

遙控組：史泰龍（隊名） 及史泰龍（機器人名）

指導老師：汪正祺

參賽同學：程威瑜 周敬智 藍兆淞

遠東科技大學機械工程系

機器人簡介

本隊隊名史泰龍的構想來自於電影「洛基」的男主角史泰龍，希望打造成具有強健的手臂及粗壯的腿部，同時兼具快速移動及攻擊功能之機器人。為了達到上述功能，因此在設計時分為四大部分，分別是手臂、腿部、攻擊武器及本體。

設計概念

本隊機器人的設計概念主要以結構輕及重心穩為主軸，同時又可以在限定時間內達到所規定的行走距離及要求，所以在機器人的足部機構採四足的方式進行運動，如圖 1 所示。四足的設計是為了讓機器人穩定地前進，且為達輕量化之目的，機器人的本體是用塑鋼棒連接而成，再以螺絲鎖上。

機構設計

在足部結構方面，「史泰龍」的每隻腳各使用 2 組可以出力 20 公斤的伺服馬達，再以鋁框固定，如圖 2 所示，而為了能承受機器人整體重量，同時強化腳部結構，使其在行進時能更加穩定、快速，因此在足部使用了橡皮筋來提升它的結構強度。在此過程中還要考慮到力矩原理，否則以現行的馬達將會有力不從心的現象發生。

在拋射機構方面，主要概念來自於木馬屠城記裡的投石機，利用槓桿原理將羽球拋射出去。拋射臂的結構是用一根塑鋼棒，上頭鎖上一個塑膠盒來放置羽球，同時考慮到射擊後該拋射臂須快速地回到拋射準備位置，以利下一次射擊，因此在盒子上會繫上一條鞋帶，再利用 DC 馬達來捲收鞋帶。而在拋射臂的另一端則是利用橡皮筋固定，其彈射力道可以增加橡皮筋的數量來決定我們所要的彈射距離。

在機械手臂結構方面，為了輕量化我們設計成 5 軸的

機構，同樣採用可以出力 20 公斤的伺服馬達，再以鋁框固定及螺絲鎖上，如圖 3 所示。由於比賽時間有限，因此當機械手臂在夾取羽球後，可馬上置於拋射機構上，且可以馬上發射羽球，因此將拋射臂及手臂放置一起，而達到有效及快速得分的要求。

機電控制

機電控制方面，主要使用 Arduino Mega[1-2]控制板，如圖 4 所示，並以無線模組進行資料傳輸與控制，如圖 5 所示，並以鋰電池做為機器人每個馬達所使用的電力來源。由於機器人的每隻腳有 2 組伺服馬達，用以控制每隻腳的上下及前進後退等方向，並撰寫控制介面[2-3]來儲存動作順序及動作種類，然後再把每隻腳的伺服馬達接上控制板，再來就是把電源接上，透過控制介面及遙控模組將動作訊息及資料傳輸至機器人，進而控制史泰龍。

在拋射機構的電控部份，捲線器的裝置以可出力 10 公斤的 DC 直流馬達將拋射臂回歸至投擲羽球的預備動作，並把拋射機構有盒子的那一端捲到預設位置。另設有一扣環裝置於機器本體上，扣環主要是扣住機器人的拋射機構。再利用一顆伺服馬達來控制拋射盒與扣環之間的放開動作。

在機械手臂的部份[4]，採用 5 組伺服馬達且每組可出力達 20 公斤的力量，由於以 5 軸的設計來控制自由度以符合快速夾取羽球及吉祥物的要求，如圖 6 所示，並達到拋射機構與機械手臂間的配合與反應。另外，利用一顆可施力 30 公斤力量的伺服馬達來控制機械手臂上下的方向，好讓機械手臂可以順利夾取並放置羽球。

機器人成品

在機器人本體部份，主要理念聚焦在高強度及輕量化的設計方式，因此在矩形本體的 4 個角落加裝斜桿以增加

其強度，本體中心僅放置控制晶片板、電池及相關機電零件，捨棄多餘的零件。

由於整體機器人在初始規劃後，發現受限於經費因素，因此我們更改許多部位的設計包含機器人本體造型、拋射機構及腳部結構等。其中在機器人本體部份，為了減輕重量及不影響結構強度之因素，機器人的材料選用鋁合金非實心的結構條做成一長方形的本體，同時在長方體的四角多做了強化斜桿以防止機器人的本體扭曲變形。而相關機電零組件則直接固定在本體結構條上，減少固定板塊的使用。

拋射機構部份，我們測試過很多種 BB 槍的射擊方式、彈弓的彈射方式，最後還是選用投石機原理來做射擊，投石機的發射先由 DC 馬達控制將固定於拋射盒上的繩子往下拉，拋射盒會慢慢的往下移動到固定位置，然後再用扣件將拋射盒扣住，而羽球放置定位後，再由控制軟體界面將 DC 馬達的繩子鬆開即可完成發射動作。在這過程當中，彈力的控制與取捨將是決定比賽得分與否的關鍵點之一，我們針對不同材質的橡皮筋進行實驗，分析哪種橡皮筋的彈力佳、不易疲乏斷裂、長度及厚度等因素，同時測試橡皮筋的數量與羽球飛行距離的關係，最後決定比賽時所需要的相關數據與調教的資料。如圖 7 所示。

腳部結構部份，主要用了兩顆伺服馬達，靠近本體的伺服馬達是做前後移動的控制，另一顆伺服馬達則是控制上下移動。腳掌部份最後設計成較大面積的非對稱 T 形結構，如此有助於行走時能夠較為平穩，同時腳底也貼了防滑橡膠使行進間不會因場地光滑而受到影響。此外，在實際測試時發現腳部的兩組馬達會因為射擊時的慣性及抬腳時的三腳受力不足等因素，造成馬達出力不夠，為此我們特別在腳部側面與靠近腿部的本體側邊之間以橡皮筋連接，強化腿部的受力能力，同時分散射擊時的慣性力道。此作法確實收到相當好的效果，也可以保護及增加馬達的壽命。整體機器人完成如圖 8 所示。

在控制介面與硬體之間的串聯也是一大克服的關鍵點如圖 9 所示，尤其當實際測試時機器人的直線行走出現偏斜，此原因是相對馬達之間的速度並不一致，經過一番調整與實驗後，也取得一些寶貴經驗，同時讓史特龍保持較為直線行走。

在機械手臂部份，主要以五軸控制的方式，能做到羽球在各個角度都能執行夾持的動作，同時手臂的抓夾處採取防滑材料，以避免羽球或吉祥物挾持時發生掉落的現象。

整體機器人製作流程如圖 10 所示。

參賽感言

一開始對機器人毫無頭緒與概念的我們，又無此類比賽經驗，還好有學長及老師的耐心指導讓我們從不知所措到現在非常忙碌；當然，關於機器人的一些文獻我們到了很多圖書館去找資料，觀摩過去他人的製作外型與設計技巧，再與老師一起討論過後先篩選出一些簡單的構思結果並繪出初步圖稿來，如圖 11 所示。

在結構部份，有關足部的設計是以仿動物的行走方式進行製作，考量了許多行走模式最後還是決定依四足的方式做設計比較穩固，再加上比賽規定要抬腳所以計算了所有可能發生的狀況後最終以目前的設計定案。腳掌的部份，由於發射時會產生蠻大的晃動，所以支撐力的考量也讓我們吃足了苦頭，但終究還是解決了，也決定用底部比較寬的腳掌，此問題仍持續朝較佳化努力克服中。

在手臂與彈射機構部份，當初為節省時間因此投射方式設計成用抓夾直接抓球拋射出去，可是穩定性不高；之後，採用彈簧彈射，我們自己製作模型將羽球放在發射台上，藉由彈力將羽球發射出去，不過效果不佳，因為用手去拉都會有點吃力，更何況受限於機器手臂的馬達出力，再者發射後的震動怕機器人身體結構會無法支撐太久。後續，仍嘗試了幾種方式包括迫擊砲管方式等，但實驗後均有許多缺點與成本問題，因此最終定案發射方式改成投石機進行設計。此力量來源來自於橡皮筋的彈力，經過測試後拋射臂與機器人本體均可承受此力道，且可以增加橡皮筋的數量來提升彈力。此外，在夾持羽球的抓夾設計方面，考量抓夾有兩夾與三夾，以控制夾取方向的難易做為設計想法，比較後發現兩爪的比較容易控制抓取羽球的方向，同時加寬爪子讓它接觸面積較大，再輔以防滑設計，這樣可以使羽球不容易滑落。

在機電控制方面，由於機電組裝與程式設計對我們而言在大三時便已學習相關課程，因此較易上手，不過在機器人與控制介面間的調教也花了非常多的時間，這也是我們一直不斷努力的地方之一。在此非常感謝我們的指導老

師，不斷地、耐心地教導大家，尤其有時晚上很晚的時候還打擾老師請教程式撰寫的技巧，真的很衷心地感激他。

此次是本團隊第一次參加全國性的比賽，雖然並沒有獲得任何獎項，不過我們並不因此氣餒，因為在過程中學習到許多寶貴的經驗包括機器人的設計、機電控制及許多創意的發想，這些都是參加此次競賽最大的收穫。相信未來我們一定會持續進步的。最後，感謝大會及學校的幫助與支持。

感謝詞

此次競賽部分經費由本校機械系與教學卓越計畫補助，在此特地感謝。也感謝中州科技大學在競賽期間所給予的一切協助與幫忙。

參考文獻

- [1] 最簡單的互動設計 Arduino 一試就上手，孫駿榮，基峰資訊股份有限公司，2010 年。
- [2] <http://www.arduino.cc/>
- [3] 8051 單晶片之應用工業機器人控制器實作，陳慧今等著，2006 年。
- [4] ROBOT 機器人 2，姚松麟等著，優越網，2008 年。

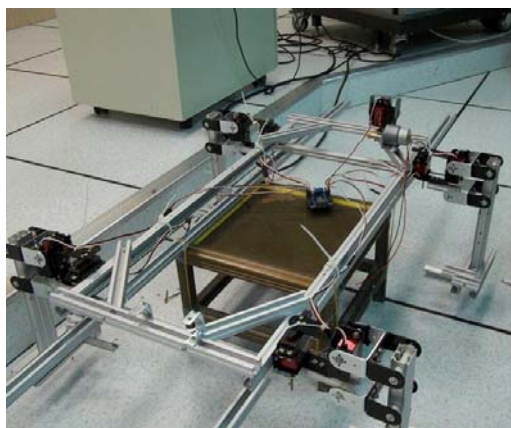


圖 1、史泰龍本體結構



圖 2、足部機構設計圖



圖 3、機械手臂設計



(a)



(b)

圖 4、(a)Servo 控制板 (b)Arduino Mega 控制板

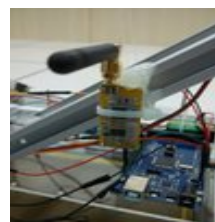


圖 5、無線遙控模組 (左為發射端、右為接收端)

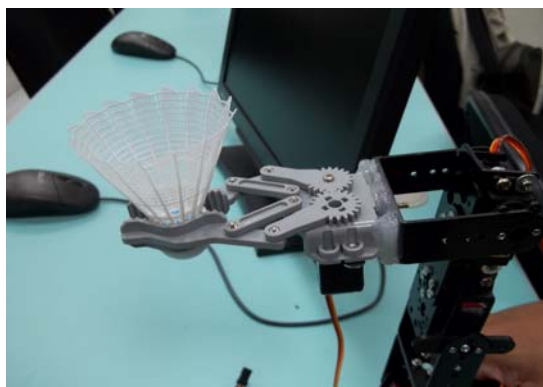


圖 6、機器人手臂之夾爪機構

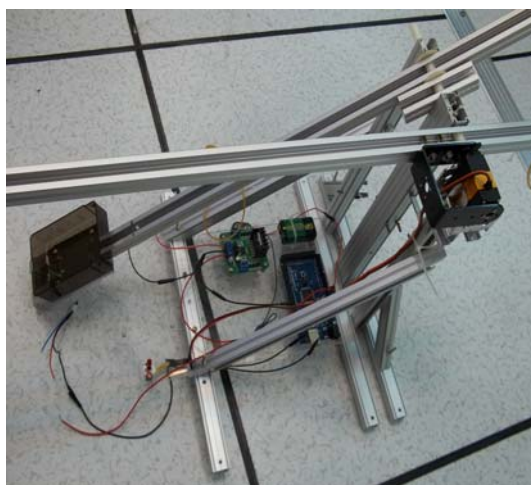


圖 7、拋射機構

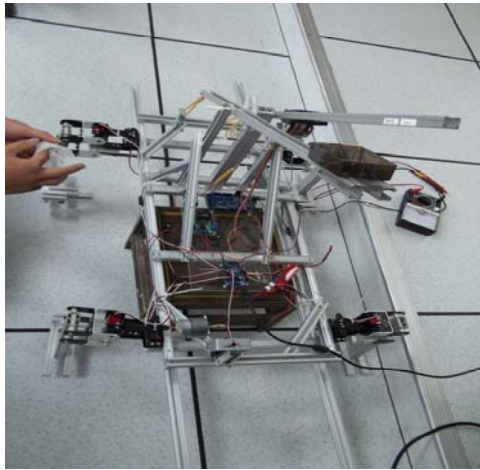


圖 8、史泰龍完成組裝

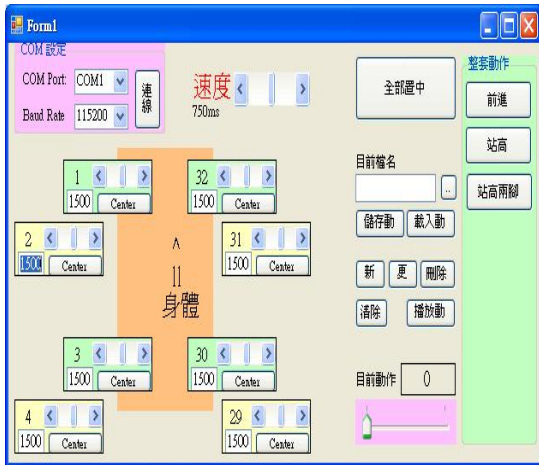


圖 9、控制介面

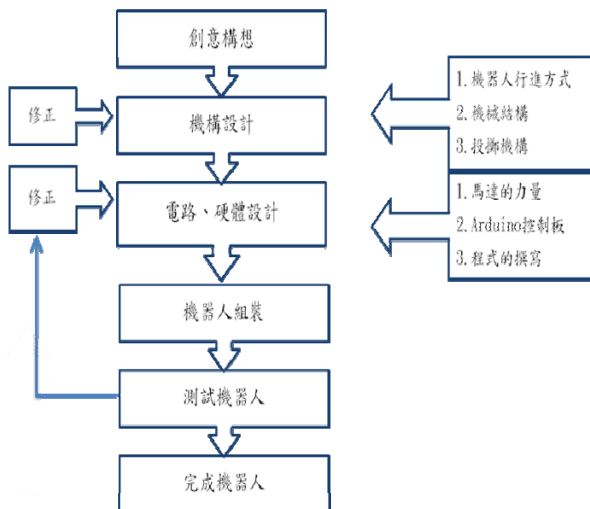


圖 10 機器人製作與流程圖

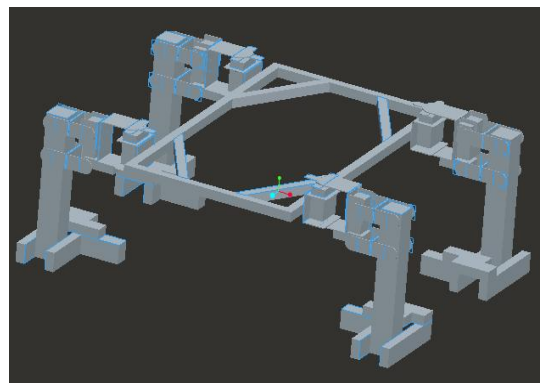
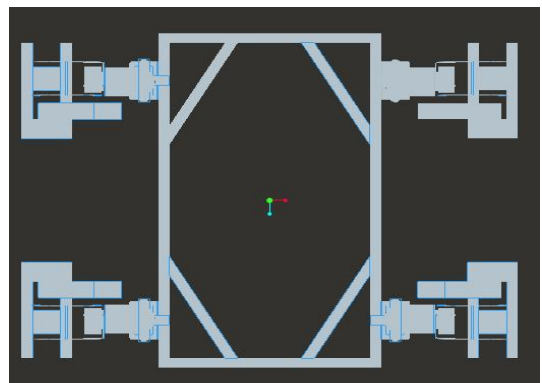
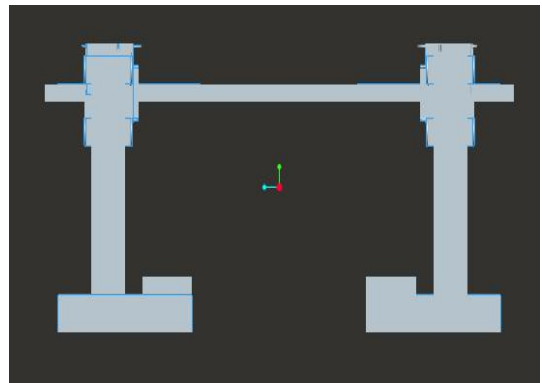
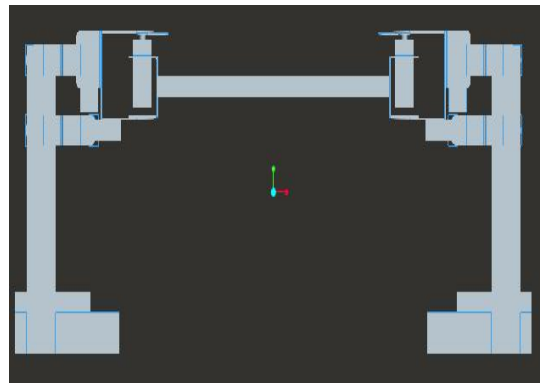


圖 11 機器人工程全貌組合圖