

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

智慧家居機器人

Intelligent Household Robot

學生 組長：林俊緯 11

組員：李俊毅 06

組員：林均威 10

組員：甄御承 33

指導老師：林家德老師

中華民國 107 年一月

臺北市立大安高工電子科

專題報告：

智慧家居機器人

學生：0404112 林俊緯 _____ (簽名)

0404106 李俊毅 _____ (簽名)

0404111 林均威 _____ (簽名)

0404135 甄御承 _____ (簽名)

期末專題報告合格，特予證明

指導老師：林家德老師 _____

科主任：黃建中主任 _____

中華民國 107 年 1 月

中文摘要

現今社會繁忙，大多數人忙於工作，沒有時間來打掃家中環境，因此掃地機器人的重要性日漸上升，目前市售的掃地機器人搭配有集塵設施的真空吸塵裝置，由機身內置的微處理器控制路徑行走，實行環境清潔的目的，多半以碰撞、超聲波、雷射及紅外線感測來執行避障的功能，本專題主要研究掃地機器人的行走路徑並加以改良，透過雷射感測器配合 Arduino 程式的撰寫，來達成最有效的路徑規劃。

本專題應用範圍廣泛，涵蓋了清潔功能、電路板製成技術、雷射感測功能及自動避障程式，經過為時半年的研究期間，讓本組的機器人能達成有效避障和行走路徑，能在距離障礙物的限定距離內轉彎，保護身不受障礙物的碰撞，但由於有諸多因素尚未考量到，無法達到最有效的路徑規劃，經過了專題研究，讓本組了解團隊合作及溝通的重要性，也認識許多電子元件和學習了相關知識的原理，獲益良多。

關鍵字： Arduino、掃地機器人、路徑規劃、雷射感測器

英文摘要

We are in a busy life today , most people are busy with working and don't have enough time to make their house clean . Therefore, the importance of sweeping robots is on the rise. On the market, sweeping robots are equipped with vacuum cleaners and dust collecting facilities, with the microcontroller insides the robot , we can make the great efficient of route planning , most of the robot use ultrasonic sensor , laser sensor and infrared sensor to perform obstacle avoidance , the main purpose of this topic is to study the route plan which can be the most efficient , with the laser sensor and Arduino program , we can make the robot achieve the most efficient route plan.

This topic includes a wide range of applications, covering the cleaning function, circuit board technology, laser sensing function and automatic obstacle avoidance program. After six months of research, our robot can successfully make the environment clean and take a efficient way to walk , it can turn within a limited distance from the obstacle to protect the robot from crashing obstacles, but due to many factors which have not been considered, it can not take the most efficient route to go . During the study , we understand that teamwork as well as communication are really important , we also learned lots of electronic components we didn't know before and learn the principles about how the robot work , we benefited a great deal .

Keywords : Arduino, sweeping robot, route planning, lazer sensor

目錄

中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
目錄.....	IV
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
壹、前言.....	1
一、 專題製作背景及目的.....	1
二、 專題製作方法、步驟與進度.....	2
三、 預期成果.....	3
貳、理論探討.....	4
參、實驗設計.....	11
伍、 結論與建議.....	18
一、 結論.....	18
二、 建議.....	18
參考文獻.....	19
附錄.....	20

表目錄

表 1	H 橋工作情況.....	6
表 2	設備清單.....	20
表 3	材料清單.....	21

圖目錄

圖 1 車身架構.....	2
圖 2 Arduino Uno 板	4
圖 3 TB6612 外觀	5
圖 4 TB6612 接腳圖	5
圖 5 H 橋工作原理.....	6
圖 6 VL53L0X 感測器外觀.....	7
圖 7 VL53L0X 工作原理俯視圖	8
圖 8 VL53L0X 工作示意圖	8
圖 9 180 光學編碼器馬達外觀.....	9
圖 10 CD4051 接腳對應圖	10
圖 11 CD4051 外觀圖	10
圖 12 感測器與距離之間的變化量.....	11
圖 13 連接情況.....	12
圖 14 感測器運作情形.....	16
圖 15 製作車體情形.....	17
圖 16 車體測試.....	17

壹、前言

一、 專題製作背景及目的

隨著人類生活的腳步越來越快，人們所擁有的時間也越來越少，大多數人將生活的重心著重於工作上，沒有多餘的時間維持居家的清潔，於是掃地機器人在近年來的發展日益蓬勃，在居家清潔的環節上，扮演著不可或缺的角色。

然而，掃地機器人的最終目標，是在短時間內，分析評估環境的情況，並且迅速地完成路徑規劃，執行最有效的清掃路徑及涵蓋率最為廣泛的清掃範圍，為了因應此趨勢，許多科技公司也開始著手研發功能強大的掃地機器人，讓人們能更輕鬆地維持環境清潔。

目的

使用 Arduino 程式配合雷射感測器，在有限的距離內轉彎達成避障，利用程式的撰寫和編碼器的使用，使機器人能行走最有效的路徑，配合吸塵器和集塵設施，機器人所到之處皆能被清理乾淨，達成居家環境清潔的功能。

二、 專題製作方法、步驟與進度

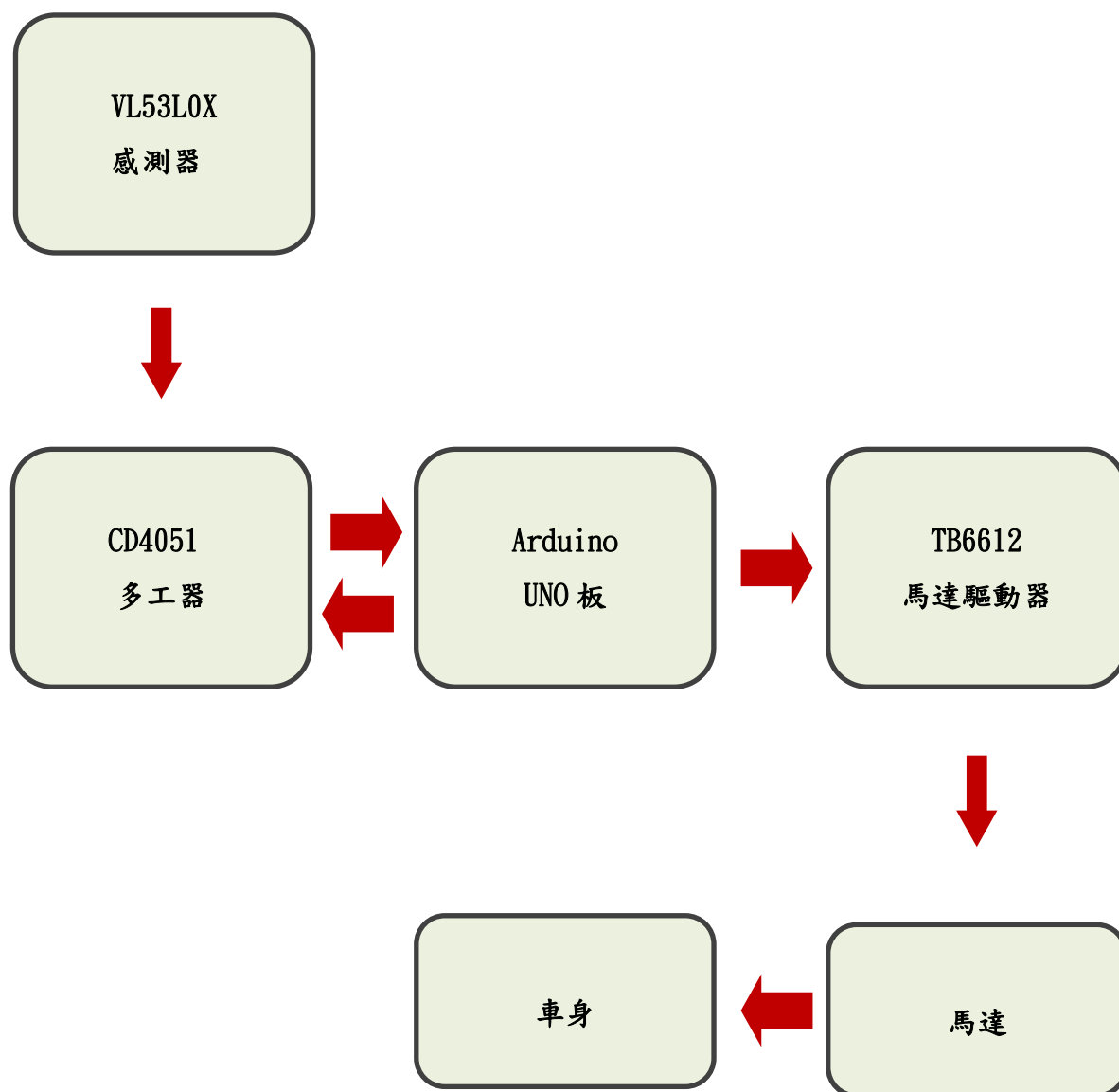


圖 1 車身架構

三、 預期成果

1. 利用雷射感測器，判斷前方是否有障礙物，再透過感測器所傳送值到 Arduino，讓 Arduino 能夠發送指令到馬達，使馬達做到後退或是轉彎的動作
2. 規律的路徑，遇障礙物則會另尋其他規律路徑
3. 在行徑過程中，能夠將它所經過的路徑清掃乾淨，達到居家智慧清潔的效果

貳、理論探討

一、Arduino Uno 板

Arduino Uno 是基於 ATmega328P (數據表) 的微控制器板。它具有 14 個數字輸入/輸出引腳 (其中 6 個可用作 PWM 輸出), 6 個模擬輸入, 16 MHz 石英晶體, USB 連接, 電源插孔, ICSP 插頭和重置按鈕。它包含了支持微控制器所需的一切。只需使用 USB 線將其連接到計算機, 或者使用 AC-to-DC 轉換器或電池為其開啟電源即可。

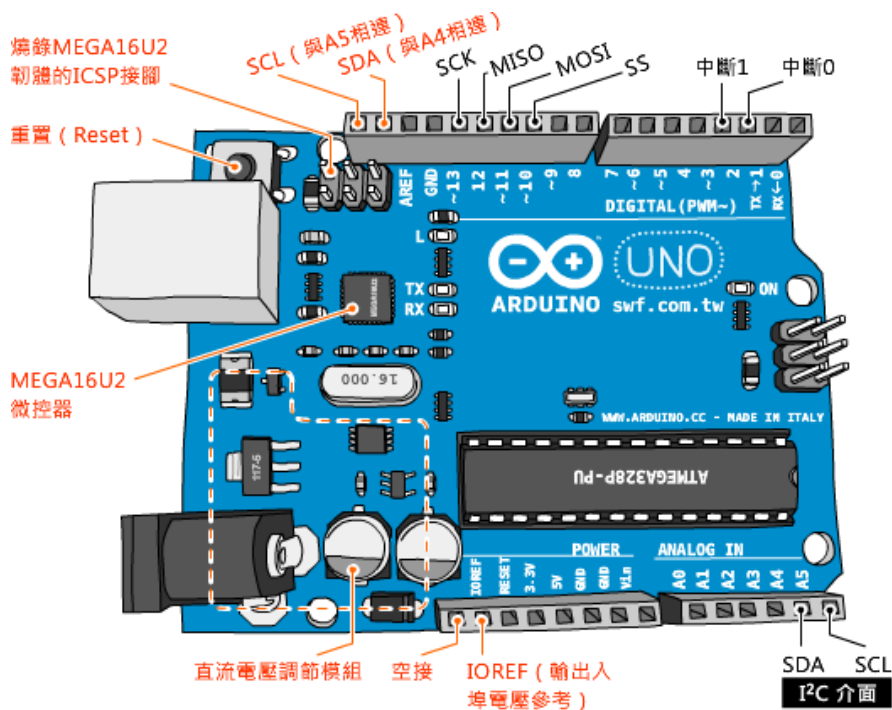


圖 2 Arduino Uno 板

(二)TB6612FNG 雙軸馬達驅動器

- 1、TB6612 每隻接腳最高輸出 1.2 A 的連續驅動電流。
- 2、啟動峰值電流達 2A/3.2 A(連續脈衝/單脈衝)。
- 3、提供 4 種馬達控制模式：正轉/反轉/急煞/停止。
- 4、PWM 支援頻率高達 100 KHz。
- 5、片內低壓檢測電路與熱停機保護電路。
- 6、工作溫度： $-20\sim 85^{\circ}\text{C}$;SSOP24 小型貼片封裝。

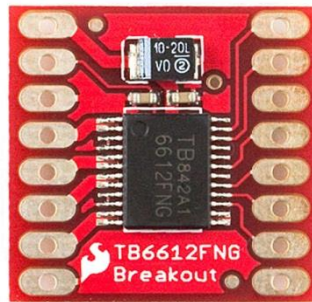


圖 3 TB6612 外觀

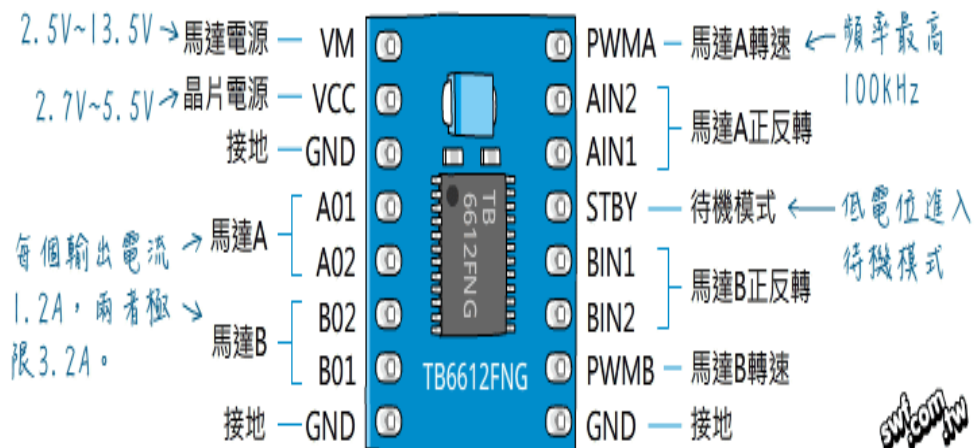


圖 4 TB6612 接腳圖

二、TB6612 主要電路結構----H 型電橋：

H 橋是利用 4 顆 BJT 的電晶體來動作，H 橋一共有 4 種模式供我們使用

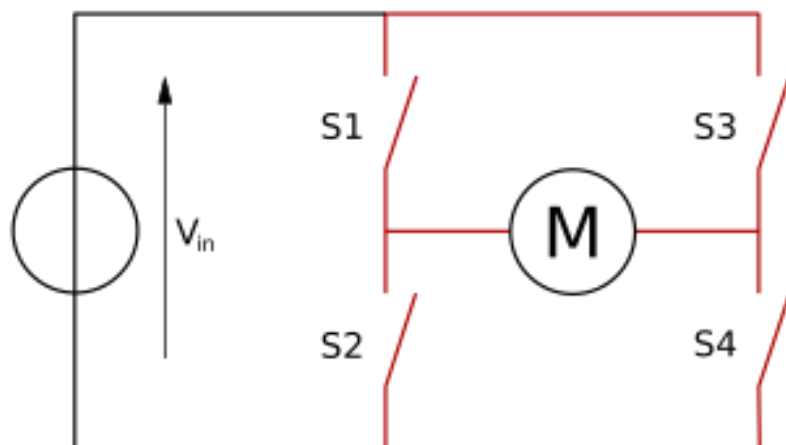


圖 5 H 橋工作原理

表 1 H 橋工作情況

S1	S2	S3	S4	工作狀態
0	1	1	0	馬達逆向轉動
1	0	0	1	馬達順向轉動
0	0	0	0	馬達停止

三、VL53L0X 感測器

(一)特性：

1. 製造商 STMicroelectronics
2. 不傷眼雷射
3. 940nm 雷射 VCSEL
4. 最遠可測量 2 公尺絕對距離
5. 不受目標的反射率影響
6. 工作電源電壓 2.8 V
7. 運作供電電流 19 mA
8. 接口類型 I C
9. 最高工作溫度 70 C
10. 最低工作溫度 - 20 C
11. 尺寸 4.4 mm x 2.4 mm x 1 mm
12. 擁有好的環境光抗干擾性能將環境光的影響降至最低
13. 正常工作模式下功耗 20mW 待機功耗 5 μ A，精確度 \pm 3%範圍內



圖 6 VL53L0X 感測器外觀

工作原理：

通過計算光線發射和反射時間差來換算被拍攝景物的距離

距離 $= (C \cdot T) / 2$ (C 是光速 T 是時間)



圖 7 VL53L0X 工作原理俯視圖

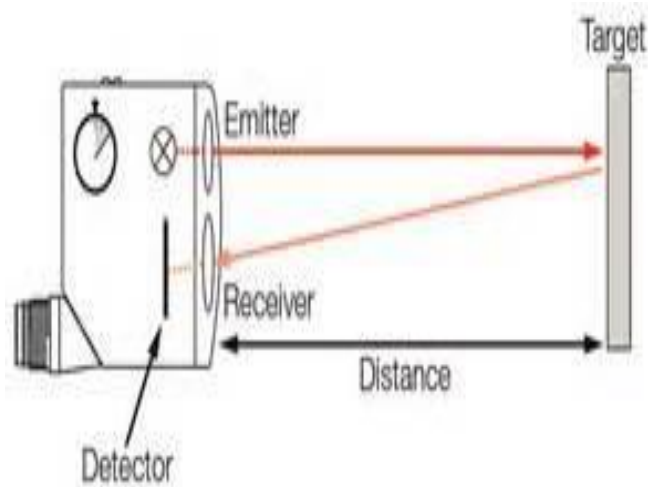


圖 8 VL53L0X 工作示意圖

(四)180 光學編碼器馬達

可以採用 PID 和 PWM 算法進行精確控制。 噪音低：採用 POM 材料的齒輪箱組，噪音小，耐磨損。 壽命長：經過特別處理，電機可以在高效傳遞大扭矩的同時，減少磨損，延長使用壽命。 編碼電機力矩大，減速比高，輸出轉速高。

光電編碼器，是一種通過光電轉換將輸出軸上的機械幾何位移量轉換成脈衝或數位量的感測器。這是目前應用最多的感測器，光電編碼器是由光柵盤和光電檢測裝置組成。光柵盤是在一定直徑的圓板上等分地開通若干個長方形孔。由於光電碼盤與電動機同軸，電動機旋轉時，光柵盤與電動機同速旋轉，經發光二極體等電子元件組成的檢測裝置檢測輸出若干脈衝信號；通過計算每秒光電編碼器輸出脈衝的個數就能反映當前電動機的轉速。此外，為判斷旋轉方向，碼盤還可提供相位相差 90° 的兩路脈衝信號。

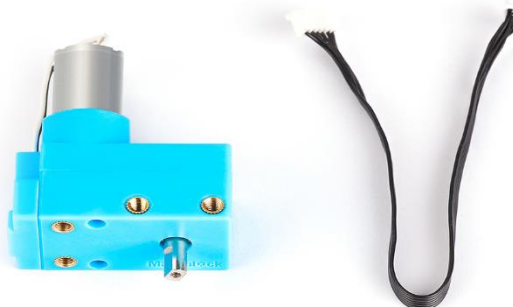


圖 9 180 光學編碼器馬達外觀

(五)CD4051

1 8 對 1 多工器

2 它有 3 個選擇輸入端 C、B、A 和一個禁止輸入端 INH

3 輸入數字信號範圍 $V_{op} \sim V_{ss}$ (3-15V), 輸入模擬信號範圍 L_{ym} (-15~15V)

CD4051 引腳功能說明		
引腳號	符號	功能
1 2 4 5 12 13 14 15	IN/OUT	輸入/輸出端
9 10 11	ABC	地址端
3	OUT/IN	公共輸出/輸入端
6	INH	禁止端
7	VEE	負電壓端
8	Vss	數字信號接地端
16	VDD	電源+

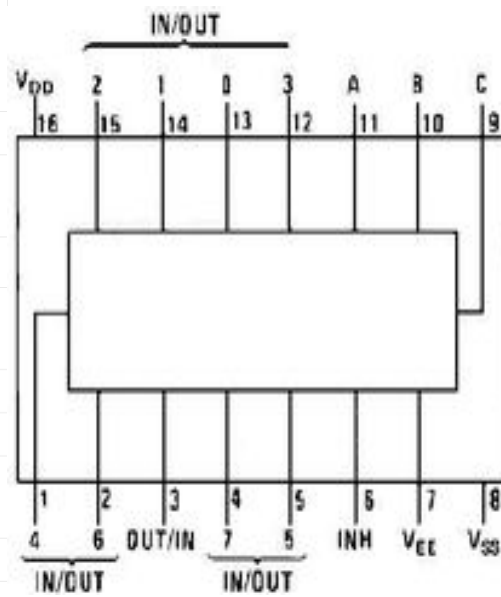


圖 10 CD4051 接腳對應圖

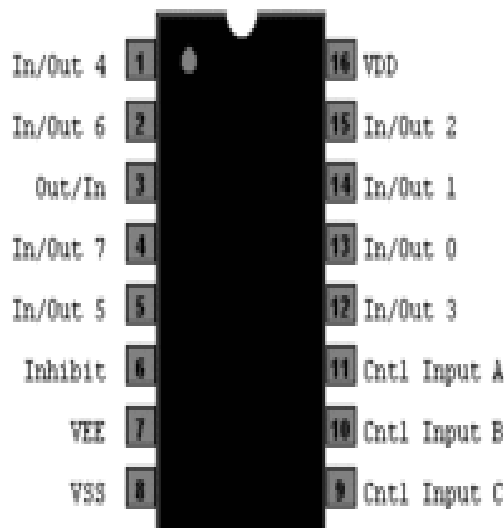


圖 11 CD4051 外觀圖

參、實驗設計

一、VL53L0X 感測器測試

將 VL53L0X 感測器的線路連接上 a 板後，透過程式碼

```
Serial.print(sensor.readRangeContinuousMillimeters())
```

可以得到感測器與障礙物之間的距離，如圖(12)

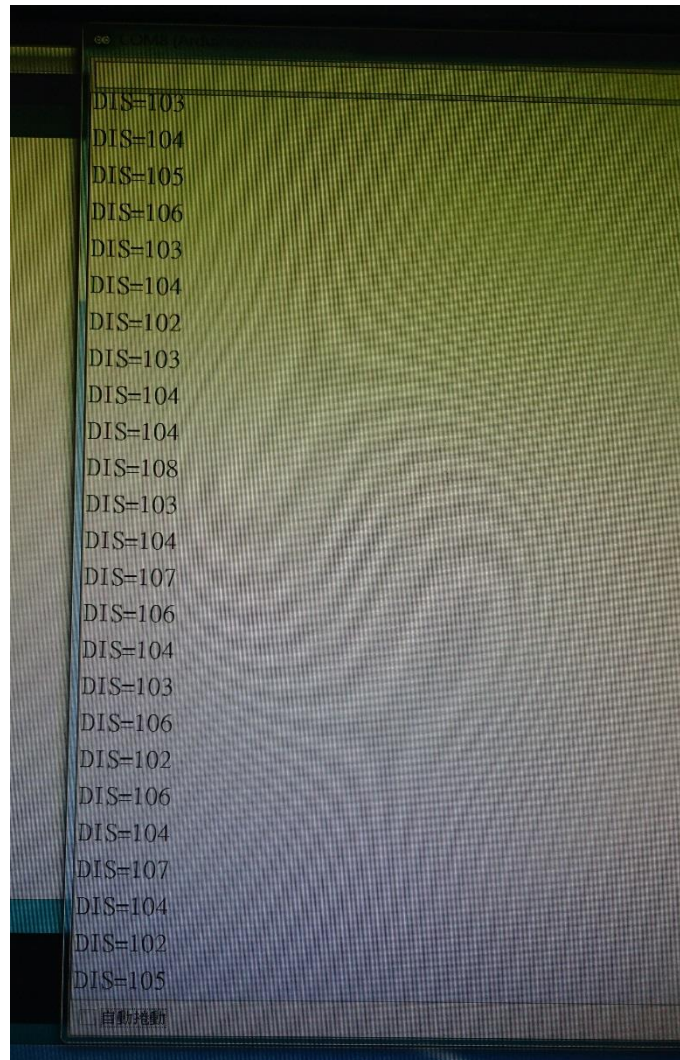


圖 12 感測器與距離之間的變化量

二、CD4051 多工器測試

將三個 VL53L0X 感測器固定在距離障礙物不同距離的位置，並透過 CD4051

多工器連接到 a 板，如圖(13)

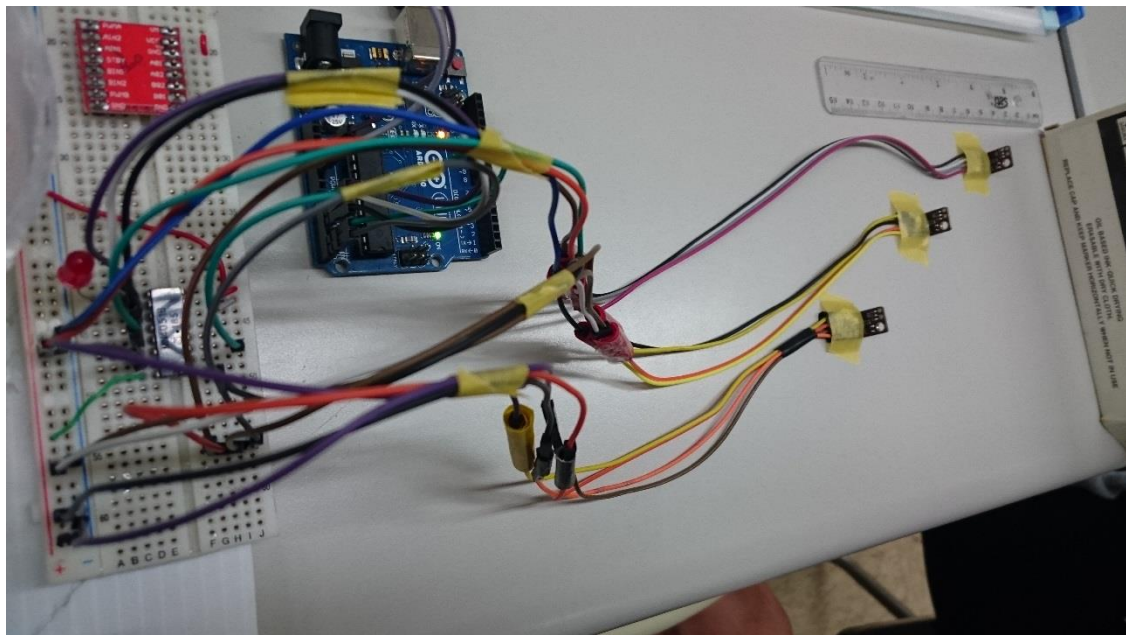


圖 13 連接情況

透過程式碼

```
//切換感測器
```

```
if (millis() - startTime1 >= 10) {
```

```
    if (t==0) {
```

```
        digitalWrite(a, LOW);
```

```
        digitalWrite(b, LOW);
```

```
        digitalWrite(c, LOW);
```

```
    }
```

```
    else if (t==1) {
```

```
        digitalWrite(a, LOW);
```

```
        digitalWrite(b, HIGH);
```

```
        digitalWrite(c, LOW);
```

```
    }
```

```
    else if (t==2) {
```

```
        digitalWrite(a, LOW);
```

```
    digitalWrite(b, LOW);

    digitalWrite(c, HIGH);

}

Serial.print(sensor.readRangeContinuousMillimeters());

Serial.print("  T=");

Serial.print(t);

Serial.println();

if (t==2) {

    t = 0;

}

else {

    t = t+1;

}

startTime1 = millis();

}
```

可以看到每個感測器輪流把距離傳入 a，如圖(14)

DIS=59	T=0
DIS=102	T=1
DIS=153	T=2
DIS=58	T=0
DIS=105	T=1
DIS=155	T=2
DIS=55	T=0
DIS=102	T=1
DIS=153	T=2
DIS=55	T=0
DIS=107	T=1
DIS=151	T=2
DIS=57	T=0
DIS=106	T=1
DIS=149	T=2
DIS=59	T=0
DIS=107	T=1
DIS=158	T=2
DIS=58	T=0
DIS=105	T=1
DIS=149	T=2

圖 14 感測器運作情形

肆、實驗成果

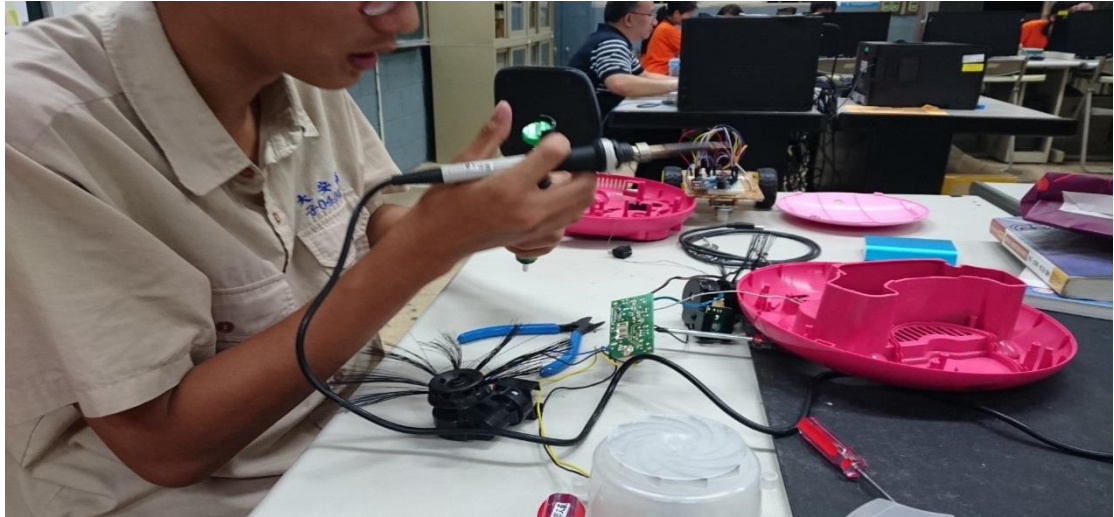


圖 15 製作車體情形



圖 16 車體測試

伍、結論與建議

一、結論

這個專題花費了我們很多的心思，我們從暑假開始就投入大量的時間在研究相關資料及文獻，學習之前從未學過的新知識，途中也遇到了許多問題，像是多工器切換影響感測器的運作 iBeacon 無法，也因為這是新穎的技術，所以遇到問題的解決方法都需要靠我們自己的研究加老師的幫忙才能緩慢的解決，雖然最後還是沒做出來，但是能學到 iBeacon 這個未來的新發展趨勢，也是一個不小的收穫。

車子雖然少了 iBeacon 的定位，但是還是有完成我們預測的工作，倍感欣慰，像是看到自己懷胎十個月生下來的孩子一樣，看到他能走了，心裡很是愉悅，但又深怕他挨撞了、壞了，那種感覺是很微妙的。

大家一起分工合作成就了這個專題，大家無私的付出，是這個成功最大的要素，這大家一起努力的時光，絕對是這三年來最大的回憶。

二、建議

1. 盡量用 Altium Designer 取代用線接，這樣可以比較好測試。
2. 新的領域盡量去買書研究
3. 機器人的車體盡量用硬殼，要不然會下陷
4. 馬達用一顆就好，轉速才會同步

參考文獻

1. 範例作者（西元年）：書名。台北：出版公司發行。
2. 範例薛榮桃（1978）：異常中文資料儲存法之研究。國立交通大學。專題報告。
3. 範例陳揚盛（民 90 年 2 月 20 日）。基本學力測驗考慮加考國三下課程。台灣立報。民 90 年 2 月 20 日，取自：<http://lihpa0.shu.edu.tw/>。

附錄

附錄一 設備清單

表 2 設備清單


類別	設備、軟體名稱	應用說明
軟體	Arduuno1.6.9	程式設計
軟體	Microsoft Word	文書處理
軟體	Microsoft Powerpoint	文書處理
硬體	電腦	程式設計&查詢資料
硬體	手機	查詢資料
硬體	三用電表	元件檢測
硬體	馬達	驅動車輪
硬體	Arduino Mega 2560	主控制器
硬體	TB6612	馬達驅動 IC
硬體	CD40514	多工器
硬體	VL53L0X	雷射感測器


附錄二 材料清單


表 3 材料清單


類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
單晶片	Ardunio Mega 2560	個	1	控制晶片	
IC	TB6612	個	1	馬達驅動 IC	
線材	杜邦排線	個	N	傳輸用	
耗材	電路板	片	1	放置 IC	
耗材	掃地機器人車殼	個	1	車體製作	

附錄三 研究成員簡歷

姓名	林俊緯	班級	子三甲	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理機實習			
參與專題工作項目	理論探討 專題準備 機構規劃 機構製作 硬體規劃 硬體製作及測試 軟體製作及測試 整體測試			
經歷簡介	1. 風紀股長 2. 丙級術士 3. 副班長 4. 英文小老師 5. 曾參加智慧機器鼠競賽			

姓名	甄御承	班級	子三甲	照片 
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理機實習			
參與專題工作項目	資料收集 專題準備 機構製作 硬體製作及測試 整體測試			
經歷簡介	1 外掃股長，國文小老師 2 丙級術士			

姓名	李俊毅	班級	子三甲	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理機實習			
參與專題工作項目	資料收集 專題準備 機構製作 硬體製作及測試 整體測試			
經歷簡介	1. 副班長 2. 圖書股長 3. 國文小老師 4. 丙級術士 5. 曾參加智慧機器鼠競賽			

姓名	林均威	班級	子三甲	
曾修習專業科目	電子學實習 數位邏輯實習 基本電學實習 電子電路實習 微處理機實習			
參與專題工作項目	資料收集 機構規劃 機構製作 硬體製作及測試 整體測試			
經歷簡介	1. 風紀股長、衛生股長、體育股長、總務股長 2. 丙級術士 3. 曾參加智慧機器鼠競賽			

