

Version Ⅱ Upgrade notes

1. 정밀도 개선

센서	측정 방식	정밀도	측정 범위
HC-SR04	초음파	±3mm	2-400cm
MaxBotix	초음파	±1cm	20-500cm
VL53L1X	ToF 레이저	수 mm	4-400cm
TFMini Plus	레이저	±1cm	30-1200cm
Sharp IR	적외선	±1.5cm	~150cm

표1. 아두이노 적용 가능 센서 종류

표1을 참고하면 기존에 사용하던 HC-SR04보다 mm단위로 정밀한 센서가 존재하지 않는다. 따라서 해당 센서 사용을 여전히 채택하되, 기술적으로 정밀도를 개선하기로 하였다.

초음파 센서의 원리에 의해 거리는 $distance_mm = (duration * 0.343) / 2.0$; 와 같이 음파가 송신부에서 출발해 수신부에 도착하는 시간에 음파 속도인 343m/s를 곱한 후 나누기 2를 통해 계산되어진다. 여기서 음파 속도 343m/s는 상온 20°C 기준이다. 우리가 측정하고자 하는 현장의 온도는 변수(parameter)로 온도가 1°C 오를 때마다 음파 속도는 약 0.6m/s 증가한다. 이에 따라 발생하는 문제점이 있는데,

예를 들어 실제 정확한 거리는 100mm에 온도는 25도로 가정한다면

거리 = $(578.034\text{us} \times 346\text{m/s}) / 2 = 100.0\text{ mm}$ 이와 같은 식으로 계산되지만,
같은 조건에 속도를 고정값 340 m/s로 계산했을 때는

거리 = $(578.034\text{us} \times 340\text{m/s}) / 2 = 98.2658\text{ mm}$ 와 같이 약 1.734mm에 해당되는 오차를 발생시킨다.

기존 코드는 속도를 340m/s 고정값으로 두고 사용했으나, 온도에 따라 증감하는 음파 속도에 의해 오차범위가 상당히 치명적이라 판단되어 DHT-11 온습도 센서로부터 읽어들인 온도 데이터를 바탕으로 실시간으로 음파 속도 또한 수정된 값으로 거리를 측정하는 방향으로 개선되어야 한다.

2. 측정 시간 단위 변경

기존의 측정 시간 단위는 ‘매 1시간 → 매 5분’으로 변경되었었다. 해당 방식이 ‘매 1초’로 상당히 단축됨에 따라 측정 오차가 크게 발생할 수 있음으로 판단된다. 따라서 1초 단위가 아닌 0.1초 단위로 거리를 측정하고 1초 동안 측정된 10개의 데이터를 평균치로 계산한 거리값을 사용하기로 한다. 해당 방법 채택 시, 가끔씩 거리가 0.3mm이상씩 튀는 경우를 방지할 수 있다.

단점: 측정 시간이 며칠 단위로 장시간 걸어질 경우 전력 소모량이 기존 대비 수십 배 증가하기 때문에, 기존에 사용하던 배터리 용량으로는 1달 단위로 측정할 수 없게 된다.

3. 현장 설치 시 주의사항

정밀도 테스트 실험 결과 측정 장치의 아주 약간의 비틀림 모먼트에도 거리값은 상당히 넓은 폭으로 변화한다. (초음파 센서 특성상 직선 거리가 민감하게 변화함) 따라서 현장에 장치 설치 시 수직/평행이 완벽히 일치할 수 있도록 설치할 수 있는 방법을 생각해볼 필요가 있다.

(해당 항목은 비틀림 모먼트에 의거 큰 오차를 발생시킬 수 있다를 의미하는 바가 아닌, 설치 시 장치와 기준판이 일직선상에 있지 않는 상태로 데이터 수집 시 오차가 발생할 수 있음을 의미한다.)