

분리수거를 위한 페트병 분리시스템의 구현

박용하¹ · 박지훈² · 정호영³ · 이주상^{3*} · 이중엽^{3*}

¹대전전민고등학교 · ²대덕중학교 · ³대전전민중학교

Implementation of Plastic Bottle Classification System for Recycling

Yongha Park¹ · Jihoon Park² · Hoyeong Chung³ · Joosang Lee^{3*} · Jungyeop Lee^{3*}

¹Daejeon Jeonmin High Schools · ²Daedeok Middle School · ³Daejeon Jeonmin Middle School

E-mail : yonghapark12@gmail.com/ ljy070801@gmail.com / joejoosanglee@gmail.com /

mafia1101@naver.com / chunghoyeong09@gmail.com

요 약

본 연구에서는 적외선 센서를 이용한 페트병 분리수거 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템은 인식부, 제어부, 알람부 및 구동부로 구성된다. 인식부는 페트병을 감지해 페트병과 센서와의 거리를 측정하고 값을 추출하고 추출된 값을 표준 범위와 비교하여 값이 표준 범위를 벗어날 경우에는 제어값을 제어부에 전송하고, 특정범위를 넘어간 경우 라벨 혹은 뚜껑의 유무결과를 제어부에 전송한다. 제어부에서는 센서부로부터 전송받은 결과값에 따라서 수거함의 입구를 개방하거나 알람부를 제어하는 기능을 수행한다. 제안된 시스템 구현을 위하여 인식부는 적외선 센서로 구현하였고, 제어부는 C언어 기반의 아두이노 스케치 프로그램으로 제작하였다. 또한, 인식부와 제어부는 아날로그 신호를 이용하여 통신할 수 있게 하였다. 제안된 시스템은 정해진 알고리즘에 따라 페트병의 라벨과 뚜껑의 유무를 정확히 판단한 후 라벨 혹은 뚜껑이 부착되었을 때 수거함의 입구를 막는다. 국민 1인당 배출되는 폐기물의 양이 높고 재활용이 되지 않아 쓰레기의 대다수를 소각시키고 있는 상황에서 본 연구에서 제안한 시스템을 통하여 페트병의 재활용률을 높이기를 기대한다.

ABSTRACT

In this study, a plastic bottle recycling bin system that utilizes an infrared sensor was implemented. The proposed system consists of a recognition unit, a control unit, an alarm unit, and a driving unit. The recognition unit detects the plastic bottle, measures the distance between the plastic bottle and the infrared sensor, extracts the value of the bottle, compares the extracted value with a standard range, and then transmits the control value to the control unit if the extracted value of the bottle is outside the standard range. In this case, the result of the presence or absence of a brand label or bottle cap is transmitted to the controller. The control unit opens the entrance of the recycling bin or alerts the alarm unit according to the result value transmitted from the sensor unit. In order to implement the proposed system, the recognition unit was implemented with an infrared sensor, and the control unit was made with an Arduino IDE controller, based on the C programming language. Additionally, the recognition unit and the control unit are able to communicate using analog signals. The proposed system accurately judges the presence or absence of a brand label and bottle cap of plastic bottles according to a predetermined algorithm. It then blocks the entrance of the recycling bin when a brand label or bottle cap is still attached. As the amount of waste discharged per person is relatively high and the majority of such waste is incinerated rather than recycled, the system proposed in this study is expected to increase the recycling rate of plastic bottles.

키워드

Software Education, Recycling, Arduino, Plastic Bottle Classification

1. 서 론

미래 환경 개선의 핵심인 분리수거는 제대로 지켜지지 않은 채 방치되고 있다. 지금까지 원활

한 분리수거를 위한 많은 시스템과 하드웨어 플랫폼들이 개발되어 사용되었고 지금도 많은 기술이 개발되고 있다. 그러나 이런 기술들을 개발하여 여러 기관에서 교육을 실시하여도 일상생활에서는 잘 지켜지지 않는 것이 대부분이다. 따라서 사람들이 편리하게 사용할 수 있는 시스템이 필

* corresponding author

요하다. 그러므로 우리는 일상생활에서 환경오염의 원인으로 꼽히는 플라스틱 병의 분리수거를 잘 이루어지게 하기 위하여 페트병 분리수거 장치를 개발하였다[1].

친환경이라는 분야에 대한 관심이 증진함에 따라 분리수거는 다양한 장소에서 교육되어 실천되고 있다. 분리수거를 실천하는 대부분 시설들은 종이, 비닐, 플라스틱 등으로 쓰레기를 구분하여 재활용에 큰 도움이 되고 있다. 그러나 전보다 분리수거 가능한 쓰레기의 종류가 다양해지고 그에 따른 대체할 수 있는 시스템을 필요로 하고 있다 [1].

본 논문에서는 아두이노를 활용하여 분리배출 미흡을 사전에 방지하기 위한 방안을 마련하고자 한다. 특히 페트병과 라벨 분리배출에 대한 사람들의 인식 미비로 페트병과 라벨, 뚜껑의 분리배출 미흡이 계속되는 상황에 착안하여, 페트병에서 분리배출 미흡을 줄이기 위해 아두이노로 분리수거를 위한 페트병 분리 시스템을 구현한다. 제안된 장치의 핵심 기능은 페트병에 라벨 또는 뚜껑의 유무를 확인하고, 경고하는 것이다. 이를 위해 장치의 안쪽 천장과 벽면에 적외선 센서를 부착하고, 적외선 센서가 인식하는 거리를 비교하여 라벨과 뚜껑을 확인하도록 Arduino Uno 보드로 통제를 한다. 또한, 라벨과 뚜껑이 모두 없을 때, 서보모터를 제어하여 닫혀 있는 쓰레기통의 입구를 연다. 라벨 또는 뚜껑이 있을 때 경고하는 것은 MP3 플레이어를 통해 작동되며, 입력센서를 활용하여 페트병의 유무를 판단한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 친환경 관련 연구와 아두이노의 활용에 대해 기술하고 3장에서는 시스템 구조, 내관 설계에 대해서 기술한다. 4장에서는 구현된 페트병 분리수거 장치의 회로와 시스템 프로그램을 구현하고 5장에서 결론 및 향후 연구계획을 기술한다.

II. 관련 연구

2.1 친환경 관련

2016년 기준 국민 1인당 배출되는 폐기물의 양은 1.01kg으로 OECD 회원국의 1.41kg/인에 비하면 적은 양이지만, 단위면적 당 폐기물 발생량은 미국의 7배, 독일의 1.4배에 달한다[2]. 늘어나는 폐기물을 처리하기 위한 매립과 소각방법이 등장하면서 1990년대부터는 본격적으로 생활폐기물 소각시설을 마련해 운영하기 시작했다[3].

2.2 아두이노 활용

아두이노는 오픈 소스를 기반으로 한 마이크로 컨트롤러로 AVR기반의 보드와 이와 관련된 개발 도구 및 환경을 말한다. 스위치, 버튼, 여러 가지 센서 등을 통해 입력신호를 받으면 이를 사용자

가 원하는 방식으로 프로그래밍하여 LED, 모터 등을 제어함으로써 주변 환경과 상호작용이 가능한 제품을 만들어 낼 수 있다[4].

또한 아두이노는 구성과 설치비에 대한 가성비가 뛰어나다[5]. 이러한 장점으로 인해 아두이노는 기존의 교육 현장에서 사용되던 고가의 실험 장비를 대체하는 데 활용되었다. 이는 아두이노 보드가 기존의 각종 전자 장치나 센서 등과 호환이 가능하였고, 아두이노 보드 자체의 가격이 저렴하였기 때문이다. 아울러, 아두이노는 기존 학생들이 직접 측정하거나 제어했던 활동을 대체하는데 활용되었다[6].

III. 시스템 설계

3.1 시스템 구조 설계

시스템이 시작되면 입출력을 먼저 설정하고 PIR 센서를 통해 사람이 접근하였는지 감지한다. 감지되지 않았다면 이 동작을 반복하고 감지되었다면 적외선 센서 조도 센서의 작동을 시작하고 라벨 분리 여부를 감지한다. 라벨이 감지되었다면 투입구를 열지 않고 라벨이 감지되지 않았다면 곧바로 뚜껑의 유무를 감지한다. 라벨과 뚜껑이 둘 다 감지되지 않았다면 투입구를 열어 페트병을 수거하고, 둘 중에 하나라도 감지되면 투입구를 열지 않기로 한다.

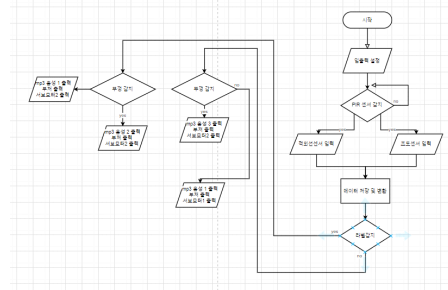


그림 1. 시스템 흐름도

3.2 시스템 외관 설계

본 연구에서 개발한 시스템의 내관 설계는 재활용품 박스가 이용되었으며 페트병을 효율적으로 분리할 수 있도록 설계하였다. 사용자가 페트병을 버리면 센서가 라벨과 뚜껑을 유무를 인식하여 사용자에게 음성으로 안내한다.

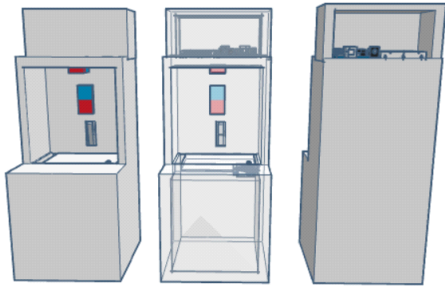


그림 2: 시스템 모델링 디자인

IV. 시스템 구현

4.1 시스템 회로 구현

제안된 시스템은 센서부, 제어부, 알람부 및 구동부로 구성된다. 센서부의 경우 적외선 센서, 조도 센서, PIR 센서를 사용하였다.

라벨의 경우 뚜껑이 있는 부분보다 두께가 두껍기 때문에 조도 센서가 레이저를 비스듬히 쏘 레이저를 감지하여 디지털 통신으로 제어부에 추 출한다. 적외선 센서는 적외선이 라벨에 반사되어 돌아오는 광량을 측정하여 라벨과 뚜껑의 제거 여부를 확인할 수 있었다. 측정된 결과는 라벨이 감지되었을 때 350 이하의 값이 출력되었고 뚜껑이 감지되었을 경우 360 이하의 값이 출력된 것 을 확인하였다.

또한, 본 시스템은 무단투기를 방지하기 위해 카메라를 설치하여 무단투기의 여부를 판단한다. 라벨 혹은 뚜껑이 감지되었을 때는 알람 부를 UART와 디지털 신호로 MP3와 버저를 작동시키고 구동부에서는 서보모터로 수거함에 입구를 닫는다. 제안된 시스템은 24시간 작동이 되어야 하여 전력 소모가 클 것으로 예상되어 전력 소모가 적은 PIR 센서로 움직임이 감지가 될 경우에만 기기를 작동하도록 하였다. 무단투기하는 것이 감지되었을 때는 카메라에 촬영된 모습을 SPI 통신으로 SD 메모리 카드에 저장하고 알람 부를 UART와 디지털 신호로 MP3와 버저를 작동시킨다.

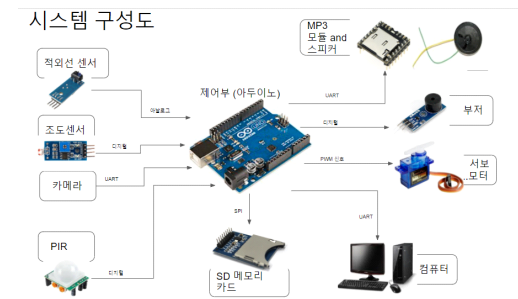


그림 3: 시스템 구성도

4.2 시스템 프로그램 구현

아래는 페트병 분리수거 시스템의 소스코드이다. 기존에 있는 라이브러리들을 추가하여 서보모터와 MP3 모듈의 기능을 사용할 수 있게 하였고, 뚜껑과 라벨이 둘 다 감지되지 않았을 때만 서보모터가 작동하도록 코드를 작성했다. 그림 4의 Limit은, 우리가 정한 임의의 변수로, 터치 센서(압력 센서)에서 받은 디지털 값을 담고 있다. 이 기능은 페트병이 센서를 거치지 않고 수거되는 오류를 막기 위함이다.

특정 사용자들이 페트병을 센서부에 넣었다가 다시 빼는 경우 센서는 페트병 자체가 없는 상태 인데도 라벨과 뚜껑이 없다고 판단하여, 배출구를 연다. 그 틈을 타 특정 사용자들은 라벨과 뚜껑이 분리되지 않은 페트병을 넣을 수 있다. 이러한 상황을 사전에 방지하기 위해, 페트병을 안쪽에 있는 터치 센서에 부착된 상태로 있어야 센서들과 서보모터가 동작하게 하였다.

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <DFPlayer_Mini_Mp3.h>
#include <Servo.h>
Servo svmwel;
SoftwareSerial mp3_serial(2,3);

int servoPin = 7;
int dd=0, lb=0 ;
#define IR1 A0
#define IR2 A1
#define Limit 6
#define SVM 7
#define DD 360
#define LB 350
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    pinMode(Limit, INPUT);
    pinMode(SVM, OUTPUT);
    Serial.begin(9600);
    mp3_serial.begin(9600);
    svm1.attach(7);
    svm1.write(0);//닫힘
}

void loop() {
    while(digitalRead(Limit)!=LOW){
        dd=analogRead(IR1);
        lb=analogRead(IR2);

        if(dd>DD && lb>LB){ //둘다 없음
            mp3.play(1);
            svm1.write(90);
            delay(2000);
            svm1.write(90);
        }
    }
}
```

```

else if(dd>DD && lb<LB){// 뚜껑없음, 라벨감지
    mp3.play(2);
}
else if(dd<DD && lb>LB){// 뚜껑감지, 라벨없음
    mp3.play(3);
}
if(dd<DD && lb<LB){// 뚜껑감지, 라벨감지
    mp3.play(4);
}
}
}

```

V. 결론 및 제언

라벨이 감지되었다면 투입구를 열지 않고 라벨이 감지되지 않았다면 뚜껑의 유무를 감지한다. 라벨과 뚜껑이 둘 다 감지되지 않았다면 투입구를 열어 페트병을 수거하고, 둘 중에 하나라도 감지되면 투입구를 열지 않기로 한다. 이 시스템의 내관 설계는 재활용품 상자가 이용되었으며 페트병을 효율적으로 분리할 수 있도록 설계하였다.

또한, 제안된 시스템은 센서부, 제어부, 알람부 및 구동부로 구성되었는데, 센서부의 경우 적외선 센서, 조도 센서, PIR 센서를 사용하였다. 페트병 분리수거 장치는 PIR 센서를 이용하여 구동에 사용되는 전력을 절약할 수 있다.

아울러, 사용이 간편하고 사용자가 직접 라벨을 분리하는 간단한 구조이므로 고장의 위험도 적으며, 아두이노를 MCU로 사용하여 초기 개발 비용도 최소화할 수 있다.

그러나, 페트병을 하나가 아닌 대량으로 분리수거 할 경우, 일일이 넣어야 하는 번거로움이 있다. 또한, 서보모터가 하나로 이루어져 있기 때문에 큰 힘을 가하면 쉽게 파손될 가능성이 있으며, 외부 또는 물과 접촉하면 쉽게 망가질 우려가 있다. 이러한 특성 때문에 시스템 내구성 개선과 방수시스템 구현을 할 필요가 있으며, 더욱 활용적인 분리수거를 위한 개선도 필요하다.

References

[1] S. W. Ahn. "Design and Implementation of Smart LED Bicycle Helmet using Arduino". *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering(KIICE)*, Vol. 20, No. 6, pp 1148~1153 Jun. 2016

[2] S. J. Park, "A Study on Improvement of Facility through the Analysis of Operation Status of Municipal Solid Waste Incinerator Facility", *Journal of Korea Society of Waste Management*, Vol. 35, No. 8, pp. 762-769, December 2018

[3] J. Y. Lee, "An Exploration of Factors Influencing College Students' Academic and Social Adjustment", *International Journal of Advanced Culture Technology (IJACT)*, Vol. 4, No. 4, pp. 13-22, 2016.

[4] M. D. Hahn, F. A. D. Cruz, P. S. Carvalho. "Determining the speed of sound as a function of temperature using Arduino", *Physics Teacher*, Vol. 57, No. 2, pp. 114-115. Jan 2019.

[5] G. Ragazzini, A. Mescola, L. Corsi, A. Alessandrini. "Fabrication of a low-cost on-stage cell incubator with full automation." *Journal of Biological Education*, Vol. 53, No. 2, pp.165-173. Mar 2019.