

專科組：消防隊 救火小英雄

指導老師：黃敏昌

參賽同學：李智中 鄒泓 鄭安益

大華技術學院自動化工程系

機器人簡介

本競賽用的機械人，採後輪推動並且以左右輪的轉速差來改變轉向。節段式延伸臂可調整仰角及伸長擷取 2 公尺高之方塊，第一節段固定於車體以馬達調整其仰角，第二節段以氣壓缸推進，第三節段再用小馬達驅動。為了減輕重量以寶特瓶取代高壓瓶蓄壓。腕肘機構可延伸及調整夾爪的角度，使得取放方塊時更為平穩。為了能夾取 10cm^3 到 25cm^3 不等尺寸的方塊，夾爪機構是以傘形齒輪帶動螺桿調整尺寸並夾取方塊。

設計概念

機械人尺寸在出發前不得超出一公尺立方，總重量不可超過 30 公斤。需將大中小三疊方塊取放到三個臺座上。此次競賽最具挑戰的是要取一 25cm^3 及重達 880 克的大方塊，其最高位置約在 2 公尺。以下將對此競賽機械人的車體底盤、節段式延伸臂、腕肘機構、夾爪機構、氣壓瓶及控制盒、整體性能測試等分項說明。

機構設計

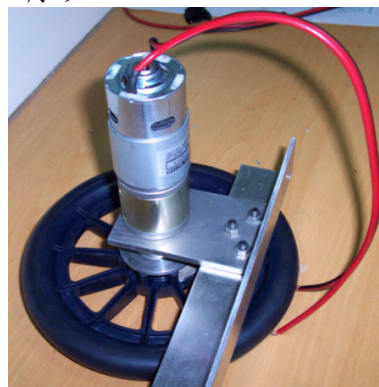
車體底盤



圖一、車體底盤

車體底盤採後輪驅動方式並且以左右輪的轉速差來改變轉向，前方採用小型無動力輪使迴轉更加靈活順暢。支撐延伸臂的骨架與車

體構成三角形。



圖二、車輪與底盤

為了將底盤壓低使重心較穩，我們提高後輪的馬達位置，以三顆螺絲固定支撐板。



圖三、車輪與馬達

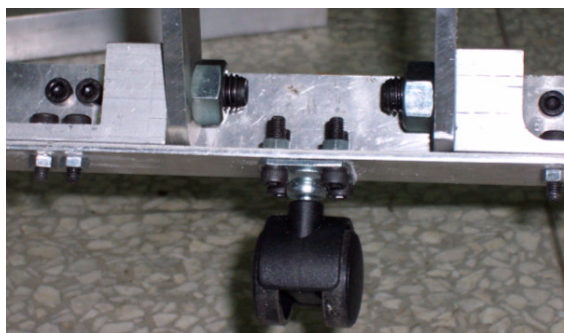
而馬達轉軸跟輪子結合也很重要，在上次競賽發生輪子脫落的情形，此次我們非常慎重處理這地方的接合。先是製作一個襯套與輪子結合，此襯套再與馬達轉軸固定，經反覆測試沒有脫落之虞。為了防止練習時候的損壞，還多做了幾個襯套作為備份。



圖四、底盤框架

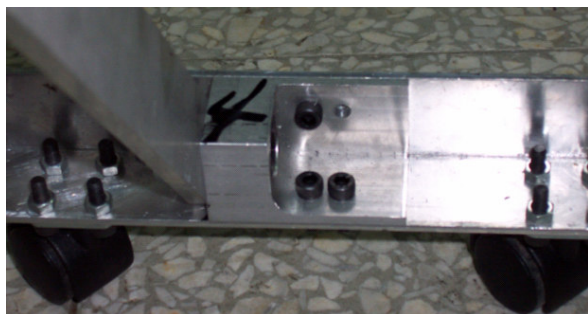
在製作前面的活動輪的時候，需在 L 型鋁

條上加裝鋁塊提高活動輪的位置，這樣前後輪底與地面接觸，才能保持車體水平。



圖五、活動輪

活動輪與底盤以四顆螺絲固定如上圖所示。



圖六、底盤與延伸臂支撐骨架

上圖標示四號的塊鋁是支撐延伸臂的骨架與底盤固定的情形。下圖則是連接延伸臂的地方，下方分別固定在底盤的前端與後端，交錯的地方與延伸臂的第一節段用一個軸心貫穿過去，然後分別用螺帽把兩端鎖上，使第一節段可對軸心迴轉調整仰角。



圖七、延伸臂支撐骨架

節段式延伸臂

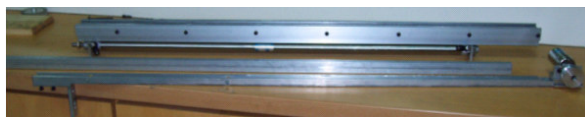
由於競賽的方塊堆疊高達 2 公尺，必需長距離的延伸才能擷取方塊，如果全然以馬達帶動延伸臂速度將過於緩慢，故以氣壓缸達成快速伸展，可是氣壓缸只能伸或縮，延伸臂需要能作無段調整才能將方塊放到適當位置。所

以我們設計三節式延伸臂，第一節段可調整仰角，第二節段使用氣壓缸帶動，第三節段使用馬達、齒輪及鍊條的方式傳動，如此既能達到快速長距離運行，也能無段調整位置。



圖八、氣壓缸及第一節段

氣壓缸的前後端，用鋁塊先車削出一個孔然後以 M5 的螺絲固定於第一節段上。



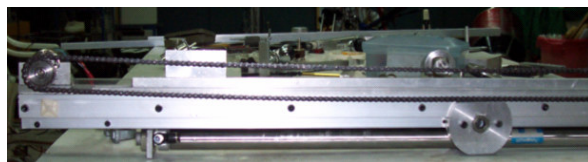
圖九、第二節段

第二節段的前端裝上連接氣壓缸的 L 鋁塊，另外銑削一個溝槽，作為第三節段滑行的導軌，而驅動第三節段的馬達則安裝在第二節段的後面。



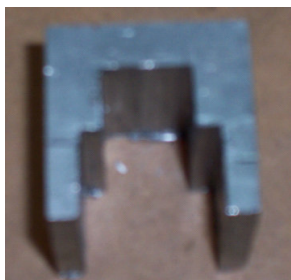
圖十、驅動第三節段的馬達

此馬達帶動滾輪，滾輪再牽引鋼線去帶動第三節段，第三節段是以一公尺長的長方形空心鋁材加工完成。滾輪是以螺絲與軸心固定，而馬達則用 L 型鋁塊固定在第二節段的末端。後來發現使用鋼線太不穩定了，所以我們改用齒輪和鏈條來傳動，而且齒輪可以用大小不同的尺寸調整轉速，使機構有更大的調整空間。



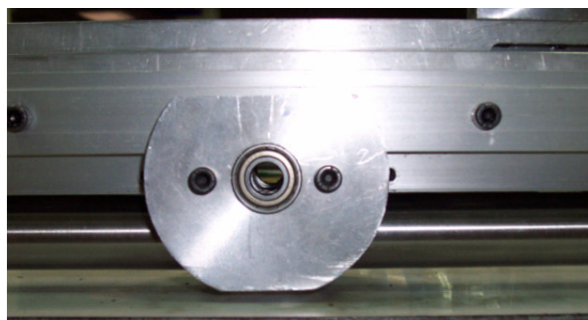
圖十一、延伸臂成品

組裝後的延伸臂需經一番的測試，察看延伸臂是否會彎曲變形、其長度是否恰當、伸縮是否平順等。



圖十二、引導塊

發現延伸臂上的第二節段與第三節段，在末端的地方會有點鬆脫的情形，所以就銑削了一塊如上圖般的引導塊，把它裝在第三節跟第二節的末端，改善末端鬆脫的情形。

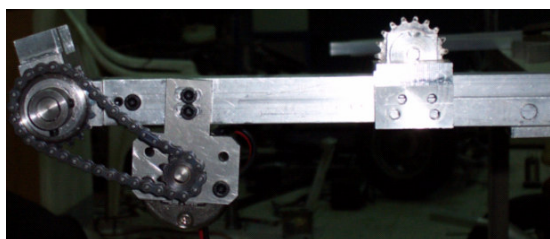


圖十三、延伸臂迴轉盤

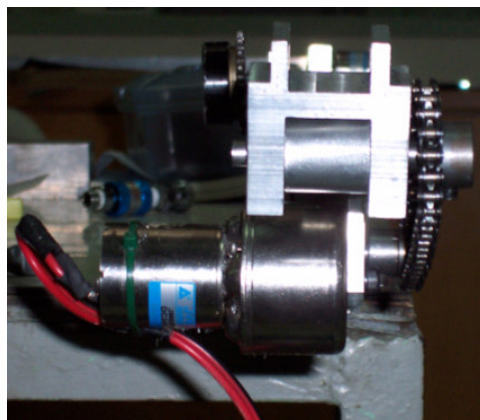
延伸臂結合機體的迴轉盤需加裝軸承，減少磨擦力，使得延伸臂能平順調整角度。磨擦力造成的力矩與重量形成的彎曲力矩，其合成效應所產生的應力確實曾經造成中心軸的變形。

腕肘機構

在延伸臂末端的腕肘機構主要是為了能把方塊平穩置放到目的地，故設計一迴轉機構抵消延伸臂的仰角，另外設計小幅直線調整的功能。

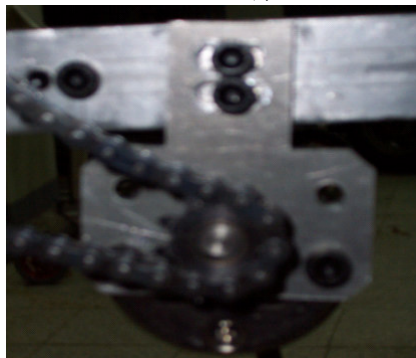


圖十四、腕肘轉向機構



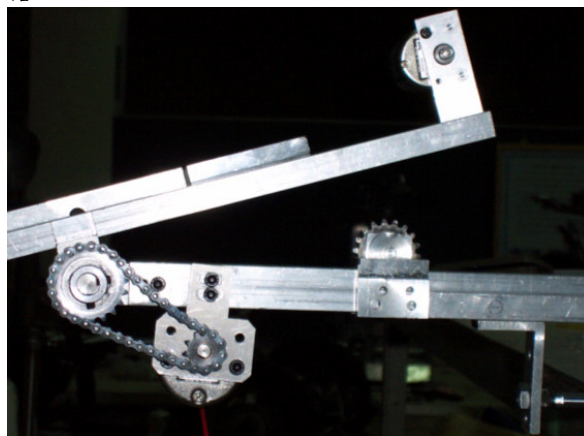
圖十五、腕肘轉向馬達

腕肘是用齒輪及鏈條帶動轉向機構。馬達經測試可以帶動腕肘及夾爪，另外測試夾起最重的方塊也可以很穩定地運轉。



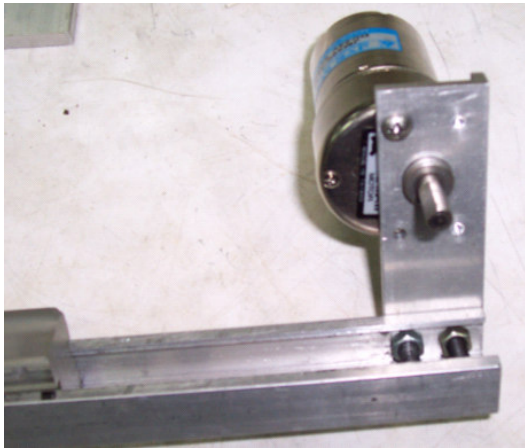
圖十六、馬達固定板

馬達固定板有兩個長孔，是為了調整位置把鏈條逼緊，鏈條緊繃才不會造成鬆動而脫落。



圖十七、腕肘伸縮機構

如果沒有腕肘伸縮機構作短距離調整，在放置方塊時會有困難，因為延伸臂即便調整一小角度，經伸長量放大後，其位移量也頗大，放置方塊時很容易造成撞擊，如果因此而使方



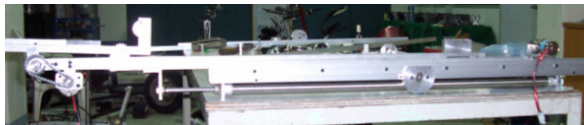
圖十八、腕肘伸縮驅動馬達

腕肘伸縮驅動馬達經加高位置，使其軸心在腕肘伸縮桿的正上方以利鏈條帶動。



圖十九、壓克力

空心鋁條作為腕肘伸縮桿穿梭於壓克力及空心鋁槽，壓克力加工方便且重量輕。經測試也無變形的情況發生。腕肘及延伸臂組合機構顯示於下圖。



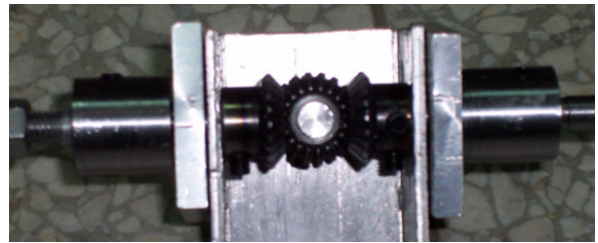
圖二十、腕肘及延伸臂組合機構

夾爪機構



圖二十一、中型方塊

此次比賽要夾取大、中、小三種方塊，我們製做出一個中型方塊，方便測試夾爪機構，而採用導螺桿來調整夾爪。



圖二十二、夾爪傘型齒輪組正面

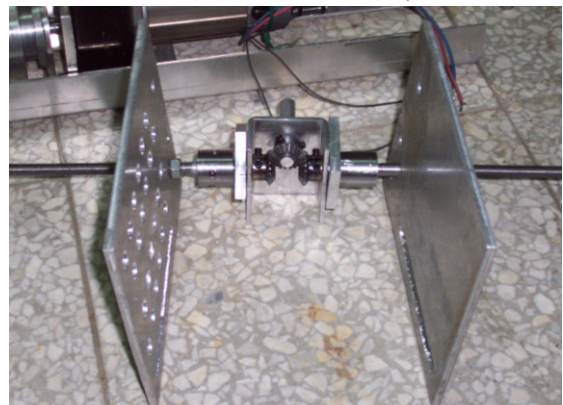


圖二十三、夾爪傘型齒輪組側面

因為方塊尺寸差距很大，所以夾爪的設計是由中間的傘型齒輪帶動兩邊的傘型齒輪，來造成兩邊的螺桿轉向上的不同，一個是向右旋轉一個是向左旋轉，然後再帶動兩邊的夾爪向中間移動，如此方可夾取各種尺寸的方塊。經測試大約需選取 150RPM 的馬達，這樣的速度在夾方塊上才不會耗掉太多的時間。



圖二十四、夾爪之夾持片

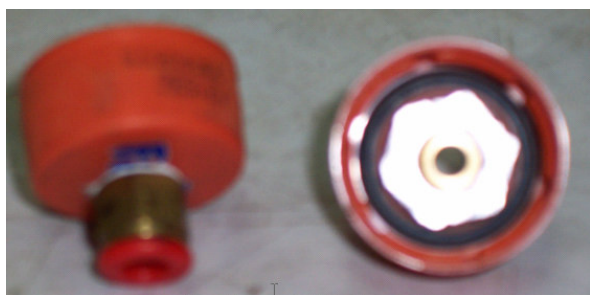


圖二十五、夾爪機構

夾持片上鑽上很多的孔，以減輕夾爪的重量，根據我們的測試，此機構可以應付各種尺寸方塊的夾取。起初我們自行車削公制螺牙導螺桿，但進級速率太慢了，所以更換進級速率較快的導螺桿。而且加裝導桿襯套增加穩定度。

氣壓瓶

採用氣壓缸的優點是速度快，但需配備高壓鋼瓶，其缺點是太重。所以這次比賽儘可能採用馬達為驅動裝置。可是為了加快取放物件的速度，我們還是在第二節段以氣壓缸帶動，為了避免使用笨重的高壓鋼瓶，改用寶特瓶作為蓄壓裝置。寶特瓶的缺點是會漏氣，必需儘力克服使漏氣減至最低。



圖二十六、寶特瓶蓋

寶特瓶蓋上面加裝六角形的墊片及防水膠帶。



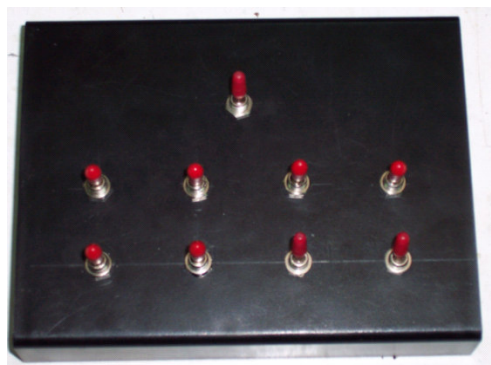
圖二十七、寶特瓶

經測試寶特瓶可以加壓到七公斤多，四個寶特瓶可提供延伸臂的氣壓缸來回 39 次之多，這

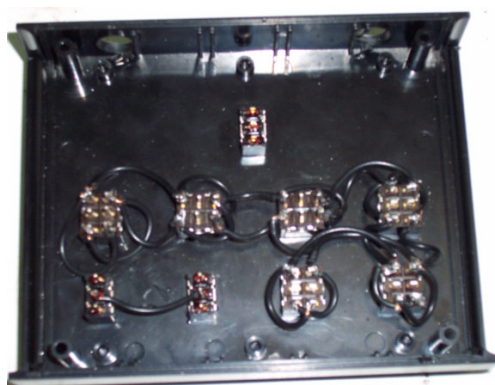
足夠支撐一場的比賽，但每一場比賽結束就需補充氣體以備下一場的競賽。

機電控制

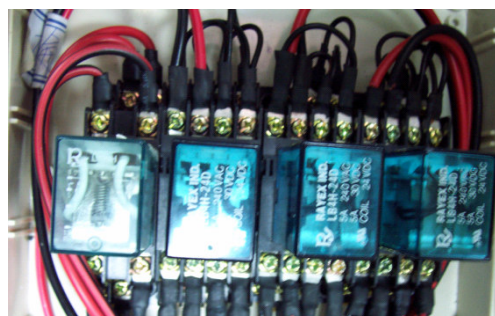
控制盒的無段開關在控制車體前進後退，而 ON/OFF 開關控制氣壓缸。開關的大小也是經過慎重選擇，太大或太小都會造成操作上的不便。



圖二十八、控制盒正面



圖二十九、控制盒內面



圖三十、繼電器

控制盒裡的繼電器可增加輸出接點，增進操控的便利性，因為控制盒的一個按鈕透過繼電器可同時操控兩個馬達。繼電器的規格為 30VDC、5A，選用電流額定值越高越好，因

為額定值低的繼電器會使馬達力矩不足，無法推動車體。

機器人成品



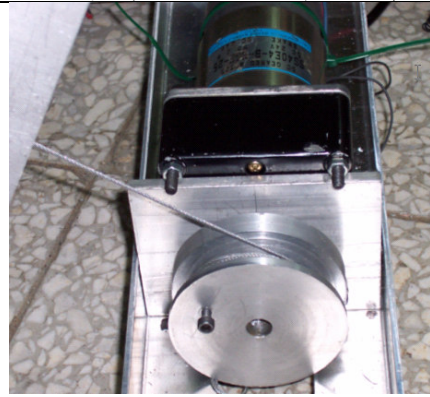
圖三十一、延伸長度測試

首先把延伸臂拉到最長，開始移動機械人，然後觀察在移動過程中，是否會劇烈的搖晃，又機體上那些零件會損壞。結果發現延伸臂與底盤的結合軸心有損壞之虞，所以軸心部份作了補強措施。



圖三十二、仰角調整測試

接著測試在無荷重及夾起最大的方塊時鋼線是否會斷裂，結果顯示鋼線可承受此巨大的拉力。在取高處的方塊需先調高仰角後才伸展手臂，主要是縮短其有效力臂並降低力矩，取得方塊後需縮回延伸臂減少轉動慣量，使迴旋較零活，而且避免振動影響移動速度。



圖三十三、仰角驅動馬達

為了能克服延伸臂所產生的力矩，我們選購一大型且具備剎車裝置的馬達。馬達固定在底盤上，然後滾輪中間車個凹槽，讓鋼線可以穩定地捲在滾輪上。

參賽感言

今年專科組有 33 個隊伍參加競賽，競爭激烈。初賽中一路過關斬將，卻在最後一役中因過於緊張，操作夾爪時不慎超出螺桿限度，以致夾爪失去功能。經長時間準備卻因意外狀況而無法進級決賽，甚為可惜。但經此競賽，學到許多機電整合的經驗及知識。

感謝詞

感謝 TDK 和教育部舉辦此一競賽，也感謝黃敏昌老師及學校其他老師的指導及協助，使得我們有機會參與此競賽。

參考文獻

- [1] 黃敏昌、曾煥傑、陳韋儒、顏子健、彭鴻泯，”自動擷取及履帶驅動機器人設計及製作”，第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽技術論文集，61-66，2001。
- [2] Newton C. Braga, ”Robotics, Mechatronics and Artificial Intelligence,” Butterworth-Heinemann, 2002.
- [3] Joseph Edward Shigley, Larry D. Mitchell, ”Mechanical Engineering Design,” McGraw-Hill Inc., 1983.

