

## 大學組：高科龍捲風

指導老師：余志成 教授

參賽同學：李佩君 蔡旭斌 鄭允睿

國立高雄第一科技大學 機械與自動化工程系

### 機器人簡介

我們的機器人是取得天平為目標，防止別人放置紅球為主。首先，在進入儲球區底盤的設計是以直流馬達傳動時規齒輪且帶動皮帶，使形成戰車履帶的功能進入儲球區。在通過梯形擋板時，如果曲球機構會碰撞到則先將取球機構抬起在通過。曲球的設計是以直流馬達搭配齒輪帶動旋轉軸心，將球取進機器人的儲球區。取進的球會經過辨別機構的篩選，將我方的球利用垂直傳輸機構將球送進發射器，以高扭力直流馬達驅動齒輪齒條，使球連續發射來取得天平。

### 設計概念

本組先將機器人本體區分為四大部分，第一部份是儲球區的取球方式；第二部分是取球後的辨球方式；第三部分是取球後的放球方式；第四部分是配合以上三點下去設計的底盤結構。在儲球區的取球方式，我們利用高爾夫球收球車的取球機構為雛形，去設計本組之取球機構。辨球方式則是採用肉眼辨識，將辨識完的球送入垂直式螺紋輸送裝置，將球運輸到發射器入口，再利用彈簧彈射的方式將球投入我方籃框。為了配合以上三點，本組將車身設計為履帶輪傳動的方式，主要是為了進入儲球區內快速取球，並將車身內部盡量加寬，藉此可以取得大量的球來作辨識，如此一來，不但可以提高取得我方球的機率，更可以降低對方取得球機會。除此之外，選用適合的彈簧也是這次機構設計的主要部分，擁有適合的彈簧可以提高進球率、準確率……如此也可以大大提昇我方勝利的機會。

### 機構設計

#### 儲球區的取球方式：

參考高爾夫球收球機構。利用多個圓盤且固定距離，使之旋轉讓球卡在圓盤與圓盤間，並且在圓盤上貼上小塊的魔鬼粘輔助，比較不易掉落，而增加取球率。如圖 1 為集球機構。

此設計之優點為進入儲球區內，取球範圍廣又快並且，無須考慮手臂扭力問題的疑慮，如此一來取球數量就會較多。由於此機構需貼近地面收集網球，所以在過梯形擋板時可能會發生卡住取球機構的問題，所以我們解決方案是利用滑輪拉伸方式，將取球機構做上下移動，藉此避開進入儲球區時的梯形擋板。



圖 1 集球機構

#### 取球區的辨球方式：

設計一個類似螺旋槳的機構，並且將馬達直接裝置上去，如圖 2 所示。直接利用馬達之正反轉，使球可以往不同的方向滾動，這樣就可以把球分為我方或者對方的球，馬達所需的扭力非常小，所以只要利用小小的馬達就可以完成所要的結果，但是

因為馬達轉速較慢，所以在辨球方面會比較緩慢點，可是如果再取球同時也做辨球的動作，這樣就能克服辨球速度較緩慢這個問題。

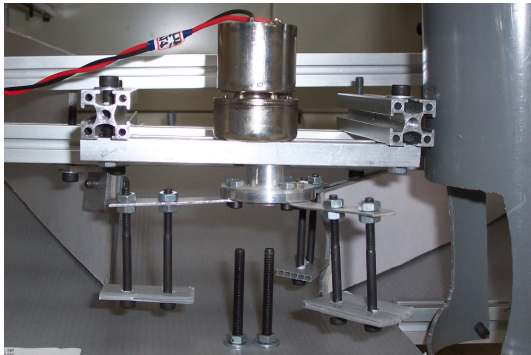


圖 2 辨球機構

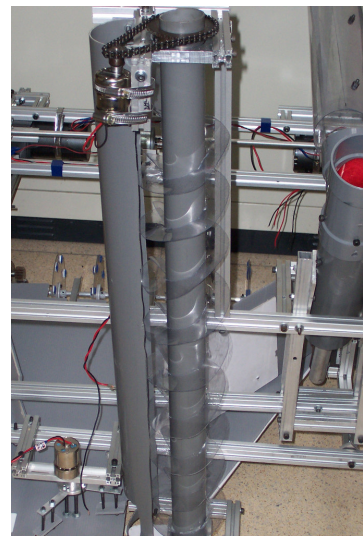


圖 3 輸送機構

#### 輸送機構：

在辨完球後，集球區會在底盤上，但是放球機構卻比集球區高，所以必須再設計一個輸送裝置把球往上運送，因為受到空間的限制，所以不適合採用輸送帶的方式，因此就想如果能垂直把球運送上去的話，就能儉省很大的空間。結果我們設計了利用螺旋的方式，把球垂直輸送上去，但是這樣的話球就會因為重心的關係會沿著螺旋面滑下，後來終於克服了這個問題，解決方式就是讓球只能保持垂直的方向上升，不能做旋轉運動，這樣一來只要旋轉螺旋柱，讓球固定在垂直線上，利用螺旋是由斜面所組成的這個原理，所以當螺旋柱在做旋轉運動時球會螺旋面的上方，因為球不會跟著旋轉，所以會被由斜面所組成的螺旋一直的往上推擠，這樣就可以做出一個垂直輸送機構，如圖 3 為垂直輸送機構。

#### 投籃區的放球機構：

本組商討後，以打彈珠為構想。主要是利用齒輪與齒條相互配合的方式，將釋放彈簧，用壓縮彈簧所產生的瞬間力量彈射網球，將球擊發使其進入籃網內。如圖 4 為彈簧發射器圖。

放球之優點為無須手臂扭力考量，若準確度高，可迅速投球，且亦可在旋轉天平製造轉動，阻撓對手放置紅球。但是缺點為彈簧彈力難以掌握，所以解決方案是先利用 ADAMS 軟體模擬，找出適合的彈性常數、線徑、圈數、總長度，再去找最適當之彈簧。

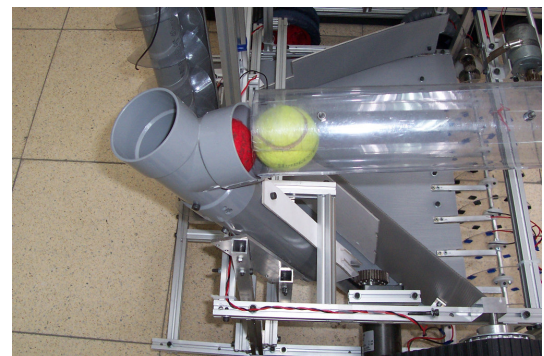


圖 4 彈簧發射器圖

### 底盤設計：

以履帶輪方式跨越。可參考戰車的履帶方式來跨越梯形檔板，如以此方式跨越，需詳細計算履帶輪之配置位置及履帶長度。如圖 5 為履帶輪設計圖。

比較四輪與三輪的優缺點：

1. 四輪比三輪昂貴
2. 四輪比三輪較穩定，比較不會有重心之問題。
3. 四輪可前後方向跨越檔板，三輪只能單一方向跨越檔板。

優點：

1. 重量比較輕。
2. 重心較穩定。
3. 所需之扭力較小。

缺點：

製作較困難，成本較昂貴。

解決方案：

先利用 ADAMS 軟體，模擬出所需要之時規齒輪大小、履帶輪之位置、履帶之長度，再去找適當之材料加以製作組合。

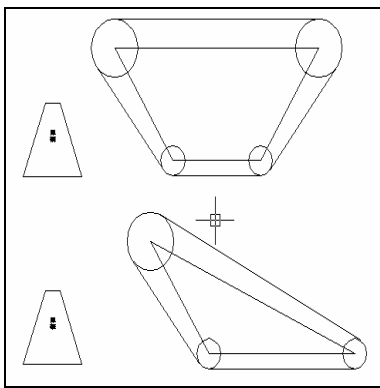


圖 5 為履帶輪設計圖

### 機電控制

#### 控制製作的要點：

- a. 單晶片：這方面我們會以 PIC 這單晶片下去撰寫程式，進而去控制機器人本身前進、轉彎、跨越及履帶傳動這幾種方面的控制。並再各個電路方面給予模組化，將其互換性提高，增加實用性。
- b. 控制器：我們是以線控方式下去控制，而不採用無線。原因是為了節省成本、並能降低無線控制的干擾問題。

c. 馬達：在成本在使用直流馬達較合成本，就控制方面以直流較步進馬達容易控制，而在馬達扭力是以能承受三十公斤加上以能在一秒產生三十公分的距離來計算結果約為 60N-M 的扭力。

d. 電力：這次馬達和電路方面有需要給予電力才能動作，在製作方面以兩種電力來驅使其不會相互干擾，其中間有傳遞方面以光耦器來達到目的。在馬達方面以 24 伏特的電源，而處理器方面以供給 5 伏特的電。

#### 主體架構：

主要設計是以一顆單晶片(PIC16F877)為控制的核心，加上馬達驅動電路來控制我們用到的馬達，行走方面以按鈕來控制輸出的訊號，經由邏輯閘的處理來給予 H 橋 IC(TA8429H)不同的訊號來控制馬達的正反轉。速度控制部分，利用此單晶片內嵌的 PWM 特殊功能 (Pulse Width Modulation) 脈波寬度調變技術來達成

#### 馬達控制：

電橋控制：

在主要馬達的控制方法上，本組選用 TA8429H 電橋(如圖 6)作為主要左右驅動輪的控制方法，其優點在於可以藉著單晶片給予的 1、0 訊號輸入之電橋的 1、2 隻接腳(如圖 7)來驅動馬達的正轉及反轉(如表 1)，並可利用 PIC 中的 PWM 功能來控制馬達的轉速，在電路方面則需利用邏輯閘(如圖 8)的配合來預防短路現象產生。

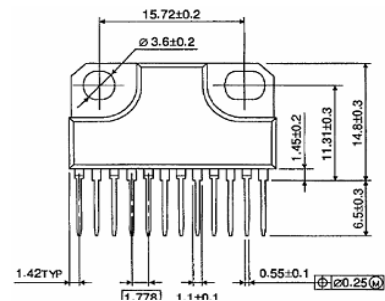


圖 6 TA8429H 電橋

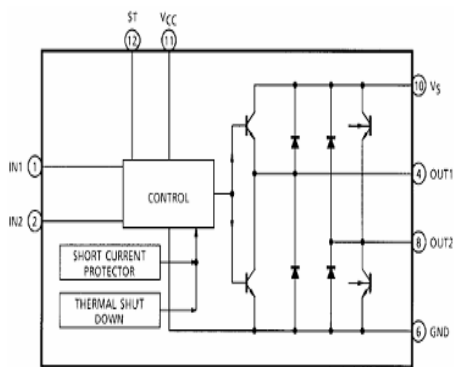


圖 7 TA8429H 電橋接腳

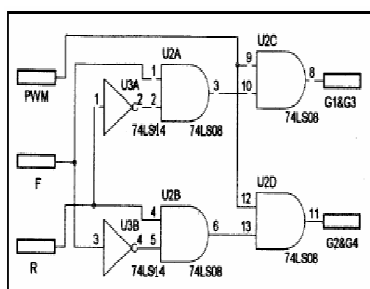


圖 8 PWM 邏輯電路

表 1 馬達正反轉的動作真值表

| 項次 | FORWARD | REVERSE | TLP1 | TLP2 | Motor |
|----|---------|---------|------|------|-------|
| 1  | 0       | 1       | 1    | 0    | 馬達正轉  |
| 2  | 1       | 0       | 0    | 1    | 馬達反轉  |
| 3  | 0       | 0       | 1    | 1    | 馬達煞車  |
| 4  | 1       | 1       | 0    | 0    | 馬達停止  |

繼電器控制：

除了利用電橋作為主要馬達的控制方法之外，我們在其他部分馬達正反轉的控制上，選用較簡單的繼電器去控制馬達的正反轉。繼電器的種類很多，所以有很多不同的方法可以去控制，例如使用兩個五隻腳的繼電器(如圖 9)去驅動馬達，抑或是使用一顆八隻腳的繼電器(如圖 10)透過電路方面的設計，直接驅動馬達正反轉。

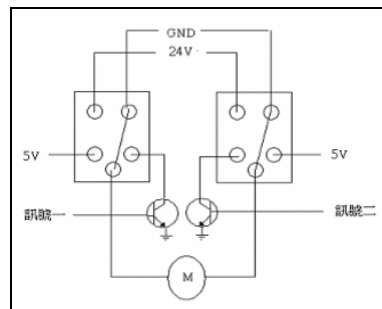


圖 1 雙繼電器控制

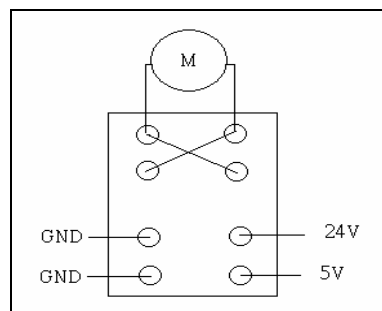


圖 2 單繼電器控制

電晶體控制：

如不想透過電橋或是繼電器，本組還有另一種馬達的控制法，此控制法是利用 PIC 所送出的信號並結合電晶體去控制馬達(如圖 11)，透過此方法可以控制馬達的轉速，相較於利用電橋控制是比較便宜且容易的方法。

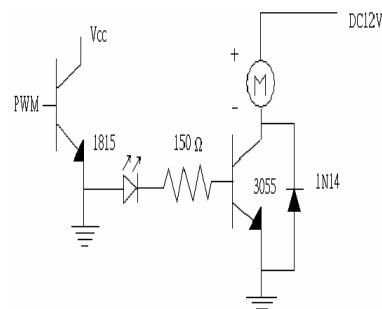


圖 11 電晶體控制

**控制法比較：**

本組將控制法的優缺點整理起來，製成下表(如表 2)本組將依據各種控制法的優缺點，下去評估哪個部分的控制馬達該選用何種控制方法(如表 3)，利用最快且合乎需求的方法去驅動馬達，達到物盡其用的目的。

表 2

| 比較<br>控制種類 | 優點                       | 缺點                     |
|------------|--------------------------|------------------------|
| 電橋控制       | 可利用PIC的PWM控制轉速，並可直接控制正反轉 | 複雜、且較昂貴<br>(電橋)        |
| 電晶體控制      | 便宜、亦可以用PWM控制其轉速          | 不能直接控制正反轉，需透過Relay控制   |
| Relay控制    | 便宜、製作容易且可以驅動正反轉          | 不能使用PWM控制轉速，只能使用改變跨壓改變 |

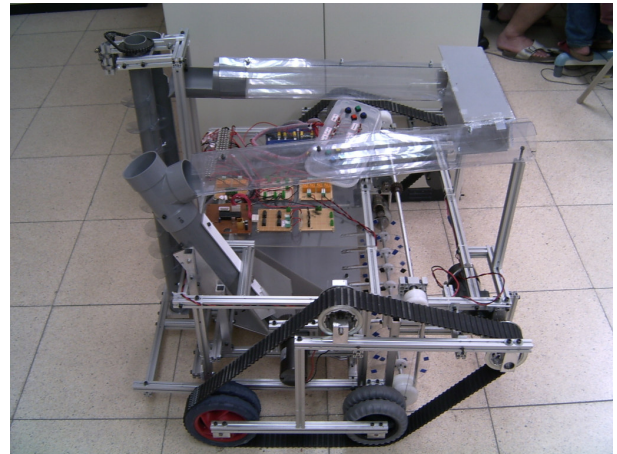


圖 12 機器人成品

表 3

| 功用   | 正轉 | 反轉 | 轉速控制 | 控制法     |
|------|----|----|------|---------|
| 右履帶輪 | ◎  | ◎  | ◎    | 電橋控制    |
| 左履帶輪 | ◎  | ◎  | ◎    | 電橋控制    |
| 網球彈射 | ◎  |    |      | Relay控制 |
| 轉盤取球 | ◎  |    |      | Relay控制 |
| 輸送帶  | ◎  |    |      | Relay控制 |

### 機器人成品



圖 11 機器人參賽

### 參賽感言

藉由這次參賽機會，將我們在校所學的理论與實際應用結合而一，這是個非常難得的機會。在製作過程從設計、模擬、改良、測試、定案、製作一步一步的完成每一個機構。整個製作過程深深的體會到設計者跟製造者是需要相輔相成的，設計者必須了解製造的可行性，製造者需要理解設計者所要的產品，而在這些製作過程中也會發生許多的辯論，在製作過程中常常遇到一些問題，例如：選購材料常常是只有規格品而沒有我們要的尺寸，因此只好更改設計。彈簧購買無法找到符合的規格品，因此尋找製造工廠了解製造過程，更改設計。這些過程使我們有非常好的經驗及一些從課本上得不到的觀念。

### 感謝詞

非常感謝 TDK 和教育部舉辦這麼有意義的機器人創意設計與製造實作的比賽，更感謝我們的母校『高雄第一科技大學』鼓勵我們參加這種類型的創作比賽，並且補助材料費使我們再製作方面能更加放心，不用為了材料經費的不足而擔心，而使我們能更順利的完成這個比賽。最後，非常感謝我們的指導教授：余志成 教授和指導學長：徐名彥及洪國凱 學長，在我們機構有不足或缺陷的地方都加以指導，並一直鼓勵我們，使我們可以在機器人製作上面獲益良多。

### 參考文獻

- [1] 第八屆全國大專院校創思設計與製作競賽
- [2] 盧春林，2001。PIC16F877 微處理器技術精解，國科出版社
- [3] 何信龍、李雪銀。PIC16F87 快速上手
- [4] 谷腰欣司原著 辰白譯。馬達驅動電路技術
- [5] 林益海。數位 IC 原理與應用

