

臺北市立大安高級工業職業學校

電子科

專題報告

藍牙兩輪平衡自走車

Bluetooth two wheels balanced car

學生 組長：簡嘉琳(07)

組員：宋柏毅(15)

組員：高嘉壕(27)

組員：黃俊霖(36)

指導老師：黃建中

中華民國 107 年 1 月 19 日

# 摘要

兩輪平衡車方便靈活和無汙染及體積小的特性使它在近年來廣受矚目，但因市場技術還不太成熟，以至於價格非常昂貴，即使現在價格已下降了許多，但還是無法被大多的消費者接受及廣泛使用。

而本專題運用 arduino 的程式和使用簡易的器材及光電編碼馬達製作出一個有自我維持平衡能力的簡易版平衡車，其分成車身與兩輪部份，在兩輪的部份各裝有一個直流馬達，針對平衡車的傾斜程度，而讓馬達適當的輸出以達到平衡。我們利用電腦與 arduino 來實現其控制目的，完成保持車身的平衡以及受干擾後能立即恢復平衡的功能。我們使用九軸姿態感測器量測車身傾斜角度及角速度，並利用編碼器量測兩輪轉動的速度及位置。最後再以手機藍芽控制平衡車的移動方向，這樣才更接近市面上的賽格威，讓平衡車的功能更加豐富及完善。

關鍵字：Arduino，九軸姿態感測，光電編碼馬達，平衡

# 英文摘要

The two-wheeled balancing vehicle, which is flexible, non-polluting and small in size, has attracted much attention in recent years, but because the technology in the market is not so mature that the price is very expensive, the price has dropped a lot, but still can't be most consumers accept and widely used.

The program uses the Arduino program and the use of simple equipment and photoelectric encoding motor to produce a self-balancing ability to balance a simple version of the balance car, which is divided into the body and two parts, in the two parts each with a DC motor, for the balance of the car tilt, let the motor output properly in order to achieve balance. We use the computer and the Arduino to achieve its control purposes, to complete the balance of the body to maintain the balance and interference immediately after the resumption of the function. We use a nine-axis attitude sensor to measure the body tilt angle and angular velocity, and use the encoder to measure the speed and position of the two wheels. Finally, the mobile phone Bluetooth mobile balance control the direction of the car, so that it is closer to the market Segway, so that the function of the car more abundant and perfect.

Keywords: Arduino, nine-axis attitude sensing, photoelectric encoder motor, balance.

# 目錄

摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	III
表目錄.....	V
圖目錄.....	V
<b>第一章 前言.....</b>	<b>1</b>
1-1 專題製作背景.....	1
1-2 專題製作目的.....	1
1-3 預期成果.....	1
<b>第二章 理論探討.....</b>	<b>2</b>
2-1 元件介紹.....	2
2-2 電路原理與理論.....	11
2-3 軟體介紹.....	12
<b>第三章 專題設計.....</b>	<b>13</b>
3-1 架構圖.....	13
3-2 流程圖.....	14
3-3 甘特圖.....	15
<b>第四章 專題成果.....</b>	<b>16</b>
4-1 實驗過程之問題與解決方法.....	16
4-2 專題成果.....	17
<b>第五章 結論與建議.....</b>	<b>17</b>

5-1	結論.....	17
5-2	建議.....	17
	<b>參考文獻.....</b>	<b>17</b>
	<b>附錄.....</b>	<b>20</b>
	使用設備清單.....	20
	材料清單.....	21
	程式內容.....	21
	成員簡歷.....	29

# 表目錄

表 1 甘特圖.....	15
表 2 21	
表 3 21	

# 圖目錄

圖 二-1 .....	2
圖 二-2 .....	2
圖 二-3 .....	3
圖 二-4 .....	3
圖 二-5 .....	4
圖 二-6 .....	4
圖 二-7 .....	6
圖 二-8 .....	6
圖 二-9 .....	7
圖 二-10 .....	7
圖 二-11 .....	9
圖 二-12 .....	11
圖 二-13 .....	11
圖 三-1 .....	13
圖 三-2 .....	15

# 第一章 前言

## 1-1 專題製作背景

在現今的科技社會裡，每天早晨，通勤族總要為了時間而奔波，由於人口的密集，停車不易也造成交通紊亂，此時，代步工具的便利與輕巧性，就顯得日漸重要。再加上汽機車排放的廢氣，在行駛上擁有機動性的同時，卻遺漏了對環境的影響。

## 1-2 專題製作目的

近年來，由於小型微處理系統的普遍化，為求更靈巧、便捷、零污染的代步載具，因此，我們模擬小型的「兩輪平衡車」，嘗試以藍芽控制、監測車體傾斜及平衡修正，達到自由行走的目的。

## 1-3 預期成果

本專題預期完成一臺「兩輪藍牙平衡車」，可經由藍芽控制，依手機傳達的指令行駛，同時能夠藉由馬達的反轉，保持行駛的平衡。

- 一、依照藍芽接收的指令行走。
- 二、經由十軸的感測，使馬達反轉至平衡角度。
- 三、除前進後退，經由左右馬達的正反轉，可以控制向左及向右的行駛。

# 第二章 理論探討

## 2-1 元件介紹

### 2-1-1 JY-901B

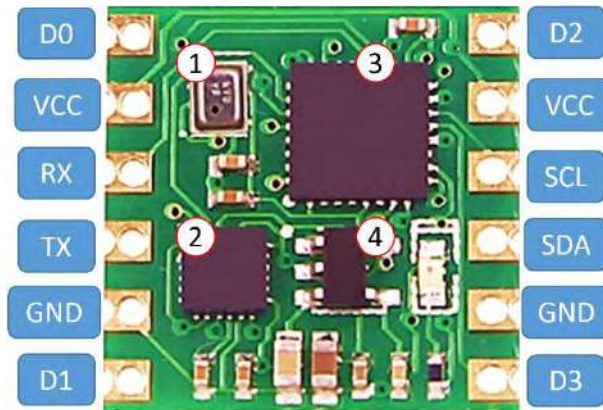


圖 二-1 JY-901B 積體電路及接腳正面圖

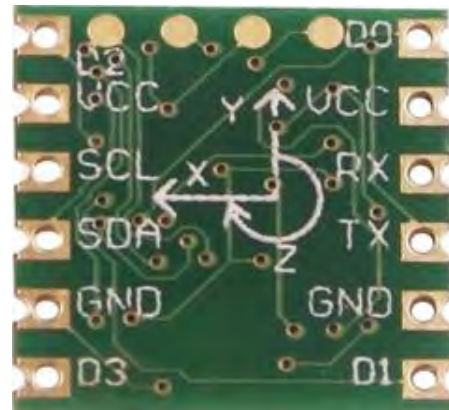


圖 二-2 JY-901B 接腳背面圖

#### 一、結構

##### (一) 接腳

1. D0、D1、D2、D3：可設定為 Digital input, Digital high output, Digital low output, PWM output 或其他接腳。
2. VCC：電源(3.5V~5V)。
3. GND：接地端(Common Ground)。
4. SCL：時脈線(Serial Clock Line)。
5. SDA：資料線(Serial Data Line)。
6. RX：接收端(UART RXD Input)。
7. TX：發送端(UART TXD Output)。

##### (二) 積體電路

1. ①氣壓感測器連接埠：提供氣壓和高度訊息。
2. ②MEMS 慣性感測器：內含三軸加速度計、三軸角速度計、三軸磁場計。
3. ③Cortex-M0 MCU：低功耗、高效能之微控制器。



4. ④低壓差線性直流穩壓器：提供感測器&MCU 穩定電壓。

## 二、功能

- (一) 透過陀螺儀、加速度計、磁場計等感測器，經由高性能 MCU 及其內建卡爾曼濾波器運算，得出此晶片目前狀態。
- (二) 可由藍牙連接進行無線傳輸。
- (三) 除角度、加速度、角速度，還可測量所處氣壓值、高度及經緯度(需連接GPS)

## 三、應用

- (一) 在此專題，用以測量車體之傾斜角度，再透過內建卡爾曼慮波及 PID，使車體能達到自我平衡。

### 2-1-2 HC-05



圖 二-3 HC-05 接腳背面圖

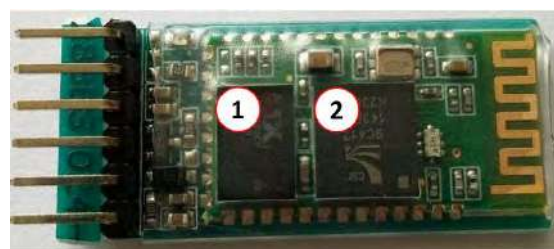


圖 二-4 HC-05 積體電路正面圖

## 一、結構

### (一)接腳

1. STATE：藍芽狀態指示，用來判斷藍芽是否已連接。
2. RXD：接收端(UART RXD Input)。
3. TXD：發送端(UART TXD Output)。
4. GND：接地端(Common Ground)。
5. VCC：提供正電壓(3.6V ~ 6V)。
6. KEY：命令回應模式(3.3V/5V)。

### (二)積體電路

1. ①SPBT2632C1A：調製解調器發射器速度。

2. ②BC417143-A19：用於 GPS 導航系統、水電煤氣抄表系統等，使與待連接設備進行連接。

## 二、功能

(一) 狀態指示端口 PIO1：低準位輸出→斷連；高準位→連接；

(二) PIO10 和 PIO11 可以分別連接到紅色和藍色的 LED。當主從配對，紅藍指示燈間隔閃爍 1 次/2s，斷開時藍光指示燈閃爍 2 次/秒。

(三) 默認情況下，自動連接上次通電的設備。

(四) 允許配對設備默認連接。

(五) 由於超出連接範圍而斷開時，在 30 分鐘內自動重新連接。

## 三、應用

(一) 使車體控制之 MEGA2560 與操作端(手機)進行「連結」(handshaking)。

### 2-1-3 MEGA2560

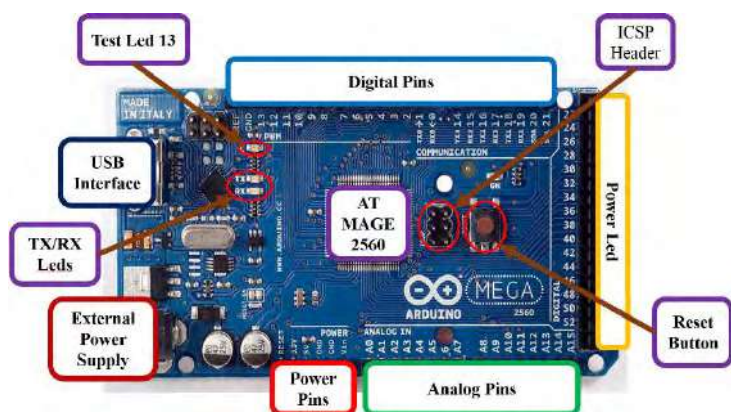


圖 二-5 MAGE2560 積體電路及接腳正面圖

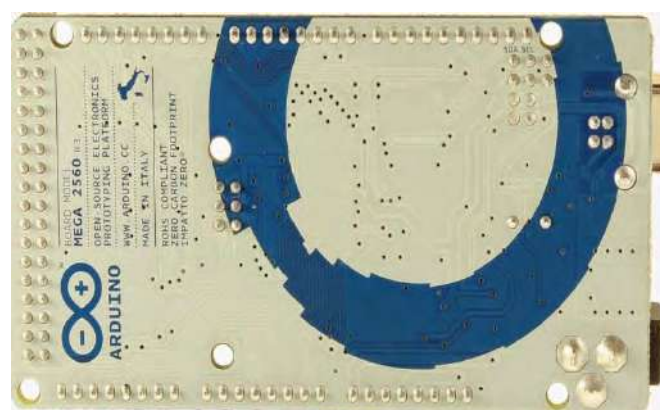


圖 二-6 MAGE2560 背面圖

## 一、結構

### (一)接腳

1. Power Pins：包含 Reset、3.3V、5V、二個 GND、Vin。

(1) Reset：將此線置於低電壓以重置微控制器。

(2) 3.3V：由板上之「FTDI 芯片」產生的 3.3 伏電源(最大電流消耗是 50 mA)。

(3) 5V：穩壓電源，用於為單晶片及電路板上的其他組件供電(可通過板上之穩壓器從 VIN 獲得，也可通過 USB 或其他 5V 穩壓電源提

供)。

(4) GND：接地端(Common Ground)。

(5) Vin：當使用外部電源（此指非 USB 連接或其他穩壓電源的 5 伏電壓）時，Arduino 电路板的輸入電壓(可通過此提供電壓，或通過電源插孔供電，輸入此引腳)。

2. Analog Pins：類比輸入端，包含 A0~A15 腳。

3. Digital Pins：數位輸入端，包含第 0 腳(RX0)、第 1 腳(TX0)、第 2~13 腳(PWM)、第 14 腳(TX3)、第 15 腳(RX3)、第 16 腳(TX2)、第 17 腳(RX2)、第 18 腳(TX1)、第 19 腳(RX1)、第 20 腳(SDA)、第 21 腳(SCL)、Reset、GND。

[※其中第 2(中斷 0)、第 3(中斷 1)、第 18(中斷 5)、第 19(中斷 4)、第 20(中斷 3) 和第 21(中斷 2) 之接腳，當其配置於低電壓、上升緣、下降緣或是電壓變化時觸發中斷。]

4. Power Led：包含第 22~49 腳、第 50 腳(MISO)、第 51 腳(MOSI)、第 52 腳(SCK)、第 53 腳(SS)。

5. ICSP Header：「線上即時燒錄(In Circuit Serial Programming, ICSP)」可用於恢復丟失或損壞的「系統啟動加載器(bootloader)」。

一般的 Arduino ICSP 插座有 6 個引腳，排列為 2x3，分別為 MISO、MOSI、SCK、V+、GND、Reset。

6. USB Interface：USB 端(AB 線連接埠)。

7. External Power Supply：外部電源輸入端。

## (二)積體電路

1. ATmega2560：具有 54 個輸入/輸出引腳，包括 15 個 PWM 輸出、16 個模擬輸入、4 個 UART(通用非同步收發傳輸器)、16 MHz 晶體振盪器、USB 連接埠、電源插孔、ICSP 接頭，和一個重置按鈕(Reset)。只需使用 USB 線(AB 線)將其連接至電腦，或者使用 AC-to-DC 適配器或電池為其啟動。

## (三)其他

1. Reset Button：重置微控制器之按鈕。

2. Test Led 13：有一個 LED 連接到 13 號數字引腳。當引腳置於高壓，LED 亮起，而引腳置於低電壓，LED 熄滅。
3. TX/RX Leds：此為當數據通過 ATmega8U2 / ATmega16U2 芯片和 USB 連接到電腦時，顯示輸入與輸出之 LED。

## 二、功能

(一)幾乎包含了支持微控制器所需的一切功能，適用於 3D 列印機、機器人及其他更多的開發。

## 三、應用

(一)以此微控制器，對車體之平衡進行轉速、傾斜調整，並經由藍牙連接於手機，執行前進、後退、執行前進、後退、左轉、右轉執行前進、後退、左轉、右轉等操作執行前進、後退、左轉、右轉等操作。

### 2-1-4 TB6612

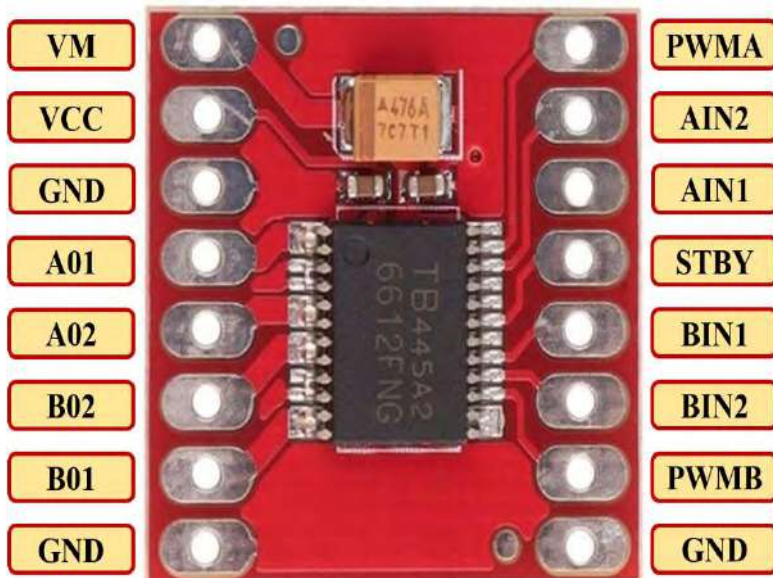


圖 二-6 TB6612 積體電路及接腳正面圖

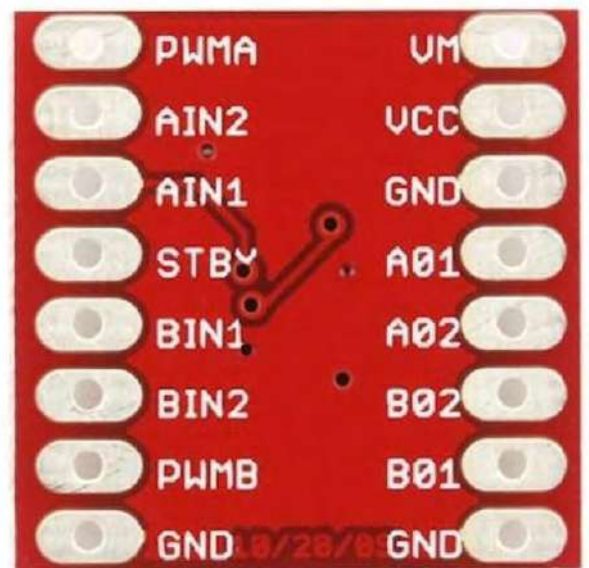


圖 二-5 TB6612 接腳背面圖

## 一、結構

### (一) 接腳

1. VM：馬達電源(2.5V~13.5V)
2. VCC：晶片電源(2.7~5.5)
3. GND：接地端(Common Ground)。
4. A01、A02：馬達 A(輸出電流 1.2A，最大 3.2A)。
5. B01、B02：馬達 B(輸出電流 1.2A，最大 3.2A)。
6. AIN1、AIN2：馬達 A 正反轉。
7. BIM1、BIN2：馬達 B 正反轉。
8. PWMA、PWMB：馬達 A 轉速、馬達 B 轉速(最高頻率 100kHz)。
9. STBY：待機模式接腳 (standby，相當於省電模式)。

### (二) 積體電路

1. TB6612FNG：是一款帶輸出直流電機的驅動器 IC。內部包含兩組 H 橋式電路，可驅動和控制兩個小型直流馬達，或者一個雙極性步進馬達。

## 二、功能

- (一) 二輸入信號 IN1 和 IN2 可以選擇四種模式，如：順時針、逆時針、短煞車和停止模式。

## 三、應用

- (一) 使用 MEGA2560 將指令傳給 TB6612，以控制馬達轉動，進而使兩輪車調整前後轉速，趨於平衡。

### 2-1-5 180 光電編碼器馬達



圖 二-7 180 光電編碼器馬達零件圖

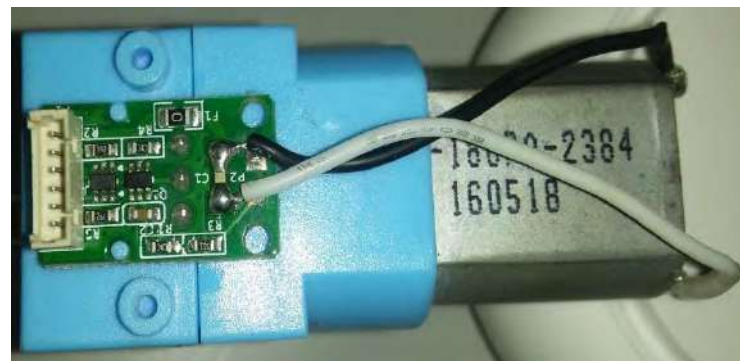


圖 二-8 180 光電編碼器馬達及控制電路俯視圖



## 一、結構

- (一) 基於特製的結構，它可以靈活的和各種其他零件組合使用。同時，得力於定制的材料，使得此款電機運行時噪音小，並保證長時間的大扭矩輸出。
- (二) 噪音低：採用 POM(聚甲醛，Polyoxymethylene，又稱聚氧化亞甲基、聚縮醛，是一種在工程中使用的熱塑性塑膠，適用於高剛性、低摩擦和優異的尺寸穩定性的零件，例如：小齒輪、緊固件、刀柄、鎖定器等。) 材料的齒輪組，噪音小、耐磨損。
- (三) 壽命長：得力於經過特別處理的鋼輸出軸，可以在高效傳遞大扭矩的同時，減少磨損、延長使用壽命。

## 二、功能

- (一) 採用光編碼器，可以進行高精度控制。
- (二) 可直接驅動鏈輪、齒輪，以帶動同步帶、橡膠輪胎、履帶等。
- (三) 使用光編碼，可以採用 PID 和 PWM 算法進行精確控制。
- (四) 減速比、輸出轉速較同級電機相比要快，且力矩大。

## 三、應用

- (一) 馬達轉動時，偵測光遮斷遮光及透光的情形，依脈波數量及計算時長短計算旋轉角度、圈數及轉速，再依主控制程式調整 PID、PWM，使車體保持平衡。

### 2-1-6 18650 鋰電池 (Li-ion, Lithium Ion Battery)



圖 二-9 18650 鋰電池零件圖



圖 二-10 18650 鋰電池裝盒圖

## 一、結構

### 1. 按電池實用性能分類

- (1) 功率型電池：以高功率密度為特點，主要用於瞬間高功率輸出、輸出的電池(類似於短跑選手，拼的是爆發力，但耐力也要有，不然容量太小就跑不遠)。
- (2) 能量型電池：以高能量密度為特點，主要用於高能量輸出(類似於馬拉松選手，要有耐力，就是要求高容量，對大電流放電性能要求不高)。

### 2. 按電解質材料分

- (1) 液態鋰離子電池 (LIB)：使用液體電解質 (目前動力用電池多為此種)。
- (2) 聚合物鋰離子電池 (PLB)：以固體聚合物電解質來代替，這種聚合物可以是「乾態」的，也可以是「膠態」的，目前大部分採用聚合物凝膠電解質。

### 3. 按產品外觀分類

分為：圓柱、軟包、方形。圓柱和方形外包裝多為鋼殼或者鋁殼。軟包外包裝為鋁塑膜，其實軟包也是一種方形，市場上習慣將鋁塑膜包裝的稱為軟包，也有人將軟包電池稱為聚合物電池。

### 4. 按極片材料分類

- (1) 正極材料：磷酸鐵鋰電池 (LFP)、鈷酸鋰電池 (LCO)、錳酸鋰電

池 (LMO)、(二元電池：鎳錳酸鋰/鎳鈷酸鋰)、(三元：鎳鈷錳酸鋰電池 (NCM)、鎳鈷鋁酸鋰電池 (NCA))。

(2) 負極材料：鈦酸鋰電池 (LTO)、石墨烯電池、奈米碳纖維電池。

## 二、功能

### (一)優點

1. 使用範圍廣：筆記本電腦、對講機、可攜式 DVD，儀器儀表、音響設備、航模、玩具、攝像機、數位照相機等電子設備。
2. 串聯：可串聯或並聯組合成 18650 鋰電池組。
3. 內阻小：聚合物電芯的內阻較一般液態電芯小，國產聚合物電芯的內阻甚至可以做到  $35\text{m}\Omega$  以下，極大的減低了電池的自耗電，延長手機的待機時間，完全可以達到與國際接軌的水平。這種支持大放電電流的聚合物鋰電更是遙控模型的理想選擇，成為最有希望替代鎳氫電池的產品。
4. 沒有記憶效應：在充電前不必將剩餘電量放空，使用方便。
5. 電壓高：18650 鋰電池的電壓一般都在 3.6V、3.8V 和 4.2V，遠高於鎳鎘和鎳氫電池的 1.2V 電壓。
6. 安全性能高：18650 鋰電池安全性能高，不爆炸，不燃燒；無毒，無污染，經過 RoHS 商標認證；各種安全性能一氣呵成，循環次數大於 500 次；耐高溫性能好，65 度條件下放電效率達 100%。為防止電池短路現象，18650 鋰電池的正負極是分開的。所以它發生短路現象的可能已經降到了極致。可以加裝保護板，避免電池過充過放，這樣還能延長了電池的使用壽命。
7. 使用壽命長：18650 鋰電池的使用壽命很長，正常使用時循環壽命可達 500 次以上，是普通電池的兩倍以上。
8. 容量大：18650 鋰電池的容量一般為 1200mah~3600mah 之間，而一般電池容量只有 800 左右，如果組合起 18650 鋰電池來成 18650 鋰電池組，那 18650 鋰電池組是隨隨便便都可以突破 5000mah 的。

## 三、應用

(一)可使用於 3.5V~5V 之電器，此用以提供平衡車車體之電力。



## 2-2 電路原理與理論

### 2-2-1 機構草圖

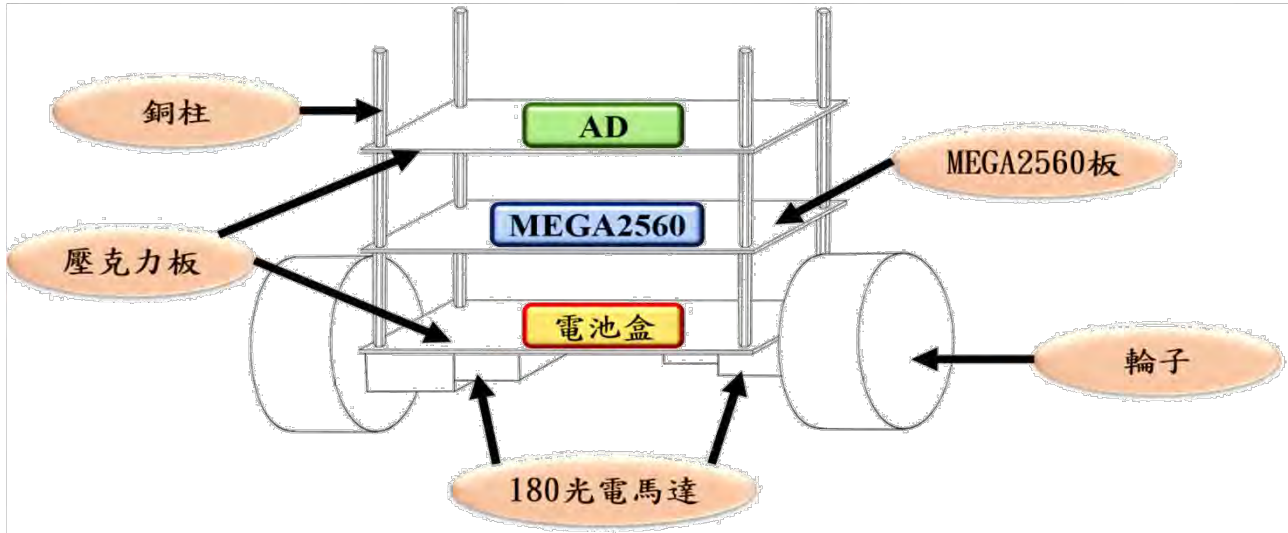


圖 二-12 車體機構草圖(雛型)

### 2-2-2 機構完成圖

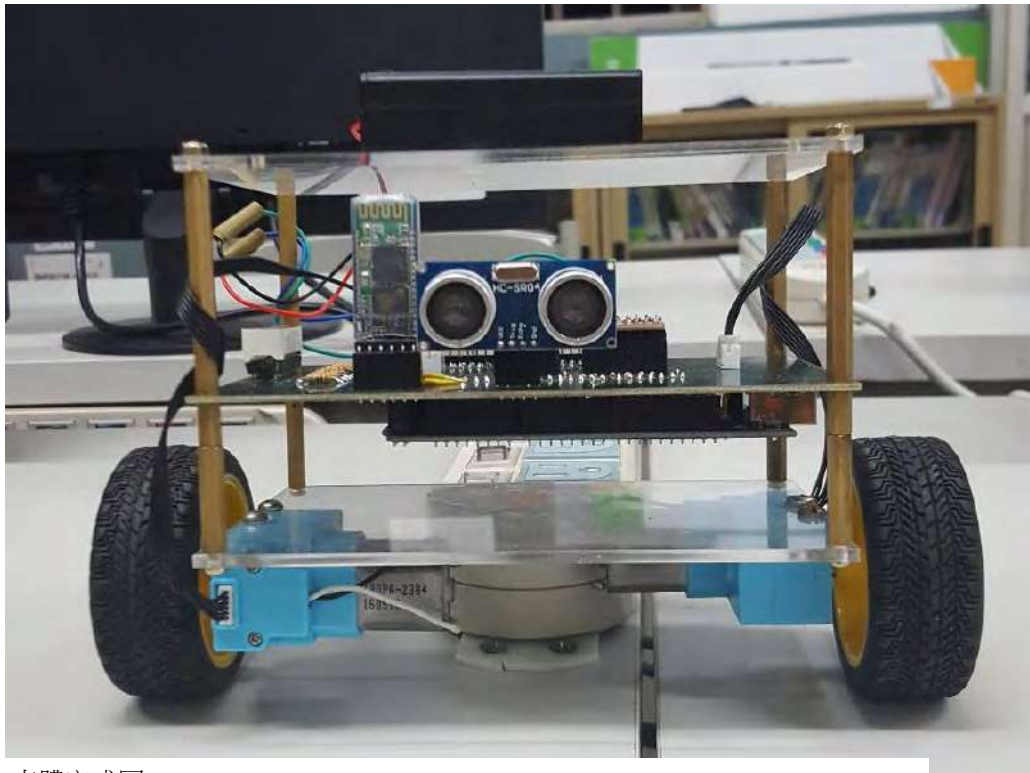


圖 二-13 車體完成圖

## 2-3 軟體介紹

### 2-3-1 Arduino1.6.8

#### 一、開發沿革

- (一)微控制器貴又難用
- (二)義大利師生合作研發
- (三)Arduino 誕生
- (四)上船網路造成廣大迴響
- (五)創用 CC

#### 二、功能

##### (一)優點

1. OSS 的電路圖設計和城市開發介面
2. 免費下載編譯軟體
3. 類 Java、C 語言
4. 感測器、周邊眾多且低廉
5. 可獨立、可互動

##### (二)缺點

1. 配件昂貴
2. 速度慢、記憶體小(相較於其他開發軟體)
3. 太過於完善(EX:library 數量眾多，僅需拼湊即可)
4. 可能使電資相關科系拋棄專業，跳過基礎電子的理論

### 2-3-2 AppInventor2

#### 一、開發沿革

- (一) 2010 年，由 Google 發明
- (二) 2012 年，轉由 MIT 來維護
- (三) 2013 年，APP Inventor 2 Beta

#### 二、目的

- (一)瞄準教育市場
- (二)不需寫程式碼也可完成開發

#### 三、優點

- (一)免費
- (二)不用基礎
- (三)不占空間(完全雲端)
- (四)中文介面
- (五)積木式堆疊程式

#### 四、缺點

- (一)預覽畫面與實際落差大
- (二)瀏覽障礙(EX：因為程式為堆疊組合，無法一次看清所有程式)
- (三)介面難調整
- (四)不適用於大型程式(原因如四-(二))
- (五)無法轉成程式碼輸出

#### 五、使用 Scratch

##### 2-3-3 Processing3.3.5

- 一、為電子藝術和視覺互動設計而創建
- 二、通過可視化的方式輔助編程教學，並在此基礎之上表達數字創意。
- 三、程式語言以 JAVA 為基礎。

## 第三章 專題設計

### 3-1 架構圖

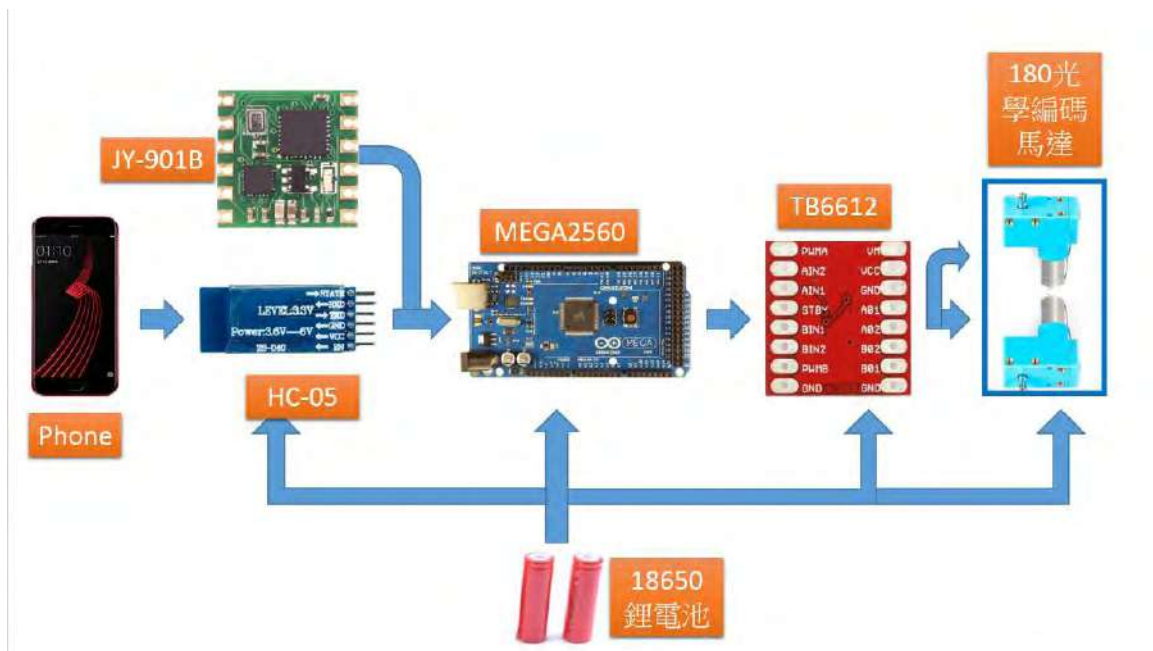


圖 三-1 平衡車控制架構圖

### 3-2 流程圖

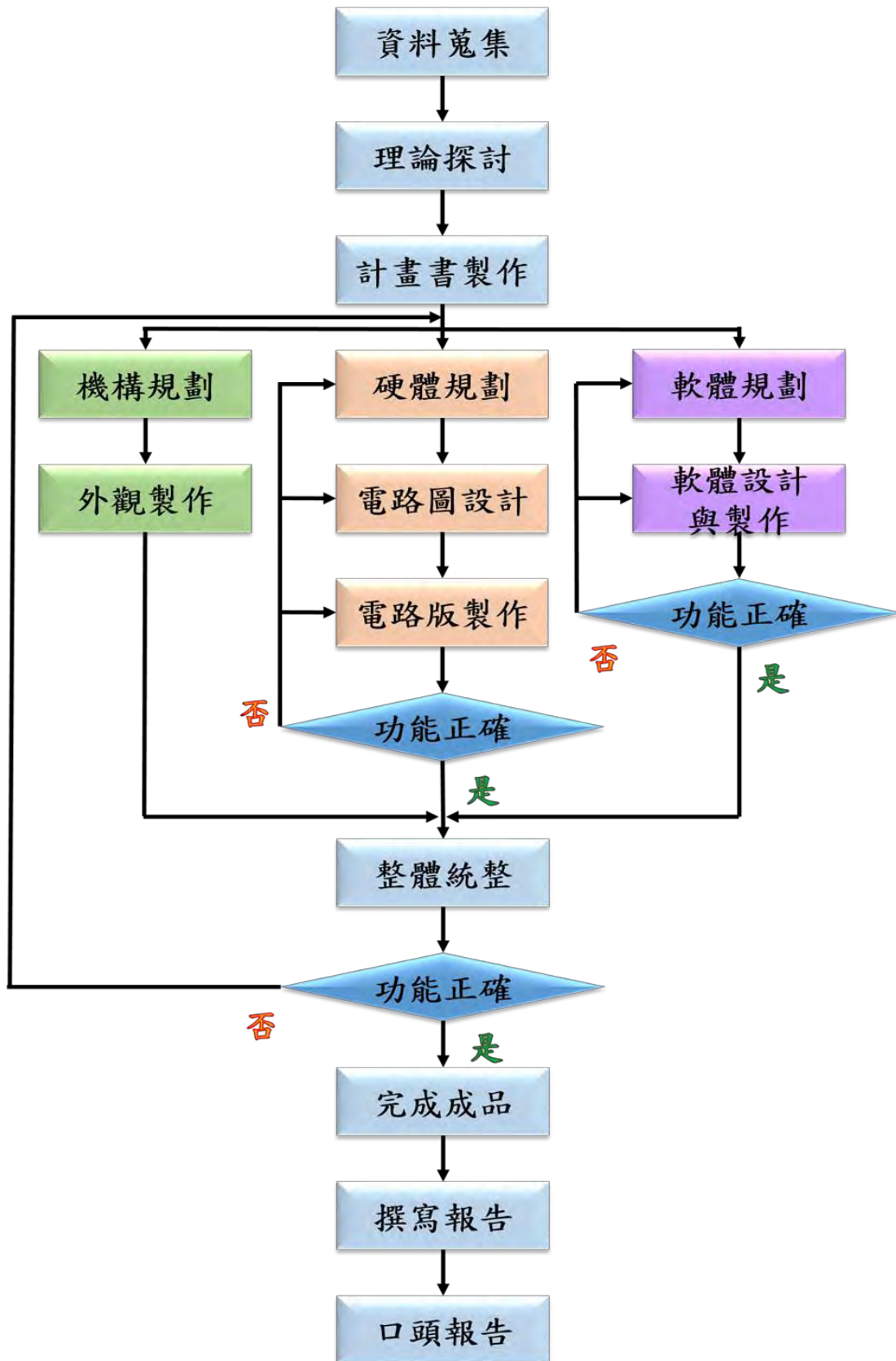


圖 三-2 專題製作流程圖

### 3-3 甘特圖

週次 工作項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	負責成員
蒐集資料	■	■	■	■	■	■	■	■													07、15、27、36
理論探討	■	■	■	■	■	■	■	■													07、15、27、36
計畫書製作			■	■	■																07、15、27、36
機構規劃			■	■	■		■	■	■												15、27
外觀製作				■	■	■	■	■	■	■											07、15、27、36
硬體規劃					■		■	■	■	■		■	■	■							15、27
電路圖設計			■	■	■																36
電路板製作					■	■	■	■	■												36
軟體規劃			■	■		■	■	■		■	■										07、36
軟體設計與製作				■		■	■	■	■	■	■	■									07、36
整體統整											■	■	■	■	■	■					07、15、27、36
完成成品													■	■	■	■					07、15、27、36
撰寫報告						■		■		■		■			■				■		07、15、27、36
口頭報告							■		■		■		■		■				■	■	07、15、27、36
預定進度	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	累積百分比%

表 1 甘特圖

※07→簡嘉琳；15→宋柏毅；27→高嘉壕；36→黃俊霖

## 第四章 專題成果

### 4-1 實驗過程之問題與解決方法

一、Q：不清楚 MEGA 版與藍牙如何溝通，以及藍牙如何與手機連線

A：詢問組員後，了解應先定義連接藍牙模組的序列埠[SoftwareSerial BT(8, 9)]，再設定其與電腦連接埠連線[Serial.begin(9600);Serial.println("BT is ready!")]，設定藍牙模組的連線速率[BT.begin(38400)]，若收到「序列埠監控視窗」的資料則送到藍牙模組[if (Serial.available()) {val = Serial.read();BT.print(val);}]，若收到藍牙模組的資料，則送到「序列埠監控視窗」[if (Serial.available()) {val =Serial.read();BT.print(val);}]，以完成 MAGE2560 與藍牙之連接。

二、Q：模擬傾斜情形之程式—“Processing”在 3D 立體圖部分相關資料不足

A：通過搜尋國外網站之相關部分程式，再自行摸索、嘗試，模擬車體之傾斜。但僅能以立體矩形進行傾斜模擬，輪子之圓形立體部分尚無法在車體傾斜時，同時維持立體型態。

三、Q：剛開始對程式之撰寫毫無頭緒，不知 PID 如何下手

A：通過參考 Arduino 之相關書籍、網路上之 PID 教學，得知 kp、ki、kd 參數之調整。

四、Q：第一版程式上無法以藍牙控制車體移動，且平衡不夠穩定

A：需重寫第二版程式，並加入其他軸進襲參數調整。

五、Q：APP Inventor 之手機模擬搖桿製作不易

A：透過網路搜尋前人之相似創作，或是觀看相關之教學影片。

六、Q：在使用 Chrome 編寫歷程紀錄時，因為中途停滯時間過久，按下儲存卻跳出輸入頁面，重新輸入了很多次

A：之後改使用 IE 或是輸入完一個段落便儲存，以克服此問題。

## 4-2 專題成果

目前為可以自行平衡，並通過藍牙以手機連接平衡車，操控其前進後退。

# 第五章 結論與建議

## 5-1 結論

經過這次的專題製作，除了在控制兩輪車使其平衡之 PID、卡爾曼慮波有更多的學習，也深深了解「自行學習」真的十分重要，有很多的東西不是只有等老師為我們解說，應該要自己有更多的學習心。並且，分工與團結真的是一個小組之所以能共同研究至成功的關鍵。

## 5-2 建議

1. 要先測試馬達的轉速，才能避免因轉速不同而造成垂直前進後退的歪斜。
2. 可以再多加上磁軸的利用，在得知北方之類的方位後，甚至可以充當深山歷險的嚮導。

## 參考文獻

### 一、書籍

- [1] 楊仁元等編著(民國 97 年)：專題製作—理論與呈現技巧 Office2010 板。新北市台科大圖書股份有限公司。
- [2] 張義和(民國 102 年)：(第 2 版)新例說 Altium Designer 3D 動畫製作、3D 電路設計。新北市新文京開發出版股份有限公司。

- [3] 孫駿榮等編著(民國 101 年):最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手(第二版)。  
台北市基峯資訊股份有限公司。
- [4] 文淵閣工作室(民國 103 年):手機應用程式超簡單—App Inventor 2 初學特  
訓班。台北市基峯資訊股份有限公司。
- [5] 梅克2工作室(民國 104 年):iPOE A1 輪型機器人應用與專題製作—邁向 IRA  
初級與中級智慧型機器人應用認證—C 語言 使用 Arduino Mega。新北市台  
科大圖書股份有限公司。

## 二、網站

- [1] JY901B MPU6050 角度輸出 10 軸加速度計陀螺模塊與大氣壓力 UART 端口  
IIC 四轉子(民國 99 年)。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
[https://www.aliexpress.com/store/product/JY901B-MPU6050-angle-output-10-axis-Accelerometer-Gyroscope-module-with-Atmospheric-pressure-UART-IIC-port-Four/2029054\\_32605749155.html](https://www.aliexpress.com/store/product/JY901B-MPU6050-angle-output-10-axis-Accelerometer-Gyroscope-module-with-Atmospheric-pressure-UART-IIC-port-Four/2029054_32605749155.html)。
- [2] HC-03/05 Embedded Bluetooth Serial Communication Module AT command set  
(民國 100 年 4 月)。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
[http://www.linotux.ch/arduino/HC-0305\\_serial\\_module\\_AT\\_command\\_set\\_201104\\_revised.pdf](http://www.linotux.ch/arduino/HC-0305_serial_module_AT_command_set_201104_revised.pdf)。
- [3] ARDUINO MEGA 2560 REV3 (民國 106 年) 。民國 107 年 01 月 02 日，取  
自：<https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>。
- [4] TB6612FNG Brush motor driver IC (民國 106 年 12 月 13 日) 。民國 107 年  
01 月 02 日，取自：  
<https://toshiba.semicon-storage.com/us/product/linear/motordriver/detail.TB6612FNG.html>。
- [5] Ranger-180 光電編碼器馬達 (民國 107 年) 。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
[http://mblock.let-do.com/index.php?route=product/product&product\\_id=156](http://mblock.let-do.com/index.php?route=product/product&product_id=156)。



- [6] 三洋原廠 全新 18650 鋰電池足容 3400mAh 3.7v 最高容量 NCR18650BF (民國 105 年 02 月 04 日) 。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
<http://goods.ruten.com.tw/item/show?21512707099711>。
- [7] Electronic prototyping platform allowing to create interactive electronic objects —Arduino 1.6.8(民國 105 年 12 月 15 日) 。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
<http://www.filehorse.com/download-arduino/25854/>。
- [8] Arduino(民國 102 年) 。民國 106 年 09 月 01 日,取自：  
<http://coopermaa2nd.blogspot.tw/>。
- [9] 葉難(民國 96 年) 。民國 106 年 09 月 27 日,取自：<http://yehnan.blogspot.tw/>。
- [10] App Inventor TW 中文學習網(民國 97 年) 。民國 106 年 09 月 01 日，取自：  
<http://www.appinventor.tw/whatis/>。
- [11] App Inventor TW 中文學習網(民國 97 年) 。民國 106 年 09 月 01 日，取自：  
<http://www.appinventor.tw/whatis/>。
- [12] App Inventor 2 的 Android 模擬器安裝與操作說明(民國 103 年) 。民國 16 年 09 月 01 日，取自：<https://swf.com.tw/>。
- [13] Processing(民國 90 年) 。民國 106 年 09 月 01 日，取自：<https://processing.org/>。
- [14] PID 控制簡介(民國 104 年 11 月 19 日) 。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
<http://file.yizimg.com/348638/2010051714144856.pdf>。
- [15] 卡爾曼濾波 (Kalman Filter) (民國 105 年 12 月 14 日) 。民國 107 年 01 月 02 日，取自：  
<http://silverwind1982.pixnet.net/blog/post/167680859-%E5%8D%A1%E7%88%BE%E6%9B%BC%E6%BF%BE%E6%B3%A2-%28kalman-filter%29>。
- [16] 高倍頻編碼器之設計 Design of High-Fold Encoders(民國 95 年 07 月) 。民國 107 年 01 月 09 日，取自：  
<http://ir.lib.stust.edu.tw/bitstream/987654321/2183/2/094stut0442029.pdf>

- [17] 光學編碼器分類及常用編碼器原理介紹(民國 103 年 03 月 17 日)。民國 107 年 01 月 09 日，取自：<http://cocdig.com/docs/show-post-22327.html>
- [18] 一文讀懂旋轉編碼器(民國 106 年 05 月 08 日)。民國 107 年 01 月 09 日，取自：[http://www.sohu.com/a/138972369\\_468626](http://www.sohu.com/a/138972369_468626)
- [19] 每日頭條 18650 鋰電池知識全解析(民國 105 年 11 月 14 日)。民國 107 年 01 月 09 日，取自：<https://kknews.cc/zh-tw/digital/2a6a2yg.html>
- [20] 18650 鋰電池(民國 102 年 12 月 05 日)。民國 107 年 01 月 09 日，取自：<http://www.twwiki.com/wiki/18650%E9%8B%B0%E9%9B%BB%E6%B1%A0>

## 附錄

### 使用設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
硬體	電腦	工作應用
硬體	雷射印表機	列印電路版圖
硬體	手機	遙控自走車
軟體	Arduino1.6.8	控制 JY-901B
軟體	Altium Designer	繪製電路板
軟體	AppInventor2	藍芽遙控_手機介面
軟體	Excel2013	繪製甘特圖
軟體	PowerPoint2013	簡報報告製作
軟體	Processing3.3.5	繪製傾斜平面座標圖
軟體	Word2013	書面報告製作

表 2

## 材料清單

類別名稱	材 料 名 稱	單位	數量	應 用 說 明	備註
積體電路	JY-901B	只	1	感測器(U1)	杜邦排座(12Pin)
積體電路	TB-6612	只	1	馬達控制板(U2)	
積體電路	HC-05	只	1	藍芽模組(U3)	
積體電路	HC-SR04	只	1	超音波感測器(U4)	杜邦排座(4Pin)
整合開發環境(IDE)	MEGA2560	個	1	主體	
	180 光電編碼馬達	個	2		
耗材	LEDbar	只	1	發光二極體(LED)	杜邦排座(20Pin)
耗材	330Ω-1/4W 電阻	顆	10	R1~R10	
耗材	3.7V 電池	顆	2		
耗材	單芯線	捲	1		
耗材	壓克力板	塊	3	車身	
	銅柱	根	8		
	輪胎	個	2		

表 3

## 程式內容

```

//*****
#include<JY901.h>
#include<FlexiTimer2.h>
//*****

```

```

//MORTOR
int AIN1 = 4;
int AIN2 = 12;
int PWMA = 11;
int STBY = 5;
int BIN1 = 6;
int BIN2 = 7;
int PWMB = 8;
//*****
//ANGLE_PID
double kp = 10, ki = 100, kd = 0.4;
//          15,      3,      30
//          15,      2,      30
double error;//角度誤差值
double error_sum;//誤差累積
double last_error;//前一次誤差
double d_error;//
double pid_output = 0;//pid 輸出
double cmd_output = 0;//控制輸出
double set_point = 0;//設定點
unsigned int sample_time = 1000;//取樣時間
int max_pwm = 200;//PWM 最大值
//*****
//SPEEDS_PID
double Ksp = 0;          //2.5
double Ksi = 0;          //0.11
int Pwm_out = 0;
int Turn_Need = 0;
int Speed_Need = 0;
int speed_output_R , speed_output_L;
float speeds , speeds_filter, positions;
float diff_speeds, diff_speeds_all;
//*****
//JY901
double pitch;
double gyro_y;
//*****
//timer

```

```

int delay_time = 5;
unsigned long last_time;
//*****
//bluetooth
int bt_char;
//*****
//move
int move_flag;
int cnt;
double k1 = 0.9;
double k2 = 0.9;
//*****
//turn
int turn_flag;
int turnR = 0;
int turnL = 0;
//*****
void setup() {
  JY901.startIIC();
  Serial1.begin(57600);
  pinMode(AIN1, OUTPUT);
  pinMode(AIN2, OUTPUT);
  pinMode(PWMA, OUTPUT);
  pinMode(BIN1, OUTPUT);
  pinMode(BIN1, OUTPUT);
  pinMode(PWMB, OUTPUT);
  pinMode(STBY, OUTPUT);
  pinMode(2, INPUT);
  pinMode(3, INPUT);
  digitalWrite(STBY, HIGH);
  set_sample_time(20);
  delay(3000);
  //attachInterrupt(0, cnt_f, FALLING);
  //attachInterrupt(1, cnt_r, FALLING);
  FlexiTimer2::set(20, compute);
  FlexiTimer2::start();
  // put your setup code here, to run once:
  //pitch = JY901.getPitch();

```

```

}
//*****
void loop() {
  if (millis() - last_time >= delay_time) {
    pitch = JY901.getPitch();
    gyro_y = JY901.getGyroY();
    /*Serial1.println(error);
    Serial1.println(" ");
    Serial1.println(error_sum);
    Serial1.println("*****");*/

    bluetooth();
    //balance();
  }
  balance();
  //delay(3);
  /*if (move_flag == 1 && cnt == 30) {
    cmd_output = 0;
    move_flag = 0;
    cnt = 0;
  }*/
}
//*****
void compute() {
  if (move_flag == 2 && cmd_output >= 1 && cmd_output <= -1) {
    cmd_output *= 0.3;
    for (long i = 0; i < 18000; i++) {
      digitalWrite(AIN1, HIGH);
      digitalWrite(AIN2, HIGH);
      digitalWrite(BIN1, HIGH);
      digitalWrite(BIN2, HIGH);
      analogWrite(PWMA, 0);
      analogWrite(PWMB, 0);
      error_sum = 0;
    }
  }
  else {
    if (move_flag == 2) {

```

```

        k1 = 0.9;
        k2 = 0.9;
    }
    cmd_output = 0;
    move_flag = 0;
    PID_PWM();
    error = set_point + pitch - 1;
    error_sum += error;
    constrain(error_sum, -50, 50);
    d_error = error - last_error;
    //pid_output = kp * error + kd * gyro_y + cmd_output + Pwm_out;
    pid_output = kp * error + ki * error_sum + kd * d_error + cmd_output +
Pwm_out;
    constrain(pid_output, -max_pwm, max_pwm);
    last_error = error;
}
}
//*****
void PID_PWM()
{
    speeds = cnt;
    speeds_filter *= 0.7; //一阶互补滤波
    speeds_filter += speeds * 0.3;
    positions += speeds_filter;
    positions += Speed_Need;
    positions = constrain(positions, -1200, 1200); //抗积分饱和
    Pwm_out = Ksp * speeds_filter + Ksi * positions; //PID 控制器
    cnt = 0;
    // Serial.print(Angle[0]); //主调被调量
    // Serial.print(',');
    // Serial.print(speeds_filter); //副调被调量
    // Serial.print(',');
    // Serial.println(Pwm_out); //输出量
}
//*****
void set_sample_time(unsigned long new_sample_time) {
    if (new_sample_time > 0) {
        double ratio = (double)new_sample_time / (double)sample_time;

```

```

    ki *= ratio;
    kd /= ratio;
}
sample_time = new_sample_time;
}
//*****
void balance() {
    if (pid_output > 0) {
        digitalWrite(AIN1, HIGH);
        digitalWrite(AIN2, LOW);
        analogWrite(PWMA, k1 * abs(pid_output));
        digitalWrite(BIN1, HIGH);
        digitalWrite(BIN2, LOW);
        analogWrite(PWMB, k2 * abs(pid_output));

    }
    else if (pid_output < 0) {
        digitalWrite(AIN1, LOW);
        digitalWrite(AIN2, HIGH);
        analogWrite(PWMA, k1 * (abs(pid_output) + 20));
        digitalWrite(BIN1, LOW);
        digitalWrite(BIN2, HIGH);
        analogWrite(PWMB, k2 * (abs(pid_output) + 20));
    }
    /*if (pitch < 0.3 && pitch > -0.3) {
        digitalWrite(AIN1, HIGH);
        digitalWrite(AIN2, HIGH);
        digitalWrite(BIN1, HIGH);
        digitalWrite(BIN2, HIGH);
    }*/
}
//*****
//bluetooth
void bluetooth() {
    if (Serial1.available()) {
        bt_char = Serial1.read();
        switch (bt_char) {
            case '0':

```




```
Serial1.write("1");
set_point = 0;
move_flag = 2;
max_pwm = 200;
turnR = 0;
turnL = 0;
k1 = 0.9;
k2 = 0.9;
break;
case '1':
    break;
case '2':
    break;
case '3':
    Ksi -= 0.01;
    Serial1.println(Ksi);
    break;
case '4':
    Ksi += 0.01;
    Serial1.println(Ksi);
    break;
case '5':
    break;
case 'i':
    Ksp -= 0.1;
    Serial1.println(Ksp);
    break;
case '7':
    Ksp += 0.1;
    Serial1.println(Ksp);
    break;
case 'f':
    set_point = -1;
    cmd_output = 400;
    max_pwm = 50;
    move_flag = 1;
    break;
case 'b':
```

```


        set_point = 1;
        cmd_output = -400;
        max_pwm = 50;
        move_flag = 1;
        break;
    case 'r':
        set_point = -0.5;
        max_pwm = 20;
        k1 = 0.9;
        k2 = 0;
        break;
    case 'l':
        set_point = -0.5;
        max_pwm = 20;
        k1 = 0;
        k2 = 0.9;
        break;
    }
}
}
}
//*****
void cnt_f() {
    cnt++;
}
//*****
void cnt_r() {
    cnt--;
}
//*****


```


# 成員簡歷

姓名	簡嘉琳	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基本電學與實習</li> <li>2. 電子學與實習</li> <li>3. 數位邏輯與實習</li> <li>4. 程式設計 (Visual Basic,VHDL,Arduino,C++)</li> <li>5. 電腦繪圖 (Altium Designer)</li> </ol>			
參與專題工 作項目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒐集資料</li> <li>2. 理論探討</li> <li>3. 計畫書製作</li> <li>4. 外觀製作</li> <li>5. 軟體規劃</li> <li>6. 軟體設計與製作</li> <li>7. 整體統整</li> <li>8. 完成成品</li> <li>9. 撰寫報告</li> <li>10. 口頭報告</li> </ol>			
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 104 學年工業電子丙級技術士</li> <li>2. 104 學年臺北市高中職閱讀心得比賽 人物傳記組 第二名</li> <li>3. 104 學年大安高工考場服務隊長</li> <li>4. 104 學年擔任實習工廠領班</li> <li>5. 104 學年擔任圖書股長</li> <li>6. 104 學年擔任國文小老師</li> <li>7. 104 學年擔任基本電學小老師</li> </ol>			

8. 104 學年擔任國防小老師
9. 104 學年校內海報 團體製作 佳作
10. 105 學年簡版急救 技能訓練
11. 105 學年大學程式先修檢測(APCS)
12. 105 學年參加全國技能競賽 工業電子
13. 105 學年校內技能競賽 數位電子職種 第二名
14. 105 學年全民中文檢定高級
15. 105 學年校內國語文演講比賽佳作
16. 105 學年校內海報 個人製作 第二名
17. 105 學年擔任衛評糾察隊隊長
18. 105 學年參加北科大開設程式設計課程

姓名	宋柏毅	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基本電學與實習</li> <li>2. 電子學與實習</li> <li>3. 數位邏輯與實習</li> <li>4. 程式設計 (Visual Basic,VHDL,Arduino,C++)</li> <li>5. 電腦繪圖 (Altium Designer)</li> </ol>			
參與專題 工作項目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒐集資料</li> <li>2. 理論探討</li> <li>3. 計畫書製作</li> <li>4. 機構規劃</li> <li>5. 外觀製作</li> <li>6. 硬體規劃</li> <li>7. 整體統整</li> <li>8. 完成成品</li> <li>9. 撰寫報告</li> <li>10. 10.口頭報告</li> </ol>			
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 104 學年工業電子丙級技術士</li> <li>2. 104 年通過中文檢定中高級</li> <li>3. 105 學年簡版急救技能訓練</li> <li>4. 105 年擔任數學小老師</li> <li>5. 105 學年參加北科大開設程式設計課程</li> <li>6. 105 學年大學程式先修檢測(APCS)</li> <li>7. 106 年擔任事務股長</li> </ol>			

姓名	高嘉壕	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基本電學與實習</li> <li>2. 電子學與實習</li> <li>3. 數位邏輯與實習</li> <li>4. 程式設計 (Visual Basic,VHDL,Arduino)</li> <li>5. 電腦繪圖 (Altium Designer)</li> </ol>			
參與專題 工作項目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒐集資料</li> <li>2. 理論探討</li> <li>3. 計畫書製作</li> <li>4. 機構規劃</li> <li>5. 外觀製作</li> <li>6. 硬體規劃</li> <li>7. 整體統整</li> <li>8. 完成成品</li> <li>9. 撰寫報告</li> <li>10. 口頭報告</li> </ol>			
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 104 學年工業電子丙級技術士</li> <li>2. 104 學年擔任學藝股長</li> <li>3. 104 學年擔任實習工場材料管理員</li> <li>4. 104 學年擔任班級優良學生</li> <li>5. 104 學年參加校內閱讀心得比賽</li> <li>6. 104 學年參加校內生涯規劃檔案比賽</li> <li>7. 105 學年簡版急救技能訓練</li> <li>8. 105 學年擔任英文小老師</li> <li>9. 106 學年擔任英文小老師</li> </ol>			

姓名	黃俊霖	班級	電子三乙	
曾修習 專業科目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 基本電學與實習</li> <li>2. 電子學與實習</li> <li>3. 數位邏輯與實習</li> <li>4. 程式設計 (Visual Basic,VHDL,Arduino,C++)</li> <li>5. 電腦繪圖 (Altium Designer)</li> </ol>			
參與專題 工作項目	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒐集資料</li> <li>2. 理論探討</li> <li>3. 計畫書製作</li> <li>4. 外觀製作</li> <li>5. 電路圖設計</li> <li>6. 電路板製作</li> <li>7. 軟體規劃</li> <li>8. 軟體設計與製作</li> <li>9. 整體統整</li> <li>10. 完成成品</li> <li>11. 撰寫報告</li> <li>12. 口頭報告</li> </ol>			
經歷簡介	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 104 學年工業電子丙級技術士</li> <li>2. 104 學年擔任體育股長</li> <li>3. 105 學年簡版急救技能訓練</li> <li>4. 105 學年參加北科大開設程式設計課程</li> <li>5. 105 學年大學程式先修檢測(APCS)</li> <li>6. 105 學年參加全國技能競賽應用電子初賽第四名</li> <li>7. 105 學年參加全國技能競賽應用電子決賽佳作</li> </ol>			

