

產學合作案結案報告書

華機械 104 產學字 008 號

紅外線遙控器控制 Omni wheel 全向輪自走車之設計與製作

甲方：華育機電企業有限公司

乙方：中華學校財團法人中華科技大學

機械工程系

計劃主持人：劉孝忠

目錄內容

(一)摘要	3
(二)研究動機與研究問題	4
(三)研究方法及步驟	6
(四)結果與討論	25
(五)參考文獻	26

(一)摘要

本文旨在設計一台以 arduino 單晶片為控制核心，具紅外線操控之 Mecanum 萬向輪自走車，與傳統之車輪來比較，omni wheel 全向輪具有多方向行走能力，尤其是能像螃蟹一樣左右橫移，特別適用於空間狹小但卻需要多方向運動之場合。

整個硬體架構包含了 omni wheel 全向輪之組裝、車體機構製造、直流馬達動力驅動系統、紅外線感測器接收傳輸系統，車體採用 Arduino 單晶片控制器，由直流馬達所帶動之 omni wheel 全向輪可在狹小之空間做出多方向之運動，車體之上方裝有紅外線接收器，採用家用電視紅外線控制器來控制 omni wheel 全向輪自走車之運動方向，包括基本的前進、後退及左右轉以及 omni wheel 全向輪特有之運動方式 45 度斜行、左右 180 度平移及順時針和逆時針 360 度旋轉。

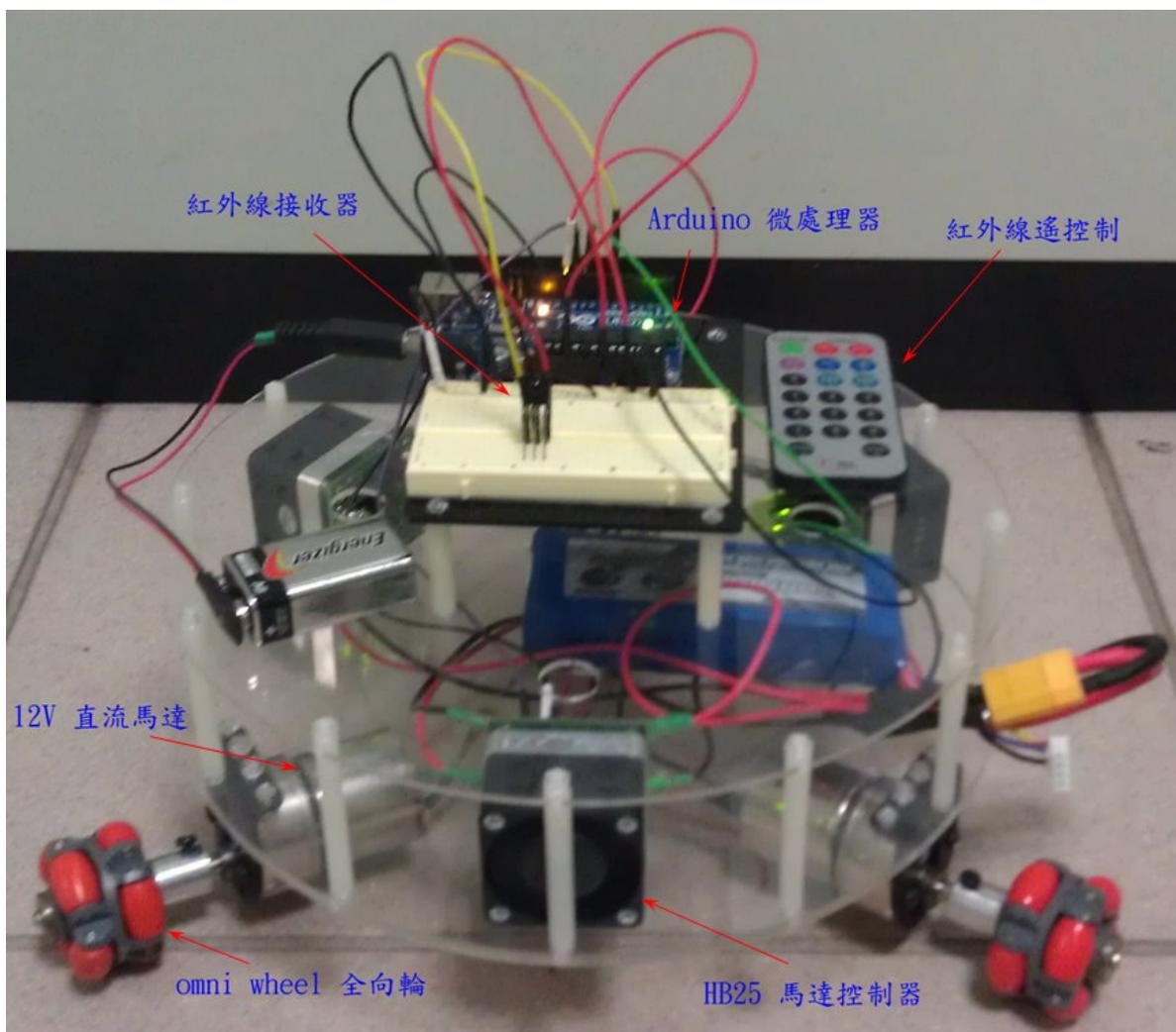


圖 1 紅外線控制 omni wheel 全向輪車

(二)研究動機與研究問題

近年來機器人的應用已從製造領域轉向非製造領域發展。像老人服務、醫療應用、海洋開發、宇宙探測及互動娛樂等。這些產業與製造業比較，其主要特點是周遭環境的非固定化和不確定性，因此機械人需使用各式感測器去偵測環境的變化而相對能有自主調適規劃能力。

MIT Media Lab Prof. Negroponte 在其暢銷書『數位革命』中曾提到機器人產業中最具有未來市場潛力為與網路連接的家用機器人，具價值百億美金的市場，而智慧型機器人集合了資訊、電子、無線通信、影像處理、機械設計、自動控制、感測器、人工智慧等領域的整合科技。

全向輪 omni wheel，類似於 Mecanum 萬向輪，omni wheel 是在 1919 由 J. Grabowiecki 所發明。採用了三角形配置三個 omni wheel 全向輪的平台通常被稱為 kiwi drive。

全向輪的輪胎是由兩個特殊輪框和八個滾輪所製成的，並藉由這八個滾輪使輪胎可以橫向移動到任意方向，而一般輪胎只有單純的軸向（前後）移動的方式

全向輪系移動平台由全方向性的輪子（Omni-directional Wheel）所組成，如圖二所示。此種輪子在圓周上裝有與輪軸垂直的小輪，因此可自由的沿著兩種方向移動。當驅動馬達提供動力時，全向輪沿著軸向轉動，此時與全向輪上的小輪則無作用。反之，當全向輪往輪軸方向移動時，驅動馬達則不輸出扭矩，此時全向輪上的小輪，則變為輔助輪，減少移動時的摩擦力，幫助平台移動[1-2]。因此，全向平台的優點如下：

- 輪軸不需移動，即可改變平台方向
- 原地旋轉不需迴轉半徑
- 可同時且獨立的控制平台的移動與轉動



圖 2 omni wheel 全向輪

有關於自走車控制與導引的研究發展，最主要是結合各種感測器與應用各種控制方法，其中包含紅外線、藍芽、無線網路來做為研究探討。

在自走車的文獻中，有單獨使用超音波測量距離來做為導引之依據，也有使用目標物理影像顏色或是外形等資訊來控制自走車的行進，而在自走車遠端控制文獻中，有使用紅外線、藍芽、無線網路或是使用傳統 RF 來做控制。

紅外線遙控是目前最廣泛的一種通信設備和遙控的方式，由於紅外線遙控裝置具有體積小、功能強、成本低等特點，所以電視機、錄影機、錄音機、音響、空調機以及玩具等其他小型電器裝置上也紛紛採用紅外線遙控。紅外線通訊(簡稱 IR)，屬於一個無線通訊，IrDA 運用紅外線作無線資料傳輸的特性，能夠取代複雜的傳輸線，這種紅外線傳輸在電子消費市場上已應用了二、三十年，近年來成為相當熱門的一門技術。

本專題是使用紅外線做為自走車之控制方法，並使用 Mecanum 全向輪以提供自走車全方向運動之能力，在自走車遠端控制方面採用紅外線介面控制，紅外線技術是收發器藉由一束圓錐狀光束範圍內的紅外線脈波傳輸，其圓錐狀光束自中心算起最小有 15 度的範圍。

以下是紅外線和藍芽或是 RF 控制之比較:

1、與藍芽傳輸比較：

- (1) 穿透性的差別，紅外線比較受到地形地物的影響。
- (2) 紅外線的傳輸距離及可連結裝置數的限制比較大。
- (3) 紅外線有方向性限制。

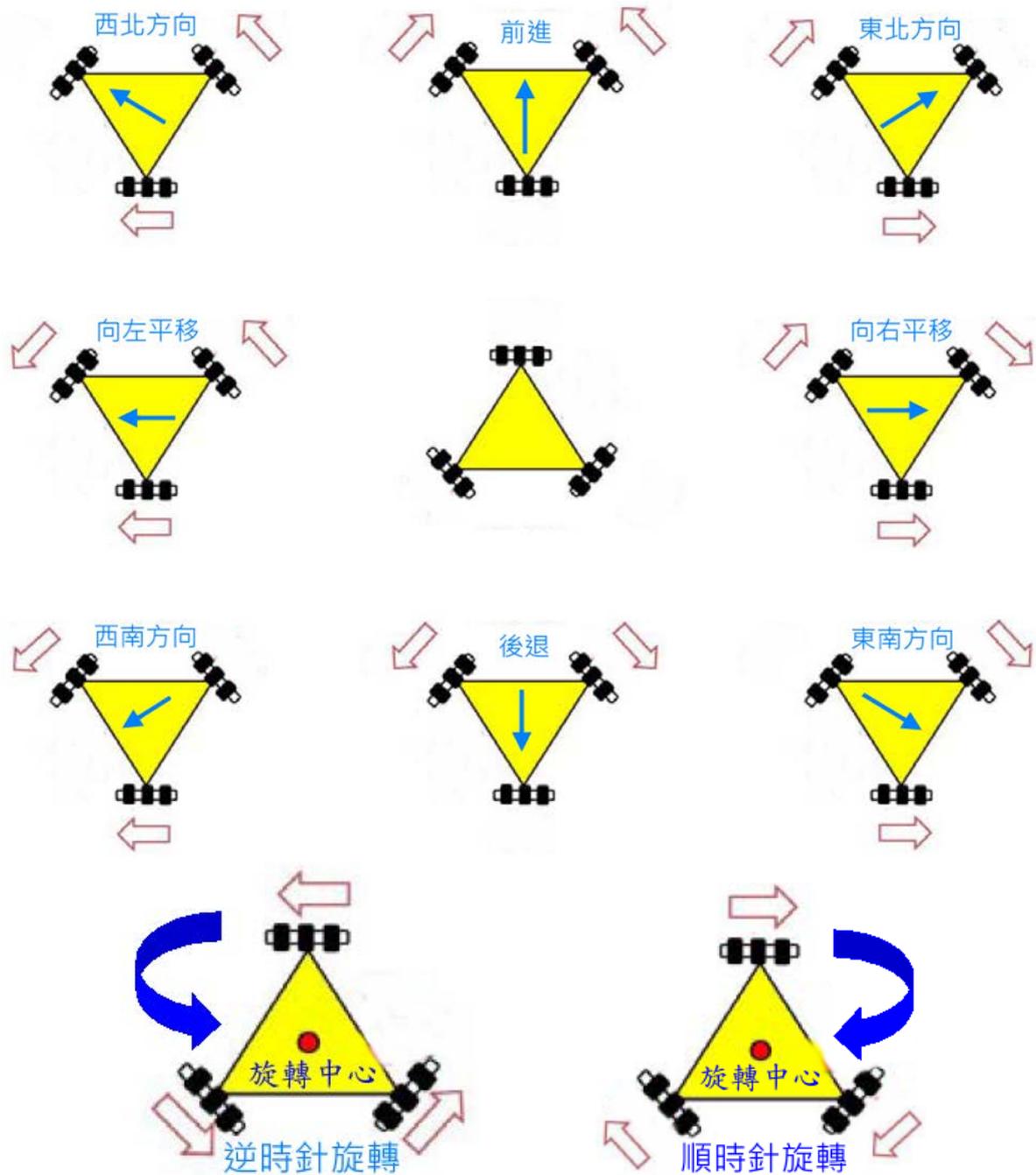
2、與 IEEE802.11 之比較：

- (1) 紅外線的訊號距離短/容納裝置數量較少/傳輸速度較慢。
- (2) IEEE 802.11 專為電腦設計而 Bluetooth 具跨越各種使用領域的優勢而紅外線則有便宜易使用之優點。
- (3) 紅外線晶片價格遠比 IEEE 802.11 的裝置價格便宜。

(三) 研究方法及步驟

整體架構分為四個系統，分別為 omni wheel 全向輪組裝與運動原理、機構系統、微控制器處理系統、直流馬達動力驅動系統、紅外線傳輸系統。

1、omni wheel 全向輪運動原理



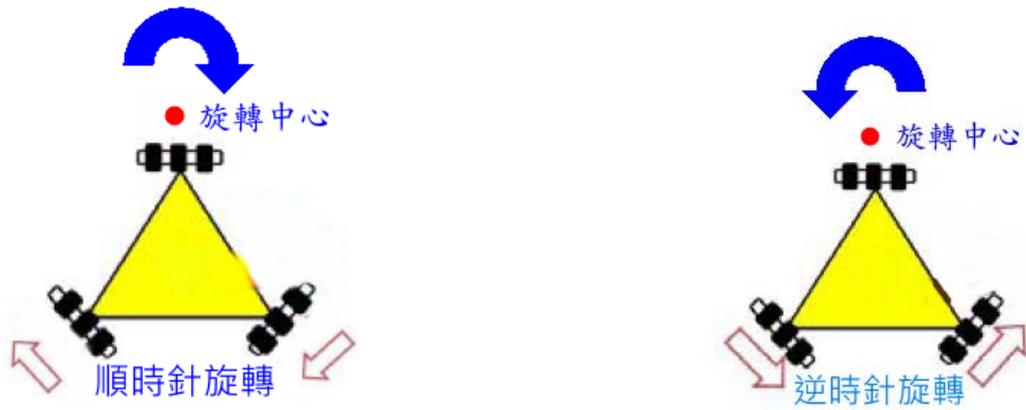


圖 3 omni wheel 全向輪運動模式

2、omni wheel 全向輪組裝

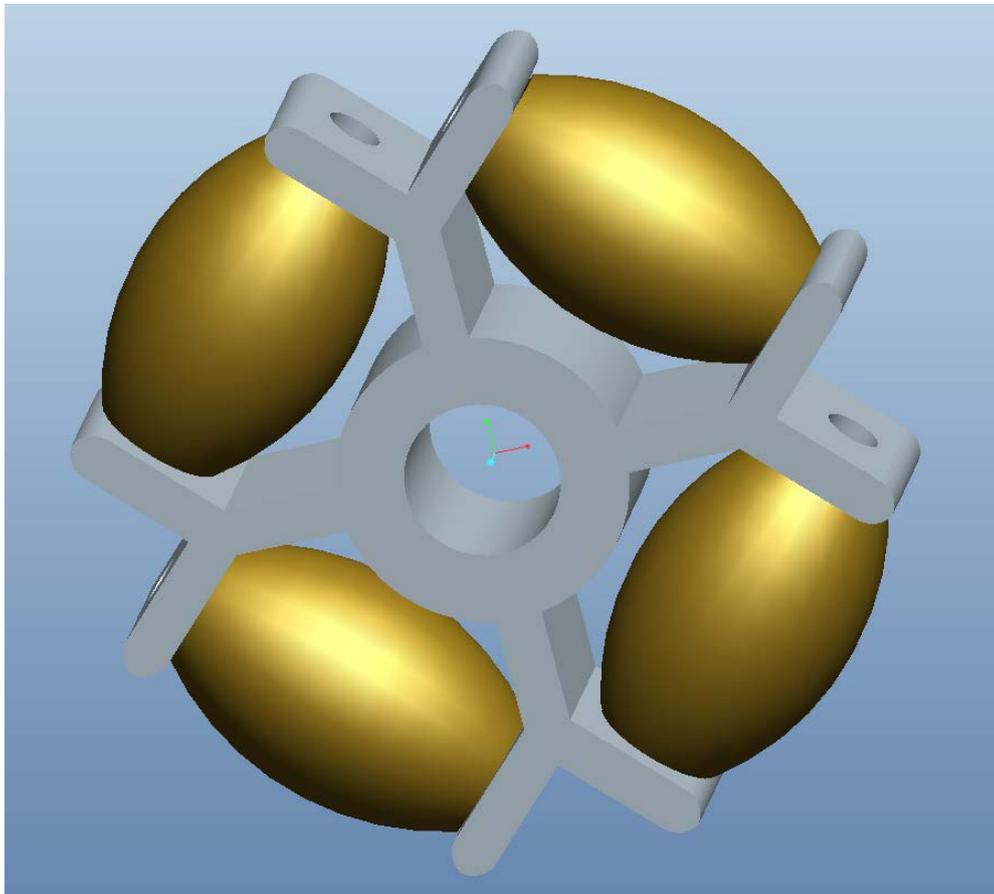
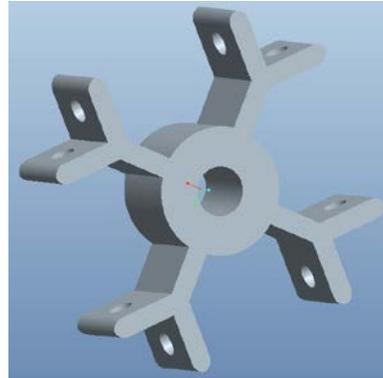
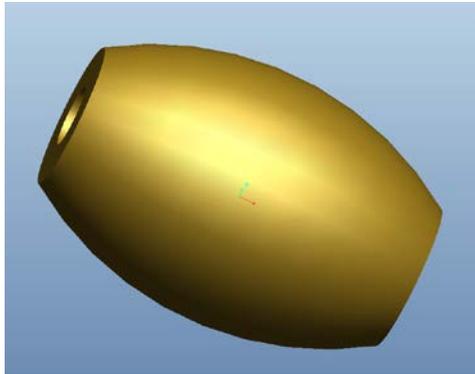


圖 4 omni wheel 全向輪組裝

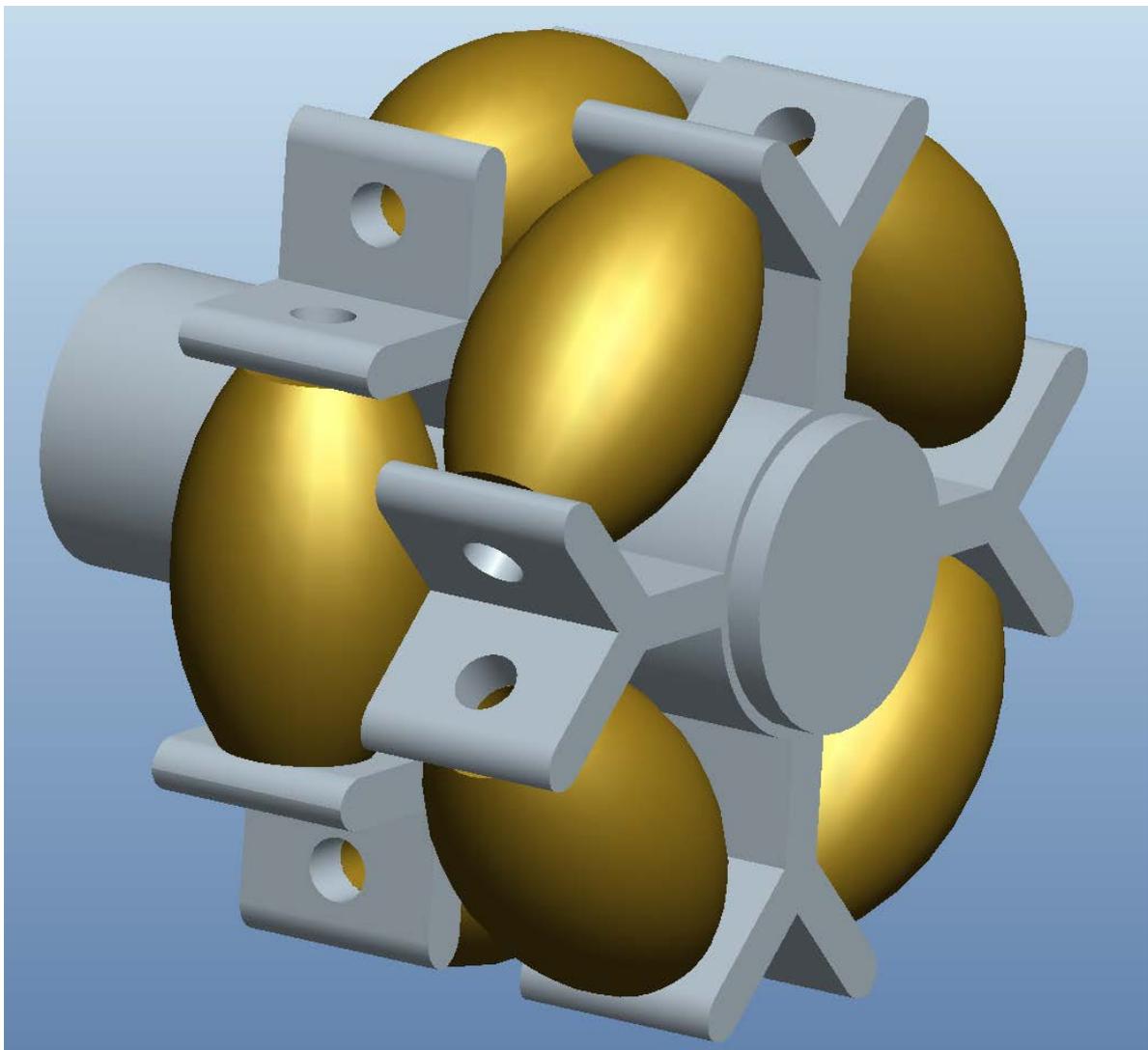
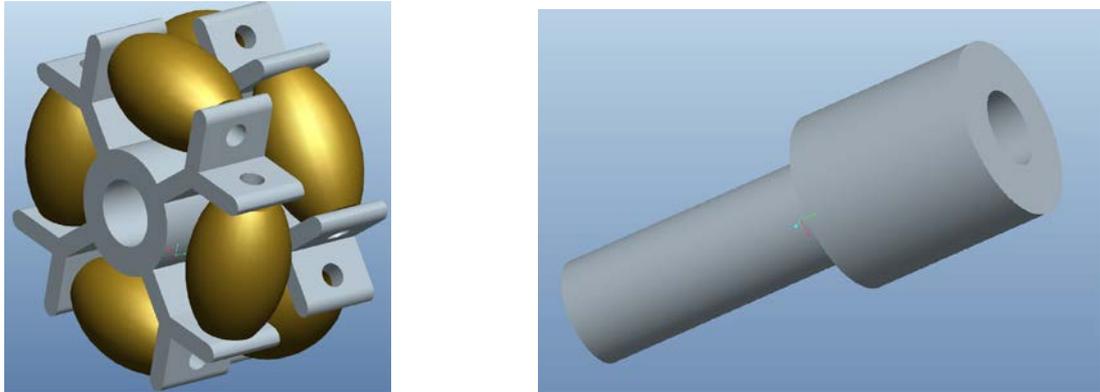


圖 5 omni wheel 和輪軸連接器

3、機構設計

(1)底盤設計：使用 2mm 壓克力板利用雷射切割機製作，主要之功能為承載電路控制板、安裝紅外線桿測模組及提供直流馬達安裝和直流馬達控制器之位置。

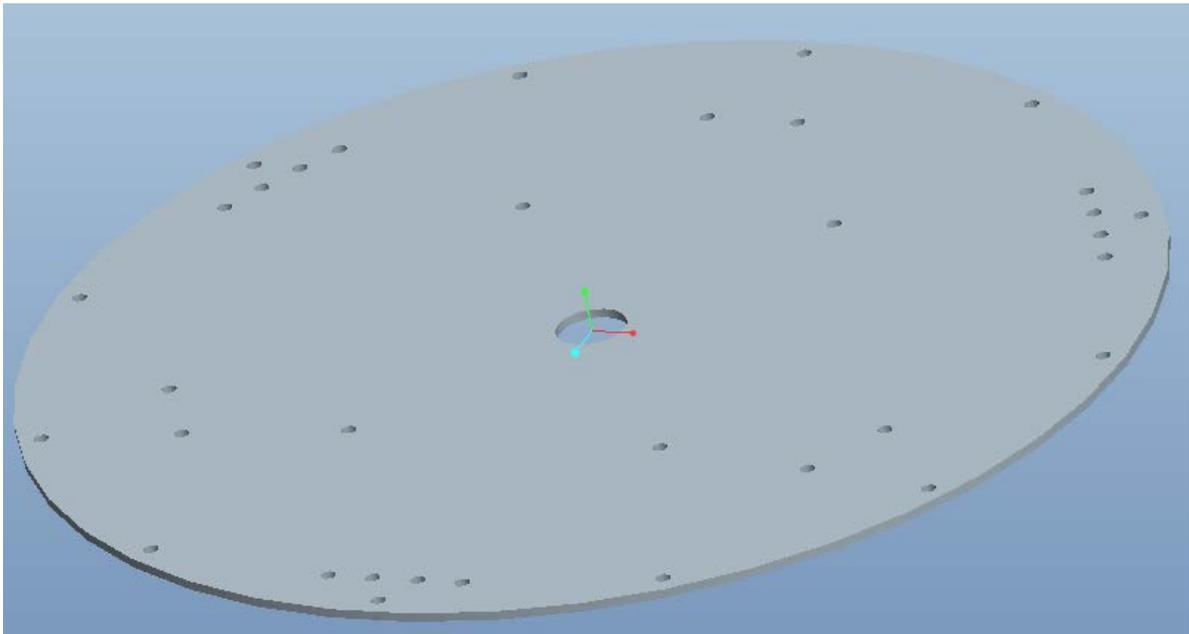
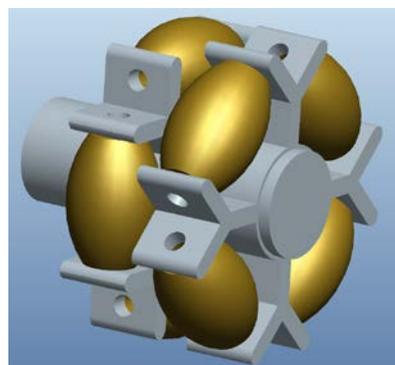
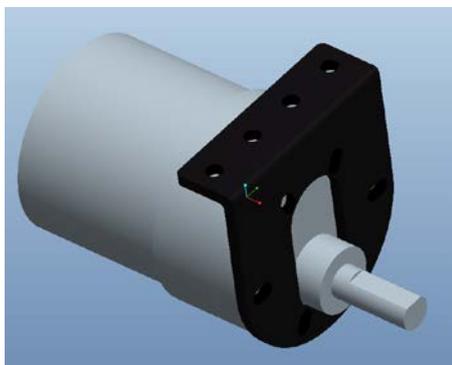


圖 6 底盤

(2)、機構設計及組裝馬達和 omni wheel 全向輪



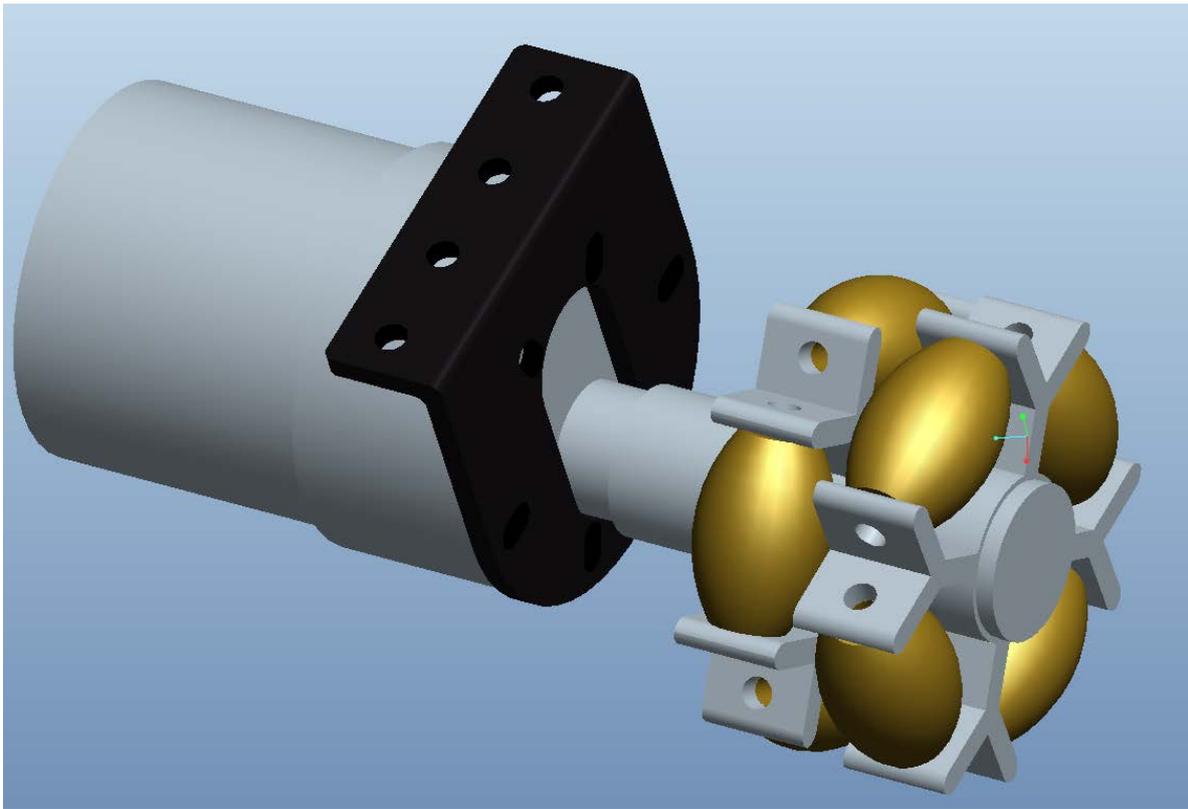
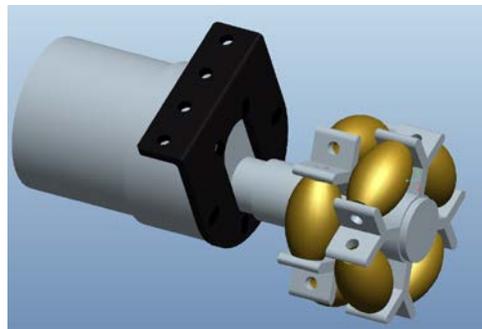
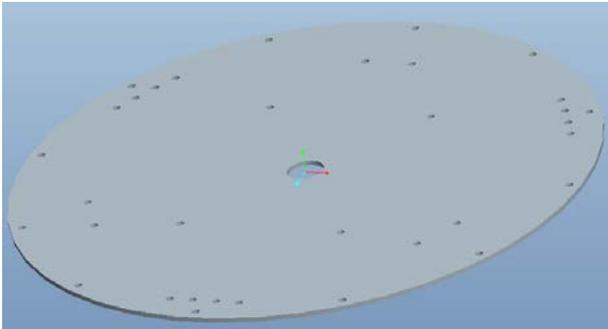


圖 7 組裝馬達和 omni wheel 全向輪

(3)、機構設計及組裝馬達和 omni wheel 全向輪及底板



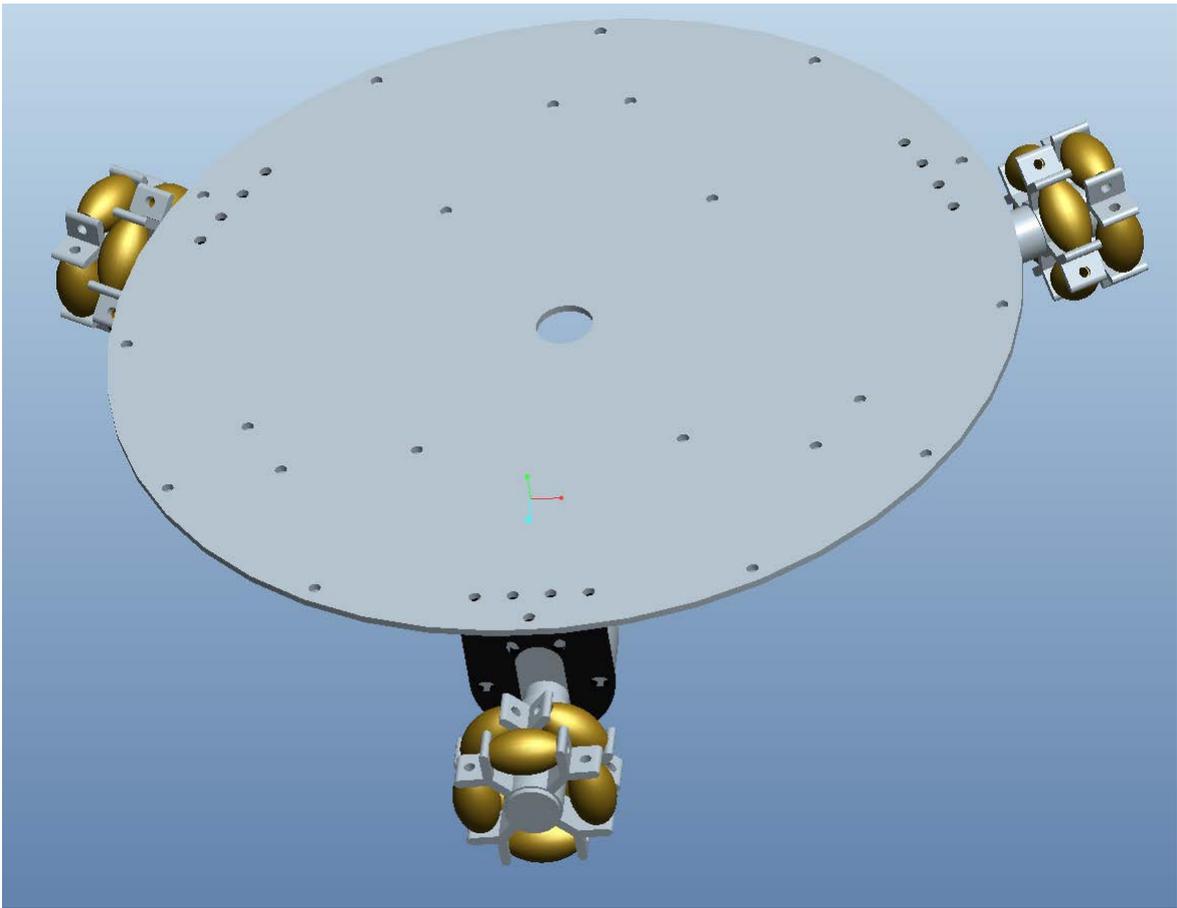
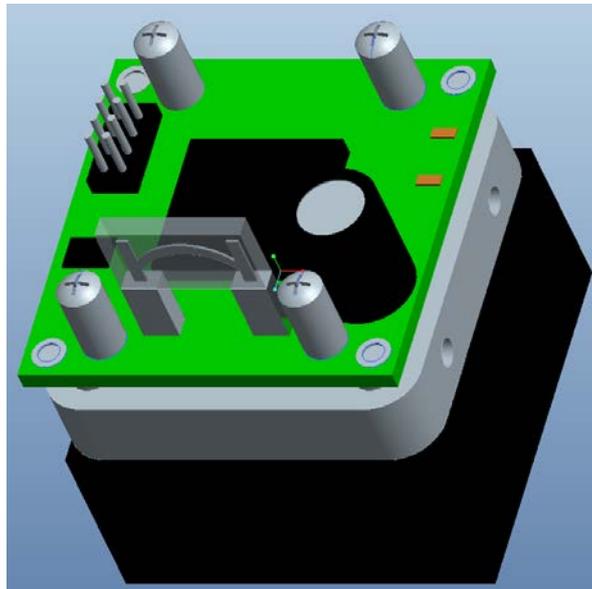


圖 8 組裝馬達和 omni wheel 全向輪及底板

(4)、機構設計及組裝 HB-25 直流馬達控制器



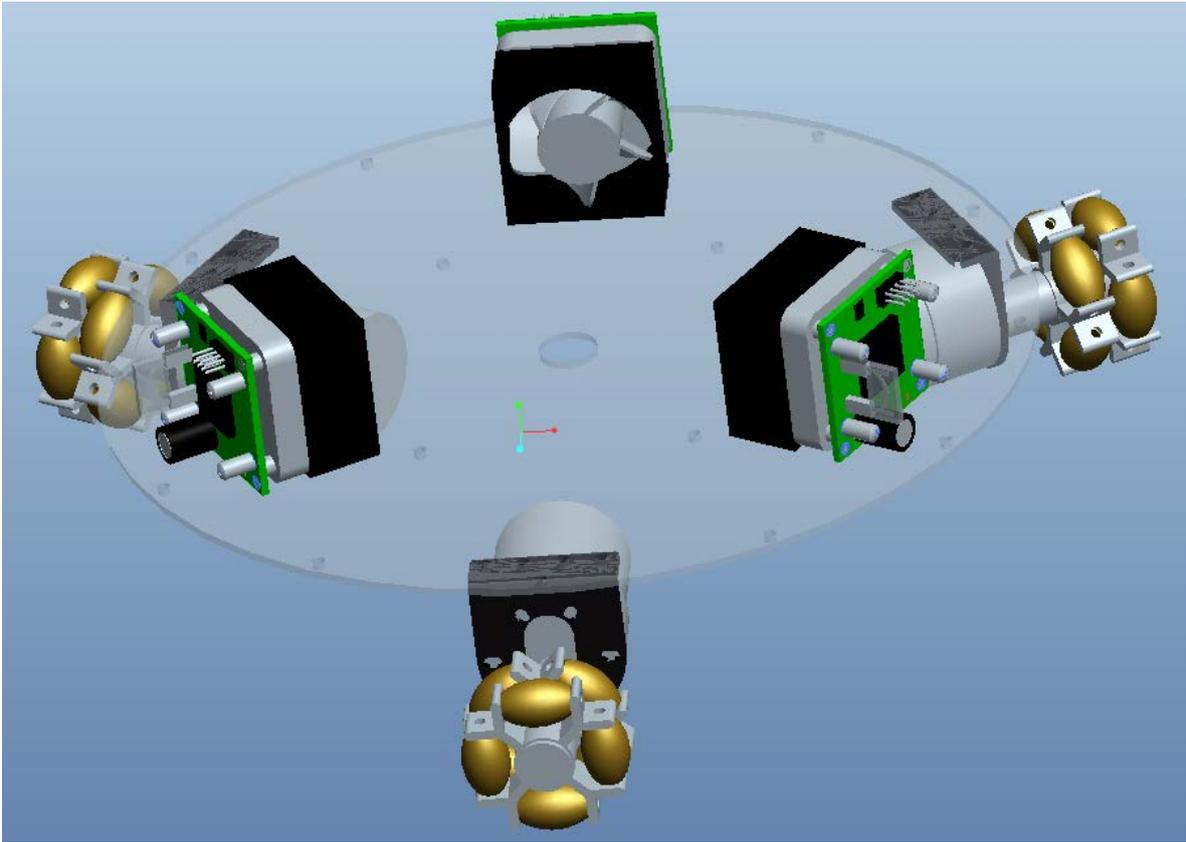
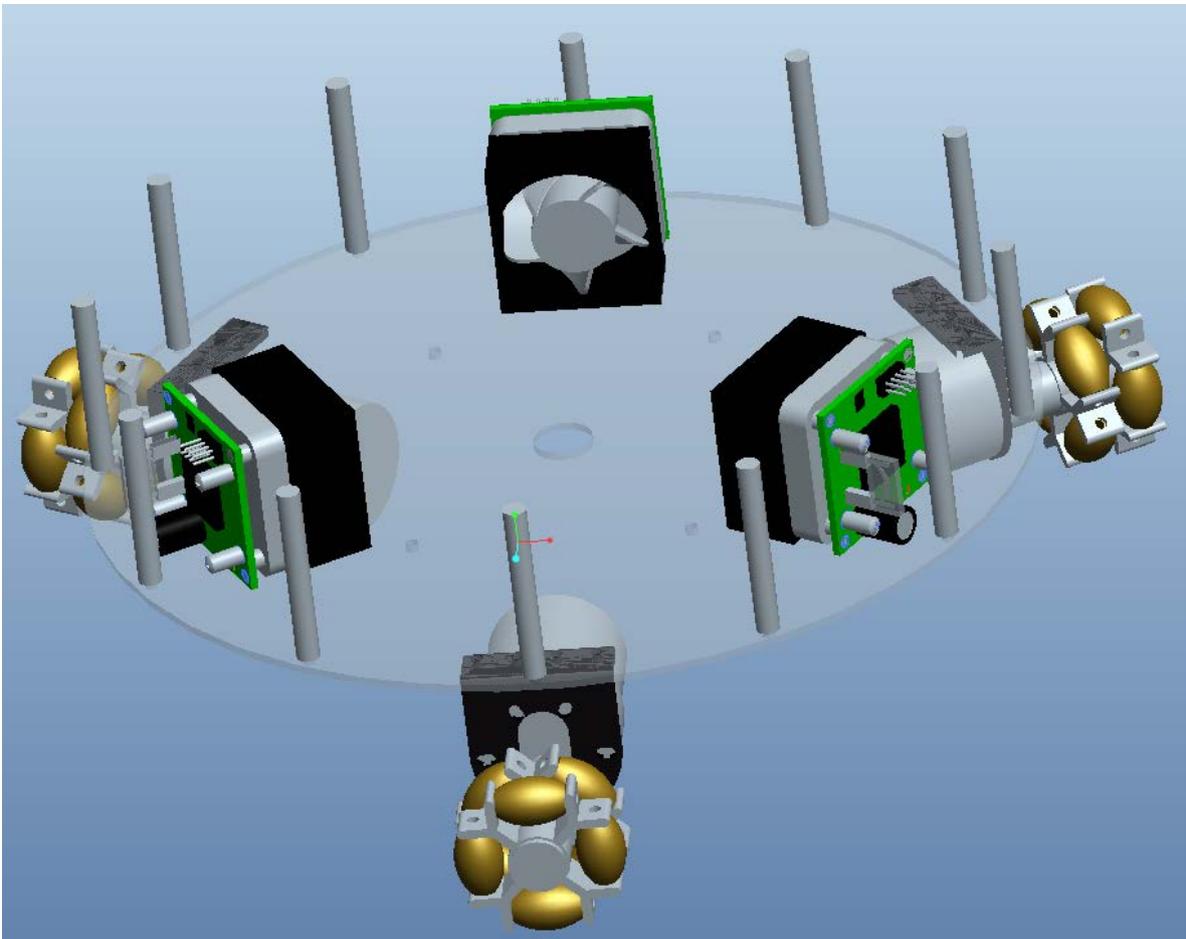


圖 9 組裝 HB-25 直流馬達控制器

(5)、機構設計及組裝上蓋板



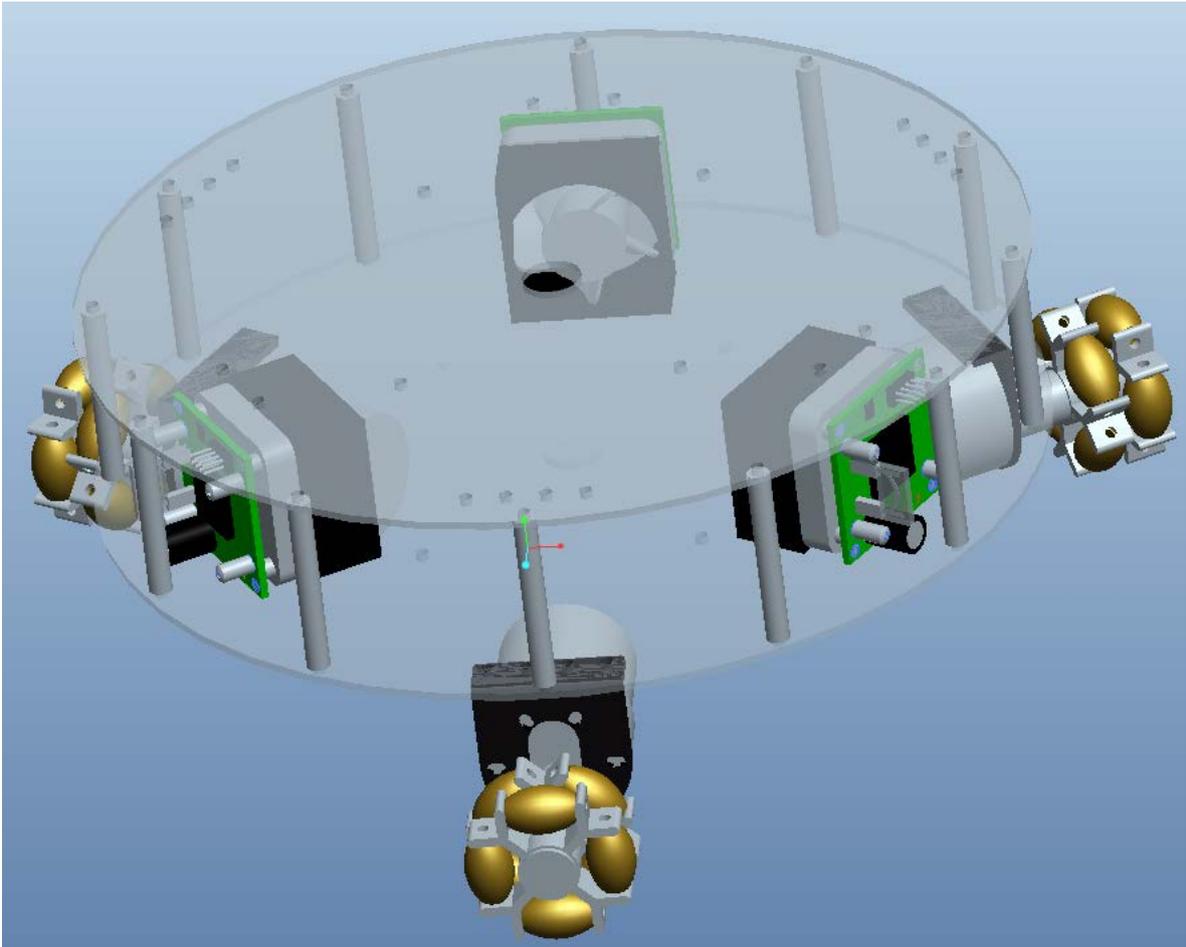
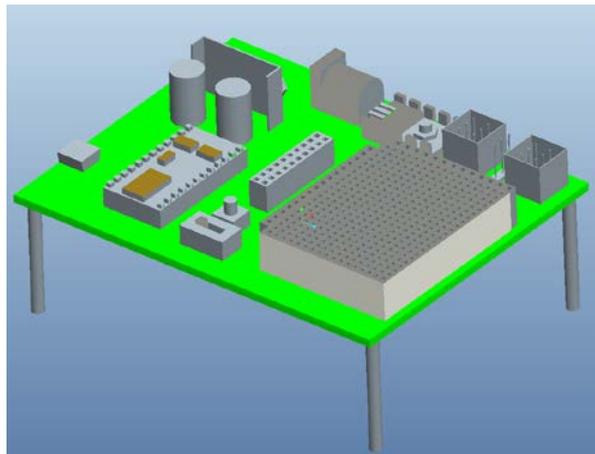


圖 10 組裝組裝上蓋板

(6)、機構設計及組裝 arduino 電路板



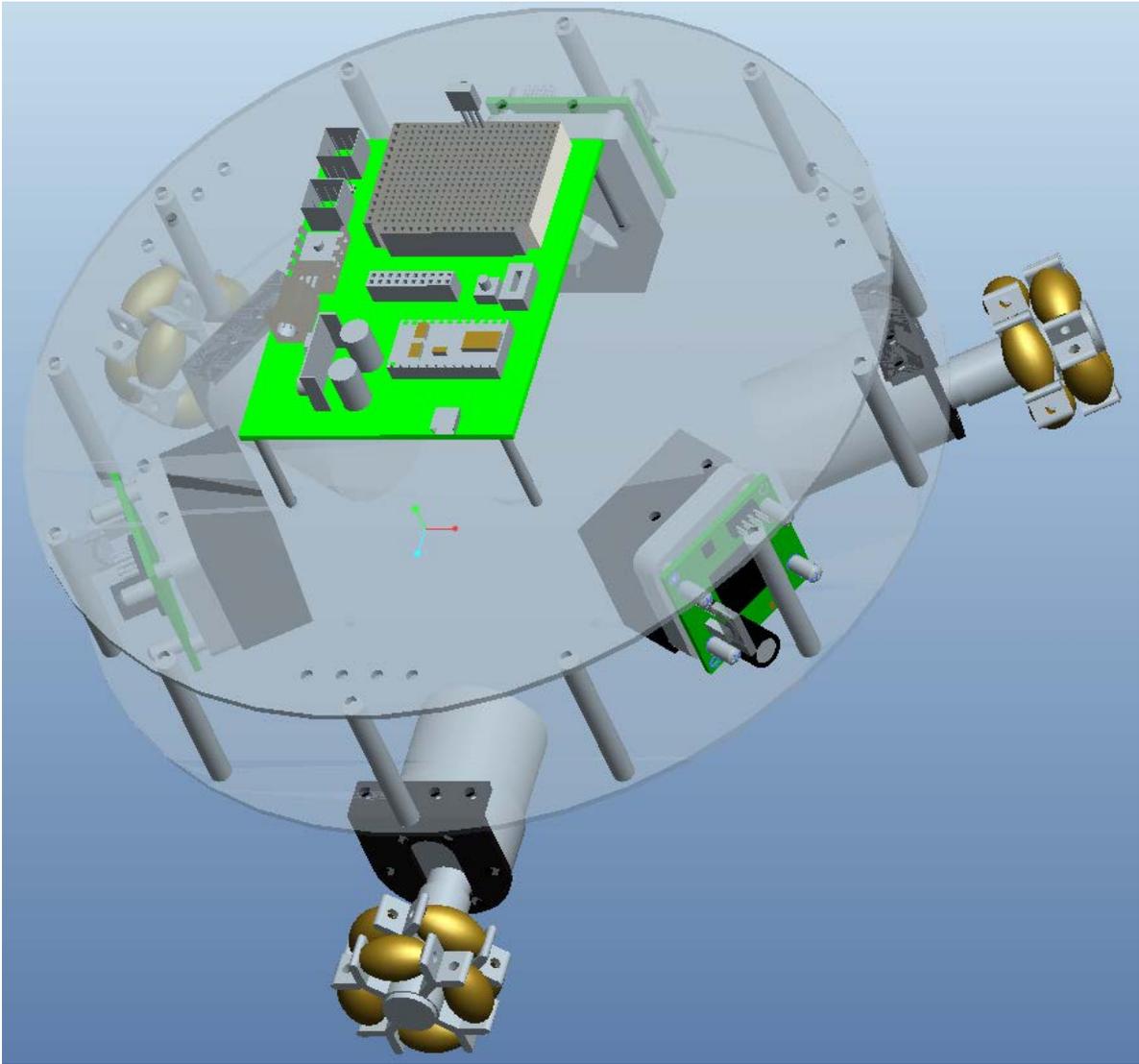


圖 11 組裝 arduino 電路板

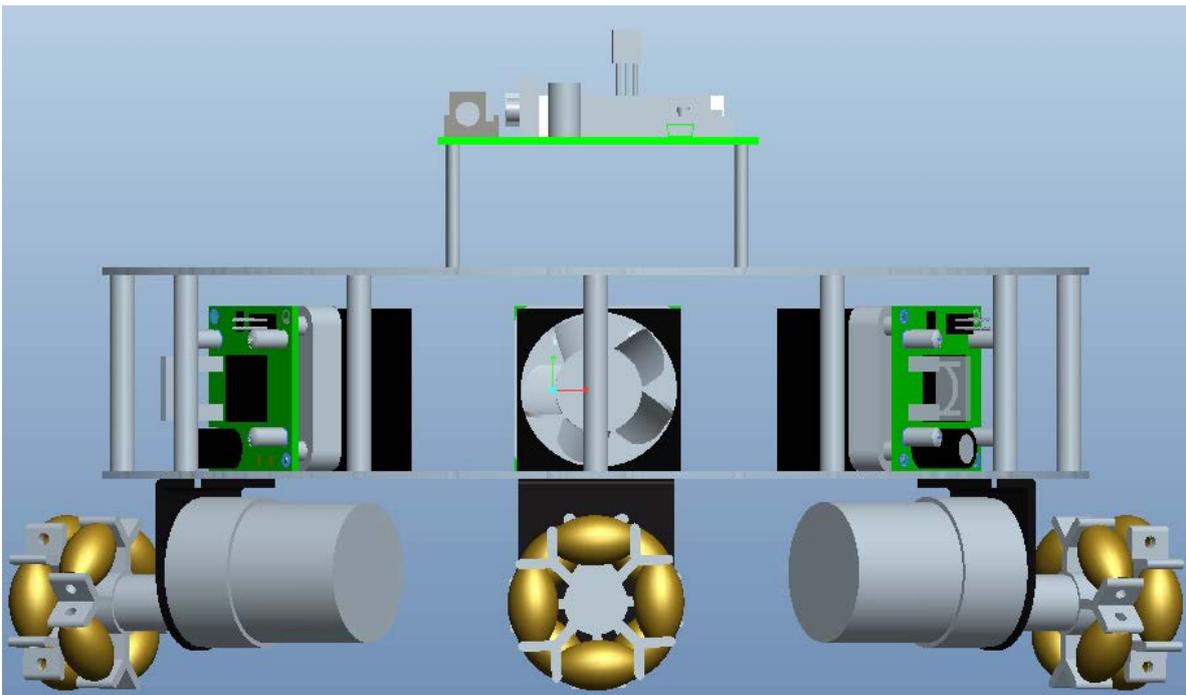


圖 12 omni wheel 全向輪車 前視圖

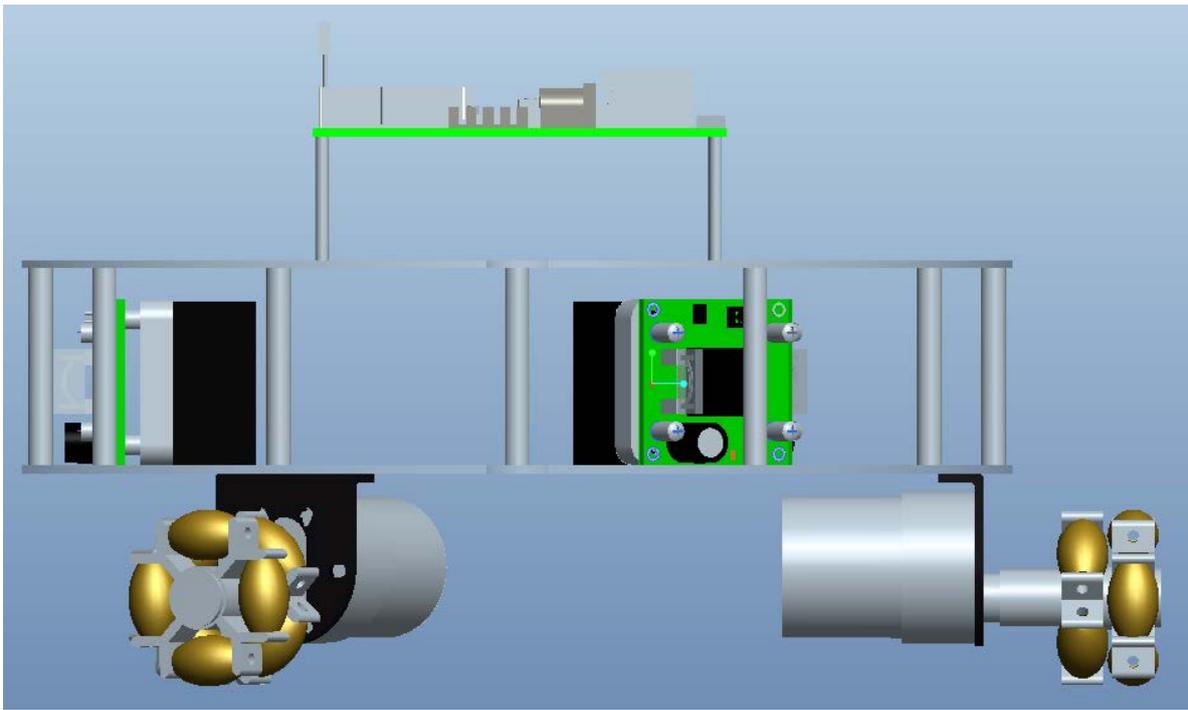


圖 13 omni wheel 全向輪車 左側視圖

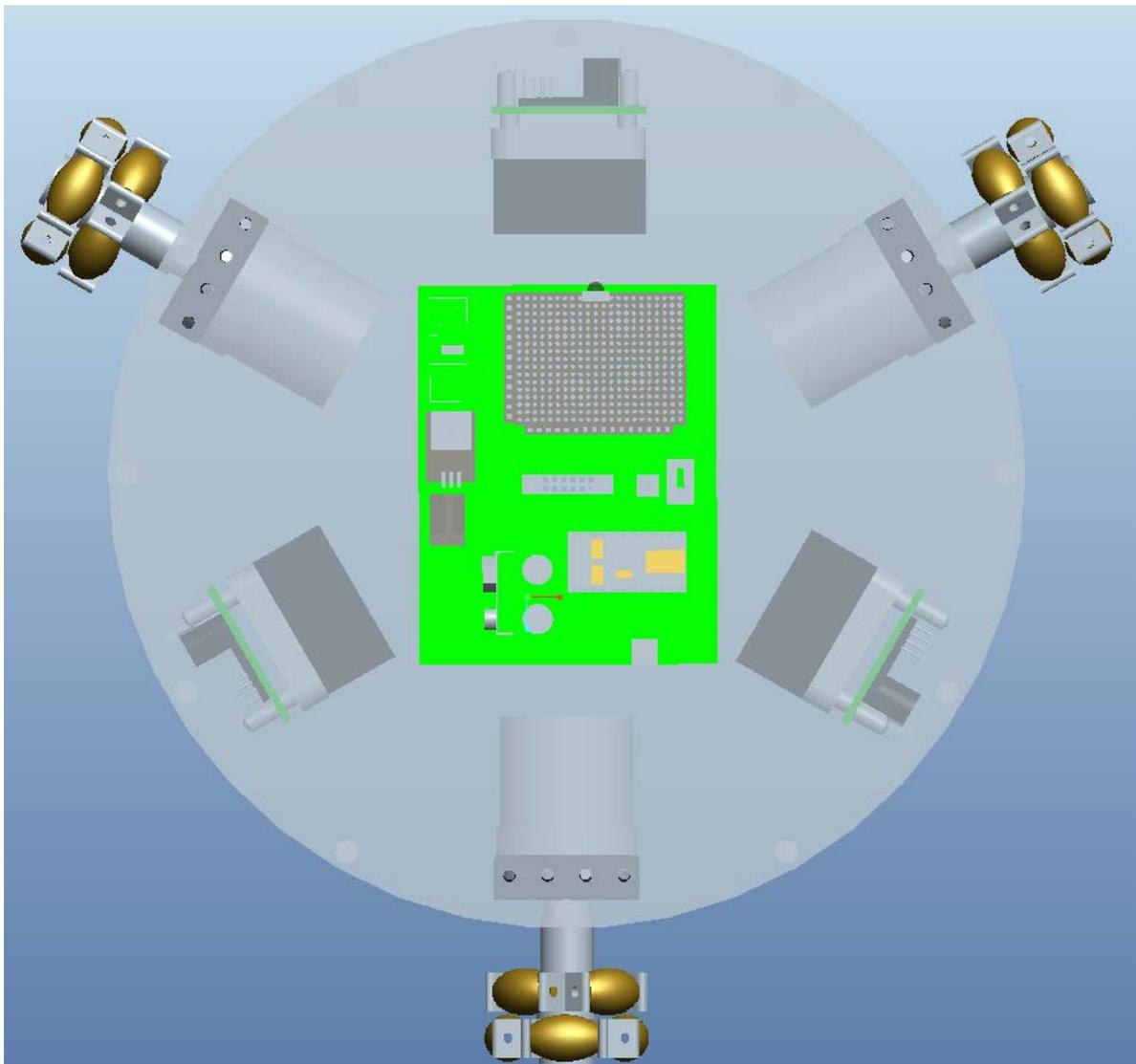


圖 14 omni wheel 全向輪車 上側視圖

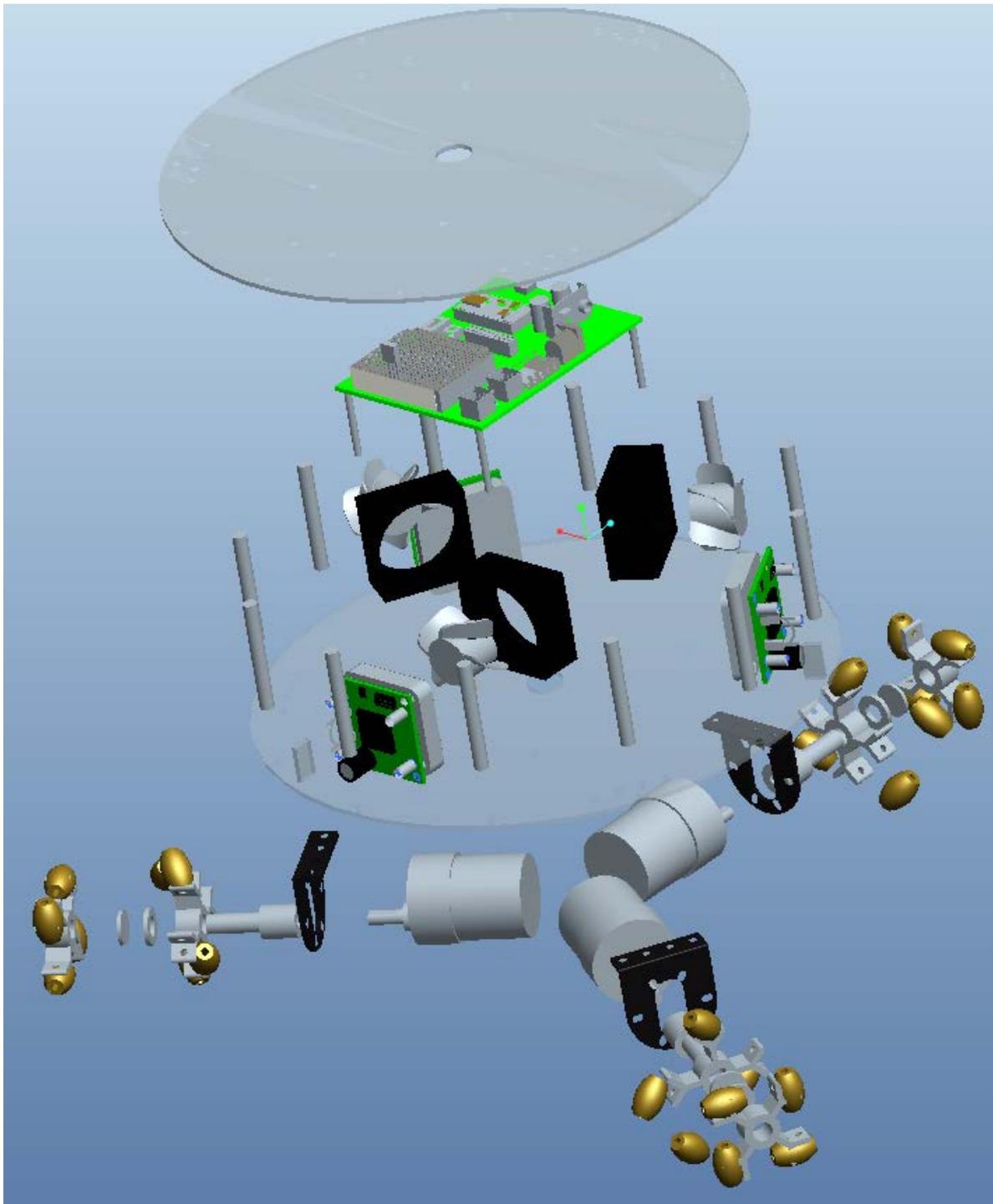


圖 15 omni wheel 全向輪車 爆炸圖

4、紅外線感測器與單晶片控制電路設計

- (1) **Arduino** 秉持著具多樣性、簡易使用的精神，設計出結合了軟硬體且開放式原始碼的電控平台。Arduino 除了在傳統嵌入式系統上的運用外，可以快速的結合如本網站的各式感測器，來作偵測或辨識，並可透過控制光、馬達等 各式 I/O 裝置及各式驅動器來控制周遭環境或達成你想要的目的。

Arduino利用類似Java，C 語言的[Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#))讓您可以快速與 Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider&hellip等軟體，作出互動作品，延伸使用到創意設計、藝術家等任何有趣的開發互動式物件及環境。

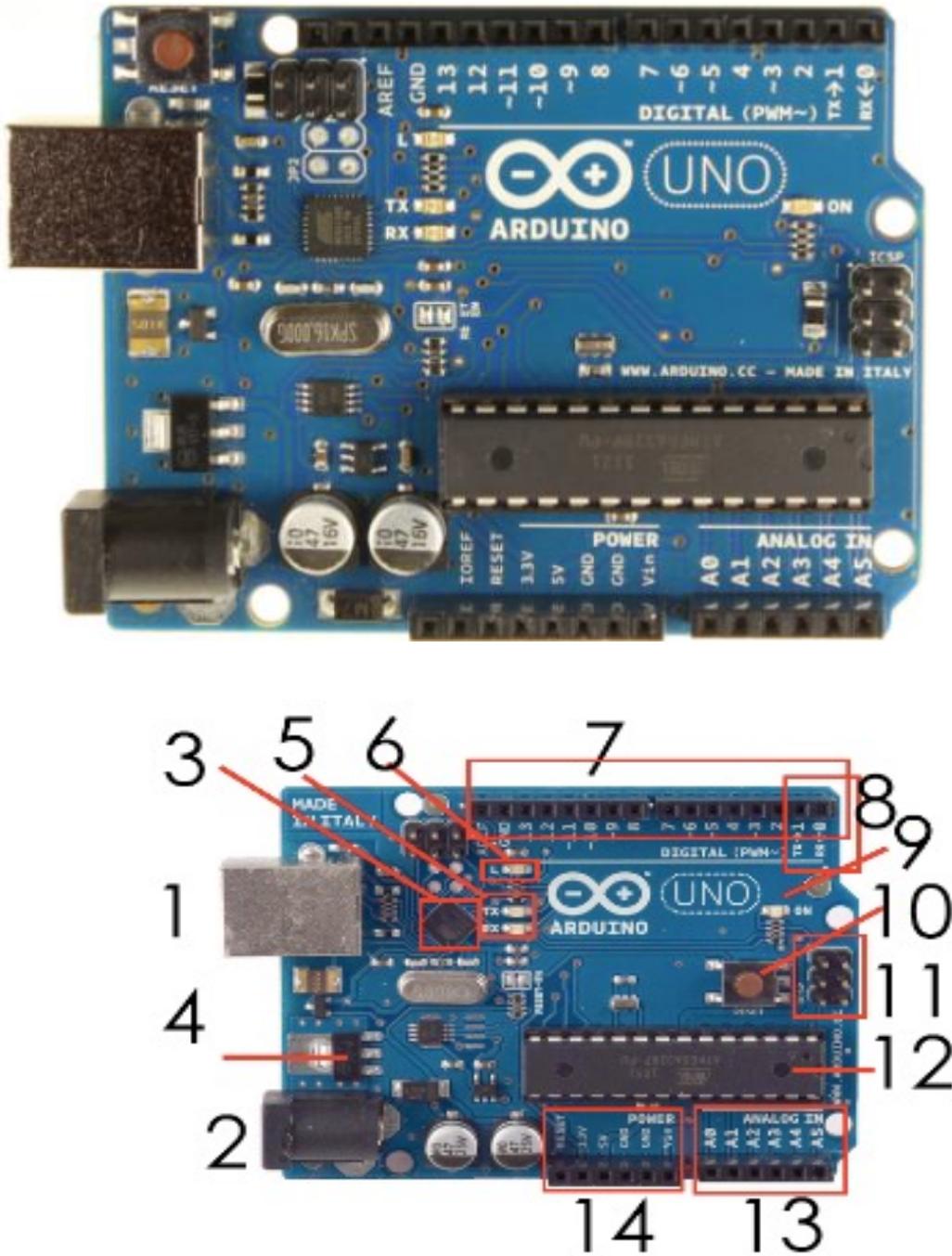


圖 16 Arduino UNO 電路板腳位圖

1. 支援 USB 接頭傳輸資料及供電(不需額外電源)。

2. 輸入電壓 Power Jack，可以單獨使用，不需連接 USB 電腦時就可以直接接上 5V 變壓器，或是電池直接供電。（所以 1 和 2 只要選擇一個就可以了）
3. FTDI USB 晶片，這是 USB 的 Client 端的晶片，透過這個晶片就可以跟電腦溝通連結傳遞資料。
4. Voltage Regulator:穩壓器，保持電壓的穩定。
5. LED 燈：用來顯示傳遞接受的資料 RX 和傳遞出去的資料 TX，如有資料進去跟出去的話這 LED 燈都會閃爍一下，並且這兩個 LED 燈，和區域 7 的接腳 0 和接腳 1 是相連結的。
6. LED 燈：用來顯示區域 7 的接腳 13，是高電壓還低電壓。
7. 數位接腳:由右到左那他分別是
 - 7-1：數位接腳 0 到數位接腳 13：你注意看一下印刷，有些字前面有～符號，例如說～10，這個意思是當它可以當成數位接腳 10，可以做 PWM 的資料輸出，所以呢這個符號的意思是說在這個版子上面，只有特別的接腳可以做 PWM 的資料輸出。
 - 7-2：GND: 接地接腳。
 - 7-3：AREF：AREF 是指模擬參考。他的英文全名是 Analogue REference，它可以讓我們知道 Arduino 的參考電壓。例如，如果我們要測量的最大電壓範圍 3.3V，我們那我們就需要有一個很好的 3.3V，是那我們就可以從 AREF 接腳取得。
8. RX<- 0 和 TX -> 1:意思是說如果要做 UART 資料傳遞的話，想要把資料傳進去 arduino 的話，可以透過 TX -> 1(接腳 1)，那 arduino 如果要做做 UART 資料傳遞出去的話，就可以把接腳 RX<- 0（接腳 0）接到另外一個硬體上面。今天要提醒一下這兩個接腳，平常他時會跟 USB 連接線連結在一起了，所以說如果你要把程式燒錄透過 USB 到這個版子上時，在那個時刻請確定你的接腳 0 和接腳 1 上面是沒有任何接線的，不然程式燒錄的動作就會失敗喔！
9. LED 燈：電源顯示燈。
- 10.重新執行程式按鈕。
- 11.ICSP Header:英文的全名是 In-circuit serial programming 序列燒錄方式，PIC 燒錄器燒錄程式的方法，程式記憶體為 Flash 的版本使用方便的 ICSP 序列燒錄方式。
- 12.Microcontroller: 控制晶片。

13.類比訊號接腳：a0,a1,a2,a3,a4,a5

14.電源控制的接腳：

13-1: Vin (電源輸入)

13-2: Gnd (接地)

13-3: Gnd (接地)

13-3: 5V (5V 電源輸出)

13-3: 3V3 (3V 電源輸出)

13-3: RESET (重新執行程式)

硬體功能說明：

數位 I/O 接腳:

14 支數位 I/O 接腳 可以當作 input 使用，也可以當作 output 使用，使用方法是透過 `pinMode()`, `digitalWrite()`, `digitalRead()` 這幾個函式。這 14 支數位 I/O 接腳，其中幾支腳有特殊的功能:

Serial 通訊	0(RX) 和 1 (TX) 這兩支腳。用來接收(RX)與傳輸(TX) TTL 訊號的序列資料。這兩支腳也連接到 USB Converter 晶片中。
外部中斷	2 和 3 這兩支腳。這兩支腳可以利用外部事件觸發中斷。詳細內容請參考 <code>attachInterrupt()</code> 函式。
PWM	3, 5, 6, 9, 10 和 11 共六支腳。透過 <code>analogWrite()</code> 函式可以提供 8-bit 的 PWM 輸出。
SPI	10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) 和 13 (SCK) 這四支腳。這四支腳搭配 SPI Library 可提供 SPI 序列通訊。
LED	13。內建一顆 LED，當 pin 腳為 HIGH 時，LED 打開，當 pin 腳為 LOW 時，LED 關閉。

類比輸入 接腳:

Arduino Uno 有 6 支類比輸入腳，標記為 A0 到 A5，每支腳都可提供 10 位元的解析 (即 1024 種不同的數值)。這些腳位所用的參考電壓預設為 0 到 5V，不過參考電壓也是可以更改的，方法是透過 AREF 腳和 `analogReference()`

I2C	4 (SDA) 和 5 (SCL) 這兩支腳。透過 Wire library 可以提供 I2C 通訊。
-----	---

(2)、紅外線遙控器模組

A、21 鍵萬用紅外線遙控器



圖 17 21 鍵萬用紅外線遙控器

B、Sony 紅外線遙控器編碼

Sony 遙控器紅外線訊號共有 13 組負的脈衝訊號(thirteen negative pulses)，第一組訊號為起始訊號，脈衝寬度為 2.4ms，剩餘之 12 組脈衝訊號脈衝寬度不是為 1.2ms(Binary 1)就是 0.6ms(Binary 0)，剩餘之 12 組脈衝訊號中之前 7 組訊號代表 Sony 遙控器上那一個鍵被按下，後面 5 個訊號代表此紅外線訊號是傳給那種設備(VCR、CD、TV、DVD)等，訊號之傳輸順序為 LSB(Least Significant Bit)First，也就是說先收到 Bit 0。

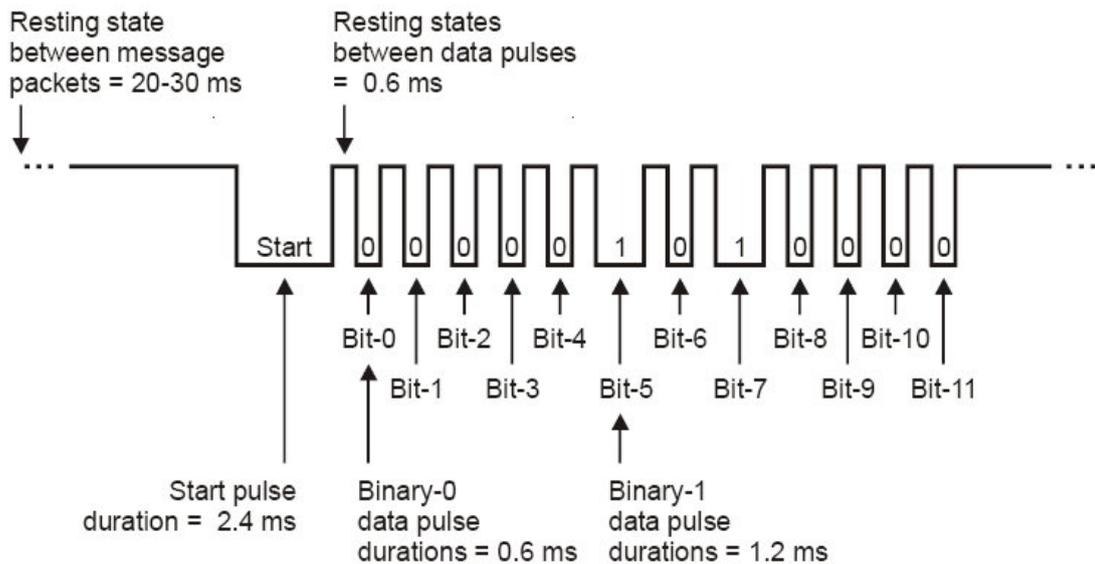


圖 18 Sony 遙控器紅外線訊號共有 13 組負的脈衝訊號

Array Element	Remote Key									
	1(0)	2(1)	3(2)	4(3)	5(4)	6(5)	7(6)	8(7)	9(8)	0(9)
time(0)	345 (0)	652 (1)	345 (0)	653 (1)	345 (0)	653 (1)	345 (0)	654 (1)	345 (0)	641 (1)
time(1)	345 (0)	346 (0)	659 (1)	653 (1)	346 (0)	346 (0)	652 (1)	640 (1)	346 (0)	333 (0)
time(2)	345 (0)	346 (0)	341 (0)	346 (0)	653 (1)	653 (1)	652 (1)	658 (1)	346 (0)	333 (0)
time(3)	344 (0)	345 (0)	344 (0)	356 (0)	34 (5(0))	346 (0)	345 (0)	345 (0)	653 (1)	640 (1)
time(4)	345 (0)	345 (0)	345 (0)	346 (0)	345 (0)	356 (0)	346 (0)	355 (0)	345 (0)	343 (0)
time(5)	341 (0)	341 (0)	341 (0)	357 (0)	341 (0)	341 (0)	341 (0)	341 (0)	341 (0)	341 (0)
time(6)	345 (0)	345 (0)	345 (0)	346 (0)	345 (0)	356 (0)	346 (0)	345 (0)	351 (0)	334 (0)
time(7)	653	652	651	663	652	664	653	652	652	641
time(8)	345	356	342	346	346	346	346	351	356	343
time(9)	346	346	345	346	346	357	345	355	345	334
time(10)	345	346	346	346	356	346	345	345	346	333
time(11)	345	345	345	357	345	345	345	341	345	344

Array Element	Remote Key					
	VOL-(19)	VOL+(18)	CH-(17)	CH+(16)	ENTER(11)	POWER(21)
time(0)	657(1)	329(0)	647(1)	347(0)	653(1)	651(1)
time(1)	644(1)	647(1)	331(0)	351(0)	652(1)	330(0)
time(2)	345(0)	340(0)	341(0)	350(0)	345(0)	650(1)
time(3)	344(0)	340(0)	342(0)	349(0)	652(1)	341(0)
time(4)	652(1)	646(1)	637(1)	660(1)	345(0)	651(1)
time(5)	341(0)	325(0)	341(0)	341(0)	357(0)	341(0)
time(6)	342(0)	339(0)	342(0)	349(0)	345(0)	340(0)
time(7)	651	645	647	661	662	650
time(8)	340	330	341	38	345	339
time(9)	340	339	342	345	344	340
time(10)	340	340	342	340	345	340
time(11)	338	339	341	339	355	339

圖 19 Sony 紅外線遙控器編碼

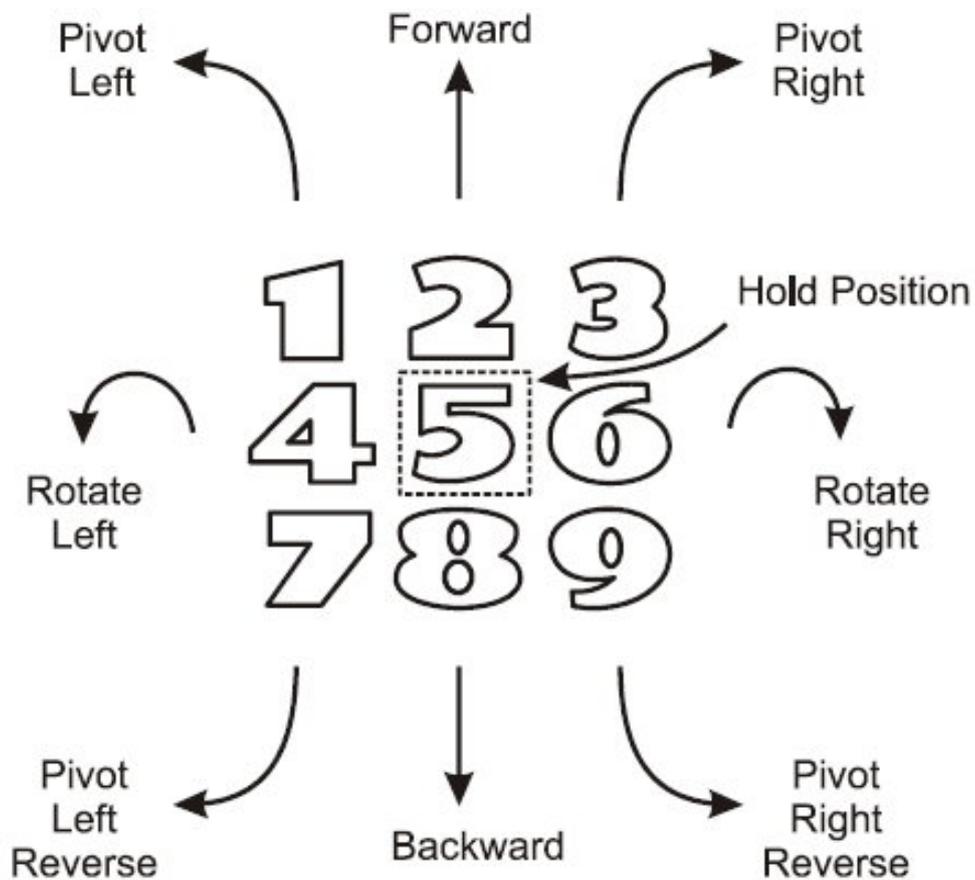


圖 20 紅外線遙控器方向鍵配置

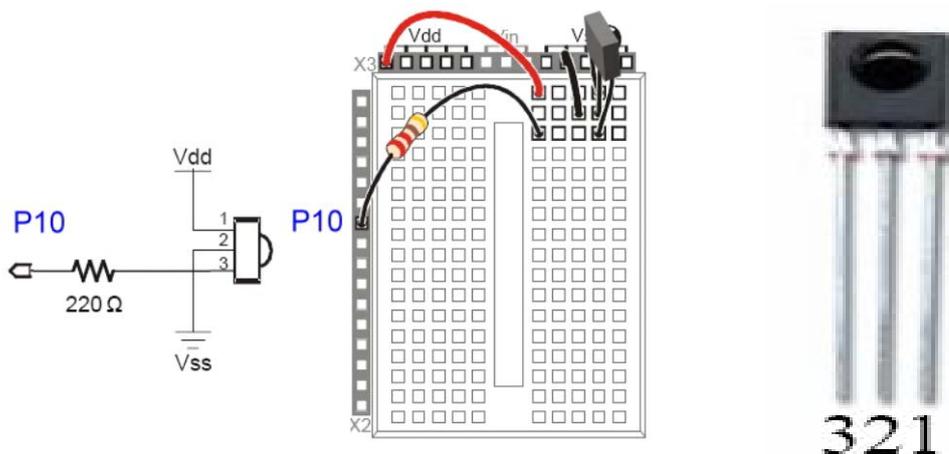


圖 21 紅外線接收器接線圖

C、接收任何紅外線遙控器訊號

將任一台紅外線遙控器對準紅外線接收器按下任何一個按鍵，下列程式可記錄任何

一個按鍵之紅外線碼，例如『21 鍵萬用紅外線遙控器』按鍵 2 之紅外線碼為 1086304335，按鍵 4 之紅外線碼為 1086261495，按鍵 6 之紅外線碼為 1086277815，按鍵 8 之紅外線碼為 1086302295。

IRrecv 類進行解碼，初始化函數 **setup()** 中要添加 **enableIRIn()**。**decode()** 方法被調用來判斷是否已收到編碼；如果收到，它返回一個非零值，並將結果保存到 **decode_results** 結構中。（關於這種結構的詳細資訊，請參閱 **examples/IRrecvDump** 的代碼）。一旦編碼已經被解碼，**resume()** 函數必須被調用來恢復接收下次編碼。值得注意的是 **decode()** 不是一面牆，因為編碼的接收是通過調用中斷進程，所以在等待接收編碼的時候，Arduino 可以繼續執行其他代碼任務。

```
#include <IRremote.h>

int RECV_PIN = 11; //紅外線接收器腳位

IRrecv irrecv(RECV_PIN); //建立 irrecv 類別

decode_results results;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
```

```

    irrecv.enableIRIn(); // 啟動紅外線接收器
}
void loop()
{
    if (irrecv.decode(&results))
    {
        Serial.println(results.value, DEC); //10 進制顯示
        irrecv.resume(); //接收下一組紅外線訊號
    }
}

```

5、動力驅動系統

利用四顆HB-25 高功率DC馬達驅動器，分別控制四顆 12V/200RPM 直流馬達，利用Arduino 微處理晶片控制電路中 H-Bridge的On/OFF來改變直流馬達旋轉方向和速度大小。

HB-25 具有以下特色：

- 一、只要PWM 脈衝訊號，即可控制馬達速度
- 二、單一 Arduino port 即可控制 2 個 HB25
- 三、具有保險絲開關及額定電流保護
- 四、可以與任何大小的DC motor 共用，馬力達 1/2HP
- 五、同時具有H-Bridge及控制器命令



圖 22 HB-25 高功率DC馬達驅動器

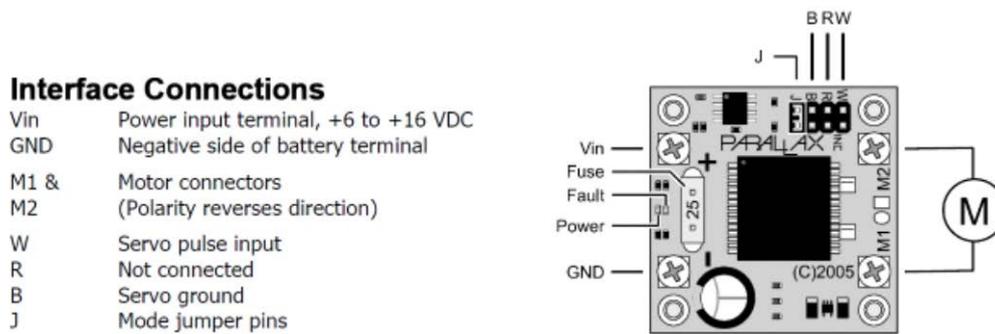
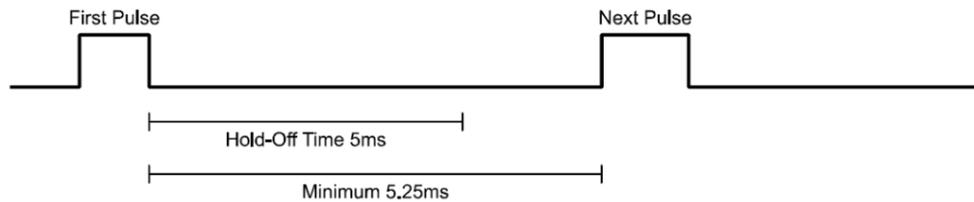


圖 23 HB-25 直流馬達腳位定義



HB-25 根據腳位 W 輸入之脈衝寬度來控制正反轉急轉速，當PWM大於 1.5 ms 逆時針旋轉，小於 1.5 ms 時順時針旋轉、PWM為 1.5ms 停止轉動，每個脈衝訊號至少須間隔 5.25ms方能被接受。

(四)結果與討論

- 1、車輪的材質為 ABS 塑膠，如在磁磚地面運動時容易打滑
- 2、車體的重心配置會影響車子左右平移地效果
- 3、撓性的軸連結器也會因為車體本身重量而影響車子左右平移的效果
- 4、紅外線控制器容易受外界光線干擾，尤其是在大太陽底下

(五) 參考文獻

1. <http://en.wikipedia.org/wiki/OmnIWheel>
2. http://www.robotworld.org.tw/index.htm?pid=10&News_ID=994
3. 陳彥儒，超音波感測器為基礎之自走車路徑規劃與導引，大同大學/機械工程研究所碩士論文，2004。
4. 張崇耀，超音波感測之自走車避障設計，國立臺灣海洋大學電機工程研究所碩士論文，2004。
5. 吳添寶，以形狀資訊進行目標追蹤之影像伺服自走車，聖約翰科技大學自動化及機電整合研究所碩士論文，2005
6. 陳俊嘉，即時影像追蹤自走車設計，中央大學電機工程研究所碩士論文，2007
7. 陳志豪，基於紅外線感測器之清潔機器人導航設計，國立交通大學電機與控制工程研究所碩士論文，2004
8. 林穎裕，無線導引微晶片控制巡蹤自走車之研製，國立成功大學航空太空工程研究所碩士論文，2003
9. 艾亞伯，輪式行動機械人之遠端監控，國立中興大學電機工程研究所碩士論文，2004。
10. What is a Microcontroller, Parallax published, 2005。
11. 鄧明發、陳茂璋，微電腦專題製作應用電路，知行文化，2003。
12. 盧明智，感測器原理與應用實習，台科大圖書，2005。