

自動組(遙控組)：NTU 拜米隊 米字軍

指導老師：江昭暄

參賽同學：洪舜傑、歐陽太閒、徐嘉鴻、劉昶志

國立台灣大學 生物產業機電工程學系

機器人簡介

此機器人具有高度的整合技術，從軟體、韌體、到硬體。機器人主要藉由視覺的方式感測環境的資訊，並將處理後的影像資訊經過判斷分析來控制車體的移動，及選球置球行為。

設計概念

機器人是自動執行工作的機器裝置。機器人可接受人類指揮，也可以執行預先編排的程序，也可以根據以人工智慧技術制定的原則綱領行動。——維基百科全書

針對自動組的比賽，本隊的設計發展順序恰好符合以上的定義。要完成本比賽的任務，機器人必須要能夠移動，在一定程度上了解自己機體所在的位置，並且在適合的位置做適合的事情。所以在設計的時候，要先能確定機器人能夠在人類操控之下動作，再來讓機器人紀錄人類的操作，在無人操控的情況下重現動作，最後才是加入人工智慧，使其能自行判斷做出正確的動作。

機構設計

機器人在比賽中所需執行的動作可以分成移動與取球兩類，在設計上我們將兩個部份分開，於製作與操作上都比較方便。

1. 移動方面：

移動為本次比賽的重要關鍵，要能夠快速的達成任務，最重要的就是高速而穩定的移動，由於場地幾乎都是平地，不需要跨越障礙物，再加上需要高速移動，所以選用輪子作為移動主要工具，而不使用雙足、三足或是多足的移動機構。

另外，與速度相比，移動的穩定性較轉向的自由度重要的多，所以選擇使用常見的四輪架構，後輪提供動力，前輪轉向控制前進方向，雖然在狹窄的空間中調頭很困難，但是擁有穩定的直行能力，犧牲部份自由度換取較高的穩定性，即能達到快速而穩定。

2. 取球方面：



圖一 整體取球機構

本車取球機構〈圖一〉，原先欲採用撞擊種子球質心的方式將球撞入車體內，但是若使用此方法，將會遇到取球機構手臂過重，將不僅增加整體車體重量，亦會大幅的增加對於車體正中央支撐的力矩，造成車子在行走時有側翻的疑慮。

在經過多次試驗後，我們發現若欲將球置入車體，並非僅有撞擊值新的直觀方法，若僅使用一條細繩，對於球的質心下方進行勾撥，只要線的彈性位移不要太大，可以很輕鬆地將球撥進車體，這個想法很有”四兩撥千斤”的感覺。取球方式定案後，即可從先前使用撞擊質心方式取

球的機構中拿掉很多不需要的鋁板，大大減輕了重量，而勾球的角度經微調後即可達成百發百中的取球。

在選球方面，由於比賽場地的設計，我們並不需要進行顏色的判別，所以一開始即著重在機構上選取第二、第四顆球的設計上進行。選球的機構經過多次改良，最終定為四個 L 型鋁板排列，欲排掉球位置的 L 型鋁板使用伺服馬達支撐一小鋁片，使其轉動時，L 型將因球體自重而旋轉，進而排掉非種子色球。

這個機構完成後選球效果良好，影響其選球表現的地方主要有二：

1. 選球坡道的陡度若較緩，會造成球取下來後排列非成一直線，解決方法是在選球坡道上黏貼上泡棉導軌，可以將球正確的導引成一直線，方便執行選球。
2. 選球坡道的細微設計：由於壘球的磨擦力造成選球坡道上可能存在著不確定性，所以我們準確的量測球的直徑，作出同寬度的 L 型鋁板。並且在 L 型長邊與短邊的設計上經由多次的 trial and error 成功設計出長邊 24cm 短邊 10cm 的 L 型鋁板，輔以使用拉釘固定於細不鏽鋼管上，造成順暢的翻轉選球之效果。



圖二 置球坡道

置球方面我們並無使用額外的機構〈圖二〉，僅就選球機構上的伺服馬達，讓其多一段的旋轉行程可以在預先擋住球後，到達指定置球區域再轉開擋板，使球程因自重而下落。

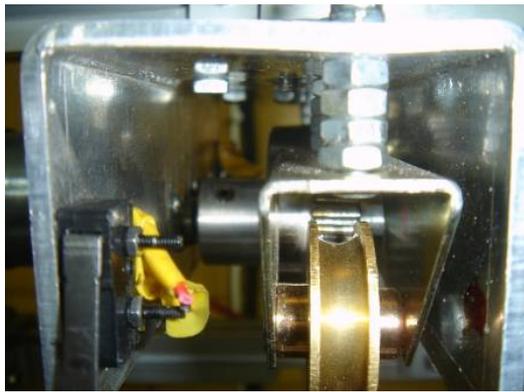


圖三 馬達導輪組

整個取球選球置球手臂因為過港隧道的尺寸限制，所以增加了可以伸縮的功能，這個功能即使用馬達帶動齒輪〈圖三〉，讓齒條進行直線段的伸出或收回。不過在本次競賽會場發現遇到相同問題的參賽隊伍，有些使用了電腦桌下方可拉出式鍵盤的導軌，比較之下的確會達到更穩定的直線移動，值得學習。

在車體上拉伸取球手臂的馬達旁，由於必須幫忙分攤齒輪所將遭遇到的巨大力矩，於是我們在齒輪旁邊安裝了兩個導輪，導輪的使用大幅降低了齒輪負荷力矩的工作，也因此本車本欲使用 24V 大型馬達而可以改回 12V 馬達，但輸出效果仍較之前遭遇大力矩、大磨擦力的狀況來的滿意。

本次競賽中由於製作經驗不足，在電路部分無法直接控制馬達轉動停止的狀況下，於後段時間使用極限開關進行控制〈圖四〉，但也因此造成馬達軸的被動轉停，時間一久軸心就毀損了。這在以後的設計應該列入考慮，無論是改進控制方面，或是更改軸承設計方面等等。



圖四 使用極限開關進行控制

3. 材料方面：

基於去年參賽的經驗，我們繼續使用鋁擠型於車架本體與取球手臂，且鋁擠型易於自行裁切組裝。

驅動馬達選用附加減速箱的強力馬達。轉向機構的仍由伺服馬達來控制。取球機構部份，在考量強度與重量之後，使用軟水管當作置球軌道。

電源使用免加水鉛蓄電池，根據消耗的電流與動作時間，尋找最輕的規格。控制方面選用 8051 搭配筆記型電腦，由電腦端傳送指令給 8051，使 8051 可以控制馬達做出前進、後退、轉向、取球等動作。

4. 軟體方面：

程式一開始複雜的部份是要引入 OpenCV 函式庫，常會忘記匯入某些重要的檔案，找這些部份花了許多時間。解決此一基礎但影響重大的問題後，事情變得容易許多，在討論板上總有許多完整的範例程式，只要找對關鍵字，通常就能找到別人寫好的範例程式，只要略加修改，即可加入整體程式中。機器視覺方面就是這樣搞清楚自己要什麼之後，就上網搜尋，找到範例後很快就可以拿來用了。

與 8051 連接的介面和操作者所使用的操控介面，都是過去用過的東西，相當熟練，可以很

快就匯入。

雖然有許多範例程式可以用，但是各範例之間往往沒有關聯，如果需要一起整合使用，往往會陷入困境，如此則需完全理解各範例的寫法，才能去蕪存菁合併成多功能的程式。程式測試時比較常是參數設定的問題，所以將參數的設定寫入使用者介面也是很重要的事情。

另外有些問題是由於使用不同的電腦，可能硬體無法支援、可能軟體少安裝了某一個函式庫等等，常常出現各種匪夷所思的問題，就需要花費很長時間來找出可能某一個小環節的小問題。

機電控制

本次比賽與過往機器人比賽不同之處，就是在機器人必須自主行動，完全不能用外界控制，要是沒有好的控制方式，空有高速移動的能力，也無法達成任務，可以見得控制非常重要，甚至可以說，有好的控制，就可以掌握整場比賽。如前所述，我們使用前輪轉向、後輪驅動的四輪架構作為移動方式，所以在移動的控制方面，需要一具伺服馬達，用以控制前輪轉向；一具直流馬達，用以驅動後輪正反轉。

這馬達皆由 8051 來控制，直流馬達透過繼電器來控制，伺服馬達使用不同的 duty cycle 設定轉向的角度。

8051 可以接收裝於車上筆記型電腦傳送來的指令，以控制各部位的馬達執行適當的動作。操控者可以直接操作電腦，控制整個機器人，也可以設定讓電腦紀錄儲存操作的動作，使機器人重複進行該動作，或是啟動機器人的自走模式，讓機器人透過裝置於車體前後的兩個 webcam 感知外界，按照內部設定的程式自行移動與取球。電腦透過 webcam 感知外界，使用 OpenCV 這套函式庫分析其影像資訊，使用 CamShift 這個函式追蹤色塊的位置，用 HoughCircles 與 HoughLines2 這兩個函式確定影像畫面中圓與

直線的位置。

在實際操作上，CamShift 用於判定色塊的位置與大小，由於場地規格為已知條件，所以可以很輕易的測量出前方物體的距離，對應於影像大小的關係，於此可以即時調整車體，使其朝特定物體移動。而 HoughCircles 可以取得畫面中圓形的位置與大小，用於判斷取球過程中球的位置，亦可判斷取球動作是否完成，球是否順利進入收球袋。HoughLines2 可以取得畫面中的直線資訊，用於尋找場地中的白底黑線，經過模擬換算，可以檢查車體所在位置是否符合馬達輸出的情況，用於修正打滑或其他移動上的誤差。除了使用 webcam 用來感之外界外，亦使用了紅外線感測器，來追蹤地面上的黑線，增加額外的資訊以供判斷。

機器人成品



參賽感言

洪舜傑：

本次 TDK 競賽，台大生物機電系的兩隊選手一起進行了比賽的準備，身為 A 車的隊長，我們慢慢地將腦裡的藍圖在工廠內加工出來。也因此熟悉了眾多的工廠用品，小至拉釘、攻牙器，大至剪床洗床，都在這幾個月慢慢的摸索中，變得相當得心應手。也因為在老師的大力支持下，我

們得以在充沛的資源下，完成創意設計的機構、策略。

在這次比賽中體會到了同心協力的重要性，同樣一個機構若是多人一起完成，不僅效率加快，製作的過程也不會太嚴肅。在長達三個月的競賽準備中，很多天晚上總是六七個人忙到一個段落，就一起出去吃消夜，很難想像這段幾乎要每天看日出的日子是怎麼熬過來的。在比賽的會場，著實佩服起多所科技大學參賽隊伍的成品，無論在機構設計，臨場 robust 的部份表現真的值得我們學習。

大學四年參加的最後一場比賽可能就是 TDK 了，感謝這場比賽讓我成長許多，也對於機器人實作、設計方面又多了一分經驗以及實力。

徐嘉鴻：

這次比賽，是擔任硬體組的部分，一開始是各處支援，哪個地方需要修改或是製造就去哪個地方，到後期主要就是專門在新的取球機構上。

第一次參加這樣的比賽，對於自己經驗不足之處感到可惜，很多東西都是從頭學起，包括工廠各機具的應用或是對於各種材料的了解，甚至在設計機構上，在這三四個月的密集訓練下來，感到自己有長足的進步

最後以敗北作收，天天奮戰到日出的那段時光，看似可惜。但，就在這個過程裡，這個每每遇上挫折，修改！克服困難！再遇上問題，再修改！克服！一直不斷重複的這個過程中累積了耐心、經驗、實力，我想這就是我在這次比賽收穫最多之處吧！

劉昶志：

現就讀台灣大學生物產業機電工程學系三年級於本次團隊中，擔任硬體製作的工作，主要負責前輪轉向機構之製作，以及取球手臂的製作，將學長設計之概念實體化，並在實際測試時不斷調整與修改，以符合比賽題目之要求，很高

興在這次製作的過程中，了解了許多理論與實際間的差距，曾進了不少經驗，並精進了自身的機械工法與製作的技術。

歐陽太閒

台灣大學生物產業機電工程學系大三，負責電路製作及部分單晶片程式撰寫。

與學長協調設計機器人接收來自電腦訊息之控制電路，以控制機器人上之多個伺服(轉向機構)，兩個 dc 馬達(控制手臂之收放)和驅動馬達，且回傳微動開關和 CNY70 訊息，並將此設計實做為四套模組化機器人控制套件，另外製作四套試作感測器模組。

本次 TDK 比賽的準備過程之中，原本的設計由於經驗通常想的過於簡單，以致於在製作電路及設計程式的過程當中不斷遇到問題，並且經常必須拋棄舊的設計而重新製作整個系統，或者在有限的製作時間限制下，必須做出設計上一定的妥協(必須謝謝學長們的鼎力相助，才能克服瓶頸)。但也因此我們有了紮實的實務經驗，並且也學習了團隊的運作與互動的方法，也因此在這次的比賽當中充分體會到，實務的經驗，絕對不是書本上的現成知識可以比擬的。

感謝詞

這次的比賽首先要感謝的就是 TDK 公司舉辦這個活動，讓我們從當中學習到了許多寶貴知識及無可取代的經驗。再來要感謝的就是老師的教誨與支持，在面對困難的時候老師總是伸出溫暖的雙手，無論是技術上的指導或者是生活上的關懷，再再的鼓舞整個團隊的士氣，使我們能奮鬥到最後一刻。再來要感謝的就是一起努力到最後的大家，我們一起度過無數個深夜，伴隨著彎月及大家汗流的背影，一起完成屬於我們的夢想，縱使最後未能奪冠但留在心裡的那份情誼及感動是無價的。