수 있는 거리조절기능과 소음이 많은 산업현장에서의 보행자 개개인에게 알림을 주는 알림기능, 마지막으로 전반적인 안전 관제 시스템을 구축할 수 있는 통신모듈을 갖고 있는 제품군 중에 PROXIPI사와 AVON-WOOD사의 제품을 나열 할 수 있다.
- － 기술적인 측면에서나 가격적인 측면에서나 영신의 개선품인 LiDAR 기술을 활용한 인간중심 중장비 안전관리 시스템이 적합하다고 판단된다.

－ Proxipi社 (프랑스)

- Proxipi 는 기존의 RFID나 RF의 RSSI 신호가 아닌 Magnetic field transmission을 이용하여 외부 환경에 의한 오작동 최소화하는 지게차 접근경보 시스템을 개발
- 지게차에는 ECU, 안테나 및 경보유닛이 설치되며 보행자(작업자)는 배지(Badge)를 소지
- 보행자의 배지가 차량의 지정 반경내에 위치시 차량 운전자와 작업자에게 모두 경고를 보내며 배지의 인식가능 거리는 약 50m 이내



< Proxipi 접근 경보 시스템 >

– Orbitcom社 (호주)

- BodyGuard는 호주의 Orbitcoms사의 제품으로 태그 기반의 접근경보 시스템 (Tag Based Proximity Warning Alert TB-PWAS)임
- BodyGuard 는 RF신호의 신호강도 (RSSI)를 기반으로 거리정보를 추측하며 약 30m의 측정 범위를 갖음



< BodyGuard 접근경보 시스템 >

– Site Zone社 (영국)

- RFID 기술을 이용한 근접경고 시스템
- 장비(지게차, 휠로더)에 장착된 Base Station을 기준으로 반경 약 10m 이내로 Zone을 생성하여, Tag(작업자)가 Zone 안으로 진입하게 되면 경보를 알려주는 솔루션



< Site Zone社 RFID를 이용한 접근경고 시스템 >

– Bautel社 (스페인)

- 스페인의 건설회사인 Bautel은 차량과 작업자 추적을 위하여 터널 공사 현장에 Ekahau RTLS(Real Time Location System)를 설치하였음
- Ekahau의 광부용 무선 추적 장치는 소형 배터리가 포함된 Wi-Fi 태그로써 응급 상황에서는 작업자가 태그에 부착된 호출 버튼을 눌러 작업장 밖에 있는 서버로 비상경보를 보내고 동시에 작업자의 정확한 위치를 알려줌



< Ekahau RTLS 시스템 태그 >

– AVON-WOOD社(영국)

- Zonesafe 근접경고시스템은 영국 AVON-WOOD사의 RFID기반의 제품으로 거의 모든 유형의 차량 혹은 고정된 장비 주변에 눈에 보이지 않은 안전존을 제공
- 이 시스템은 직원이 착용한 ZosnSafe PST(Personal Safety Transponders)을 감지하고 장비 운영자에게 영상과 음성 경고메시지를 제공
- ZoneSafe는 작업 중 발생하는 모든 이벤트를 기록하고 상태 보고서, 경고 이벤트, 트랜드폰 더 감지 등을 포함한 모든 이벤트 데이터는 관심지역을 식별하고 안전관리를 위해 중요한 데이터 분석을 제공



< Zonsafe 근접경고시스템 >

– Claitec社 (스페인)

- 지게차에 장착하는 두 개의 LF Antenna와 Tag(작업자)를 이용한 충돌 방지 솔루션 제공
- Tag(작업자)가 경고범위 내로 진입하였을 때, 경광등과 부저로 위험 알림
- 측정거리 전, 후방 6.5m 이내, 측방 4m 이내, 응답시간 400ms
- 지게차 3.5ton 이하까지 장착가능, 인식 가능 속도는 6~8km/h



< Claitec社 충돌방지 솔루션 >

– CY.PAG.S.R.L社 (이탈리아)

- Ultrasonic(초음파) 센서를 이용한 충돌 방지 시스템
- 후방에 센서를 부착하며, 4m, 180° 각도 이내 물체가 감지되었을 경우에 경고음 알림



< CY.PAG.S.R.L社 초음파를 이용한 충돌방지 시스템 >

– PRECO社 (미국)

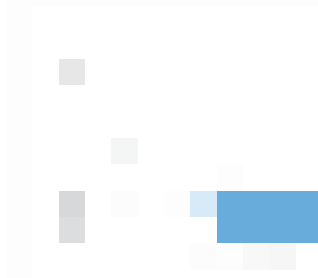
- RADAR 기술을 이용한 접근 경보 시스템
- 5.8GHz 주파수 대역, 500ms 주기로 감지, 감지 거리를 3, 6, 9m로 설정가능



< PRECO社 접근 경보 시스템 >

– SICK社 (독일)

- Visionary-B CV는 모니터를 갖추고 운전실에서 능동적으로 시청각 경고 신호를 보내는 지능적이고 구성이 쉬운 3D 운전자 보조 시스템
- 직사광선과 비의 영향이 심한 거친 외부환경에 맞게 설계됨 (IP67)
- Depth(거리) 값으로 모든 물체를 감지(감지각: $120^{\circ} \times 75^{\circ}$, 작동 거리: 0.5 m~7 m)



※ 출처 : <https://www.sick.com/ag/en/>

< Visionary-B 운전자 보조시스템 >

– ARCURE社 (프랑스)

- BLAXTAIR는 실시간으로 사람과 사물을 구별하고 위험이 발생할 경우 운전자에게 경고
- 프랑스 원자력위원회가 개발 한 강력한 비디오 인식 알고리즘을 기반 장비 주변의 사각 지대를 지속적으로 스캔하고 환경을 3D로 재구성
- 감지각 $120^{\circ}(H) \times 90^{\circ} V$, Protection level: IP69K



※ 출처 : <http://blaxtair.com/>

< BLAXTAIR 충돌방지 솔루션 >

– EFA社 (독일)

- 3Dtection 키트는 광학 충돌 방지 시스템으로 감지영역에있는 다양한 물체 사이의 거리를 측정
- 적외선 감지 ToF 기술을 기반으로 3D 이미지 데이터를 제공
- 감지각 $95^{\circ}(H) \times 32^{\circ} V$, 감지거리 Max 50m,



※ 출처 : <https://efa-controls.com/>

< EFA社 3Dtection Kit >

다. 대상기술 시장규모

○ 사업화 대상기술 특성 및 시장규모

- 본 연구과제의 개발 대상 제품과 같은 산업 진보 기술의 시장규모를 간접적으로 예측해보면, 본 대상 제품이 적용될 건설기계시장의 전체 규모를 분석하고 본 연구과제 개발 대상 제품의 시장점유율을 예측하여 국내 시장 규모를 예측할 수 있음
- 수출 위주의 국내 건설기계 산업은 중국 및 미국의 수요증대 및 신흥시장에서의 선전으로 견조한 수출 성장세를 유지
- 2018년 10월 말 기준으로 잠정 집계한 건설기계 완성차 생산량은 9만7,080대로 전년 대비 5% 증가
- 건설기계 완성차 해외출하는 7만3,524대로 전년대비 18.5% 증가

<국내 건설기계산업 시장 규모>

(단위:대)

구분	2016년	2017년	2018년	2019년	비고
생산	75,660	92,449	97,080	100,290	2018년 잠정치 2019년 전망치
내수	25,838	29,828	26,986	24,820	
수출	47,805	62,036	73,524	77,909	

※자료 : 한국건설기계산업협회

(단위 : 대)

구분	'19. 6월				'19. 9월				증감
	소계	자가용	영업용	관용	소계	자가용	영업용	관용	
합 계	506,859	246,285	257,012	3,562	507,560	247,171	256,775	3,614	△701
굴삭기	152,778	50,598	100,846	1,334	152,987	50,962	100,672	1,353	△209
로더	26,428	18,636	7,231	561	26,665	18,899	7,208	558	△237
지게차	193,211	155,841	36,286	1,084	194,269	156,645	36,520	1,104	△1,058
덤프트럭	59,048	10,656	47,991	401	58,495	10,245	47,834	416	▽553
기중기	10,571	855	9,699	17	10,523	845	9,661	17	▽48
콘크리트믹서	26,669	4,209	22,460	0	26,628	4,141	22,487	0	▽41
콘크리트펌프	6,865	229	6,636	0	6,793	216	6,576	1	▽72
기타	31,289	5,261	25,863	165	31,200	5,218	25,817	165	▽89

<국내 건설기계 기종별 등록현황>

○ 시장규모

- '19.09.30 기준 국토해양부 건설 기계등록현황을 살펴보면 전체 건설기계는 507,560대(자가용247,171 / 영업용 256,775 / 관용 3,614)가 국내에 등록되어 있음
- 이중 굴삭기, 지게차, 덤프트럭이 전체 건설기계의 약 80%를 차지

· 전체 건설기계 중 굴삭기, 지게차의 30%(약 103,797대)에 본 시스템을 적용한다고 가정 할 경우 국내 대상기술관련 전체 시장규모는 약 2,076억원으로 전망됨

라. 대상기술 활용성

○ 국민소득 3만달러 수준에 도달하면서 안전사회에 대한 사회적 니즈 확산

- 국토부는 건설현장 사망만인을 50% 이하로 줄이기 운동
(사망만인율) '16년 1.76 → '18년 1.50 → '22년 0.7
- 사고 발생 시 원인과 책임규명을 요구하는 현상이 급속히 확산
(목표관리제 도입) 100대 건설사 매년 20%이상 사망사고 감축
- 그 필요성이 점차 증대되고 있으며 점차적으로 법제화가 진행되고 있음
(법제와 추진) IoT 기술 접목 안전장비 법제화



< 관련 보도자료 >

- 국토교통부에서는 건설기계의 안전을 강화하기 위한 과제도 추진하고, 건설현장 안전관리에 첨단기술을 적극 활용하여 인적역량에 의존하던 불완전한 건설현장 관리체계를 시스템 중심의 안전관리체계로 전환



< 국토교통부 국민생명 지키기 프로젝트 >

- 국토교통부와 고용노동부에서는 2021년까지 스마트 안전장비를 의무화 할 계획
- [스마트 안전장비 사용] 19년 시범사업 → 20년 공공→21 민간으로 단계적 의무화

2019.04.11 국토교통부/고용노동부 '건설현장 추락사고 방지대책'

- 스마트 안전장비 의무화, 안전교육 강화

 	국토교통부	보도자료	 보도자료
	고용노동부		
담당부서	국토교통부 건설안전과	발 달 자 ○ 과장 한영희, 사무관 최원석, 주무관 김명석 ☎ (044) 201-3573, 3574, 3575	○ 근로자가 추락위험지역에 접근하거나 안전벨트를 착용하지 않았을 경우 경고하는 스마트 안전장비의 사용을 단계적으로 의무화할 계획이다.
	고용노동부 산업안전과	달 달 자 ○ 과장 고광훈, 사무관 류광호 ☎ (044) 202-7722, 7725	
보도일시		2019년 4월 11일(목) 세경부터 보도하며 후시계 바뀜 ※ 방송·통신·인터넷은 4. 11(목) 11:00 이후 보도 가능	
		○ '19년 시범사업 → '20년 공공 의무화(가칭) → '21년 민간 의무화(가칭)	

"안전 건설환경 조성, 발판부터 튼튼하게 만듦"

발판·난간 일제히에 안전성 높여...정부, 건설 추락사고 방지

- ◆ [공공안전 4월부터] 공공 공사 일제히 작업발판 의무화, 시공계통 안
- ◆ [민간지원] 일제히 작업발판 설치비 지원, 보증공제료 할인 등 혜택 제공
- ◆ [기술관리] 2층 이상 안전관리계획 수립, 위험공동 작업허가제 도입
- ◆ [스마트 안전장비] 사업 19년 시범사업 → 20년 공공 → 21 민간 등 단계적 의무화
- ◆ [안전문화 정착] 사망사고 참여주체 공개, 건축주 안전관리 지침 배포

국정안전점검조성위원회 건설 추락사고 방지대책 발표

- 안전교육을 미 실시한 사업주에 대한 과태료 상향, 개인보호구 착용 교육을 의무화하고, 안전수칙을 강조하는 교육보다는 실제 피해자의 인터뷰, 생활상 등을 교육하여 근로자의 공감과 자발적 안전수칙 준수를 유도할 수 있는 프로그램도 마련할 예정이다.

- [스마트 안전장비] 중장비의 근로자 접근감지 장비

국토교통부

수신 수신자 참조
(간주)
제목 공공공사 추락사고 방지에 관한 지침 등 이행을 위한 협조요청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 우리 부에서는 건설현장 사망자 수를 줄이기 위하여 「공공기관 작업장 안전 강화대책(3.19)」 및 「건설현장 추락사고 방지 종합대책(4.11)」을 적극 추진중에 있습니다.

3. 이와 관련하여 대책의 후속조치로 제도개선 이전에 공공기관 및 공공공사에 우선적으로 적용할 수 있도록 「건설기술 진흥법 조기에행 지침」 및 「공공공사 추락사고 방지에 관한 지침」을 마련하였음을 알려드리니 귀 협회의 회원사에게 적극 홍보하여 주시기 바랍니다.

붙임 1. 건설기술 진흥법 조기에행 지침 1부.
2. 공공공사 추락사고 방지에 관한 지침 1부. 끝.

국토교통부

수신처 대한건설협회, 대한안전협회, 건설기술진흥협회

주무관 김명석, 담당자 김명석, 연락처 02-201-3573, 3574, 3575

합조자

시행 건설안전과-2130, (2019. 5. 1.) 접수

부 30103, 세종특별자치시 도로6로 111(대전동) 국토교통부 / http://www.moh.go.kr

전화번호 044-201-3573, 팩스번호 02-2110-0695 / ph02116@moh.go.kr / 비공개(33)

발행처가 설정되고 복사됩니다.

[별표 1] 스마트 안전장비 사례

- 건설근로자 위치추적, 무선신호 송수신 모니터링, 위치관계 시스템 등 실시간 근로자의 안전관리를 위한 장비
- 근로자안전을 위한 위치파악용 센서 등 장비
- 근로자 위치정보를 송수신하는 유무선 통신네트워크
- 실시간 위치기반 작업자 안전관계 및 위험상황 발생시 긴급구호 등을 위한 시스템
- 고정식 및 이동식 지능형 CCTV를 설치하여 건설현장 위험지역 작업자 실시간 영상관계 및 이상발생 경고알림 장비
- 작업지시, 위험성평가서, 안전점검일지, 안전작업허가서 등을 스마트폰과 PC로 수행하고 안전관리서류를 DB화하여 위험분석 및 조치를 통해 안전사고 예방하는 장비
- 위험요소 스마트 모니터링 시스템
- 가설축삭이 원격계측 장비, 구조물균열 감지 장비, 중장비의 근로자 접근감지 장비, 밀폐공간에서의 일산화탄소 가스 등 유해물질 측정장비 등 위험요소 장비 및 위험요소 장비와 연동하여 건설현장 위험 사전예측 및 경고, 대응을 위한 모니터링 시스템
- 고소작업 안전고리 미체결시 경고음 발생 장비와 이를 현장관리자에게 정보를 전송하는 장치 및 시스템
- ※ 위의 스마트 안전장비 사례외에 발주청은 건설현장 안전관리를 위하여 무선통신 및 무선설비를 사용하는 장비 또는 장비를 구축 운영하는 체계(시스템) 등 스마트 안전장비를 건설현장에 맞추어 적용할 수 있다.

- 고용노동부에서는 건설기계·장비 사고 사망재해 반으로 줄이기 위한 『FM2050』 재해예방대책 실시

(고용노동부) FM-2050』 운동

○ 『FM-2050』 운동

- 사고 사망재해 증가추세 반전을 위해 『FM-2050』 운동 전개 및 재해 예방대책을 수립하여 사업 추진

(FM-2050 운동) 건설업 사고 사망재해 20% 이상을 차지하는 건설 기계·장비 사고 사망 재해를 ‘20년까지 50% 줄이기 운동

* FM(Five Machine, 5대건설기계·장비) : 굴삭기, 트럭류, 이동식크레인, 고소작업대(차), 지게차

- 재해발생 시 사망발생 비율이 높은 건설기계·장비의 사고 사망재해 감소를 위해 건설현장을 대상으로 현수막 게시 및 장비 점검의 날을 지정하고 자율 점검 등을 유도하여 「건설기계·장비 사고 사망재해 반으로 줄이기 운동」 캠페인 전개 및 안전문화 조성

○ 세부 추진과제

- 건설기계·장비 안전성 확보를 위한 관련 제도개선 추진

- 민·관 합동 건설기계안전협의체 구성 및 운영
- 안전자료 제작·보급 및 홍보
- 건설기계·장비 중점지도 점검

- 『FM-2050』 운동 캠페인 추진

- 장비점검의 날 지정 및 캠페인 실시[고용지청·일선기관·건설현장]
- 현수막 게시 및 산업안전 전광판 홍보 안내[일선기관·건설현장]

○ 신시장 창출

- 산업현장 유해위험요인 발굴 모니터링 시장
 - (위험요인 발굴) 산업현장 근로자 안전관리시스템 구축을 통한 현장 유해위험요인(위험시설물, 장비, 위험지역) 발굴 및 모니터링을 통한 근로자 안전 확보
 - (유해요인 확인) 작업장 유해물질 취급사업장, 유해요인 보유 사업장 지속 발굴, 작업환경 측정 확대로 수요 확대
- 안전보건 관리·컨설팅 서비스 시장
 - (시장 활성화) 위험사업장에 대한 본 시스템 도입으로 기업 안전보건활동 지원 강화
 - (대행제도) 본 안전관리시스템을 통한 종합 진단·평가하는 종합 컨설팅 안전관리 대행기관
 - 산업현장 안전관리 분야에서의 세계시장을 선점하고, 시장 조기 창출 및 산업경쟁력을 강화하여 신성장 동력을 창출 기대

1.3 연구개발 범위

가. 단계별 연구개발 내용

기간	단계별 주요 연구활동	세부추진내용	수행기관
1단계 (‘18.04~’ 18.12)	■ 충돌방지를 위한 자동 장비제어 기술 개발 (HW, SW)	- 자동장비제어 기술 요구사항 정의 - 전자 제어를 통한 장비제어 알고리즘 개발 - 전자 제어 모듈 개발 및 설계 - 전자 제어 모듈 시제품 제작	영신
	■ 장비접근제어시스템 적용성 조사 및 검토	- 현장 수요조사 - 현장 테스트 적용성 분석	영신
	■ 테스트 계획 수립	- 현장 요구사항 조사 - 현장 테스트 지원 계획 수립	영신
	■ LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술 개발(HW, SW)	- 장애물 인지 기술 요구사항 정의 - 다채널 LiDAR를 이용한 장애물 검출 알고리즘 개발 - 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘 개발 - 운전원 보조 인터페이스 개발 및 설계	한국기계연구원
	■ 충돌방지를 위한 자동 장비제어 기술 개발 (HW, SW)	- 접근 장애물의 위험도 판별 알고리즘 개발	한국기계연구원
	■ 테스트 계획 수립	- 현장 요구사항 조사 - 현장 테스트 지원 계획 수립	한국기계연구원
2단계 (‘19.01~’ 19.12)	■ 장비접근제어시스템 현장 테스트 및 검증	- 상용화를 위한 HW 디자인 및 기구제작 - 전자 제어 모듈 테스트 - 장비접근제어시스템 기술 성능 및 제품 검증 - 테스트 보고서 작성 및 개선사항 검토	영신
	■ ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발 (HW, SW)	- 통신관제 기술 요구사항 정의 - 다기능 통신 모듈 개발 및 설계 - 다기능 통신 모듈 시제품 제작 - 안전관리자 중심의 효율적 관제시스템 설계 및 프로토콜 정의 - 장비접근제어시스템 및 실시간 안전관리를 위한 통합관제시스템 개발	영신

		- 알람 시스템 연동 API 개발 - 위치측위 좌표 인터페이스 - 하이브리드 서비스 플랫폼 개발	
	■ 통합관제시스템 운영 및 검증	- 다기능 통신 모듈 테스트 - 통합관제시스템 System Integration 구축 - 상용화를 위한 시스템 디버깅 - 안전관리를 위한 실시간 이벤트 Data Base 구축 - 장비접근제어시스템과의 연동 테스트 - 통합관제시스템 운영 및 보고서 작성 - 성능 검증 및 보완사항 도출	영신
	■ 상용화를 위한 현장 테스트	- 테스트 현장 구축 - 현장시험 지원 - 시스템 설치 및 성능 검증 - 사용성 검토, 문제점 도출 - 이해관계자 미팅을 통한 기능 검토 - 상용화를 위한 시제품 개선사항 도출 - 기능 및 GUI 보완	영신
	■ 장비접근제어시스템 현장 테스트 및 검증	- 상용화를 위한 시스템 디버깅 - 장애물 검출 알고리즘 실차 성능 시험 데이터 분석 - LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술과 충돌 방지를 위한 자동장비제어 기술 연동 - 상용화를 위한 HW 디자인 및 기구제작 - 장비접근제어시스템 기술 성능 및 제품 검증 - 정확도 향상을 위한 고도화 기술 개발 검토	한국기계연구원
	■ 상용화를 위한 현장 테스트	- 테스트 현장 구축 - 현장시험 지원 - 시스템 설치 및 성능 검증 - 사용성 검토, 문제점 도출 - 이해관계자 미팅을 통한 기능 검토 - 상용화를 위한 시제품 개선사항 도출 - 기능 및 GUI 보완	한국기계연구원

2. 연구수행내용 및 성과

가. 연구개발 결과 요약

연구범위		연구수행방법	연구성과
LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술	장애물 인지 LiDAR 모듈	• 다층 LiDAR를 활용한 3차원 장애물 인지 기술 개발	• 성능시험 보고서 • S/W 등록
	전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	• 다채널 LiDAR를 이용한 장애물 검출 알고리즘 개발	• 작업환경 탐지 알고리즘 보고서 • 성능시험 보고서
	운전원 보조 인터페이스	• 운전원 보조 인터페이스 개발 및 설계	• 시제품
충돌방지를 위한 자동장비제어 기술	전자 제어 모듈	• 자동장비제어 기술 요구사항 정의 • 전자 제어를 통한 장비제어 알고리즘 개발 • 전자 제어 모듈 개발 및 설계 • 전자 제어 모듈 시제품 제작	• 성능시험 보고서 • 알고리즘 보고서 • 전자제어모듈 시제품 • 제품인증
	충돌 위험도 판별 알고리즘	• 접근 장애물의 위험도 판별 알고리즘 개발	• 위험도 판별 알고리즘 보고서 • 성능시험 보고서
ICT기반 하이브리드 통신 기술	다기능 통신모듈	• 통신관제 기술 요구사항 정의 • 다기능 통신 모듈 개발 및 설계 • 다기능 통신 모듈 시제품 제작 • 안전관리자 중심의 효율적 관제시스템 설계 및 프로토콜 정의 • 장비접근제어시스템 및 실시간 안전관리를 위한 통합관제시스템 개발 • 알람 시스템 연동 API 개발 • 위치측위 좌표 인터페이스 • 하이브리드 서비스 플랫폼 개발	• 다기능 통신모듈 시제품 (HW) • 제품인증
	통합 관제 시스템	• 다기능 통신 모듈 테스트 • 통합관제시스템 System Integration 구축 • 상용화를 위한 시스템 디버깅 • 안전관리를 위한 실시간 이벤트 Data Base 구축 • 장비접근제어시스템과의 연동 테스트 • 통합관제시스템 운영 및 보고서 작성 • 성능 검증 및 보완사항 도출	• 통합관제 시스템 개발(S/W) • 성능시험 보고서 • 특허 등록
현장적용	시제품 현장테스트	• 테스트 현장 구축 • 현장시험 지원 • 시스템 설치 및 성능 검증 • 사용성 검토, 문제점 도출 • 이해관계자 미팅을 통한 기능 검토 • 상용화를 위한 시제품 개선사항 도출 • 기능 및 GUI 보완	• 현장테스트 보고서 • 컨설팅 보고서 • 사업화 매출액 2750만원 • 기술실시계약 체결2건 (2200만원) • 특허 등록 • 디자인 출원 완료 • 제품 인증
	성능개선	• 선회 시 인식성능 개선	• 성능개선 보고서

나. 연구개발 추진 상세내용

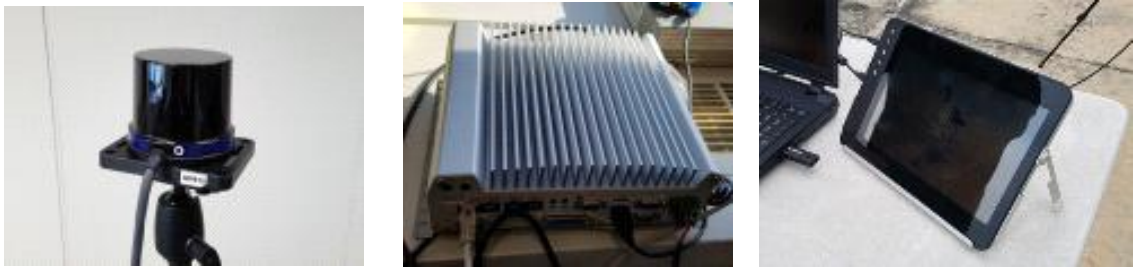
1) 장애물 인지 LiDAR 모듈

- 장애물 인지 LiDAR 모듈 개발품

- 본 개발품은 라이다(LiDAR) 센서를 이용한 작업환경 탐지 장치로 라이다, 연산PC, 모니터(GUI)로 구성된다. 중장비 작업 주변환경의 위험 요소 인지에 따른 충돌예보 시스템을 구성하기 위해 탐지용 라이다가 사용되었으며, Quanergy社 M8 센서와 Velodyne社 VLP-16 센서가 선정되었다. 이 중 8개의 층을 선택하여 3차원 점군데이터를 획득한다. 작업환경 탐지 알고리즘의 연산은 산업용 PC에서 수행되며 Window기반 운영체제에서 Mathworks社 Matlab 개발 환경에서 수행되었다. 해당 알고리즘은 GUI통합되어 단독 실행파일로 배포 가능하다.

- 구성품 사양

- 구성품은 다층 라이다 1개, 산업용 PC 1개, 운전자 보조 인터페이스 1개이다.



< 다층라이다(좌), 산업용PC(가운데), 운전자 보조인터페이스(우)>

구성품목	기 능
LiDAR	주변 장애물의 위치 (방향, 거리)를 측정한다. 여러 층의 레이저를 주사하여 3차원 공간에서의 주변환경 점군 데이터를 획득한다.
산업용 PC (S/W포함)	작업환경 탐지 알고리즘을 구동한다. LiDAR로부터 획득된 점군 데이터의 후처리 과정을 통해 환경 정보를 처리하고 저장한다. 운전자 보조 인터페이스로 데이터를 전송한다.
운전자 보조 인터페이스	중장비 운전자에 제공되어 주변 환경 인식 정보를 도시하고, 위험 상태를 알린다. 사용자가 장비를 조작할 수 있는 GUI 인터페이스를 제공한다.

- 2차년도 개선 구성품

- 구성품은 다층 라이다와 카메라가 결합된 센서부 1개, 전원부 및 제어입출력을 처리하는 제어부 1개, 운전자 보조 모니터 1개 이다.



< 2차년도 개선 구성품 (센서부, 제어부, 운전자 모니터)>

구성품목	기 능
센서부 (LiDAR, 카메라)	전방향 이미지 정보를 획득한다. 획득한 이미지에서 작업자에 해당하는 픽셀정보를 반환한다. 주변 장애물의 위치 (방향, 거리)를 측정한다. 여러 층의 레이저를 주사하여 3차원 공간에서의 주변환경 점군 데이터를 획득한다. 픽셀영역에서 거리정보를 추출하여 작업자 정보를 출력한다.
제어부 (산업용 PC, S/W포함)	작업환경 탐지 알고리즘을 구동한다. LiDAR로부터 획득된 점군 데이터의 후처리 과정을 통해 환경 정보를 처리하고 저장한다. ICT 관제를 위한 데이터 출력 인터페이스(RS-232)를 제공한다. 운전자 보조 인터페이스로 데이터를 전송한다.
운전자 보조 인터페이스 (GUI)	중장비 운전자에 제공되어 주변 환경 인식 정보를 도시하고, 위험 상태를 알린다. 사용자가 장비를 조작할 수 있는 GUI 인터페이스를 제공한다.

- 2차년도 최종 시제품의 센서부는 LiDAR와 카메라가 결합되어 있으며, 작업자 인식을 개선하기 위해 카메라가 추가되었다. 3차원 LiDAR는 Velodyne VLP-16 으로 선정하였고, 카메라는 Jabra Panacast 제품을 선정하였다. 센서부에 부착된 Jabra Panacast는 카메라 3개가 일체형으로 구성되어 180도에 해당하는 전방향 탐지가 가능하다. 센서부를 구성하는 LiDAR와 카메라의 성능은 아래와 같다.

이미지	성능	사양
	화각	가로:180 / 세로:54
	카메라수	3
	라이트 제어	밝기, 대비, 채도, 선명도
	해상도	최대 3840 x 1080 @30fps 최소 1280 x 720 @ 30fps
	인터페이스	USB-C

<카메라 이미지 및 사양>

이미지	성능	사양
	화각	수평:360 / 수직:30 (16채널)
	정밀도	+/- 3cm
	인식거리	최대 100m
	해상도	수평: 0.1도 / 수직: 2도
	갱신률	5 - 20Hz

<LiDAR 이미지 및 사양>

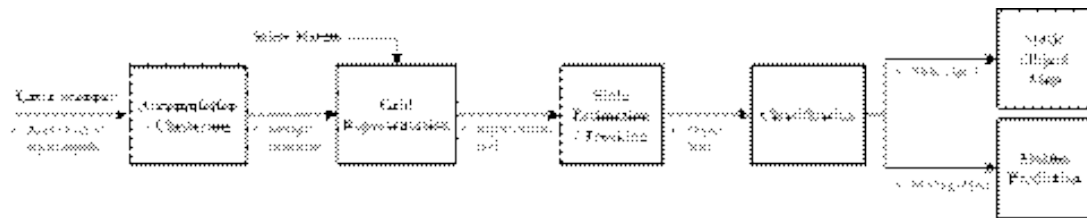
2) 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘

- 작업자 인식 알고리즘은 1차년도 of 점군데이터의 형상기반 알고리즘이 개발되어 적용되었고 개선 사항으로 영상기반 인식과 점군 학습기반 인식이 추가 개발 되었다. 이것은 작업자의 오 인식 또는 과인식을 개선하기 위해 이중의 센서를 융합하여 결과물을 중복 확인하는데 활용된다.

① 점군 형상기반 알고리즘

○ 알고리즘 구성

- 중장비 주변 작업환경의 모니터링을 위해서는 탐지용 센서를 이용하여 물체 정보 인지하고, 추정된 굴삭기 작업장치의 작업영역을 추정하여 작업영역 내의 물체를 예측하도록 구성된다. 레이저 스캐너를 이용한 인지 알고리즘은 크게 5단계로 나누어 후처리를 진행하였다. 데이터 획득 및 좌표변환, 신호 누적 및 군집화(Clustering), 격자화(Grid Representation), 분류(Classification), 그리고 작업영역 내 정지물체 맵(object map) 생성과정으로 구분된다.

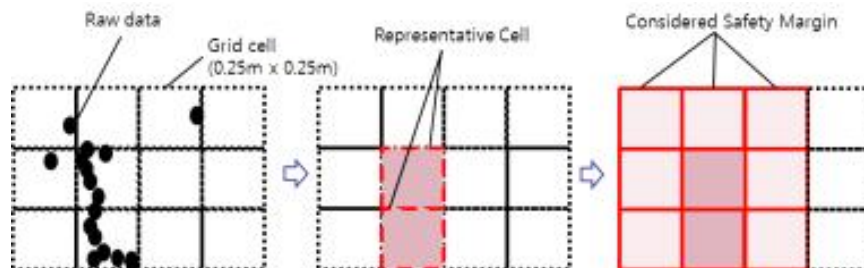


< 작업환경 탐지 알고리즘 흐름도 >

- 데이터 획득 및 좌표변환 단계에서는, LiDAR에서 인식된 점군데이터를 장착 위치와 각도를 반영하여 직교 좌표계로 변환한다. LiDAR 센서 1기는 360도를 0.25 간격으로 나누어 방위 각과 거리 탐지 가능하다. 각 데이터의 i -번째 각도를 α_i , 거리 정보를 r_i 라고 하면 다음과 같은 관계식으로 좌표변환을 할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}_i = \begin{bmatrix} \cos\psi & \sin\psi & 0 \\ -\sin\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 & -\sin\theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\theta & 0 & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\phi & \sin\phi \\ 0 & -\sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix} \cdot r_i \cdot \begin{bmatrix} \cos\alpha \\ \sin\alpha \\ 0 \end{bmatrix}_i + \begin{bmatrix} x_{off} \\ y_{off} \\ z_{off} \end{bmatrix}$$

- 격자화(Grid representation)단계에서는 이전단계에서 누적된 data에서 이동물체에 대한 신호를 제외한 결과인 정지 장애물 raw data만 활용하였다. 해당 신호들을 가로 0.025m, 세로 0.025m인 정사각형 격자로 나누고, 한 격자에 신호가 중복 이상 존재할 경우 해당 cell을 Representative cell로 결정하였음. Representative cell은 물체가 존재한다고 확정된 격자를 의미한다.



<격자화를 통한 데이터 축소 과정 개념도>

- 본 알고리즘의 군집화(Clustering) 과정에는 Euclidean Minimum Spanning Tree(EMST) 기법을 이용하여 graph-based clustering을 적용하였다. 본 기법의 edge weight들은 Euclidean distance(점과 점사이의 직선거리)로 주어진 상태에서 break point를 결정하는 방식을 적용하였다. Edge weights 간의 outlier를 결정할 때에는 Random Sample consensus(RANSAC) 기법을 이용하였다.

○ 분류과정을 통한 환경인식 및 유사 작업자 검출

- 군집화 단계를 통해 작업환경의 물체 정보를 획득할 수 있다. 분류 단계에서는 물체 중에서도 사람과 유사한 물체를 분류하여 운전자에게 제공하는 알고리즘이다. LiDAR 센서로부터 획득한 물체 정보는 거리기반의 점군데이터로 물체의 형상 정보이다. 사람의 몸통 형상이 고차 다항식에 유사한 표면을 가진 점에서 착안하여 사람에 유사한 물체로 분류한다. 이를 위해서 군집개체의 크기가 0.2m 이상, 1m 이하인 객체를 선별하고, 객체의 중심이 2차원 평면의 y-축에 위치하도록 회전 변환을 시킨다. 본 알고리즘에서는 사람의 몸통 형상이 2차 다항식과 유사하다고 가정하고 해당 객체의 점군데이터를 2차식에 fitting 한다.

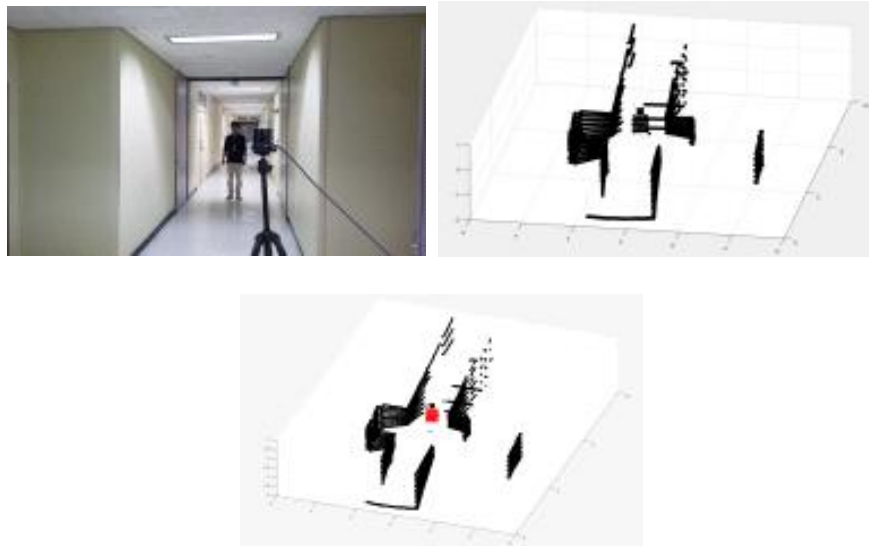
- 아래의 조건을 만족하는 경우 사람 몸통과 유사한 면이라고 판단한다.

2차항의 계수가 0.2이상 1.4이하

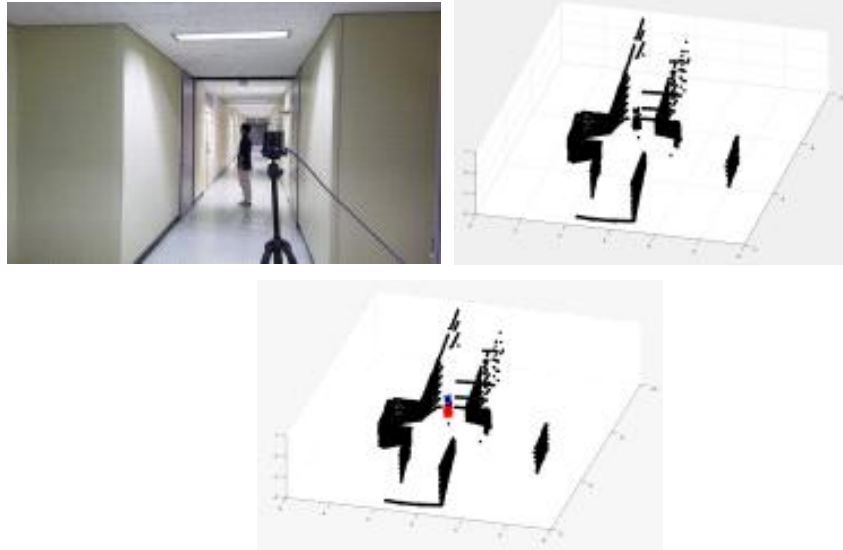
축의 위치가 -0.4이상 0.4이하

RMS 에러가 0.224이하

- 각 단계의 결과와 최종 분류된 그림을 아래와 같다. (붉은색이 사람유사 물체)



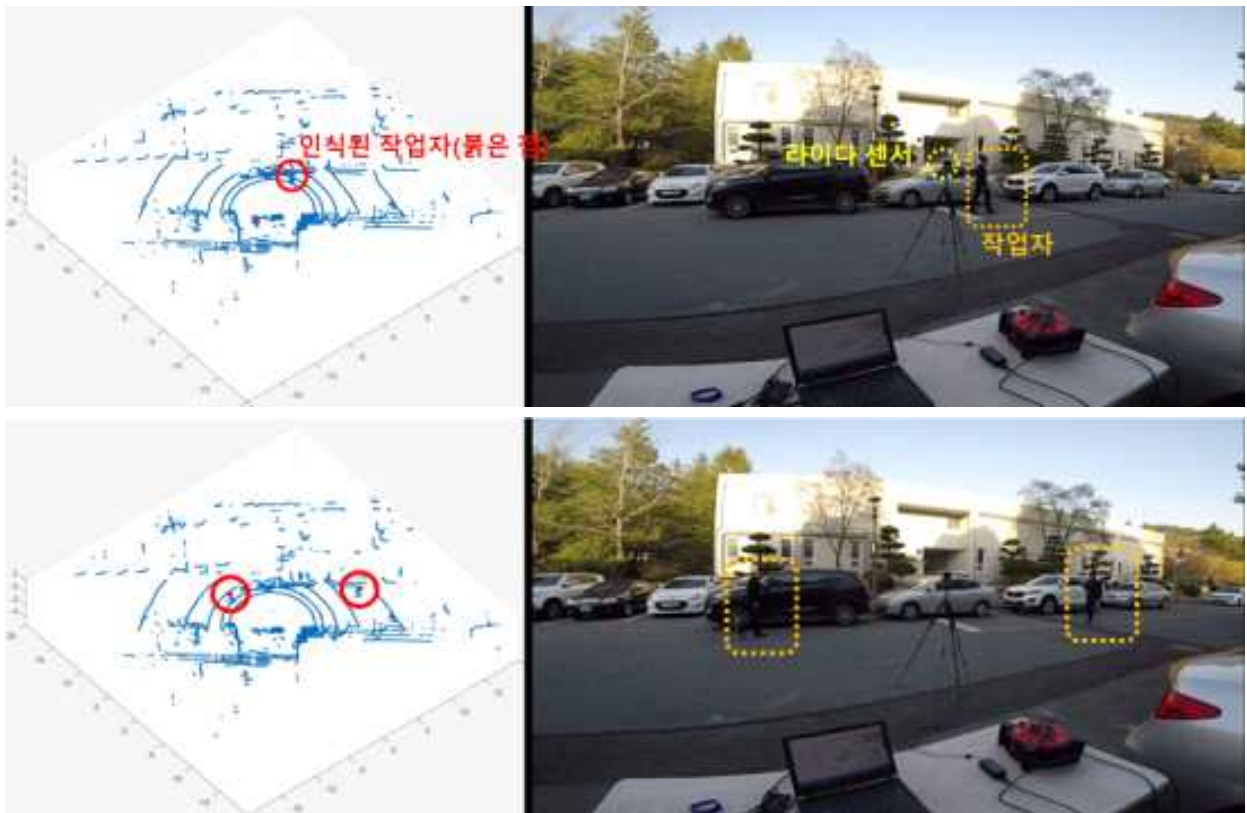
<정면 사람의 모습(좌), 획득된 점군데이터(가운데), 작업자인식(우)>



<측면 사람의 모습(좌), 획득된 점군데이터(가운데), 작업자인식(우)>

○ 점군 형상기반 분류의 실험 결과

- 점군 형상기반 작업자 인식 실험은 야외 환경에서 라이다 센서를 지면 1.5m 높이에 설치하고 임의의 위치에서 사람을 인식하는 방법으로 진행하였다. 아래 실험 사진과 같이 기본적으로 사람의 점군을 분류(붉은 점)하지만 과탐과 오탐이 발생하였다. 형상기반의 작업자 인식은 사람의 형상에 해당하는 점군을 바탕으로 판단하는 것으로 사람과 유사한 형상 (예를 들어 기둥, 원통형의 물건)을 사람으로 인식하는 오류를 나타냈다. 이를 보완하기 위해 카메라 영상을 결합하여 영상기반의 분류결과와 융합하여 신뢰성을 높이는 연구를 2차년도 추가 보완 내용으로 진행하였다.

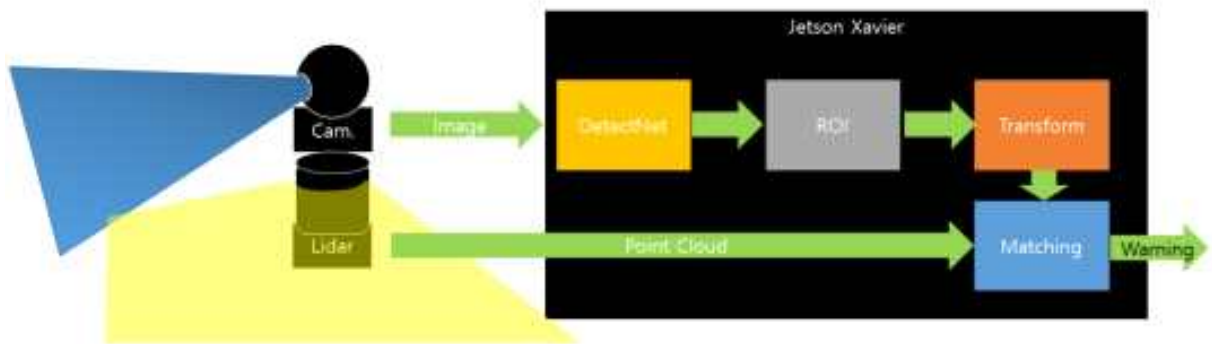


<점군 형상기반 작업자 인식의 실험 결과>

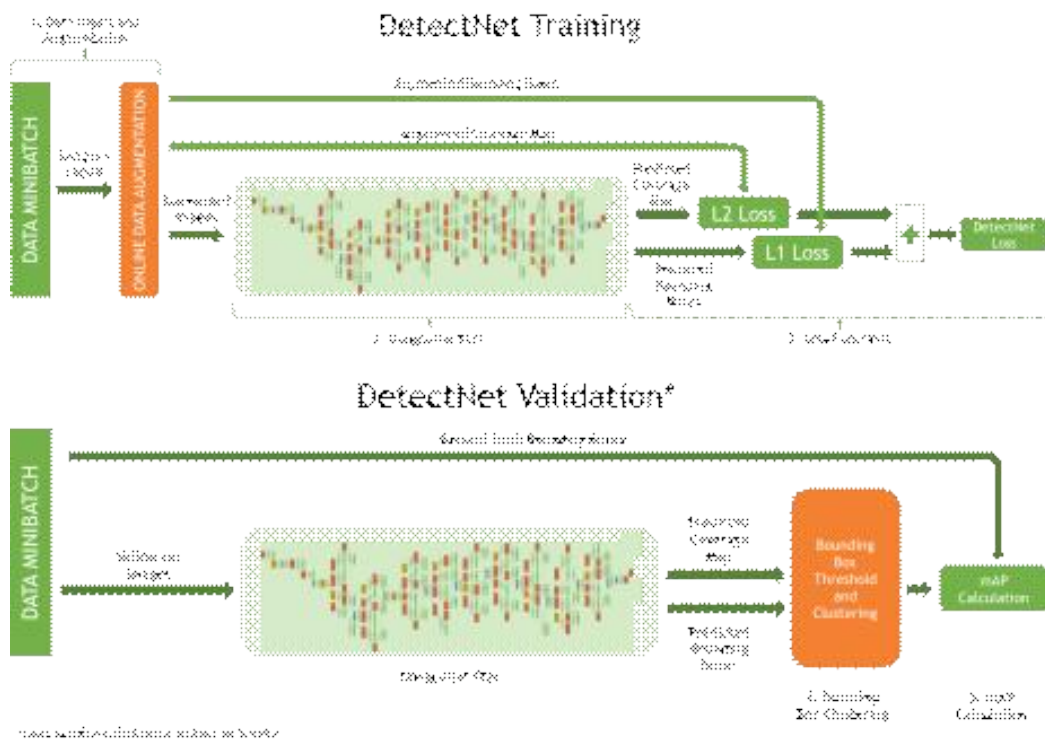
② 영상기반 알고리즘

○ 알고리즘 구성

- 영상기반 알고리즘은 카메라로 촬영한 이미지정보로부터 작업자를 검출하고 검출한 영역정보를 Lidar 기반 좌표계로 변환하는 방식으로 구성된다. 작업자를 검출하기 위하여 Bounding box기반 깊은인공신경망(Deep Neural Network, DNN)중 하나인 DetectNet을 활용하였다. DetectNet으로부터 추정한 이미지 영상 내 작업자의 경계좌표는 Camera-Lidar 좌표변환을 통하여 Lidar 좌표계로 변환한다.



<카메라 영상정보를 활용한 작업자 탐지 개념도>



<DetectNet의 학습, 검증구조>

- 카메라와 Lidar간 칼리브레이션은 카메라 2D 영상좌표계에서 추출한 픽셀정보로부터 Lidar에서 해당하는 영역의 위치좌표를 계산할 수 있도록 구성된다. 단일 카메라 이미지 픽셀좌표계에서 Lidar 좌표계로의 변환은 카메라와 Lidar간 변환행렬을 알고 있다 하더라도 일반

적으로 이미지 정보로부터는 깊이 정보(Z좌표)를 직접 알 수 없기 때문에 특수한 알고리즘 (Monocular Visual Odometry 등)을 통하여 Z를 추정할 수 있어야 한다.

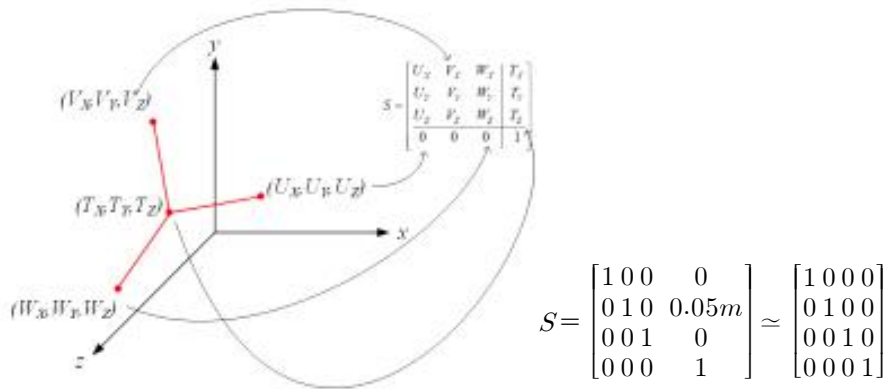
$$\begin{bmatrix} u' \\ v' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} uz_c \\ vz_c \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & \gamma & u_0 \\ 0 & \beta & v_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ z_c \end{bmatrix}$$

$$X_L = \begin{bmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \\ 1 \end{bmatrix} = S_C^L \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = (S_L^C)^{-1} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix}$$

<카메라 좌표계에서 Lidar좌표계로의 변환의 문제점>

- 카메라 이미지 픽셀 좌표로부터 Lidar로의 좌표변환을 손쉽게 하는 방법 중 하나는 카메라를 Lidar 중심좌표에 최대한 위치시키고 중심이 일치한다고 가정하는 것이다. 이 경우 카메라와 Lidar 중심좌표간 위치차이가 변환오차로 작용한다. 카메라를 Lidar의 바로 위에 위치시키는 경우 카메라와 lidar의 y방향 (중력가속도방향 5cm)의 차이가 발생한다. 하지만 중력가속도 방향의 작은 오차는 검출결과에 큰 영향을 주지 않는다.



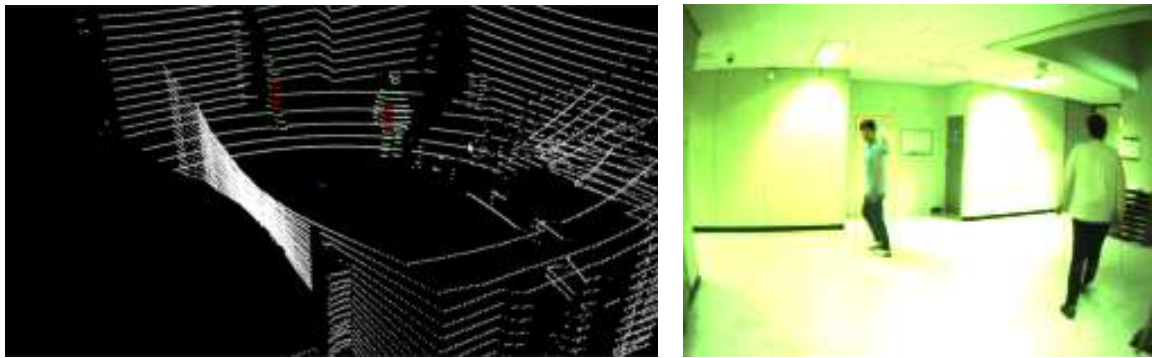
<좌표변환 시 y축 방향 오차의 영향>

○ 영상기반 분류의 작업자 인식 실험

- 영상기반 작업자 검출은 야외/실내에서 각각 이루어 졌다. 영상정보에서 추출한 작업자(보행자) 좌표는 Lidar에서 data가 ethernet으로 넘어와 parsing을 수행할 때 각도정보를 활용하여 Lidar에 직접 맵핑이 되도록 설계되었다. 그로 인하여 복잡한 계산 없이 실시간으로 영상정보의 작업자의 위치정보를 Lidar로부터 얻어낼 수 있다. 실내외에서 카메라를 중력가속도방향으로 회전시키는 상황에서도 정확하게 동작함을 확인하였다.
- DetectNet의 작업자 분류 알고리즘의 실험 결과 실내외에서 지속적인 성능으로 사람 분류가 가능하였으며, Confidency 수치를 함께 제공하여 인식률의 과탐/오탐을 사용자가 조절할 수 있었다. 또한 LiDAR 점군 기반의 인식결과와 중복 적용하면 보다 신뢰성 있는 작업자 인식 결과를 낼 수 있다.



<다수인원의 영상기반 작업자 검출결과>



<영상기반 작업자 검출 및 Lidar좌표로의 변환 결과>

3) 운전원 보조 인터페이스

○ 시제품 및 UI 개발

- 상용 터치모니터에 개발한 UI를 적용하여 운전원 보조 인터페이스를 제작함. 해당 시제품은 산업용 PC에서 처리된 알고리즘의 결과를 도시하여 운전원에게 보조적인 정보를 제공한다. 3차원 환경 점군데이터와 객체로 인식된 마커 표시가 가능하다. 라이다 센서의 통신 상태를 제어 (시작/정지)할 수 있고 충돌 위험도 판별 결과를 표시 가능하다.



<운전원 보조 인터페이스(좌), 굴삭기 운전석 거치 예(우)>



<UI 인터페이스 및 기능 버튼>



< 2차년도 개선 UI(라이다 점군 및 카메라 영상 표시) >

○ 개선 GUI 개발 (2차년도)

- GUI는 사용자에서 센서부 설치 방향의 정보를 제공하기 위해 구성하였으며, 180도 카메라 영상, 점군데이터 상의 정보, 수치 정보를 제공한다.
- 180도 파노라마 카메라에서 들어오는 영상은 화면 상단 좌우에 표시하여 운전자가 후방 등 사가지내 시야를 확보할 수 있도록 구성하였다. 탐지된 작업자는 해당 픽셀에 해당하는 위치만큼 붉은 색 사각형으로 표시하여 작업자가 즉각적으로 확인가능하도록 표현하였다.
- LiDAR 점군 데이터는 화면 좌측하단에 표시하였다. 거리값을 알 수 있도록 직하방에서 내려다볼 수 있도록 점군을 도시하고, 위험도 구역에 따라 거리별 반원 영역을 설정하였다. 위험구역 내에 탐지된 작업자는 붉은 원으로, 경고 지역 내에 탐지된 작업자는 노란 원으로 표시하여 작업자가 거리별 위험 상황을 알 수 있도록 구현하였다.
- 우측하단에는 수치정보를 표현하였으며, 탐지된 객체수, 가장 가까운 객체의 거리, 방위정보를 텍스트로 나타낸다. 해당 정보는 제어부에 RS-232를 통해 출력되며 관제 시스템에 동일하게 업링크 된다.



<최종 개발된 운전원 보조 인터페이스 GUI>



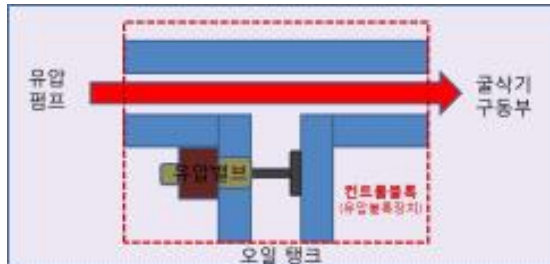
<실차 굴삭기에 설치된 운전원 보조 인터페이스>

4) 전자 제어 모듈

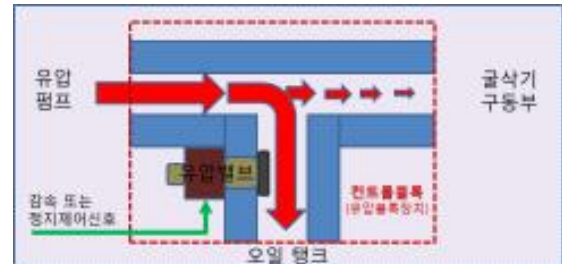
○ 기존 유압제어기술 분석

- 유압제어 기술

- 유량조절밸브(Oil Flow Control Valve : OFCV)를 제어함으로써 장비의 동작을 제어
- 수신된 제어신호가 해제되는 경우 유압유량 비례 솔레노이드밸브를 즉시 폐쇄하여 바이패스 라인을 통하여 오일탱크로 흐르는 작동유압 유량을 즉시 차단하여 각각의 유압부하(굴삭기 구동부)가 즉시 작동이 복귀



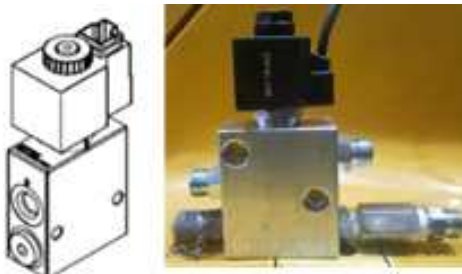
<상시 상태의 유량 흐름>



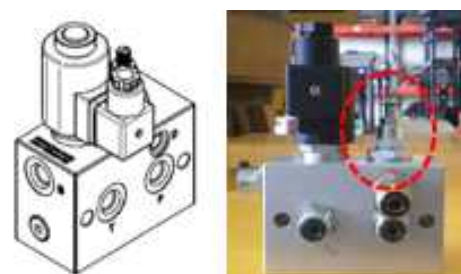
<정지 제어 상태의 유량 흐름>

- 감압제어 기술

- 솔레노이드블럭에 의해서 제어가 되었을 때 유압호스 내 압력이 정상 작동 상태의 유압호스 내 압력보다 2배의 압력이 가해져 실차에 적용시 갑작스런 정지로 인한 2차 사고(적재물 낙하 및 중장비 전복 등)와 장비의 브레이크 디스크 및 Seal 파손이 예상
- 개선 솔레노이드블럭에 별도 Reducing Valve를 장착한 시제품을 제작하여 개선 솔레노이드블럭의 제어 압력을 조정함에 따른 정지 제어를 위한 적정 압력 도출

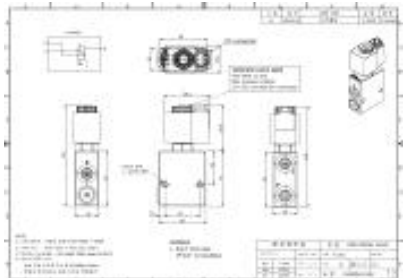
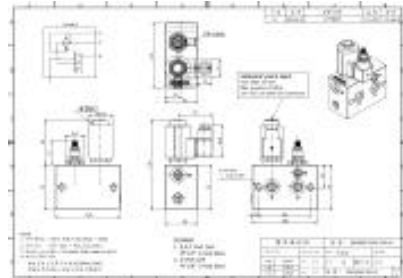


<개선 전 Stop Controller >



<개선 후 Stop Controller 장착>

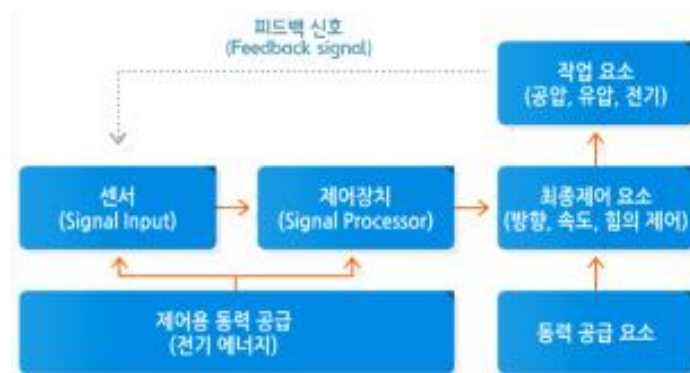
- 개선 솔레노이드블록 사양

구분	1차 시제품 솔레노이드블럭	2차 시제품 솔레노이드블럭
Max. Flow	12 lpm	35 lpm
Max. Pressure	210 bar	210 bar
Max. Control Current	0.66 amps for 24VDC Coil	0.66 amps for 24VDC Coil
Operating Hydraulic Oil	ISO VG16 ~ VG68	ISO VG16 ~ VG68
Operating Temperature	-20℃ ~ 70℃	-20℃ ~ 70℃
Max. Temperature	125℃	125℃
Drawing		

○ 건설장비 전자제어 기술개발

- 전자제어 기술

- 최근 생산되는 중장비는 대부분 디지털 제어신호로 제어되는 시스템을 적용하여 카운터, 레지스터, 메모리 등의 기구를 통하여 제어정보를 전달하고 일정시간 때의 대표 값으로 정보의 형태를 표시하는 방식으로 구성
- 중장비의 전자제어 알고리즘 역시 디지털 제어를 기반으로 하여 입력신호의 변화에 의해서만 제어가 행해지는 비동기 제어신호 처리방식으로 개발
- 추후 사업화를 고려하여 해당 과제에서는 중장비의 종류, 제조사, 연식, 모델 등 다양하게 적용하기 위해 Closed Loop Control 처리를 적용하지 않고, 시스템 내의 하나 또는 여러 개의 입력변수가 약속된 법칙에 의하여 출력변수에 영향을 미치도록 Open Loop Control 정보처리를 적용



<제어시스템의 제어신호의 흐름도>

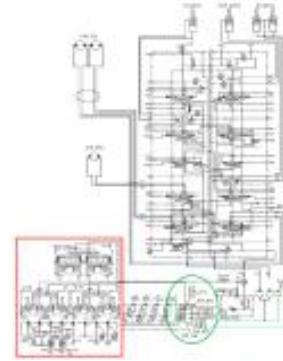
- 유압제어의 단점으로 별도의 솔레노이드블럭을 제작 및 설치를 하고 유압라인 수정을 위해 추가적으로 유압호스와 니플의 제작 및 설치 작업, 전문 유압엔지니어를 통해서만 작업이 이루어져야 하며, 실제 현장에서 적용하기 위해서는 해당 중장비는 구조변경 신청을 진행해야 하는 비용적인 측면과 작업시간 측면에서 상당한 Loss가 발생되어 사업화를 위해서는 반드시 해결해야 하는 사항으로 검토됨
- 중장비로 인한 충돌 및 협착 사고 증가되고 있으며, 중장비로 인한 사고는 중대재해로 이어지고 있기 때문에 중장비의 안전에 대한 성능이 강화되어 있어 일부 회로수정을 통한 전자제어 알고리즘을 적용하였을 때, 유압제어의 단점을 극복할 수 있음
- 본 연구과제에서는 다양한 중장비에 다방면으로 적용할 수 있도록 회로구성을 통한 전자제어를 실현하는데 목적을 두고 시험을 진행함

- 궤도타입 굴삭기 전자제어 방안 ① : Safety Solenoid 제어

- 전자제어를 위해 중점적으로 고려해야 하는 사항으로 안전 잠금 솔레노이드 밸브 전단으로 가변적인 제어신호를 주었을 때, 리모트 컨트롤 밸브 즉 좌측/우측 레버 작동이 제어됨에 따라 해당 중장비의 주행속도 솔레노이드 밸브, 암 재생 컷 솔레노이드 밸브, 순간승압 솔레노이드 밸브, 붐 우선 EPPR 밸브가 하나의 회로를 통해 동작이 제어됨을 확인할 수 있다.

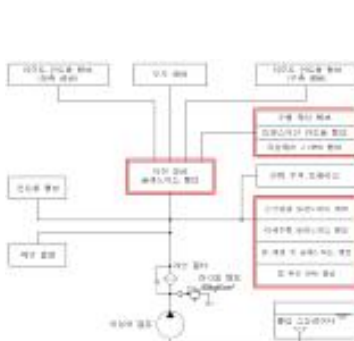


<굴삭기 궤도타입 파일럿 회로 구성>

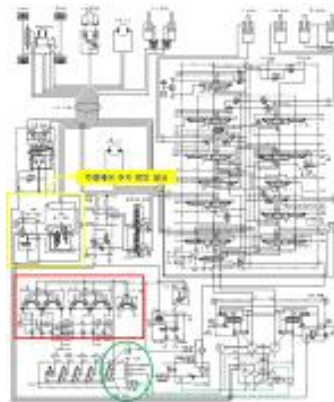


<굴삭기 궤도타입 전자제어 적용 회로 구성>

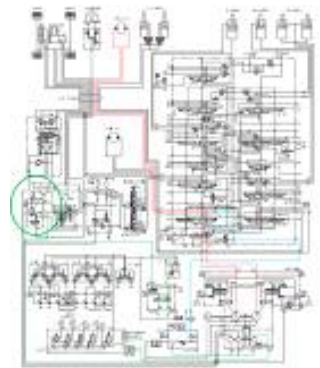
- 궤도타입 굴삭기의 경우는 주행 페달 밸브, 트랜смис션 컨트롤 밸브, 유량제어 2 EPPR 밸브가 리모트 컨트롤 밸브 즉 좌측/우측 레버와는 별도의 회로를 구축하고 있다.
- 이로 인하여 안전 잠금 솔레노이드 밸브 전단으로 가변적인 제어신호를 주었을 때, 주행 동작을 제외한 나머지 동작에 대해서만 제어가 가능하다는 것을 확인할 수 있다.



<굴삭기 궤도타입 파일럿 회로 구성>



<굴삭기 궤도타입 전자제어 적용 회로 구성>



<굴삭기 타이어타입 주행제어 전자제어 적용 회로 구성>

- 휠타입 굴삭기 전자제어 방안 ② : Travel Solenoid 제어

- 각각 펌프의 오일은 메인 컨트롤 밸브를 지나 주행모터로 유입되는 동시에 주행 모터의 리턴 오일은 터닝 조인트 및 메인 컨트롤 밸브의 주행 스푼을 지나 탱크로 되돌아가며, 이때 중장비는 전지 또는 후진하게 된다.
- 굴삭기 타이어타입의 주행 제어를 위해서는 주행 제어 밸브 전단에 전자제어모듈을 통한 가변신호를 주어 제어가 가능하게 구성이 가능

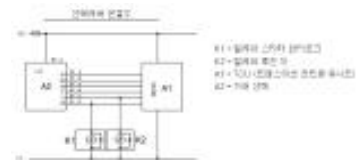
- 지게차 전자제어 방안 ③ : Gear Shifting 제어

- 지게차는 타이어타입으로 적재물을 들어올림 장치를 가지며 다른 중장비에 비하여 비교적 빠른 속도로 주행을 요하는 장비이기에 상기와 같은 전자제어 방안을 적용하였을 시, 지게차 급정거로 인한 적재물 낙하 혹은 지게차 전복 등 2차 사고가 발생할 가능성이 있기에 다른 방법을 고려한다.

- 지게차의 브레이크 라인에 전자제어를 적용하면 확실하게 제동력이 줄어들어 정지되는 효과를 볼 수 있으나, 제어가 되어 제동되어 정지되기까지의 시간동안에는 브레이크 본연의 역할인 제동을 할 수가 없으며, 오로지 전자제어에 의해서만 주행 동작 제어가 가능하다.
- 이러한 사항을 고려하여 본 연구과제에서는 지게차 브레이크 본연의 역할인 제동 기능을 충족함과 동시에 지게차 주행 속도를 서서히 감속시키는 Gear Shifting 제어를 고려하였다.

기어 선택레버 코딩

속도	출력									KD
	전진			후진			중립			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
A01 B1	●			●			●			
A02 B2		●			●			●		●
A03 B3	●			●			●			●
A04 V	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
A05 R				●	●	●				
A06 AG							●	●	●	
A07										●



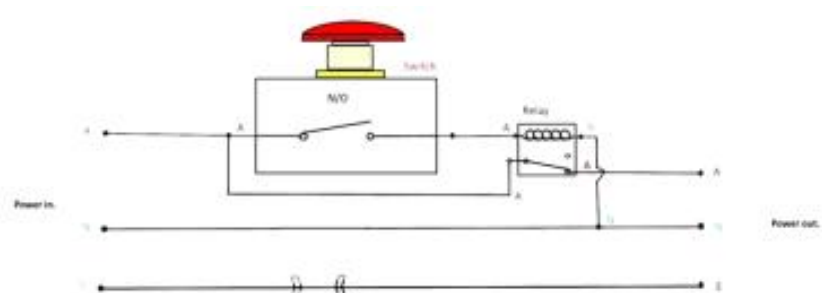
<지게차 기어 선택레버 코딩>

<지게차 선택레버 회로도 구성>

<지게차 선택레버 연결도 구성>

- 포장장비 전자제어 방안 ④ : Emergency Stop Button 제어

- 도로현장에서 사용하고 있는 포장장비로는 시공순서에 따라 머캐덤롤러, 타이어롤러, 탠덤롤러로 구분하며, 해당 중장비는 도로 포장의 다짐을 하는 장비로써 다른 중장비에 비하여 상당히 저속으로 운행한다.
- 비상정지버튼은 Normally Open 접점에 연결되어 버튼을 누르면 릴레이가 닫히고, 릴레이 코일에 전원을 공급하여 릴레이 코일을 활성화시키고, 능동 접점을 열어서 전원이 차단되어 장비의 작동을 멈춘다.
- 상기의 릴레이 작동과 동일하게 릴레이 위치에 전자제어모듈을 설치하여 가변신호에 따른 비상정지버튼의 Normally Open 상태를 제어함으로써 포장장비의 동작을 제어한다.



<비상정지버튼 시스템 개략도>

○ 전자제어 모듈 시제품 제작

- 1차 시제품

초기



개선



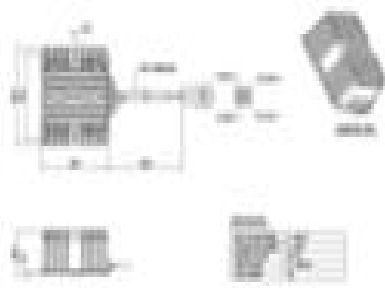
모듈화



<1차 시제품 제작 - 전자제어모듈>

- 2차 시제품

회로설계



시제품



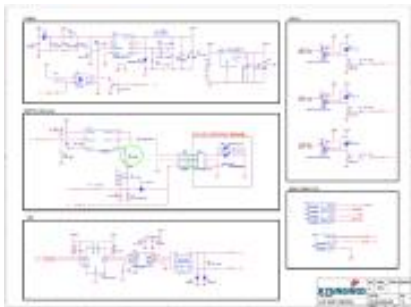
PWM 가변제어모듈



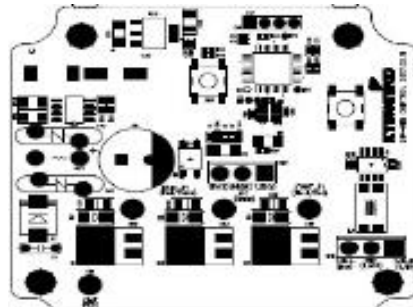
<2차 시제품 제작 - 전자제어모듈>

- 3차 시제품

회로도



Artwork



시제품 제작



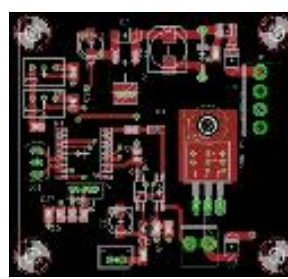
<3차 시제품 제작 - 전자제어모듈>

- 최종제품

회로도



Artwork



완성품 제작



<최종제품 - 전자제어모듈>

○ 건설장비 자동정지 테스트(굴삭기, 지게차, 포장장비(롤러))

- 추후 사업화를 고려하여 해당 과제에서는 중장비의 종류 및 특성에 맞춰 앞서 제시한 다양한 제어방식을 적용하여 테스트를 진행함.

	
<굴삭기 안전레버 하네스 커넥터>	<굴삭기 안전 솔레노이드 밸브 케이블 하네스>
	
<전자제어+PWM 모듈 설치>	<굴삭기 주행 제어 밸브 위치_서비스룸>
	
<지게차 Gear Shifting 케이블 하네스>	<지게차 전자제어모듈 설치>
	
<지게차 전자제어 작동 후 클러스터 상태>	<포장장비 비상정지버튼 구성>

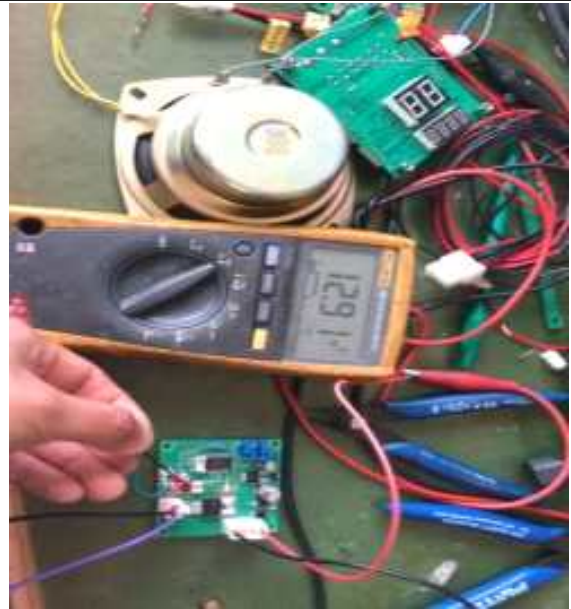
< 장비개조 및 설치>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 전자제어모듈 신호 인가 시 전압다운 테스트



<신호 인가 전>



<신호 인가 후>

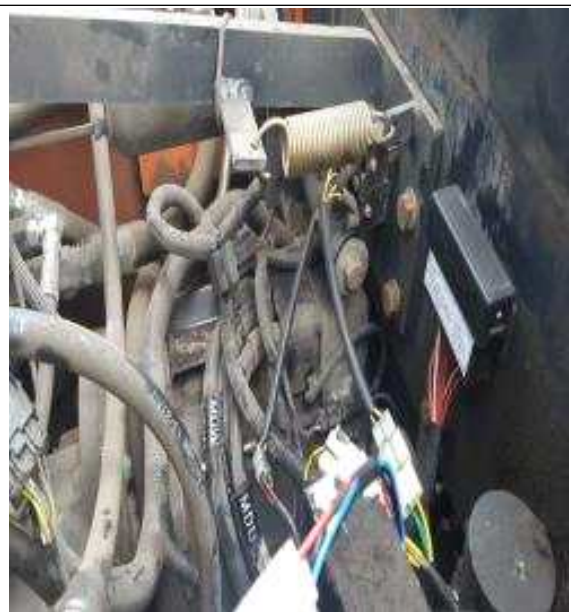
연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 지게차 전자제어모듈 설치 위치 확인 및 설치 테스트

- 지게차 브레이크 본연의 역할인 제동 기능을 충족함과 동시에 지게차 주행 속도를 서서히 감속시키는 Gear Shifting 제어



<지게차 Gear Shifting 위치_퓨즈박스>



<지게차 전자제어모듈 설치>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 지게차 전자제어 성능 테스트

- 지게차 Gear Shifting 제어기술 성능 테스트



<지게차 액셀조작 테스트>



<지게차 주행제어 테스트>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 포장장비 전자제어모듈 설치 위치 확인 및 설치 테스트

- 릴레이 위치에 전자제어모듈을 설치하여 가변신호에 따른 비상정지버튼의 Normally Open 상태를 제어함으로써 포장장비의 동작을 제어



<포장장비 비상정지 스위치>



<포장장비 전자제어모듈 설치>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 포장장비 전자제어모듈 성능테스트

- 머캐덤롤러 및 진동롤러 제어기술 성능 테스트



<머캐덤롤러 테스트>



<진동롤러 테스트>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 포장장비 전자제어모듈 성능테스트

- 타이어롤러 및 탠덤롤러 제어기술 성능 테스트



<타이어롤러 테스트>



<탠덤롤러 테스트>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 굴삭기 궤도타입 전자제어모듈 설치 위치 확인 및 설치 테스트

- 잠금 솔레노이드 밸브 전단으로 가변적인 제어신호를 주었을 때, 리모트 컨트롤 밸브 즉 좌측/우측 레버 작동이 제어됨에 따라 해당 중장비의 주행속도 솔레노이드 밸브, 암 재생 컷 솔레노이드 밸브, 순간승압 솔레노이드 밸브, 붐 우선 EPPR 밸브가 하나의 회로를 통해 동작이 제어



<굴삭기 안전레버 제어 위치>



<굴삭기 전자제어모듈 설치>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 굴삭기 궤도타입 전자제어모듈 성능테스트

- 굴삭기 궤도타입 선회 및 주행제어 테스트



<굴삭기 선회제어 테스트>



<굴삭기 주행제어 테스트>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 굴삭기 타이어타입 전자제어모듈 설치 위치 확인 및 설치 테스트

- 주행 제어 밸브 전단에 전자제어모듈을 통한 가변신호를 주어 제어가 가능



<굴삭기 주행 제어 밸브 위치_서비스룸>



<굴삭기 전자제어모듈 설치>

연구 성과물 (사진, 인증 등 증빙자료)

○ 굴삭기 타이어타입 전자제어모듈 성능테스트

- 굴삭기 타이어타입 선회 및 주행제어 테스트



<굴삭기 주행 제어 테스트>



<굴삭기 레버조작 테스트>

○ 전자제어모듈 성능테스트 현황

날짜	현장	주요 테스트 내용	주요 테스트 결과
2019.02	두중남양주 롯데성복 대우춘천	■ 굴삭기 장비 자원별 전자제어모듈 설치 위치 및 성능테스트	■ 굴삭기 장비 자원에 따른 전자제어모듈 설치 위치 및 배선라인 확정
2019.03	두중남양주 롯데성복 대우춘천 롯데가양	■ 설치 위치별 테스트 분석 및 성능개선	■ 굴삭기 장비 자원별 확정 위치에 전자제어모듈 시제품 설치 ■ 배선라인 접촉불량에 따른 간헐적인 성능저하 현상 발생 ■ 전자제어모듈 케이블선 접촉부위 개선
2019.04	두중남양주 롯데성복 대우춘천 롯데가양	■ 작업 환경(미세먼지)에 따른 전자제어모듈 성능테스트	■ 건설현장 미세먼지에 따른 불량현상 발생 ■ 전자제어모듈 제품 제작 시 미세먼지 차단을 위한 케이싱작업 중요
2019.05	두중남양주 롯데성복 대우춘천 롯데가양	■ 작업 환경(장기 작업)에 따른 전자제어모듈 성능테스트	■ 장기간 작업 시 전자제어모듈 이상유무 없음
2019.06	롯데동탄 롯데성복 대우춘천 롯데가양	■ 작업 환경(우천 작업)에 따른 전자제어모듈 성능테스트	■ 고성능 방수기능 미비로 우천 작업시 불량률 증가 ■ 이른 새벽 이슬 맺힘에 따른 작동 불량 현상 발생 없음
2019.07	롯데동탄 롯데성복 대우춘천 롯데가양	■ 작업 환경(여름철 고온)에 따른 전자제어모듈 성능테스트	■ 여름철 고온(폭염)에 따른 불량현상 발생 ■ 작업부하 현상 개선을 통한 발열 효과 저감 개선
2019.08	포스코대구 롯데성복 롯데동탄 현대용인	■ 단채널 LiDAR기반 장애물 인지 모듈 연동 테스트	■ 단채널 LiDAR 모듈을 통해 작업자 인지 시 전자제어모듈 정상 작동
2019.09	포스코대구 롯데성복 롯데동탄 현대용인	■ 다채널 LiDAR기반 장애물 인지 모듈 연동 테스트	■ 다채널 LiDAR 모듈을 통해 작업자 인지 시 전자제어모듈 정상 작동
2019.10	포스코대구 롯데성복 롯데동탄 현대용인	■ 다채널 LiDAR 및 영상기반 장애물 인지 모듈 연동 테스트	■ 작업자 인식을 개선하기 위해 카메라가 추가테스트 ■ 카메라 인식각 및 빛번짐 발생으로 인식을 저하되나 제어모듈 정상작동
2019.11	포스코대구 롯데성복 롯데동탄 현대용인	■ 다채널 LiDAR 및 영상기반 장애물 인지 모듈 연동 테스트	■ 개선된 모듈과 KC인증 제어모듈을 통해 현장에서의 작업자 인식 여부, 장비 자동정지 여부 기능확인
2019.12	포스코대구 롯데성복 롯데동탄 현대용인	■ 다채널 LiDAR 및 영상기반 장애물 인지 모듈 연동 테스트	■ 성능개선 다채널 라이다 및 영상모듈을 통해 파노라마 뷰 정상 제공, 다수 작업자 및 거리 정상 인식 확인 ■ 굴삭기 자동정지 기능 정상확인

5) 충돌 위험도 판별 알고리즘

○ 충돌 위험도 판별 알고리즘

- 위험도 평가지수

- 본 알고리즘에서는 합리적인 위험도 판단을 위해, 앞서 정의된 주변환경의 위치 정보를 이용하여 위험도 평가지수를 설정하였다. 위험도 판단은 거리기반의 지수와 시간기반의 지수를 이용하여 최종 위험도를 판별하는 알고리즘으로 구성된다. 시간기반의 지수를 함께 고려하여, 물체가 멀리 있더라도 속도가 빠르면 위험도를 증가시키는 알고리즘을 정의하였다. 일반적으로 시간 기반 지수는 중장비의 속도 등의 정보가 주어져야 한다. 본 알고리즘은 선회 등의 동작으로 시간 기반 지수의 비중이 높은 굴삭기의 경우에 특화되어 적용하였다. 선회 동작이 없는 지게차 등의 경우에도 장비 자체의 이동 속도로 대체하여 일반적으로 적용 가능하다.

- 시간 기반 인덱스(TTC, Time To Collision) 및 거리 기반 인덱스 정의 (Warning Index)

- 합리적인 위험도 평가를 위해 본 알고리즘에서는 작업 주변물체와의 TTC(time to collision), X (warning index)를 이용하여 작업상태를 구분하였음. TTC 는 물체와의 충돌예측시간, x 는 사용가능한 감속도를 이용하여 정지할 수 있는 거리정보와 현재 물체와의 거리를 이용한 지수를 나타낸다.

$$\int_0^{TTC_{2nd}} ((\dot{\theta}_{sw} - \dot{\theta}_{obj}) + \ddot{\theta}_{sw} t) dt = \theta_{ATC} \quad : \text{시간기반 인덱스}$$

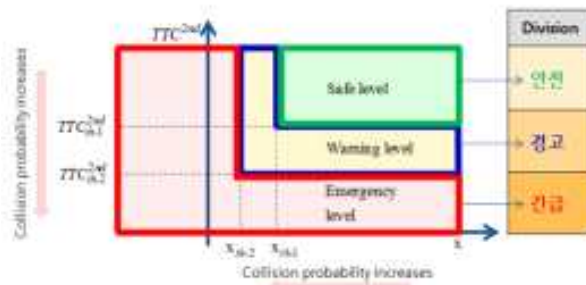
$$x = \frac{c - c_{sm}}{c_{br}} \quad : \text{거리기반 인덱스}$$

- 위험도 판별 알고리즘

- 본 알고리즘에서는 합리적인 중장비(굴삭기) 접촉예보 및 충돌방지를 위해 작업상태를 아래와 같이 3가지 상태로 구분하였다.

- (1) 안전 상태 : 충돌위험이 없는 상태
- (2) 알람 상태 : 알람을 통해 위험상황을 알려 충돌을 피할 수 있는 상태
- (3) 긴급정지 상태 : 감속을 통해 위험상황을 피할 수 있는 상태

- 정의된 작업상태에 따라 합리적인 제어입력을 정의해야 충돌을 피할 수 있다. 안전상태에서는 충돌가능성이 없다고 간주하여 제어입력은 필요없다. 알람 상태에서는 장비운용자에게 알람을 통한 위험상황을 인지시키고 운용자가 직접 조작을 통해 위험상황을 피할 수 있도록 경광등, 부저음으로 알람을 제공하도록 하는 것이 적당하다. 긴급정지 상태에서는 굴삭기 선회모터의 유압회로를 차단함으로 선회정지 제어를 발생하도록 구성할 수 있다.



<위험도 판별 영역에 따른 안전, 경고, 긴급판별>

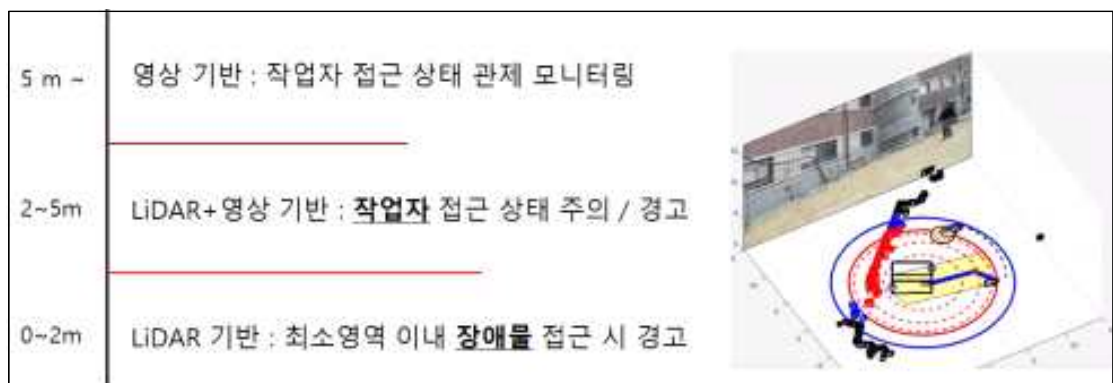
○ 영상 데이터 융합을 통한 충돌 위험도 개선 (2차년도)

- 영상인식을 통한 작업자 인식

- 영상인식 알고리즘에서는 카메라 기반의 영상데이터를 인공지능망인 DetectNet을 통해 인식된 작업자를 반환한다. 해당 인식 결과는 점군데이터의 형상만으로 결정된 판별 결과의 오인식과 과탐지를 저감하는데 활용될 수 있다.

- 최소 접근 가능거리(~2m)에서는 라이다 점군 기반으로 모든 형태의 장애물을 탐지하여 접근 시 경고를 발행하여 장애물 및 장비를 보호한다. 작업자 인식 유효 구간(2~5m)에서는 라이다와 영상의 OR연산을 통해 작업자를 특정하여 모니터링하고 접근 상태를 출력한다. 5m 이상의 구간에서는 영상정보를 바탕으로 작업자를 모니터링한다.

- 해당 판별 알고리즘은 사용자와 작업자에 따라 수정이 가능하다.

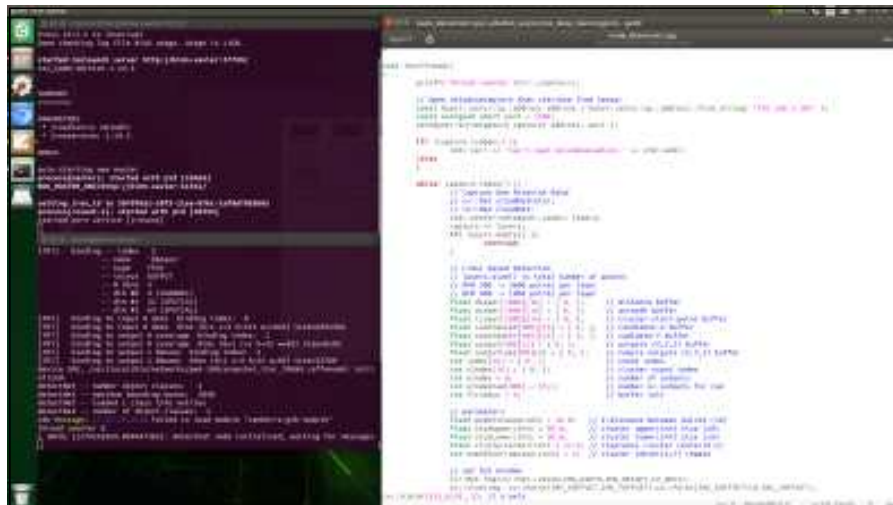


<실차 적용 위험도 판별 로직>

○ LiDAR + 영상 데이터 융합 충돌 위험도 야외 실험

- LiDAR + 영상 융합을 위한 ROS 환경 구성 및 코드 생성

- 이종간의 데이터를 동시에 처리하기 위해 ROS(Robot Operation System) 환경을 구성하였다. 카메라 센서에서 이미지 픽셀정보를 출력하고 라이다 센서에서는 점군 정보를 출력하게 된다. 통합된 코드에서는 이종의 센서정보를 각각 구독하여 작업자를 인식하고 거리 정보등을 가공하여 생성하도록 구성하였다.



<제어기에서 구현된 이종 센서데이터 융합 처리 환경>

- 점군 형상기반 및 영상기반을 통한 작업자 인식 실험

- 해당 실험은 야외에서 융합된 센서 정보로부터 작업자 인식여부를 확인할 수 있도록 진행하였다. GUI 상단의 영상기반 인식결과와 좌측하단의 점군기반 인식결과를 확인할 수 있으며 우측하단의 수치를 통해 텍스트 정보를 확인하였다. 가장 근접한 작업자의 거리는 2.04m 로 별도의 레이저 거리계를 이용하여 측정한 거리값과 일치함을 확인하였다.
- 1차 현장 실험에 문제점으로 제기됐던 야외 과노출이나 좁은 화각을 개선하여 작업자 인식 및 거리값 산출 기능이 동작함을 확인하였다.



<LiDAR + 영상 기반 작업자 인식 실험 GUI>



<센서융합 충돌 위험도 야외 실험 및 레이저 거리계 측정 비교>

6) 다기능 통신모듈

○ 건설현장에 적합한 통신모듈 조사 및 테스트

- 건설장비 데이터 수집을 위한 통신방법중 LTE 및 LoRa 기법을 대상으로 네트워크 구축을 위한 상세 사양 및 HW모듈 스펙을 검토하고 테스트 진행

소물인터넷 기술 비교

구분	LTE-M (Cat-1 + PSM)	NB-IoT	SIGFOX	LoRa
Coverage	~ 11 Km	~ 15 Km	~ 30 Km (rural) ~ 10 Km (urban)	~ 15 Km (rural) ~ 5 Km (urban)
배터리 수명	~ 10 years	~ 10 years	~ 10 years	~ 10 years
통신모듈 가격	~ \$20	~ \$10	~ \$5	~ \$5
표준화	Cat-1: 3GPP Rel.8 (완료) PSM: 3GPP Rel.12 (완료)	3GPP Rel. 13 2016 2Q	ETSI (완료)	LoRa Alliance (완료)
주파수 대역	면허대역 (LTE)	면허대역 (LTE)	비면허대역 (920 MHz)	비면허대역 (920 MHz)
대역폭	20 MHz	200 KHz	200 KHz	~ 500 KHz
통신속도	< 10/5 Mbps (DL/UL)	~ 100 Kbps	< 1 Kbps	< 5 Kbps
전국망 상용화 시기 (in Korea)	2016.03 (KT)	2017 2Q 예정 (KT)	-	2016 4Q 예정 (SKT)

PSM: Power Saving Mode

Source: KT, SK 텔레콤

<IoT 통신기술 및 셀룰러 기반 통신기술>

- 통신가능 거리 및 네트워크 전송량 시뮬레이션 결과를 고려할 경우 대표적인 IoT 기반 통신 방식 중 비셀룰러 방식으로는 LoRa 그리고 셀룰러 기반 통신방식을 혼용하여 사용하고자 한다. IoT 네트워크 통신방식 선정을 위한 주요 요소는 다음과 같다
 - 비용
 - ▶ IoT 단말 디바이스 제작을 고려한 모듈 가격
 - ▶ 통신 비용 및 Private 망 구축시 구축비용
 - 네트워크 구축 편의성
 - ▶ 사이트별 공사 면적에 대해 통신 가능한 전송거리
- 위의 요소를 감안하여 LoRa 및 LTE 기반 통신방식을 선정하여 네트워크를 구성하는 것이 유리할 것으로 판단됨
- 과제에서 목표로 하는 약 10개 이상의 동시관제를 위한 트래픽을 고려할때 ICT 기반 하이브리드 통신모듈에 탑재될 통신 모듈가격은 통신 방법간 큰 차이를 보이지 않는 상황임
- 셀룰러 기반 통신은 이동통신망 사용에 따른 데이터 사용 비용이 발생하나 국내의 경우 LTE 전국망이 갖추어져 있어 별도의 구축비용이 없으며 유지보수 비용또한 없음, 저전력 특성등의 IoT 특성이 강화된 통신방식에 대해서도 이동통신업체에서 구축 및 지원 노력이 활발함
- 셀룰러 통신기술의 경우 데이터 사용량에 따라 다양한 요금제를 출시하고 있어 Site 구축 전/후 사용량 예상치와 실제 사용량을 반영하여 효과적인 요금제 설계로 비용부담을 최소화할 수 있음
- 비셀룰러 방식의 ICT 통신은 LoRa가 전세계적으로 급격하게 보급되고 있으며, 다양한 적용사례가 있어 향후 기술지원 및 구축비용이 계속적으로 절감될 것으로 예상됨

회사	제품명	LTE-M 방식	Package Type	Max UE Tx Power	비고
유플릭스	SARA-R410 모듈	LTE-Cat-M1	LGA	23dBm	LTE Cat.M1 방식이지만 23dbm 송신 파워 사용 → 발파 확인 필요 (23dbm은 Cat.1방식임). MOQ 존재함 (250~499 pcs 구매 시 20.99USD) → 발파 전에 가용 발파 확인 필요
텔진 (탈트 와이어리스 솔루션)	ME910C1-NA 모듈 (xE910 용역의 제품군)	LTE-Cat-M1	LGA	20dBm (datasheet 안내됨, 발파에 맞춘 수정치)	KT 공급 중인 LTE-M 모듈 (현재 확인된 제품은 미국에서만 사용 가능함) → 발파 확인 필요
테크놀로지스	TLC1250KT 모듈	LTE-Cat-1	LGA	23dBm	KT 공급 중인 LTE-M 모듈 (Band3.8 사용 - 한국에서 사용 가능). 발파 전에 가용 (KT에서 유실할 별도 구매) 개발보조 있음 (개발지원 가능). 정호영 대리 (010-4247-3922)
	TLC1300KT 모듈	LTE-Cat-1	M.2	23dBm	

<LTE-M 모듈 종류>

- 대상 모듈중 LoRa 및 LTE 통신방법에서 각각 하나씩 모듈을 선정하여 테스트를 진행 하였다. LoRa의 경우 상대적으로 짧은 커버리지를 갖는 것을 확인할 수 있었다. 국내 여러곳에서 진행되는 공사작업 특성상 작업현장별로 네트워크를 별도로 구축하는 것에 비해 전국적은 통신 커버리지를 갖는 LTE 통신을 채택하는 것이 보다 유리할 것으로 판단됨.



< LTE-M 통신 특성 테스트 >

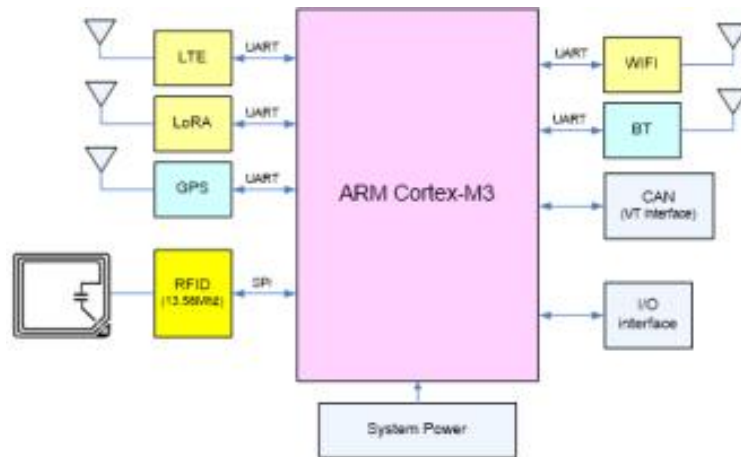
- LoRa의 경우 자체망을 구성하거나 통신사업자가 구성한 통신망을 사용할 수 있으며 이를 동시에 지원할 수 있는 모듈을 선정하여 테스트를 진행하였다.



< LoRa module 테스트 화면 및 차량 장착 상태 >

○ 통신모듈 요구사항 정의

- 통신모듈 HW Concept
- 다양한 통신방식에 대응하기 위해 Bluetooth, Wi-Fi, LoRa 등의 다양한 통신 기능을 포함



< 통신모듈 블록도 예시>

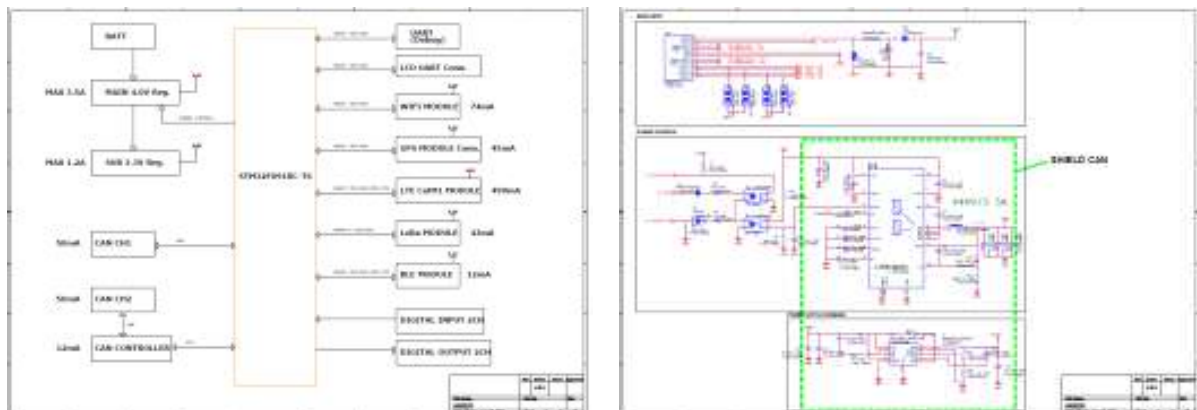
- 통신모듈 디바이스 고려사항 정의

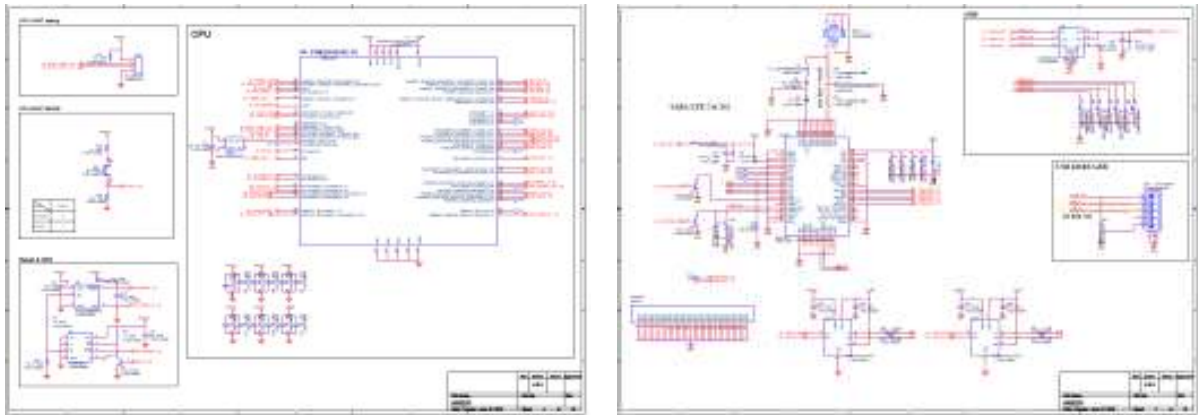
- ① 넓은 동작온도 범위의 산업용 규격 MCU 및 부품 선정
- ② MCU Peripheral 인터페이스, 전원부 사양
- ③ 위치 측정 위한 센서 선정(GPS, BLE)
- ④ 통신디바이스 선정(LTE, LORA, WIFI)
- ⑤ 운전자 식별용 RFID 디바이스 선정

디바이스	센싱	통신	비고
실외	GPS	LTE/LoRA	장비위치
실내(터널)	BLE/BLE	WIFI	장비위치
운전자정보	RFID		운전자 식별
인터페이스		CAN	

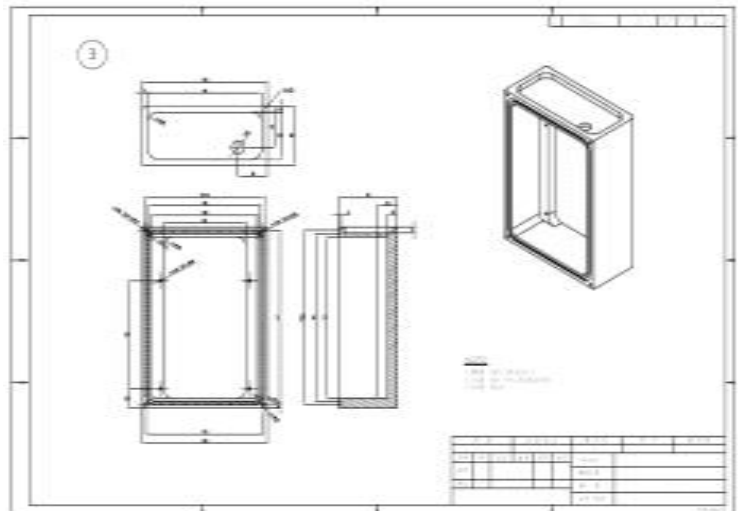
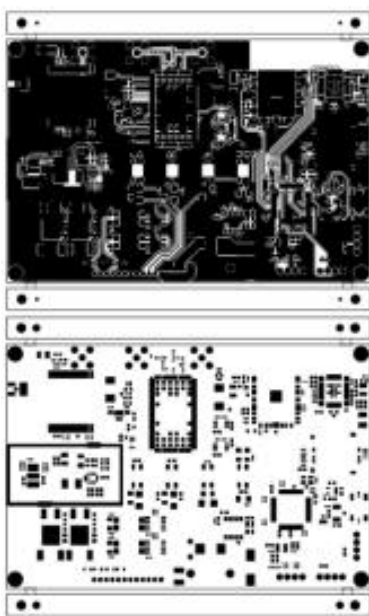
○ 다기능 통신모듈 설계 (1차 시제품)

- 다중 통신기능을 지원하는 통신모듈의 회로도를 설계
- 장비내 CAN 네트워크 및 GPS를 통한 정보 수집과 관제시스템으로 데이터 전송
 - 다양한 ICT 네트워크 지원 : LTE-M, LoRa, Bluetooth, Wi-Fi
 - 건설장비 접근데이터 및 위치정보 획득 : CAN (ODB-II), GPS
 - MQTT기반 ICT 프로토콜 지원이 가능한 SW Firmware framework





< 정보 수집을 위한 통신모듈 회로도 >



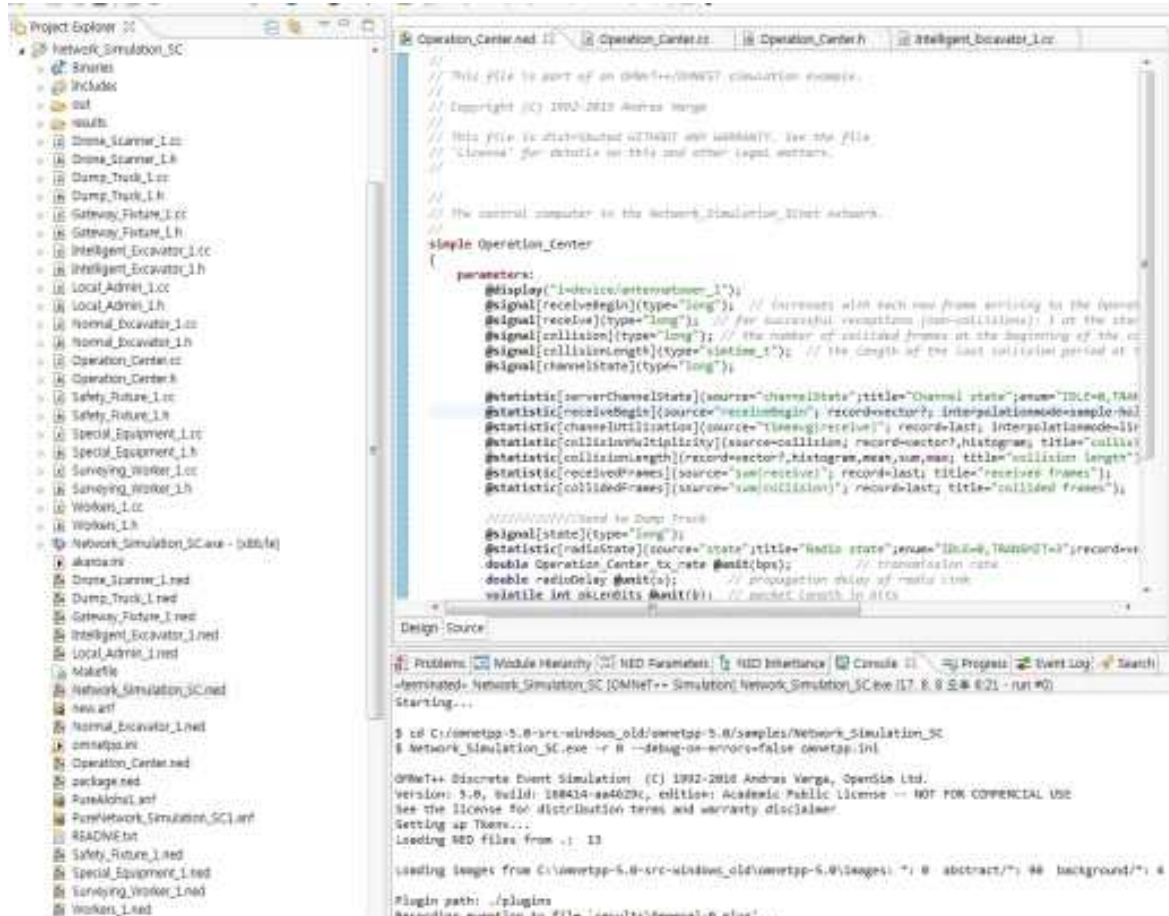
< 정보 수집용 통신모듈 Artwork 및 케이스 설계 >



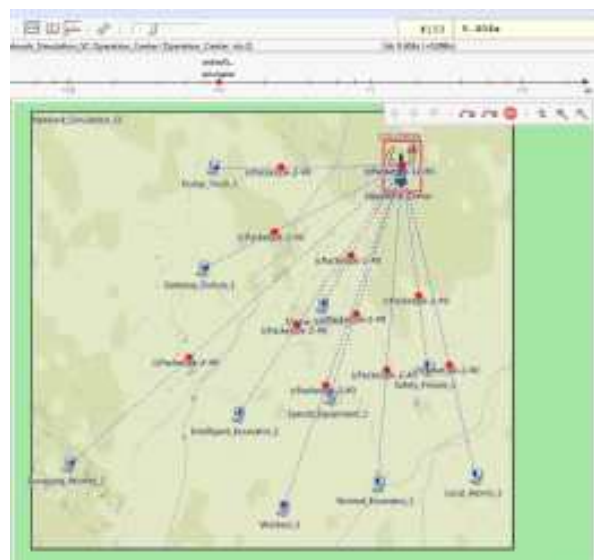
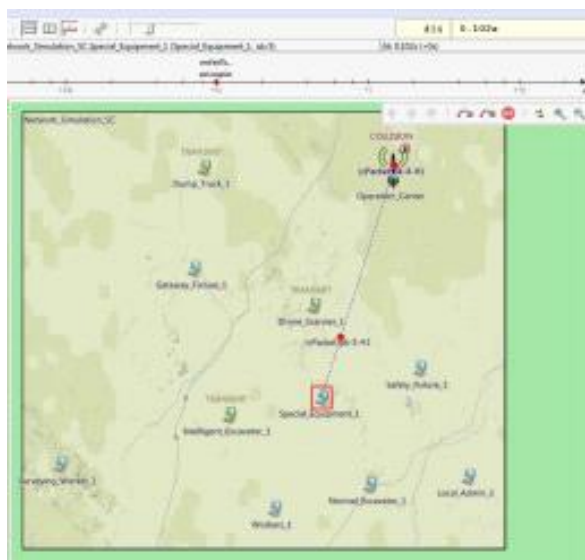
< 통신모듈 보드 및 케이스 시제품 >

○ 네트워크 시뮬레이션

- 건설장비와 통신 노드갯수, 데이터 크기, 전송 주기 등에 따른 데이터 전송량 및 네트워크 부하 등을 확인하기 위해 네트워크 시뮬레이션 수행
- Freeware 시뮬레이터인 OMNET++를 사용하여 모델링함(C++ 기반)
- 시뮬레이션을 통해 개체별 데이터 전송량 및 누적 전송량을 분석함



< Omnet++ Simulator >

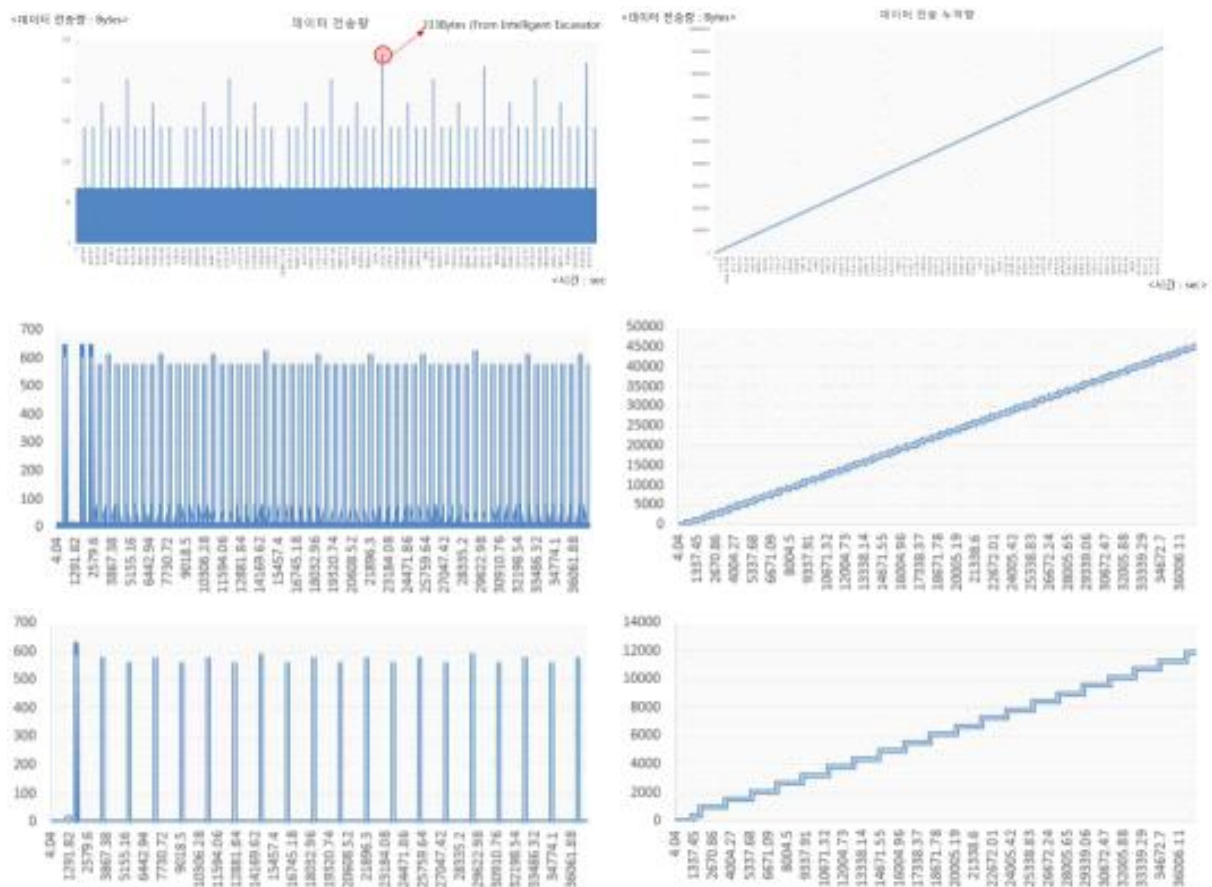


< Omnet++ Simulator 구동화면 >

- Simulation을 통해 각 객체별 데이터 전송량 산출

Player 순간 최대	초당 평균 수집량	전송량	10시간 누적량
Operation center	250.8	233	약 8,910,000
Lidar excavator		632	약 44,000
Normal excavator		595	약 11,500
Crane		595	약 11500
Special equipment		16	약 400
Gateway fixture		22	약 80
Safety fixture		22	약 450
Scanner		527	약 1100
Worker		565	약 10,380

< Simulation 결과 : 데이터 전송량 (단위 : Byte) >

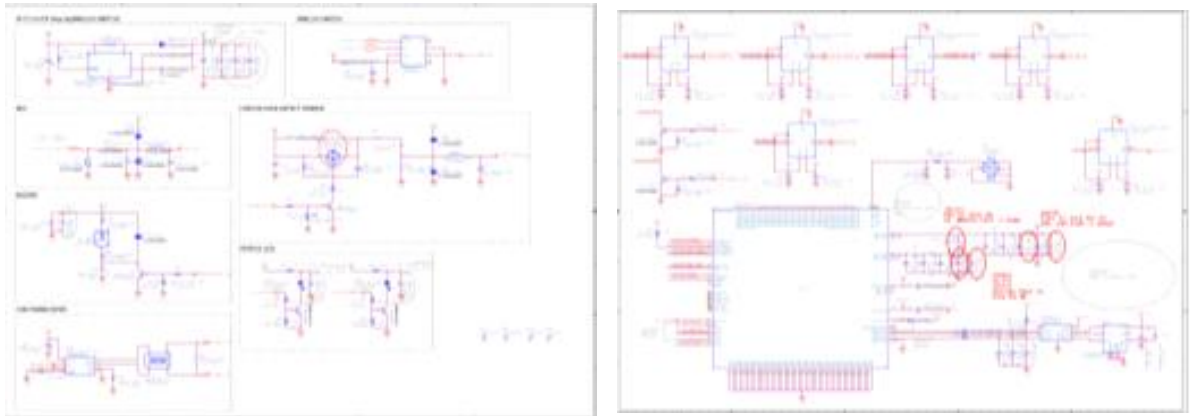


< 객체별 데이터 전송량 >

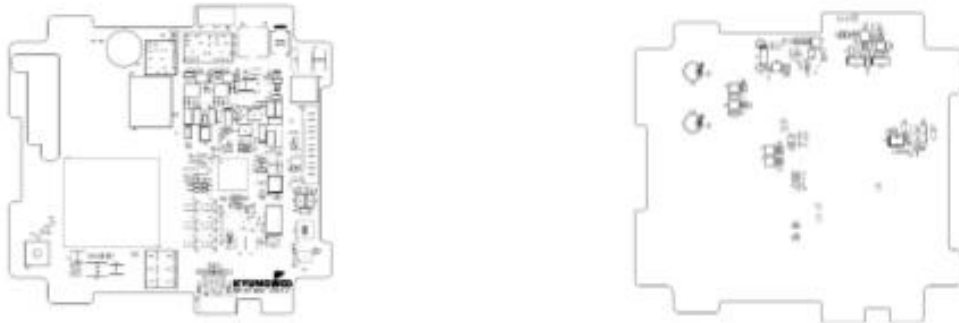
- 다기능 통신모듈 테스트 결과 데이터 패킷양을 고려할 때 LoRa의 통신방식으로는 방대한 LiDAR 데이터를 처리하는데에는 무리가 있다고 판단됨.
- 또한, 우리나라의 네트워크 환경을 고려시 LoRa 망이 구축되지 않은 오지가 많으며, 자가망을 구축 시에도 별도의 비용과 시간이 투자되는 문제점 발생
- 본 과제에서는 건설현장의 특성을 반영했을 시 LTE 통신을 채택하는 것이 보다 유리할 것으로 판단

○ 통신모듈 설계 (2차 시제품)

- 앞서 다기능 통신모듈 테스트 결과 다음과 같은 문제점 발생
 - LoRa 망이 구축되지 않음. 자가망 구축시 설치비용 발생
 - LoRa 망을 이용할 경우 데이터 전송주기가 길어 딜레이 발생 및 데이터 끊김 현상
- 국내 어디서나 활용 가능한 LTE 모듈 선정
 - LTE 모듈을 탑재한 통신모듈 설계
 - 이벤트 발생 위치를 확인하기 위한 GPS 모듈 탑재



< LTE 통신모듈 회로도 >



< LTE 통신모듈 Artwork >



< LTE 통신모듈 보드 및 케이스 시제품 >

○ 통신모듈 서버 연동 규격서

– 상태정보 전송

- ① 전송 방식 : HTTP GET 방식
- ② 전송 주기 : 매 10초 마다
- ③ 주기적으로 차량의 정보를 서버로 전송

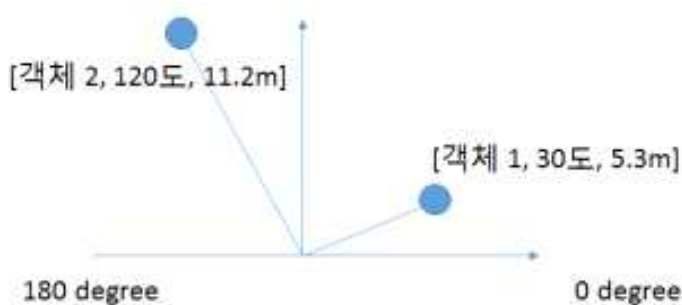
– Lidar 이벤트 데이터 전송

- ① 전송 방식 : HTTP GET 방식
- ② 전송 주기 : 설정한 구역 내에 작업자가 접근하여 이벤트 발생 시
- ③ 이벤트 발생 정보는 250ms 정의되어 있으나 데이터 전송속도에 따라 변동

– Request 정의서

- Lidar 데이터 수신 시 서버로 데이터 전송.
- 서버 URL : <http://49.247.203.202>

시작 문자	객체 수	구분 문자	방위 In degree		구분 문자	거리 In m/10		구분 문자	방위 In degree			구분 문자	거리 In m/10			구분 문자	위험 레벨	구분 문자	종료 문자
%	2	,	3	0	,	5	3	,	1	2	0	,	1	1	2	,	2	,	!



값	범위
객체수	1~10 정수
방위	0~180 정수
거리	5~200
위험레벨	1 or 2 or 3

– 예제1 (객체 수 6)

- <http://49.247.203.202?>
- % 6,338,147,269,155,160, 67,239,105,216, 53,218,134,3,!
- 객체 수6, 방위&거리 6번, 위험레벨 순.

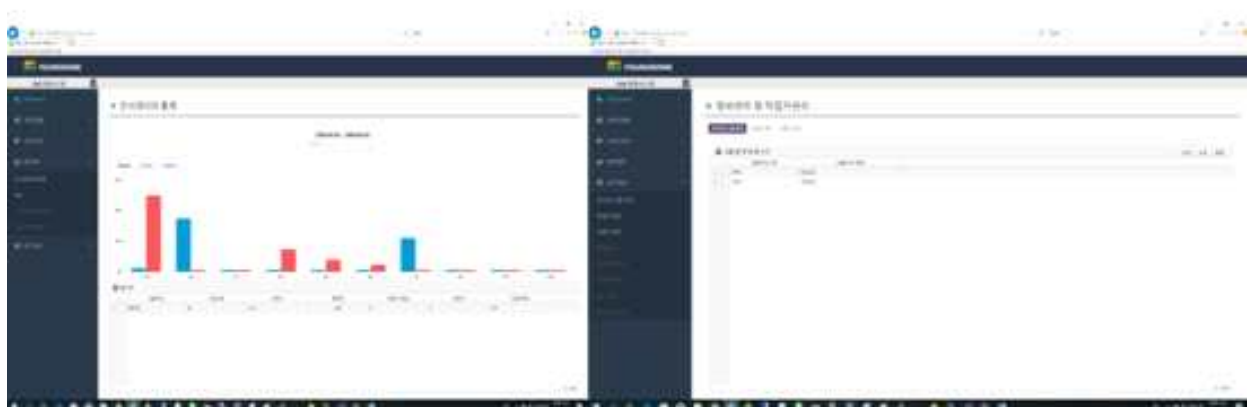
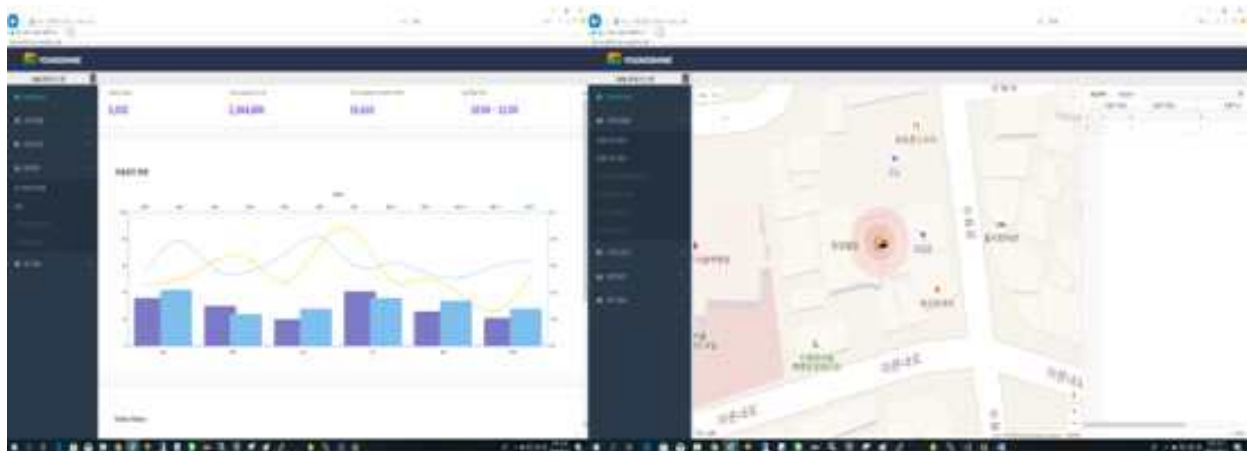
– 예제2 (객체 수 10)

- <http://49.247.203.202?>
- %10,289,180,253, 62,176,154,262,163,301, 87,261,180,191, 50,306, 71,104, 50,261, 80,2,!
- 객체 수10, 방위&거리 10번, 위험레벨 순.

7) 통합 관제 시스템

○ 통합관제 시스템 설계

- 서버를 단독 사용하여 보안상 안전하며, 독립적인 네트워크 구성으로 초고속 전송 속도를 이용할 수 있는 서버호스팅(IDC서버) 적용
- 사용 목적에 따라 최적화된 시스템을 구축할 수 있어, 사용자가 많고 트래픽이 많이 발생함에 있어서도 적합한 웹 기반 통합의 통합 모니터링 시스템
- DASHBOARD : 일반 사용자가 한눈에 알아보기 쉬운 UI로 구성하여 전체적인 현황에 대한 모니터링 가능
- 관제현황 : 장비의 실시간 위치, 이벤트 발생 현황에 대한 실시간 정보와 장비가 운행한 궤적, 이벤트 발생 빈도에 따른 지역을 맵핑 작업을 통해 관리
- 이력 관리 : 차량별로 구분하여 주의와 위험 알람을 발생시킨 이력(발생시간, 이벤트, 거리, 방향 각, 운전자명 등)에 대한 관리를 하며 장비의 GPS 수신 여부를 통한 장비의 가동시간을 관리
- REPORT : 차량별로 구분하여 인식데이터 통계를 확인할 수 있으며 월별, 일별, 시간대별로 조회하여 안전관리자가 통계 자료를 비교하여 현장 안전관리에 활용
- SETTING : 장비기사 및 부서관리, 장비 관리를 통한 기본적인 정보를 입력 및 수정을 하여 전반적인 데이터 관리
- 모바일 웹 하이브리드 기능을 통한 모든 모바일 플랫폼에서 활용 가능한 모니터링 기능을 탑재하여 직관적인 UI 구성



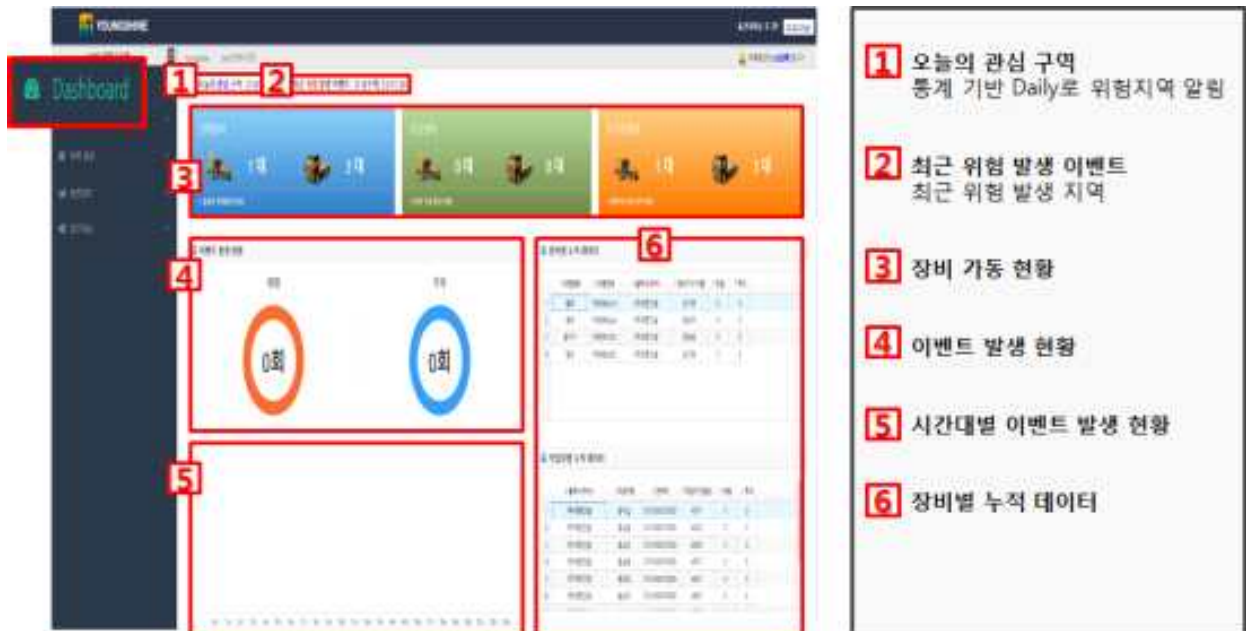
< 통합관제 시스템 >

○ 주요 메뉴 설명

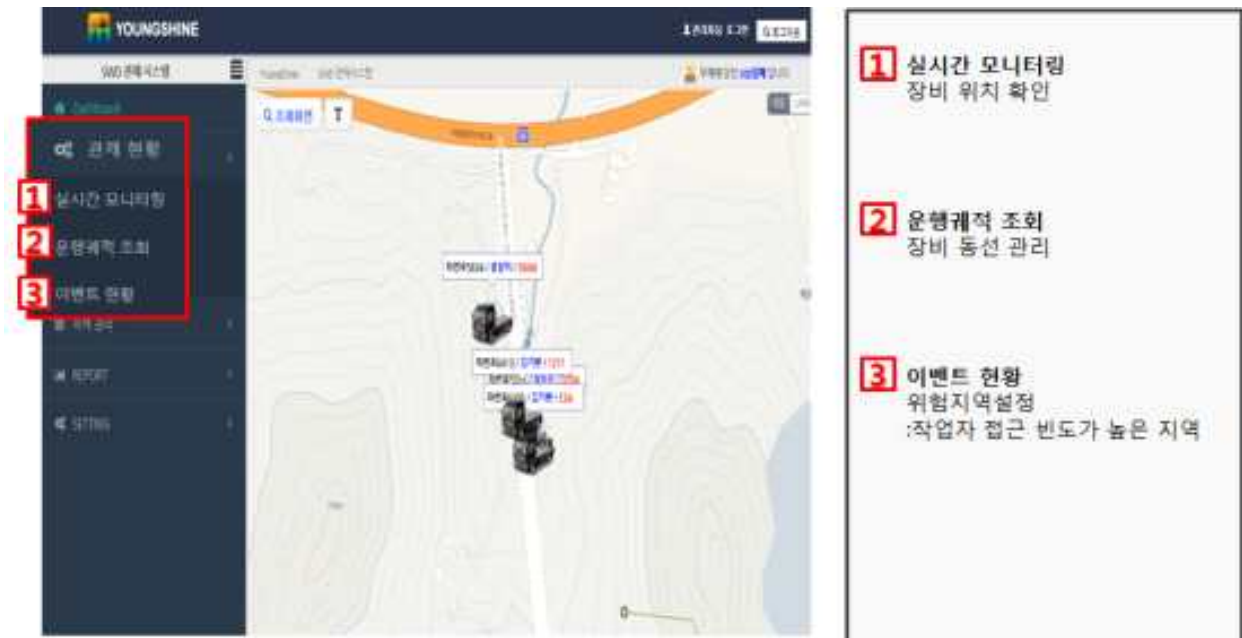
- 데시보드를 통해 장비현황 및 접근경보 누적데이터를 한눈에 확인할 수 있도록 설계



- 이벤트가 많이 발생한 지역을 관심구역으로 등록하고 장비별, 시간대별 이벤트 발생 현황을 관리



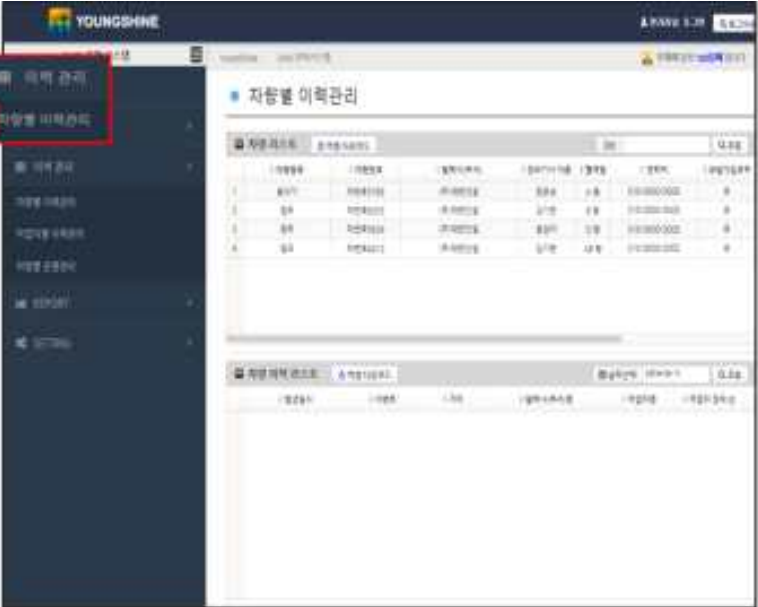
- 장비의 위치와 운행한 궤적을 관리할 수 있고, 이벤트가 많이 발생한 지역에 대해 위험지역을 설정할 수 있도록 구성



- 장비주변에 작업자가 접근시 이벤트를 발생시켜 관제시스템에 작업자의 거리와 방향 그리고 이벤트 발생시 현장 사진을 시스템에 표시하여 장비주변에 어떤 작업자가 접근했는지를 기록 관리



- 건설현장에서 장비를 관리하고 있는 메뉴를 제공하여 차량종류, 장비기사 이름, 보험가입유무 등 현장에서 건설장비 관리가 효율적으로 이루어 지도록 구성



1 차량별 이력관리

차량종류

차량번호

협력사(부서)

장비기사 이름

장비기사 혈액형

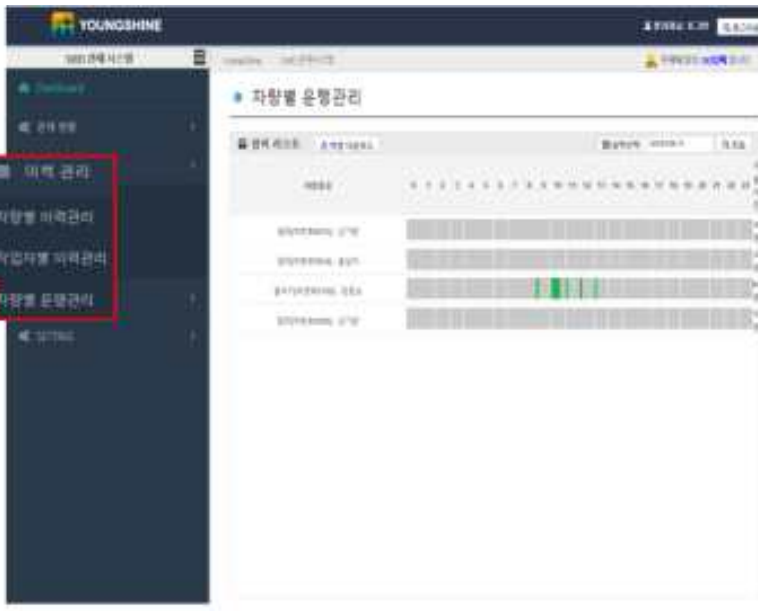
연락처

보험가입유무등

-발생일시, 이벤트, 거리, 협력사명,

작업자명, 작업자 장비 ID

- 장비별로 일일 작업시간을 기록하여, 규정상 1일 8시간 이상 장비작업이 이루어지지 않도록 관리할 수 있으며, 초과근무에 대한 작업시간 산정에 활용 될 수 있도록 구성



1 차량별 운행관리

날짜별로 장비 리스트가 출력되어 해당일의 가동시간 체크 용이

- 레포트 기능을 추가하여 월별/일별/시간대별 이벤트 발생현황을 통계 차트로 보여주며, 통계 카렌다를 통해 어떠한 공정에서 이벤트가 많이 발생했는지를 관리자가 쉽게 확인할 수 있도록 구성

- 1** 선택 기간별 통계
월별 통계
일별 통계
시간대별 통계
- 2** 장비리스트
차량종류
차량번호
협력사(부서)
장비기사 이름
장비기사 혈액형
연락처
보험가입유무
보험만료일자
보험경신알림
작업자 단말ID
- 3** 통계 차트
각 장비별 인식데이터 통계 차트
- 4** 통계 카렌더
각 장비별 인식데이터 달력

8) 시제품 현장테스트

○ 시제품 테스트 진행

- 건설장비 자동정지 테스트 - 한국도로공사(1차년도)

- 1차년도에는 LiDAR기반 접근경고 시스템은 개발중 이기 때문에, 기존 접근경고 시스템에 본 과업을 통해 개발한 전자제어 모듈 시제품을 장착하고 현장테스트 진행



< 중장비(롤러) 자동정지 컨셉>

차종	모델	연식	장비명	제조사	현장 사진
1차년도	2015.08.09	2015.08.09	2015.08.09	2015.08.09	2015.08.09
2차년도	2015.08.10	2015.08.10	2015.08.10	2015.08.10	2015.08.10

< 건설장비 자동제어 테스트, 한국도로공사>



○ 경부고속도로 직선화 공사현장(동탄) 현장 테스트



항목	내용
실험 장소	경부고속도로 직선화 공사 (동탄) - 한국도로공사
실험 일시	2019년 10월 01일~10월 02일
시험 장비	작업자 인식 모듈
시험 목표	현장에서의 작업자 인식 여부확인
시험 결과	- 야외환경에서 카메라 과노출 확인 (개선 필요) - 라이다 정보대비 카메라 화각 협소 (광각 등 개선 필요)

- 작업자 인식 테스트 (경부고속도로 직선화 현장)

- 해당 현장에서 작업자 인식 기능 테스트
- 장비전압 불안정으로 인해 시스템 다운현상
- 아래 그림과 같이 카메라 영상 및 라이다 인식결과로 작업자 수(3명), 근거리 작업자의 이격거리 (1.16m)를 확인하여 정상 기능 동작하는 것을 확인



- 개선 요구사항으로 야외 과노출 현상 발생함. 카메라의 조리개 성능 한계로 과노출되어 사용자에게 불편한 화면을 제공하였고, 좁은 화각으로 인해 현장의 정보를 영상으로 표현하는데 한계 발생. 이후 개선된 카메라를 적용하여 현장 실험의 결과를 반영함.



○ 흑석3주택 재개발 공사현장(동작구 흑석동) 현장 테스트



항목	내용
실험 장소	흑석3주택 재개발 현장 (흑석동)
실험 일시	2020년 01월 16일
시험 장비	작업자 인식 모듈, 장비 자동정지 모듈
시험 목표	현장에서의 작업자 인식 여부, 장비 자동정지 여부 기능확인
시험 결과	- 다수 작업자 및 거리 정상 인식 확인 - 장비 자동정지 기능 정상 확인

- 건설장비 자동정지 테스트 (흑석3주택 재개발)

- 30톤 실차 굴삭기 대상 장비제어 모듈 및 작업자 인식 모듈 적용
- 거리별 위험신호에 따른 장비 정지 기능 확인
- 위험거리로 설정된 신호 인가 시 굴삭기 동작 정지 기능 확인 및 조이스틱 기능잠금 확인
- 현장 적용 굴삭기의 자동정지 기능 정상 확인

- 작업자 인식 테스트 (흑석3주택 재개발)

- 개선된 카메라 (Jabra Panacast) 적용된 작업자 인식 모듈 실차 장착
- 운전석 보조 인터페이스 설치
- 다수 작업자 접근에 따른 인식 여부 확인 및 최근거리 작업자 거리 정보 확인
- 야외 과노출 여부 확인 결과 이상 없음
- 개선된 카메라 적용으로 180도 파노라마 뷰 정상 제공
- 다수 작업자 및 거리 정상 인식 확인



< GS흑석 현장 테스트 >



< 제품설치 >



<라이다-영상 센서 장착>



<제어모듈 장착>



< 운전원 보조 인터페이스 >



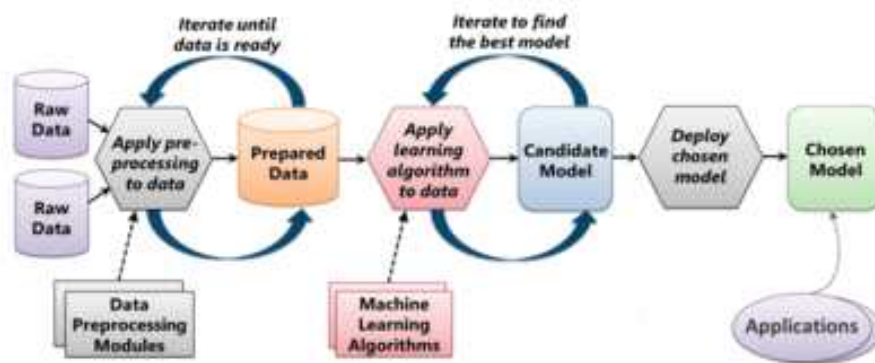
< 작업자 인식 테스트 >

9) 성능개선

○ 작업자 인식 보완을 위한 인공지능 기반 작업자 인식 알고리즘 개발

- 점군데이터의 인공지능 학습을 통한 작업자 인식 기술

- 점군데이터의 형상에 기반한 작업자 인식 알고리즘과 별개로 학습을 통한 작업자 인식 기술을 개발하여 보완 수단으로 제시하였다. 이를 위해서 유사환경에서 작업자를 포함한 점군 데이터를 확보하고, 작업자를 라벨링하여 Complex YOLO 모델에 기반한 학습모델을 이용하여 딥러닝을 진행하였다.



<인공지능 학습의 프레임 워크>

- 학습모델로 이용된 Complex YOLO는 ‘You only look once’의 약자로 입력값으로 데이터가 들어왔을 때, 한번에 객체 인식과 분류까지 학습 및 테스트가 되는 알고리즘이다. 속도의 측면에서 봤을 때 기존의 인공신경망을 이용하는 알고리즘에 비해 5배 이상 빠르며, 이를 이용하여 3차원 라이더 데이터의 작업자 인식 학습을 진행하였다. 이를 위해 먼저 16채널 라이더를 이용하여 다수의 작업환경에서의 점군데이터를 확보하였고 작업자에 해당하는 부분의 영역표시를 통해 라벨링을 추가하였다.

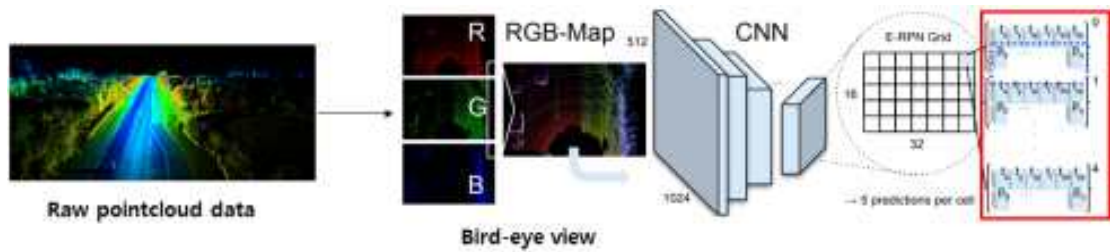


학습에 이용할 라이더 점군 원시 데이터

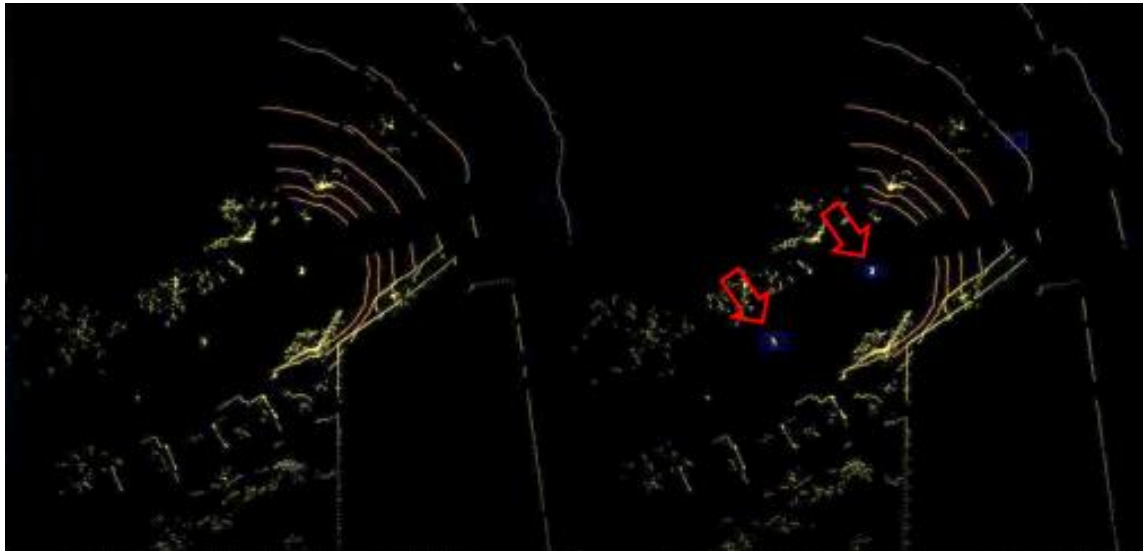
데이터 수집 장치 :
Velodyne VLP-16 (16채널 라이더)

<학습 데이터 확보와 작업자 라벨링>

- 원시데이터를 위에서 아래로 내려다본 방향으로 이미지화하여 전처리를 수행하였고, 이 때 높이 정보는 RGB 값으로 환산하여 총 3장의 이미지를 학습에 이용하였다. 총 11,060 프레임 데이터를 이용하여 학습된 결과로 작업자의 위치를 도출하였고, 결과는 아래 이미지와 같다.



<complex YOLO 모델을 이용한 학습>



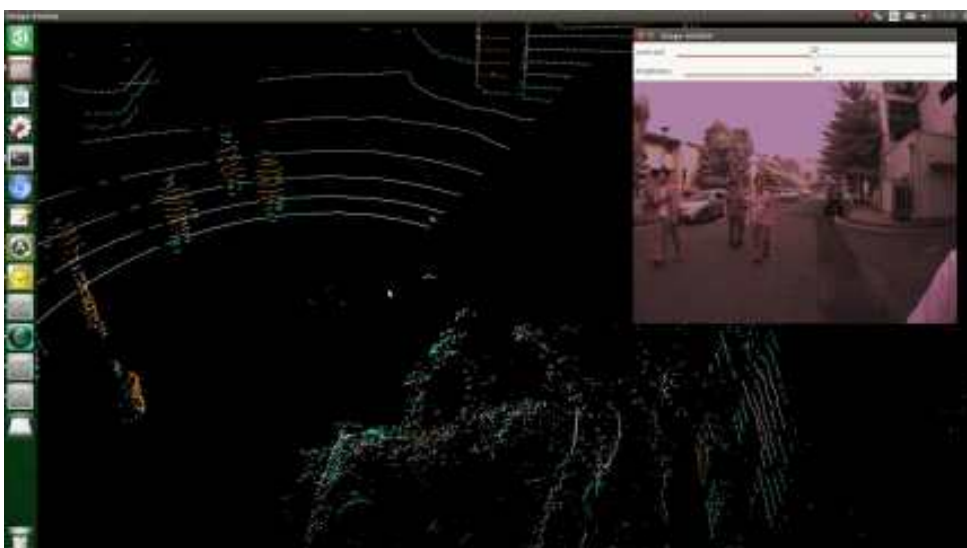
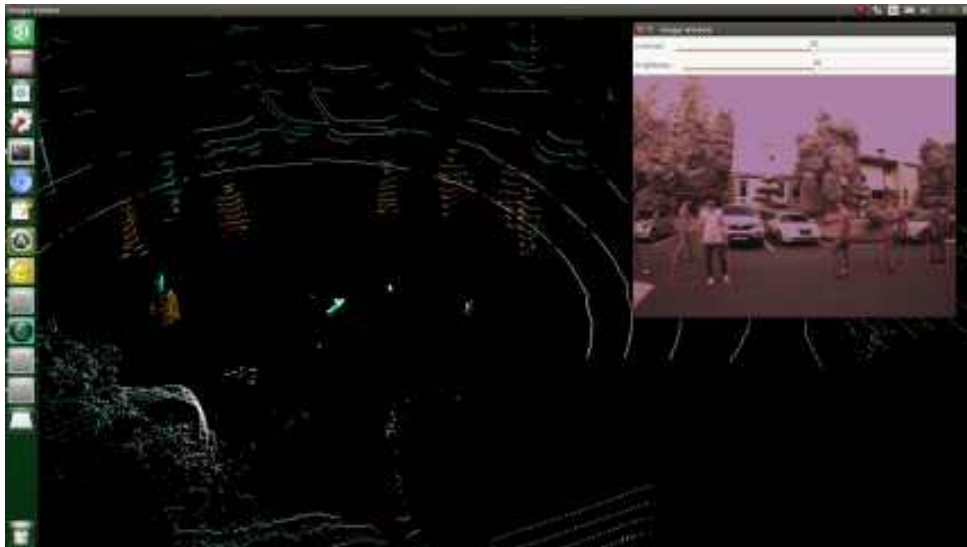
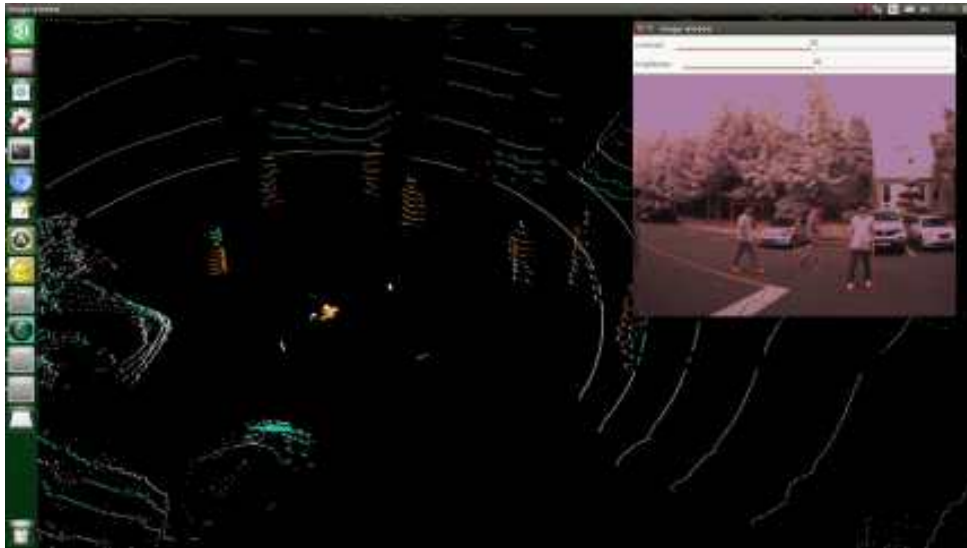
<점군데이터 (좌), 인공지능 기반 작업자 인식결과 (우)>

- 해당 보완기술은 점군데이터의 작업자 인식을 개선하는데 활용 될 수 있다. 이를 위해서는 특정 작업장에 대한 데이터를 확보한 후 학습을 통하여 알고리즘 개선이 가능하여 위험도 판별에 추가 될 수 있다.

○ 중장비 선회에 따른 객체 추적성능 향상

- 굴삭기 등 선회 동작의 작업자 인식 능력 향상

- 기존의 영상인식 알고리즘은 고속으로 회전하는 환경에서 인식율이 떨어졌다. 특히 현장에서 굴삭기와 같은 장비는 선회할 때 각속도 변화가 크기 때문에 해당 환경에서도 강인한 인식을 위한 개선이 필요하다. 센서 프레임이 고속으로 움직일 경우 블러 등의 이미지 손실로 인식이 어려우나 카메라 프레임 레이트 향상, 알고리즘 고속화/최적화를 통해 중장비 선회에도 일관적인 객체 추적성능 향상을 개선하였다.
- 알고리즘의 처리 속도 향상을 위해 기존의 Window기반 Matlab 코드를 Linux기반 C 코드로 변환하였고, 불필요한 기능을 삭제하고 기존의 알고리즘을 최적화하여 실시간 계산 성능을 향상 시켰다.
- 굴삭기 선회를 가정하여, 센서 프레임을 Yaw방향으로 약 90° /초 이상으로 회전하였을 경우에도 작업자 인식이 일관적인지 실험을 통해 확인하였다.



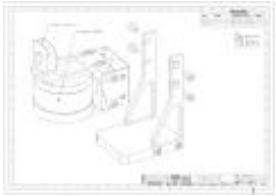
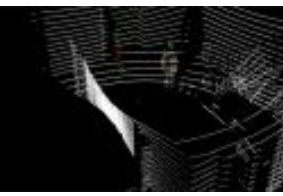
<90° /sec 속도 선회시 작업자 인식 상태 (위에서부터 좌90°, 0°, 우90°)>

10) 최종 성과물

○ 라이다 기반 중장비 안전관리 시스템

항목		H/W	S/W
LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술	장애물 인지 LiDAR 모듈	- 단채널 LiDAR(상용품) - 영상 인식 카메라(상용품) - 실차용 센서 모듈 - 12/24V 통합 전원	- 인식 거리 설정 (경고구역/위험구역 구분)
	전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	- 제어부 S/W 통합	- 장애물 검출 알고리즘 개발
	운전원 보조 인터페이스	- 장애물 인지 모니터 - 경고알람(음성) 발생	- 통합 모니터링 GUI 개발
충돌방지를 위한 자동장비제어 기술	전자 제어 모듈	- 12/24V, Max. 1.5A/Port - 전자제어식 모듈	- 특정 구역 정보 리포팅 (경고구역/위험구역 구분)
	충돌 위험도 판별 알고리즘	- 제어부 S/W 통합	- 접근 장애물의 위험도 판별 알 고리즘 개발
ICT기반 하이브리드 통신 기술	다기능 통신모듈	- GPS, LTE 통신보드 탑재	- GPS 위치 측위 - LTE 통신
	통합 관제 시스템	- 웹 기반 관제 서버	- 위험 및 관제 정보 알람 - 장비 및 인력 위험도 관리 - 가변 알람 설정 제어

○ 제품 사진

 	 	 
<단채널 LiDAR>	<장애물 인지 기술 >	<전자 제어 모듈 >
 		 
<운전원 보조 인터페이스 >	<다기능 통신 모듈 >	<하이브리드 통신 기술>

11) 연구성과

○ 기술적 성과

- 건설현장 및 산업현장에서 활용할 수 있는 저가의 LiDAR 기술을 활용, 근로자의 안전사고를 예방하기 위한 기술은 없었으며, 본 연구에서는 LiDAR 기술을 이용 360° 회전하며 장비 주변을 3D 스캐닝하여 사람과 사물을 구분하여 장비에 접근하는 작업자를 인식할 수 있는 기술개발

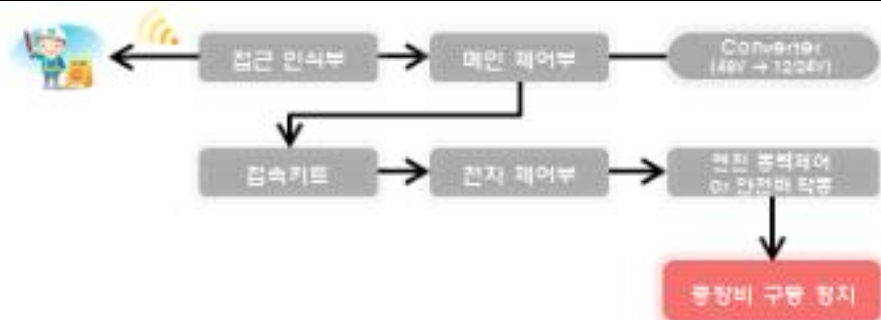
기존 AVM 기술	연구결과
	
영상 정보 제공	영상 정보 + 3차원 거리정보 제공
단순 거리기반 위험도 판별	거리기반 + 속도기반 위험도 판별
단거리 탐지 (5m)	중장거리 탐지 가능 (~ 50m)
정밀도, 해상도 낮음	정밀도, 해상도 높음
위험레벨에 따라 경고음 발생	위험도 레벨에 따라 경고음 발생 + 긴급 제동
통합관제 시스템 없음	통합 관제 시스템 및 운용 데이터 베이스 구축

- 기술수준 향상 (성능 업그레이드)

항목	기 보유 기술 수준	연구결과
LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술	· 단층 레이저 스캐너 활용한 2차원 장애물 인식	· 다층(4채널 이상) 레이저 스캐너 활용한 3차원 장애물 인식기술 확보 - 다채널 3차원 공간화 기술 - 3차원 작업자 구분 기술 - 굴삭기 접근 속도 예측 기술
	· 알고리즘 처리 속도 : 200ms	· 실시간 처리속도 100ms 확보 - 속도 기반 충돌 위험도 판별 기술 - 10Hz 이상 환경 탐지 기술 확보 - 환경탐지, 위험도 판별, 제어 신호 생성 일체화된 제어기 개발
충돌방지를 위한 자동장비제어 기술	· 단순 ON/OFF 정지 신호 인가	· 중장비 정지로 인한 2차사고 예방기술 확보 - 정지 충격 저감을 위한 PWM 제어 기술
ICT기반 하이브리드 통신 기술	· 작업기계 단독 운영	· 통합 관제센터 결합, 안전 데이터 관리 기술 확보 - 빅데이터 활용

- 안전사고 예방을 위한 장비제어 기술개발을 통해 운전자와 근로자 모두 위험을 인지할 수 있으므로 보다 적극적인 사고예방이 가능하고, 중장비의 2차 사고 방지를 위한 단계적 가감속 제어 기술을 통한 Fool Proof 안전장치 시스템 개발

접근 인식부	중장비 주변을 향해 접근 중인 사람 또는 장애물과의 감지신호를 실시간으로 인식
메인 제어부	접근 인식부의 인식신호를 전달받아 긴급 주행정지를 위한 전기적인 제어신호를 공급
접속키트	메인 제어부에서 인식된 신호를 공급받아 전자 제어부에 신호를 전달토록 중계
전자 제어부	접근 인식부의 인식신호 전달 여부에 따른 메인 제어부의 공급신호를 전달받아 중장비의 작동정지를 위한 전자적인 제어신호를 공급
장비 제어	중장비의 작동구동원인 주행모터의 회전 또는 엔진동력을 통합적으로 정지 제어



< Operation Principles of Proposed Electronic Control System >

○ 경제적 성과

- 전 세계적 안전시장 확산에 따른 핵심기술 연계 산업의 성장
- ICT 기술을 활용, 안전사고 발생 횟수를 줄이고 사회적 손실비용 절감
- 국내 건설기계 시장 및 근로자 안전관리 디바이스 시장(추정 : 전체 시장의 약 10%, 8,722억원)의 신사업 창출
- 산업 현장별 안전사고 사전점검과 조치강화로 공정 내 생산성 향상 및 예산절감
- 산업현장에서 제안시스템의 경영개선 효과(예시)

손실적 요소(B), 설비투자	이익적 요소(A), 손실액 관점
◇ 증가되는 비용 (감가상각) ○ LiDAR 모듈 : 4,000,000원 ○ 전자 제어 모듈 : 4,000,000원 ○ 다기능 통신 모듈 : 2,000,000원 ○ 관제 시스템 : 1,000,000원 ○ 총액 : 11,000,000원	◇ 감소되는 비용 (감가상각) ○ 손실액 절감 : 57,277,200원 ○ 총액 : 57,277,200원
추정 수익액(A-B) : 46,277,200원	

① 산업현장 조건

- 중장비 20대, 작업자 500명

② 손실적 요소(B) 산출 근거

- 증가되는 비용(설비투자)
 - LiDAR 모듈 : 1,000,000원 x 20대 / 5년 사용 기준 = 4,000,000원
 - 전자 제어 모듈 : 1,000,000원 x 20대 / 5년 사용 기준 = 4,000,000원
 - 다기능 통신 모듈 : 500,000원 x 20대 / 5년 사용 기준 = 2,000,000원
 - 관제 시스템 : 5,000,000원 x 1대 / 5년 사용 기준 = 1,000,000원

③ 이익적 요소(A) 산출 근거

- 감소되는 비용(감가상각)
 - 2016년 산업재해 90,656명, 손실 214,002억원
⇒ 재해당 236,000,000원
 - 2016년 재해율 0.49%, 총돌·협착에 의한 재해 33%
⇒ 500명 산업현장에서 1년간 평균 총돌·협착에 의한 재해건수
 $500 \times 0.0049 \times 0.33 = 0.809$ 건
 - 500명 산업현장에서 1년간 평균 재해 손실비용
⇒ $236,000,000 \text{원} \times 0.809 \approx 190,924,000 \text{원}$
 - 총돌 및 협착에 의한 재해건수 30% 개선 시 감소 비용
⇒ $190,924,000 \text{원} \times 0.3 = 57,277,200 \text{원}$

○ 고용창출 계획

- 건설 및 산업현장에서의 안전 솔루션 신시장 개척에 따른 고용 창출(연구개발, 개발자)
 - 본 과제를 통해 주관기관인 ㈜영신에서 본 기술개발을 위해 기술개발 전(2017년) 2명을 확보했고 당해년도(2018년)에 연구직 2명, 개발자 1명을 고용하였으며, 2차년도(2019년)에 개발자(1명) 확보를 통해 고용창출에 기여함
 - 개발 완료 후(2020년~2021년) 생산직 1명, 영업직 2명 총 9명의 신규 채용을 계획임

구 분	(2017)년 (기술개발 전년)	(2018-2019)년 (개발종료 해당년)	(2020)년 (개발종료 후 1년)	(2021)년 (개발종료 후 2년)
신규고용(명)	2	4	1	2
상시고용(명)	36	41	42	44

○ 관련산업 기여도

- 작업장의 안전관리 시스템 도입으로 사회적으로 작업자의 상해와 관련한 재해를 감소시켜 노사관계를 향상시키고 또한 기업이미지를 향상시키는 효과
- 위험상황 알림기능으로 과학적이고 체계적인 현장관리와 관계자간 신속한 의사소통으로 안전 건설 구현 및 건설근로자 안전사고 예방
- 발주기관, 시공사, 안전관리 담당이 건설현장 근로자들의 위치를 파악 및 관리함으로써 안전한 건설현장 실현
- 건설 현장에서의 안전사고 발생 시 정확한 위치확인과 대응으로 신속한 구조작업 실시
- 산업 및 건설현장에서의 안전성 향상을 통한 근로자 삶의 질 향상

12) 연구개발 성과 종합의견

○ 종합의견

- 최근 해외 건설시장은 물론이며 한국 건설 시장의 성숙도가 선진국 수준의 안전사고 예방의 요구가 높아지고 있으며, 이에 따라 안전사고 예방을 위한 노력도 커져가고 있다. 이러한 주 요인은 안전사고 발생시 인적·물적 피해비용은 물론이며, 안전사고 처리를 위한 공사중단 등으로 파생되는 공기지연 등의 피해가 공사원가에 더욱 큰 영향을 미치기 때문이다.
- 이러한 수요조건에 따라 'ICT 기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템'의 개발 및 현장적용을 통한 안전사고 예방이 절실한 상황에서 본 과제가 진행 중이며, 본 시스템에 적용되는 3차원 장애물 인지기술, 충돌방지를 위한 자동장비 제어기술, 통합관제 시스템 기술의 현장적용은 관공사 등 발주처의 필수 요구사항에 부합되어 출시 초기 시범현장 적용을 통한 현장 검증 후 시스템 공급의 확산 적용으로 시장 점유율이 급속도로 높아질 것으로 판단된다.
- 궁극적으로 본 기술 개발을 통해 국내 건설기계 부품 및 완성차 업계에 첨단 ICT 융복합 제품에 대한 우수한 품질 및 가격 경쟁력이 갖춰질 수 있을 것으로 기대되며 이에 따라 수출시장에서도 큰 효과를 거둬 관련 시설 투자 및 고용 창출 효과도 동시에 확장될 것으로 예상 됨

항 목	내 용
기술력 확보	• 전자제어 기반의 장비제어 기술력 확보 • LiDAR 기반의 칩,센서, 관련솔루션 기술력 확보를 통한 신규시장 창출
매출증대	• 현장 여건에 맞는 제품 라인업 구성 및 가격경쟁력으로 10% 매출증대 • 현재 산업현장 근로자안전관리 시스템 시장은 시장형성 전 단계로 시장선점이 용이하며, 향후 시장 확대 시 개발비용, 운영경험 축적으로 인해 시장선점효과가 극대화될 것으로 전망
일자리 창출	• 시스템SW 및 HW관련 전문인력 10여명 수준의 고용창출 예정(2020년 목표) • 안전관리 시장 확산 시 전문교육기관 설립 및 양성(기계연)
수출증대	• 특허 확보로 고부가가치 수출 가능 • ODA(Official Development Assistance)방식을 통해서도 수출 경로 탐색
품질인증	• Biz model 특허 확보(1건 이상) - 향후 서비스모델 확장을 통해 추가 확보 가능
기 타	• 장비 제어부분에 있어서 국내 뿐만 아니라 세계에서조차 최초의 서비스 모델 개발 가능 - 자체 브랜드 인지도 확보

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

가. 기술개발 최종목표

- 본 연구에서 제안한 『ICT기반 라이다 기술을 활용한 인간중심의 중장비 안전관리 시스템』은 LiDAR 센서를 활용하여 중장비 주변으로 접근하는 작업자 안전을 확보하기 위한 것으로, ①LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술, ②전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘, ③충돌방지를 위한 자동장비제어 기술, ④충돌 위험도 판별 알고리즘, ⑤다기능 통신 모듈을 포함한 ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발이 주요 목표에 포함된다.

○ 연구개발 내용

구분	내용
최종 목표	- o LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술 개발 - 장애물 인지 LiDAR 모듈 개발(SW) - 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘 개발(SW) - 운전원 보조 인터페이스 개발(SW) - o 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술 개발 - 전자 제어 모듈 개발(HW) - 충돌 위험도 판별 알고리즘 개발(SW) - o ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발 - 다기능 통신 모듈 개발(HW) - 통합 관제 시스템 개발(SW)
세부 목표	- o LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술 개발 - 장애물 인지 LiDAR 모듈 • 사물과 움직이는 동체를 구분하여 불특정 다수의 작업자 인식 • LiDAR 센서 인식을 통한 거리 측정 및 단계별 거리 설정 기능 - 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘 • 전방위 작업 환경을 실시간으로 탐지 - 운전원 보조 인터페이스 • 장비 내부의 장애물 인지 모니터를 통해 감지거리를 설정을 하고 근접하는 거리를 시각적으로 식별이 가능하도록 점군 데이터 발생 기능(시각적) • 전자 제어 모듈이 작동하지 않도록 하는 기능(Bypass) - o 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술 개발 - 전자 제어 모듈 • 중장비 주변으로 접근하는 위험물(중장비 또는 근로자)을 인지하여 경고알람 뿐만 아니라 장비의 작동(선회 또는 주행)을 기계적으로 제어하여 근로자를 방호하는 기능 - 충돌 위험도 판별 알고리즘 • 중장비의 작업 상태를 안전상태, 알람상태, 긴급정지 상태로 구분하여 각 상태에 따른 필요한 조치 정의 • 충돌예측 시간과 위험도 지수를 도출하여 위험도 평가

○ ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발

– 다기능 통신 모듈

- GPS와 비콘 센서를 탑재하여 실내외 중장비의 위치정보를 송수신(LoRa, 3G/Wifi)
- 다기능 통신 모듈을 통하여 위험지역과 중장비 위치정보를 송수신하고 필요에 따라 관제 센터로부터 무선으로 거리설정 기능

– 통합 관제 시스템

- 중장비의 경보를 발생시킨 작업자의 위험상황과 접근빈도, 위치에 대해 실시간 모니터링 및 Database 관리하는 기능
- 장비의 작업 종류에 따른 작업자 위험지역 원격 가변 설정 기능
- 장비의 운전 작동에 따른 장비의 가동시간에 대한 정보 모니터링 기능



< 시스템 흐름도 >

나. 최종목표의 설정의 타당성 및 근거

○ 성과목표 설정

항목		H/W	S/W
LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술	장애물 인지 LiDAR 모듈	- 단채널 LiDAR(상용품) - 영상 인식 카메라(상용품) - 실차용 센서 모듈 - 12/24V 통합 전원	- 인식 거리 설정 (경고구역/위험구역 구분)
	전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	- 영상 인식 카메라(상용품)	- 장애물 검출 알고리즘 개발
	운전원 보조 인터페이스	- 장애물 인지 모니터 - 경고알람(음성) 발생	- 통합 모니터링 GUI 개발
충돌방지를 위한 자동장비제어 기술	전자 제어 모듈	- 12/24V, Max. 1.5A/Port - 전자제어식 모듈	- 특정 구역 정보 리포팅 (경고구역/위험구역 구분)
	충돌 위험도 판별 알고리즘	- 제어부 S/W 통합	- 접근 장애물의 위험도 판별 알고리즘 개발
ICT기반 하이브리드 통신 기술	다기능 통신모듈	- GPS, LTE 통신보드 탑재	- GPS 위치 측위 - LTE 통신
	통합 관제 시스템	- 웹 기반 관제 서버	- 위험 및 관제 정보 알림 - 장비 및 인력 위험도 관리 - 가변 알림 설정 제어

○ 성과목표 설정 타당성 및 근거

성과목표		가중치	타당성 및 근거
LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술	장애물 인지 LiDAR 모듈	10	• 사물과 움직이는 동체를 구분하여 인간 중심의 중장비 안전관리 시스템 • 건설 중장비에 부착하여 근로자가 장비에 접근 시 1차 경고, 2차 제어를 통해 안전사고 예방(Fool Proof 기능) → 장애물인지 알고리즘 SW 1건, 성능시험보고서 2건
	전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	10	• 전방위 작업 환경을 실시간으로 탐지 → 알고리즘 보고서 1건, 성능시험보고서 1건
	운전원 보조 인터페이스	5	• 중장비 주변으로 접근하는 위험물(중장비 혹은 근로자)을 인지하여 거리별 설정에 따른 단계별 경고 메시지 • 전자 제어 모듈이 작동하지 않도록 하는 기능(Bypass) → 시제품 1건
충돌방지를 위한 자동장비제어 기술	전자 제어 모듈	10	• 근로자와의 충돌 위험 상황과 설정한 위험구역 내 위험물을 인지하여 안전작업을 위한 중장비의 선회 및 주행 제어(stop) → 알고리즘 보고서 1건, 성능시험 보고서 1건, 시제품 1건, 신규채용 3건
	충돌 위험도 판별 알고리즘	10	• 중장비의 작업 상태를 안전상태, 알람상태, 긴급정지 상태로 구분하여 각 상태에 따른 필요한 조치 정의 • 충돌예측 시간과 위험도 지수를 도출하여 위험도 평가 → 알고리즘 보고서 1건, 성능시험 보고서 1건
ICT기반 하이브리드 통신 기술	다기능 통신모듈	10	• GPS를 통해 중장비의 위치정보를 송수신(LTE) • 특정 공정별 관리가 필요할 경우 관제 센터로부터 무선으로 경고구역과 위험구역의 무선 거리설정 기능 → 시제품 1건
	통합 관제 시스템	10	• 경고알람을 발생시킨 작업자들의 위치를 실시간 모니터링 • 중장비에 인가받지 않은 작업자가 접근 시 경고 메시지 • 작업자가 중장비에 접근한 빈도와 위치정보를 Database화 하여 보관 • 중장비의 전원 작동에 따른 일일 장비 가동시간에 대한 정보 모니터링 → 성능시험보고서 2건, SW 1건, 신규채용 1건, 특허등록 1건
현장적용	시제품 현장테스트	5	• LiDAR / 영상 기반 장애물 인지 모듈에 대한 실내테스트를 완료하였으며, 현재 현장테스트 계획 및 장소를 선택한 상태임 → 테스트 보고서 1건
	성능개선	5	• 인식성능 개선 및 추가 현장테스트 완료 → 성능개선 보고서 1건, 디자인 등록 1건
사업화	비즈니스 모델 수립	5	• 다채널 LiDAR 및 컴퓨터비전 융합기술 서비스모델 수립 → 계획서 1건
	제품인증	5	• 제품의 신뢰성 확보를 위한 제품 인증 진행 → 제품인증 1건
	사업화 매출액	10	• 제품 검증을 위한 시범사업 진행 → 1건이상 500만원 이상
	사업화 컨설팅	5	• 변리사를 통한 기술컨설팅의뢰 → 컨설팅 보고서 1건, 특허 1건

○ 성과점검 기준표

- 최종 성과목표 및 성과지표

구분	핵심연구성과 (level1)	단위 성과 (level2)	총괄 질적 성과					해당 기관	예산 (백만)	총괄 양적 목표		
			질적 성과지표		목표치	측정방법	검증방법			가중치	목표치	가중치
총괄	A	LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지기술 개발	A-1 장애물 인지 LiDAR 모듈	① 장애물 인지 알고리즘(SW)	1건	SW인증	문서확인	0.5	KMM	25	성능시험 보고서: <u>2</u> 건 SW: <u>1</u> 건	10
				② 결과물의 성능시험 (인식률 테스트)	98% 이상	성능시험 보고서	문서확인	1.5	KMM	20		
				③ 결과물의 성능시험 (오차범위)	50cm 이내	성능시험 보고서	문서확인	1.5	KMM	20		
		전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	A-2	① 작업환경 탐지 알고리즘	1건	알고리즘 보고서	문서확인	0.5	KMM	25	알고리즘 보고서: <u>1</u> 건 성능시험 보고서: <u>1</u> 건	10
				② 결과물의 성능시험 (장애물 탐지 범위)	20m 이내	성능시험 보고서	문서확인	1.5	KMM	20		
			A-3 운전원보조 인터페이스	① 운전원 보조 인터페이스(HW)	1건	시제품 제작	Spec 및 수량확인	0.5	KMM	20	시제품: <u>1</u> 건	10
	B	충돌방지를 위한 자동장비 제어 기술 개발	B-1 전자 제어 모듈	① 전자제어를 통한 장비제어 알고리즘	1건	알고리즘 보고서	문서확인	0.5	영신	22	알고리즘 보고서: <u>1</u> 건 성능시험 보고서: <u>1</u> 건 시제품: <u>1</u> 건 신규채용: <u>3</u> 건	10
				② 전자 제어 모듈(HW)	1건	시제품 제작	Spec 및 수량확인	0.5	영신	72.5		
				③ 결과물의 성능 시험	성능 구현	성능시험 보고서	문서확인	1.5	영신	37.5		
		충돌 위험도 판별 알고리즘	B-2	① 위험도 판별 알고리즘	1건	알고리즘 보고서	문서확인	0.5	KMM	20	알고리즘 보고서: <u>1</u> 건 성능시험 보고서: <u>1</u> 건	10
				② 결과물의 성능시험 (알고리즘 처리속도)	100m s	성능시험 보고서	문서확인	1.5	KMM	20		
	C	ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발	C-1 다기능 통신 모듈	① 다기능 통신 모듈(HW)	1건	시제품 제작	Spec 및 수량확인	1	영신	68.5	시제품: <u>1</u> 건	10
				① 통합 관제 시스템(SW)	1건	시스템 제작	프로그램 파일확인	1	영신	63	성능시험 보고서: <u>2</u> 건 SW: <u>1</u> 건 신규채용: <u>1</u> 건 특허등록: <u>1</u> 건	10
		통합 관제 시스템	C-2	② 결과물의 성능 시험 (동시 관제 작업자 수)	10명 이상	성능시험 보고서	문서확인	1.5	영신/ KMM	20		
				③ 결과물의 성능 시험 (실시간 이벤트)	성능 구현	성능시험 보고서	문서확인	1.5	영신	20		
	D	현장 적용	D-1 시제품 현장 테스트	① 현장 테스트 검증	합격	테스트 보고서	문서확인	2	영신	20	테스트 보고서: <u>1</u> 건	5
			D-2 상용화를 위한 성능개선	② 성능개선 (현장반영 HWSW 개선, 기존항목의 현장적용시 발생하는 문제점을 보완)	1건	성능개선 보고서	문서확인	0.5	KMM	-	개선사항 보고서: <u>1</u> 건 디자인 등록: <u>1</u> 건	5
	E	사업화 계획	E-1 비즈니스 모델 수립	① 비즈니스 모델 계획	1건	계획서	문서확인	0.5	영신	10	계획서: <u>1</u> 건 인증서: <u>1</u> 건 컨설팅 보고서: <u>1</u> 건 매출액: 500만원이상 특허 등록: <u>2</u> 건	20
			E-2 제품 인증	① HW 제품 인증	1건	인증기관 확인	인증서	0.5	영신	20		
			E-3 사업화 매출액	② 2019년까지 사업화 매출액	1건 이상 500만원 이상	세금 계산서	문서확인	0.5	영신	-		
			E-4 사업화 컨설팅	③ 기술자문 컨설팅	1건	평가 보고서	문서확인	0.5	영신	10		
계								20	533.5	알고리즘 보고서: <u>3</u> 건 성능시험 보고서: <u>7</u> 건 SW: <u>2</u> 건 시제품: <u>3</u> 건 테스트 보고서: <u>1</u> 건 개선사항 보고서: <u>1</u> 건 신규채용: <u>4</u> 건 특허 등록: <u>3</u> 건 계획서: <u>1</u> 건 인증서: <u>1</u> 건 매출액: 500만원이상 컨설팅 보고서: <u>1</u> 건 디자인등록: <u>1</u> 건	100	

- 1차년도 성과점검 기준표

구분	핵심연구성과 (level1)	단위 성과 (level2)	1차년도 질적 성과						해당 기관	예산 (백만)	1차년도 양적 목표					
			성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치	목표치			가중치	달성치				
총괄	A	LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지기술 개발	A-1	장애물 인지 LiDAR 모듈	①	장애물 인지 알고리즘(SW)	1건	SW 인증	문서 확인	1	KIMM	25	15	성능시험 보고서: 3건 SW: 1건 알고리즘 보고서: 1건 시제품: 1건		
					②	결과물의 성능시험(인식물 테스트)	98% 이상	성능 시험 보고서	문서 확인	2	KIMM	20				
					③	결과물의 성능시험(오차범 위)	50cm 이내	성능 시험 보고서	문서 확인	2	KIMM	20				
		A-2	전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	①	작업환경 탐지 알고리즘	1건	보고서	문서 확인	1	KIMM	25	알고리즘 보고서: 1건 성능시험 보고서: 1건				
				②	결과물의 성능시험(장애물 탐지 범위)	20m 이내	성능 시험 보고서	문서 확인	2	KIMM	20					
		A-3	운전원 보조 인터페이스	①	운전원 보조 인터페이스(HW)	1건	시제품 제작	Spec. 및 수량 확인	1.5	KIMM	20	시제품: 1건				
		B	충돌방지 를 위한 B 자동차 제어 기술 개발	B-1	전자 제어 모듈	①	전자제어를 통한 장애물 인지 알고리즘	1건	알고 리즘 보고서	문서 확인	2	영신	22		25	알고리즘 보고서: 2건 성능시험 보고서: 2건 시제품: 1건 신규제출: 3건
						②	전자 제어 모듈(HW)	1건	시제품 제작	Spec. 및 수량 확인	2	영신	72.5			
	③					결과물의 성능 시험	성능 구현	성능 시험 보고서	문서 확인	2	영신	37.5				
	B-2			충돌 위험도 판별 알고리즘	①	위험도 판별 알고리즘	1건	알고 리즘 보고서	문서 확인	1.5	KIMM	20	알고리즘 보고서: 1건 성능시험 보고서: 1건			
					②	결과물의 성능시험(알고리 즘 처리속도)	100ms	성능 시험 보고서	문서 확인	1.5	KIMM	20				
	E	사업화 계획	E-1	비즈니스 모델 수립	①	비즈니스 모델 계획	1건	계획서	문서 확인	1.5	영신	10	15	계획서: 1건		
계												알고리즘 보고서: 3건 성능시험 보고서: 5건 SW: 1건 시제품: 2건 계획서: 1건 신규제출: 3건	100	알고리즘 보고서: 3건 성능시험 보고서: 5건 SW: 1건 시제품: 2건 계획서: 1건 신규제출: 3건		

- 1차년도 필수성과목표 달성여부

구분	1차년도 목표치	달성치	비고 (미달성 사유)
신규고용인력	3명	3명	신규채용 완료

- 2차년도 성과점검 기준표

구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		2차년도 질적 성과					해당 기관	예산 (백만)	2차년도 양적 목표			
					성과지표	목표치	측정방법	검증방법	가중치			목표치	가중 치	달성치	
총괄	B	충돌방지를 위한 자동차비제어기술 개발	B-1	전자제어 모듈	②	전자제어모듈(HW)	-	인증기관 확인	인증서	-	영신	-	-		인증서: 1 건
	C	ICT기반 하이브리드 통신 기술 개발	C-1	다기능 통신 모듈	①	다기능 통신 모듈(HW)	1건	시제품 제작	Spec 및 수령확인	25	영신	68.5	시제품: 1 건	20	시제품: 1 건 인증서: 1 건
			C-2	통합 관제 시스템	①	통합 관제 시스템(SW)	1건	시스템 제작	프로그램 파일확인	2	영신	63	성능시험 보고서: 2 건 SW: 1 건 신규채용: 1 건 특허등록: 1건	20	성능시험 보고서: 2 건 SW: 1 건 신규채용: 1 건 특허등록: 1 건
					②	결과물의 성능 시험 (동시 관제 작업자 수)	10명 이상	성능시험 보고서	문서확인	25	영신/ KIMM	20			
					③	결과물의 성능 시험 (실시간 이벤트)	성능 구현	성능시험 보고서	문서확인	25	영신	20			
	D	현장 적용	D-1	시제품 현장 테스트	①	현장 테스트 검증	합격	테스트 보고서	문서확인	25	영신	20	테스트 보고서: 1 건 개선사항 보고서: 1 건 디자인 등록: 1건	20	테스트 보고서: 1 건 개선사항 보고서: 1 건 디자인 출원: 1 건
			D-2	상용화를 위한 성능개선	②	성능개선 (현장반영 HWSW 개선, 기존항목의 현 장적용시 발생하는 문제점을 보완)	1건	성능개선 보고서	문서확인	2	KIMM	-			
	E	사업화 계획	E-2	제품 인증	①	HW 제품 인증	1건	인증기관 확인	인증서	2	영신	20	인증서: 1 건 컨설팅 보고서: 1 건 매출액: 500만원이상 특허 등록: 1 건	20	인증서: 1 건 컨설팅 보고서: 1 건 매출액: 250만원 특허 등록: 2 건 기술계약: 2건
			E-3	사업화 매출액	②	2019년까지 사업화 매출액	1건이상 500만원 이상	세금 계산서	문서확인	2	영신	-			
			E-4	사업화 컨설팅	③	기술자문 컨설팅	1건	평가 보고서	문서확인	2	영신	10			
	계									18		221	성능시험보고서: 2건 SW: 1 건 시제품: 1 건 테스트 보고서: 1 건 개선사항 보고서: 1 건 신규채용: 1 건 특허 등록: 2 건 인증서: 1 건 컨설팅 보고서: 1 건 매출액: 500만원이상 디자인 등록: 1건	100	성능시험보고서: 2건 SW: 1 건 시제품: 1 건 테스트 보고서: 1건 개선사항 보고서: 1건 신규채용: 1 건 특허 등록: 3 건 인증서: 3 건 컨설팅 보고서: 1건 매출액: 250만원 디자인 출원: 1건 기술계약: 2 건

- 2차년도 필수성과목표 달성여부

구분	2차년도 목표치	달성치	비고 (미달성 사유)
신규고용인력	1명	1명	달성
특허등록	2건	3건	1건 초과달성
SW등록	1건	1건	달성
디자인등록	1건	1건	달성(출원중)

○ 연구개발 성과

- 시제품 3건

번호	시제품명	제작일시	이용분야	소유기관명	비고
1	전자제어모듈 하드웨어	2018.10.01	건설장비 전자제어시스템	(주)영신	성능지표 B-1.②
2	운전원 보조 인터페이스	2018.10.01	중장비 충돌방지 모니터링	한국기계연구원	성능지표 A-3.①
3	다기능 통신모듈	2019.08.01	이벤트 데이터 수집	(주)영신	성능지표 C-1.①

		
전자제어모듈 하드웨어	운전원 보조 인터페이스	다기능 통신모듈

- 인증 3건

번호	기자재명칭	인증일시	인증번호	인증기관명	비고
1	LTE이동통신용 무선설비의 기기(기타)	2019.12.05	R-C-YsD-RMCU-Y0S01	국립전파연구원장	성능지표 C-1.①
2	전자제어모듈	2019.12.05	R-R-YsD-ECM-Y0S01	국립전파연구원장	성능지표 B-1.②
3	전자제어디바이스	2019.11.12	R-R-YsD-ECD-Y0S01	국립전파연구원장	성능지표 E-2.①

		
LTE이동통신용 무선설비의 기기(기타)	전자제어모듈	전자제어디바이스

- 지식재산권 (특허출원 4건, 등록 3건, 디자인 출원 1건)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기 여 율
			출원인	출원일	출원번호	등록번호*	등록인	등록일	등록번호	등록번호*	
1	전자제어 방식을 이용한 지게차 작업 안전 제어시스템	대한민국	(주)영신	2017.1.21	10-2017-0155427		(주)영신	2018.06.14	10-1869480		50%
2	라이다 스캐닝 접근감지를 이용한 중장비 작업 안전 제어시스템	대한민국	(주)영신	2018.07.25	10-2018-0086528					등록거절	100%
3	지게차의 안전작업을 위한 전방 모니터링 장치	대한민국	(주)영신	2018.10.24	10-2018-0127188		(주)영신	2019.08.14	10-2012705		100%
4	라이다를 이용한 중장비 안전관리시스템	대한민국	(주)영신	2019.11.04	10-2019-0139175		(주)영신	2020.01.08	10-2065975		100%
5	라이다 영상 감지장치 (디자인 출원)	대한민국	(주)영신	2019.11.19	30-2019-0055100						100%

전자제어 방식을 이용한 지게차 작업 안전 제어시스템	지게차의 안전작업을 위한 전방 모니터링 장치	라이다를 이용한 중장비 안전관리시스템	라이다 영상 감지장치 (디자인 출원)

- 신규채용 4건

번호	신규인력	직급	연구기간	학력	성별
1	김동규	과장	2018.04.01.~2019.12.31	학사	남
2	유병훈	사원	2018.04.01.~2019.12.31	학사	남
3	이용제 (중도퇴사)	사원	2018.04.01.~2018.04.15	학사	남
4	안형주 (중도퇴사)	사원	2018.05.24.~2019.05.31	학사	남
5	최창규	사원	2019.01.01.~2019.12.31	학사	남
6	이정목	사원	2019.06.01.~2019.12.31	학사	남

김동규 과장	유병훈 사원	최창규 사원	이정목 사원

- 성능시험 보고서 7건, 알고리즘 보고서 3건, 계획서 1건, 테스트 보고서 1건, 성능개선보고서 1건

번호	보고서명	작성자	보고서 목적	비고
1	제어 알고리즘 보고서	(주)영신	제품개발	성능지표 B-1.①
2	결과물의 성능시험 보고서	(주)영신	성능파악	성능지표 B-1.③
3	비즈니스 모델 계획서	(주)영신	사업화	성능지표 E-1.①
4	작업환경 탐지 알고리즘	한국기계연구원	알고리즘 해설	성능지표 A-2.①
5	위험도 판별 알고리즘	한국기계연구원	알고리즘 해설	성능지표 B-2.①
6	성능시험 보고서 (4건) (인식률, 오차, 탐지범위, 처리속도)	한국기계연구원	성능시험	성능지표 A-1.②, ③ 성능지표 A-2.②, B-2.②
7	동시 관제 작업자 수 성능시험 보고서	(주)영신, 한국기계연구원	성능시험	성능지표 C-2.②
8	실시간 이벤트 성능시험 보고서	(주)영신	성능시험	성능지표 C-2.③
9	성능개선 보고서	한국기계연구원	성능시험	성능지표 D-2.②
10	현장 테스트 보고서	(주)영신	성능검증	성능지표 D-1.①

제어 알고리즘 보고서	결과물의 성능시험 보고서	비즈니스 모델 계획서	작업환경 탐지 알고리즘
위험도 판별 알고리즘	성능시험 보고서(4건)	동시 관제 작업자 수 성능시험 보고서	성능개선 보고서

- 홍보 5건

번호	홍보명	홍보일시	장소	비고
1	제4회 대한민국 안전산업 박람회	2018.11.14	일산 킨텍스	신기술 (LiDAR) 소개
2	제5회 대한민국 안전산업 박람회	2019.09.25.~ 2019.09.27	일산 킨텍스	신기술 (LiDAR) 소개
3	2019 사물인터넷 국제 전시회	2019.10.23~ 2019.10.25	코엑스	신기술 (LiDAR) 소개
4	2019 클린 건설현장 경진대회	2019.10.30	과천 시민회관	신기술 (LiDAR) 소개
5	2019 스마트 건설기술안전 엑스포	2019.11.27.~ 2019.11.29	일산 킨텍스	신기술 (LiDAR) 소개

				
				
안전산업박람회	안전산업박람회	사물인터넷 전시회	클린 경진대회	스마트 엑스포

- 국내 및 국제학술회의 발표 1건

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	대한토목학회	최평호	2018.10.18	경주	대한민국

- 저작권, 소프트웨어 등록 2건

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여 율
1	중장비 충돌방지용 작업환경 탐지 알고리즘	2018	한국기계연구원	2018.11. 15	제C-2018-0 33056호	한국기계 연구원	100%
2	ICT기반 라이다 기술을 활용한 중장비 안전관리 시스템	2020	(주)영신	2020.01. 20	제C-2020-0 03369호	(주)영신	100%

- 산업 기술 인력 양성 (1건)

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	4차산업 인재양성 사업	인재양성 사업 대상자의 취업 연계 교육	한국기계연구원	3일/주	2018.09 ~ 2019.01	1/24

3-2. 목표 달성여부

○ 연구목표 달성도

세부 연구 목표 (연구계획서의 목표)	비중 (%)	계획	실적	달성도 (%)	자체평가
장애물 인지 LiDAR 모듈	10	성능시험 보고서 2건 SW 1건	성능시험 보고서 2건 SW 1건	100%	- 장애물 인지 기술 요구사항 정의 - 다채널 LiDAR를 이용한 장애물 검출 알고리즘 개발 - 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘 개발 - 운전원 보조 인터페이스 개발 및 설계
전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘	10	알고리즘 보고서 1건 성능시험 보고서 1건	알고리즘 보고서 1건 성능시험 보고서 1건	100%	
운전원 보조 인터페이스	5	시제품 1건	시제품 1건	100%	
전자 제어 모듈	10	알고리즘 보고서 1건 성능시험 보고서 1건 시제품 1건 신규채용 3건	알고리즘 보고서 1건 성능시험 보고서 1건 시제품 1건 신규채용 3건 인증서 1건	100%	- 자동장비제어 기술 요구사항 정의 - 전자 제어를 통한 장비제어 알고리즘 개발 - 전자 제어 모듈 개발 및 설계 - 전자 제어 모듈 시제품 제작
충돌 위험도 판별 알고리즘	10	알고리즘 보고서 1건 성능시험 보고서 1건	알고리즘 보고서 1건 성능시험 보고서 1건	100%	- 중장비 접촉예보 및 충돌방지를 위해 안전, 알람, 자동제어 등 작업상태 정의 - 접근 장애물의 위험도 판별 알고리즘 개발
다기능 통신모듈	10	시제품 1건	시제품 1건 인증서 1건	100%	- 통신 프로토콜 정의 - 다기능 통신 모듈 개발 - 다기능 통신 모듈 시제품 제작
통합 관제 시스템	10	성능시험 보고서 2건 S/W 1건 신규채용 1건 특허등록 1건	성능시험 보고서 2건 S/W 1건 신규채용 1건 특허등록 1건	100%	- 통합관제 시스템 요구사항 정의 - 실시간 안전관리를 위한 통합관제시스템 개발 - 안전관리자 맞춤형 GUI개발 - 알람 시스템 연동 API 개발 - 시험실 규모 단위 모듈 테스트
시제품 현장테스트	5	테스트 보고서 1건 개선사항 보고서 1건 디자인 등록 1건	테스트 보고서 1건 개선사항 보고서 1건 디자인 출원 1건	100%	- 현장 요구사항 조사 - 다채널 LiDAR 모듈 인식률 및 오차 범위 테스트(시험실 규모) - 다채널 LiDAR 모듈 탐지 범위 테스트(시험실 규모)

					• 다채널 LiDAR 모듈 처리속도 테스트 (실험실 규모) • 전자제어 모듈 신뢰성 테스트(현장 테스트) • 다채널 LiDAR 모듈 및 전자제어 모듈과의 연동 테스트(실험실 규모) • 건설현장 실차 테스트 완료
성능개선	5			100%	• 다채널 LiDAR 모듈 실험실 규모 테스트를 통한 기술적 문제점 분석 및 성능보완 • 다기능 통신 모듈 및 통합 관제 시스템 실험실 규모 테스트를 통한 기술적 문제점 분석 및 성능보완 • 선회시 인식성능 개선하였으며, 추가 현장 테스트 완료 • 전자제어 모듈 현장 테스트를 통한 기술적 문제점 분석 및 성능보완
비즈니스 모델 수립	25	계획서 1건 인증서 1건 컨설팅 보고서 1건 매출액(백만원) 500 특허 등록 1건	계획서 1건 인증서 1건 컨설팅 보고서 1건 매출액(백만원) 2750 특허 등록 2건 기술계약 2건	100%	• 다채널 LiDAR 기반 서비스모델 수립 • 컴퓨터비전 기반 서비스모델 수립 • 다채널 LiDAR 및 컴퓨터비전 융합기술 서비스모델 수립
제품인증					• 특허 등록 2건
사업화 매출액					• 건설현장 안전관리시스템 용역계약 (매출액: 5,500,000) • 기술실시계약 체결2건 (2,200만원)
기술가치 평가					• 기술컨설팅 보고서
합계	100	알고리즘 보고서 3건 성능시험 보고서 7건 SW 2건 시제품 3건 테스트 보고서 1건 개선사항 보고서 1건 신규채용 4건 특허 등록 2건 계획서 1건 인증서 1건 매출액(백만원) 500 컨설팅 보고서 1건 디자인등록 1건	알고리즘 보고서 3건 성능시험 보고서 7건 SW 2건 시제품 3건 테스트 보고서 1건 개선사항 보고서 1건 신규채용 4건 특허 등록 3건 계획서 1건 인증서 3건 매출액(백만원) 2750 컨설팅 보고서 1건 디자인출원 1건	100%	

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

가. 추가연구의 필요성

1) 기술개발 필요성

○ 기술적 지원 필요성

- 건설기계산업의 신기술 경쟁 심화에 따른 신시장 개척이 어려운 상황으로 기존 장비의 유지보수 및 업그레이드를 통해 생산성, 안전성 제고 및 고객 만족도 향상을 위한 After market 대상 기술/제품의 발굴 및 지원 필요
 - 첨단건설기술 도입에 따른 건설기계 지능화 및 능동안전 시스템 다양화 추세
- 건설현장에서 요구하는 주요 안전사고 방지 기능을 정립하고, 부품 업체의 기술역량 강화 및 제품 품질 향상을 위하여 주요기능에 대한 요구 성능 표준화 및 인증 절차 개발이 필요
 - 人災로 인한 고질적 안전사고 방지책 및 사고방지 인식 확산 노력 필요
- 건설기계 활용에서 작업 생산성을 높이고 안전사고를 지속적으로 낮추는 기술에 대한 수요가 증가함에 따라 GYRO, GPS, 레이저를 활용한 측량 기술, 센서 기술, 위치와 자세 인식 기술, 지능 제어 및 무선통신 기술 등 다양한 IT 기술이 융합된 건설기계용 장치가 개발되고 있음
- 국내에서는 주로 완성차 업체 위주로 기술 개발이 이루어져 **중소 부품업체의 핵심 설계기술 확보 및 신기술 개발에 한계**
- 향후, 점진적 시장 확대에 따라 안정적으로 핵심기술 개발에 필요한 지원 필요

○ 경제적 지원필요성

- 관련 스마트 건설기계 시장은 2015년 167억 달러에서 2020년까지 699억 달러 규모로 큰 폭으로 성장할 것으로 예상
- R&D 지원을 통해 지능형 안전사고 방지 분야 기술경쟁력을 확보하여, 건설기계 After market 부품 시장 선점해야 함
- 표준 성능 규격 및 인증 가이드 제시로 관련 다수 부품업체의 참여 유도가 필요함

○ 정부/정책적 지원필요성

- 국민소득 3만달러 수준에 도달하면서 안전사회에 대한 사회적 니즈 확산
 - (국토부) 건설현장 사망만인율 50% 이하로 줄이기 운동
 - (고용노동부) 건설기계·장비 사고 사망재해 반으로 줄이기 위한 『FM2050』 재해예방대책 실시
- 안전사고 방지 장치에 대한 수요가 증가할 것으로 기대됨에 따라 국가적 지원 필요
- 기본 성능 이하의 저가 제품의 시장 진입 차단과 제품에 대한 신뢰 및 인지도 확보를 위한 집중된 연구투자가 필요하며, 국가발전 사업으로의 재기를 위한 정부적 지원이 절실함

○ 핵심기술

- 건설기계 After market 용 지능형 안전사고 방지 장치 개발 필요
 - 운전 상태 및 작업 이력, 사고 전후 정보 수집이 가능한 기록 장치
 - 사각지대 안전사고 방지 장치
 - 저조도 환경에서의 안전거리 및 작업정보 표시 장치
- 안전사고 방지 장치의 성능 평가/시험 및 인증 규격 개발 필요
 - 안전사고 유형 분석 통한 진단 프로세스 개발 및 사고방지 요구기능 도출
 - 지능형 사고방지 시스템 성능 평가를 위한 시험/인증 규격 개발

2) 국내외 동향

○ 국외동향

- (독일, SICK) 건설기계의 후방 충돌 방지에 사용가능한 다양한 2D-3D 라이다(Lidar) 센서 모듈과 비전센서 제품군을 출시하고 있음
- (일본, kanamoto, HAGIWARA) 스테레오비전, TOF 센서를 활용한 인명감지 모듈을 개발. AI 기술을 기반으로 측후면의 주변 작업자를 인지하고 및 거리 정보를 제공함
- (일본, HOKUYO) 작업 영역 지면 스캐닝과 차량 주변 장애물 탐지가 가능한 다양한 2D-3D 라이다(Lidar) 센서 모듈을 출시하고 있음
- (독일, Liebherr) bauma 2019에서 휠로더용 지능형 보조시스템 발표. 안전사고 방지 기능으로 후방에 장착된 영상센서로 사람과 사물을 자동으로 인지하여 경고음을 발생
- 실내 작업을 주로 수행하는 지게차 및 크레인에서 레이저 및 LED 조명을 이용하여 충돌위험 경고 신호를 보낼 수 있는 능동적 후방 충돌방지 장치가 활용되고 있음

○ 국내동향

- (두산인프라코어) ICT기술을 기반으로 건설장비의 가동정보를 원격으로 모니터링하는 '두산커넥트'를 출시하였고, 주변 360도를 탐류 시점으로 모니터링 가능한 건설기계용 AVM을 개발
- (영신디엔씨) 건설기계 4면에 카메라를 장착하여 차량 주변 360도 모니터링과 작업자 감지 시 강제중단이 가능한 중장비 안전사고 예방 솔루션 개발
- (이미지넥스트) 2014년 국내 최초로 어라운드뷰(AVM)를 개발하여 무인굴삭기에 적용. 장비주변 360도 실시간 모니터링을 통해 경로 및 장애물을 판단을 가능하게 함
- 일부 물류 사업장에서 지게차 후면 안전거리 표시용으로 레이저 모듈을 사용하고 있음

3) 추가연구개발 내용

○ 지능형 안전사고 방지 장치 개발

- 건설기계용 블랙박스
 - 운전 상태 및 작업/이력 정보 수집/기록
 - 주변 영상 및 이벤트(사고 전후) 정보를 수집/기록
- 충돌 및 협착 사고 방지를 위한 안전센서 모듈
 - 차량 사각지대 작업자 및 사물감지를 위한 Computer vision (스테레오 및 영상 카메라), 레이더, 라이다 및 3D 센서 등을 활용한 퓨전센서 모듈
 - 작업자용 위험경보 장치 및 운전자용 디스플레이 장치(접근방향 및 거리 표시)
 - 중장비 텔레매틱스 시스템 개발 (차량위치, 차량속도, 이벤트, 작업자 인증, 연료소모량 등 안전관리를 위한 정보수집 장치)
 - 클라우드 기반 통합 안전관제 시스템
- 안전상황 감지시 장비 자동정지 등 장비제어를 위한 제어 모듈
 - 충돌위험도 평가 알고리즘 고도화
 - 충돌방지를 위한 자동장비제어 모듈 개발 (굴삭기, 도저, 롤러 등)
 - 안전센서 모듈과 연동 기술 개발
- 저조도 공간에서 활용 가능한 안전 가시화 모듈

- 저조도 공간: 실내, 터널, 지하공간 등
- 작업 범위를 지면에 표시하는 능동적 안전거리 표시 장치(레이저, LED 등) 개발

○ 안전사고 방지 장치의 요구 성능 검증을 위한 시험 및 인증 규격 개발

- 제조사와 사용자의 니즈를 반영한 성능 항목 선정 및 기준 수립
 - 블랙박스 사양 예)데이터 종류, 객체인지/분석 범위
 - 센서 감지범위 예) 감지대상(사람, 사물), 거리, 각도, 정확도 등
 - 가시화 모듈 성능 예) 광원 세기, 표시 거리 등
- 성능 검증 및 인증을 위한 시험 규격 제시
 - 트랙레코드 확보를 위한 성능평가 환경, 절차 등 시험평가방법 개발
 - KS, KC 등 인증 규격 수립을 위한 절차서 및 규격 개발

4) 기대효과

○ 활용방안

- 성능 신뢰도와 부품 호환성을 갖춘 모듈형 장치를 개발하여, 주요 건설기계(굴삭기, 지게차, 크레인, 로더 등)에 광범위하게 확대 보급

○ 기술적 기대효과

- 다양한 소규모 기술개발을 통한 스마트 및 안전성 기술 확산
- 건설현장의 수요를 반영한 필요 제품을 정립하고 주력 제품별로 전문화하여 중소 부품업체의 기술 경쟁력 강화
- 건설기계용 표준부품 개발을 통해 핵심 설계기술 확보

○ 경제적 기대효과

- 건설기계 After market 산업 활성화
- 건설기계 시장에 요구하는 지능형 안전 기술 정립과 성능 평가기술을 확보하여 다수 부품업체의 참여 활성화
- 저품질 부품의 시장 차단으로 과도한 경쟁을 방지하고 원가 경쟁력 확보

○ 사회적 기대효과

- 건설현장의 안전 및 작업자 편리성 확보
- 증가하는 After market 용 부품에 대한 시장 신뢰도 확보
- 건설기계 부품 시장 활성화를 통한 지속적 산업투자 도모
- 건설분야의 선도적 안전기술 적용으로 안전산업 분야로 사회 인식전환

나. 상품화 추진 방안

○ 상품화 추진

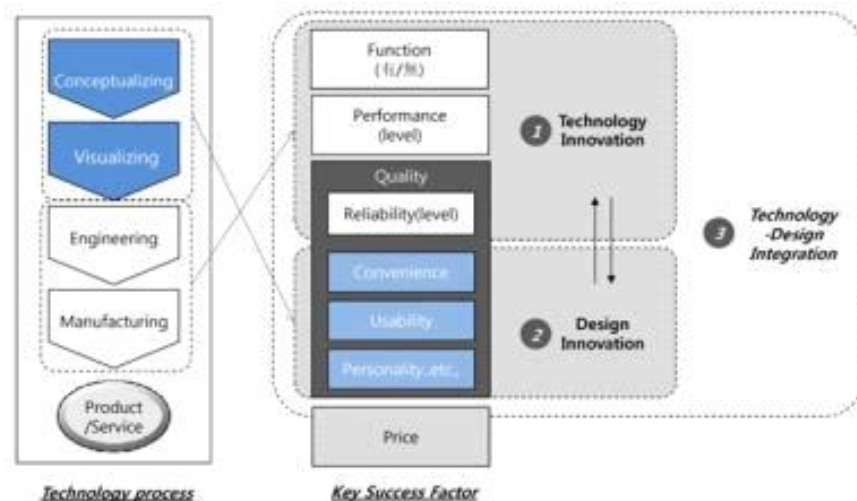
- 본 연구개발을 통해 TRL 7단계 수준의 기술력 확보

- 실험실 환경에서 실험 또는 전산 시뮬레이션을 통해 기본성능이 검증
- 제품 및 시스템의 기본 설계도면을 확보
- 시험샘플을 제작하여 핵심성능에 대한 평가가 완료
- 확정된 제품 및 시스템의 실험실 시작품 제작 및 성능 평가가 완료
- 성능 평가 결과에 대해 공인인증 기관의 성적서 확보
- 건설현장과 유사한 환경에서 자체 현장테스트를 실시하여 목표 성능을 만족
- 실제 건설환경에서 데모를 통해 성능검증

구분		1차년도	2 차년도	단계별 설명
기초 연구 단계	TRL 1	해당없음	해당없음	【기초실험】 기본원리발견
	TRL 2			【개념정립】 기술개념과 적용분야의 확립
실험 단계	TRL 3			【기본성능검증】 분석과 실험을 통한 기술개념 검증
	TRL 4			【부품/시스템 성능검증】 연구실 환경에서의 Working Model 개발
시작품 단계	TRL 5			【장치/시스템 시제품 제작】 유사 환경에서의 Working Model 검증
	TRL 6	■	□	【시제품 성능평가】 유사 환경에서의 프로토타입 개발
실용화 단계	TRL 7	□	■	【시제품 신뢰성평가】 실제 환경에서 시제품 데모
	TRL 8	□	□	【시제품 인증】 상용제품 시험평가 및 신뢰성 검증
양산 단계	TRL 9	□	□	【사업화】 상용제품생산

- 자체 예산을 통해 상품화 추진

- 사업화를 위한 제품의 Embedded화 및 디자인 설계
- 건설현장에서 내구성 확보를 위한 금형제작(제품의 방진, 방수, 고온, 저온, 진동 등을 고려)
- 사업화를 위한 최종제품 시험평가 및 신뢰성 검증
- 시장의 관점에서 사용자의 사용성, 편리성, 기능성을 검토
- 상용제품 양산 및 사업화



< Technology Push, Market Pull and Business >

다. 사업화 추진 방안

○ STP 전략수립



- 시장 세분화 (Segmentation)

- 주요 시장을 건설용, 산업용 으로 구분
- 장비의 종류에 따라 가장 많이 사용되는 굴삭기, 지게차로 설정
- 단계적으로 AGV(Automated Guided Vehicle) 안전 장비로 확장

- 목표시장 설정 (Targeting)

- 건설용은 주요 발주 및 대형건설사 굴삭기 위주로 Targeting을 설정
- 산업용은 중공업, 물류센터, 조선소 지게차 위주로 Targeting을 설정
- 각 산업현장에 적합한 제품을 공급(3세대:RFID, 4세대:LiDAR)

- 포지셔닝 (Positioning)

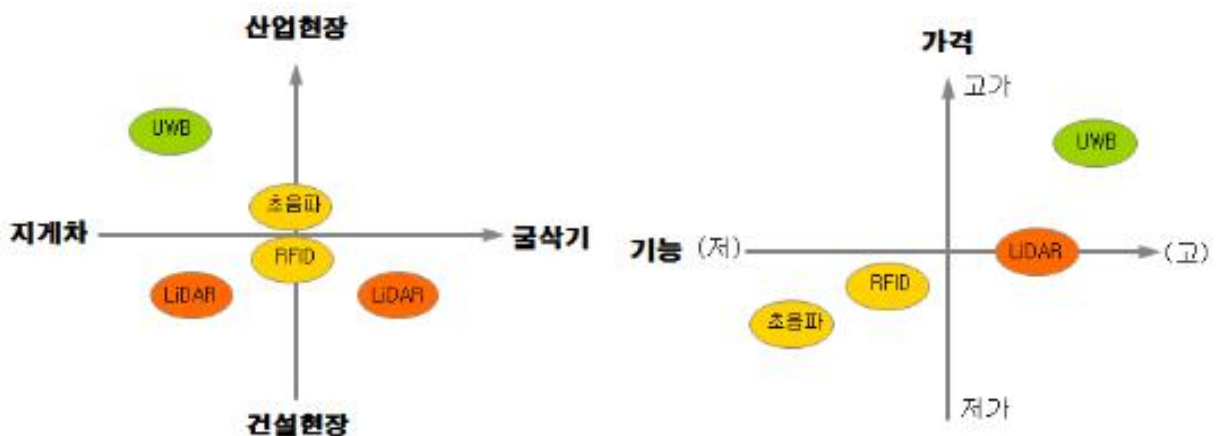
- 3세대(RFID) 기술 : Tag를 부착한 작업자만 인식 (산업용)
- 4세대(LiDAR) 기술 : 장비주면에 접근하는 작업자를 무작위로 인식 (건설용)
- 각 산업현장별 특성에 맞는 사업모델 공급

• 건설현장 (4세대 기술)

- ▶ 도심지 공사 : 불특정 다수를 인식
- ▶ 일용직 근로자 등 매일 출역 인원의 변동성이 심한 건설현장

- 산업현장 (3세대 기술)

- ▶ 고정된 장비와 상시 근로자가 확실한 물류센터 및 산업현장

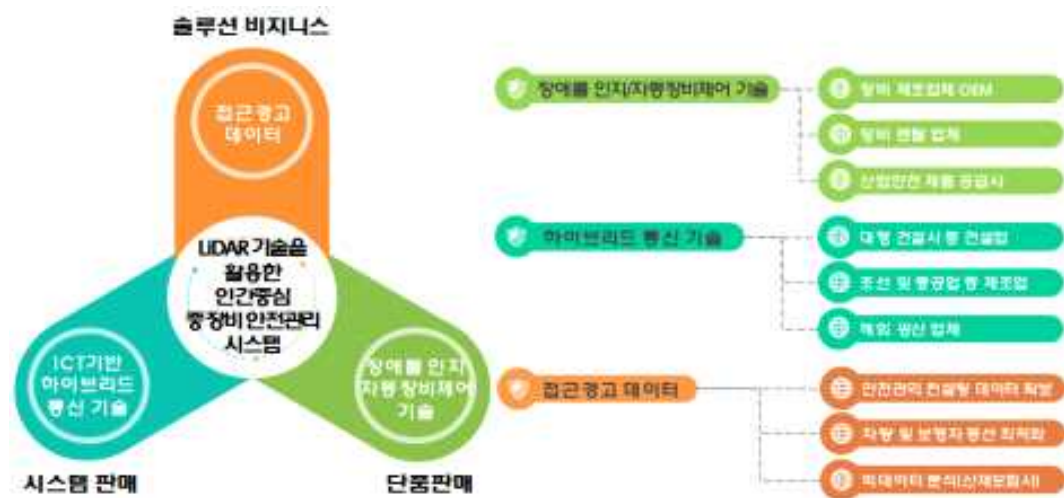


< 라인업별 제품 Positioning >

○ 기술 포트폴리오

- 제품 다변화

- 소규모 사업장을 대상으로 근로자의 접근경보를 위한 LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술 단품 판매
- 중장비를 사용하는 사업장에는 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술을 단품으로 판매
- 장비제조사 OEM 납품을 통해 제조 단계에서 Factory Fit으로 적용하여 국내 건설기계 제조사의 해외경쟁력 확보
- 대형건설사, 조선 및 중공업, 해외 광산업체를 대상으로 근로자 및 장비를 Tracking 할 수 있는 ICT기반 하이브리드 통신 기술 사업
- ICT기반 하이브리드 통신 기술을 통해 들어오는 빅데이터 기반으로 건설 및 산업현장의 위험지역 접근빈도, 차량 및 보행자의 동선분석 등 안전관리를 위한 데이터를 확보하여 안전보건 컨설팅 및 산재보험사 보험요율 산정 등 After 비즈니스 창출



< 제품 라인업 확대 및 솔루션 비즈니스 창출 >

○ 비즈니스 모델 수립

- 제품 및 서비스 (사업화 Business Model)

구분	중장비 접근경보	중장비 접근제어	중장비 안전관리 시스템
주요기능	• 중장비 접근경보 • 운전원 보조 인터페이스	• 중장비 접근경보 • 중장비 접근제어 • 운전원 보조 인터페이스	• 중장비 접근경보 • 중장비 접근제어 • 운전원 보조 인터페이스 • 다기능 통신모듈 • 통합관제 시스템
예상판매처	• 소규모 건설현장	• 장비제조사	• 대규모 건설현장
예상단가	• 1,000,000원	• 2,000,000원	VAR(현장여건) • 서버 : 5,000,000원

○ 영업전략 및 고객사 확보방안

- 영업목표 설정

영 업 목 표

1. 보다 넓은 시야로 신규 Major 제조사와 유통·물류사 발굴에 적극적인 영업
2. 옛 것에만 영업을 고정하지 않고, 적용 실적이 미비한 관공서·건설사 대상으로의 확대 영업
3. 주기적인 건설IT 내용을 담은 NEWS LETTER 발행을 통한 고객의 관심을 끌만한 정보를 우선 제공하는 영업
4. 고객의 요구를 발 빠르게 파악하고, 만족도 향상을 위한 After Service 영업



- 기존 고객사별 판매대상 선정

< 물류 센터 및 제조 공장 >	< 국내 건설 현장 >	< 물류 센터 및 제조 공장 >
롯데글로벌로지스 전국 센터	삼성물산 현장(확대적용)	롯데글로벌로지스 전국 센터
롯데알미늄 안산2공장	현대건설 현장	롯데알미늄 안산2공장
롯데알미늄 안산1공장	대우건설 현장	롯데알미늄 안산1공장
롯데알미늄 진천공장	포스코건설 현장(확대적용)	롯데알미늄 진천공장
롯데알미늄 평택공장	롯데건설 현장	롯데알미늄 평택공장
롯데알미늄 오산공장	SK건설 현장	롯데알미늄 오산공장
롯데케미칼 여수공장	대림산업 현장	코카콜라 양산공장
코카콜라 양산공장	대전지방국토관리청 현장	코카콜라 안양 Complex
코카콜라 안양 Complex	원주지방국토관리청 현장	코카콜라 여주공장
코카콜라 여주공장	부산지방국토관리청 현장	코카콜라 광주공장
코카콜라 광주공장	익산지방국토관리청 현장	LG생활건강 청주공장
LG생활건강 청주공장	서울지방국토관리청 현장	LG생활건강 울산공장
LG생활건강 울산공장	한국철도시설공단 현장	LG생활건강 온산공장
LG생활건강 온산공장	한국도로공사 도로 현장	LG생활건강 나주공장
LG생활건강 나주공장	한국토지주택공사 현장	현대제철 당진공장
현대제철 당진공장	< 해외 건설 현장 >	판토스 안전환경팀
판토스 안전환경팀	현대건설 싱가포르 현장	GS칼텍스 안전보건기획팀
GS칼텍스 안전보건기획팀	삼성물산 싱가포르 현장	농심 물류기획팀
농심 물류기획팀	삼성물산 다카공항	오뚜기 물류운영부
오뚜기 물류운영부	대우건설 나이지리아 FLNG	
세아정원특수강		
세아그룹 계열사		

- 신규 고객사 확보전략 (물류 및 건설 분야)

PART 1-1. 주요 물류기업 2017년 매출액 순위(Top 130)

(단위: 백만원)

순위	기업명	2017년					2016년				
		매출	영업이익	순이익	자산	부채	매출	영업이익	순이익	자산	부채
1	한국물류공사	1,060,173	133,446	83,045	1,125,877	1,188,737	1,135,489	147,782	93,114	1,173,177	1,243,417
2	CJ대한물류	1,060,877	142,577	93,919	1,429,365	1,271,718	838,628	136,898	78,888	1,000,877	1,378,472
3	한국항공물류	1,034,418	171,971	86,388	839,464	815,048	1,114,393	123,448	118,848	836,787	871,171
4	한국노선물류공사	1,003,938	133,822	88,383	822,888	848,238	1,471,009	277,381	198,783	1,043,234	1,061,073
5	한진	1,011,173	153,946	113,848	1,068,438	882,373	1,583,842	477,341	383,338	1,000,841	971,431
6	지프	1,408,387	27,987	23,887	14,438,847	76,454	1,377,387	37,388	34,448	388,888	123,453
7	한국노선물류공사(주)	1,280,882	153,739	118,888	883,088	810,887	1,887,887	188,887	158,887	1,088,887	1,088,887
8	삼성물류(주)	878,458	122,888	104,888	78,458	78,458	888,458	112,877	118,888	85,457	82,458
9	한국노선물류	871,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
10	한진	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
11	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
12	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
13	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
14	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
15	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
16	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
17	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
18	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
19	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
20	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
21	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
22	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
23	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
24	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
25	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
26	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
27	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
28	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
29	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758
30	한국노선물류	878,387	88,888	88,888	888,888	887,447	888,000	88,888	88,888	888,888	884,758

2018년 건설사 도급순위 100위 (단위: 백만원)					
순위	2018년			2017년	
	업체명	원거액	순계약액	업체명	원거액
1	삼성물산(주)	173,719	-	삼성물산(주)	165,885
2	현대건설(주)	130,875	-	현대건설(주)	137,106
3	대원건설(주)	93,720	11	(주)대우건설	83,012
4	(주)대우건설	91,601	11	대원건설(주)	82,835
5	지메스건설(주)	79,258	11	(주)포스코건설	77,393
6	현대엔지니어링(주)	74,432	11	지메스건설(주)	70,685
7	(주)포스코건설	69,633	21	현대엔지니어링(주)	68,345
8	롯데건설(주)	55,305	11	현대산업개발(주)	60,685
9	메스케이건설(주)	38,578	11	롯데건설(주)	54,282
10	HOC현대산업개발(주)	34,200	21	메스케이건설(주)	46,014
11	(주)한양건설	28,823	-	(주)한양건설	38,035
12	(주)한도건설	22,208	151	(주)부영주택	36,747
13	(주)호남건설주택	21,619	-	(주)호남건설	24,521
14	(주)대원건설	16,733	61	삼성엔지니어링(주)	16,516
15	한신공업(주)	16,603	11	금호산업(주)	16,445
16	(주)호남건설	17,858	31	한신공업(주)	16,273
17	두산건설(주)	16,715	41	한신건설산업(주)	15,127
18	두산건설산업(주)	16,013	11	(주)한신	15,029
19	(주)한진	15,601	11	교도종합건설(주)	14,888
20	교도종합건설(주)	15,342	11	(주)한진	14,794
21	메스케이건설(주)	15,237	11	두산건설(주)	14,058
22	한신건설(주)	14,949	11	한신건설(주)	13,507
23	금호산업(주)	14,345	61	신세계건설(주)	13,476
24	두산종합건설(주)	14,334	-	두산종합건설(주)	12,981
25	(주)한양	14,160	-	(주)한양	12,649
26	(주)부영주택	13,753	141	(주)메이치건설	12,258
27	대원건설(주)	13,423	41	(주)한도건설	12,122
28	삼성엔지니어링(주)	13,421	141	메이치건설(주)	11,946
29	신세계건설(주)	13,104	61	(주)한진	11,809
30	한진건설(주)	13,000	61	(주)한진	11,548

- 신규 고객사 Targeting (물류사 부분)

업체	업체명	부서	직급	성명	연락처	이메일
물류	한진	영업관리팀	과장	정호근	010-4889-3819	hkyjyung@hanjin.com
물류	한진	영업관리팀	책임	김정민	010-6936-1765	www1765@naver.com
물류	한진	영업관리팀	선임	박지현	010-2827-2378	seokj.hpa@hanjin.com
물류	한진	영업관리팀	선임	문지현	010-2739-4470	moonmoon@hanjin.com
물류	한진	WMS/창고관리팀	차장	윤정기	010-7838-1942	hyunghyun@hanjin.com
물류	CJ대한물류	SCM/물류관리팀	과장	함영수	010-5288-5648	ms.hang1@cj.net
물류	CJ대한물류	물류관리팀	과장	김동환	010-3125-3468	dk.kim@cj.net
물류	이노비티	LOGISTICS팀	최초장	이수복	010-7783-2467	isoo@innoti.com
물류	포커스	물류관리팀	물류장	김민준	010-8888-0808	hkim1008@naver.com
물류	포커스	물류관리팀	최초장	정민준	010-4748-5249	steeve@focuse.com
물류	포커스	물류관리팀/창고관리팀	대리	이정현	010-7783-0808	ij2007@naver.com
물류	포커스	물류관리팀	선임장	이동진	010-3858-3428	dongjinlee@naver.com
물류	대성다인	물류관리팀	전담	이진우	010-3854-0308	heehyeoy1@daewon.co.kr
물류	우체국	물류관리팀/인사관리팀	과장	이준우	010-8843-4123	2hees@uril.co.kr
물류	한국노선물류	물류관리팀	과장	이경민	010-2287-5148	im.kim@kns.co.kr
물류	한국노선물류	SCM	대리	김영수	010-8887-8888	sunghye@kns.co.kr
물류	현대산업개발	물류팀	선임장	박영수	010-4515-5820	psu77@naver.com
물류	부영	물류관리팀	과장	이준우	010-8861-2187	www@inpaeng.com
물류	부영	물류관리팀	사원	권민준	010-2727-0567	202571@inpaeng.com
물류	부영	물류관리팀	사원	박민준	010-8286-0808	shiligh@naver.com
물류	신세계물류	물류팀	최초장	이정민	010-8807-7188	ss0803@shinsegae.com
물류	신세계물류	물류팀	최초장	이준우	010-4545-9096	sh0006@shinsegae.com
물류	우정물류서비스	물류관리팀	대리	김민준	010-8836-0208	hkim@uril.co.kr
물류	우정물류서비스	물류관리팀	사원	이준우	010-7838-3306	hyunghyun@uril.co.kr
물류	우정물류서비스	물류관리팀/창고관리팀	과장	정호근	010-4889-3819	hkyjyung@uril.co.kr

- 신규 고객사 Targeting (제조사 부문)

[illegible]

- 신규 고객사 Targeting (공공안전관리자 협의체)

지역	대분류	소분류	운영 방법	비고
충북	충북협의회	충주/제천/음성	온라인 커뮤니티(Naver BAND)	
		충북권 PSM 협의회	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	100인 이상 회원 보유
		청주협의회	온라인 커뮤니티(Naver BAND)	100인 이상 회원 보유
충남	충남협의회	천안/아산협의회	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	100인 이상 회원 보유
		대천/세종	온라인 커뮤니티(Naver BAND)	100인 이상 회원 보유
		보령/서산협의회	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	
경북	경북협의회	파천/가제/동영/진주지역	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	
		경북 동경안권면담협의회	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	
강북	강북협의회		오프라인 모임	100인 이상 회원 보유
대구	대구협의회	대구서부 PSM협의회	온라인 커뮤니티(Naver BAND)	
		대경권 PSM 안전협의회	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	100인 이상 회원 보유
		대구협의회	오프라인 모임	
경기	경기서부협의회	회원사 72개사	오프라인 모임	
울산	울산협의회	석유화학공단 안전위원회	오프라인 모임	100인 이상 회원 보유
		대한산업안전협회 울산지회	온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	100인 이상 회원 보유
		여천협의회	오프라인 모임	
		울산협의회	오프라인 모임	
		언양협의회	오프라인 모임	
전북	대한산업안전본부		온라인 커뮤니티(Daum CAFE)	100인 이상 회원 보유
전남	여수 석유화학안전관리 위원회		오프라인 모임	100인 이상 회원 보유

- 신규 고객사 확보전략 (관공서)

업체	업체명	부서	직급	성별	연차치	이메일
건설	국토교통부	서울지방국토관리청		K2Y M&M 조서 필요		
건설	국토교통부	인천지방국토관리청		K2Y M&M 조서 필요		
건설	한국투자개발공사	인천지점	과장	서기형	055-802-5211	hjseo0623@kdi.or.kr
건설	한국투자개발공사	인천지점	차장	장희원	010-7030-4089	003023@kdi.or.kr
건설	한국철도시설공단	수도권본부		K2Y M&M 조서 필요		
건설	한국철도시설공단	인천본부		K2Y M&M 조서 필요		
건설	한국철도시설공단	부산본부		K2Y M&M 조서 필요		
건설	한국철도시설공단	영남본부		K2Y M&M 조서 필요		
건설	한국철도시설공단	기술국토관리국	박사	이택우	010-8941-7352	tackwoo@korail.co.kr

- 해외진출 계획

- 국내에서의 내수 판매 뿐만 아니라 해외까지의 시장 확대 목적
- KOTRA 산업부에서 주관하는 수출지원기반 활용사업 지원 계획
- 2020년 3월 : 싱가포르 국제건축 및 건설기술 박람회
 - ☞ 싱가포르 건설청이 후원하는 전시회로 바이어의 집중도와 B2B 바이어 참관율이 높음
- 2020년 10월 : 싱가포르 OS+H2020(산업안전보건 전시회)
 - ☞ 세계 최대 산업안전보건 전시회인 독일 디셀도르프 A+A 의 글로벌 전시회

1. 모집요강

- 사업목적**
 - 기업 경영 수요에 기반한 맞춤형 해외차별화 서비스 지원을 통해 우리 중소기업의 해외수출역량 강화
- 중소중견기업의 수출시장 확대를 위한 정책 지원금 19억 200만 원(2021 사업예산 10.4%)**
 - 한미기업 모범기업(1차) : 신청부 소관 4개 사업, 999개사
 - 중기부 등 해외사업 참여기업 모집의 경우 추후 별도 공고 예정
 - 기업지원 규모의 경우 일부 예산만 국비 통과 후 최종 확정 예정
- 사업기간** : 2020. 2. 1. ~ 2021. 1. 31. (1년)
- 주무부처** : 중기부 (한국산업기술평가관리본부특파관진흥과(KEOTRA))
- 사업내용**
 - 「통합형 마스터」를 통해 중소·중견기업을 선정하여 마스터를 부여, 기업이 자유롭게 수출지원서비스를 이용 후, 소요비를 정산



통합형 마스터 사업 프로세스도: 기업은 마스터를 신청하여 KEOTRA를 통해 신청서를 접수하고, 심사 후 선정되면 마스터를 부여받는다. 마스터를 통해 수출지원 서비스를 제공받을 수 있다. 마스터를 통해 수출지원 서비스를 제공받을 수 있다.



2020 싱가포르 국제 건축 및 건설기술 박람회

1. 전시회 개요

- 전시일** : 2020년 1월 14일 (월) ~ 15일 (화) 2일간
- 전시장소** : Singapore Expo, Hall 1&2
- 전시규모** : 15,000평, 약 100개 업체 참가 예정
44개국, 10,000명 정도가 방문할 것으로 기대
- 웹사이트** : <http://www.BuildTechAsia.com>
- 주최기관** :  sphera
- 주최내용**
 - 건축 시장 동향의 이해를 돕기 위해 국내외 건축기술의 차이를 소개하고, 건설업계의 동향에 대해 소개한다. 전시회에서는 전시회 참가 업체에서 전시하는 건축기술을 소개하고, 전시회 참가 업체에서 전시하는 건축기술을 소개하고, 전시회 참가 업체에서 전시하는 건축기술을 소개한다.
 - 전시회 참가 업체에서 전시하는 건축기술을 소개하고, 전시회 참가 업체에서 전시하는 건축기술을 소개한다.
- 참가비용**
 - 전시회 참가 비용 : 1000~1500 / 1인당
 - 전시회 참가 비용 : 1000~1500 / 1인당

2. 지원규모 및 한도

구분	(1) 전액	(2) 분할
사업목적	중소기업 경영 혁신을 위한 기술 지원	중소기업 경영 혁신을 위한 기술 지원
사업규모	중소기업 매출액 100억 원 이하	중소기업 매출액 100억 원 이하
지원규모	중소기업 매출액 100억 원 이하	중소기업 매출액 100억 원 이하
지원비율	중소기업 매출액 100억 원 이하	중소기업 매출액 100억 원 이하
지원비율	중소기업 매출액 100억 원 이하	중소기업 매출액 100억 원 이하

3. 이용가능 주요 서비스 항목

- 디자인 개발 : 외국어 카탈로그 제작, 외국어 홈페이지 개발 지원
- 전시회/행사/해외영업지원 : 해외 전시회 등 사전·사후 지원
- 홍보 동영상 : 외국어 홍보 동영상 제작 지원
- 해외규격 인증 : 해외인증비용 사후정산 지원

○ 사업화 관련 예상 매출

구 분		(2018)년 (기술개발 전년)	(2019)년 (개발종료 해당년)	(2020)년 (개발종료 후 1년)	(2021)년 (개발종료 후 2년)
사업화 기술(제품, 공법)		장비접근제어	라이다 접근경고 라이다 접근제어	중장비 안전관리 시스템	중장비 안전관리 시스템
투자계획(백만원)		50	100	200	500
판매 계획 (백만원)	내 수	240	500	1,000	3,000
	직접수출	-	100	500	1,500
	간접수출	-	-	-	-
	계	240	600	1,500	4,500
비용절감(백만원)		-	60	75	200
수입대체(백만원)		-	-	-	-

※ 기존제품 (판매금액500만원, 영업이익(10%) = 50만원) / 개발제품 (판매금액200만원, 영업이익(30%) = 60만원)

※ 비용절감 : (개발제품 영업이익-기존제품 영업이익)10만원 * 연차별 판매대수

○ 생산 계획

구분		(2020년) 개발 종료 후 1년	(2021년) 개발 종료 후 2년	(2022년) 개발 종료 후 3년
국 내	시장점유율(%)	0.1%	0.2%	0.5%
	판매량(단위: 대수)	250	500	1,500
	판매단가(원)	2,000,000	2,000,000	2,000,000
	국내매출액(백만원)	500	1,000	3,000
해 외	시장점유율(%)	-	-	-
	판매량(단위: 대수)	50	250	500
	판매단가(\$)	2,000	2,000	2,000
	해외매출액(백만\$)	0.1	0.5	1
당사 생산능력 (단위: 대수)		1,000	2,000	3,000

○ 투자유치 계획

투자기관(투자자)	투자금액(천원)	투자기간	투자유치 계획
한국도로공사 수도권 사업단	30,000	개발 종료 후 1년	도로공사 수도권 사업단 내 모든 건설현장에 시스템 실증 및 판매
현대건설기계	50,000	개발 종료 후 2년	장비 제조사 OEM을 통한 옵션 장비 개발

○ 사업화 프로세스 맵

- 연구개발에서 생산 공급, 마케팅까지 책임담당관제를 도입하여 역할과 임무를 명확히 관리
- 성공적인 사업화를 위한 사업화 프로세스 구축



< 사업화를 위한 프로세스 맵 >

○ 생산 공급망 확충

- 자체생산품과 외주가공품을 구분하여 관리하고 전국 6개 권역별로 총판을 확충하여, 국내 어떠한 현장에서도 설치 및 공급이 가능하도록 생산공급망 확충



< 사업화를 위한 생산공급망 맵 >

○ 판로개척

구분	내용
기술이전	○ LiDAR를 이용한 3차원 장애물 인지 기술 ○ 전방위 작업환경 실시간 탐지 알고리즘 ○ 충돌방지를 위한 자동장비제어 기술 ○ 충돌 위험도 판별 알고리즘 ○ 다기능 통신 모듈을 포함한 ICT기반 하이브리드 통신 기술 ○ H/W, S/W, 기구설계, 디자인 등 통합 설계 및 개발 기술 확보
국내시장	○ 대형 건설사, 유관기관, 원도급사, 협회, 학회 - 도로공사 기술마켓 등록 - 국토부 신기술 등록 - 행안부 재난안전제품인증 ○ 동종 전문건설업체 대상으로 DEMO 지원 등 홍보영업 전개 ○ 지역별 총판 운영(영업, 설치, A/S) ○ 안전판매의 개념 → 구매 욕구 자극(안전을 위해 꼭 필요한 시스템)으로의 변화 ○ 제품의 다양화(라인업 확대)
해외시장	○ 건설기계전시회 홍보 ○ KOTRA를 통한 해외시장 연계 ○ 해외진출 건설사와의 BM 개발
가격정책	○ Quality Leadership : 최고의 품질과 기능을 갖추므로써 가격편차에 대한 간섭을 최소화 ○ 가격의 차별화(외산대비 저렴한 가격대 판매) ○ 탄력적인 Sales(판매, 렌탈, Buy-Back) ○ 이익극대화, 매출극대화를 위한 부품 업체 개발, 라인업 확대
프로모션	○ 전시회, 컨퍼런스 : 안전산업박람회, 건설기계대전, 기타 단체(건설자동화학회, 대한토목학회) ○ 광고, 기사 : 건설경제, 안전신문 - 불측정 다수 대상 잠재적 고객 확보 - 국내 최초의 이미지 선점 및 기술 신뢰도 확보 ○ 각종 판촉물 제작 및 배포 : 브로슈어, 동영상, PPT ○ 고객의 금액 부담 완화를 위하여 금융 연계 상품 개발
총판(지역별)	○ 영업 및 설치 노하우 교육의 체계적 실시 ○ 신제품으로 영업의 폭 확대 ○ 홍보물 제작 및 배포

○ 홍보 및 마케팅 전략

－ 홍보전략

- 현재 (주)영신에서 운영 중인 국내 40개 건설현장에 본 시스템의 우선 적용을 통해 국내 대형 건설사를 대상으로 근로자 안전관리 시스템의 우수성을 지속적으로 홍보
- 안전관리 기술 및 정보를 공유하기 위하여 중앙정부와 지방청과의 지속적인 교류를 통해, 본 연구에서 수행하는 현장 성능시험의 검증 사례를 교류하고, 연구 성과품을 지속적으로 홍보
- 본 연구의 성과는 전시회 및 학술활동을 통해 국내 산업체, 대학, 연구소를 대상으로 홍보



< 사업화를 위한 이해관계자 맵 >

- 발주기관, 고객사, 유관기관과의 유기적인 협조체계 구축
- 주기적인 미팅을 통해 제품 홍보 및 안전의 중요성 강조

○ 마케팅 전략

구분	내용
미디어 마케팅	○동영상 제작 － 당사 홈페이지 － 유튜브 작업 시현 영상
언론 마케팅	○언론매체를 통한 홍보 기사 － 건설경제신문, 건설기계 신문, 장비안전사고예방 기사 － 고객사를 통한 대외 홍보 지원 － 일간지, 월간지 등 게시
이벤트 마케팅	○건설기계 및 안전사고 전시회 참석 － 건설기계 전시회 참석 － 안전산업 박람회 참석 － 대형건설사 안전보건의 날 홍보 － 당사 현장 우선 적용 고객사 관심 유발
제휴 마케팅	○안전보건 행사 참여 － 대형건설사 협업을 통한 홍보(안전성과품) － 관공서(고용노동부, 산업안전관리공단)를 통한 홍보 지원

< 판매 마케팅 전략 >

- 전시회 참가 및 홍보

[로보] '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포' 거행하니 2019.11.27. 14:30  한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다. 한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다. 한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다. 한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다.	[로보] '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포' 거행하니 2019.11.27. 14:30  한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다. 한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다. 한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다. 한국건설산업진흥원은 27일 서울 강남구 삼성동 코엑스 컨벤션홀에서 '2019 스마트 건설기술 안전 엑스포'를 개최했다. 이번 엑스포는 스마트 건설기술의 안전 적용을 위한 다양한 기술을 소개하고, 관련 기업과 전문가들이 모여 의견을 교환하는 자리였다. 행사에는 스마트 건설기술을 통해 건설 현장 안전관리 효율을 높일 수 있는 다양한 기술을 소개했다.
2019 스마트 건설기술 안전 엑스포 참가 (2019. 11. 27)	2019 사물인터넷 국제전시회 참가 (2019. 10. 23)

- 국토부 정책 활용

- 대형공사 등의 입찰방법 심의기준 개정 고시(2019. 02. 25)
- 기술형 입찰에 본 연구개발 제품(스마트 건설기술)에 대해 홍보 및 설계 반영

스마트 건설기술의 주요 대상기술

출처 : 대형공사 등의 입찰방법 심의기준(국토교통부고시 제2019-91 호)

별표3의2 스마트 건설공사의 선정기준과 검토항목

- BIM기반 스마트 설계(지형·지반 모델링 자동화, BIM설계 자동화)
- 건설기계 자동화 및 관제(건설기계 자동화, 건설기계 통합 운영 및 관제)
- 공정 및 현장관리 고도화(시공 정밀제어 및 자동화, ICT기반 현장 안전사고 예방기술, BIM기반 공사관리, 모듈화 또는 프리패브방식에 의한 시공)
- 시설물 점검·진단 자동화(IoT 센서 기반 시설물 모니터링 기술, 드론·로봇 기반 시설물 진단)
- 디지털트윈 기반 유지관리(시설물 정보통합 및 표준화, AI기반 최적 유지관리)

- 산업확산 효과
 - 2020년 스마트 건설기술 첫 적용

내년 기술형입찰시장 키워드 '스마트 건설기술'

기사입력 2019-12-23 05:00:23 | 분류 |

기술형입찰 심의 때 '스마트 건설기술' 첫 적용...설계심의분과위원 풀에 '스마트 건설기술' 분야 신설

내년 기술형입찰시장의 키워드로 '스마트 건설기술'이 떠오르고 있다.

내년 심의를 실시하는 기술형입찰에서 '스마트 건설기술'을 처음으로 평가하기로 한 가운데 심의를 수행하는 '심판진' 구성에서도 '스마트 건설기술'이 한 자리를 차지할 전망이다.

22일 관계기관에 따르면 정부는 내년 기술형입찰 집행 과정에서 '스마트 건설기술'에 대한 평가를 처음으로 실시하기로 했다.

제1호 '스마트 건설기술' 평가 대상 기술형입찰은 턴키(설계-시공 일괄입찰) 방식의 '화태-백야 도로건설공사(2공구)'와 실시설계 기술제안 방식의 '인천검단 AA10-2BL 공동주택 건설공사'가 될 전망이다.

'화태-백야 도로 2공구'와 '인천검단 AA10-2BL 공동주택'은 각각 1747억원, 1390억원 규모로, 내년 3월과 1월 입찰공고를 거쳐 주연을 선정하는 절차에 본격 착수할 예정이다.

특히, 국토교통부와 한국토지주택공사(LH)는 이들 공사의 심의 때 '스마트 건설기술'을 배점을 작지 않은 비중으로 가져갈 계획이다.

'스마트 건설기술'에 대한 배점은 '화태-백야 도로 2공구'가 20~25점, '인천검단 AA10-2BL 공동주택'이 25점 수준에서 차등칠하고 있다.

기술형입찰시장에서 '스마트 건설기술'의 중요성이 더욱 커질 수밖에 없는 이유다.

'스마트 건설기술'이 기술형입찰 심의의 풀에 공식적으로 들어온 가운데 기술형입찰의 심의를 수행하게 되는 설계심의분과위원 풀(Pool)에서도 '스마트 건설기술' 분야가 신설될 예정이다.

국토부는 내년 1월 말까지 중앙건설기술심의위원회 설계분과위원을 300명으로 구성할 예정인데, 여기에 '스마트 건설기술' 분야를 추가하는 방안이 무계를 두고 있다.

올해까지는 '스마트 건설기술'에 대한 심의위원을 시공 분야에 포함시켰지만, '스마트 건설기술'의 비중 확대에 따라 '스마트 건설기술'을 시공 분야에서 '독립'시키겠다는 것이다.

조달청도 현재 내년 설계심의분과위원 리스트를 구성하는 작업을 추진 중이다.

특히, 조달청은 BIM(빌딩정보모델링) 분야를 신설하는 쪽으로 가닥을 잡고, 설계심의분과위원 명단에 BIM 분야 심의위원을 추가할 예정이다.

업계의 한 관계자는 "내년 기술형입찰시장은 사실상 '스마트 건설기술' 평가의 원년이 될 것으로 보인다"며 "'스마트 건설기술'이 기술형입찰 심의에서 새로운 변수로 작용할 가능성이 크다"고 말했다.

○ 시장확보 방안

- 장비 OEM 업체를 통한 판매

- 현대건설기계, 두산산업차량, 두산인프라코어, 볼보건설기계 등의 장비 업체에 본 시스템을 소개하고 협업하여 OEM 옵션을 통한 시스템의 빠른 확산을 계획
- 장비 OEM으로 커스터마이징 되는 경우 장비 내 제어장치와의 연계를 통해 속도 등의 추가적인 정보를 활용한 지능적 경보 발생 가능. 또한, 경보 발생시 제어장치와의 연동으로 적극적 혹은 소극적 형태의 차량 정지 기능 추가 가능
- 현재 현대건설기계의 건설자동화 장비를 OEM 옵션으로 채택되어 공급 계약 체결

- 장비 렌탈 업체를 통한 판매

- 공장이나 물류창고의 경우 차량을 직접 소유하지 않고 렌탈 업체를 통해 공급받는 경우가 많으므로 시스템을 차량에 설치하거나 운용하는 문제를 렌탈 업체를 통해 진행하는 경우가 많음
- 따라서, 한국로지스폴 등과 같은 국내외 차량 장비 렌탈업체를 통해 시스템을 소개하고 렌탈 장비와 함께 안전장비로서 현장에 확산될 수 있도록 함. 이때, 시스템의 설치, 유지보수, 관리를 렌탈업체를 통해 수행함으로써 시스템 확산을 가속화

- 산업안전제품 공급사를 통한 판매

- 기존의 대기업 공장이나 물류창고 등의 현장에 헬멧, 방호복, 안전관련 소모품 등을 납품하는 기존 산업안전제품 공급사와의 협업을 통해 입찰을 통해서만 시스템 도입이 가능한 대기업 현장에 시스템을 시범 운영하고 보급
- 산업안전제품 전문 공급사의 기존 판매채널을 통해 직접 공략이 어려운 대기업 공장에 시스템을 소개하고 시범 운영을 통해 확산

- 산업재해보험사와의 협업

- 산업재해에 대한 보험 상품을 판매하는 보험사와의 협업으로 안전관리시스템을 현장에 공급하고 시스템 사용시 재해보험 요율을 조정해주는 방식을 통해 시스템 보급을 확산

- 관련 분야 확산

- 본 과제의 결과물인 통합관제시스템으로부터 수집된 접근경보데이터 (차량의 위치, 접근 경보가 발생한 위치, 횡수, 운용 시간 등)를 통해 데이터를 분석하고 위험도를 측정하여 현장 내 위험도가 높은 장소에 대한 개선 활동을 할 수 있도록 하는 자료를 생성하여 현장 관리에 활용
- 상기의 데이터를 활용하여 차량과 보행자의 접근경보가 최저로 발생하는, 즉, 충돌위험이 가장 낮은 차량과 보행자의 동선을 최적화하여 근본적으로 안전사고를 예방하기 위한 시스템에 활용
- 완전자동화 물류창고 등에서 무인 차량에 의한 보행자 사고를 예방하기 위한 시스템 등에 활용

붙임. 참고문헌

- S&T Market Report, 라이다 기술 및 시장 동향, Vol.54, 2017. 11
- 국토연구원, 안전사회 실현을 위한 건설안전관리제도 개선방안. 2015. 6
- 산업안전보건연구원, IT를 활용한 안전기술 구축을 위한 실태조사 연구, 2014. 12
- 정민우; 이상훈. 자율주행 자동차를 위한 스캐닝 라이다 기반 객체인식 알고리즘 구현. 대한전자공학회 학술대회, 2017, 639-642.
- 권성경, et al. 저해상도 2D 라이다의 사람 특성 함수를이용한 새로운 사람 감지 기법. 대한임베디드공학회논문지 제, 2016, 11.5: 267.
- 정준호, et al. LiDAR 를 이용한 농업용 무인헬기 충돌방지시스템 개발. 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, 2015, 1056-1059.
- 이태재; 이훈; 조동일. 전방 모노카메라 기반 장애물 검출 기술. 제어로봇시스템학회 논문지, 2015, 21.9: 858-862.
- 나기인, et al. 코파일럿 시스템을 위한 다중 2D LiDAR 융합기반 차량 주변 동적 장애물 추적 모듈 개발. 한국자동차공학회 춘계학술대회, 2014, 770-774.
- 김형태; 임동진; 송봉섭. 차선 변경 지원을 위한 레이더와 비전센서 융합 기반 전방 다중 차량 인지. 한국자동차공학회 춘계학술대회, 2013, 969-974.
- 불안전 행동과 종합 휴먼에러 방지기술, 한국산업안전공단, 2002. 11
- HECHT, Jeff. Lidar for self-driving cars. Optics and Photonics News, 2018, 29.1: 26-33.
- WEI, Pan, et al. LiDAR and camera detection fusion in a real-time industrial multi-sensor collision avoidance system. Electronics, 2018, 7.6: 84.
- RAMASAMY, Subramanian, et al. LIDAR obstacle warning and avoidance system for unmanned aerial vehicle sense-and-avoid. Aerospace Science and Technology, 2016, 55: 344-358.
- Seo, J.; Han, S.; Lee, S.; Kim, H. Computer vision techniques for construction safety and health monitoring. Adv. Eng. Inform. 2015, 29, 239-251.
- WU, Peng, et al. A novel algorithm of autonomous obstacle-avoidance for mobile robot based on LIDAR data. In: 2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO). IEEE, 2015. p. 2377-2382.
- LIU, Jiechao, et al. A multi-stage optimization formulation for MPC-based obstacle avoidance in autonomous vehicles using a LIDAR sensor. In: ASME 2014 dynamic systems and control conference. American Society of Mechanical Engineers, 2014. p. V002T30A006-V002T30A006.
- LIU, Jiechao, et al. The role of model fidelity in model predictive control based hazard avoidance in unmanned ground vehicles using LIDAR sensors. In: ASME 2013 dynamic systems and control conference. American Society of Mechanical Engineers Digital Collection, 2014.
- OGAWA, Takashi, et al. Pedestrian detection and tracking using in-vehicle lidar for automotive application. In: 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). IEEE, 2011. p. 734-739.
- DIEWALD, Fabian, et al. Radar-interference-based bridge identification for collision avoidance systems. In: 2011 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV). IEEE, 2011. p. 113-118.

주 의

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