

大學組：彰師老夫子隊

指導老師：陳明飛

參賽同學：陳錦明 黃俊儒 黃冠益

彰化師範大學機電工程學系

機器人簡介

本隊的機器人設計，是針對比賽規則及比賽場地所設計，機器人利用簡單的傳動機構使泡綿能夠儲球及帶球，接著利用泡綿帶動和軌道導引球進入射球區，再利用步進馬達與自動辨球器配合雙軌道來做不同顏色球之分類，球射出的精準度由裝置在軌道出口處的紅光負責瞄準，因木球將會由前方進入由後方射出，將可快速射門不須再轉動車體，而達到有效率的進攻。

整體機構外型設計是以牛來當外型設計考量，因這次比賽「雲林假期」以斗六、古坑、西螺、虎尾、北港來設計，我們為配合此次主題，聯想到北港的舊名為「笨港」，笨港有一個地方叫「牛墟」，牛墟是牛的買賣市場，再聯想到彰化為農業大縣，農夫和牛息息相關，故想藉著「彰化文化」來襯托「北港」的特色，所以決定將外型設計成「牛」的形狀，然後以牛的造型來角逐這次的雲野逐球樂。

設計概念

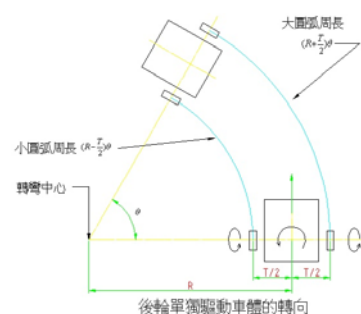
「進攻是最好的防守」在設計考量上，只要大量的得分，將不懼怕對方的防守，但怕有對方的主要設計理念為「死守對方致死不休」以重量決勝，故我們設計出前方取球，後方射門，則可快速有效的射門。且認為大部份隊伍都會採攻擊為主，故這場龍爭虎鬥比的就是雙方的四大能力 1 儲球力 2 準確度 3 攻擊力 4 靈敏度。只要把握了以上四大能力，將其發揮到極限。則可以輕鬆擊敗對方。

當開始設計機器人移動方式，考慮到如何控制車子移動，想一想，大至上有三種：雙腳步行、履帶驅動、車輪驅動。雙腳步行就是模仿人兩隻腳行走，但其機構和控制非常複雜，故不考慮。而履帶

驅動如同戰車，不易受到場地所限制，但移動較慢，也不考慮。因此我們決定採用最普遍的車輪驅動，其優點能高速穩定的移動且機構控制簡單。但車輪驅動要考慮下列問題。

- 1 車輪配置
- 2 轉向方式
- 3 馬達動力傳達與方法
- 4 最高速度和最低速度期望值
- 5 如何控制馬達

對於上述五個問題是我們該克服的，就理論上來講，三點構成一平面，故最少需使用三個輪子，但設計出的車體結構前方中間處，製作為儲球區，所以無法採用三輪。於是決定使用四輪，將前方設計兩個 360 度旋轉的輔助輪，後輪裝置兩個大車輪並分開驅動。可獲得較高靈敏度。在設計中只須考慮到馬達功率、車輪速度、車輪直徑、減速比、輸出扭矩這些參數。



機構設計

主要將機器人整體功能分成五大部份，分別為 1. 推桿機構 2. 滾球機構 3. 驅動機構 4. 軌道機構 5. 帶球機構，製作加工順序由底部架構開始接著驅動、推桿、滾球、帶球、軌道部份。

機身本體主要是採用鋁材做為材料，一開始的馬達和

機身設計以重量 30 公斤來設計，所有結構及固定座和軸承座等，大多以鋁材來加工製作，主要因鋁材輕且加工容易，強度適合。

驅動機構驅動機構主要以兩顆(12V 5.2A)直流馬達，透過軸承帶動後方兩顆中型橡膠輪，之後於機身前方加裝兩顆可 360 度旋轉的輔助輪。本想使用四輪驅動，但認為比賽場地小需要更高的靈敏度，故改後輪驅動，若需轉彎時則將馬達利用電路控制，一顆給予正轉，另一個給予停止來轉動機身。將有更高的靈敏度(如下圖)。

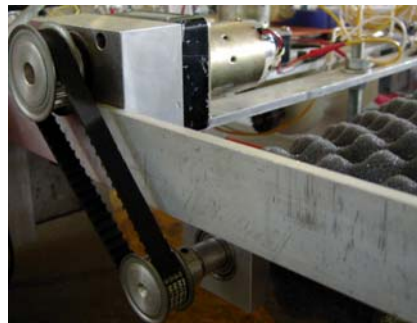


推桿機構主要是藉著直流馬達帶動推桿產生約 110 度左右的旋轉，因機身限制於 1 公尺之內，主要是透過旋轉將 X 軸方向尺寸轉換成 Z 軸方向尺寸而達到簡單的變形而不超過尺寸限制，變形後利用前方推桿去推動儲球區上的圓桿，使其上升，並利用推桿前方阻擋對方顏色之木球滑落。(如下圖)



帶球機構帶球機構主要是靠一顆(24V 400rpm)直流馬

達，再利用時規皮帶驅動兩顆時規齒輪，而帶動兩根長軸，在長軸裝上四個時規齒輪再配上兩條時規皮帶後，將 2cm 厚的泡綿黏於皮帶之上，而將泡綿設計裝於覆蓋球 7mm 深的高度，使其和球的摩擦力足以帶動球，且車體移動時不至於摩擦力太高而無法移動。即可克服比賽的規定球不允許離地，又可以大量的儲球。(如圖 3)

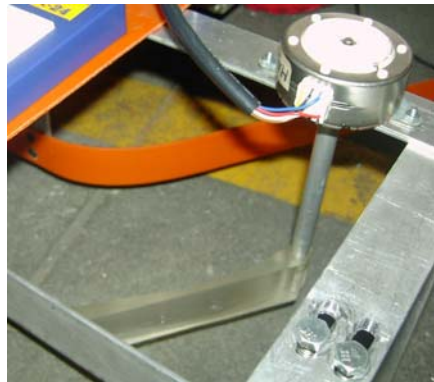


軌道機構利用 2mm 厚的塑膠板來當軌道的主要材料。靠著 4 根 150mm 長的螺紋桿固定。前方軌道固定方式是將螺紋桿裝板子的地方磨平再利用兩顆螺帽將其固定。而後方的軌道部份則是利用簡單的鋁板將其彎折成 L 板來固定板子，最重要的是在軌道轉換部份，利用步進馬達(12V 0.5A)連接一塊經過設計之壓克力板，而透過感測器感測後可以正轉或反轉 45 度來快速轉換球所行經的兩條軌道，一條軌道為對方球的排球軌道，而另一條則為我方的主要軌道，此雙軌道設計主要是來解決兩種不同顏色球之設計。其設計概念主要是因球會密集性滾出而須快速轉換軌道材而聯想到彈珠台的類似設計。

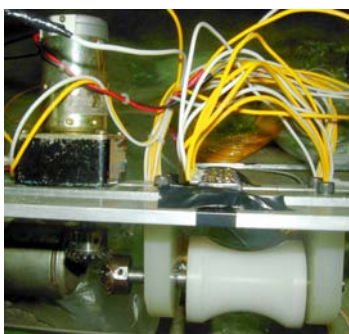
(當球為我方顏色之色球時)



(當球為對方顏色之色球時)



射球機構利用鐵氟龍(PTFE)材料加工成漏斗形的滾球柱，首先將泡綿黏接於滾球柱表面上增加其摩擦力，接著再利用鐵氟龍材料加工製作軸承座部份，利用螺絲懸掛於車體底部，之後將滾球柱加上軸與直齒斜齒輪(bevel gear)，再將其去配合互相垂直 90 度，以 24V 直流馬達帶動直齒斜齒輪來相互作動，滾球柱將會覆蓋球 2/5 的面積，而使滾球柱旋轉，當球經由軌道至射球機構，球將會順時針旋轉滾出。(如下圖)



機構修正改良說明

(1) 泡綿機構部份

黏貼泡綿時因泡綿太軟，無法直接貼於時規皮帶上，所以先將泡棉黏於軟塑膠墊板，再整圈黏貼於皮帶上，出現因墊板撓曲時兩端出現過硬問題，我們修正方式是把塑膠墊

板改成帆布來當底層，再將泡綿黏貼即改善其問題。

(2) 車體部份

前方小輪的部份，本來是自己用鐵氟龍加工的圓輪，但裝上去之後在車體移動時會產生多處死點，導致靈敏度不佳，修正方式決定採買市面上 360 度的旋轉小輪，之後死點處改善，靈敏度大幅提高。

原有 L 型骨架厚度為 6mm，重量達 2.4kg，後來將其換成 3mm 厚的骨架，強度依然足夠，重量減輕為 1.2kg。

(3) 推桿機構部份

實際測試推桿之後，發現強度不夠、力量太小，修正之後推桿採用寬度為 10mm 即可解決。

(4) 射球機構部份

射球機構部份的滾球柱，因要利用瞬間扭力和摩擦力，將球射出，所以滾球柱的弧度，由 R40、R45、R50、R55，一直測試到 R55 其摩擦力和瞬間扭力才達到我們預期的射程和速度。還有由於在泡綿將球帶到射球機構，最後兩顆球會停在射球機構前，無法進入射球準備區，故將射球機構往前移動 3.5cm，來改善泡綿帶球範圍和射球機構間距離過長。

(5) 儲球區部份

儲球區圓桿，一開始設計打算由下往上提，兩側上升機構帶動即可，但因考慮到車體過大，上升機構不易製作，所以修正改拉桿機構，利用活動軸承配上螺紋桿以鉤子將圓桿拉升，又因螺紋桿太重所以再次修正，將前方拉桿改成推桿設計，利用前推使圓桿上升。

軌道平板架設，軌道採用塑膠板來架設，後來發現在射球之後，球在軌道內產生彈性碰撞，而減慢了球的速度、和球的威力，所以將單邊軌道換成薄的鋁板，即克服了彈性碰撞問題。

機電控制

機電的控制方面，我們在馬達的部份，使用了最簡易的串並聯控制，利用了兩顆 12V 電池，去控制 1 顆 12V 步進馬達、3 顆 12V 直流馬達和 2 顆 24V 直流馬達。

起初，使用 TA7279P 這類 IC，透過 8051 控制輪子、推桿、取球、和射球的馬達，因為它可以同時控制正轉、反轉、停止與快速制動，但後來因 TA7279P 的輸出電流太

小，無法驅動直流馬達，最後改由 8051 來控制電驛，直接驅動馬達。

另外，在選球方面，則採用了 12V 的步進馬達。而在 8051 控制步進馬達的方面，我們則是採用的方法是，由 8051 的 P2.0-P2.3 輸出端電流，經由 CD4050 的電晶體放大，再通過 FT5754 的驅動電路控制步進馬達。

在馬達的控制上，由於在設計方面的需求，使用兩種不同電壓的馬達，分別為 12V 和 24V，因此採用簡易的串並聯來連接兩個 12V 的電池。

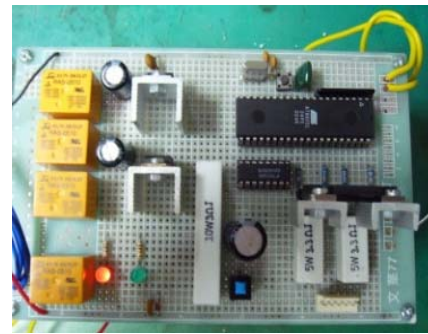
電路設計 為配合馬達的控制及各部份的動作需求，而進行研究，

動力馬達 主要功能為帶動車身移動，以要有夠大的力量，由兩顆 12V 的直流馬達帶動，各控制左右邊，移動方式類似戰車的移動。同方向移動時可以前進及後退，單一可運轉或只兩科反方向運轉可以達到轉彎的效果。

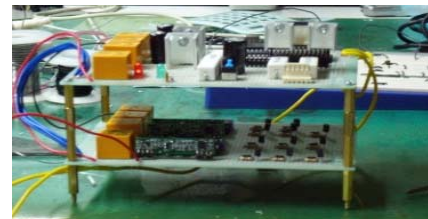
推桿馬達 運用一顆 12V 的馬達帶動推桿的升降，主要是為了讓推桿能夠放下，上升的部份不太重要，不影響其他部份的運作，故馬達的力量可以小些。

推球及帶球的馬達 推球及帶球的馬達需要較快的速度，所以選用 24V 馬達。推球部份只需往同一方向運轉即可。帶球部分可能會發生卡球的問題，因此要求能夠正逆轉控制，防止卡球的問題發生。

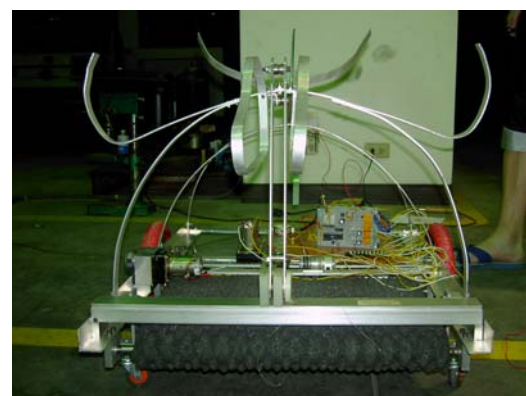
步進馬達 步進馬達是用來改變球的行進方向，若為對方的球，使步進馬達運轉 45 度，當球滾出後，再使步近馬達回復原狀。



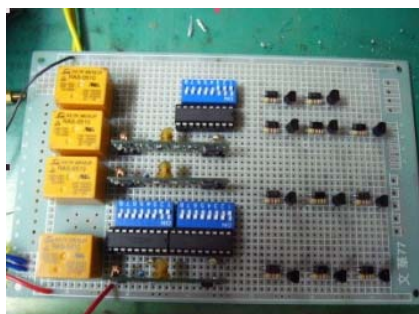
(控制板全圖)



機器人成品



(接收器及驅動電路)



(步進馬達驅動電路)

參賽感言

第一次接觸到這樣的機器人製作競賽感覺很新鮮，因為在以往沒參加過這樣的競賽，而在設計方面比較吃力一點，因此設計的過程當中花了很多時間去討論，以及嘗試錯誤。

參加比賽的經驗很令人難忘，每天不眠不休的想著怎麼去發揮創意，如何將平凡的東西以創意製作的方式給予新的生命，且如何解決所發生的問題。在製作的過程中常常會有新的靈感湧現，因此常常跑遍很多五金行或材料行去找材料，所以也特別感謝很多商家的老闆給予很多方面的建議與指導，讓我學習了很多，整個製作下來的過程當中發現平常在課本上所學到的理論是可以用的，而非是空談，只是要自己先理解之後再運用在實際的加工當中。

其次，我在此機器人學到的不只是加工與設計的部份，也學到如何協調與運作此團隊，促使能夠完成任務。經由此次的創思與製作競賽，讓我認知到團隊的重要，並且讓我知道從前我所沒發現的事，不管是在知識方面、技能方面、情意方面，我覺得我已前進了一大步。因此如還有機會可以參加的話，我一定會參加。

感謝詞

感謝TDK和教育部舉辦如此有意義的機器人創思設計與製作競賽比賽，更感謝我們的母校『國立彰化師範大學大學』對我們的支持與鼓勵，讓我們有機會將所學的專業理論配合加工技術來呈現出全方位的機器人，感謝我們的指導教授，感謝其他幫助過我們的人，在我們機構有需要改進的地方都不吝指導糾正，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]機械系統設計 高立圖書有限公司
- [2]機構鉤造設計學 高立圖書有限公司
- [3]機械設計 高立圖書有限公司

- [4]應用力學 普林斯頓國際有限公司
- [5]小型馬達活用技術 全華科技圖書股份有限公司
- [6]專題製作與論文寫作 全華科技圖書股份有限公司

