

2018년도 전자공학과 졸업작품 결 과 보 고 서

자 동 분 리 수 거

2018년 10월 31일

지도 교수 : 임 성 목 교 수 님

팀 명 : 유종의 美

참 여 자 1 : 1722403 , 어 종 성

참 여 자 2 : 1722405 , 유 창 우

참 여 자 3 : 1722406 , 진 중 화

목 차

I. 작품 개요	1
II. 관련 이론	2
1. 아두이노	2
2. FFT	3
III. 개발 방법	5
1. 설계 방법	5
2. 구현 방법	10
IV. 개발 내용	13
1. 동작 결과	13
V. 결론	19

I. 작품 개요

졸업 작품의 주제 선정을 위해 회의를 하던 중 배가 출출하여 야식을 시켜먹게 되던 중 야식을 끝마치고 분리수거를 하러 분리수거장을 찾아갔습니다.

그런데 엉망이 되어 있는 분리수거장을 보고 주제가 생각났습니다. 생각난 주제는 바로 유종의 미 팀이 만들 작품 자동분리수거 장치입니다.

주변의 분리수거장만 보아도 완벽하게 분리수거가 되어있는 곳을 찾기가 힘듭니다. 실제로 많은 사람들이 비양심적인 행동으로 분리수거가 귀찮아서 모든 쓰레기를 한 번에 모아 버려서 많은 폐기물이 발생합니다.

우리나라는 2005년 쓰레기 종량제 도입과 함께 분리수거 유도를 시도한 지 20년이 지났지만 전국을 덮친 쓰레기대란, 분리수거대란 으로 쓰레기 정책의 개선이 필요하다는 지적이 일고 있습니다.

현재 쓰레기 분리수거의 엉망으로 소각 처리 되는 폐기물의 양이 많아서 전국에서 하루 처리되는 쓰레기 배출량은 4만 8천 톤.

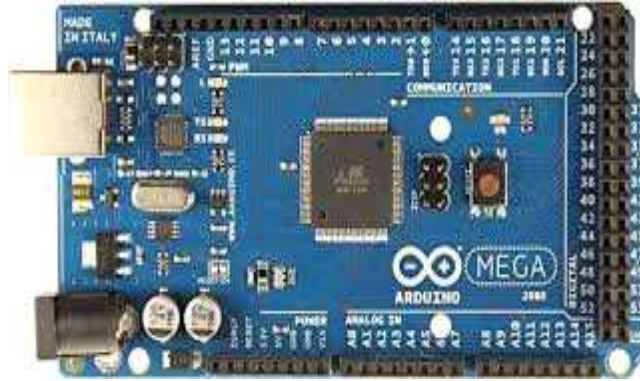
이 쓰레기를 처리하는 비용만 연간 2조 7천억 원에 이른다고 합니다. 저희 팀의 졸업 작품인 자동분리수거의 최종 목적은 분리수거를 철저히 하여 폐기물을 원천적으로 줄이고, 다지 자원화 시킬 수 있도록 하기 위함입니다.

재활용은 자원과 에너지를 절약함으로써 환경오염의 감소와 경제적 이익을 가져오는 1석2조의 효과가 있습니다.



II. 관련 이론

1. 아두이노



아두이노(Arduino)는 대중적으로 가장 많이 사용되고 있는 오픈 소스 하드웨어로 다양한 웨어러블 컴퓨터 프로토타입 개발 및 차세대 디지털 기기 발명에 활용되고 있습니다. 이 중 아두이노 메가 2560(Arduino Mega 2560)는 많은 모터와 센서들이 필요할 때 주로 활용이 됩니다.

아두이노 메가를 이용하여 모터를 제어할 수 있는 코딩을 작성 할 수 있습니다. 아두이노 Mega 2560의 기본 성능은 다음과 같습니다.

Microcontroller	ATmega2560
동작전압(Operating Voltage)	5V
정격전압(Input Voltage) (recommended)	7-12V
허용전압(Input Voltage) (limits)	6-20V
디지털 입출력핀 (Digital I/O Pins)	54개 (이 중 15개는 PWM사용 가능)
아날로그 입력핀(Analog Input Pins)	16개
DC 입출력핀의 출력 전류(DC Current per I/O Pin)	40 mA
DC 3.3v일 때 출력 전류(DC Current for 3.3V Pin)	50 mA
플래시 메모리(Flash Memory)	256KB (ATmega2560) of which 8KB used by bootloader
SRAM	8KB
EEPROM	4KB
클럭속도(Clock Speed)	16MHz

2. FFT



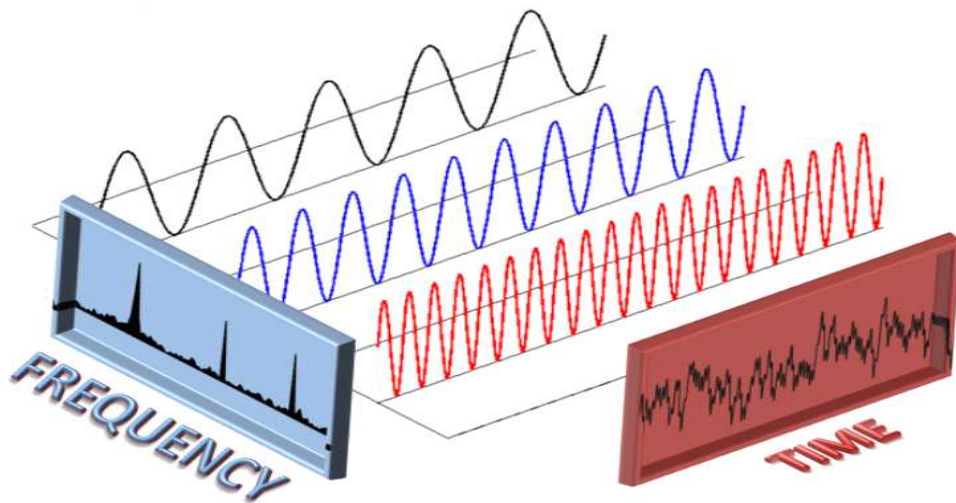
MATLAB(매트랩)은 수치 해석, 행렬 연산, 신호 처리, 간편한 그래픽 기능 등을 통합하여 고성능의 수치 계산 및 결과의 가시화 기능을 제공하는 프로그래밍 언어입니다. 행렬을 기초로 하여 수학과 공학 계산을 수행하는 언어로, 원래 Cleve Moler가 포트란으로 작성하였으나, 현재는 미국의 MathWorks사가 C++로 작성하였습니다. MATLAB 코딩 체계는 수학적인 기호와 간단한 C문법으로 되어있는데, 수학과 관련된 계산, 알고리즘 개발, 상황 모델링과 분석, 여러 가지 과학과 공학적인 그래픽 표현 등에서 이용됩니다.

저희 팀이 MATLAB 프로그램을 사용한 이유는 한 가지입니다. 자동분리수거의 두 번째 단계인 쓰레기들의 주파수를 분석하는 방법을 사용하기 위함인데, 즉 MATLAB의 FFT를 이용하기 위함입니다.

FFT란 Fast Fourier Transform 으로 고속 푸리에 변환을 말합니다. FFT는 이산 데이터 값들의 푸리에 변환 계산을 위한 알고리즘을 말하는 데, 주어진 유한 데이터 점들의 세트(예를 들어 실세계 신호로부터 주기적으로 얻어지는 전분)들을 그 요소 주파수들의 형태로 표현하는 것입니다.

FFT는 수치해석의 가장 중요한 알고리즘입니다. 또한, 두 개의 다항식을 곱하는데 있어 접근적으로 가장 빠르다고 알려진 알고리즘을 제공합니다.

이러한 장점 뿐 아니라 MATLAB의 호환성이 우수하여 Arduino에도 사용되는 점, 호환된 MATLAB의 코딩이 쉬운 점 등을 살려 이번 작품을 완성할 것입니다.



신호분석에서 가장 흔하게 사용하는 것이 푸리에 변환 (Fourier Transform)입니다. 시간영역의 신호를 주파수 영역의 신호로 변환 시켜주는 함수 (Discrete time domain)에서 주파수 해석을 하기 위해 다양한 알고리즘이 개발되었는데 그 중에서 널리 쓰이는 것이 FFT (Fast Fourier Transform)입니다.

MATLAB에서 제공 하는 FFT는 고속 푸리에 변환 알고리즘을 통해 이산 푸리에 변환 (DFT)을 연산하는 것입니다.

fft() 라는 명령어를 통해서 MATLAB 에서는 쉽게 FFT를 수행할 수 있습니다. 하지만 fft() 명령어를 수행한 결과를 살펴보면 파형을 실수부와 허수부로 나뉘는 역할만을 하게 됩니다. 주파수 해석의 목적은 각 주파수 별로 크기 (magnitude) 가 어느 정도인지 알아내는 것이기 때문에 절대 값 함수 abs()를 이용해서 크기를 연산할 수 있습니다.

FFT는 우리 작품에 있어서 가장 자랑하고 싶은 Part입니다.

Ⅲ. 개발 방법

1. 설계 방법

1.1 모터

저희 팀(유종의 미)이 사용하기로 한 모터는 NEMA17 스텝 모터입니다.



스텝모터는 STEP 상태에서 PULSE에 순서를 부여하여 주어진 펄스 수에 비례한 각도만큼 회전하는 모터를 말합니다.

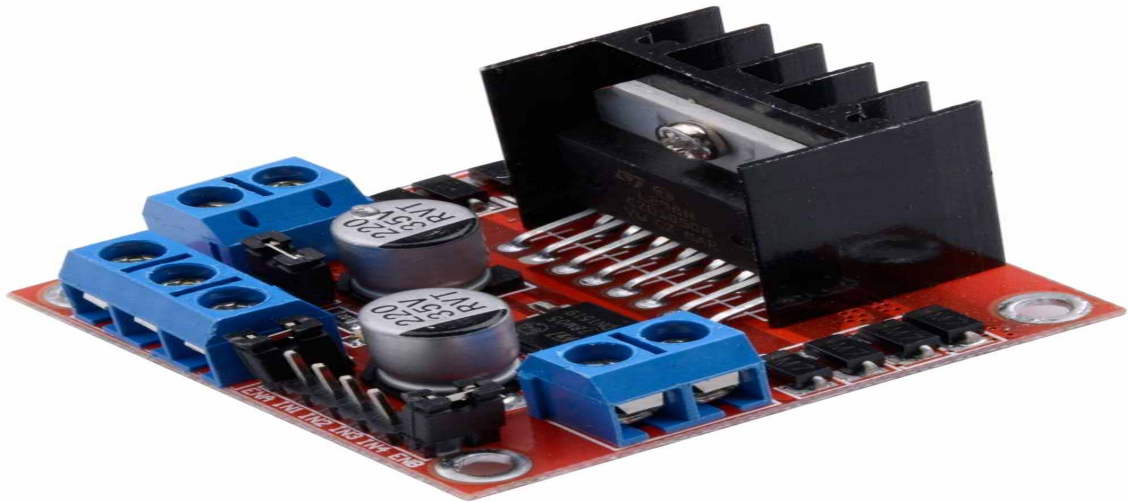
모터의 스펙은 다음과 같습니다.

- 42각 : 42mm x 42mm
- 높이 : 34mm
- 스텝당각도 : 1.8 ° / 1:125(감속비)
- 사용전압 : 5 ~ 12V
- 소모전류 : 0.4A

저희 졸업작품에서는 두 개의 스텝모터를 사용하여 첫 단계에서는 금속, 비금속을 탐지하여 정방향, 역방향의 회전을 이용하여 분리수거를 하고 두 번째 단계에서는 각 쓰레기(플라스틱, 유리 등)의 주파수를 매트랩 FFT로 분석하여 먼저 녹음하였던 쓰레기(플라스틱, 유리 등)의 주파수와 동일한 지 동일한지 않은 지를 판단하여 모터의 정방향, 역방향회전으로 분리수거를 하는 형태입니다.

1.2 모터 쉘드

다음으로 스텝모터를 실질적으로 제어하는 모터드라이브를 소개하겠습니다.



모터드라이브 L298N은 2개의 DC모터 또는 1개의 스텝모터를 제어할 수 있는 모터로 마이크로 컨트롤러를 통해 전기신호(PWM)로 제어할 수 있습니다.

이 드라이버는 양끝 ENA와 ENB 핀을 제거하고 아두이노 PWM단자에 연결하면 속도 조절 (0~255)을 할 수 있고 모터의 회전 방향도 제어할 수 있습니다.

모터드라이브 L298N의 성능은 다음과 같습니다.

제품 사양

1. 모듈명 : L298N 모터 드라이버(L298N Motor Driver)
2. 입력전압 : 5V DC
3. 소비전류: 0~ 36mA
4. 동작방식: H-Bridge
5. MAX Drive Current 2A (Single Bridge)
6. MAX Drive Power: 25W
7. 모터 구동 전압: 5V~ 25V DC

1.3 금속 감지 센서

다음으로는 자동분리수거의 첫 번째 단계인 금속/비금속을 구별하는 금속탐지센서를 소개하겠습니다. 저희가 사용한 금속탐지센서 LJ12A3-4-Z/BX는 금속의 근접여부를 감지하는 센서로서 금속이 아닌 것들은 감지하지 않습니다. 감지가 된다면 불이 들어오고 감지가 되지 않은 상태에서는 불이 들어오지 않습니다.



LJ12A3-4-Z/BX의 성능은 다음과 같습니다.

- 사양 :

작동 전압 : DC 6V - 36V
부하 전류 : 300mA
응답 주파수 : 500Hz
감지 범위 : 0 - 4mm
스위치 외형 : 실린더 형
미론 : 유도 센서
출력 핀 : NPN 3-Wire Normally Open
동작 환경 온도 : -25 °C ~ + 70 °C
와이어 길이 : 1.2 미터
보호 등급 : IP 65
본체 재질 : 합금 및 플라스틱
센서 : 철 10.5 x 10.5 x 1mm
크기 : 22 x 6cm
순중량 : 85g

- 핀아웃 :

갈색 - VCC (+)
블루 - 그라운드 (-)
블랙 - 트리거 신호

- 아두이노 연결 (5V 자체 전원 공급)

1.4 조도센서

다음으로는 금속 감지 센서에서 금속을 감지하여 불이 들어왔는지를 체크하기 위한 조도센서(아두이노 CdS 광/조도 센서 모듈 [SZH-SSBH-011])를 소개하겠습니다.



- 작동 전압 : 3.3V ~ 5V
- 출력 유형 : 디지털 및 아날로그
- 소형 PCB 보드 크기 : 32mm X 14mm

금속 감지 센서에서 나온 빛이 조도 센서 CdS 에 전달이 되었을 때를 금속을 감지하였다고 판단하기 위하여 조도센서를 사용했습니다.

1.5 마이크

다음으로는 자동분리수거의 두 번째 단계인 주파수를 분석하여 분리수거하기 위해 소리를 측정하는 마이크센서를 소개하겠습니다.

저희가 사용한 마이크센서는 MAX4466입니다.



MAX4466은 조그만 마이크가 달린 앰프 모듈입니다. MAX4466은 들어온 음량을 증폭하여 전압을 발생시킵니다. 원래 소리라는 것은 진동이고, 이 진동이 셀수록 높은 전압을 발생시키는데, 자연 상태의 것보다는 크게 만들어주므로 마이크 앰프(amplifier) 모듈이라고 부릅니다.

MAX4466은 25배 ~ 125배 정도의 증폭을 해주는 모델이고 작은 조절 나사가 있어, 돌리면서 민감도를 조절할 수 있습니다.

2. 구현 방법

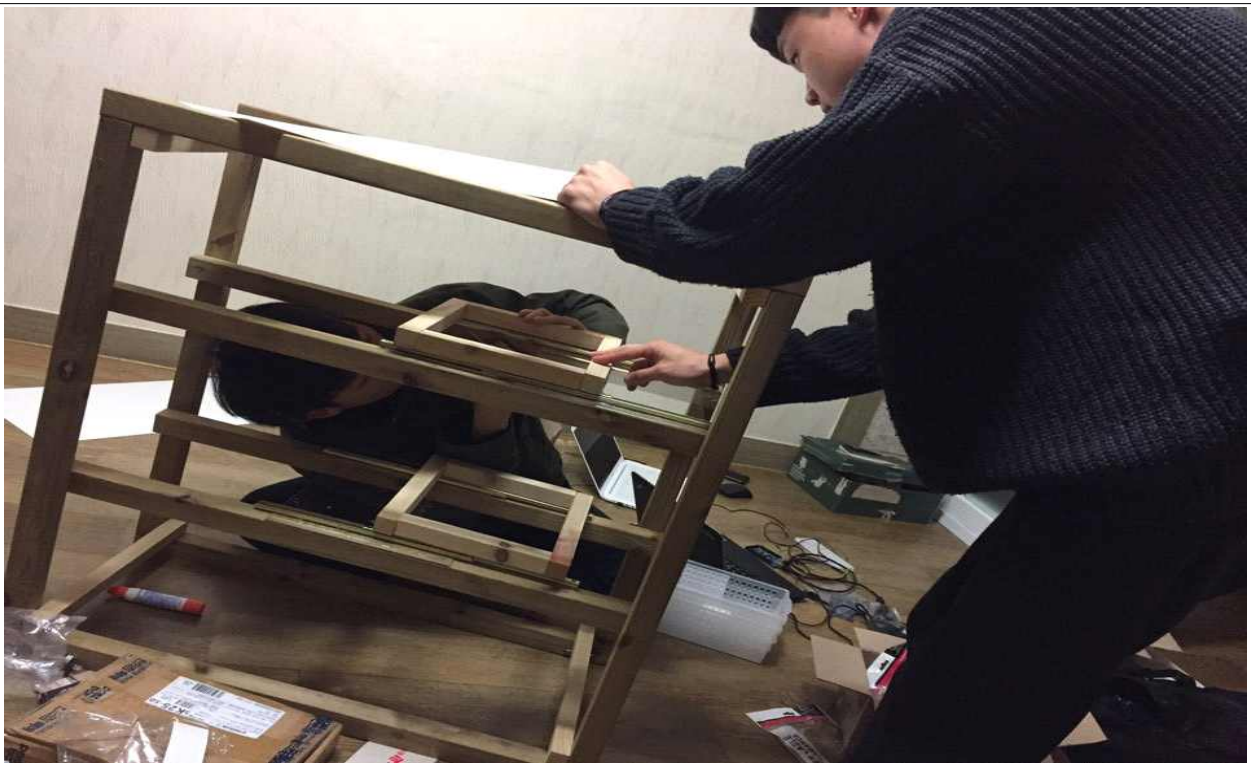
1. 나무를 직접 구매하여 크기에 맞게 손질을 했습니다.



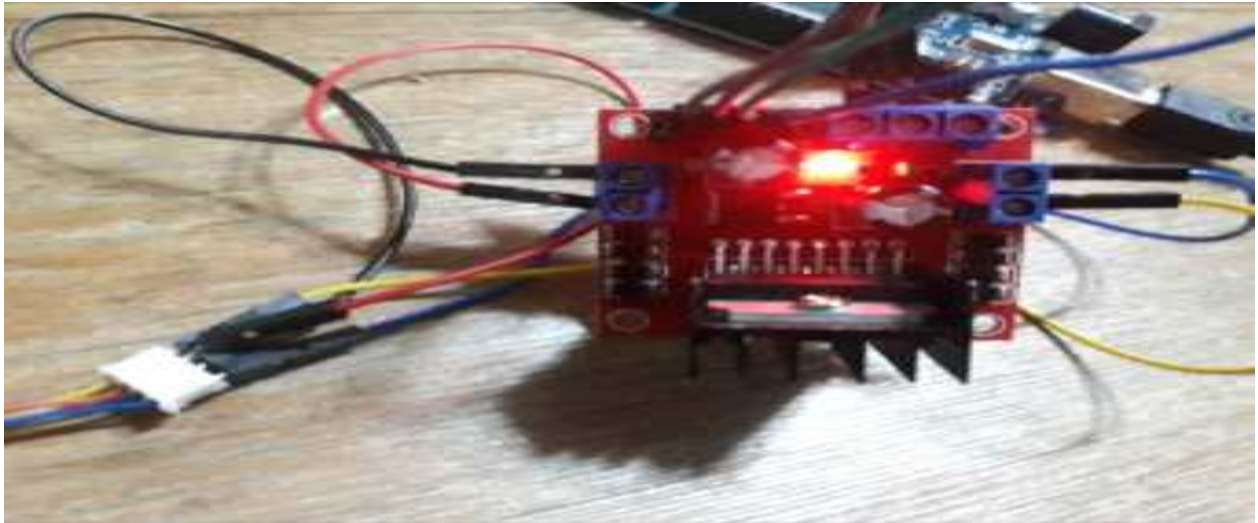
2. 드릴을 사용하는 등 소음이 심하여 밖에서 뼈대를 잡는 작업을 했습니다.



3. 글루건 작업 및 나사 조이는 작업 등은 내부에서 진행하였습니다.



4. 모터 구동을 위해 모터 쉴드 배선을 하였습니다.



5. 모터 구동 테스트 중입니다.



IV. 개발 내용

1. 동작 결과

1.1 결과

유도했던 결과는 첫 번째 판에 금속 감지 센서를 달아 떨어뜨린 쓰레기가 금속인 지, 비금속인 지를 판단하여 금속이라면 정회전, 비금속이라면 역회전시키는 것이었습니다. 역회전을 받아 두 번째 판에 떨어진 쓰레기는 플라스틱 또는 유리일 것입니다. 미리 녹음된 플라스틱의 주파수, 유리의 주파수와 떨어진 플라스틱, 유리의 음성 주파수를 비교하여 동일한 주파수에 따라 정회전, 역회전하여 플라스틱, 유리 쓰레기를 분리수거하는 것이 최종 목표였습니다.

현 상황은 금속 감지 센서 주변 4mm(0.4cm) 근처에 금속이 감지될 경우 금속 감지 센서에 불이 들어오도록 하였습니다. 이 구간에서 아두이노 코딩에 if문을 이용하여 금속 감지 센서가 불이 들어올 경우 조도 센서를 이용하여 빛을 감지해 금속인 지, 아닌 지를 판단하여 모터를 정방향, 역방향을 제어하도록하여 금속과 비금속 구분에는 성공하였습니다.

또한, 오디오를 이용하여 매트랩을 통한 음성을 녹음하는 코딩을 이용하여 두 번째 판에 떨어질 플라스틱과 유리의 주파수를 받아드리는 데에는 성공하였고, 매트랩과 아두이노를 연동하는 코딩을 사용해서 매트랩으로 아두이노에 명령어를 내려 모터를 구동하는 데에는 성공하였지만,

MATLAB을 이용할 경우 항상 노트북이 필요한 상황이 생겨 자동분리수거를 혼자 배치할 수가 없다 판단하여 MATLAB이 아닌 Arduino로만 구성할 것으로 계획을 바꾸었습니다.

하지만 플라스틱, 유리의 음성을 받아드려 이미 녹음된 주파수와 비교하는 FFT를 사용하는 부분이 부족하였고, 두 번째 판에 떨어지는 플라스틱과 유리의 주파수가 아닌 두 번째 판에 떨어지면서 발생하는 소리(음량, 데시벨)의 크기(진폭)에 따라서 모터의 정방향, 역방향을 제어하는 방식으로 계획을 변경하였습니다.

1.2 금속 감지 센서 동작 코딩

```
void setup() { // 세팅

    Serial.begin(9600); // 시리얼 통신 설정(baud rate 설정)

}

float prev = 0; // 이전 값

void loop() { // 루프
    float val = analogRead(A0)*(5./1024); // A0핀 입력. 0~5 값. 0~1024
    Serial.print(val); // 위에서 구한 값을 시리얼 통신으로 보냄.
    if(val - prev > 0.2) // 입력된 값이 이전 단계의 입력값 보다 0.2이상
                        // 크다면 동작
    Serial.println("-touch"); // -touch라는 문구를 추가로 전송
    prev = val; // 입력 값을 이전 값(prev)에 저장. 이는 다음 번 루프에
                // 사용

    delay(100); // 0.1초 지연
}
```

1.3 모터 제어 코딩

```
int IN1=8; // 전역변수 IN1~4를 8~11로 할당
int IN2=9;
int IN3=10;
int IN4=11;

void setup() // 셋업
{
    pinMode(IN1,OUTPUT); // 핀 모드 8~11번 핀 활성화
    pinMode(IN2,OUTPUT);
    pinMode(IN3,OUTPUT);
    pinMode(IN4,OUTPUT);
}

void loop() // 루프를 이용하여 스텝핑 모터 구동
{
    digitalWrite(IN1,LOW);
    digitalWrite(IN3,HIGH);
    digitalWrite(IN4,HIGH);
    digitalWrite(IN4,HIGH);
    delay(3);

    digitalWrite(IN1,HIGH);
    digitalWrite(IN2,HIGH);
    digitalWrite(IN3,LOW);
    digitalWrite(IN4,HIGH);
    delay(3);

    digitalWrite(IN1,HIGH);
    digitalWrite(IN2,LOW);
    digitalWrite(IN3,HIGH);
    digitalWrite(IN4,HIGH);
    delay(3);
}
```

```

digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,HIGH);
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,LOW);
delay(3);
}

```

1.4 금속 감지 센서를 이용한 모터 구동 코딩

```

int IN1=8; // 전역변수 IN1,2,3,4를 8,9,10,11번 핀으로 할당
int IN2=9;
int IN3=10;
int IN4=11;
void setup() { // 셋업
    pinMode(IN1,OUTPUT); // 8~11번 핀 활성화
    pinMode(IN2,OUTPUT);
    pinMode(IN3,OUTPUT);
    pinMode(IN4,OUTPUT);
}

float prev = 0; // 이전 값을 0으로 초기화

void loop() { // 루프
    float val = analogRead(A0)*5./1024; // A0핀 0~5의 값으로 변환,
                                         // 0~1023으로 나눠줌

    Serial.println(val); // 위에서 구한 값 시리얼 통신으로 보냄.

    if(val - prev > 0.2) // 입력된 값이 이전 단계의 입력 값보다 0.2이상
                        // 크다면 - 이 곳을 금속이 감지 된다면으로 해석
    {
        while(1) { // 반복 - 모터 구동을 위해
            digitalWrite(IN1,LOW);
            digitalWrite(IN2,HIGH);
            digitalWrite(IN3,HIGH);

```

```

digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(3);

digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,HIGH);
digitalWrite(IN3,LOW);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(3);

digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,LOW);
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,HIGH);
delay(3);

digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,HIGH);
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,LOW);
delay(3);
}
{

    prev = val; // 입력 값을 이전 값에 저장. 이는 다음 번 루프에 사용.

    delay(100); // 0.1초 지연.
}

```

1.5 매트랩 모터 구동 (참고)

매트랩에

```
clear all; close all; clc; // 화면 지우기
```

```
a = arduino('COM숫자') // 이 동작을 하면 pinMode 등 전부 조작 가능
```

매트랩의 스트립 // 스트립에서 모터 구동을 위한 코딩

```
a.pinMode(8,'output'); // 8 ~ 11 핀 활성화
```

```
a.pinMode(9,'output');
```

```
a.pinMode(10,'output');
```

```
a.pinMode(11,'output');
```

```
while 1 // 무한 루프
```

```
a.digitalWrite(8,1); // 모터 구동을 위한 코딩
```

```
    a.digitalWrite(9,0);
```

```
    a.digitalWrite(10,0);
```

```
    a.digitalWrite(11,0);
```

```
    pause(0.003);
```

```
    a.digitalWrite(8,0);
```

```
    a.digitalWrite(9,0);
```

```
    a.digitalWrite(10,1);
```

```
    a.digitalWrite(11,0);
```

```
    pause(0.003);
```

```
    a.digitalWrite(8,0);
```

```
    a.digitalWrite(9,1);
```

```
    a.digitalWrite(10,0);
```

```
    a.digitalWrite(11,0);
```

```
    pause(0.003);
```

```
    a.digitalWrite(8,0);
```

```
    a.digitalWrite(9,0);
```

```
    a.digitalWrite(10,0);
```

```
    a.digitalWrite(11,1);
```

```
    pause(0.003);
```

```
end // while 문의 끝에 붙는 어미
```

스트립 실행

V. 결론

이번 졸업작품 스마트 분리수거 쓰레기통은 아두이노를 기반으로 적외선 센서와 금속 감지 센서를 이용하여 금속 / 비금속을 나누고, 마이크에 감지된 물체의 떨어지는 소리를 분석해 유리 / 플라스틱을 나누는 분리수거 쓰레기통으로 쓰레기가 떨어지면 첫 번째 분류 판에서 금속 감지 센서에 감지가 되지 않고, 적외선 센서에 물체가 감지되면 비금속으로 판단하여 두 번째 분류 판으로 쓰레기를 옮기게 하며, 적외선 센서에 물체가 감지됨과 동시에 금속 감지 센서에서 금속으로 판단하면 센서 뒤편에 나온 붉은빛을 활용하여 금속 감지 센서와 붙어있던 조도 센서가 밝아짐을 감지하고 금속 쓰레기통으로 쓰레기를 옮기게 하는 것이었습니다.

여기서 두 번째 분류 판으로 옮겨진 쓰레기는 떨어지면서 발생한 주파수를 매트랩으로 분류하여 플라스틱인지 유리인지를 감지하는 것이 목표였습니다.

하지만 매트랩을 사용할 시 노트북이 항상 존재해야 했기에 상용화 부분에서 문제가 있어 매트랩이 아닌 아두이노만으로 작품을 제작하는 것으로 계획을 변경하였습니다.

이제 아두이노로 떨어진 쓰레기의 주파수를 분석하여 분류할 수 있도록 FFT 부분을 손봐야 하는 상황이었으나 떨어진 소리의 시간당 발생한 주파수를 푸리에 계수로 독립적으로 만들어 연속적으로 나타내야 하는 부분에서 어려움을 겪어 제출 시간 안에 성공시키지 못할 것 같아 FFT가 아닌 미묘하게 발생하는 진폭 차이로 구분하는 것으로 계획을 변경해 떨어지는 쓰레기의 진폭들을 여러 번 시도하여 가장 작은 진폭과 가장 큰 진폭을 기준으로 분류하여 작품을 완성 시켰습니다.

완성은 하였지만 원래 목표대로 작품이 완성되지 않았던 점이 처음 제작에 돌입했을 때에 작품을 완성하는 것에 대해 느꼈던 걱정, 기대했던 생각들이 들면서 몹시 아쉬우면서도 안도를 느꼈습니다.

다음에 또 FFT, 매트랩을 배울 수 있는 기회가 생겨 다시 배우고, 비슷한 작품을 또 만들 때는 먼저 나서서 꼭 완성 시키고 싶습니다.