

# 2023년 한이음 ICT멘토링 프로젝트 수행계획서

## I. 프로젝트 정보

프로젝트명	AI를 이용한 쓰레기 분리수거 로봇
주제영역	<input checked="" type="checkbox"/> 생활 <input type="checkbox"/> 업무 <input 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
기술분야	<input checked="" 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
성과목표	<input checked="" type="checkbox"/> 논문게재 및 포스터 발표 <input type="checkbox"/> 앱등록 <input type="checkbox"/> 프로그램등록 <input type="checkbox"/> 특허 <input type="checkbox"/> 기술이전 <input checked="" type="checkbox"/> 실용화 <input checked="" type="checkbox"/> 공모전(한이음공모전) <input type="checkbox"/> 기타( )
수행예상기간	2023. 04. 01. ~ 2023. 11. 30.
프로젝트 소개 및 제안배경	<p>최근 로봇 기술과 인공지능(AI)의 발달로 인간이 담당하고 있던 많은 영역들이 로봇과 인공지능으로 대체하고 있다. 이러한 사회적인 트렌드에 맞춰 사람들이 가장 기피하는 3D(Dirty, Difficult, Dangerous) 업종에 기여하고자 한다.</p> <p>본 프로젝트는 실시간으로 카메라에 영상에 쓰레기를 인공지능(AI) 모델을 통해 검출 및 분류한다. 이후 분리수거를 실행할 로봇을 설계하여 많은 양의 쓰레기 분류를 요하는 직종에 종사하는 사람들에게 도움이 되고자 한다.</p>
주요기능	<ol style="list-style-type: none"> <li>쓰레기 분류: 카메라 영상에 담긴 무작위의 플라스틱, 종이, 캔, 유리 등과 같은 쓰레기를 YOLO 모델을 이용해 검출(object detection)하고 분류(classification)한다.</li> <li>분리수거: 앞 단계에서 분류된 쓰레기 종류에 따라, 6개의 모터를 내장한 Robot Arm이 해당 쓰레기를 적절하게 분리수거 한다.</li> <li>앱/웹을 통한 제어: 추가적인 Robot Arm에 세부적인 동작이 필요한 경우, 앱 또는 웹을 활용해 로봇을 제어한다.</li> </ol>
적용 기술	<ol style="list-style-type: none"> <li>컴퓨터 비전: 카메라에 담기는 다양한 종류의 쓰레기 영상에서 유의미한 정보를 추출하는 인공지능 기술</li> <li>YOLO object detection: 실시간으로 물체를 감지할 수 있는 물체 감지 모델로, 카메라 영상에서 객체를 식별하고 위치 및 분류를 제공하는 AI 모델 기술</li> <li>머신러닝: 시간이 지남에 따라 계속된 학습으로 쓰레기를 분류하는 성능을 올릴 수 있도록 도와주는 기술, 새로운 환경과 상황에 적응하고 쓰레기를 감지하고 분류하는 능력 향상</li> <li>로봇 공학, 제어 시스템: 로봇을 설계하고 로봇의 움직임을 제어하는 기술, 6개의 서브 모터가 정상적으로 작동하는데 필요한 핵심 기술</li> <li>센서 기술: 쓰레기를 분류할 때 분류 정확도를 높일 수 있는 추가적인 데이터를 제공, 라이다 센서, 초음파 센서와 같은 센서를 설계 및 구동하는 기술</li> <li>클라우드 시스템: Ethernet 또는 WiFi를 활용해 웹 또는 앱에서 통신하며 로봇을 제어할 때 활용하는 기술</li> </ol>

## 예상 결과물



그림 1) 쓰레기에 대한 데이터 학습 및 쓰레기 분류 모델 생성

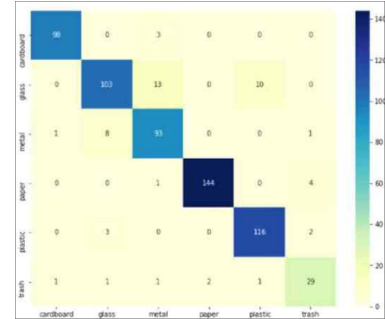


그림 2) 그림 1에서 생성된 모델 검증 및 평가를 위한 오차 행렬

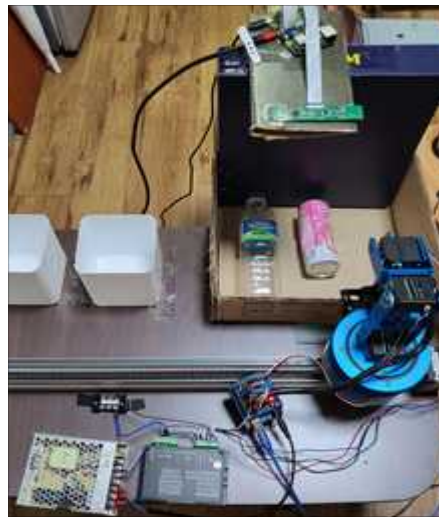


그림 3) 카메라가 쓰레기를 인식하고, 로봇이 쓰레기 분류

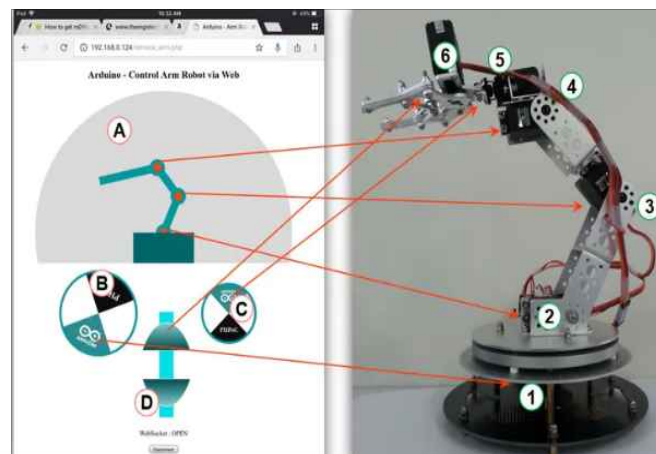


그림 4) 6개의 모터를 활용하는 로봇과 로봇을 제어하는 시스템

## 기대효과 및 활용 분야

- 사람들이 기피하는 3D(Dirty, Difficult, Dangerous) 업종에 로봇을 활용함으로써 업무에 대한 부담 감소
- 사람보다 더 정확한 기계가 쓰레기를 분류함으로써 재활용 효율 극대화
- 폐기물을 많이 발생시키는 기업의 경우 자동으로 쓰레기를 분류할 수 있는 로봇을 활용함으로써 업무 효율성 증가 및 인건비 절약
- AI 기술과 로봇 공학 기술을 결합하여 새로운 영역으로의 사업 확장 가능

## II. 프로젝트 수행계획

### 1. 프로젝트 개요

#### 가. 프로젝트 소개

- 실시간으로 영상의 쓰레기를 인공지능(AI) 모델을 통해 검출 및 분류한다. 이후 분리수거를 실행할 로봇을 설계하여 많은 양의 쓰레기 분류를 요하는 직종에 종사하는 사람들에게 도움이 되고자 한다.
- 머신러닝 기술이 적용해 쓰레기 데이터에 대한 학습을 계속해서 진행한다. 따라서 시간이 지날수록 학습된 데이터가 쌓여 분류하지 못하는 쓰레기가 없도록 완벽한 분리수거 로봇을 설계하고자 한다.
- 로봇을 제어하는데 필요한 하드웨어 지식과 인공지능 모델을 활용하는데 필요한 소프트웨어 지식을 융합하여 프로젝트를 진행한다.

#### 나. 추진배경 및 필요성

- 한국환경공단에서 조사한 최근 대한민국 재활용률 조사 결과에 따르면, 분리배출 단계에서 수거 후 선별까지 가는 재활용품 비율을 의미하는 명목 재활용률과 분리배출 단계에서 실질적인 재활용이 이루어지는 재활용품 비율인 실질 재활용률이 서로 차이가 있다. 구체적 예시로 분리배출 된 플라스틱을 사례로 보면, 실질 재활용률은 40%에 그치는 등 재활용 분리수거에 대한 문제가 심각하다.
- 이러한 문제 인식과 로봇, 인공지능(AI)의 발달의 사회적인 트렌드를 기반으로 사람들이 가장 기피하는 3D(Dirty, Difficult, Dangerous) 업종에 기여하고자 한다.
- 또한 코로나 이후 배달 서비스 증가로 인해 일회용품 사용량이 급증했다. 그로 인해 많은 양의 쓰레기가 발생하게 되었고, 이 쓰레기를 자동화가 된 로봇이 처리하여 효율성을 높이하고자 한다.
- 로봇의 경우 초기 설치 비용을 배제하고, 구동을 위해 필요한 전력을 제외하면 사람의 인건비보다 저렴하게 사용할 수 있는 장점이 있다. 이러한 이점을 활용해 분리수거 작업을 많이 하는 대단지 아파트 또는 기업에서 로봇을 활용해 업무 효율성과 경제성 향상에 기여하고자 한다.

## 2. 프로젝트 내용

### 가. 주요 기능

구분	기능	설명
S/W	쓰레기 분류	카메라 영상에 담긴 무작위의 플라스틱, 종이, 캔, 유리 등과 같은 쓰레기를 YOLO 모델을 이용해 검출(object detection)하고 분류(classification)
S/W+H/W	분리수거	분류 단계에서 분류된 쓰레기 종류에 따라, 6개의 모터를 내장한 Robot Arm이 해당 쓰레기를 적절하게 분리수거
S/W+H/W	웹/앱을 통한 제어	Robot Arm에 디테일한 동작이 필요한 경우, 앱 또는 웹을 활용해 로봇 제어

### 나. 적용 기술



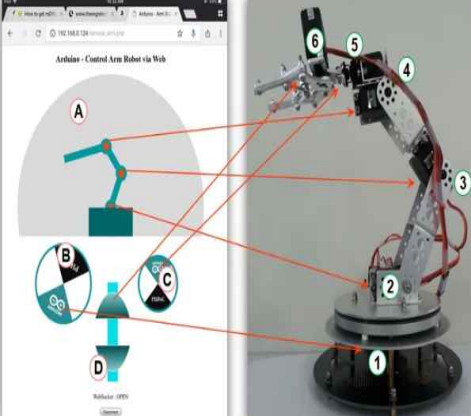
- 컴퓨터 비전: 로봇에게 시각 데이터 처리 능력을 부여하여 카메라를 활용해 쓰레기 종류를 분류하고 식별하는 기술이다.
- YOLO object detection: 객체 검출 모델 중 하나로 여러 사물을 식별하여 분류하고 해당 사물의 위치를 박스로 표시하여 위치 정보를 나타내는 기술이다. YOLO는 이미지를 타 모델과 다르게 여러 장으로 분할하여 해석하지 않고 통합된 모델을 사용하기에 빠르고 실시간으로 객체 검출이 가능하다.
- 머신러닝: 시간이 지남에 따라 지속적인 학습을 통해 쓰레기 분류 성능을 높이는 기법이다. 변화하고 다양한 환경에 적응하여 쓰레기를 분류한다.
- 로봇 공학, 제어 시스템: 로봇의 시스템을 설계하고 로봇의 움직임을 제어하는 기술로 로봇팔의 서브 모터를 제어한다.
- 센서 기술: 로봇이 쓰레기를 정확하게 인식할 수 있도록 추가적인 정보를 제공, 센서에서 제공하는 추가적인 정보를 소프트웨어로 처리하여 분류 작업을 수행한다.
- 클라우드 시스템: Ethernet이나 WiFi를 이용해 웹이나 앱에서 통신으로 로봇을 제어할 때 사용되는 기술이다.

다. 필요기자재(기자재/장비)

품목	활용계획
 <p>아두이노</p>	<p>Web과 Robot Arm과의 연결을 위해서 필요하다. WiFi Shield를 이용하여 Web을 통해 Robot Arm을 구동한다.</p>
 <p>PHPoC WiFi Shield for 아두이노</p>	<p>Web과 Robot Arm과의 연결을 위해서 필요하다. 아두이노를 이용하여 Web을 통해 Robot Arm을 구동한다.</p>
 <p>6 DOF Robotic Arm</p>	<p>프로젝트의 제일 기본이 되는 ARM 로봇을 만들기 위해 필요하다. ARM 로봇을 아두이노, WIFI SHIELD 등을 이용해서 제작하고 계획한 것들을 구현한다.</p>
 <p>카메라 및 초음파 센서</p>	<p>Robot Arm 주변 쓰레기의 유무, 거리, 방향을 인식하고 추정한다.</p>
 <p>블루투스 모듈</p>	<p>외부 센서로부터 수집한 정보를 전송한다.</p>

 <p>라이다 센서</p>	<p>360도 회전하는 센서이며, 카메라 등의 센서들로는 알 수 없는 사물의 형태, 3차원 공간정보를 제공해준다.</p>
 <p>배터리</p>	<p>모터와 아두이노의 전원을 공급한다.</p>
 <p>DC 모터, 모터 드라이버</p>	<p>DC모터 : Robot Arm 프레임의 휠을 구동하여 Robot Arm의 이동성을 확보시켜준다.</p> <p>모터 드라이버 : 모터의 회전 방향을 바꿔주어 좌우로 Robot Arm의 이동을 가능하게 한다.</p>
 <p>400 선형 슬라이드 CNC 엑추에이터 아두이노</p>	<p>Robot Arm 프레임의 바디가 좌우로 이동하는 레일이다.</p>

## 라. 예상결과물

예상 결과물 이미지	설명
	<p>카메라에서 촬영되는 실시간 이미지를 사전에 학습된 YOLO 모델이 판별(detection) 및 분류(classification)하여 쓰레기를 분류한다.</p>
	<p>카메라, 라이다 센서, 초음파 센서, 아두이노, 6 DOF Robot Arm 등을 모두 조립 및 구동하여 앞에서 분류된 결과를 바탕으로 분리수거를 진행한다.</p>
	<p>세부적인 Robot Arm의 제어가 필요한 경우, PHPoC WiFi Shield for 아두이노로 웹/앱을 활용해 Robot Arm을 구동한다.</p>

## 마. 성과목표

성과목표	<input type="checkbox"/> 특허출원 <input checked="" type="checkbox"/> 논문발표 <input type="checkbox"/> 앱등록 <input type="checkbox"/> 프로그램등록 <input type="checkbox"/> 기술이전 <input checked="" type="checkbox"/> 실용화 <input checked="" type="checkbox"/> 공모전(한이음공모전) <input type="checkbox"/> 기타( )
------	---

- 논문발표: 임베디드 시스템 구축에 대한 논문 게재 및 발표
- 실용화: 쓰레기 분류장에서 분류 작업에 바로 사용할 수 있는 실용성 높은 로봇 제작
- 공모전(한이음 공모전): 쓰레기 분류 임베디드 시스템과 인공지능을 토대로 시제품을 만들어 입상 목표



### 3. 프로젝트 수행방법

#### 가. 프로젝트 추진일정

구분	추진내용	추진일정									
		2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월
계획	계획서 작성, 역할 분담										
분석	컴퓨터 비전, 머신러닝 스터디										
	프로젝트 H/W 구매 및 스터디										
설계	6 DOF Robot ARM 설계										
	아두이노 보드 및 센서 설계										
	쓰레기 데이터 수집 및 학습										
개발	6 DOF Robot ARM 조립 및 제작										
	아두이노 보드와 센서 Robot Arm 부착 및 구동										
	YOLO 모델 생성 및 적용										
테스트	성능 개선 및 오류 테스트										
종료	논문 작성 및 공모전 참가										
오프라인 미팅계획	멘토 멘티 간 협의하여 유동적 미팅										

#### 나. 의사소통방법

- 대면을 최우선으로 하고 불가피한 경우 Zoom을 활용해 수시로 팀원 간 적극적인 커뮤니케이션 진행
- 팀원 간 의견 차이가 발생하는 경우 다수결의 원칙으로 결정
- 프로젝트 개발을 진행하고 그 과정에서 해결되지 않는 이슈가 생긴 경우 이를 정리하여 멘토에게 보고하고 해결 방안에 대해 커뮤니케이션 진행
- 멘토의 의견 및 피드백을 수렴하여 프로젝트를 개선하는 방향으로 진행

#### 다. 프로젝트 Ground Rule (기본원칙)

- 주 1회 멘티 간 미팅을 통해 프로젝트 진행 상황 공유
- 미팅 시 적극적인 참여 필수
- 미팅에서 공유한 내용은 모두 기록하여 관리
- 미팅 전 팀원이 작성한 소스코드가 있는 경우, 깃헙/깃랩에 올려 팀원 전체가 공유
- 이슈 발생 시, 본인 담당이 아닌 경우에도 적극적으로 참여



### III. 기대효과 및 활용분야

#### 1. 기대효과

##### 가. 작품의 기대효과

- 효율성 향상: 로봇을 활용하게 되면 자동화 작업이 가능하게 되어 분리수거 작업에 효율성을 높일 수 있다.
- 비용 절감: 분리수거를 할 때 투입해야 하는 인원에 대해 인건비를 절약함으로써 경제적인 운영을 할 수 있다.
- 3D 업종 기여: 사람들이 기피하는 업종에 로봇이 참여함으로써 사람들의 기피 현상을 해소하고 위험한 작업에 투입을 줄일 수 있다.

##### 나. 참여 멘티의 교육적 기대효과

- 로봇의 시스템을 제작하고 구동하면서 로봇 공학의 전반적인 지식을 학습할 수 있다.
- 아두이노 보드와 관련된 센서들을 사용해보면서 임베디드 시스템에 대한 전반적인 지식을 학습할 수 있다.
- 컴퓨터 비전과 머신러닝을 실제로 활용해보면서 인공지능에 대해 깊이 있게 다뤄볼 수 있다.

#### 2. 활용분야

- 많은 양의 쓰레기를 분리수거 하는 기업이나 대단지 아파트의 경우 로봇을 활용해 분리수거 작업을 자동화 할 수 있다.
- 생활, 공공, 산업, 농업, 재활용, 건설, 병원 등 다양한 쓰레기가 나오는 현장에서 활용할 수 있다.
- 데이터 학습 단계에서 쓰레기가 아닌 다른 데이터를 학습시켜 다양한 산업 환경에서 사용할 수 있다.
- 올바른 재활용품 분리배출에 대한 교육과 학습의 기반을 제공할 수 있다.