

自動組(遙控組)：A4 隊 開拓-N

指導老師：林達德

參賽同學：徐嘉鴻、江佩儒、賴宗誠、方攷文

國立臺灣大學生物產業機電工程學系

機器人簡介

本機器人命名為「開拓-N」，其命名之目的，是希望以創新的設計與方式來挑戰這次的任務，N 則是代表經過多次的設計以及修改，代表追求最高標準的精神，以及期許我們自己的努力不懈。

本機器人設計之特色，在於追求最高速、最有效率的路徑，因而機構上的設計完全對應路徑需求，來完成複雜的任務，除此之外設計上也盡可能的精簡，使動作確實、明確、簡潔、穩定。最終以高精準度的自動控制完成這次的競賽。

設計概念

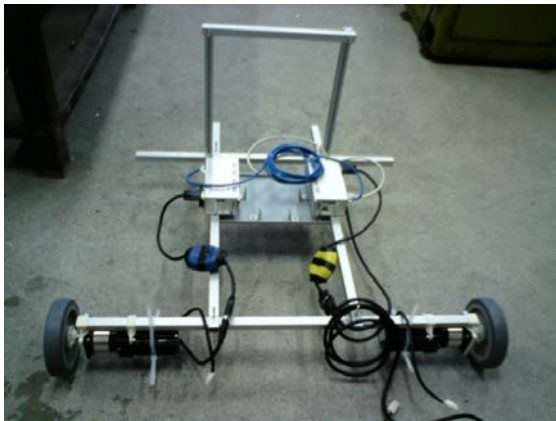
1. 車體的設計搭配我們的比賽策略，我們為了節省一點時間無所不用其極，因此配合最後規畫出的路徑，我們將置物分為前與後，前置物用以放置每日 C 以及鋁罐，後置物則用以擺放電池。
2. 主要結構由方管型鋁材、鋁擠型構成，部分配合以工程塑膠與美工塑膠板，部分需要高精度之結構以快速成型機製作，如圖一。
3. 機構盡可能的簡化到極限，整台機器人除了動力源的兩個含有編碼器的無刷馬達外，只有五個伺服馬達，就可以達成所有所要完成的目標。在經過無數次的討論後，我們決定將取球機構設計到最簡略的程度，只設計使用兩個高扭力伺服馬達帶動取球手臂，使其向前伸出取球，並放入車體前方三個分隔的置球箱，如圖二。
4. 在車體前方的置球箱底部皆設有一開門，當置物時，相對應的伺服馬達會控制開門的開啟，球自動落下至一集中物體的坡道，並從車身前方離開進入置球箱，如圖三。
5. 在車體後方也有置物箱，專門用於放置電池用，我們設計了一個簡單的機構，使得車體接觸目標時，後方的置

物箱將一併打開，將電池放置到目標位置，如圖四。

6. 以兩個無刷馬達獨立控制兩個驅動輪，利用兩輪的速差來達到控制左右轉的目的，搭配後方一個惰輪來平衡車體。
7. 混合使用色彩鮮豔的瓦楞板，加上塑膠與金屬，在穩固、平衡良好的前提下，追求靈巧與輕量化的目標。

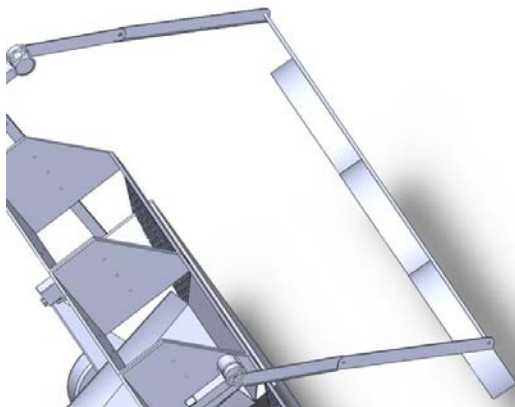
機構設計

1. 底盤由於要承受上部機構重量，以及馬達、電池、還有筆記型電腦，所以在底盤的設計上必須考慮其穩固性，並且還要考慮加工的難易度及重量的減輕，於是我們最後採用方管型鋁材，並交互組裝作為「井」字形整個車身最重要的主幹。
2. 驅動上選擇採用雙馬達，原因是我們可以在擅長的軟體領域上輕易控制車體的加速、剎車、轉彎，可省去建造複雜的轉向機構的時間。隨後我們在後輪加上兩個萬向輪以作為支撐。取物置物機構，利用伺服馬達舉起手臂至超過置物箱高度，再向後旋轉，手臂前端在接觸置物箱的平台後會沿著平台向回將物品收入車體上方的三個箱子。
3. 由於一開始物品已經擺放好位置，所以我們將所有的組合記錄，跟劇比賽的狀況作調整，配合路徑，其中電池會被我們送到後方的置物箱，到達定點時打開車上不同位置的置物箱。



圖一、底盤完成圖

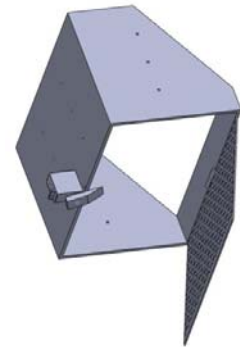
4. 在車體前方的置物箱底部皆設有一閘門，當置物時，相對應的伺服馬達會控制閘門的開啟，球自動落下至一集中物體的坡道，並從車身前方離開進入置球箱。
5. 在車體後方也有置物箱，專門用於放置電池用，我們設計了一個簡單的機構，使得車體接觸目標時，後方的置物箱將一併打開，將電池放置到目標位置。



圖二、取球手臂設計圖



圖三、取球箱完成圖



圖四、車體前置球箱

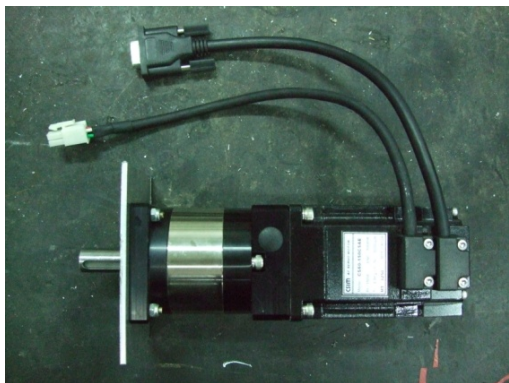


圖五、車體後置球箱

機電控制

此次競賽我們必須整合各種元件，我們並沒有將所有的組件整合統一，如此可以保持各個元件的彈性，對於修改以及偵錯有幫助，缺點是各元件之間溝通的建立必須完整掌控。

1. 馬達驅動器：電腦藉由 RS232 傳指令給控制電路模組 CSR230，控制電路再將指令以同步連動的方式，將控制訊號傳給兩顆馬達驅動器來準確的控制機器人目前所在位置，藉由馬達的編碼器回授訊號給控制器，掌控馬達現在的狀態，包括轉速、電流，自動建構一完整的控制系統。圖六為我們選用之伺服馬達與編碼器，有著我們所需求的輸出扭力與精準度。圖七為與馬達搭配之驅動器。



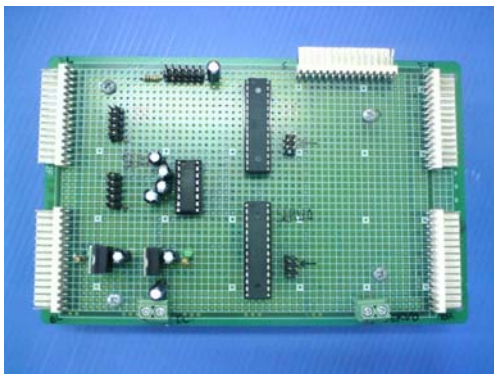
圖六、伺服馬達與編碼器



圖七、馬達控制器

來源 <http://www.l111motor.com/>

2. 伺服馬達控制：取物與置物，我們必須控制五顆伺服馬達，我們藉由電腦下指令再透過自行設計之電路板轉接到伺服馬達，其中以電腦端設置時脈的作法使我們偵錯更快速方便，轉接電路如圖八。

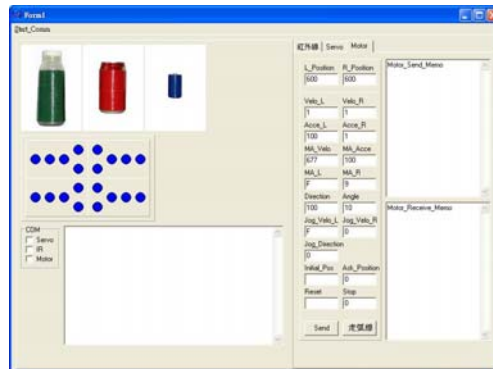


圖八、取置球控制電路

3. 軟體：

在電腦端，利用 Borland C++ Builder 6 開發控制軟體，

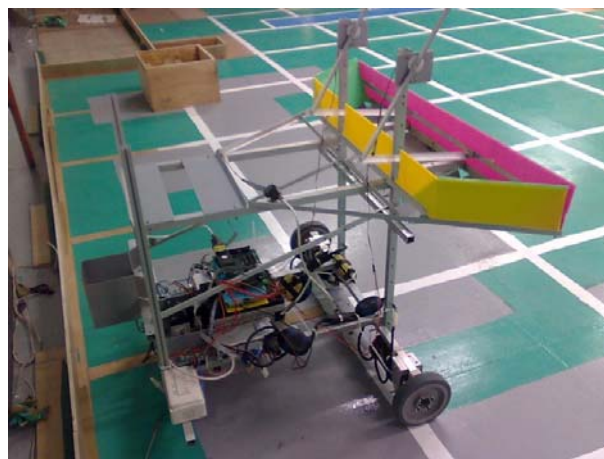
並且將電腦架設於機器人上，雖然必須承受電腦的重量，且測試或競賽過程中的碰撞將可能造成電腦當機或是更多不可預期的錯誤，但是由電腦控制能夠完全掌控機器人的完全狀況，我們由自己設計的介面中可控制馬達的轉速、行走距離、加減速、路徑規畫，以及對於目標物取放的選擇設定，如圖九，快速且彈性高，並且在多次測試下降低了各種影響電腦的風險。



圖九、電腦端程式控制介面

機器人成品

完成品大致上符合我們的預期，最終依然採用筆記型電腦配合單晶片 AVR 及馬達控制器，經過編碼器運算處理後，藉以判斷車身行進動作，並配合上部完全獨立的電路控制取球及置球來達成目標。



圖十、機器人完成圖



圖十一、以筆記型電腦控制車體實際測試圖

鼎力相挺，並且給予全力的支援；感謝各位隊友的辛苦合作，大家都辛苦了。

參考文獻

- [1] 楊明豐(1998) 8051 單晶片設計實務
- [2] 李長林(1995) AVR 單片機應用設計
- [3] Freire, E., T. Bastos-Filho, M. Sarcinelli-Filho and R. Carelli. 2004. A new mobile robot control approach via fusion of control signals. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B. 34(1): 419-429.
- [4] Chung Y., C. Park and F. Harashima. 2001. A position control differential drive wheeled mobile robot. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 48(4): 853-863.

參賽感言

徐嘉鴻：

參與這次比賽，投入了極大的心力，經常在學校、工廠待到沒日沒夜，但在這其中也學到很多東西，見識到各校的技術，了解到自己還有非常多的進步空間，得到了不小的收穫。

方攷文：

相信自己應該可以做得更好，也肯定各校的實力以及主辦單位的辛勞，比賽過程非常有趣刺激，是個很美好的回憶，大家都辛苦了。

賴宗誠：

控制馬達是很有趣的事情，尤其是必須找出最快又最穩定的補償方式，是很棒的經驗。

江佩儒：

這個過程是前所未見的，我第一次參加這樣的比賽，實在是驚訝於大家的衝勁，我想一個完美的團隊也莫過於此，真是讓我收穫良多。

感謝詞

這次比賽相信是非常成功的，在這個如此的盛會，感謝主辦單位的完整規劃、以及辛勞的付出；感謝各參賽隊伍，讓我們見識到不同的技術以及創意；感謝指導教授