

대한기계학회 주최

제9회 전국학생설계경진대회(2019년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (0) / 대학부 ()				
참가분야	공모주제 (0) / 자유주제 ()				
참가팀명	버려버려				
설계제목	효율적인 분리수거를 위한 IoT 기반 스마트 리사이클러				
지도교수/교사	(소속) 인천과학예술영재학교 (성명) 김형섭 (연락처) (이메일) hskim@ice.go.kr				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	박상진	인천과학예술영재학교		ricky030628@naver.com	

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	박상진	인천과학예술영재학교 / 1학년	ricky030628@naver.com
2	최기혁	인천과학예술영재학교 / 1학년	demigihyeok@gmail.com
3	김민석	인천과학예술영재학교 / 1학년	minsuk716@naver.com
4	정의태	인천과학예술영재학교 / 1학년	bjsfamily@gmail.com
5			
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (0) / 자유주제 ()
참가팀명	버려버려
설계제목	효율적인 분리수거를 위한 IoT 기반 스마트 리사이클러
대표자명	박상진
요약문	<p>이 설계의 목적은 대한민국의 높은 분리수거율에 비해 재활용이 잘 이루어지지 못하고 있다는 문제에 대해 쓰레기가 재활용되기 이전의 분류 작업에 소모되는 비용 감소를 위함이다. 이 목적에 따라 ‘사물 인식(IoT) 시스템을 이용한 스마트 리사이클러’를 설계하였다. 이 장치는 크게 5가지 파트로 구성되어 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 1차 컨베이어 벨트 : 쓰레기가 1차 컨베이어 벨트로 떨어지게 되는 것을 자외선 거리 측정 센서의 신호를 통해 파악하고 분리 장치에서의 쓰레기 분류를 위한 컨베이어 벨트의 작동 제어가 이루어짐 2) 2차 컨베이어 벨트 : 1차 컨베이어 벨트에서 전달된 분류된 쓰레기를 1차 컨베이어 벨트와 동일한 방식으로 쓰레기의 분류가 일어남 3) 사물 인식 및 정보처리 장치 : 라즈베리파이에 연결된 카메라를 통해 받아들인 영상 정보를 Object Detection API를 이용해 재활용 가능 유무 판단 및 분리 장치에 신호 전달됨 4) 분리 장치 : 웹 캠 즉, 사물 인식 및 정보처리 장치에서 전달된 신호를 받아 제어가 이루어져 쓰레기의 종류에 따라 분류가 일어날 수 있도록 함. 웹 캠의 이동은 3)의 사물 인식을 통해 모터 회전의 방향을 결정하고 기어가 래크를 따라 움직여 작동됨 5) 적외선 거리 센서 : 쓰레기가 컨베이어 벨트 위에 존재하는지 유무 판단 및 쓰레기와 자외선 거리 센서와의 거리 계산을 통해 컨베이어 벨트를 제어하고 1차 컨베이어 벨트에 신호를 보냄 <p>이러한 1차 컨베이어 벨트와 2차 컨베이어 벨트의 반복으로 이루어진 이 장치는 기존의 장치에 비해 쓰레기 처리에 드는 에너지를 절약할 수 있을 것이며 IoT 기술을 사용하였기 때문에 유동적으로 모습이 바뀔 수 있는 여러 쓰레기들을 알아서 분류할 수 있을 것이다. 또한 미래에 최저시급은 계속적으로 오를 것이지만 제작에 필요한 금속 등의 자재들은 물가와 거의 비슷하게 행동하는 모습을 보일 것이기 때문에 본 설계는 실현 가능성과 경제성 부분에서 장점이 있다. 이 장치는 AI 데이터 베이스가 기반이기 때문에 분리수거에 대한 법안과 신소재의 등장으로 인해 복잡해지는 쓰레기 분리수거 방식에 대해서 유동적으로 대처할 수 있다. 이와 같이 이 설계는 인건비 절감을 통한 재활용 비율 증가 및 높은 미래 경쟁력을 가질 것으로 기대된다.</p>

1. 설계의 필요성 및 목적

사람들은 “분리수거”라는 주제를 다룰 때 주로 “개선되어야 할 문제”로 받아드리는 경우가 있다. 하지만 대한민국에서만은 분리수거는 꽤나 이루어지고 있다. 이는 한국에만 있는 특별한 문화의 영향이 크다. 한국의 아파트에서는 매주 정해진 요일이 되면 사람들이 페트병, 플라스틱, 캔 등의 재활용품을 들고나와 분리배출을 한다. 이에 대한 결과로 2017년 환경부가 발표한 '제5차(2016~2017년) 전국폐기물통계조사'에 따르면 재활용이 가능한 자원 중 69% 이상이 분리배출 됐다. 사실상 분리수거가 100%가 되는 것은 불가능하고 분리수거가 아무리 잘되는 국가더라도 수거된 쓰레기를 다시 한 번 분류하는 작업은 필수적이다. 중요한 것은 아무리 분리배출이 잘 활성화되어 있더라도 재활용이 이루어지지 않는다면 사실상 분리수거는 무용지물이라는 것이다. 왜냐하면 분리배출이 중요한 이유는 재활용품을 재생시키기 위해서는 결국 재활용품을 분류하는 과정이 필요한데 수거 과정에서 이미 재활용품이 이미 분류되어 있다면 재활용이 용이하기 때문이다. 그렇다면 대한민국의 재활용은 잘 이루어지고 있을까. 우리나라의 재활용은 세계에서 2등으로 59%에 이른다. 하지만 높이 평가되고 있는 대한민국의 재활용 비율에 비해서 대한민국의 분리수거는 실질적으로 잘 이루어지지 않고 있다. 분야의 전문가들은 통계상의 자료일 뿐 상상 속의 수치라며 지적했으며 통계처리를 하는 공무원들이 대한민국의 현실을 정확하게 인지하고 있지 못하고 있기 때문이라고 덧붙였다. 우리나라의 재활용 비율이 그토록 높은 이유는 정부가 재활용 업체에 들어간 재활용 쓰레기를 전부 재활용되었다고 판단하고 있기 때문이다. 하지만 그린피스 김미경 플라스틱 캠페인 팀장은 “전문가들이나 재활용업체에서는 재활용 업체에 들어간 폐기물 중 30% 정도가 실제로 재활용이 되는 것으로 보고 있다.”라고 말했다. 이런 상황이 발생하는 이유는 정부의 감시망 바깥에 있는 민간 업체들 대다수가 재활용에 인력과 비용을 투입할 여력이 안 되다 보니 분리수거를 잘해도 재활용이 안 되는 상황이 발생한다. 현재 우리나라의 경우 재활용 폐기물을 선별하고, 처리하는 일련의 과정의 대부분을 영세한 민간 업체에 의존하고 있다. 당장 수익성을 내야 하는 영세 업체들은 돈이 되거나 정부 지원금이 있는 재질은 재활용을 하지만, 재활용 과정이 복잡해 인건비가 많이 들거나 재활용을 해도 수익이 안 나는 폐기물은 소각장이나 해외로 보낸다. 다시 말하면 수거된 쓰레기를 다시 분리수거하고 쓰레기가 재활용될 수 있는 쓰레기가 되기 위해서는 여러 가지 과정을 거쳐야 하는데 이에 투입되는 인건비가 재활용을 통해서 얻을 수 있는 수익보다 크기 때문에 누구도 쓰레기를 처리하여 되파는 일을 하려 하지 않는다. 이런 현상이 표면적으로 드러난 것이 최근에 있었던 “쓰레기 대란”이라는 사건이다. 고형연료(SRF) 판매와 중국 수출 모두가 막히면서 폐비닐 수거가 더 이상 돈이 안 됐기 때문에 수도권 아파트에서 쓰레기 분리수거 업체가 쓰레기 처분을 거부한 것이다. 이처럼 대한민국은 높은 분리수거율에 비해 재활용이 잘 이루어지지 못하고 있다. 우리는 쓰레기가 재활용되기 이전의 분류 작업에 소모되는 비용 감소를 위해서 장치를 설계하게 되었다. 이는 비용적인 문제에 의해 재활용이 되지 못하고 있는 상황에 대한 해결책으로 작용할 것이다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

대한민국은 우수한 분리배출 현황에도 불구하고 쓰레기의 재활용이 매우 저조하게 이루어진다. 그 이유는 쓰레기가 재활용되기 위해서는 쓰레기를 분류되고 세척되는 등의 사전작업이 필요한데 이 작업에는 상당한 인건비가 투입되기 때문이다. 비용적인 측면 때문에 쓰레기를 재활용 및 폐기하는 기업들은 재활용을 꺼려하게 되고 재활용 가능한 쓰레기를 재활용하지 않고 소각하거나 매립하는 경우에 이른다.



이와 같은 행동들은 여러 가지 피해를 일으킨다. 첫째로는 복지적인 문제이다. 쓰레기 속에 있는 여러 화학물질이 유출되어 주변 주민들의 건강을 위협한다. 경제적인 측면에서도 매립지나 소각지를 위해 국토를 소비해야 하는 것이고 재활용되어 자원으로 사용될 수도 있는 것들을 낭비하는 것이므로 국가적 손해이다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

현재 높이 평가되고 있는 대한민국의 분리수거 비율에 대해서 대한민국의 분리수거는 실질적으로 잘 이루어지지 않고 있다. 또한 분리수거 된 쓰레기에 대한 재활용이 잘되지 않고 있다. 수거된 쓰레기를 다시 분리수거하고 쓰레기가 재활용될 수 있는 쓰레기가 되기 위해서는 여러 가지 과정을 거쳐야 하는데 이에 투입되는 인건비가 재활용을 통해서 얻을 수 있는 수익보다 크기 때문에 누구도 쓰레기를 처리하여 되파는 일을 하려 하지 않기 때문이다. 그렇기 때문에 분리수거를 사람을 대신해서 해줄 수 있는 기계가 생겨서 인건비를 절약하면 처리되지 않고 소각 또는 매립되는 쓰레기가 감소할 것이다. 또한 사람들이 분리수거 수칙을 정확히 알고 있지 못해 분리수거가 완벽히 일어나지 못하는 문제도 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해 인건비를 줄일 수 있으며 사람들이 정확히 파악하지 못하는 분리수거 수칙을 사물인식을 이용하여 수칙을 준수하여 쓰레기를 처리하는 방식을 이용하기로 결정하였다. “쓰레기 대란”이란 사건에서 볼 수 있듯이 이 방식을 이용하게 되면 쓰레기를 종류에 따라 정리를 하게 되면 각자의 처리 방식에 따라 쓰레기를 처리하기 편하게 만들어 주어 2차적인 쓰레기 처리 과정을 원활히 일어날 수 있게 해줄 것이다. 먼저, 대량의 쓰레기를 받아 처리할 수 있는 시스템을 만들기 위해 버려진 쓰레기를 컨베이어 벨트에 차례로 떨어지도록 하였다. 그 이후에 이러한 쓰레기들을 쓰레기 분리수거 수칙에 따라 정확히 분리시키기 위해서 사물인식 시스템을 이용하기로 하였고, 이 방식으로 쓰레기를 인식해 쓰레기의 종류에 따라 크게 두 개의 다른 2차 컨베이어 벨트로 이동하게 설계하였다. 마찬가지로 방식으로 쓰레기를 분리하는 과정을 반복하고 분리된 쓰레기를 각자의 처리 방식에 따라 쓰레기를 처리할 수 있도록 설계를 하기로 결정하였다.

2) 설계의 독창성

기존 재활용 분리수거에 관한 논문은 스캔 인식을 통해 쓰레기를 분리한 이후 사물 인터넷을 이용하여 회수 단계에서 처리 업체에 정보를 보내는 시스템이지만, 이 설계 장치는 분리수거가 제대로 이루어지지 않은 채 버려진 재활용품을 장치에 부착된 카메라와 빅데이터를 이용해 분리수거 가능 유무를 판단하고 라스베리파이와 아두이노를 작동시킴으로써 자동으로 분류함으로써 효과적인 재활용 및 추가 인력 절감 등으로 경제적 효과를 얻을 수 있는 사물인터넷 기반 분리수거 시스템이다. 또한 스마트 리사이클러는 하나의 장치가 아닌 여러 단위 장치들을 합쳐 놓은 구조로 약간의 프로그래밍을 통해서 우리가 제시한 구조가 아닌 설치해야 되는 환경에 맞는 구조로 변형하여 제작할 수 있다. 이를 통해 공간적인 제약을 최소화 할 수 있을뿐더러 공간효율을 높힐 수 있다는 장점이 있다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

1) Object Detection의 한계

위의 사진에서도 나왔듯이 Object Detection은 임의의 객체의 외관을 분석하여 이가 어느 사물인지 인식 할 수 있는 기술이다. 그러므로 우리의 설계에서 Object Detection을 사용한 이유는 사람들이 버린 쓰레기를 재질과 재활용 가능 여부에 따라 구분하기 위해 사용한 것이다. 그러나 사람들이 버린 쓰레기는 온전한 형태로 오지 않는 경우가 많다. 예를 들어 깨진 병, 찢어진 종이 우유팩, 찌그러진 깡통과 같은 쓰레기들을 버리는 경우 Object Detection만을 이용해서 이를 분석하기에는 한계가 있을 것이다. 따라서 쓰레기에 대한 정확한 분석을 위해서는 다른 기술을 추가해야 된다. 우리가 생각한 기술은 쓰레기가 떨어지는 소리를 분석하는 것이다. 이를 위해서는 쓰레기가 떨어질 때 나는 소리를 분석하는 방법이 있다. 물체가 위에서 아래로 떨어져서 나는 소리의 진동수, 진폭, 파형 등은 각각의 재질마다 다를 것이다. 이를 이용해서 쓰레기가 떨어지는 소리를 센서를 통해 받아드리고 분석 과정을 거치면 쓰레기가 어떤 재질로 이루어져 있는지 알 수 있을 것이고 이를 통해 보다 더 정확한 쓰레기 분리 수거를 할 수 있을 것이다. 또한 손상되지 않은 쓰레기를 받았다고 할지라도 이미 있는 데이터를 기반으로 그 사물에 대한 정확한 인식을 하기에는 무리가 있다. 따라서 딥러닝을 통해서 데이터의 양과 정확도를 늘리는 과정이 필요하다고 판단하였다.

2) 적외선 센서의 한계

우리의 설계에서는 컨베이어 벨트 위에 쓰레기가 있는지 판단하기 위해 적외선 센서를 사용하였다. 그러나 쓰레기의 크기가 작은 경우에는 적외선 센서가 이를 인식하지 못하는 문제가 있다. 따라서 우리의 설계의 제약조건으로 쓰레기의 크기를 설정하였다.

(3) 설계 내용

가) 하드웨어

1) 스마트 리사이클러를 구현하기 위해 두 가지의 하드웨어를 이용하여 제작해 보았다. 먼저, 과학 상자를 이용하여 1차 컨베이어 벨트 시스템을 구현하였다. 1차 컨베이어 벨트는 이송 장치에 올려진 쓰레기에 대한 영상 정보를 웹캠으로 받고, 영상 분석을 통해 물체를 인식하는 장치가 있는 곳까지 물체를 이동시키는 역할을 한다. 2) 1차 컨베이어 벨트에서 영상 분석 시스템이 있는 곳에는 재활용 가능한 것과 불가능한 것을 각각 분리시키는 작동을 위해 과학 상자를 이용하여 피스톤을 제작하였다.

3) 피스톤에 의해 1차 컨베이어 벨트의 양쪽으로 각각 밀려난 재활용 가능 또는 불가능 쓰레기는 2차 컨베이어 벨트 위에 오르게 되는데, 이는 레고 마인드스톰을 이용해 구현하였다.



1차 작품(정면)



1차 작품(뒷면)

반면 2차 작품에서는 피스톤의 감속의 어려움 등을 반영하여 새로운 구조로 변형하였다.

본 설계 장치는 하드웨어적 요소는 1차 컨베이어 벨트, 2차 컨베이어 벨트, 사물 인식 및 정보처리 장치, 분리 장치, 적외선 거리 센서 총 5가지 파트로 분류할 수 있다.

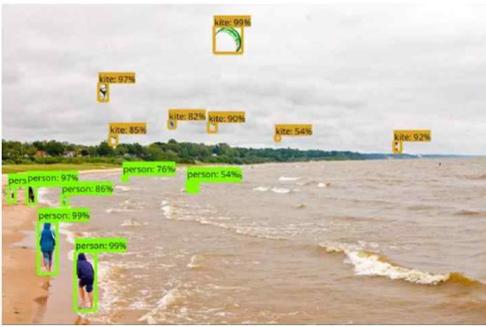
- 1) 1차 컨베이어 벨트 : 사람들이 버린 분리되지 않은 재활용 쓰레기 이송을 위한 기계 장치로 쓰레기가 1차 컨베이어 벨트로 떨어지게 되는 것을 웹 캠 아래에 존재하는 자외선 거리 측정 센서가 물체의 유무 및 거리를 측정하여 분리 장치에서의 쓰레기 분류를 위한 컨베이어 벨트의 작동 제어가 이루어지도록 한다.
- 2) 2차 컨베이어 벨트 : 1차 컨베이어 벨트에서 전달된 분류된 쓰레기를 1차 컨베이어 벨트와 동일한 방식으로 쓰레기의 분류가 일어나도록 한다.
- 3) 사물 인식 및 정보처리 장치 : 라즈베리파이에 연결된 카메라를 통해 받아들인 영상 정보를 Object Detection API를 이용해 재활용 가능 유무 판단 및 분리 장치에 신호 전달을 하는 역할을 수행한다.
- 4) 분리 장치 : 웹 캠 즉, 사물 인식 및 정보처리 장치에서 전달된 신호를 받아 제어가 이루어져 쓰레기의 종류에 따라 분류가 일어날 수 있도록 한다. 웹 캠의 이동은 지면으로부터 연결된 지지대에 연결되어 있는 분리 장치가 전달된 신호에 따라 모터 회전 방향을 결정하고 기어가 래크를 따라 움직여 일어날 수 있도록 하였다.
- 5) 적외선 거리 센서 : 쓰레기가 컨베이어 벨트 위에 존재하는데 물체의 유무를 판단하고 쓰레기와 자외선 거리 센서와의 거리를 계산하여 언제 컨베이어 벨트가 정지하여 분리장치를 따라 쓰레기가 분류될 것인지 결정하고 1차 컨베이어 벨트에 신호를 보낸다.

나) 소프트웨어

- 1) 라즈베리파이를 이용한 Object Detection 및 쓰레기 분리

(1) Object Detection

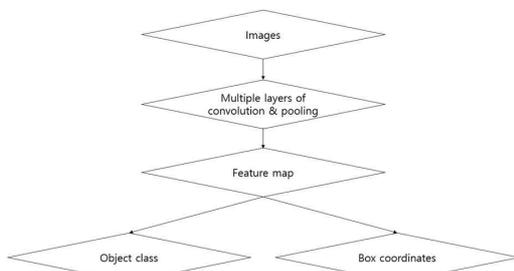
Object Detection은 이미지 또는 라이브 동영상에서 관심 객체를 구별해 내고 객체가 무엇인지 스스로 식별하는 기술이다. Object Detection 객체가 어떤 사물인지 알아내기 위해서는 첨단기법인 딥러닝을 활용한다.



Object Detection의 예시 (출처: google AI Blog)

ㄱ. CNN (Convolutional Neural Network)

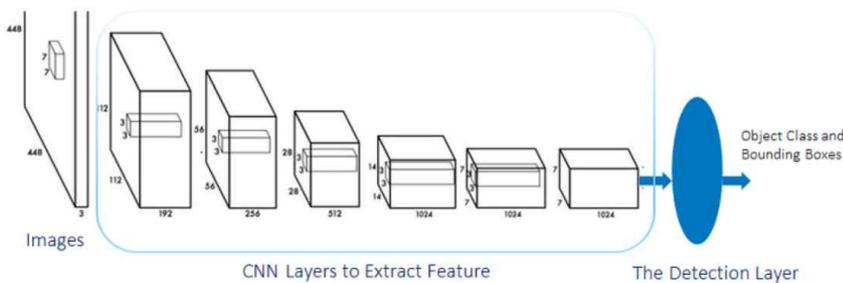
CNN (Convolutional Neural Network)은 널리 알려진 Object Detection 기술의 종류 관심 객체를 배경으로부터 걸러내는데 효과적이다. CNN을 통해서 객체를 분류하는 방법은 아래그림과 같다.



이미지 내 한 개의 객체를 탐지하는 네트워크 아키텍처

그러나 이는 제한된 개수의 객체만을 구별해 내는데는 효과적이고 2개이상의 객체를 구별해 내는데는 한계가 있다. 또한 속도가 느리고 라즈베리파이와 연동시키기 위해서는 복잡한 과정을 거쳐야 된다는 단점이 있다.

ㄴ. YOLO(You Only Look Once)



YOLO Network 아키텍처

YOLO는 CNN을 이용하여 라즈베리파이와의 연동이 편리하면서 여러 개의 객체를 한번에 인식할 수 있는 방법이다. YOLO 알고리즘은 원본의 이미지를 $n \times n$ 의 그리드로 나눈 뒤 각각의 그리드의 신뢰도를 측정한다. 이후 신뢰도를 기반으로 경계상자의 위치에 대한 계산을 하고 이를 통해 각각의 객체에 대한 경계상자를 만든다. 신뢰도 계산을 하면 모니터에는 많은 경계상자가 뜨는데 이때 약 30% 이하의 신뢰도를 모두 제거한다면 YOLO의 경계상자는 다른 알고리즘들에 비해 매우 정확하고 속도가 빠르다. 이를 이용하면 한

번에 여러 관심 객체를 인식할 수 있다는 장점이 있다.

기존의 보고서에서는 Object Detection 기술을 위해 Google Aiy Vision Kit를 사용하기로 하였으나 raspberry pi zero보다 성능이 좋은 raspberry pi 3B+를 사용하였다.

2) 아두이노를 이용한 쓰레기 감지 및 컨베이어 벨트 작동

컨베이어 벨트의 작동에 있어서는 컨베이어 벨트 위에 쓰레기가 있을 때만 작동하도록 하였고, 쓰레기 인식을 위해 우리가 구현한 장치에서는 아두이노 적외선 거리 측정 센서를 사용하였다. 이를 이용하면 쓰레기가 컨베이어 벨트 위에 있는지 판단 할 수 있을뿐더러 이를 인식하는 웹캠과 얼마나 떨어져 있는지 알 수 있어 사물인식을 하기 위한 적절한 위치까지 쓰레기가 오도록 컨베이어 벨트를 작동시킬 수 있다.



아두이노 적외선 거리측정 센서

실제로 스마트 리사이클러를 만들 때는 모형으로 구현한 것 보다 훨씬 더 긴 거리를 측정해야 되기 때문에 40m정도 까지도 측정 가능한 레이저 센서를 사용할 것이다.

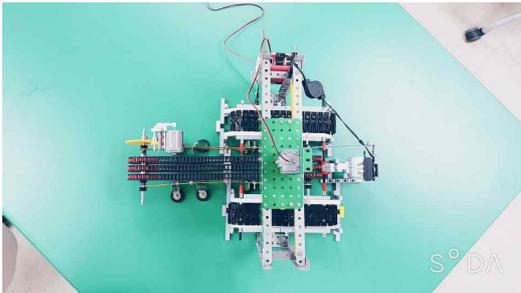
3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
현재사회의 문제점 파악 및 해결을 위한 IOT장치 구상(주제선정)	■					
분리수거 장치 관련 기술 및 선행 연구조사		■	■	■		
스마트 리사이클러 모형 설계		■	■			
스마트 리사이클러 모형 제작 및 수정				■	■	■
Object Detection 관련 조사 및 구현				■	■	■

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

가. 최종 결과물의 형상

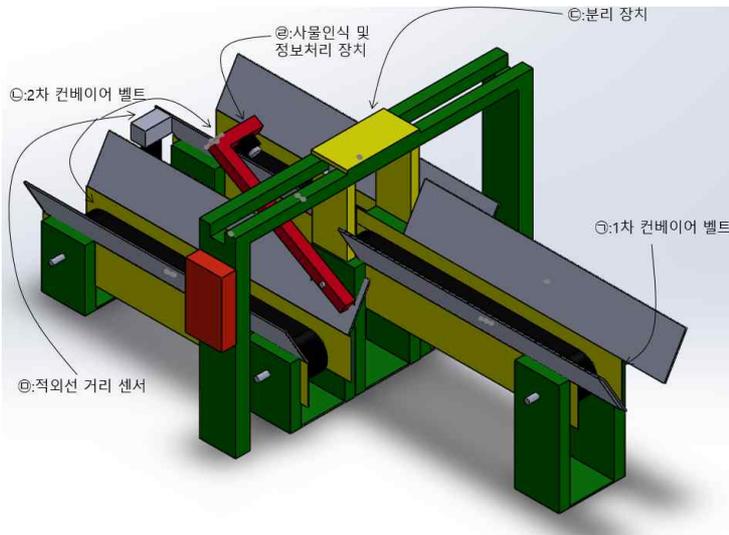


<그림 1>



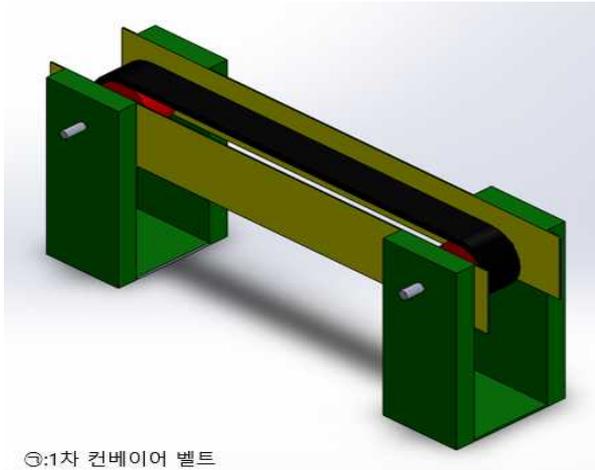
<그림 2>

다음 <그림 1>과 <그림 2>는 우리가 실제 간단히 구현해 본 최종결과물의 모습이다.

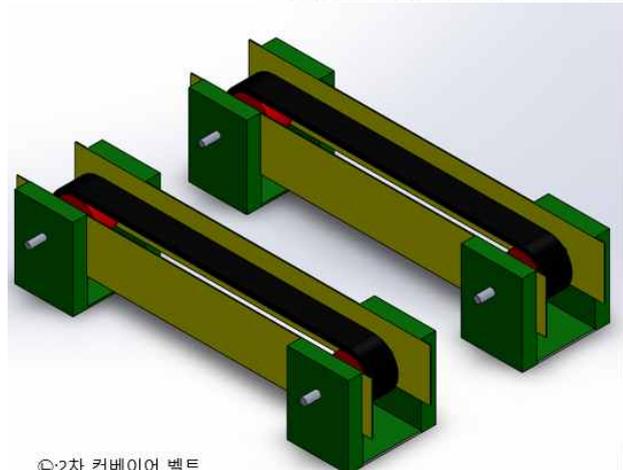


<그림 3>

<그림 3>은 최종 결과물의 설계 도면이다. 이는 SOLIDWORKS를 통해서 간단히 최종 결과물을 구현한 것이다. 이 도면에는 실제 우리가 구현했던 결과물에서 미처 고안하지 못했던 점이 포함되어 있다. 쓰레기의 이동을 원활히 하고 분류 과정에서의 경로 이탈을 방지하기 위한 칸막이(<그림 3>에서 컨베이어 벨트 주변에서 회색을 띠는 물체)와 적외선 거리 센서(<그림 3>에서 ④에 해당하는 것)가 그려져 있다.



㉠:1차 컨베이어 벨트



㉡:2차 컨베이어 벨트

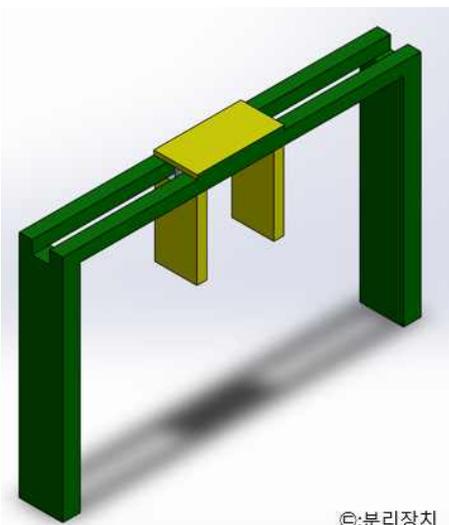
㉠ 1차 컨베이어 벨트 : 사람들이 버린 분리되지 않은 재활용 쓰레기 이송을 위한 기계 장치로 쓰레기가 1차 컨베이어 벨트로 떨어지게 되는 것을 웹 캠 아래에 존재하는 자외선 거리 측정 센서가 물체의 유무 및 거리를 측정하여 분리 장치에서의 쓰레기 분류를 위한 컨베이어 벨트의 작동 제어가 이루어지도록 한다.

㉡ 2차 컨베이어 벨트 : 1차 컨베이어 벨트에서 전달된 분류된 쓰레기를 1차 컨베이어 벨트와 동일한 방식으로 쓰레기의 분류가 일어나도록 한다.

㉢ 사물 인식 및 정보처리 장치 : 라즈베리파이에 연결된 카메라를 통해 받아들인 영상 정보를 오픈소스 Object Detection API(TensorFlow 머신러닝)를 이용해 재활용 가능 유무 판단 및 분리 장치에 신호 전달을 하는 역할을 수행한다.

㉣ 분리 장치 : 웹 캠 즉, 사물 인식 및 정보처리 장치에서 전달된 신호를 받아 제어가 이루어져 쓰레기의 종류에 따라 분류가 일어날 수 있도록 한다. 웹 캠의 이동은 지면으로부터 연결된 지지대에 연결되어 있는 분리 장치가 전달된 신호에 따라 모터 회전의 방향을 결정하고 기어가 래크를 따라 움직여 일어날 수 있도록 하였다.

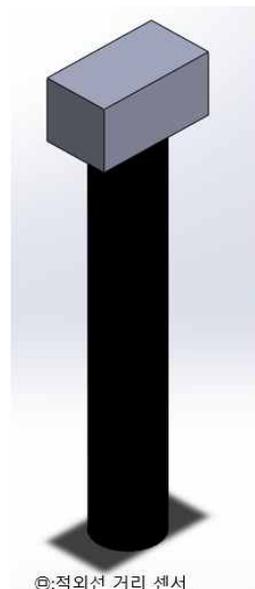
㉤ 자외선 거리 센서 : 쓰레기가 컨베이어 벨트 위에 존재하는데 물체의 유무를 판단하고 쓰레기와 자외선 거리 센서와의 거리를 계산하여 언제 컨베이어 벨트가 정지하여 분리장치를 따라 쓰레기가 분류될 것인지 결정하고 1차 컨베이어 벨트에 신호를 보낸다.



㉢:분리장치



㉣:사물인식 및 정보처리 장치



㉤:적외선 거리 센서

나. 최종 결과물의 작동 원리

- 1) 1차 컨베이어 벨트를 통해 분리수거가 제대로 이루어지지 않은 쓰레기가 이송됨.
- 2) 재활용 가능 유무 판단을 위해 '사물 인식 및 정보처리 장치'에서 웹캠을 통해 쓰레기를 인식하고, 라즈베리파이와 영상분석 시스템에서 영상분석을 통해 재활용 가능유무를 판단
- 3) 재활용 가능한 것과 그렇지 않은 것을 각각 1차 컨베이어벨트(과학 상자를 이용하여 구현) 좌우로 밀어 2차 컨베이어로 이동할 수 있도록 자동 분리 장치가 구현됨. 영상분석 시스템에서 판단된 신호에 의해 피스톤을 작동(과학 상자를 이용하여 구현)시켜 재활용 가능한 것과 그렇지 않은 것이 분리됨.
- 4) 분리 시스템에 의해 양쪽으로 분리된 재활용 가능 쓰레기와 불가능 쓰레기는 독립적인 2차 컨베이어 벨트(레고 마인드 스톼을 이용해 구현)로 떨어지게 되고 각각 수거함으로 이동하게 된다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

우리의 최종설계 결과물은 실용성 측면에서 기존의 장치와는 다르게 쓰레기들을 종류별로 계속 다른 컨베이어 벨트로 옮기는 과정을 반복하게 되면서 쓰레기를 분리할 수 있다. 기존의 연구 논문 "자동화 분리 수거 장치에 대한 연구"에서 보았을 때, 센서를 이용한 쓰레기 인식 이후 하나 하나 종류에 따라 분류시키는 장치를 회전시켜 분류하는 과정을 통해 분리수거를 한다는 것을 알 수 있다. 하지만 이런 구조는 우리 장치의 분류과정보다 많은 에너지를 소비한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우리는 위와 같은 장치를 설계하였다. 최종 결과물은 제작 구조물이 단순하다는 특징이 있다. 이는 본 장치의 큰 장점으로 불필요하게 복잡한 기능을 추가하여 제작한 장치들과 차별성을 가진다. 우리의 장치는 분리수거라는 사용목적에 고려하여 제작되었다. 분리수거 사업은 기본적으로 수익성이 높지도 자본이 많지도 않기 때문에 장치의 가격이 높다면 이를 부담할 수 없을 것이라는 점을 고려하였다. 또한, IOT 기술을 이용하여 빅데이터 기반으로 유동적으로 모습이 바뀔 수 있는 여러 쓰레기들을 알아서 분류가 가능한 장점이 있다. 또한 이 시스템이 실행되기 위해서는 사물인식 장치와 머신러닝 기술이 필요하다. 머신러닝을 지속적으로 시행하기 위해서는 인터넷 통신망이 구축되어야 하는 단점이 있지만 현재 우리나라에서의 WIFI, 즉 인터넷 통신망을 구성하는 것은 어렵지 않을 것이라고 본다. 또한 이 장치는 부피가 상당히 커 이를 위치시킬 마땅한 장소가 없다는 단점 또한 존재하는데, 이는 지하에 적당한 곳에 이 장치를 배치하면 쓸데없는 공간의 이용을 줄여 해결할 수 있을 것이다.

5. 활용방안 및 기대효과

본 설계는 쓰레기를 대상으로 하는 것이기 때문에 모든 국가에서 사용될 수 있다. 모든 국가에서 쓰레기 처리는 큰 골칫거리이다. 쓰레기를 매립하거나 소각할 경우에 환경에 큰 악영향을 일으켜서 그 인근 주민들의 건강에 위협을 가하거나 주변 산업에 피해까지 입히기 때문이다. 이와 같은 문제는 쓰레기 재활용으로 감소시킬 수 있다. 재활용 쓰레기를 매립하거나 소각하지 않고 재활용하여 자원으로 사용한다면 환경문제를 일으키지 않고 수익도 창출할 수 있다. 본 설계를 통해 쓰레기가 재활용될 수 있도록 분류하는 과정에 투입되는 비용을 절감시켜서 재활용 비용을 크게 증가시킬 것으로 기대된다. 실제로 재활용 전처리에 투입되는 비용 때문에 재활용 쓰레기가 재활용되지 못하고 매립되고 소각되는 경우가 비일비재하다. 이는 우리나라에서 일어난 '쓰레기 대란'이 증명한다. 인건비의 지속적인 증가도 본 설계의 미래 경쟁력이 뛰어난 이유 중 하나이다. 미래에 최저시급은 계속적으로 오를 것이지만 제작에 필요한 금속 등의 자재들은 물가와 거의 비슷하게 행동하는 모습을 보인다. 본 설계는 AI 데이터 베이스가 기반이기 때문에 분리수거에 대한 법안과 신소재의 등장으로 인해 복잡해지는 쓰레기 분리수거 방식에 대해서 유동적으로 대처할 수 있다. 이와 같이 본 설계는 인건비 절감을 통한 재활용 비용 증가 및 높은 미래 경쟁력을 가질 것으로 기대된다.

<참고문헌>

- 박다정, 박경은, 김금현, 안효은, 최세영,(2019).아두이노 UART 통신을 이용한 자동분리수거기 구현.한국통신학회 학술대회논문집,(),836-837.
- 제영찬, 김수환, 이상혁, 한성호, 편경민, 김선호,(2018).쓰레기 자동 분리 수거기.한국기계가공학회 춘추계학술대회 논문집,(),223-223.
- 함시창. (2010). 분리수거제도 개선방안 연구. 사회과학연구, 27(0), 1-22.
- 조영주, 이창수, 장동빈, 오지훈. (2017). 재활용 분리배출의 효율성 제공을 위한 IoT 분리수거 ‘GG-Recall’ 시스템 구현방안. <ITLC style='font-style:italic'>한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집 </ITLC>, (), 93-94.
- IoT 기술을 이용한 스마트 음식물 쓰레기통 개발에 관한 연구(김동훈, 서길원, 장동진 외 1명, 한국정보과학회 학술발표논문집 2016.12)