

NTUEE ESLabs, Spring 2020

Final Project Report

B06502141 丁冠廷

B06901045 曹林熹

B06901188 李宗倫

- 實作主題：社交距離感測器 - Social Distance Machine



- 實作內容

- 一、實作目的：

近年來各國飽受新冠肺炎(COVID-19)的摧殘，由於病毒的傳染力十分地強，因此政府規定在室外距離人與人之間要保持在 1.5 m 距離、室內保持 1 m 距離。為了防範彼此的距離不要低於社交距離限制，我們建構出此 "社交距離感測器" 讓人們更能夠掌握彼此的空間距離，遠離受到病毒的傳染。

二、實作原理：

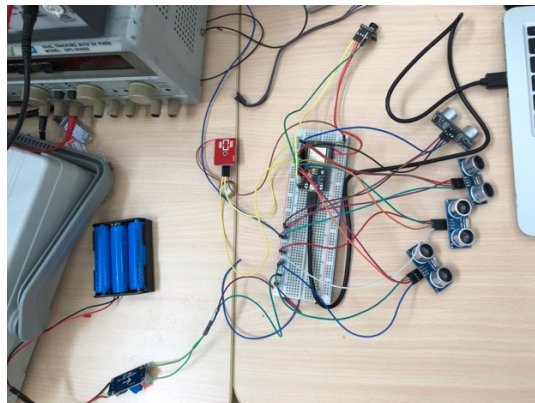
藉由超音波感測器偵測規範距離內是否有物品，並且用雷射筆經由鏡面反射至地面，在地面畫出以自己為圓心、半徑為 1.5 m 的社交距離光圈。最後安裝紅外線熱像儀判斷偵測到物品的溫度是否為活體，若滿足 "進入光圈"與"判斷為活體"這兩個條件，蜂鳴器將會發出警示警報。

三、實作材料：

1. 電腦風扇*1
2. 雷射筆*1
3. 樂高積木
4. 電池組*1、變壓器*1（提供穩定 5V 電源）
5. 超音波感測器*4
6. 熱電堆感測器*1
7. Arduino ESP32 開發板*2
8. 蜂鳴器*1
9. PVC 管*1、皮帶*1
10. 麵包板*1
11. 束帶若干
12. 杜邦頭與電線若干
13. 鏡子*1
14. 蛇管*1
15. MOSFET(IRF540N)*2

四、實作步驟：

1. 超音波感測器



- 作法

這次實作的社交距離感測器，使用到了四顆超音波感測器，分別進行前後左右四個方向的超音波偵測，來對於接近的物體進行第一步的判斷，在考慮了紅外線、雷射等等其他方式後，超音波感測是最簡單也最快速的一種偵測物體方式。

- 判斷方式

在實作時，一開始的目標設定在 1.5m 內的物體皆需被回報進入社交距離，開啟蜂鳴器進行警報，但在經過下面提及的困難之後我們實作的程式碼之中，使用 50cm 為一個基準，進行最終的超音波偵測標準。

- 實作困難及解決辦法

- i. 偵測範圍完整性

因為在我們的 Final project 製作出來的算是 prototype 版本，所以使用到的超音波感測器只有四顆，實際上來講範圍小於 360 度，並無法確切的涵蓋人的四周。

而在這方面我們經過多次的實驗，將標準調至 50cm，讓原本的誤差範圍不會因距離的因素而變大，可以想像成一個圓若圓周半徑變小，相同角度的弧長也會縮小，使得我們的偵測範圍較完整一些。

- ii. 偵測準確性

Arduino 的超音波感測器在實作上的準確度，會因為周遭環境的不同而產生誤差，最明顯的例子為當我們在測試時，不同的超音波感測器朝向相近的角度發射訊號，則在接收時會產生非常大的誤差，可能為一號感測器接受到二號感測器發射的訊號。

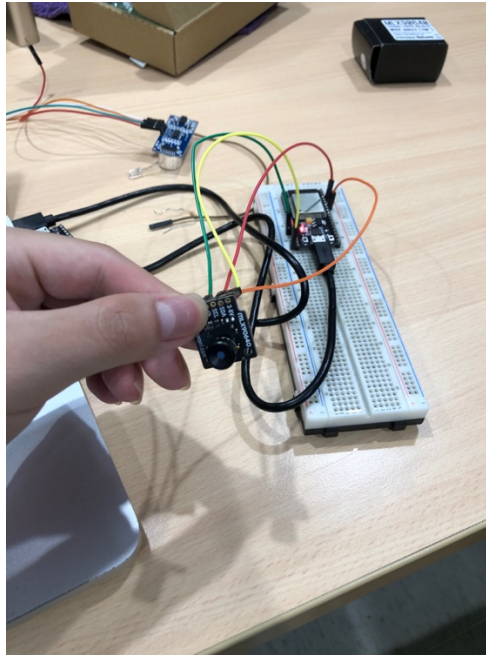
因此我們才先考慮使用四顆超音波感測器作為 Final Project 的原型，這樣一來，我們至少能確定訊號之間不會受到不同顆超音波感測器發訊的干擾，可以偵測到那個方向過來的物體。

而除此之外，在判斷物體時，我們也要確保這個物體是人，才進行下一步的蜂鳴器響等警示，因此在下一步我們加上了熱像儀感測器來進行雙重判斷。

iii. 經費評估

而在經費考量之下，四顆感測器也是我們組別可花費的極限，所以在綜合考量之下做出以上超音波感測器的實作。

2. 熱電堆感測器



● 作法

我們使用 MLX90640 的熱成像感測器作為偵測熱來源的方式，而這一顆感測器的原理為藉由紅外線及溫度感測器作為讀取外界資料的媒介，將讀取到的資料轉換成 SDA, SCL 兩項串列時及串列資料，以判斷外界的溫度。

● 判斷方式

這一顆熱電堆感測器維陣列式的，總共有 32x24 個像素，這些像素可以代表不同區域所偵測到的溫度資料，而在我們實作中，我們以大區塊的偵測區域來判斷拆成 3x3 的區域，作為我們社交距離感測器的原型。

在判斷上面設定 28~31 度為有人體接近的標準，因感測器實際上跟人體還是有 50 公分左右的距離，所以在重複實驗後，以這個標準做為我們最後的版本。

- 實作困難及解決辦法

- i. 距離對於準確率的影響

在這個部分，我們測試了 25,50,75,100 公分等四種距離對於熱電堆感測器的敏銳度，距離與感測結果約成平方反比關係，加上以上超音波感測距離修正為 50 公分的情況下，我們最後也選擇了 50 公分作為溫度的測距範圍。

- ii. 偵測範圍完整性

我們選擇的熱電堆感測器在偵測範圍上，只有 210 度的空間，並無法涵蓋人的四周。

在綜合考量經費的情況之下，我們想過加上旋轉的功能來增加熱像感測的完整性，但這樣的方法要結合我們的機構來調整，並且要考慮人體的高度來安排適當的位置，所以其實蠻本末倒置的。

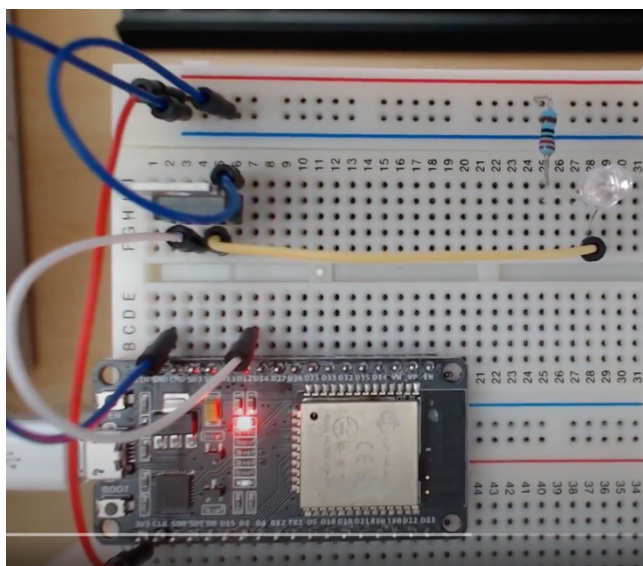
最後選擇先將此感測器安裝在前側或是後側，以後側來說，因人無法注意到自身後方的物體，所以安裝在這個方向有助於這項功能的發揮。

- iii. 經費評估

因為一顆熱電堆感測器要 2800 元，在經費考量之下最後只能用一顆來實作，且若要進階使用電腦視覺的方法，攝像頭一顆要價更高，因此綜合考量之下使用了這顆可涵蓋 210 度範圍的感測器。

3. 利用開發板結合 MOSFET 控制電器開關

- a. 利用 N-type MOSFET 作為開關，將 source 接到 Ground，drain 接到所要控制的電器負極（電器正極接到 5V 電源），gate 接到開發板某一 pin，最後再將開發板上的 GND 接到 Ground。
- b. 只要在 code 中設定條件將接到 gate 的 pin 腳設為 HIGH/LOW，即可用外部電源（此處為 5V）供電，再利用開發板控制其開/關。



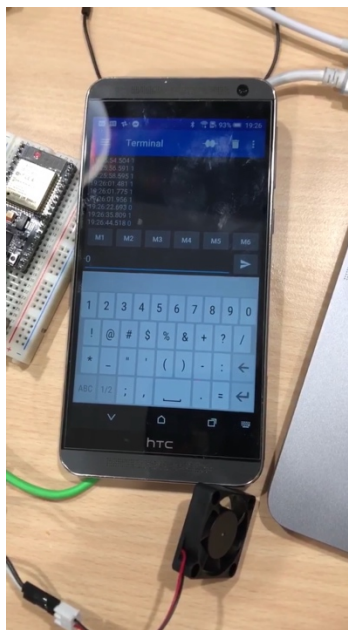
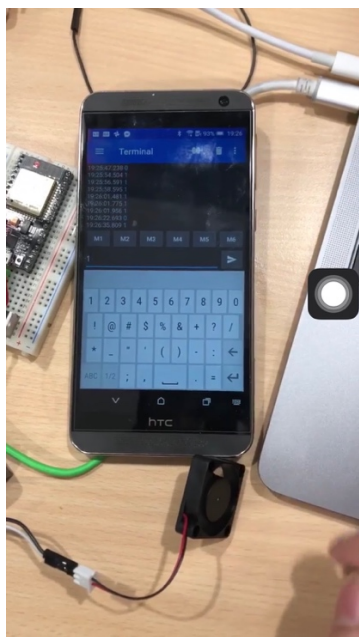
上圖為示意圖，LED 為欲控制電器

4. 藍芽控制

- a. 利用 ESP32 支援藍牙傳輸的特性，實現 Android 手機對電器的操控。
- b. 下圖是 load 進開發板的部分程式碼，SerialBT 代表的是手機，所以此處會先將手機傳來的訊息存進 data1 這個變數。這裡設定的是如果手機傳來 '1'，就將該 pin 腳設為 HIGH；如果傳來的是 '0'，那就將該 pin 腳設為 LOW。

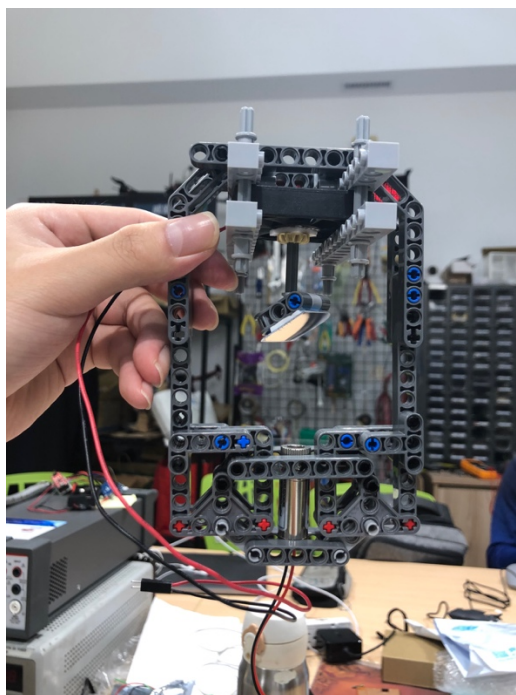
```
if (SerialBT.available()) {
    data1 = SerialBT.read();
    Serial.write(data1);
    if(data1 == '1')
    {
        digitalWrite(fanPin, HIGH);
    }
    else if(data1 == '0')
    {
        digitalWrite(fanPin, LOW);
    }
}
```

- c. 將上述的 pin 腳設定為與 MOSFET 的 gate 相接的 pin，即可結合 MOSFET 來利用藍牙控制電器開/關。



上圖為藍芽控制風扇的實測結果，輸入1即可讓風扇轉動，輸入0風扇將會停止轉動。

5. 主架構設計



● 設計概念

我們所實作的社交距離感測器最重要的功能，就是在人的周圍，畫出半徑 1.5 公尺實為社交距離的光圈，主要的概念是讓雷射光

打到安裝在旋轉中風扇上的鏡子，讓雷射藉由一次反射的概念，打到地上形成社交距離光圈。

而在主架構設計上，我們有兩大元素：樂高以及 pvc 管，這兩項都是生活中唾手可得的元素，我們用樂高當作安裝風扇以及雷射筆的主體架構，pvc 管則為支撐以上的架構到頭頂上方，使得雷射光可以在適當的角度反射到地板上。

● 實作困難及解決辦法

i. 鏡面反射角度

在安裝鏡面的位置時，會受到反射角度、人體高度、架構設計等多個因素影響到雷射光是否能夠順利的打到地板上形成社交距離光圈。

我們嘗試了約五種方式來調整鏡面安裝的方法及機構的設計，從一開始單純使用樂高的零件來調整角度、使用泡棉膠加厚來為調角度、改變機構的長短來迎合反射角度到最後根據人體的高度來做最適當的微調，一步步都需要到非常精準，才有我們最後形成完美的光圈的結果。

ii. 雷射光強度

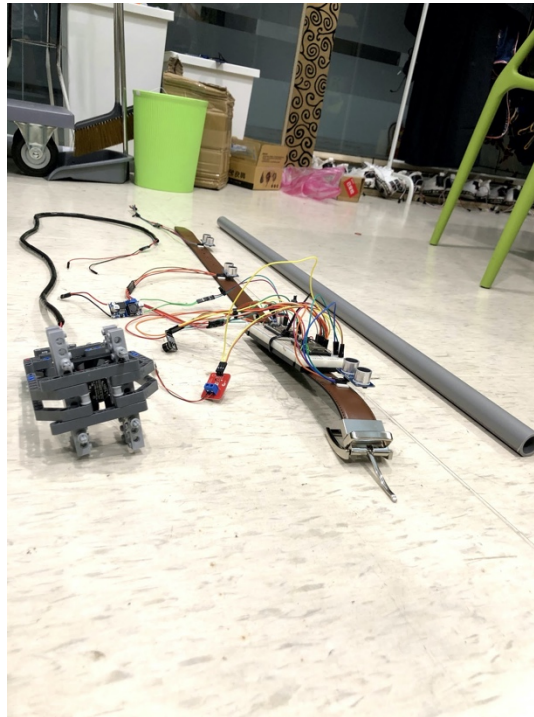
雷射光可說是社交距離光圈中最重要的角色，若其他感測裝置做得再好，看不到最重要的光圈也是徒然，而我們卻在這個地方遭遇不少瓶頸。

我們試了三種不同的雷射光，從一開始體積較小的模組，但強度過弱，換成強度強一些的 5mW 雷射筆，在經過反覆測試後還是覺得光強度不足以歷經一次反射，最後換成強度最高的指星筆，作為最後的選擇。

iii. 反射位置與人體關係

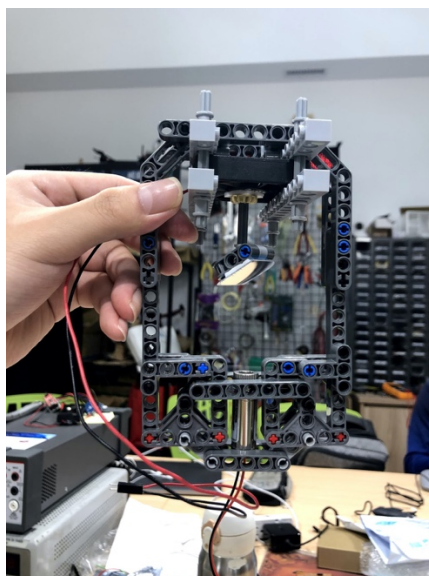
從影片中可以看到我們的雷射光在畫圓圈時，前面的部分因為水管不夠長的關係，會反射到人的頭上，使得前面的光圈缺失了一小部分，而這裡若能夠適當的將水管買長一點，加上鏡片反射角度的微調，能夠解決這樣的問題。

五、實作結果：



上圖是我們每個結構的照片，由左至右依序是：

1. 利用樂高將風扇、鏡面、雷射等裝置架構好，並在尾端利用蛇管包覆線材。
2. 將各式感測器及插在麵包板上的電路結構（含開發板）固定在皮帶上，讓人可以簡易裝備/卸下感測元件，且腰部也是感測器最佳的設置高度。
3. pvc 管，用以將最左側的樂高結構固定在身上，並將蛇管內線路穿過 pvc 管接到腰帶上的麵包板。



上方左圖是以樂高架起的風扇、鏡面、雷射等裝置，功用是畫出具警示用意的光圈。上方右圖則是皮帶裝置於身上後的樣子。



上方是完整裝備於身上後的樣子。

實測結果：將雷射光透過旋轉的鏡面（利用風扇轉動）可以在地面畫出一個社交距離的圓圈，並且藉由超音波感測器及熱感測器的偵測，在有人突破社交距離時將會啟動蜂鳴器發出警示聲響。此外，此裝置可以藉由 Android 手機以藍芽連接開發板控制開/關，在需要時可快速啟動。

來看看我們的 demo 影片吧！

<https://www.youtube.com/watch?v=Jc1GnV49VHo&fbclid=IwAR14qbhhPsTQc7LwLdP1SqIzaHzlJjB4NmgVseFMTvnN3iPVjBD3YVvk5bPg>

六、實驗討論：

因應這次疫情的嚴重性，在疫情妥善控管的台灣，我們或許感覺不到維持社交距離的重要性，但對於很多國家的人來說，社交距離可能是保命的重要舉措。藉由這次的實驗，我們希望喚醒人們對於社交距離，以及對防疫的重視，更希望這次實驗的結果經過改良，能夠真正幫助到那些較易受到疾病影響的年長者及免疫力較弱的族群，讓他們在必要性的外出時能夠保持社交距離，降低感染疾病的風險。

然而，因為我們這組對於嵌入式系統的實作的經驗較少，這次做出來的成品為一個概念的原型，若要實際應用還有許多部分可以改進，這是我們想到未來可以發展的方向：

1. 構想出一個更便於攜帶的裝置，並將線路整理、焊接起來，增加裝置的牢固性。
2. 試驗更多感測器，找到準確度更高、可靠性更高的感測裝置。
3. 構思是否可結合電腦視覺辨識人體，降低誤判其他物體的可能。

七、實驗心得：

這次的實驗對我們而言算是個令人印象深刻的作業，因為這次的實驗全部都是我們自己來摸索，從發想實驗主題、尋找器材設備、參考開源資料等等，都經過這次的歷練使得研究動機都增強許多。令人印象最深刻的事情是我們每次將裝置安裝在身上時都會受到矚目，因為造型實在是非常有趣，而且雷射光強度也很強，有時還會擔心不小心照射到同學眼睛，讓我們了解到實驗"謹慎度"的重要性。整體來說仍然是個難忘的經驗，讓我們在電機系有個成品出來。

八、參考資料：

1. 如何使用超音波感測器判斷距離
<https://www.wolfaiottw.com/%E8%B6%85%E9%9F%B3%E6%B3%A2%E6%B8%AC%E8%B7%9D%E6%8E%A7%E5%88%B6dc%E9%A6%AC%E9%81%94/>
2. 如何使用蜂鳴器搭配超音波感測器
<https://sites.google.com/site/zsgititit/home/arduino/arduino-shi-yong-feng-ming-qi-fa-chudo-re-mi>
3. 如何在 esp32 使用 MLX90640 熱像儀
<https://www.youtube.com/watch?v=k6qim96wB4k>
4. 社交距離機器概念裝置
<https://www.instructables.com/id/Social-Distance-Thing/>
5. ESP-NOW (讓 ESP32 開發板間能互傳訊息)
<https://randomnerdtutorials.com/esp-now-esp32-arduino-ide/>

6. 利用 Android 手機經由藍牙控制 ESP32 開發板的輸出
<https://randomnerdtutorials.com/esp32-bluetooth-classic-arduino-ide/>
7. MLX90640 documentation
<https://www.melexis.com/-/media/files/documents/datasheets/mlx90640-datasheet-melexis.pdf>

九、Github 程式碼連結

<https://github.com/tin0819tin/Social-Distance-Machine>