

대한기계학회 주최

제12회 전국학생설계경진대회(2022년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (o)				
참가분야	공모주제 (o) / 자유주제 ()				
참가팀명	한번한디				
설계제목	PLC를 이용하여 물질의 종류를 인식하는 재활용품 자동 분리 및 압착 장치				
지도교수/교사	(소속)포항제철공업고등학교 (성명)김종복				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	이수환	포항제철공업고등학교 기계과			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	이수환	포항제철공업고등학교 / 기계과 / 3학년	
2	김동혁	포항제철공업고등학교 / 기계과 / 3학년	
3	한상욱	포항제철공업고등학교 / 기계과 / 3학년	
4	김태민	포항제철공업고등학교 / 기계과 / 3학년	
5	이정우	포항제철공업고등학교 / 기계과 / 3학년	
6	배현서	포항제철공업고등학교 / 기계과 / 3학년	

설계 요약문

참가분야	공모주제 (<input checked="" type="radio"/>) / 자유주제 (<input type="radio"/>)
참가팀명	한번한디
설계제목	PLC를 이용하여 물질의 종류를 인식하는 재활용품 자동 분리 및 압착 장치
대표자명	포항제철공업고등학교 - 기계과 3학년 - 이수환
요약문	<p>1. 설계목적</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 설계는 그냥 버려져서 매립장이나 소각장으로 가는 많은 생활쓰레기 중에 제대로 선별만 되면 재활용이 가능한 자원이 많이 있다. 잘못 배출된 쓰레기로 인한 환경적, 비용적 손실을 줄이기 위해 쓰레기를 자동으로 분리 배출해주는 기계를 만들어, 집안이나 야외 공원 등에 설치하여 배출되는 쓰레기를 줄이는 것을 목적으로 설계되었다. <p>2. 설계내용</p> <ul style="list-style-type: none"> - 본 장치는 PLC를 이용하여 자동으로 분리수거를 해주는 기계이다. 분리수거 종류는 일상에서 많이 나오는 재활용이 가능한 캔, 플라스틱, 비닐이다. 비닐은 임의의 공간을 만들어 비닐이 들어오면 입구가 닫힐 썸 프레스가 압축시켜 부피를 줄여 더 많은 양을 간편하게 수거할 수 있을 것이다. 캔과 플라스틱은 광센서를 이용하여 물체의 유무를 확인 후 컨베이어가 작동한다. 이후 유도형 센서로 판별하여 캔과 플라스틱을 분리한다. 분리된 쓰레기를 수거함 앞으로 이동시킨 후 배출실린더를 이용하여 정해진 수거함으로 떨어트린다. 특히 전기 사용량을 줄이기 위해 발판을 밟을때만 장치가 작동하고 발판을 누르고 약 30초가 지나면 자동으로 정지하게 한다. 추가로 분리수거기 옆에 일반쓰레기를 버리는 통도 비치해 둘 것이며, 재활용 쓰레기가 얼마나 찼는지 알 수 있도록 레벨게이지를 설치할 것이다. <p>3. 활용방안 및 기대효과</p> <ul style="list-style-type: none"> - 그냥 버려져서 매립장이나 소각장으로 가는 많은 생활쓰레기 중에는 선별만 되면 재활용이 가능한 자원이 많이 섞여 있다. 잘못 된 분리배출로 인한 세금 지출과 쓰레기 매립, 소각 비용을 줄일 수 있다고 생각하며, 또한 소각시 나오는 이산화탄소 배출량을 줄여 지구를 보호할 수 있다.
설계프로젝트의 입상 이력	<p>※ 교외 출품실적이 있는 경우 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 출품작명 : - 대회명 : - 수상내역 :

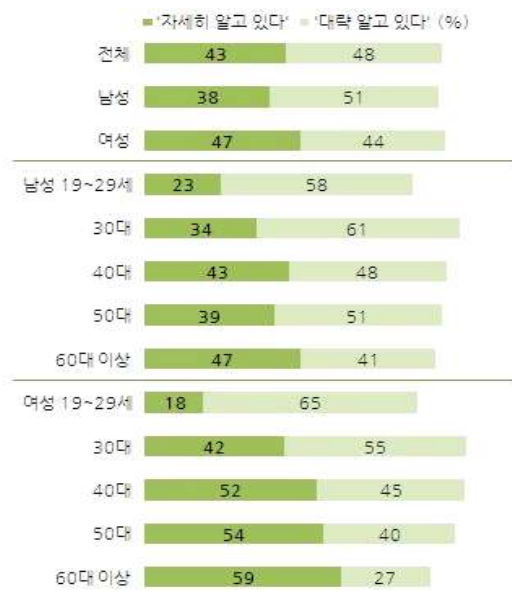
1. 설계의 필요성 및 목적

본 설계는 분리수거를 잘못하여 나오는 환경적, 비용적 손실을 줄이기 위함에 있다.

2013년 환경부의 조사에 따르면 재활용품만 잘 분리해내도 연간 1800억 원의 매립 비용을 절약할 수 있다고 한다. 또한 2019년 한국소비자연맹의 조사에 따르면 전국 성인남녀 1천 명을 대상으로 한 설문조사에서 10명 중 8명이 자신은 쓰레기 분리배출을 잘하고 있다고 답변했지만 설문조사와 다르게 습관 조사에서는 3명 중 1명이 잘못된 방법으로 쓰레기 분리배출하고 있다는 결과가 나왔다.

이렇게 분리배출에 관하여 꾸준히 문제가 발생함에 따라 가정에서 정확한 분리수거가 이루어질 수 있도록 PLC와 각종 센서와 부품들을 사용하여 가정용 자동 분리수거 기계를 만들고자 한다.

③ 재활용 쓰레기 분리배출 방법 인지 정도 - 성/연령별



*2018년 4월 17~19일 전국성인 1,003명 전화조사
 *한국갤럽 데일리 오피니언 제303호 www.gallup.co.kr

출처 : 사진 1(<https://url.kr/3cys2v>)

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

현재 고등학교를 재학중인 학생이기 때문에 제작하는데 있어 시간이 부족했다. 또한 우리가 설계한 자동 분리수거 기계는 plc프로그램과 여러 센서를 사용하기 때문에 제작할 때 많은 비용이 많이 들고, 실용성이 좀 떨어졌다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1. 설계 및 영상, 도면작업 프로그램인 Inverter와 AutoCAD를 사용하여 도면을 뽑아 제작하는데 사용했다.

2. 자동적으로 분리배출을 할 수 있게 plc프로그램으로 프로그래밍한 후 아두이노를 사용하였다.

1) 설계 방법 및 배경

포철공고 기계과로서 1학년 때 부터 배운 3D 설계프로그램인 Inverter와 2D프로그램 AutoCAD를 사용하여 자동 분리수거 기계를 3d로 만든 후 도면을 제작하였다.

또한 자동적으로 물체의 종류를 인식하여 분류하기 위해 생산자동화 교과시간에서 배운 자동제어 프로그램인 GMWIN 4사용하여 프로그래밍한 후 자동 분리공정을 제어하였다.

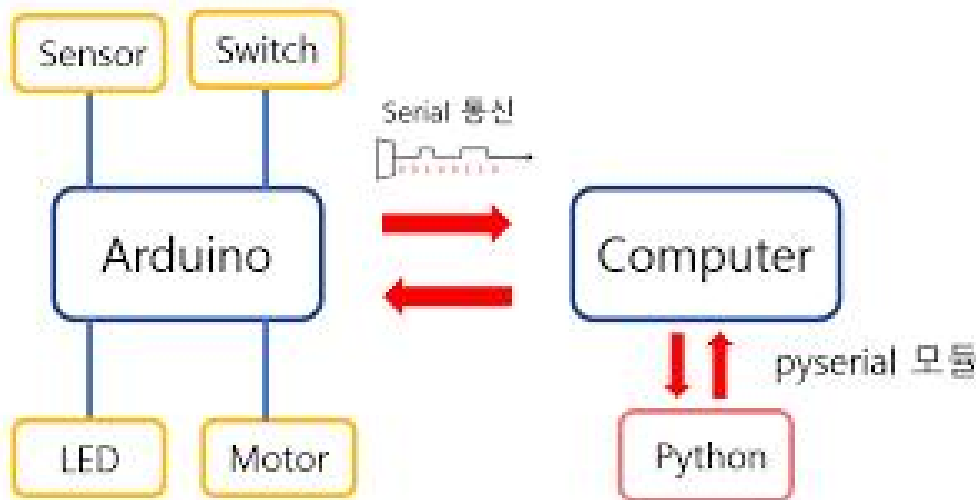
2) 설계의 독창성

일반적인 수동적으로 분리배출하는 방법과는 달리 저희 팀의 발명품은 번거로움을 줄일 수 있는 자동화설비 및 프로그램을 활용하여 편리하면서도, 실용적인 자동 쓰레기 분리 배출 장치이다.

또한, 자동화 제어프로그램인 PLC(GMWIN4)와 아두이노를 활용하여 지속적인 잘못된 분리배출에 의한 환경오염이 심화되는 것을 완화시킬 수 있고, 자동화설비를 위한 전력공급방식을 일반적으로 전기를 공급받아서 작동하는 것이 아닌 태양광으로 자체 전기를 생산하여 구동되기 때문에 친환경적인 발명품이라고 할 수 있다.

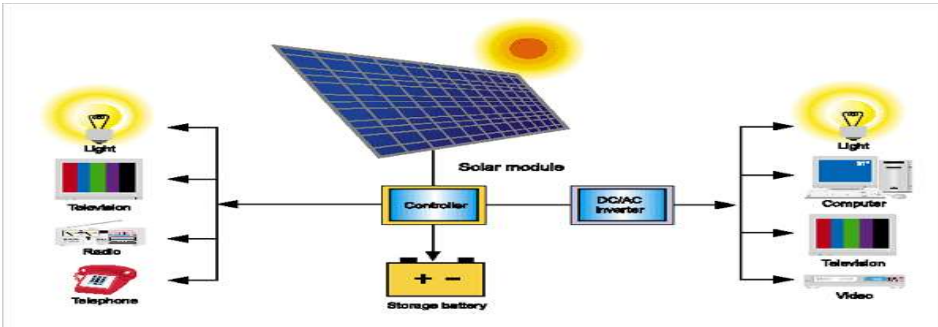
3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

자동 쓰레기 분리 배출장치를 제작하는데 있어 PLC자동화 설비장비 및 공압 펌프를 사용하도록 설계되어있었다. 하지만 PLC자동화 설비장비는 가격이 매우 비쌌 뿐 만 아니라, 우리가 설계하는 공정에 맞는 설비장비도 구하는데 어려움이 있었다. 이에 따라 제약조건 및 문제를 해결하기 위하여 PLC자동화 설비를 이용하는 방법이 아닌, 가격도 합리적이면서 구동공정에 따른 설비공정을 설계할 수 있으며, 보다 정확하게 프로그래밍을 하여 자동적으로 제어할 수 있는 아두이노를 사용하여 설계하는 방법으로 문제를 해결하였다.



자체적으로 전기를 생산하고, 생산된 전기를 바로 사용하는 태양광 발전을 이용하여 구동이 되도록 설계가 되어 있었다. 하지만 이 방법은 햇빛이 가려지거나, 비가 오는 것처럼 햇빛이 없는 날에는 발전이 힘들다는 문제가 있었다. 이를 보완하기 위하여 태양광 발전으로 생산된 전기가 바로 사용되는 것이 아닌, 사용하지 않을 때 생산된 전기가 배터리에 축적이 되어 비가 오는 날씨와 같이 날씨제약에 걸리는 날에도 작동이 되도록

설계 변경하였다.

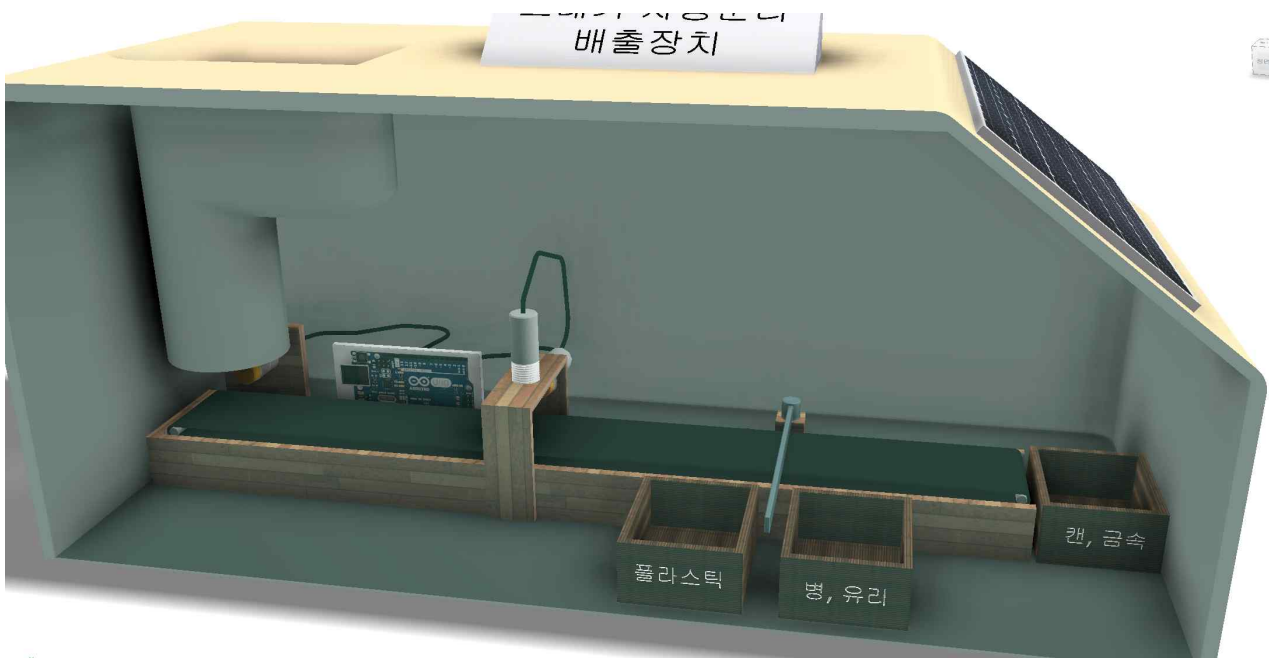


출처 : 사진 2(<https://coding-kindergarten.tistory.com/179>),
 사진 3(<https://c11.kr/15ezf>)

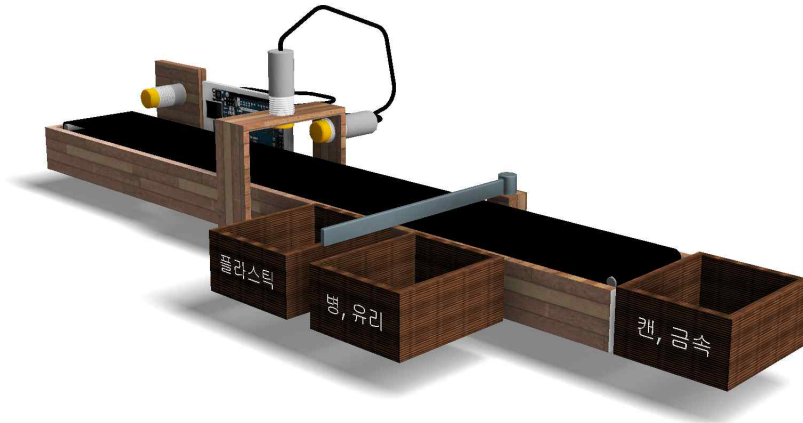
(3) 설계 내용

* 전면부 형상

Inventer를 사용하여 설계한 본 팀의 작품 전면부로 몸통의 프레임과 컨베이어, 센서, 분리를 위한 가이드, 태양광 패널등으로 이루어져있다.

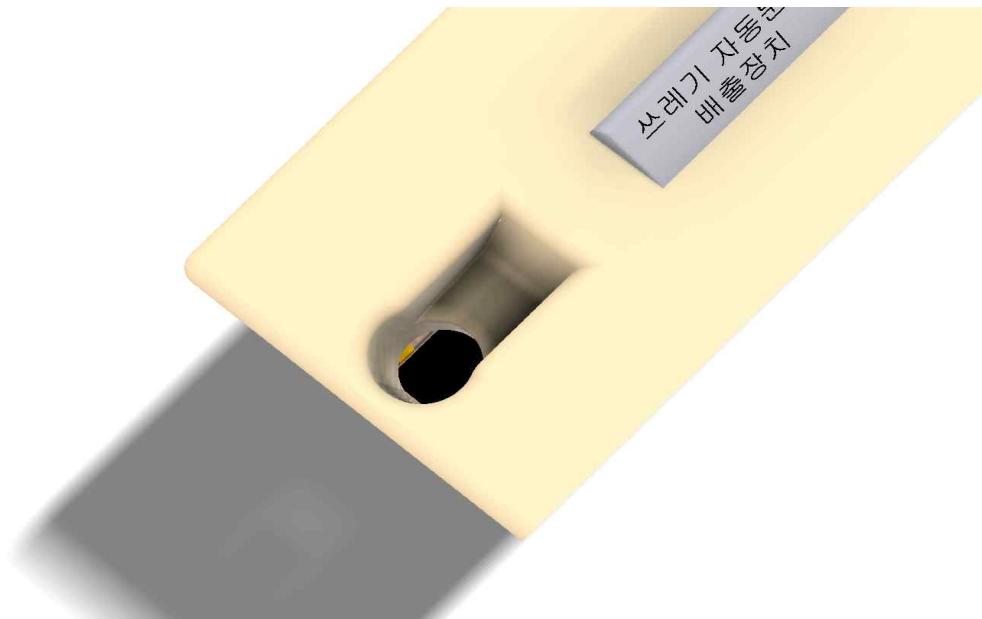


*내부 작동부 사진



분리할 물체가 제일 처음 보이는 센서에 감지되면 컨베이어가 작동한다. 그 후 중앙 지점의 두 센서로 각각 플라스틱, 병, 유리, 금속을 구분한다. 가이드는 앞에서 감지된 물체가 무엇인지에 따라 플라스틱이면 90°, 병과 유리일 경우 45°, 캔과 금속일 경우는 0°로 움직여 물체가 알맞은 위치로 떨어 질 수 있도록 안내한다.

*투입구 측 형상



투입구 측 구멍의 앞부분은 넓고 길게 만들어 투입에 용이하게 만들었고 밑으로 갈수록 점점 좁아지게 제작하여 떨어지는 방향과 위치를 잡고 물품이 한 개씩 떨어질 수 있게 하였다.

***태양광 판넬 측 형상**



본 설계는 태양광 에너지를 이용하여 구동한다. 배터리를 태양광 판넬로 충전하고 미리 충전해둔 배터리를 이용하여 날씨나 환경 등 에너지를 얻을 수 없는 상황에서도 작동이 될 수 있게 하였다. 만일 배터리를 충전 할 수 없는 상황이 오래 지속되면 여유 배터리로 교체하여 사용하는 것으로 구동 시킬 수 있다.

***프로그램 작성분 (일부)**



자동 분리배출 설비 제어를 위한 프로그램을 작성 하였다. 사용 프로그램은 GWMIN으로, 구동을 위한 프로그램이 사진에 일부분으로 나와 있다. 쉽기 위해하기 위해 설명문으로 주석을 달아 놓은걸 볼 수 있다.

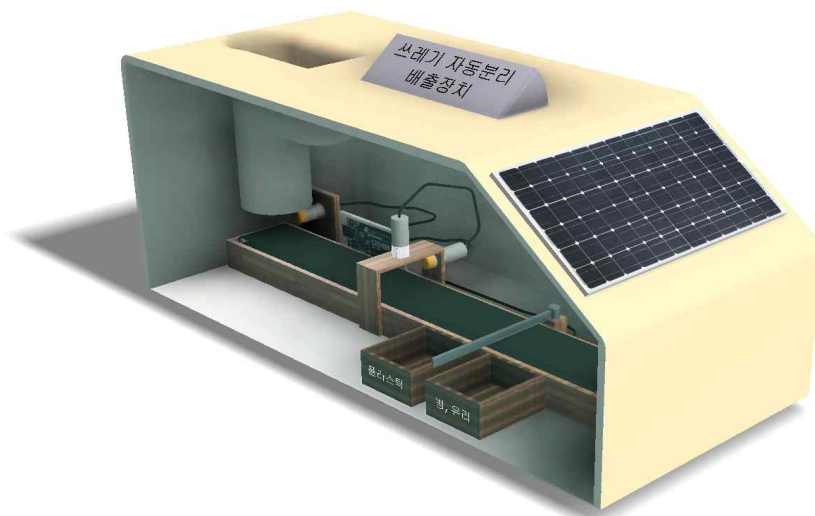
3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
구상 및 설계	■					
설계 검토 및 재료 준비			■			
발명품 제작 및 도면작업 (인벤터를 이용한 모델링)			■			
내부 회로 설계 및 센서제어를 위한 프로그래밍				■		
완성 및 최종보고서 제출						■
오류사항 수정 및 피드백	■					
발표 준비					■	

4. 설계 결과물

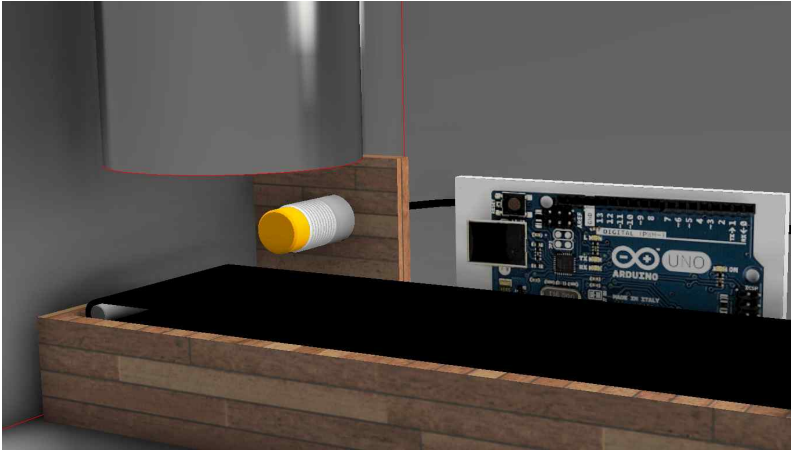
(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

*최종 결과물 전체 형상

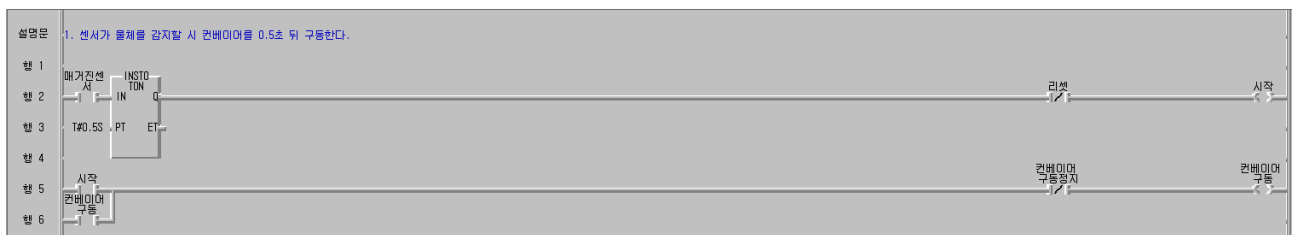


본 팀의 작품인 쓰레기 자동 분리수거 장치를 Inverter를 이용한 3D 포토랜더링 하여 표현한 전체 형상부 사진이다.

***매거진 센서**



매거진 센서로 물체의 유무를 확인하여 물체가 있는 경우에만 작동 하도록 한다. 이로 인해 오작동으로 인한 전력손실을 방지할 수 있다.



센서가 물체의 유무를 확인하고 컨베이어 구동을 하기 위한 프로그램이다. 센서가 0.5초 이상 물체가 존재한다고 판단 한 경우 신호를 보내 프로그램의 시작을 하고 컨베이어를 구동시키는 순서이다.

***광전센서와 고주파센서**



광전 센서는 빛의 투과에 따라 물품을 판별하는 센서로 플라스틱과 병 및 유리를 분리하기 위해 사용된다. 고주파 센서는 유도 전류에 의해 에너지 손실이 발생하게 되면 검출 코일에서 발생하는 발진 진폭이 감소 또는

정지하게 되고, 이 진폭의 변화량을 이용하여 자성금속의 유무를 판단하는 센서이다. 본 설비에서는 비금속인 물질과 캔과 같은 금속을 분리하기 위해 사용되었다.



물품을 센서까지 운반 한 후 센서측에서 컨베이어가 정지한다. 또한 센서의 조건에 의해 물품들이 분리되는 과정을 프로그램 하였다. 고주파센서만 감지될 경우 캔과 금속, 광전센서가 감지되고 고주파센서가 감지되지 않을 경우 병과 유리, 두 센서 전부 감지되지 않을 경우 플라스틱으로 판별된다.

***물품분류**



센서에 의해 판별된 물품은 가이드에 의해 분류된다. 플라스틱인 경우엔 가이드가 90도 상태로, 병과 유리인 경

우엔 45도로, 캔과 금속인 경우에는 0도가 되어 물품이 알맞은 장소로 가도록 유도한다.



센서가 물품을 판별 한 후 컨베이어가 재가동된다. 재가동 후 가이드가 각 조건에 따라 작동한다. 가이드가 작동하면, 작동을 했다는 신호가 주어진다. 가이드의 작동이 끝나고 매거진센서에 물품이 감지되지 않는다면 3초 후 컨베이어를 정지시키고 모든 과정을 리셋신호로 끊어내어 초기상태로 복구시켜 작동과정을 끝낸다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

저희 팀의 발명품 PLC를 이용한 자동 분리배출 장치의 장점으로서는 첫 번째로, 태양광을 이용하기 때문에 친환경적인 것이다.

앞서 말했듯이 자동 분리배출 장치가 작동할 수 있게 공급되는 전기는 일반적으로 끌어쓰는 전기가 아닌, 태양광 판넬을 이용하여 친환경적이며, 자체적으로 전기를 생산하고, 햇빛이 없는 비오는 날 같이 날씨제약이 있을 때에는 햇빛이 있는 날 생산된 전기를 전부 사용하는 것이 아닌 배터리에 축적된 전기를 사용하기 때문에 친환경적인 발명품이라고 할 수 있다.

두 번째로는, 아두이노 및 자동화 설비를 이용하기 때문에 편리하면서도, 실용적인 것이다.

분리배출이 잘 되지 않는 이유로는 재활용품을 어디에 분류해야 되는지 인지를 잘 못한다는 것과 시간이 많이 들어 귀찮다는 이유가 많다. 하지만 저희 팀의 발명품은 프로그래밍된 아두이노와 자동화 설비를 이용하기 때문에 자동적으로 물체의 종류를 인식하여, 분리배출을 하기 때문에 분리배출이 잘못되어 재활용이 어려워지는 것을 막을 수 있고, 또한 시간적으로도 재활용하는 시간이 많이 단축될 수 있기 때문에 실용적이면서도, 편리한 발명품이라고 할 수 있다.

저희 발명품의 단점으로는 초기 설치비용이 많이 들어간다는 것이다.

아무래도 태양광발전이 무제한적인 친환경자원이라지만 초기에 태양광 판넬 및 배터리 등 설치해야되는 물품들이 있기 때문에 비용이 많이 들어갈 수 있다. 하지만 초기 설치비용이 많이 들어가도 이후에는 무제한적인 에너지를 이용하기 때문에 단점을 보완가능하다고 생각한다.

5. 활용방안 및 기대효과

한 번에 많은 쓰레기를 버리지 않고, 컨베이어가 구동함에 따라 필연적으로 나는 소음에 크게 영향을 받지 않는 공원이나 아파트 단지의 쓰레기 분리수거장 등의 장소에 설치하는 것이 가장 효율적인 방안이라고 생각한다. 이러한 설비를 제작하여 공원 등에 설치하는 것으로 공공장소에 쓰레기가 투기되는 것을 방지 하며 잘못 된 분리 수거로 인한 환경오염을 막을 수 있다. 또한 넣은 쓰레기에 반응해 컨베이어가 움직여 분리 배출한다는 것으로 특히 어린 연령층의 흥미를 끌며 쓰레기를 쓰레기통에 버리고 분리 배출하는 습관을 심어 줄 수 있다는 기대가 있다.

<참고문헌>

환경부의 2013년 6월 기사

<https://m.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=155899455#pressRelease>

JTBC News 2017년 8월 뉴스

<https://www.youtube.com/watch?v=4R94rYc2oZc>

한국일보 2020년 12월 기사

<https://m.hankookilbo.com/News/Read/A2020120208190002873>

아시아경제 2021년 4월 기사

<https://cm.asiae.co.kr/article/2021043015470866210>

아파트관리신문 2021년 6월 기사

<http://www.aptn.co.kr/news/articleView.html?idxno=84652>

아두이노 사용 매뉴얼

https://swsciencemall.com/download/arduino_starterkit_manual.pdf

고주파 근접센서 매뉴얼 및 설명자료

<http://pds25.egloos.com/pds/201305/16/01/IPS.pdf>

광전 센서 매뉴얼 및 설명자료

https://motioncontrol.co.kr/default/news_tobe/?nwsid=n3&uid=11938