

Arduino project – Sonar Ranging

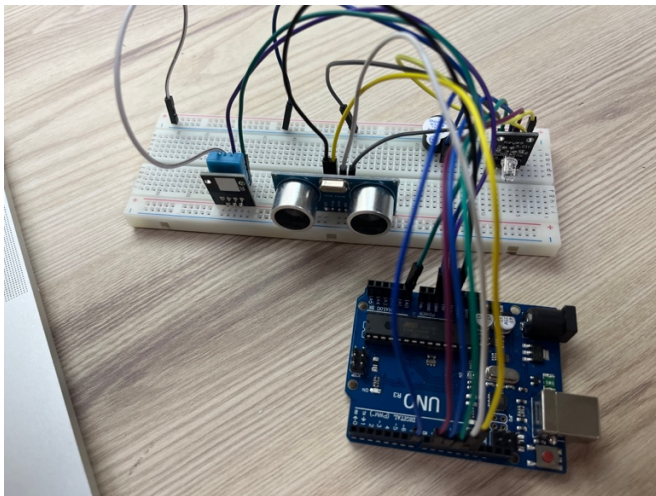
物理系二年級甲班 林英豪 41041118S

2022 年 11 月 23 日修訂

[摘要]: 我們利用 Arduino 的聲波測距儀、溫濕度感應器、RGB LED 光源、蜂鳴器進行測距以及日常生活應用。首先採以聲波反射的方式進行距離判定，而聲波的聲速與溫度有關，故以溫濕度感應器進行溫度取值，接著設計當距離小於某些特定數值時，RGB 的燈光由綠、黃、3 紅依序呈現，表示距離越近，此外蜂鳴器的發聲頻率也隨之增加。在日常生活中的對照應用為倒車雷達以及聲納探測器，此實驗設計理念為將所學的知識應用在日常生活中的案例。

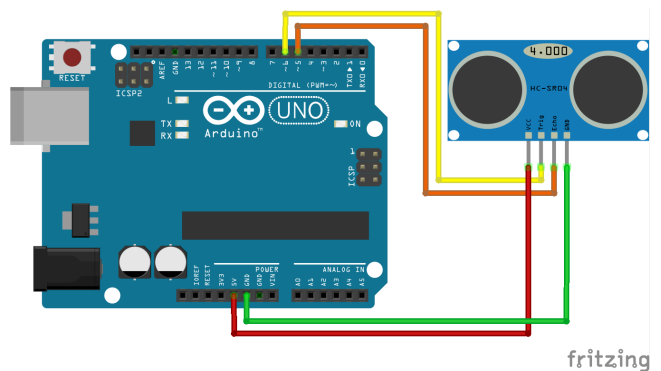
I. 實驗目的

藉由實驗的實作增進自己對於 Arduino 操作以及應用，並且採以聲波反射的方式測距以及自我設計出類日常生活中的倒車雷達與聲納探測來加深自己的理論與實作的能力。此外，可以從中學習如何編寫程式碼與串接電路的方法。



II. 實驗設計

首先我們先如下圖進行聲波探測器的組裝與電路串接，再來撰寫程式碼進行取值：



<示意圖一>

組裝完畢之後，我們發現取值誤差約為 +2.0 cm，故在撰寫代碼時，自行扣除 2.0 公分數值以取得精確數值。(如下方代碼)

```
void loop() {  
  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
    delayMicroseconds(2);  
    digitalWrite(trigPin, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
  
    cm = pulseIn(echoPin, HIGH) / temperature / 2.00 - 2;  
  
}
```

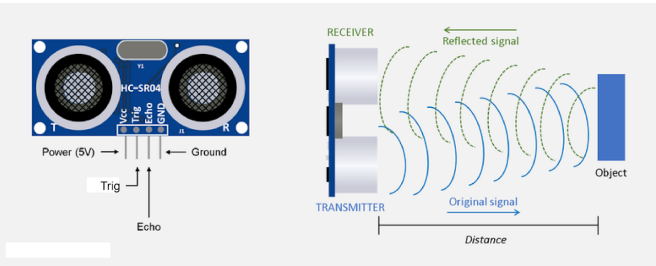
<代碼圖一>

首先我們先輸入高、低電位後，再來進行探測取值，接著我們將回波時間轉換為距離，其單位為公分。而我們所應用到的物理理論為：

$$t = 2 \left(\frac{x}{v} \right) = 2 \left(\frac{x}{331 + 0.6T} \right)$$

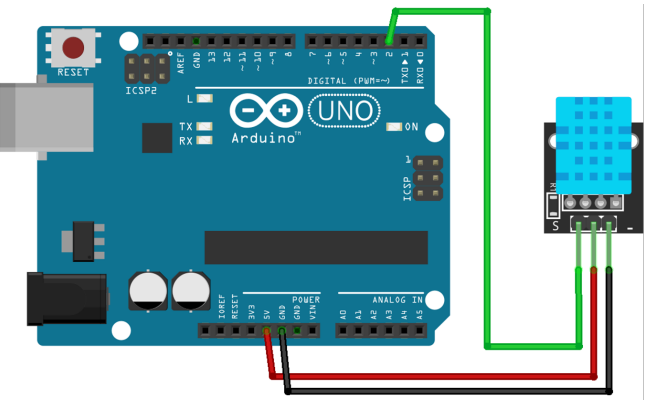
其中 x 為實際距離， v 為當下聲速，而 T 為環境溫度 ($^{\circ}\text{C}$)。

而其套件應用原理如下：



<示意圖二>

此外上方所取得的溫度 temperature 為濕熱度感應器所取得的數值。首先先依據下方電路圖進行拼裝。



<示意圖三>

接著撰寫程式碼取得環境溫度（如下圖）

```
void setup() {  
  // 感應溫度  
  int err = SimpleDHTerrSuccess;  
  Serial.println("=====");  
  if ((err = dht11.read(pinDHT11, &temperature, &humidity, NULL)) != SimpleDHTerrSuccess) {  
    Serial.print("Read DHT11 failed, err="); Serial.println(err); delay(1000);  
    return;  
  }  
  Serial.print("Humidity = ");  
  Serial.print((int)humidity);  
  Serial.print("% , ");  
  Serial.print("Temperature = ");  
  Serial.print((int)temperature);  
  Serial.println("C ");  
}
```

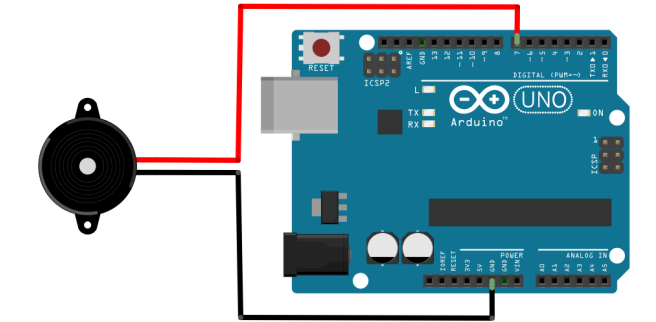
<代碼圖二>

我們引入 SimpleDHT.h 的函式庫，接著應用濕

熱度感應器進行溫度取值，若取值發生錯誤時，直接中止代碼運作，而我們在實驗室當下的溫度為 25°C ，而在宿舍實作時，環境溫度為 27°C ，故當時設計實驗時有考慮到環境溫度影響而增加此套件的應用，可以使實驗數據的可行性與應用彈性更加完善。

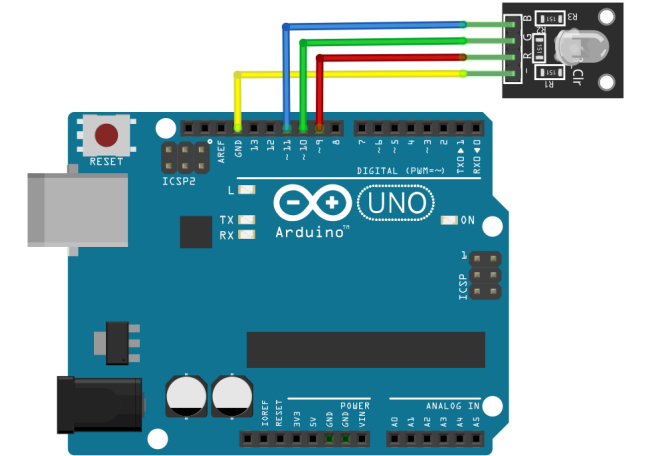
接著我們利用 RGB LED 燈以及蜂鳴器來模擬日常生活中的倒車雷達與警示燈，兩者皆與前面所述的聲波探測所得到的距離數據有關，隨著距離越接近，蜂鳴器與 LED 的呈現與發聲頻率也越加快速。

其中的蜂鳴器電路圖如下：



<示意圖四>

RGB LED 光源電路圖為：



<示意圖五>

而我們的設計為當距離越近時，燈光由綠、黃、紅逐漸轉換，並且蜂鳴器的週期由 1.8s、1.0s、0.5s 漸減，以表示其警示等級越高，如下方（部分）代碼：

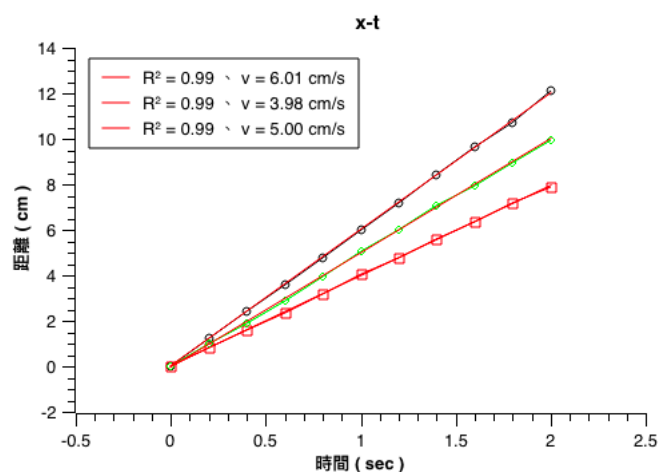
```
if(cm<=2.5){
    set("Red",500);
}
else if(cm<=7.5){
    set("Yellow",1000);
}
else{
    set("Green",1800);
}

void set(String color, int cf){
    if(color == "Red"){
        analogWrite(Red,255);
        analogWrite(Green,0);
        analogWrite(Blue,0);
        digitalWrite(7,HIGH);
        delay(cf/2);
        digitalWrite(7,LOW);
        delay(cf);
    }
}
```

<代碼圖三>

IV. 實驗數據

為了驗證實驗設備的測值穩定性，我們以不同的等速移動來進行數值取值，下方是我們所得到的數據。（以每 0.2 秒進行一次取值）

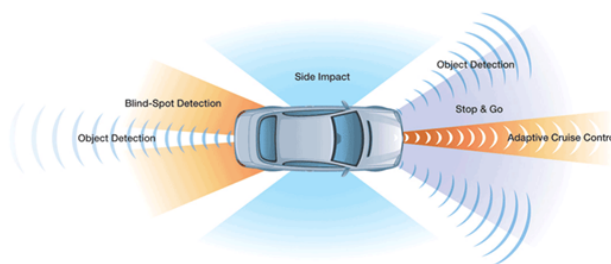


在實驗中，我們可以發現其在三個不同等速運動下的取值穩定性皆非常值得信賴，數據如下表呈現即可得知：

時間	數據一	數據二	數據三
0	0	0	0
0.2	1.22	0.8	1
0.4	2.4	1.6	1.9
0.6	3.57	2.35	2.9
0.8	4.75	3.15	3.95
1	6	4.05	5.05
1.2	7.2	4.75	6
1.4	8.44	5.6	7.05
1.6	9.63	6.37	7.95
1.8	10.7	7.2	8.94
2	12.1	7.9	9.94

IV. 實驗結論

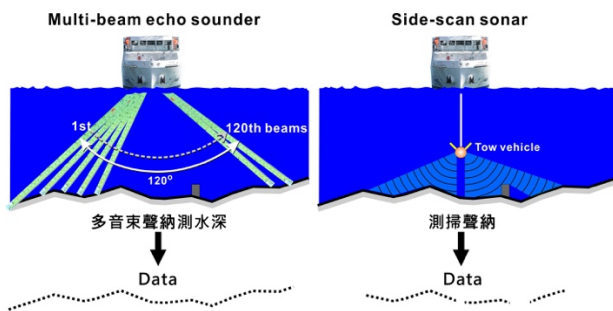
在日常生活中，我們可以將其應用在車體上，如周遭是否有人、車靠近，當距離在一定範圍內，則觸發蜂鳴器警示，可以有效減少不必要的意外，此外在現今的倒車系統中也有此應用存在。



<示意圖六>

在環境地形探勘、船隻、飛機遺骸的尋找、魚群捕獵等等從事行為中，聲納應用（反射）也是其最主要的應用原理，雖簡單的聲學理論，在我們日常生活中也有極大的影響力存在，如何有效的將所學發揮在造福人類，那科學就不再只是紙上談兵之事。

<示意圖七>



參考資料

1. 超聲波距離感測器 HC-SR04 (ites.google.com/view/rayarduino/超音波距離感測器)
2. Arduino 教學：超音波測距模組 (<https://hackmd.io/@yizhewang/rJLTguOEN>)
3. DHT11 溫度與溼度感測器應用 (<https://shop.mirotek.com.tw/arduino/start/arduino-start-13/>)
4. Arduino : RGB LED 燈全彩模組 (<https://blog.jmaker.com.tw/rgb-led/>)
5. Arduino : 蜂鳴器 (<https://blog.jmaker.com.tw/arduino-buzzer/>)
6. 完整程式碼： <https://github.com/sc1314520/sonar-ranging/blob/main/ultrasound.ino>