

大學組：伊卡爾斯 天空之城

指導老師：張人鳳 助教

參賽同學：吳宗諭 周煌翔 王文裕

國立台灣科技大學 機械工程系

機器人簡介

我們的機器人是一個利用 PIC 單晶片，利用區域網路模組化所製作出來的智慧型機器人，配合類比搖桿以及數個極限開關來達到自動化的控制系統。主要機構是以多功能取球機構為主，不僅可以利用皮帶摩擦的方式將大量的網球撿起，還可以配合自行設計的變形機構來做跨障礙的功能，甚至還可以改變網球拋射傾角。

接下來由運球機構將球一顆一顆的送入光感測辨色系統，接著自動分球裝置會分配不同的顏色球至各個球道，最後再由伺服投射系統將球投入目標籃框，完成比賽動作。

設計概念

我們將機器人分成取球機構、底盤、投球機構、運球機構、分球系統、以及機電控制等六個主要部分。

- 取球機構同時兼具著取球、跨圍欄，以及改變射擊仰角的功能。由空心鋁條架構而成的結構，強度足以支撐機器人完成跨圍欄動作。輸送用皮帶即使在高速運轉下也不會鬆弛或斷裂，同時在跨圍欄也可當作輪胎使用。
- 底盤是利用空心鋁板焊接成一體的鋁製底盤，輕巧又不易變形，同時又擁有高質感的外觀。尾部裝置著由蝸桿齒輪箱控制的雙桿，搭配取球機構可完成跨圍欄的動作。
- 投球機構特有的長型砲管，配合彈簧、鋼索以及間歇機構，做類似打彈珠的動作，以每分鐘 70 球的速率發射，最高可達 3.3m，最遠可達 7m，縱使射程範圍這麼廣，準確率還是保持在水準之上。
- 運球機構是利用皮帶運轉，使球順著貼有海綿的水管向上移動，總共有三段路線，其中前兩段水平移動與

垂直上昇，利用自行設計的齒輪箱簡化到只需一顆馬達就可運轉。最後就將球送到辨球機構。

- 分球系統使用紅色 Sensor 及藍色 Sensor，感測球面反光程度，便可知道球的顏色，正確率逼近百分之百，再配合遙控賽車用的伺服馬達來分球，我們配置了四種球道：我方的球、對方的球、紅球以及回球箱的球。
- 機電控制我們使用了單晶片 PIC 來作主控器，能將所有馬達和感測器的資訊收集起來，利用程式作順序控制，達到自動化的功能。在控制器方面也拿微軟遊樂器的搖桿來改裝，不但符合人體工學，而且每個按鈕都有壓力控制，可以依照手指力量大小來控制馬達的輸入電壓。

機構設計

- 取球機構方面，有兩大功能：一是在快速、大量的原則之下，構思出原自於輸送帶機構之應用。二是為了配合跨障礙功能，將整體取球機構的結構設計成高強度、輕量化。輸送帶材料則選用表面為方塊顆粒狀之橡膠輸送帶，此種輸送帶的優點是韌性十足，在高速運轉中不會撕裂，並且與地面接觸時摩擦力大，完全沒有打滑之慮，且其組織有足夠之剛性，很適合運用在跨障礙方面。再使用兩根南亞水管及 PE 塑膠凸緣所製作之滾筒，與一片薄木材合板、弧形水管，還有鋁合金擠型方管所焊接而成之支架做出我們機器人的取球機構。其中軸心採用熱處理過的高碳鋼製研磨條，為的是擁有高強度，不易變形的優點，來當作在跨障礙時，支撐整台機器人重量的關鍵材料。取球機構整體如圖 1 所示。

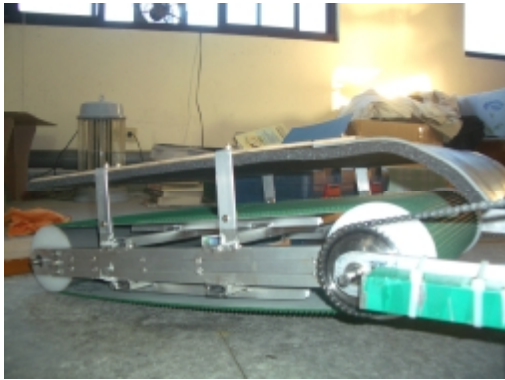


圖 1 取球機構

- 底盤在經由測試分析的結果我們發現，跨障礙機構對整體機器人負荷非常的大，於是我們針對了底盤強度來設計；原先是由一顆馬達配合自製齒輪箱來帶動取球機構與後段變形機構，後來發現雖然只用一顆馬達，但是其聯結機構過多，不但沒省到重量，還多了不少不穩定的機構，因此將前段取球機構獨自裝一個馬達，後段變形機構亦獨自加裝一個馬達，並且將後段變形機構改變設計，其傳動方式改由一蝸形齒輪箱之傳動機構，並且將支撐桿由之前的單腳支撐改變成雙腳支撐，如圖 2 所示。在初始設計時，是以前後連動為主，而經過修改後，分為前後單動，機器人之射球仰角可隨著單獨頂起後段來作調整，兼具著比賽戰略性因素的考量。



圖 2 底盤與後變形機構

- 投球機構主要分為兩部分，一是炮管，二是發射系統。炮管是以彈珠台的原理來設計，使用這種推射的方式，不但準確率高，在各式參數上(如彈射力量、角度)皆容易變換。在製作材料上也是需要講究的，在砲管本體我們採用輕且韌性夠的南亞水管，在發射時可避免被強大的衝擊力震裂。活塞桿則是使用 NYLON 塑膠

圓棒，選用原因同砲管本體，高韌性可吸收彈簧瞬間的衝撞力，使其不至於被彈簧拉斷。砲管底部為一 PE 材質之凸圓，固定於砲管支架上，並且固定砲管。這種設計穩定了砲管晃動的情形，而且砲管換裝彈簧之速度也可以提高，設計變的方便許多。至於說到了砲管內在推球的活塞，之前乃是採用了平底設計，但是一直都有球發出後擊中點不甚準確之缺點，後來改用了杯狀式的活塞之後，球之落點位置精確度大幅提升，改善了不少。各項砲管零件如圖 3 所示。



圖 3 各項砲管零件

發射系統為一種間歇性運動，以一條鋼索連接著砲管的活塞桿，再利用間歇性運動機構來帶動，下半圓行程為拉緊鋼索，用以壓縮彈簧，當撥桿離開下半圓行程時，瞬間釋放鋼索，達到彈射動作，機構如圖 4 所示。



圖 4 間歇機構

- 運球機構主要是為了將球帶往高處，以便將球送入砲管。我們以皮帶滾動原理來設計的，當球與皮帶接觸時，球會因為自身的高摩擦力不滑動而滾動，利用此原理橫向送球機構將球送離儲球區時，垂直取球機構

會利用皮帶摩擦，順利的將球送上分球系統。硬體製作大致分為後軌道與前壓板，後軌道是以半圓水管製成，前壓板為小圓弧水管，可有效的限制皮帶運作狀態。上升運球機構如圖 5 所示。



圖 5 垂直軌道運球機構

由於在此機構有兩個輸送方向，一般會使用兩個馬達驅動，但我們為了節省重量及空間，設計一齒輪箱，利用傘型齒輪轉向，製作出一組不錯的齒輪箱，結構如圖 6 所示。另外在皮帶縫上魔鬼粘，讓皮帶確實的傳送力量到網球上。

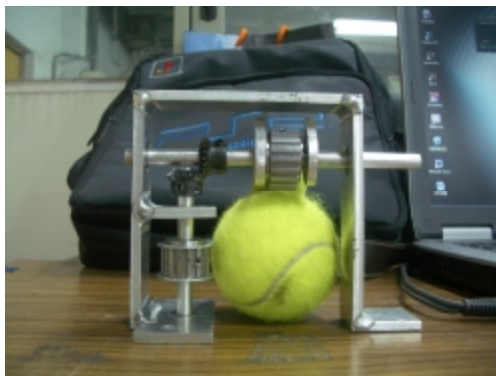


圖 6 送球機構齒輪箱

➤ 分球系統主要分為兩部分：一是辨色系統，二是彈匣球道。在辨色系統中主要元件有能夠分辨顏色之紅色 sensor 以及藍色 sensor，利用其反光之程度，來辨別網球的顏色。再使用裝於遙控車上做轉向之伺服馬達，來精確的控制四個角度；有要射的球、紅球、對方的球、回儲球區的球四種球道，來確實的做到辨色的功能。其中要射的球與紅球都會來到砲管上方，在靠近砲口的地方，我們裝上開門式彈匣，使用單晶片配合遙控汽車用的伺服馬達，讓夾板準確的控制一次

一顆球進入砲管，以避免球靠在一起，影響到網球的彈道。系統如圖 7 所示。

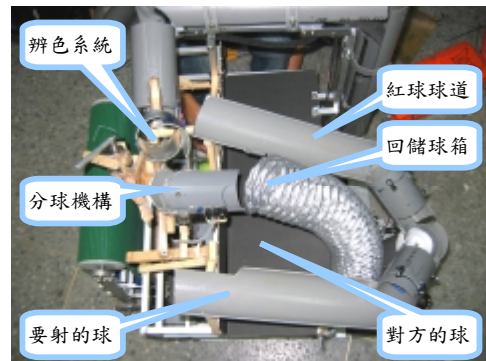


圖 7 分球系統

機電控制

機電控制我們所使用的是微軟公司出品的「Xbox Controller S」，其主要特色為符合人體工學，其擁有 2 個類比搖桿、6 個壓感式控制的類比按鈕、以及 2 個類比發射鍵。



圖 8 控制器正面

控制器電路板分正反兩面，正面主要為按鈕及類比搖桿之固定位置，其背面為放置控制電路及信號處理電路，改裝重點也就在背面電路部分作處理。在背面電路上方有一晶片，它就是本控制器之主控晶片，掌管整個控制器之信號轉換及資料傳遞工作，控制器所有按鈕及信號皆連接到此晶片接腳上，其通訊界面從它的型號上可知為 USB 通訊方式。我們挑選了擁有體積小、內建類比數位轉換器等優點的"Microchip"公司出品之型號為 PIC16F873 之單晶片微處理器當做主控晶片。再利用 IC4051 來擴充通訊通道。為了通過比賽的每個關卡需要，我們的機器人必須能夠操控自如，才能順利且快速地完成每項動作。所以為了適應有時需速度很快來節省時間，又有時必須使用微調將速度慢下來過關卡，我們使用 PWM 的方式利用可變電阻的

易可變性，來控制不同大小的電壓訊號。

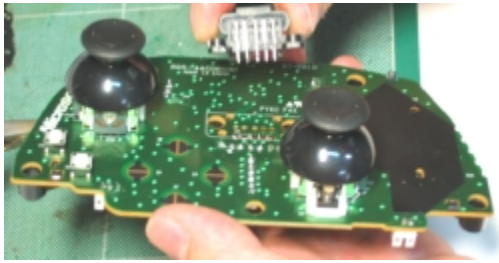


圖 9 電路板正面



圖 10 電路系統

機器人成品



圖 11 機器人完成圖



圖 12 機器人側面圖



圖 13 精確的辨色系統



圖 14 伺服投射系統

參賽感言

參加這個比賽是需要有很大的勇氣，如此大型的設計製作過程，無疑是一種考驗與學習。而組員們都期待這台機器人擁有高度的技術成果，而不只是針對此次比賽要求的功能，甚至是傳統觀念：簡單、快速的比賽現象；因此我們將目標訂在自動化的智慧型機器人，嘗試著走精緻路線。然而，精緻化果然是不被大眾認同的做法，在設計製作過程中實在是太辛苦了，光是硬體設計製作就已經不簡單了，還要加上龐大的電控設計，在機電整合上就十足的讓組員們吃盡了苦頭，直到最後也是因為整合的不夠好，導致比賽表現不理想的主因。雖然輸了比賽很可惜，但我們心中最遺憾的是無法展現出完整的設計，實在是讓人感到可惜。

不過在過程中也是學習到不少東西；在設計方面：創意性、功能性、製作難易度、材料重量等等，比起課本上的習題，實在是複雜太多了，不過有很多東西在我們的印象中，都是不可能辦到的，但是這個比賽的名稱正是『創思設計』，就是要有創意，做別人認為不能做的事情，打破傳統，所有的概念都要去實際的測試，要不然永遠都會覺得不可能，正如名廣告詞所說：『Just do it!』，做就對了，光是用想的東西永遠不會出來。平常也要多看多聽，腦袋裡裝的東西多，組合出來的種類才多，要不然配來配去就是那幾樣，很難有什麼不一樣的創意。

在分工方面也是很重要的，雖然說是分工，但也不要分的太清楚，像我們這組就是一個人設計，兩個人製作，設計的沒做到什麼東西，製作的沒設計到什麼東西，這種方法實在是不太好，對這個比賽來講，要的就是創意，只有一個人在想很難有不一樣的思考方向，雖然說可能只有一個人比較會設計機構，但是一起討論的感覺，會提昇士氣，同時也會有不一樣的思考方向，如此才是上上策。

雖然在正式比賽中沒有好成績，但是我們就是要趁此機會好好的學習，學習控制自己的情緒；改變想法，我們得到的是一次寶貴的實作經驗，以及體會多人合作的滋味，學習自己在團體中應該扮演何種角色，用何種態度去面對這個團體等等，這些都是我們得到的，失去的只不過是名次而已，相較之下是這麼微不足道。

感謝詞

感謝 TDK 公司與教育部在台灣推廣此活動，讓我們有這個機會展現自我、挑戰自我，也感謝母校台灣科技大學提供的資源，讓我們有機會實際的體會設計製作。還要感謝感謝學長的幫助，提供我們不少寶貴經驗，在技術上又不辭辛勞的指導我們，甚至陪我們熬夜製作、測試，真是非常的感謝。最後要每一位組員，犧牲睡覺、讀書的時間，不辭辛勞的付出，一起走完這一段路，過程有笑有淚，有失去有獲得，這一份精采的人生經驗是屬於大家的。

參考文獻

- [1] 余志成等編著，"機械系統設計"，高立圖書，中華民國 91 年
- [2] 陳天青等編譯，Christopher T. Kilian 原著，"機電整合"，高立圖書，中華民國 87 年
- [3] 何信龍、李雪銀編著，"PIC16f87X 快速上手"，全華圖書，中華民國 89 年
- [4] 蘇金佳編譯，Joseph Edward Shigley、Charles R. Mischke 原著，"機械工程設計" 東華圖書，西元 1996
- [5] William Kleitz 編著，"Digital Electronics Fifth Edition"