

# 2023년 한이음 ICT멘토링 개 발 보 고 서

2023. 9. 20

프로젝트명	여러 대의 소형 로봇을 탑재한 켄거루 로봇[23_HI049]
-------	-----------------------------------

**IITP** 정보통신기획평가원

## 요 약 본

프로젝트 정보	
프로젝트명	여러 대의 소형 로봇을 탑재한 켄거루 로봇[23_HI049]
주제 영역	<input type="checkbox"/> 생활 <input type="checkbox"/> 업무 <input checked="" type="checkbox"/> 공공/교통 <input type="checkbox"/> 금융/핀테크 <input type="checkbox"/> 의료 <input type="checkbox"/> 교육 <input type="checkbox"/> 유통/쇼핑 <input type="checkbox"/> 엔터테인먼트
기술 분야	<input type="checkbox"/> SW·AI <input type="checkbox"/> 방송·콘텐츠 <input type="checkbox"/> 블록체인·융합 <input checked="" type="checkbox"/> 디바이스 <input type="checkbox"/> 차세대보안 <input type="checkbox"/> 미래통신·전파
성과 목표	<input checked="" type="checkbox"/> 논문게재 및 포스터 발표 <input type="checkbox"/> 앱등록 <input checked="" type="checkbox"/> 프로그램등록 <input checked="" type="checkbox"/> 특허 <input type="checkbox"/> 기술이전 <input type="checkbox"/> 실용화 <input checked="" type="checkbox"/> 공모전(한이음 ICT멘토링 공모전) <input type="checkbox"/> 기타( )
프로젝트 소개	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 로봇을 탑재하고 자율주행하며 재난지를 탐색하는 켄거루형(모체) 로봇과 협소 지역을 탐사하는 다관절(소형) 로봇으로 구성된 탐사 로봇 시스템 제작 (탐사로봇시스템 : 모체 탐사로봇 + 소형 탐사로봇 + 통신NF + 관제서버로 구성)</li> </ul>
개발 배경 및 필요성	<ul style="list-style-type: none"> <li>재난지역은 추가 붕괴나 가스 누출 등으로 인해 구조 요원을 포함한 사람의 접근이 불가능한 경우가 많아 인명 구조에 큰 어려움이 있음</li> <li>ICT 기술 및 AI 기술을 접목한 재난지역 무인 탐사 로봇 개발은 사람의 접근이 불가능한 상황에서도 피해자 수색과 재난 상황 실시간 파악이 가능해질 것임</li> <li>장시간 탐사와 장거리 이동, 협소 지역 탐사, 에너지 공급 등을 고려해 소형 로봇을 탑재한 상태로 이동할 수 있는 모체 로봇과 소형 탐사 로봇 개발해 시너지 제고</li> </ul>
프로젝트 특·장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>무선 충전 기능을 제공하는 켄거루형 모체 로봇으로 장시간 운용</li> <li>자율주행 기능 및 객체 탐지, 데이터 가공 등 자동화 환경 제공</li> <li>장애물 통과에 용이한 다관절 소형 로봇으로 재난지 탐사 시 이동 제약 극복</li> <li>탐사지역 주행 상황에 맞게 바퀴와 관절주행을 동적으로 변경해 험지 극복</li> <li>다수의 소형 로봇을 동시 투입하여 동 시간 대비 탐사 효율성 극대화</li> <li>AI 기술을 활용해 로봇이 자율적으로 이동하며 탐사함으로써 관리자 개입 최소화</li> <li>사용자 맞춤형 관리자용 web 서버를 통한 실시간 모니터링과 원격 제어 가능</li> </ul>
주요 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>켄거루형 모체 로봇: 소형 로봇 승하차, 로봇 충전, 재난지 탐사, 자율주행, 통신</li> <li>다관절 소형 로봇: 관절제어, 재난지 탐사, 자율주행, 바퀴/관절주행 가변주행</li> <li>관제 서버: 실시간 스트리밍, 실시간 위치 확인, 객체 탐지, 탐사 데이터 도식화, 관리자 수동제어, 과거 영상 확인, 날씨 및 지도 정보 제공 등 반응형 웹 서비스</li> </ul>
기대효과 및 활용 분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>기대효과: 재난지역 내 추가 인명 피해 최소화, 모체 로봇과 소형 로봇 역할 세분화로 로봇별 장점 극대화, 다관절 로봇으로 협소 지역 이동 제약 극복, 여러 대의 로봇 동시 투입으로 탐사 범위 확대, 반응형 웹 서비스 기반 관제 업무 편리화 등</li> <li>활용 분야: 재난 및 위험지역 내부구조 및 상황 탐지 활동, 로봇 크기에 따른 분할 및 협업이 필요한 분야, 이동형 상황인지 기술이 필요한 산업, 로봇 활용 재난 대비 교육 등</li> </ul>

# 본 문

## I. 프로젝트 개요

### 1. 프로젝트 소개

#### 1) 프로젝트 목표

- 소형 로봇을 탑재하고 자율주행하면서 재난 지역 탐색을 수행하는 캐거루형 모체 로봇과 큰 로봇 또는 사람이 접근하기 어려운 협소 지역을 탐사하는 다관절 소형 로봇으로 구성된 재난용 탐사 로봇 시스템을 제작하고자 함

#### 2) 프로젝트 내용

- 모체 탐사 로봇 + 소형 탐사 로봇 + AI 기술 + 여러 가지 NF + 관제 서버로 구성된 재난지역 탐사 로봇 시스템을 제작.
- 캐거루에 착안하여 소형 로봇을 싣고 이동할 수 있는 모체 로봇을 제작해 장거리 이동과 소형 로봇의 충전 기능을 제공.
- 협소 지역을 탐사하는 소형 로봇은 바퀴와 관절의 가변적 제어가 가능한 관절 형태로 제작하여 이동의 제약을 줄이고 장애물 극복에 탁월한 기능을 수행.
- 협소 지역 탐사가 필요한 경우 소형 로봇이 탐사 활동을 수행, 모체 로봇으로 탐사 정보를 전송하고 모체 로봇이 관제 서버로 전송하는 기능을 포함.
- 모체 및 소형 로봇 운용 시 카메라 센서로 주변 환경을 관찰, 자율주행과 함께 객체 탐지를 수행하여 구조 대상자 탐지 가능.
- 모체 및 소형 로봇에 부착된 여러 센서로 수집한 데이터를 서버에서 통합적으로 관리, 가공하여 웹페이지를 통해 관리자에게 시각적 정보 제공.

### 2. 개발 배경 및 필요성

#### 1) 개발 배경

- 재난, 산업 재해로 인한 붕괴 지역 내 매몰자 탐색은 추가 붕괴 위험이 있어 구조 요원의 생명에도 치명적인 위험이 되고 있으며, 심각한 오염과 위험물이 있는 지역은 구조 요원의 접근이 불가함.
- 본 프로젝트는 ICT 기술 및 AI 기술을 접목해 재난 환경에서 활용할 수 있는 로봇을 개발함으로써 인명 구조와 재난 상황을 인지해 추가 사고와 인명 피해를 최소화하는데 기여하고자 함.

#### 2) 필요성

- 붕괴 사고나 땅꺼짐 등으로 협소 지역을 조사해야 하는 경우 소형 로봇이 필요

하지만, 소형 로봇은 물리적인 크기의 한계로 장거리 이동과 장시간 로봇 운용에 제약이 있어 이를 보완할 수 있는 별도의 시스템이 필요할 것임.

- 본 프로젝트는 개별 로봇의 단점을 상쇄하면서 활용도를 높일 수 있는 모체 로봇과 소형 로봇을 동시에 개발하고자 함

### 3. 프로젝트 특·장점

#### 1) 캐거루 로봇 시스템의 특·장점

- 무선 충전 기능을 제공하는 모체 로봇은 소형 로봇을 싣고 다니는 캐거루형 로봇으로 제작하여 기존 탐사 로봇보다 장시간 운용이 가능함.
- 자율주행 기능 제공 및 카메라로 수집된 영상 데이터로 객체 탐지 수행, 센서 데이터 수집 등을 로봇이 자체적으로 수행하여 자동화 환경 제공.
- 협소 지역을 탐사하는 소형 로봇은 다관절 로봇으로 제작하여 장애물 회피 능력 향상 및 탐사 시 이동 제약을 줄임.
- 모체 로봇의 운용 불가 시 여러 대의 소형 로봇을 동시에 투입함으로써 넓은 지역을 동시에 탐사할 수 있음.
- 로봇이 수집한 데이터를 가공하여 도식화한 정보 및 실시간 스트리밍 영상, 특수상황에서 사용 가능한 원격 수동제어 기능 등 관리자용 웹 서비스 제공

#### 2) 다관절 소형 로봇의 차별성

본 프로젝트의 다관절 소형 로봇은 타 로봇과 비교해 다음과 같은 차별성을 가짐

- 야간용 적외선 카메라를 사용하여 어두운 곳에서도 영상 정보 수집 가능
- 능동형 바퀴 탑재로 장애물과 환경에 따라 가변적 자율주행 가능
- 로봇의 위치 파악에 LiDAR 센서, SLAM 알고리즘 활용으로 자체 지도 제작
- 데이터에 따라 여러 Network Function을 활용한 효율적인 정보 전달 가능
- 계단 오르기 및 장애물 극복 가능



비교분석	본 프로젝트	한국로봇융합연구원	한국원자력연구원	한컴로보틱스
카메라 센서	야간용 적외선 카메라	열화상카메라 + CMOS 카메라	CCD 카메라 + LED	일반적인 무선카메라
자율 주행	O	O	O	O
바퀴여부	능동형바퀴	캐터필러	X	캐터필러
위치 파악	LiDAR 센서	IMU 센서	제어보드 + 드라이버보드	-
SLAM	O	X	X	X
통신	TCP/IP 내 여러가지 NF	EtherCAT	CAN	일반적인 무선통신
계단 오르기	O	O	X	O
금액	적은 비용	<	<	<

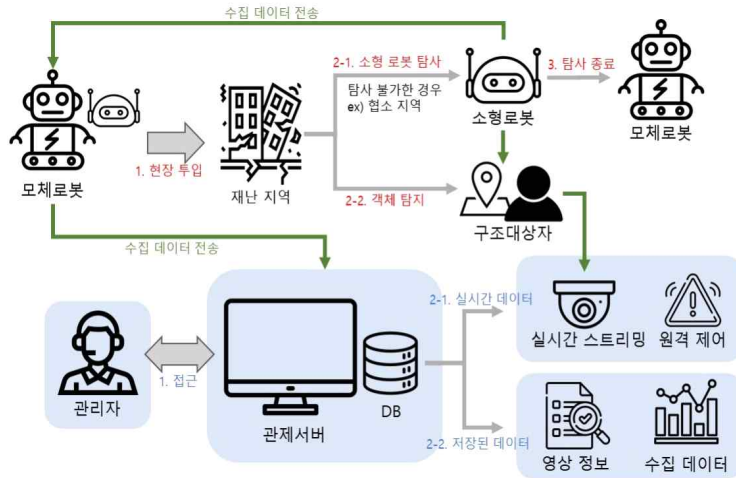
출처) 사진1. 협소공간생존자탐색을위한뱀형로봇의다중센서모듈(2021), 사진2. 비정형환경에적용하기위한뱀로봇개발(2013), 사진3. 대한민국특허청(10-0893004)

## II. 프로젝트 내용

### 1. 프로젝트 구성도

#### 1) 전제 시스템 서비스 구성도

- 모체 로봇, 소형 로봇 및 관제 서버를 포함한 전체 서비스 구성도



#### [로봇 운용 관점]

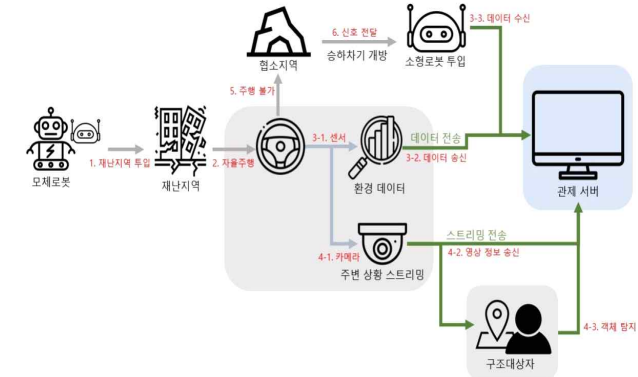
1. 현장 투입: 모체 로봇을 재난지역에 투입
2. 로봇 운용
  - 2-1. 소형 로봇 탐사: 모체 로봇이 협소 지역 등으로 탐사 불가 시 승하차기를 작동하여 소형 로봇 탐사 지속
  - 2-2. 객체 탐지: 객체 탐지 알고리즘을 이용하여 구조대상자 발견 시 식별 가능
3. 탐사 종료: 탐사 완료 시 소형 로봇은 모체 로봇으로 복귀, 로봇 시스템 종료

#### [관리자 사용 관점]

1. 접근: 권한이 부여된 관리자가 관제 서버에 접근
2. 데이터 확인
  - 2-1. 실시간 데이터: 모체 로봇이나 소형 로봇이 실시간으로 전송하는 영상 스트리밍, 소형 로봇 위급 상황 발생 시 원격 제어
  - 2-2. 저장된 데이터: 지난 영상 정보, 모체 로봇 및 소형 로봇이 수집한 데이터 등 저장된 데이터 확인

#### 2) 캐거루형 모체 로봇 서비스 구성도

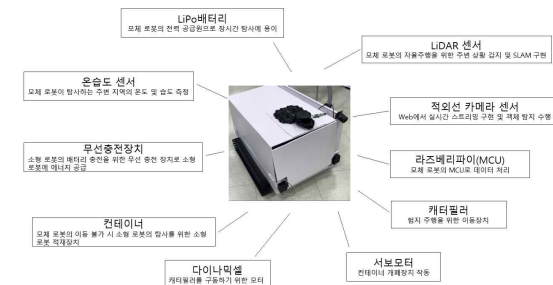
- 탐사지 내 모체 로봇의 투입부터 데이터 수집, 주행 등 서비스 순서



1. 재난지역 투입 : 모체 로봇을 재난지역에 투입
2. 자율주행: 자율주행 기술로 협소 지역 탐사
3. 데이터 수집
  - 3-1. 센서: 모체 로봇에 부착된 센서로 데이터 수집
  - 3-2. 데이터 송신: 수집한 데이터 서버로 송신
  - 3-3. 데이터 수신: 소형 로봇 수집 데이터를 받아 서버로 전송
4. 영상 정보 수집
  - 4-1. 카메라: 주변 상황 확인 및 구조대상자 확인
  - 4-2. 영상 정보 송신: 적외선 카메라로 수집한 영상 정보를 서버로 송신
  - 4-3. 객체 탐지: 객체 탐지 알고리즘으로 구조대상자 식별
5. 주행 불가: 주행이 불가능한 경우 정지
6. 신호 전달: 서버 모터에 승하차기 개방 신호 전달 후 소형 로봇 탐사 시작

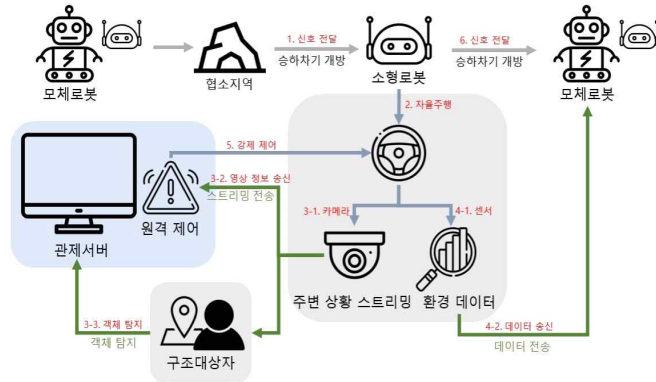
#### 3) 캐거루형 모체 로봇 하드웨어 구성도

- 캐터필러, 소형 로봇 탑재 컨테이너, 무선 충전 장치, 탐사 센서 등으로 구성.



#### 4) 다관절 소형 로봇 서비스 구성도

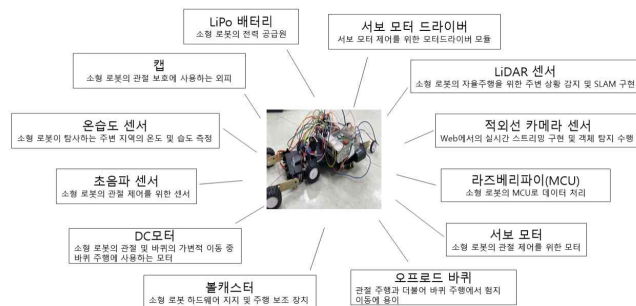
- 소형 로봇의 주행 및 각종 데이터 수집, 데이터 전송 등 서비스 순서



1. 신호 전달: 모체 로봇 승하차기 서보 모터에 개방 신호 전달
2. 자율주행: 자율주행 기술로 협소 지역 탐사
3. 영상 정보 수집
  - 3-1. 카메라: 주변 상황 확인 및 구조대상자 확인
  - 3-2. 영상 정보 송신: 적외선 카메라로 수집한 영상 정보 서버로 송신
  - 3-3. 객체 탐지: 객체 탐지 알고리즘으로 구조대상자 식별 가능
4. 데이터 수집
  - 4-1. 센서: 소형 로봇에 부착된 센서로 데이터 수집
  - 4-2. 데이터 송신: 수집한 데이터를 모체 로봇에 송신
5. 강제 제어: 위급 상황 시 서버의 컨트롤러로 소형 로봇 강제 주행
6. 신호 전달: 모체 로봇 승하차기 서보 모터에 개방 신호 전달

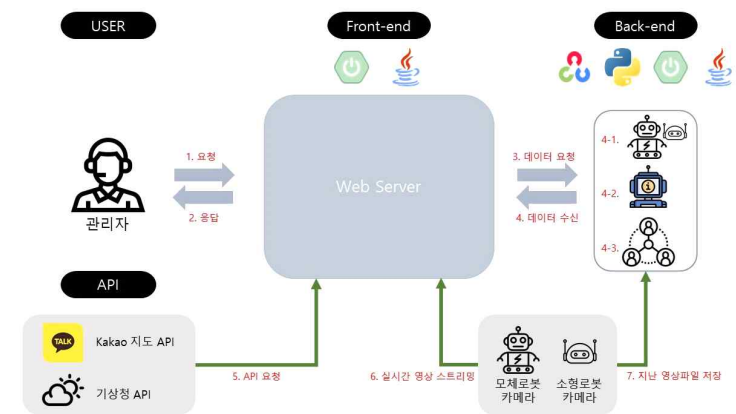
#### 5) 다관절 소형 로봇 하드웨어 구성도

- 탐사에 필요한 여러 센서와 이동에 필요한 초음파 센서, 서보 모터 등으로 구성



#### 6) 관제 서버 서비스 구성도

- User, Server(Front, Back)에 따른 요청/응답 및 데이터 저장 등 수행



#### [USER]

1. 요청: 관리자가 웹에 접속, 접근하는 데이터를 서버에 전달, 필요한 정보 요청
2. 응답: 서버에서 받아온 데이터를 관리자가 이용할 수 있도록 휴대폰이나 컴퓨터로 전달

#### [Front-end]

3. 데이터 요청: 관리자의 요청을 처리할 수 있는 데이터를 서버에 요청
4. 데이터 수신: DB에 저장된 데이터 받음

#### [Back-end]

- 4-1. 모체 로봇 및 소형 로봇 센서 데이터 저장
- 4-2. 모체 로봇 및 소형 로봇 영상 정보 저장
- 4-3. 관리자 계정 저장
5. API 요청: 기상청 및 카카오지도 API로 정보 제공
6. 실시간 영상 스트리밍: 로봇 카메라로 주변 상황 스트리밍
7. 지난 영상 파일 저장: 스트리밍 이후 영상 확인을 위한 파일 저장

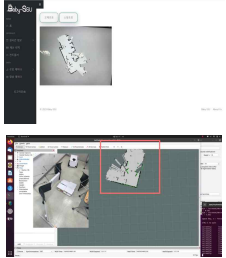

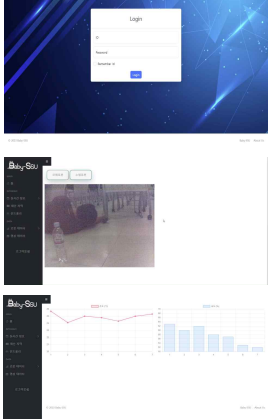

## 2. 프로젝트 기능

### 1) 전체 기능 목록

구분	시스템 구분	기능그룹	기능	설명	현재 진척도
S/W	모체 로봇	소형로봇 승하차	소형로봇 하차	탐사 지역에 도착해 소형 로봇이 탐사 시작하는 경우 서보 모터를 동작하여 소형 로봇 하차	100%
			소형로봇 승차	탐사 종료 후 혹은 소형 로봇 배터리가 부족해서 복귀할 때 서보 모터를 동작해 승차시킴	100%
		자율주행	모체 로봇 자율주행	SLAM 알고리즘을 활용하여 LiDAR 센서로 감지한 로봇의 주변 상황 데이터를 분석해 장애물과의 충돌을 회피하면서 자율적으로 이동	100%
			시작 위치 복귀	모체 로봇의 라즈베리파이 전원이 들어온 위치로 로봇의 탐사가 끝나면 돌아옴	
		재난지 탐사	모체 로봇 사람인식	영상처리기술 및 객체 탐지 기술을 활용하여 탐사 지역 내 사람 인식	100%
		통신	모체로봇 서버 간 HTTP 통신	2분에 한 번씩 모체 로봇이 수집한 주변 환경 데이터와 소형 로봇이 전송한 주변 환경 데이터를 서버로 전송	100%
			모체 로봇 소형로봇 간 HTTP 통신	소형 로봇이 전송한 온도도 및 위치 등 주변 환경 데이터를 받아 임시 저장	100%
			모체 로봇 서버 간 소켓 통신	서버에서 실시간 스트리밍할 수 있도록 모체 로봇이 촬영한 협소 지역 탐사 영상 송신	100%
			모체 로봇 저장공간관리	서버로 데이터를 전송하고 난 후 모체 로봇에 저장된 데이터 삭제	100%
	소형 로봇	자율주행	소형로봇 자율 이동	탐색 지역의 험난한 지형을 LiDAR 센서로 파악하여 자율적으로 이동할 수 있도록 구현	100%
			관절제어	협소 지역을 이동하기 위해 상황에 따라 바퀴 및 관절을 변경, 선택하여 이동 제어	100%
		재난지 탐사	소형로봇 사람 인식	영상처리기술 및 객체 탐지 기술을 활용하여 탐사 지역 내 사람이 있는지 인식	100%
		통신	소형로봇 모체 로봇간 데이터 전송	소형 로봇이 수집한 데이터를 30초에 한 번씩 모체 로봇에 데이터를 전송	100%
			소형로봇 서버간 소켓 통신	서버에서 실시간 스트리밍할 수 있도록 소형 로봇이 촬영한 협소 지역 탐사 영상을 서버에 송신	100%
			소형 로봇 저장공간관리	모체 로봇에 데이터를 전송하면 소형 로봇에서 데이터를 삭제하여 저장공간 관리	100%
	서버- 프론트	관리자용 web개발	반응형 web	관리자가 컴퓨터뿐만 아니라 휴대폰, 노트북에서 볼 수 있도록 반응형 web으로 제작	100%
			web 로그인	web에 로그인하는 관리자의 정보를 확인한 후 접속 허용 및 차단	100%
			실시간 위치 확인	모체 로봇의 위치를 자체 생성된 map에서 확인할 수 있도록 구현	100%
			모체 로봇 / 소형로봇 데이터	모체 로봇 및 소형 로봇이 수집한 데이터를 시각화된 정보로 제공	100%
			날씨/지도정보 제공	기상청 API와 카카오 지도 API 등을 활용해 재난 지역의 날씨/지도 정보 제공	100%
			실시간 스트리밍	로봇이 실시간 스트리밍 중인 영상을 웹페이지에서 볼 수 있도록 구현	100%
			컨트롤러	소형 로봇의 위급 상황에 관리자 개입이 필요한 경우 수동으로 조작할 수 있도록 함 (9/30, 화면 내 키뿐만 아니라 키보드 방향키 조작 구현 중)	90%
			과거 영상 정보	2개월 내 저장된 과거 영상을 재생	100%

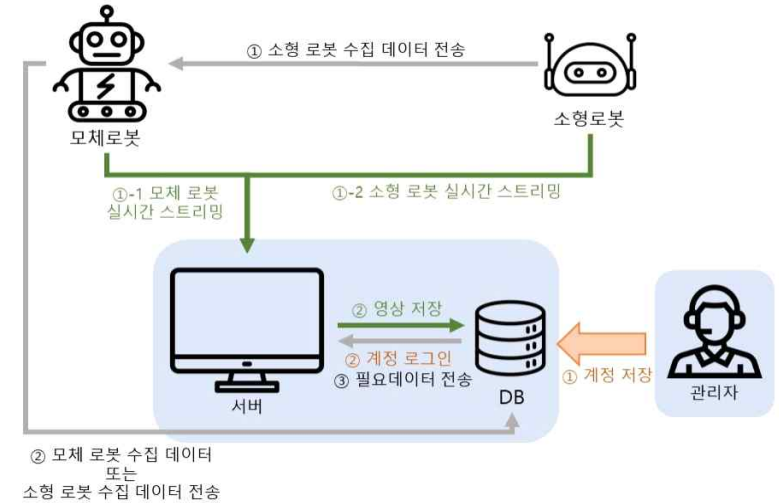
구분	시스템 구분	기능 그룹	기능	설명	현재 진척도
S/W	서버- 백	데이터 수신	모체 로봇 소켓 통신	모체 로봇이 송신한 실시간 영상 정보를 받음	100%
			모체 로봇 HTTP 통신	모체 로봇이 2분에 한 번씩 송신한 데이터를 받음	100%
			소형로봇 소켓 통신	소형 로봇이 송신한 실시간 영상 정보를 받음	100%
		데이터 가공, 저장	데이터 가공 및 저장	수집한 데이터를 서버에서 처리할 수 있는 형태로 가공해서 저장	100%
	DB	로봇 상태 정보 관리	모체 로봇 탐사 정보 관리	모체 로봇 탐사 시작 정보와 탐사 중지 정보를 저장	100%
			소형 로봇 탐사 정보 관리	소형 로봇 탐사 시작 정보를 저장	100%
		탐사 정보 관리	모체 로봇 데이터 정보 관리	모체 로봇에 부착된 온습도 센서 등으로 측정한 데이터를 저장	100%
			소형 로봇 데이터 정보 관리	소형 로봇에 부착된 온습도 센서 등으로 측정한 데이터를 저장	100%
			영상 정보 관리	2개월간 모체 로봇 및 소형 로봇이 수집한 영상 정보를 저장	100%
		서버 접속 정보 관리	웹 user 정보	web 페이지에 관리자로서 지정된 아이디와 비밀번호를 저장	100%
H/W	모체 로봇	로봇 충전	소형로봇 무선충전	소형 로봇이 탐사 중 배터리가 일정량 이하로 떨어진 경우 무선 충전 장치를 지닌 모체 로봇으로 돌아와 충전하도록 제어 (9/30, LiPo로 교체 중)	90%
			모체 로봇 보조전력공급	LiPo 배터리를 이용해 모체 로봇에 전력을 공급	100%
		소형 로봇 승하차	승하차 컨테이너 개폐	컨테이너 내에 서보 모터를 장착한 개폐장치를 만들고 소형 로봇을 승하차시킬 때 여닫음	100%
		로봇 및 장치제어	모체 로봇 MCU	라즈베리파이를 활용해 모체 로봇의 MCU를 구현	보드구매 100%
		자율주행	모체 로봇 이동장치	험난한 지형에서 용이하게 이동할 수 있도록 캐터필러를 활용해 모체 로봇을 이동	센서구매 100%
			LiDAR 센싱	자율주행과 물체인지 등에 활용할 수 있도록 로봇의 주변과 재난 지역 상황 LiDAR 센서로 센싱	센서구매 100%
		재난지 탐사	적외선 카메라 센싱	재난 지역에 도착해 모체 로봇이 탐사하는 지역을 적외선 카메라로 촬영	센서구매 100%
			온습도 센싱	온습도 센서를 이용해 재난 지역의 온습도를 측정	센서구매 100%
	소형 로봇	자율주행	DC 모터	소형 로봇의 바퀴 이동 및 관절 작동을 가변적으로 사용할 수 있도록 제어	부품구매 100%
			LiDAR 센싱	자율주행과 물체인지 등에 활용할 수 있도록 로봇의 주변과 재난 지역 상황을 LiDAR 센서로 센싱	센서구매 100%
			초음파 센싱	초음파 센서를 이용해 주변 지형과의 거리를 측정하여 로봇을 이동하도록 DC 모터를 작동	센서구매 100%
		관절제어	소형 로봇 관절 제어	서보 모터를 동작하여 관절을 움직여 협지를 유연하게 이동하도록 제어	100%
		재난지 탐사	온습도 센싱	온습도 센서를 이용해 재난 지역의 온습도를 측정	센서구매 100%
			적외선 카메라 센싱	재난 지역에 도착해 소형 로봇이 탐사하는 지역을 적외선 카메라로 촬영	센서구매 100%
		소형로봇 외피	소형 로봇 관절캡	물리적 위험 상황이 발생할 때 로봇을 보호해주는 외부 관절 캡 제작 (9/30, 모서리 및 연결 부분 강화 중)	90%
		로봇 및 장치제어	소형로봇 MCU	라즈베리파이를 이용해 소형 로봇의 MCU 구현	보드구매 100%

## 2) S/W 주요 기능

	기능	설명	프로젝트실물사진
모체 로봇 및 소형 로봇	자율주행	<ul style="list-style-type: none"> <li>모체 로봇 및 소형 로봇이 재난 지역을 자유롭게 주행하도록 각 로봇의 주변 상황을 인식하여 장애물 충돌을 회피하면서 주행</li> <li>LiDAR 센서와 SLAM 알고리즘을 활용해 자체 지도 제작 기술로 지도 생성 및 위치 추정</li> </ul>	
	재난 지역 탐사	<ul style="list-style-type: none"> <li>모체 로봇 및 소형 로봇에 부착된 야간용 적외선 카메라와 온도 센서 등 각종 센서를 활용해 주변 상황 확인 및 데이터 수집</li> <li>재난 지역 영상 촬영 등을 수행하고 서버로 전송하여 관제 서버에서 실시간으로 확인</li> <li>YOLO와 Openpose를 활용한 관절 인식 및 객체 탐지 알고리즘으로 재난 지역 내 구조대상자 탐지 시 관제 서버에서 관리자가 확인 가능</li> </ul>	
서버-프론트	관리자용 web (관제 서버)	<ul style="list-style-type: none"> <li>관리자가 재난 지역 정보와 탐사 정보, 로봇 정보를 해상도가 다른 환경에서도 보기 쉽게 확인할 수 있도록 반응형 웹페이지로 제작</li> <li>모체 로봇으로부터 받은 수집 데이터를 가공, 도식화하여 사용자에게 제공</li> <li>재난 지역의 기상 상황, 위치 등을 API로 확인 가능</li> <li>카메라 모듈로 수집한 영상 데이터를 실시간으로 전송, 관리자가 web에서 로봇의 주변 상황을 실시간 스트리밍할 수 있게 함</li> </ul>	
DB	데이터 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 수신, 데이터 가공 및 저장 기능 수행</li> <li>관제 서버에 로그인 가능한 관리자 계정을 저장하여 권한이 없는 사람의 접근 제한</li> <li>모체 로봇 및 소형 로봇이 수집한 데이터를 DB에 저장하고 가공하여 web 서버에서 확인</li> <li>영상 촬영 녹화본을 저장하여 향후 2개월간 web 서버에서 열람 가능</li> </ul>	

## ● 데이터 흐름도

- 센싱 데이터 및 영상데이터, web 서버 계정 정보 등 데이터 수집, 저장, 활용 흐름



## [로그인 계정]

① 계정 저장: 관리자용 계정 정보 저장

② 계정 로그인: 웹 서버 로그인

## [수집 데이터]

① 소형 로봇 수집 데이터 전송: 소형 로봇 내 센서로 수집한 데이터를 모체 로봇에 전송

② 모체 로봇 수집 데이터 또는 소형 로봇 수집 데이터 전송: 탐사 로봇 종류에 따라 모체 로봇 수집 데이터 또는 소형 로봇 데이터를 서버로 전송

③ 필요 데이터 전송: 관제 서버에 필요한 데이터를 DB에서 선택적으로 전송

## [영상 정보]

①-1. 모체 로봇 실시간 스트리밍: 모체 로봇 적외선 카메라로 주변 상황 모니터링 서버로 전송

①-2. 소형 로봇 실시간 스트리밍: 소형 로봇 적외선 카메라로 주변 상황 모니터링 서버로 전송

② 영상 저장: 모체 로봇 및 소형 로봇이 수집한 영상 정보를 DB에 2개월간 저장

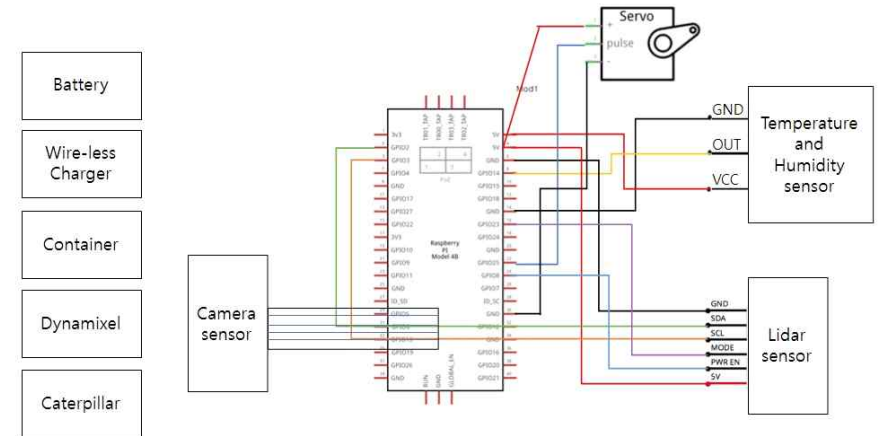


### 3) H/W 주요 기능

구분	기능/부품	설명	프로젝트실물사진
모체 로봇	소형 로봇 승하차	<ul style="list-style-type: none"> <li>모체 로봇이 더 이상 탐사할 수 없는 경우, 소형 로봇이 탐사 가능한 너비의 협소 공간이면 컨테이너를 개방해 탑재한 소형 로봇 하차</li> <li>소형 로봇 탐사 종료 또는 배터리 부족으로 복귀 시 컨테이너 개폐장치를 작동해 승차</li> </ul>	<p>&lt;모형도&gt;</p>  <p>&lt;내부구성도&gt;</p>  <p>&lt;실물사진&gt;</p> 
	로봇 및 장치제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>모체 로봇의 중앙제어장치인 라즈베리파이를 중심으로 여러 센서, 카메라 모듈, 모터 등 장치 제어</li> <li>소형 로봇으로부터 받은 데이터와 모체 로봇에서 자체 수집한 데이터(온습도 등)를 짧은 시간 간격을 두고 서버로 전송</li> <li>야간용 적외선 카메라 모듈로 촬영한 영상 데이터를 서버로 실시간 전송하여 web 서버에서 스트리밍 가능</li> </ul>	
	이동장치 (캐터필러)	<ul style="list-style-type: none"> <li>캐터필러 바퀴를 사용하여 모체 로봇 자율주행 시 재난 지역 내 장애물 및 비정형 지형 통과를 원활히 수행</li> </ul>	
	로봇 충전	<ul style="list-style-type: none"> <li>재난 지역 내 장시간 탐사가 가능하도록 소형 로봇 무선 충전 장치 제공</li> </ul>	
소형 로봇	로봇 및 장치제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>소형 로봇 중앙제어장치인 라즈베리파이를 통해 여러 센서, 카메라 모듈, 서보 모터 등 장치 제어</li> <li>센서로 수집하는 데이터를 30초마다 모체 로봇으로 전송 후 삭제하여 저장 용량 확보</li> <li>야간용 적외선 카메라 모듈로 촬영한 영상 데이터를 서버로 실시간 전송하여 web 서버에서 스트리밍 가능</li> </ul>	<p>&lt;모형도&gt;</p>  <p>&lt;실물사진&gt;</p> 
	관절 제어	<ul style="list-style-type: none"> <li>서보 모터와 초음파 센서를 이용하여 소형 로봇의 관절 및 바퀴를 가변적으로 제어함으로써 장애물이 많은 협소 지역에서 유연한 이동 가능</li> <li>설계한 계산식을 바탕으로 도출한 각도 값으로 관절 제어</li> </ul>	
	소형 로봇 외피	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇을 외부 물리적 충격으로부터 보호</li> </ul>	

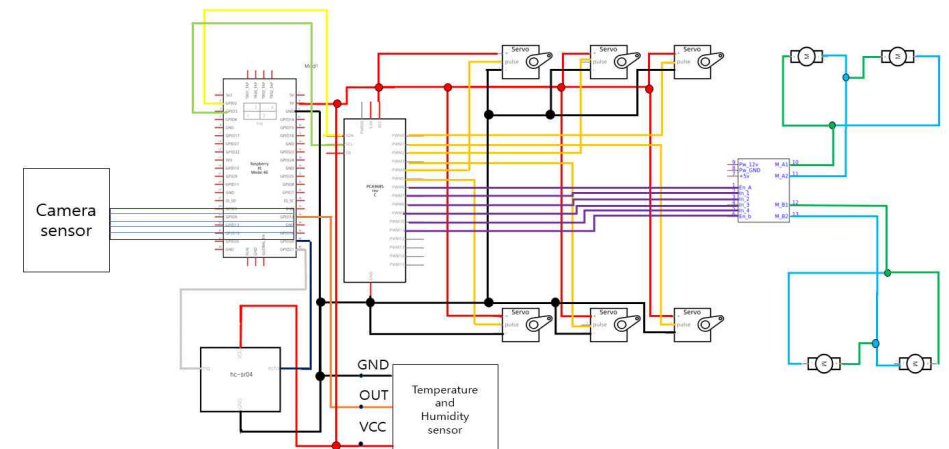
#### ● 모체 로봇 하드웨어 설계도

- 라즈베리파이를 중심으로 온습도 센서, 적외선 카메라 센서 등 탐사에 필요한 하드웨어와 캐거루형 로봇을 이루는 무선 충전 장치, 컨테이너 등 하드웨어 간 회로 연결 및 포트 연결을 나타냄.



#### ● 소형 로봇 하드웨어 설계도

- 라즈베리파이를 중심으로 서보 모터, DC 모터, 초음파 센서, 적외선 센서 등 다관절 로봇의 이동에 필요한 하드웨어와 온습도 센서, 카메라 센서 등 탐사에 필요한 하드웨어의 회로 연결 및 포트 연결을 나타냄.

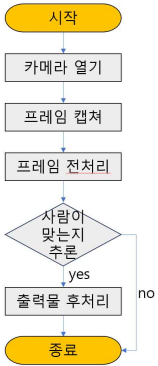



### 3. 주요 적용 기술

#### 1) 객체 관절 탐지 알고리즘

##### (1) 객체 관절 탐지 과정과 주요내용

- 본 프로젝트에서는 재난 지역 내 매몰자의 신체를 인식하고 자세를 추정하여 사람이 맞는지 추론하기 위해 객체 관절 탐지 알고리즘을 구현함
- 객체 관절 탐지는 인체의 신체 부위를 검출하는 "Part Affinity Fields" 단계와 앞서 생성된 위치 후보와 연결 정보를 사용하여 각 관절의 정확한 위치를 결정하는 "Instance Confidence Maps" 단계를 거쳐 인체의 관절 위치를 정확하게 감지하고 연결함

순서도	주요 내용
[ 객체 관절 탐지 순서 ]	[ OpenPose를 활용한 "사람 추론" 알고리즘 ]
	① VGG-19 CNN에 영상 삽입하여 Feature map 생성 ② Feature map을 입력하여 Confidence Map 결과값으로 Joint Heatmap 생성 ③ Part Affinity Field 결과값으로 Joint 간 연결 정보 수집 ④ 새로운 특징점으로 Heatmap 생성 ⑤ ③~④ 반복 수행 ⑥ Body, Hand, Face의 Skeleton 결과값 제공
	구현 결과
	

##### (2) OpenPose 알고리즘 활용 사유

- OpenPose는 VGG-19 기반의 CNN을 사용하여 학습한 알고리즘으로 실시간 2D 인체 자세 추정에 용이함
- Bottom-up 방식을 사용하여 Object Detection 과정이 없어 속도가 빨라 실시간으로 처리 가능하며 사람이 아닌 승용차나 버스와 같은 차량에서도 같은 방식을 통해 key point detection을 적용하여 Joint를 찾을 수 있음.

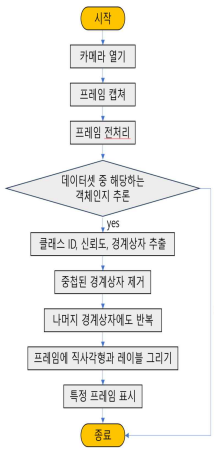
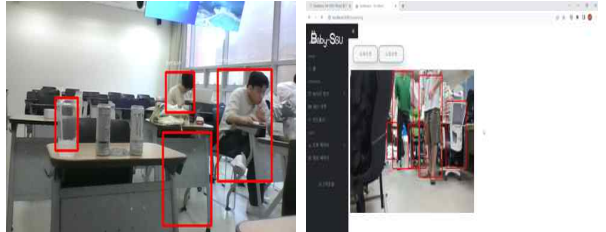
#### 2) 재난 지역 내 구조 대상자 탐지 알고리즘

##### (1) 객체 인식을 위한 고려사항

- 로봇이 전송한 스트리밍 영상 프레임 하나에서 여러 객체를 동시에 탐지해야 함
- 재난 지역 내 탐지되는 객체는 구조 대상자 및 장애물 등으로 넓은 범위의 종류보다 적은 범위의 종류 내 높은 탐지 정확도를 요구함.

##### (2) 객체 인식 순서와 주요내용

- 실시간 객체 탐지에 적합한 YOLO를 활용해 객체 추론 기능 구현
- 탐지 가능성이 높은 객체 이미지로 학습함으로써 Loss function에 최적의 값을 찾아 실제 환경에서 다양한 크기와 형태의 객체를 탐지하고 탐지 정확도를 높임
- 입력 이미지의 예측 Bounding Box 개수를 늘려 로봇이 전송한 스트리밍 영상 프레임 하나에서 여러 개의 객체를 동시에 탐지할 수 있도록 적용함.

순서도	주요 내용
[ 객체 인식 순서 ]	[ YOLO를 활용한 "추론" 알고리즘 ]
	① 영상을 NxN Grid 영역으로 분할 ② 분할 이미지 신경망 통과 ③ IoU로 예측한 Bounding Box와 실제 객체의 정확도 계산 ④ NMS로 동일한 객체의 Bounding Box 중 가장 높은 확률 선택 ⑤ Bounding Box와 Class 결과값 제공
	구현 결과
	

##### (3) YOLO 알고리즘 활용 사유

- YOLO는 실시간 물체 감지와 객체 인식에 대한 딥러닝 기반 알고리즘으로 Object Detection을 한 단계에서 처리하는 1-step object detection model이라 속도가 빠름.
- 한 이미지에서 여러 개의 객체를 동시에 탐지하는 것이 가능하고 학습 데이터를 이용해 탐지 정확도 향상 가능.



### 3) 재난 지역 자율주행 알고리즘

#### (1) 재난 지역 자율주행을 위한 고려사항

- 재난 지역을 탐사하는 모체 로봇 및 소형 로봇은 미리 정해진 경로에 따라 주행하는 것이 아닌 사전 정보가 없는 공간을 탐사해야 함.
- 연기에 의해 로봇의 시야가 가려지는 상황이 발생해도 자율주행이 가능해야 함.

#### (2) 주행 지도 작성 및 로봇 경로 추정 순서와 주요내용

- 로봇이 주행하는 공간의 지도를 생성하고 현재 위치를 추정하기 위해 SLAM을 활용.
- 모체 로봇과 소형 로봇에 각각 LiDAR 센서와 적외선 카메라 센서를 탑재해서 LiDAR SLAM 알고리즘과 Visual SLAM 알고리즘을 구현해 연기 지역에서도 자율 주행할 수 있도록 함.

순서도	주요 내용
[ 자율주행 지도생성순서 ]	① 로봇에 장착된 센서를 통해 환경 데이터 수집
시작	② 수집한 데이터를 필요한 형식으로 변환하고 보정 (Lidar 센서 데이터 각도 오차 보정, 로봇 자세 추정)
로봇 초기화	③ 로봇의 움직임에 기반하여 로봇 경로 추정
센서 데이터 수집	④ 추정된 로봇의 위치와 센서 데이터를 사용하여 2D 또는 3D 맵 생성
파티클 필터 업데이트	⑤ 맵을 구축하면서 과거의 로봇 경로와 현재 경로를 비교하고, 유사한 패턴이나 특징을 갖는 영역 식별
주변 환경 지도 생성	⑥ 생성된 맵을 최적화하여 센서 데이터와 로봇의 포즈를 더 정확하게 일치시킴
로봇 위치 업데이트	⑦ 맵과 로봇의 경로를 시각화
반복 필요 여부 확인	구현 결과
yes	
no	
종료	

#### (3) SLAM 알고리즘 활용 사유

- SLAM은 차량과 같은 이동체의 이동 경로 파악과 위치 추정 라이브러리를 제공함.
- 센서(Lidar/카메라 등)를 활용하여 로봇 주변 환경을 스캔하고, 지도를 생성할 수 있으며, 로봇의 위치를 추정해 지도에 투영할 수 있어 로봇의 경로 계획과 장애물 회피 등에 유용하게 활용될 수 있음.

### 4) 소형 로봇(다관절 로봇) 운동 모델과 이동제어 알고리즘

#### (1) 소형 로봇 개발을 위해 고려한 사항

- 소형 로봇은 여러 개의 연속된 관절로 이루어진 로봇임.
- 소형 로봇 관절 알고리즘은 로봇의 길이, 관절의 개수, 관절의 범위를 조절해야 함.
- 대부분 힘지는 크고 작은 계단들의 연속으로 간주할 수 있음.
- 계단 등반 상황에 따라 수직항력과 마찰력을 고려한 운동 방정식을 작성하여 운동을 분석하고 알고리즘을 설계함.
- 경로 계획: 경로에서 로봇이 어떤 순서로 관절을 움직여야 하는지 결정.
- 제어 알고리즘 설계: 로봇의 관절을 제어하기 위한 알고리즘으로 운동 모델과 경로 계획을 기반으로 관절 각도와 위치를 조절하여 로봇이 움직일 수 있도록 함.
- 알고리즘 시뮬레이션 및 로봇 적용: 설계한 알고리즘을 시뮬레이션 환경에서 테스트 하여 로봇의 동작을 확인한 후 실제 소형 로봇에 적용하여 로봇의 동작 확인함

#### (2) 소형 로봇의 운동 모델

- 계단 등반 상황을 아래의 3가지 경우로 분류하고, 각 상황에 맞춰 로봇이 이용할 수 있도록 관절 각도와 위치의 변화를 추적하는 운동 모델 설계.

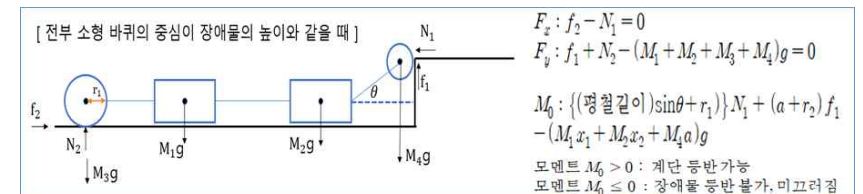
(ㄱ) 관절들을 이용하여 접근 각을 생성하였을 때 로봇의 가장 앞 단 관절 중심으로 부터 지면 사이의 높이보다 계단 높이가 높음

(ㄴ) 로봇의 가장 앞 단 관절 중심으로부터 지면 사이의 높이와 계단 높이가 동일

(ㄷ) 로봇의 가장 앞 단 관절 중심으로부터 지면 사이의 높이가 계단 높이보다 낮음

#### 소형 로봇 첫 번째 관절의 전부 소형 바퀴 중심과 장애물의 높이가 같은 경우 운동 모델

- 지면과의 반력과 마찰력을 고려하여 힘 평형식과 모멘트 식을 새롭게 고안함
- 모멘트  $M_0 > 0$ 일 때 소형 로봇이 회전하여 장애물을 극복함을 의미하고,  $M_0 \leq 0$ 일 때 소형 로봇이 장애물을 극복하지 못함을 의미함
- 장애물 통과 시 평철의 길이와 전-후부 프레임의 무게 등이 영향을 미치며 평철의 길이가 길수록, 프레임 무게가 가벼울수록 장애물을 쉽게 통과 가능함
- 서보 모터 최대 부하 토크 값은 축 중심으로부터의 거리와 그 거리에서 미는 힘인 무게의 곱으로 표현되므로 서보 모터 최대 부하 토크 값을 고려하여 평철과 서보 모터를 선정함

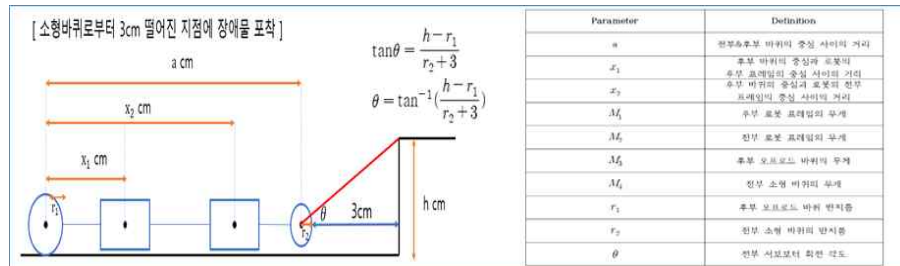


### (3) 소형 로봇의 이동 제어

- 본 프로젝트에서 만든 소형 로봇은 관절과 바퀴의 가변적 주행으로 기동성 보장 및 장애물 통과 능력을 향상함
- 바퀴로 주행 가능한 지역은 바퀴로 이동하고 바퀴 주행이 불가능한 장애물 지역은 다관절 제어를 통해 이동하도록 제어
- 소형 로봇의 관절은 내부적인 제어장치 또는 모터에 의해 움직이며 센서의 인식 값과 프로그래밍에 따라 자동으로 제어되는 능동 관절로 구현함
- 장애물 지역에서 소형 로봇은 앞쪽 서보 모터의 반시계 방향 회전과 뒤쪽 서보 모터의 반시계 방향 회전, 뒤쪽 DC 모터를 작동시켜 장애물을 넘어가도록 설계함

#### 소형 로봇의 주행 제어 모델

- 소형 로봇의 앞면 프레임에 부착된 초음파 센서는, 협소 공간에서 자율주행을 위한 장애물 탐지용으로 최소 2cm부터 거리 측정이 가능함
- 소형 로봇의 탐사 공간이 협소 지역임을 고려하고 초음파 센서의 측정 오류를 줄이기 위해 소형 로봇의 소형 바퀴와 장애물과의 거리가 임계값 이하일 때 첫 번째 관절을 작동하도록 설계함
- 소형 로봇의 소형 바퀴와 장애물과의 거리가 임계값(3cm)인 경우 전면부 서보 모터 회전각 계산식은 다음과 같음(오른쪽은 자유물체도와 회전각 식에 사용한 변수임)



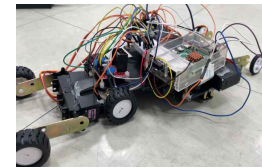
- 장애물과의 거리 임계값은 변경 가능하며, 예시로 계산식에서 3cm를 정한 것임
- 계산식에서 전면부 서보 모터의 회전각  $\theta$ 는 소형 바퀴의 반지름  $r_2$ 와 장애물 높이  $h$ 와 관련이 있기 때문에 예상되는 여러 상황에 따라 회전각을 변경하면서 로봇에 적용함
- 관절 주행 시 첫 번째 관절의 동작 순서
  - ① 소형 로봇이 모체 로봇에서 나와 탐사 시작.
  - ② 소형 로봇 자율주행.
  - ③ 소형 로봇 앞쪽 초음파 센서가 장애물과의 거리가 10cm 이하인지 판별.
  - ④-1. 10cm 이상이면 장애물이 없다고 판단, 바퀴 주행
  - ④-2. 10cm 이하이면 앞/뒤 서보 모터를 반시계 방향으로 회전, 후부 DC 모터 전진

### (4) 소형 로봇 관절 제어 구현 결과

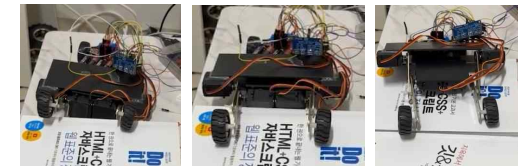
- 재난 지역의 구조물을 대신해 책을 놓고 소형 로봇이 관절을 이용해 장애물을 넘어가 주행할 수 있는지 실험함
- 설계한 운동모델에 맞게 장애물을 넘어가 주행하는 것은 성공했으나 뒷바퀴의 출력이 부족하거나 바퀴가 헛도는 현상 때문에 장애물을 극복하는 데 오랜 시간이 걸림
- 일회용 건전지를 사용해 배터리가 빨리 소모되며 배터리 무게로 인해 이동 속도가 느리고 배터리 소모를 가속화시키는 원인이 되는 것 같음
- 9월 말까지 배터리를 교체하고 관절제어 알고리즘을 개선할 계획임

#### 소형 로봇 구현 결과

##### [ 소형로봇 관절 ]



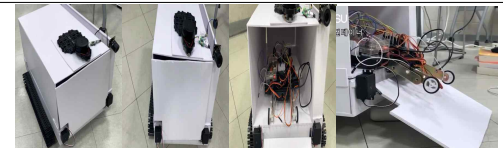
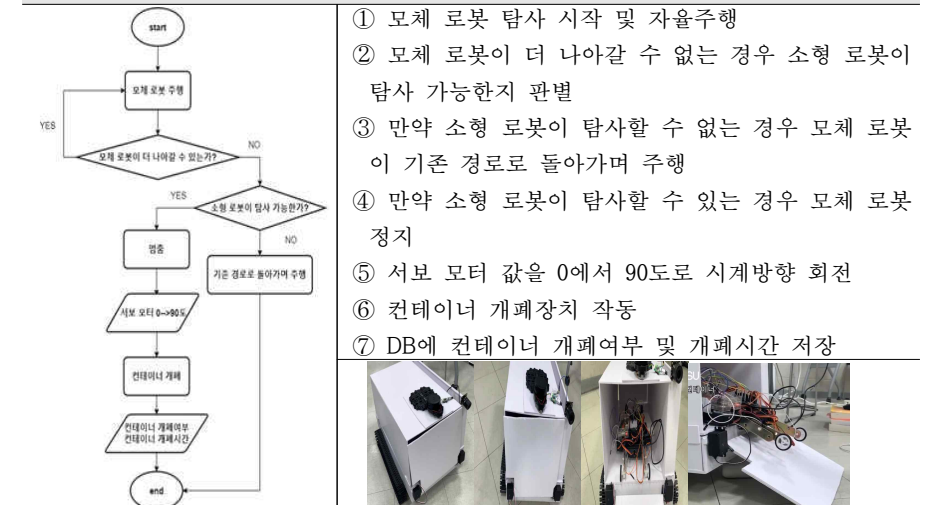
##### [ 관절 주행 - 장애물 극복 모습 ]



### 5) 캔거루형 모체 로봇 컨테이너 개폐 알고리즘

- 캔거루형 모체 로봇은 컨테이너에 소형 로봇을 싣고 탐사를 시작함
- 더 이상 주행할 수 없는 공간 혹은 협소 지역을 탐사해야 하는 경우 소형 컨테이너 개폐장치에 신호를 인가해 소형 로봇 하차하여 탐사 지속.

#### 모체 로봇 컨테이너 개폐장치 작동 순서



#### 4. 프로젝트 개발 환경

구분		상세내용
S/W 개발환경	OS	Raspbian, Windows 10, Linux(Ubuntu)
	개발환경(IDE)	IntelliJ, Visual Studio, Thonny, VS Code, Eclipse, MySQL
	개발도구	SpringBoot, Html, CSS, JavaScript
	개발언어	Python, Java
	기타사항	-
H/W 구성장비	디바이스	보조배터리, 무선충전장치, 서보 모터, DC모터, 다이나믹셀, 캐터필러, 오프로드 바퀴
	센서	LiDAR 센서, 온습도 센서, 초음파 센서, 적외선 카메라 센서, 라즈베리파이 카메라 센서
	통신	라즈베리파이, Wifi
	언어	Python
	기타사항	관절보호 캡, 관절 연결 프레임
프로젝트 관리환경	형상관리	구글 공유 드라이브, GitLab, GitHub
	의사소통관리	일일업무보고서 작성, 카카오톡 실시간 공유, 오프라인미팅
	기타사항	-

#### 5. 기타 사항 [본문에서 표현되지 못한 프로젝트의 가치(Value)] 및 제작 노력

- 다관절 소형 로봇 관절 설계
  - 소형 로봇을 다관절 뱀 형태로 제작하여 관절과 바퀴의 능동적 주행으로 기동성과 유연성을 가질 수 있도록 설계함
  - 바퀴 주행이 가능한 환경은 기동성을 보장하도록 바퀴만 동작함. 만약 장애물을 만나는 경우 관절을 움직여 관절과 바퀴의 가변적 주행으로 장애물 통과 능력을 보장함
  - 소형 로봇의 첫 번째 관절 제어 알고리즘을 구현할 때 서보 모터 회전 각도를 45도로 고정하였지만 뒤따르는 관절들은 협지에서 장애물을 넘기 위해서 로봇과 지면 재질의 마찰계수, 전면부 관절과 장애물 사이의 각도인 접근 각을 고려해야 함
  - 장애물 모형을 제작하여 장애물 모형과 소형 로봇의 운동방정식을 작성하여  $\theta$  값이 얼마나 되는지 분석한 후 다른 관절들의 서보 모터가 몇도 회전이 필요한지 분석해 적용함
  - 로봇이 장애물을 극복할 때, 뒷바퀴의 출력 부족과 바퀴가 헛도는 현상 때문에 장애물을 극복하는 시간이 오래 걸리는 문제가 있어 앞/뒤 관절과 바퀴를 적절히 사용해 이동 속도를 빠르게 하도록 알고리즘을 개선하고 있음
  - 소형 로봇 전력은 최초 1.5V 배터리 4개를 사용하여 6V의 전력을 공급하였는데 DC 모터 출력 저하와 서보모터의 떨림 현상, 배터리 무게 문제 등으로 충전 가능한 리튬-폴리머 배터리로 교체할 예정임

- MQTT 통신 방식을 이용한 온습도 센서 데이터 전송
  - 본 프로젝트의 센싱 데이터 전송은 Publish-Subscribe 패턴을 사용해 디바이스가 데이터를 발행(publish)하면, 해당 토픽을 구독(subscribe)한 모든 클라이언트에게 메시지가 전달되도록 구성하였음, 이를 통해 실시간 데이터 전송에 유용하면서도 네트워크 사용 효율성을 높일 수 있었음
  - http 프로토콜은 헤더가 크고 데이터가 전송될 때마다 TCP를 연결/연결을 끊기 위해 패킷이 전송되므로 전송되는 데이터가 많을수록 총 데이터 트래픽이 커지는 단점이 있음
  - MQTT의 헤더는 상대적으로 작으며 TCP 연결을 유지하면서 다음 데이터를 보내고 받을 수 있으므로 HTTP보다 총 데이터 트래픽을 억제 가능함
  - 온습도 센서 데이터와 같은 작은 크기의 데이터를 전송하는 경우, HTTP 대신 MQTT와 같은 경량 통신 프로토콜을 사용하는 것이 더 적합한 것으로 보임

### 3) 반응형 웹을 이용한 모바일 관제 환경 구축

- 정해진 해상도를 기준으로 웹페이지를 제작한다면 일부 관리자에게 영상이 온전히 보이지 않거나 데이터 일부가 잘려 보이는 등 문제가 발생함
- 해상도가 다른 컴퓨터, 더 나아가 태블릿이나 휴대폰 등 다양한 환경의 디바이스에서 모체 로봇과 소형 로봇의 탐사 상황을 확인할 수 있어야 함
- 관제 서버를 bootstrap의 그리드 시스템을 이용하여 반응형 웹으로 디자인하여 정상적으로 실시간 스트리밍, SLAM 지도 확인을 수행
- 키보드 환경에서 컨트롤러 페이지는 버튼과 키보드 둘다 활용할 수 있지만, 모바일 등 키보드를 사용하지 못하는 환경에서는 버튼을 눌러 관리자 수동제어를 수행함

### 4) 쿠키, 세션을 이용한 관제 서버 로그인 구현

- 관리자가 관제 서버에 접속하여 페이지를 이동하거나 데이터를 확인하는 동안 로그인 상태는 유지되어야 하고, 관제 서버를 종료한다면 보안성을 위해 로그아웃이 이루어져야 함
- 서버에 필요한 정보를 클라이언트에 저장하여 상대적으로 보안에 취약한 쿠키와 상대적으로 보안에 강하지만 서버에 과부하를 일으킬 수 있는 세션의 장단점을 고려하여 HttpSession을 이용한 로그인을 구현함
- 클라이언트가 로그인할 때 서버는 JSESSIONID 쿠키를 발급해주고, 클라이언트는 다음 요청마다 JSESSIONID 쿠키와 함께 서버로 요청함으로써 사용자를 구분하고 상태를 유지할 수 있음

## III. 프로젝트 수행 내용

### 1. 프로젝트 수행일정

프로젝트 기간 (ICT멘토링 사이트 기준)		2023.03.31. ~ 2023.11.15.											
구분	추진내용	프로젝트 기간											
		3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
계획	주제 선정 및 자료조사												
분석	구현 가능성 검토 및 기능 상세화												
설계	소형 로봇 내부 설계												
	소형 로봇 외부 설계												
	모체 로봇 내부 설계												
	모체 로봇 외부 설계												
	서버 및 네트워크 설계												
개발	로봇 외부 개발												
	로봇 내부 개발												
	서버 및 네트워크 구축												
테스트	모델에 대한 테스트 후 수정 및 보완												
종료	결과보고 작성 및 프로젝트 마무리												

### 2. 프로젝트 추진 과정에서의 문제점 및 해결방안

#### 1) 프로젝트 관리 측면

- 라즈베리파이의 초기화 과정에서 중요 코드를 재작성해야 하는 경험을 겪음  
→ 한이음에서 진행하는 GitLab 강의를 수강하며 GitLab의 중요성을 다시 한번 깨닫고, GitLab 및 개별 GitHub를 사용하여 코드를 정리하는 습관이 생김
- 주제 상 여러 대의 로봇을 만들어야 하므로 라즈베리파이 및 LiDAR 센서 등 각종 센서와 실습 장비를 전부 구매하기에는 예산이 한정적임  
→ 중요한 센서를 실습 장비 지원으로 구매, 나머지 장비는 개인이 소지하고 있던 키트 내 센서를 가져와 사용하고 개인 소지 물품을 최대한 활용하여 해결하고 있음

## 2) 프로젝트 개발 측면

- 소형 로봇 개발 시 뱀형 로봇을 구현하기 위해 능동형 주행이 필요하였고 서보 모터와 DC 모터를 하드웨어적으로 연결할 적절한 커넥터가 없어 어려움을 겪었음  
→ 현재 약간의 틈이 생긴 채로 연결하였지만, 관절 제어에 적절한 커넥터를 3D 프린터 이용 혹은 직접 제작하여 소형 로봇 내 관절에 맞는 커넥터를 제작 중
- 능동형 주행을 위한 바퀴의 경우 오프로드 바퀴이기에, 보유한 서보 모터의 동력으로 관절 제어가 어려운 부분이 있음  
→ 바퀴의 크기를 바꿔보고 여러 서보 모터를 바꾸어보며 관절 제어에 적절한 동력을 줄 수 있는 모멘트를 실험 중  
→ 또한 서보 모터 회전 각도를 조정하는 과정에서 논문 및 자료 등에서 장애물 통과 시 진입 각 및 마찰계수를 살펴보고 최적의 함수를 설계 중임
- 모체 로봇과 소형 로봇의 알고리즘을 개발하는 과정에서 특정 조건에서 알고리즘이 객체를 인식하지 못하는 문제가 발생하여 이를 보완하는 과정에서 어려움을 겪었음  
→ 기존의 알고리즘을 수정하는 작업을 진행 중임 해결이 되지 않을 경우 새로운 알고리즘을 사용할 계획임
- 가벼운 알고리즘이 아닌 경우 생각보다 다양한 조건을 충족하여야 하기에 새로운 기능들을 추가하는 과정에서 어려움을 겪음  
→ 다양한 조건들을 모두 충족하기 위해 관련 기능들을 추가하는 작업 진행 중임
- SLAM 기술을 구현하는 과정에서 라즈베리파이 원격 접속 단계에서 접속에 권한이 없다는 오류가 발생하여 어려움을 겪음  
→ 네트워크 설정을 깔끔하게 재설정하여 오류를 완벽히 해결함
- 라즈베리파이와 라즈베리파이, 라즈베리파이와 서버 간의 통신을 구현하는 데에 있어서 각각의 ip주소와 네트워크 정보를 이용하여 서로에게 접속하여 데이터를 전송해야 하는데 접속이 거부당하는 오류를 겪음  
→ IoT 디바이스에서 주로 사용되는 MQTT 통신 방식을 사용하여 MQTT 클라이언트에서 브로커에 접속하는 정보를 이용하여 통신을 설정해주어 디바이스 간의 접속과 데이터 전송이 되도록 오류를 해결함

## 3. 프로젝트를 통해 배우거나 느낀 점

- 소통의 중요성
  - 장기간 프로젝트이므로 팀원 간 소통이 필수적 요소임을 배웠음
  - 각자 역할이 주어지지만 프로젝트 진행 시 의견을 공유하고 새로운 의견을 수렴하는 과정에서 독특한 아이디어로 프로젝트의 차별성이 생겨 긍정적인 효과를 준다는 것을 느꼈음
  - 팀 프로젝트를 하면서 팀원들의 참여가 저조하고 의사소통이 잘 이루어지지 않으면 혼자 프로젝트를 해결해야겠다고 생각하고 마무리한 적이 종종 있었지만, 이번 장기간 프로젝트를 처음 해보면서 혼자가 아닌 팀원들과의 의사소통이 매우 중요하다는 것을 배웠음
  - 각자 맡아 개발하는 분야가 다르지만 하나의 결과물을 내놓아야 하는 만큼 서로 유기적으로 소통하며 서로의 분야에 아이디어를 내며 개발을 진행하니 처음 해보는 부분들에 있어 막힘없이 프로젝트가 진행될 수 있었음
  - 팀원들과의 소통을 통해 새로운 방안을 고안해보며 기술과 지식 능력을 향상시킬 수 있었기에 뿌듯함을 느낌.
- 협업의 중요성
  - 팀 프로젝트이기에, 팀장 주도하에 각자 파트(소프트웨어, 하드웨어, 웹 등)를 나누고, 각자 맡은 파트에 책임감을 가지고 제작 설계 및 개발을 하려고 노력하였음
  - 언젠가 혼자 프로젝트를 진행한 적이 있었는데, 팀 단위로 하는 프로젝트를 진행하니 일의 능률도 높아지고, 혼자서는 할 수 없는 일을 수행할 수 있음을 느낌
  - 혼자서 생각해내지 못하는 일도 팀원들과 의견을 나누다 보면 보다 좋은 아이디어도 나오게 되고, 각자 맡은 역할이 달라 혼자 해내야 하는 일도 있지만, 얼마나 진행되었는지, 무엇이 부족한지 등을 함께 공유하고 얘기를 하니 혼자 진행하는 것보다 수월하게 일이 진행된다는 것을 느꼈음
  - 올해만 벌써 3번째로 팀으로 진행하는 프로젝트인데 9개월이라는 장기간의 프로젝트는 처음이라서 협업과 커뮤니케이션 능력 강화에 있어서 더욱 노력하였음
- 협업 도구의 중요성
  - 협업이기 때문에 GitLab, GitHub 및 구글 드라이브를 통한 코드 및 자료 정리의 중요성을 배웠음
  - GitLab 강의로 배운 효율적인 작업 관리 방법을 실제 개발 시 사용하면서 강의가 도움이 되었음
- 오픈소스의 중요성
  - 코딩의 새로운 기술을 습득하고 활용할 수 있었으며 팀 단위의 개발을 위한 오픈소스 활용의 중요성 또한 느꼈음



## IV. 기대효과 및 활용분야

### 1. 프로젝트의 기대효과

- 작품의 기대효과
  - 재난 지역에 장기간 운용 가능한 켄거루형 로봇을 투입함으로써 노동력을 감소시키고 추가 인명 피해 최소화
  - 모체 로봇 및 소형 로봇 역할 세분화로 모체 로봇의 물리적 크기 한계와 소형 로봇의 배터리 용량 한계를 상쇄함으로써 로봇별 장점 극대화
  - 재난 현장에 투입되는 소형 로봇을 다관절 로봇으로 제작하여 다수의 장애물이 존재하는 험지에서 이동 제약을 극복하고 여러 대의 소형 로봇을 동시에 투입함으로써 동일 시간 대비 탐사 범위 확대
  - 모체 로봇 및 소형 로봇이 수집한 데이터를 자동으로 문서화 및 가시화하고 실시간 영상 확인 가능한 사용자 맞춤형 웹 서버 제작
  - 라즈베리파이의 확장성을 활용하여 다른 형태의 재난 현장에서 상황에 따른 모듈 전환으로 로봇 운용에 있어 가변적 활용 가능
- 참여 멘티의 교육적 기대효과
  - 로봇 관련 기술 및 개발 능력 함양
  - 장기간 프로젝트 수행을 통한 종합적 사고력 및 책임감 증진
  - 팀 프로젝트로 팀원 간 협동심 및 팀워크 향상
  - 실질적 개발 경험 습득으로 실제 산업 환경에서의 직무 능력 확보
  - 개발 진행 시 발생하는 상황에 대처하는 능력 습득

### 2. 프로젝트의 활용분야

- 재난, 산업 재해로 인한 붕괴 지역 내 구조대상자 탐색 활동과 심각한 오염이 발생한 지역, 위험물이 있는 지역의 내부구조 및 상황 탐지에 활용
- 로봇의 크기에 따른 탐사 지역 분할 및 협업 능력이 필요한 상황에 투입 가능
- 이동형 로봇의 센서 데이터 수집 및 가공 능력을 상황인지 기술이 필요한 산업 환경에 확장하여 적용 가능
- 제작한 모체 로봇 및 소형 로봇을 재난 상황 대비 교육콘텐츠로 활용 가능
- 로봇과의 통신으로 재난 상황을 관제 가능한 웹페이지를 응용하여 다른 분야에 관리자용 서버로 사용하도록 배포 가능