

# 전자공학실험 3

## 프로젝트

전자공학과

201333751

박재현

## 스마트 쓰레기통



## 기능

1. 쓰레기를 버릴 때 자동으로 문이 열림.
2. 어두워졌을 때 LED 를 통하여 쓰레기통의 위치 확인 가능.

## 사용장비

1. 초음파 센서
2. 조도 센서
3. 서보 모터
4. 휴지통
5. LED

## 알고리즘

물체(쓰레기)를 쓰레기통에  
가까이 댄다.

↓  
일정 거리 이상이면  
쓰레기통 문이 열림

주변환경이 어두워진다.

↓  
LED 에 불이 들어와  
쓰레기통의 위치 확인

2018.5.25

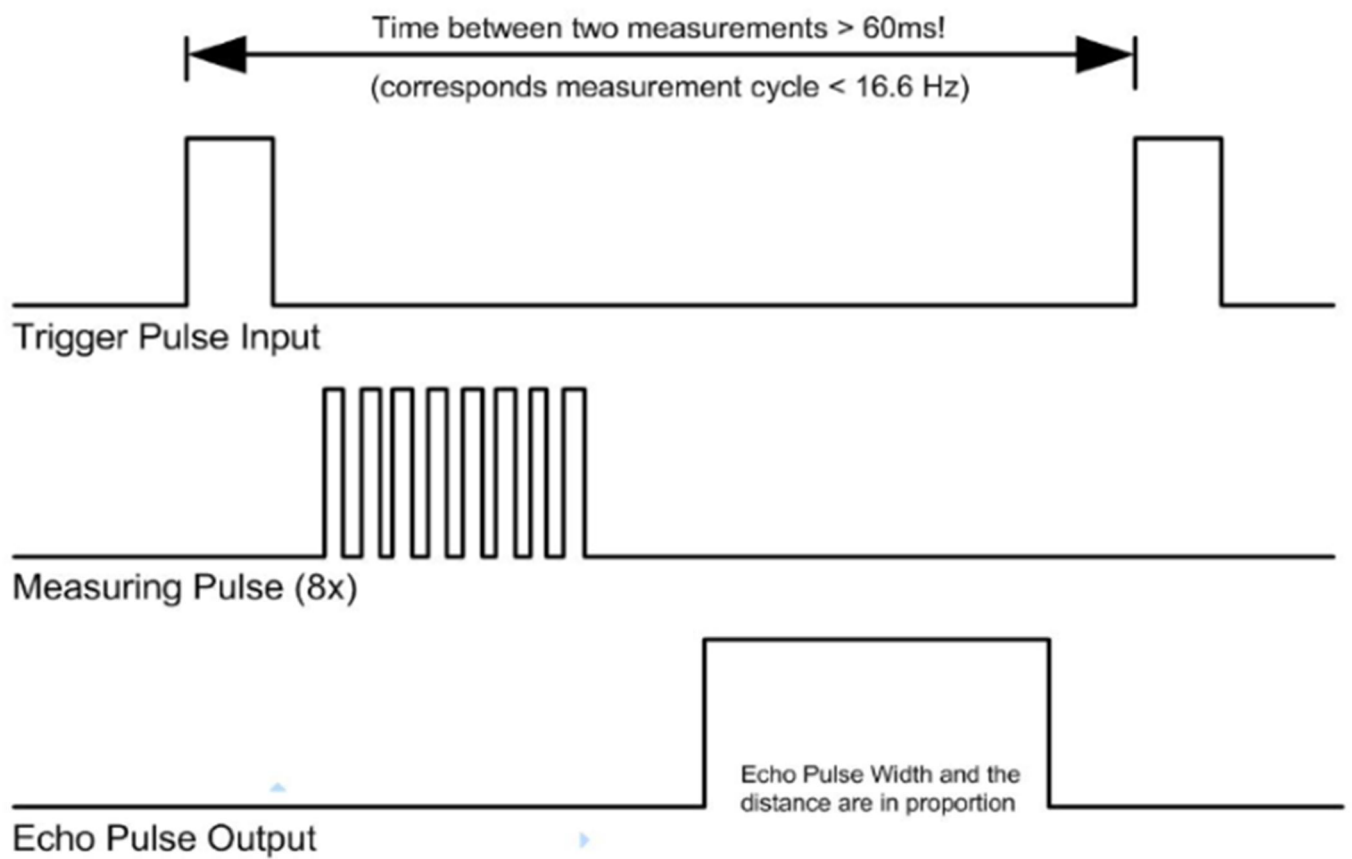
목표: 초음파 센서를 이용하여 일정 범위 안으로 들어오면 LED 에 불을 키는 동작 수행

이론:



◀ 초음파 센서(Hc-sr04)

초음파 센서 원리는 아래와 같다.



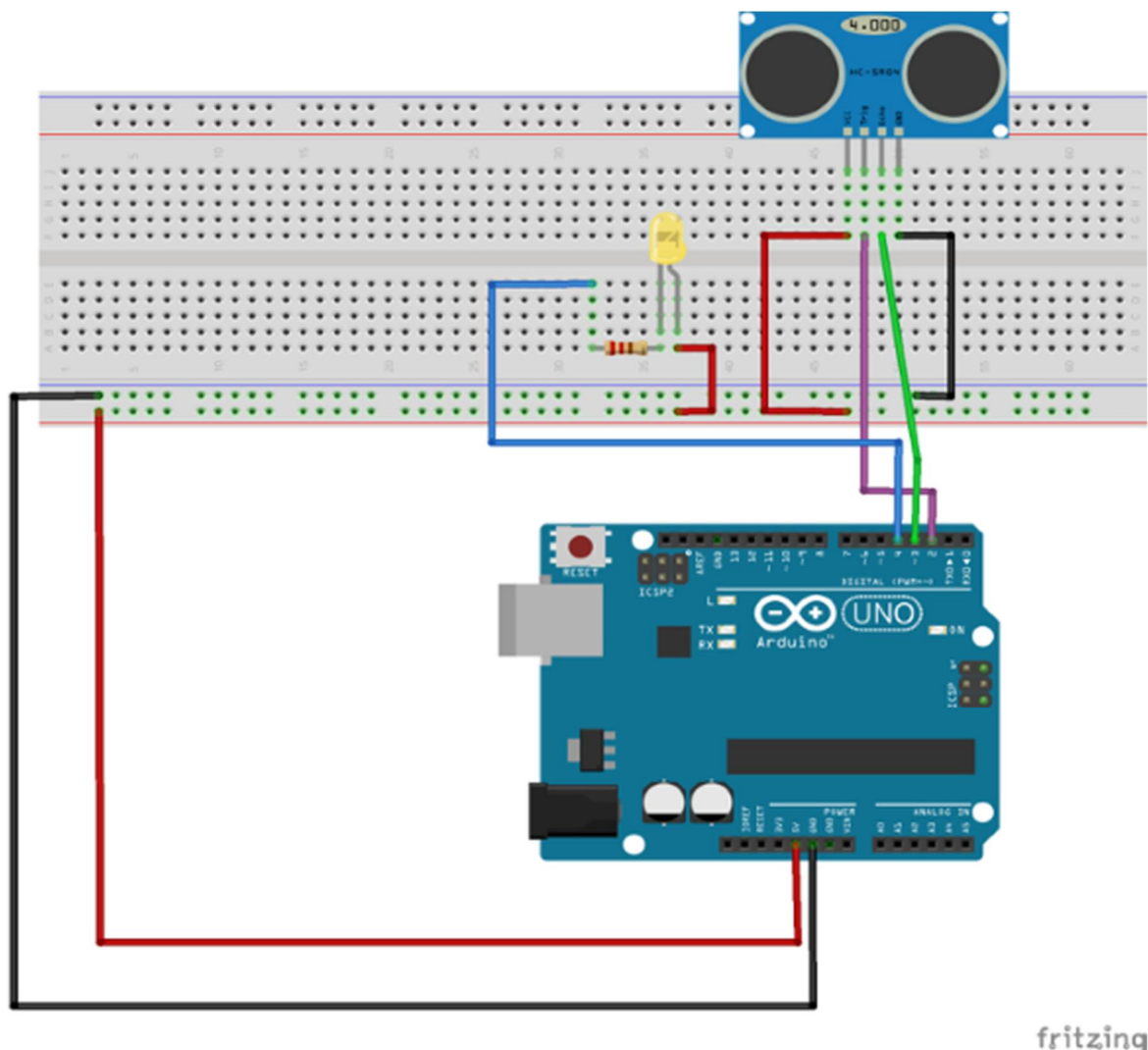
4 개의핀을 사용하여 첫 번째 핀은 Vcc 에 관한 핀이고, 두 번째 핀은 Trigger 핀, 세 번째 핀은 Echo 핀, 네 번째 핀은 GND 핀이다. Vcc 와 GND 는 DataSheet 에 따라 5V 와 아두이노 우노 보드의 GND 포트에 연결하였으며 Trigger 는 초음파센서를 동작하기 위한 핀이다.

초음파는 음파를 이용하여 거리를 측정하는 방식인데 음파는 공기중에서는 보통 340m/s 이다. Trigger 에 의해 센서에서 음파가 발생하여 앞에 있는 물체와 부딪혀 반사되어 다시 센서로 음파가 돌아갈 때까지의 시간을 측정하여 거리를 계산한다. 따라서 거리계산 공식은 다음과 같다.

$$\text{센서와의 거리(cm)} = (\text{음파도착시간} - \text{음파출발시간}) * 340 * 2 / 10000$$

초음파에서 Trigger 핀에서 펄스가 발생하면 음파가 발생하고 음파가 발생하면서 Echo 핀이 High 상태가 된다. 이후 음파가 도착하면 Echo 핀이 LOW 상태가 된다. 따라서 Echo 핀이 HIGH 상태일 때가 측정된 시간이기 때문에 이 시간에서 위의 공식을 사용하여 계산하면 센서와의 거리 값이 cm 단위로 측정된다.

회로도는 다음과 같다.



소스 코드는 아래와 같다.

```
#define Trig 2
#define Echo 3
#define LED 4

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Trig,OUTPUT); // 센서 Trig 핀
  pinMode(Echo,INPUT); // 센서 Echo 핀
  pinMode(LED,OUTPUT);
  digitalWrite(LED,HIGH);
}
void loop()
{
  long duration, cm;

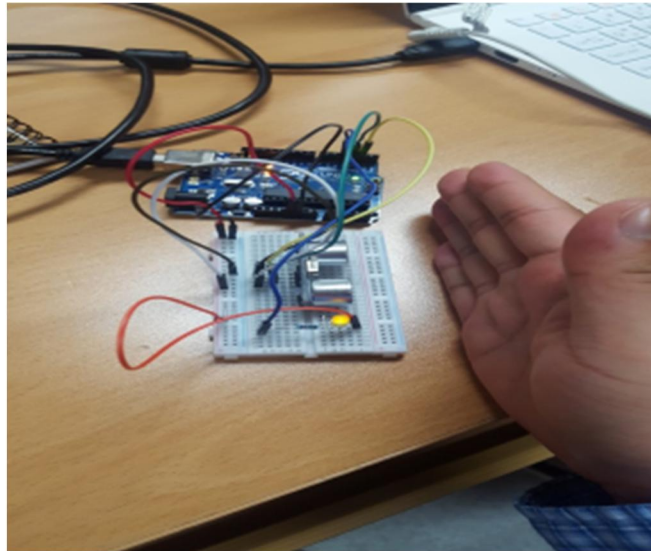
  digitalWrite(Trig,HIGH); // 센서에 Trig 신호 입력
  delayMicroseconds(10); // 10us 정도 유지
  digitalWrite(Trig,LOW); // Trig 신호 off

  duration = pulseIn(Echo,HIGH); // Echo pin: HIGH->Low 간격을 측정
  cm = microsecondsToCentimeters(duration); // 거리(cm)로 변환

  Serial.print(cm);
  Serial.print("cm");
  Serial.println();
  if (cm<7)
    digitalWrite(LED,LOW);
  else
    digitalWrite(LED,HIGH);
  delay(300);
}
```

```
if (cm<7)
digitalWrite(LED,LOW);
else
digitalWrite(LED,HIGH);
```

위 코드를 보면 거리가 측정이 된 후에 조건문을 만나게 되는데,  
물체와의 거리가 일정거리 이하(7cm)이면  
LED 에 불이 들어오는 동작을 추가하였고, LED 는 풀업 방식을 사용하여 전력 소모를 줄였다.



위 사진은 동작하였을 때 LED 에 불이 들어오는 사진이다.  
이 동작을 수행함으로써 앞으로 일정 거리 안으로 물체가 감지되면 서보 모터가 움직이는 동작을 할 수 있게끔 한다.

2018.6.1

목표: 초음파 센서를 이용하여 일정 범위 안으로 들어오면 서보모터가 돌아가는 동작 수행

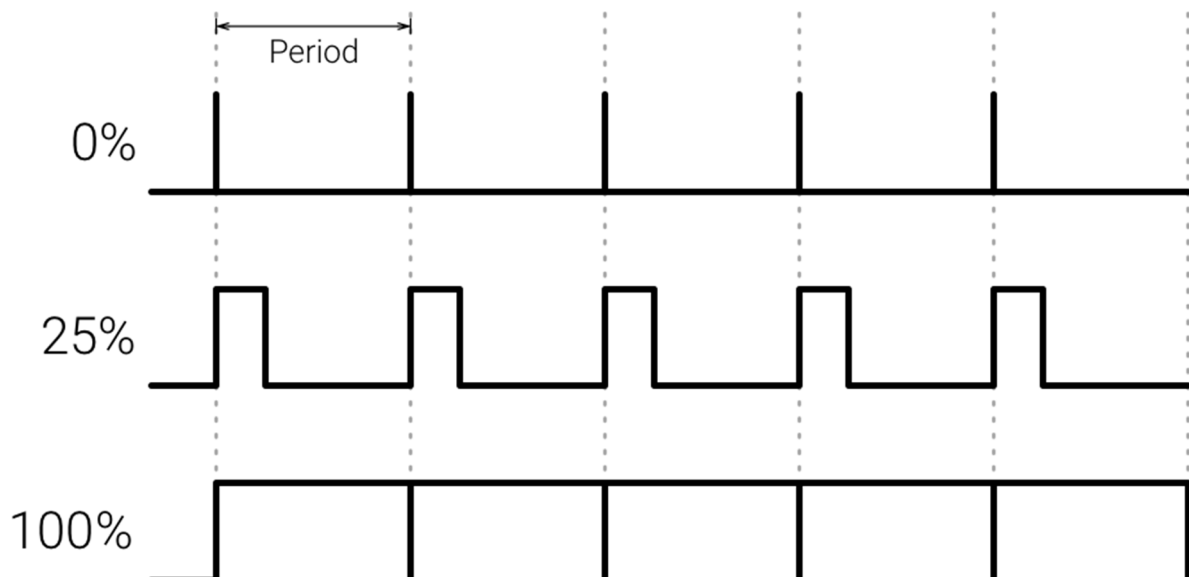
이론:



←서보 모터(HS-311)

서보 모터에는 Analog 와 Digital Servo motor 로 나뉜다. Analog Servo motor 의 경우에는 전류가 흐르는 양에 따라 motor 의 각을 조절할 수 있다. 하지만 각을 조금 변경하고 싶다면 전류를 적게 흘려야 하는데 그렇게 되면 motor 구동력에도 영향을 미치게 되어 특정 각 이상의 값이어야 제대로 수행할 수 있고, 전류가 계속해서 흘러야 하는 단점이 있다.

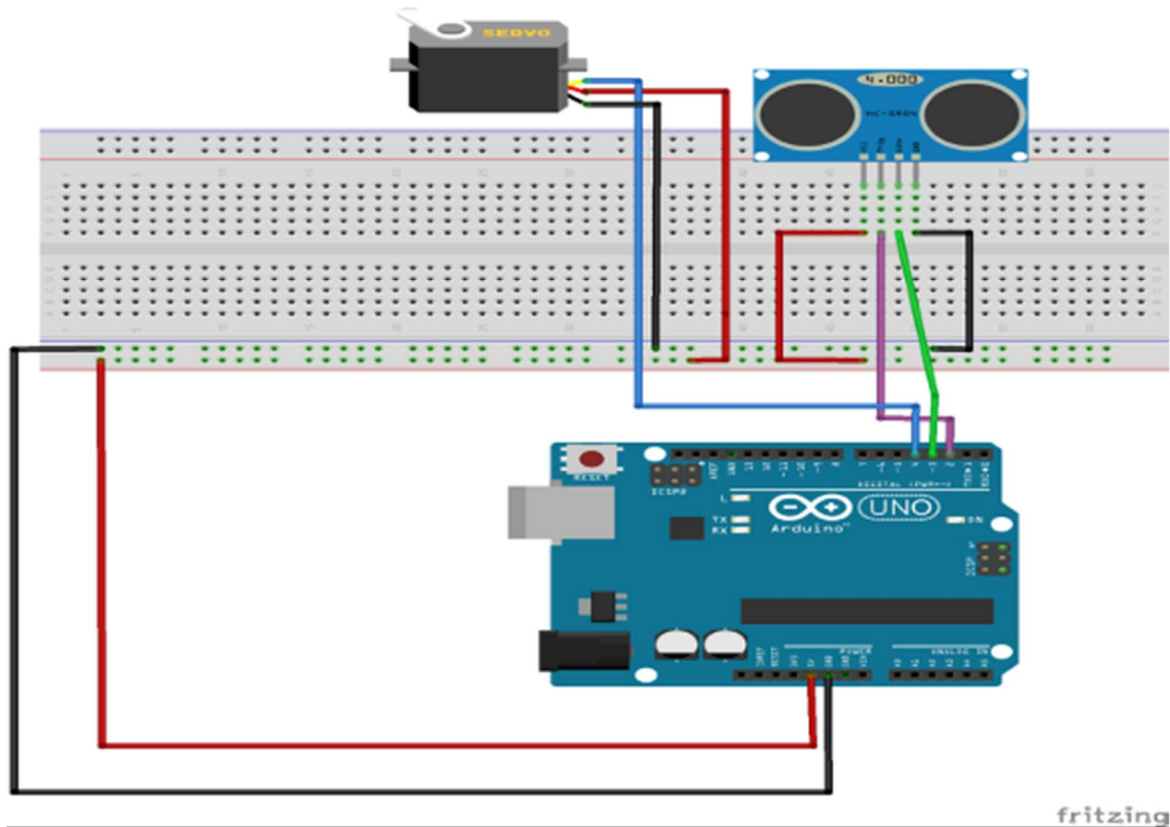
Digital Servo motor 의 경우에는 전류가 흐르는 시간을 조절하여 각을 조절한다. 여기에는 Pulse Width Modulation 의 원리가 적용이 되는데 약자로 PWM 방식이라고 한다.



위 그림은 PWM 에 따라 다른 크기를 나타내는 것이고, 여기에는 Duty Cycle 이라는 개념이 있다. Duty Cycle 이란 일정 반복되는 시간(주기)동안 High 또는 LOW 를 유지하는 시간의 비를 나타낸

것이다. Duty Cycle 은 백분율의 값으로 나타내기 때문에 위 그림에서 0%이면 LOW, 100%이면 HIGH 를 나타낸다. 작은 값의 각을 조절하는 데에 문제가 없지만 소비전력이 많이 발생한다는 단점이 있다. 이번 과제에서는 쓰레기통의 커버를 열어줄 수 있는 동력을 전달하는 Servo motor 를 동작하는 방법에 대해 공부하였다.

아래 그림은 아두이노와 초음파센서와 서보모터를 연결한 회로도이다.



이전의 실험에서 LED 를 이용하여 일정 거리 안으로 물체가 감지되면 불이 켜지게 하였는데 이것을 그대로 LED 대신 Servo motor 를 연결하였다. 소스 코드는 다음과 같다.



```

#define Trig 2
#define Echo 3
#define srv 4 //servo pin 번호
#include <Servo.h> // Servo 헤더파일을 선언한다.
Servo servo; //servo 구조체를 선언한다.
int angle=90; //servo 에서 사용할 angle 값을 전역 변수로 선언한다.

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(Trig,OUTPUT); // 센서 Trig 핀
    pinMode(Echo,INPUT); // 센서 Echo 핀
    servo.attach(srv); //pin 번호를 설정한다.
    servo.write(angle); //angle 을 설정한다.
}
void loop()
{
    long duration, cm;

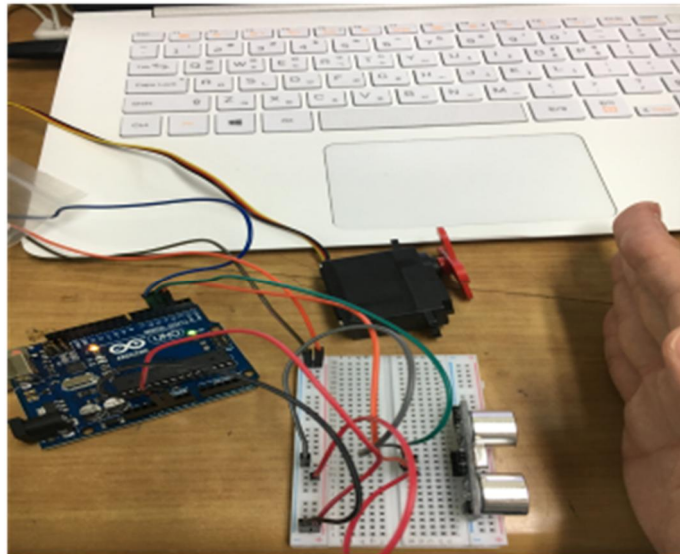
    digitalWrite(Trig,HIGH); // 센서에 Trig 신호 입력
    delayMicroseconds(10); // 10us 정도 유지
    digitalWrite(Trig,LOW); // Trig 신호 off

    duration = pulseIn(Echo,HIGH); // Echo pin: HIGH->Low 간격을 측정
    cm = microsecondsToCentimeters(duration); // 거리(cm)로 변환
    Serial.print(cm);
    Serial.print("cm");
    Serial.println();
    if (cm<7)
        servo.write(0); //servo 가 0 도로 움직인다.
    else
        servo.write(angle); //servo 가 angle 각도로 움직인다.
    delay(300); // 0.3 초 대기 후 다시 측정
}
long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
{
    return microseconds / 29 / 2;
}

```

```
if (cm<7)
  servo.write(0);
else
  servo.write(angle);
```

이전 실험과 바뀐 것은 **Servo** 에 대한 헤더 파일 추가와 조건문에서 실행하여야 할 명령문이다.



위 사진은 실제로 물체가 초음파 센서에 가까이 가져다 댔을 때 서보 모터가 돌아가는 동작을 보이는 사진이다. 이를 통해 앞으로는 쓰레기통에 적용할 수 있는 방법을 모색할 예정이다.

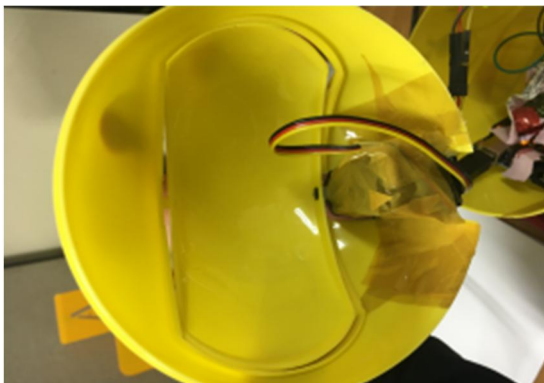
2018.6.8

목표: 초음파 센서와 서보모터를 쓰레기통에 부착하여 동작 수행



위 사진은 서보모터와 초음파센서를 활용하여 쓰레기통에 부착한 사진이다.

아래는 왼쪽 사진이 두개의 안쪽 사진, 오른쪽 사진이 쓰레기통 내부 사진이다.



추가적으로 조도 센서를 활용하여 LED ON/OFF 동작을 수행할 수 있게 추가하였다.

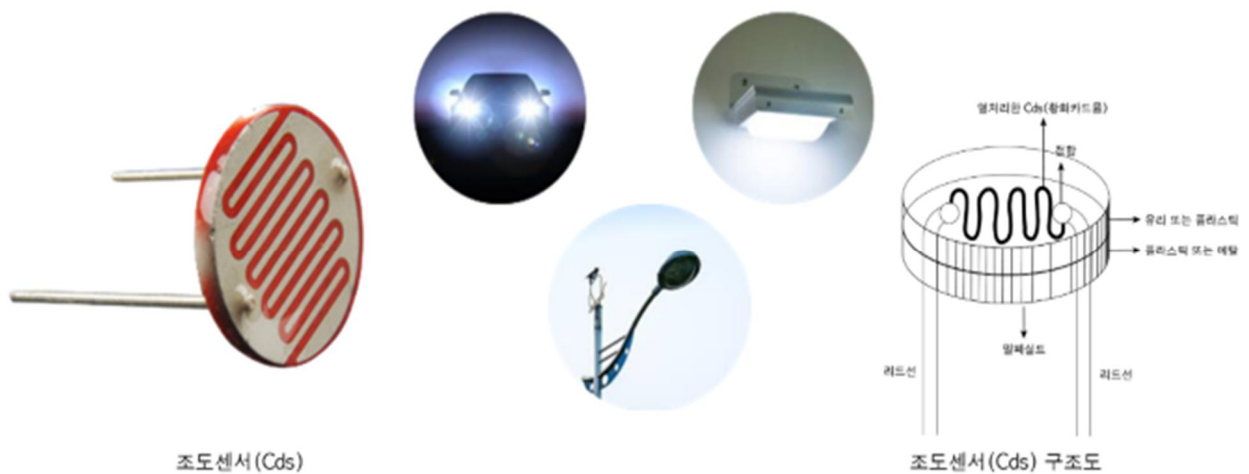
#### 조도센서란

조도센서 (Photo Resistor)는 주변의 밝기를 측정하는 센서이다.

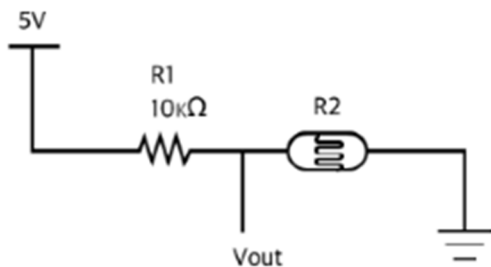
광에너지 (빛)를 받으면 내부에 움직이는 전자가 발생하여 전도율이 변하는 광전효과를 가지는 소자를 사용한다. 황화카드뮴을 (Cds)를 소자로 사용한 경우, CdS 센서라고 한다.

CdS 센서는 작고 저렴하기 때문에 가장 보편적으로 사용되고 있다.

어두워지면 자동으로 켜지는 가로등, 자동차의 헤드라이트, 밝기에 따라 변하는 핸드폰 화면 액정 등 실생활에서도 쉽게 찾아 볼 수 있다.



왼쪽그림은 cds 가 밝았을 때  $4.6k\Omega$ 을 나타내었고, 오른쪽 그림은 cds 가 어두웠을 때  $1.86M$  을 나타낸 그림이다. 밝기에 따라 cds 저항 값이 변화함을 확인하였고, 특성을 확인하면 다음과 같다.



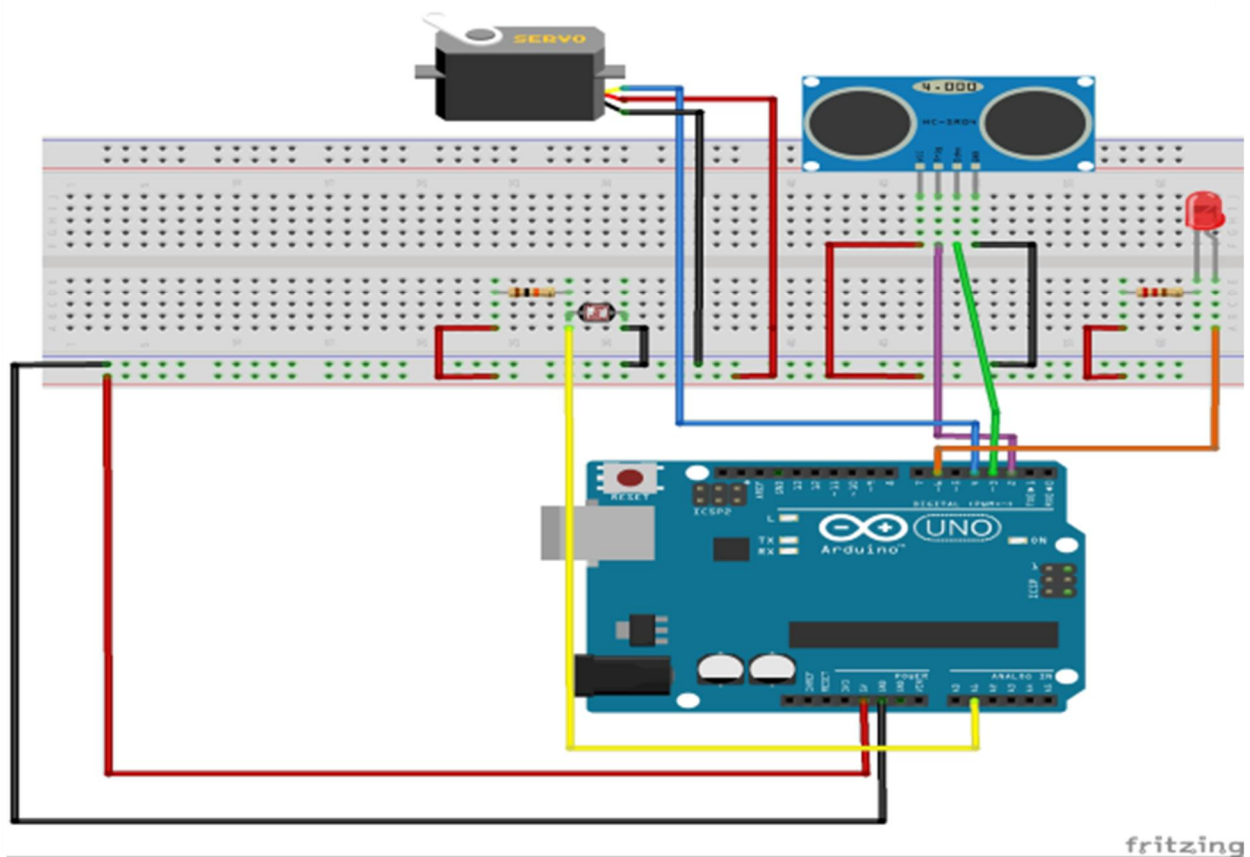
풀업 저항 사용



풀업 저항 사용시 밝기에 대한 측정 전압

위의 동작을 이용하여 쓰레기통에서 주변 환경이 어두워지면 LED 가 ON 이 되어 쓰레기통의 위치를 알 수 있게 하고,

주변 환경이 밝아지면 LED 가 OFF 가 되어 쓰레기통의 위치를 확인 할 필요 없는 동작을 추가하였다.



위의 그림은 조도 센서와 LED 를 추가하여 아두이노에 결선한 그림을 나타낸 것이다.

아래 그림은 관련된 소스 코드이다.

```
#define Trig 2
#define Echo 3
#define srv 4
#define LED 6

#include <Servo.h>
Servo servo;
int angle=200;
int cds=A1;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Trig,OUTPUT); // 센서 Trig 핀
  pinMode(Echo,INPUT); // 센서 Echo 핀
  servo.attach(srv);
  servo.write(angle);
  pinMode(LED,OUTPUT);
}
```

```

void loop()
{
    long duration, cm;
    int cdsValue=analogRead(cds);

    digitalWrite(Trig,HIGH); // 센서에 Trig 신호 입력
    delayMicroseconds(10); // 10us 정도 유지
    digitalWrite(Trig,LOW); // Trig 신호 off
    duration = pulseIn(Echo,HIGH); // Echo pin: HIGH->Low 간격을 측정
    cm = microsecondsToCentimeters(duration); // 거리(cm)로 변환
    //Serial.print(cm);
    //Serial.print("cm");
    Serial.print("cdsValue:");
    Serial.print(cdsValue);
    if (cm<7)
    {
        servo.write(0);
        delay(3000); //delay 를 준다.
    }
    else
        servo.write(angle);
    if(cdsValue>500)
        digitalWrite(LED,LOW);
    else
        digitalWrite(LED,HIGH);

    delay(300); // 0.3 초 대기 후 다시 측정
}

long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
{
    return microseconds / 29 / 2;
}

```



```
if(cdsValue>500)
digitalWrite(LED,LOW);
else
digitalWrite(LED,HIGH);
```

Cds 센서 값을 아날로그 값으로 받아와서 아날로그 값이 지정한 데이터 값(500) 이상이면 어두운 상황임을 간주하고, LED 에 불이 들어오는 조건문을 추가하였다  
아래 사진은 각각의 동작을 확인하는 상황이다.



(a) 물체(쓰레기)를 갖다 대었을 때



(b) 물체(쓰레기)를 갖다 대지 않았을 때



(c) cds 가 어두워 졌을 때



(d) cds 가 밝아졌을 때

최종적으로 관련된 소스코드와 자료들은

(<https://github.com/ParkJHyun/ElecE3>)에 추가해 놓았다.