

線控機械人製作

The Fabrication of Linear Controlled Robot

吳鳳電機隊

劉博文¹ 林俊廷² 李誌遠² 謝東平²

¹ 吳鳳技術學院電機工程系副教授

² 吳鳳技術學院電機工程系專科部學生

摘要

本報告將研究線控機械人用在過五關斬五將之競賽上，其中包括集體創思與設計，而後依照規劃藍圖將其製作出來，經過多方測試其性能並隨時加以改進，使其各方面之結構特性達到最佳化。本組研究發現：吾人所研製之線控機械人具有良好之穩定性與強勁之馬達驅動馬力。

關鍵字：線控機械人

Abstract

A new structure of linear controlled robot is proposed. The authors designed a good structure and made it according to the manufacturing plan. It was also found that the robot has a good stability and high power driving force.

Keywords: linear controlled robot

1. 簡介

本組組員原本就對機械原理及結構抱持著高度興趣，適巧遇上了教育部主辦、雲林科技大學承辦之「第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽」的機械人比賽，一方面是想藉此多吸收關於機械結構及機械材質強度的經驗，另一方面則想試試自我本身之實力，且可經由比賽過程了解別組機械人的性能優劣，藉此更能了解在同一題目中，我們和他人觀點間之差異處，因而能令我們在遭遇問題時，多了一層思考的方向，所以本組毅然投入此一專題之行列。

首先便是研究機械人結構與強度之穩定性，此兩種參數，會導致只要輕推機械人便產生激烈晃動，間接的也讓機械人的修改和拆卸造成了諸多不便之處；其次便是研究機械人的整體重量，去年製作機械人的結構雖然簡單且結構材料大多採用鋁質，但是其馬達因過分強調扭力，使得馬達幾乎接近機械人本體總重量的一半，且以電源供應器產生的直流電源測試時，其速度達不到我們的需求；最後必須研究的是底盤尺寸，去年製作機械人的高度約為 170cm，但是其底盤尺寸約為 58cm×62cm，因為底盤太小且機械人高度過高，因而在轉彎速度過快時易造成機械人傾倒。基於以上之原因，本組決定放棄學長的機械人底盤設計，重新尋找本組機械人度過各個關卡所需之機械人各部結構，並將其連接成爲一部完整機械人。

此外亦必須考慮機械人主體材料之選擇，原本預計使用鋁質材料來架構本組機械人，後來因去年學長製作機械人的前車之鑑和本次大會限制重量之增加，而採用了白鐵方管做爲本組機械人之主體結構，再依各部分的強度需求來增加或減少材料，務使本組機械人能達到結構最強化，但重量趨向輕便型，如此一來，才能使得機械人獲得較高速度。

2. 設計原理與學理分析

2.1 底盤結構

爲因應關卡一高 10 公分的階梯、關卡二寬 40 公分的懸崖及關卡四之四個高低不等的顛簸路面，爲確保機械人不會在上述關卡中卡住動彈不得，且使用履帶能在過關卡時讓前輪和後輪保持一定之連動性，使得通過障礙或陷阱時增加一些驅動力，所以初步設定底盤爲類似戰車之履帶形體，加上在馬達和輪子各加上齒輪，並以鏈條連接，期使以兩齒輪之間的齒輪比來加強機械人前

進或後退的速度，如此一來便可縮小馬達之體積、重量及轉速；當機械人需轉彎時，利用左右兩馬達之轉向不同（一正轉、另一逆轉或不轉）以達到轉向的目的，而轉彎速度快慢與馬達之轉速、兩馬達間之動與不動（一正轉、另一逆轉時轉彎較快，但易使機械人翻倒，且轉彎角度不易控制；一轉動、另一不轉時則相反）有密切關係。

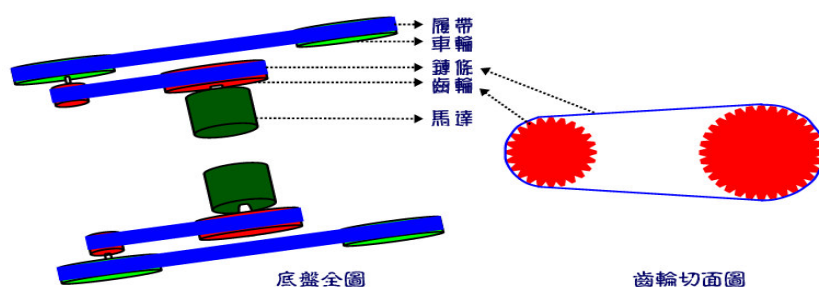


圖 1 底盤構想圖

2.2 抓取機構

因為本次關卡三之設計需使用到抓取機構夾取娃娃，正巧上屆學長有製作抓娃娃機，便向系上借機械手臂，經過研究後得知手臂內部是以電磁閥產生磁力，因此將手臂的主軸（鐵性材質）吸起而產生抓力，因為它是以 24 伏特直流電產生的磁力，所以其抓力只能勉強抓起關卡中之娃娃，而手臂再配合上以滑輪和馬達組成之驅動裝置及以白鐵圓管與鐵板所組合而成之軌道，便為抓取機構之大致結構。

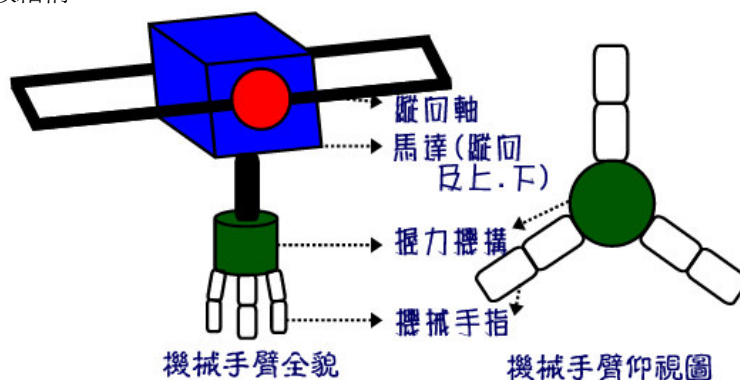


圖 2 機械手臂構想圖

2.3 撞擊機構

因應關卡二中路面兩側設有敵軍埋伏兩處（排球所在地）而機械人必須具備撞擊機構以擊落敵軍（讓排球掉落）所以初步構想是將兩滑輪的凹槽相連接，便產生了一個趨近圓形的空隙，再將一根白鐵圓管插入此縫隙中，加上馬達之正、逆轉功能，用以控制圓形白鐵管的左、右移動，便可用來襲擊敵軍（撞擊排球）及摧毀敵軍（使排球掉落）使我方機械人通過關卡。

2.4 過渡機構

本次競賽關卡二中出現了寬 40 公分、高 25 公分的懸崖，為了不使機械人在過懸崖時碰觸到地面，因而喪失比賽資格，所以預定在機械人身上（前方明顯處）加裝一木板（或輕型鐵板），待機械人到達懸崖時，利用馬達之驅動能力將木板（或輕型鐵板）緩緩放下，使懸崖變成一個可供機械人通行的平坦路面，讓機械人能平穩通過，並盡量減少機械人整體結構之損壞。

2.5 機械人大致體積與重量

因路面及關卡的限制，預估機械人之體積如下：
 長：80 公分~90 公分；寬：50 公分~90 公分 → 兩前（後）輪之輪距。
 高：90 公分~110 公分（其中機械手臂末端須高於 80 公分，撞擊用之圓管高度須在 80 公分~105 公分之間） 總重量為 23 公斤重。

2.6 機械人製作要點

由本次之機器人創意競賽規則得知，機器人之總重量不得超過 40 公斤，所以在製作過程中需注意各部機構的材質選擇，例如機械人主體結構材料決定為白鐵方管，其它部位由其所需結構強度來區分，材料有鐵片、白鐵圓管、銅管…等多重選擇，為了不使機械人在行進或轉彎途中翻倒，所以機械人整體重心需坐落於底盤，且底盤重心須均勻分布，否則在通過關卡時反而會形成一種阻礙；為了讓機械人行進時的穩定性增強，必須對機械人結構連結性加以設計，以防止闖關時機械人機構崩裂、甚至掉落的情形發生。

2.7 控制電路設計

因為大會不提供電源，且限定機械人需須以電池驅動，所以機械人控制盤內之電子元件只需三段 6P 或二段 6P 的開關，其原理便是將馬達正轉時之電源線正、負極調換，馬達便反轉。

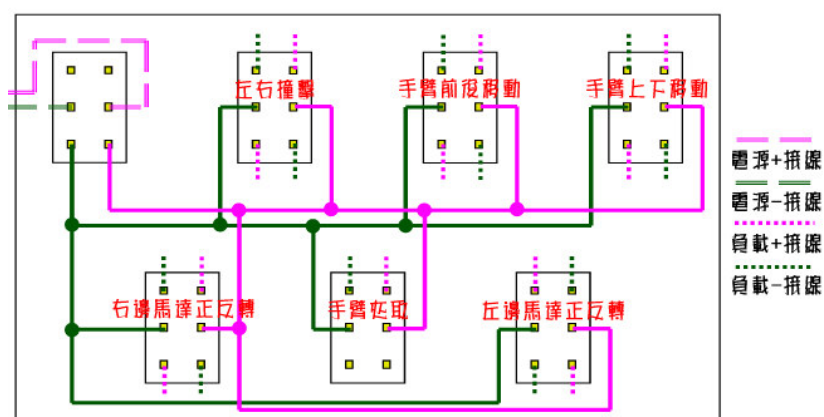


圖 3 控制盤電路背視接圖

3. 製作測試與改進過程

在機械人製作過程中，發現了原本設計上的缺點及可以省略的部分，經過再三研究和討論後，機械人本體結構改善如下：

3.1 修改後之底盤結構

底盤側面原本設計為類似船型的結構，後來因受限於機械人競賽關卡起始線之長度，而將原本的后方斜面裁掉，但因履帶已經購買且其長度為固定不變的，只好在底盤某部位增加直軸使履帶長度得以配合底盤，且當直軸置於適當位置時，其附加功能便為加重底盤重量，當機械人通過 40cm 懸崖時，直軸在底盤的位置也扮演著調整重心之角色。

因考慮到關卡一高 10 公分之階梯、關卡二寬 40 公分之懸崖、關卡三需推開之標準籃球及關卡四之顛簸路面，便將機械人前方斜面更改成 X 軸 25 公分、Y 軸 15 公分、角度 $\tan^{-1} 0.6$ 的斜面，採取此種設計尺寸的原因是在懸崖處經過反覆測試後，確定不會與地面碰觸到，且機械人到達關卡三要將標準籃球推離凹槽時，若斜度太高，機械人極可能會與標準籃球卡死，如此一來，不但過不了關，連後面的關卡可能也無法到達，更別說將布質玩偶放入關卡五，因此便決定將底盤前方斜面更改為上述尺寸。

為了減輕機械人重量，並且使馬達運轉時的負載減小，在不影響齒輪的強度下，利用車床將齒輪多餘部分剔除。

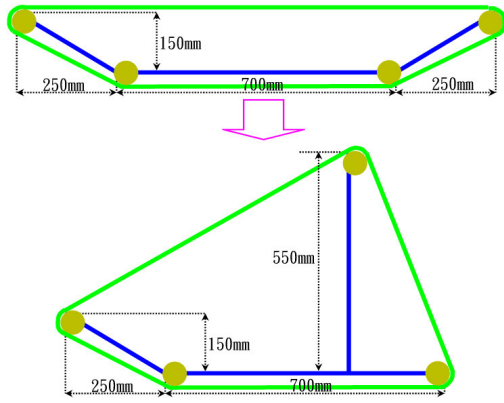


圖 4 底盤之更改設計

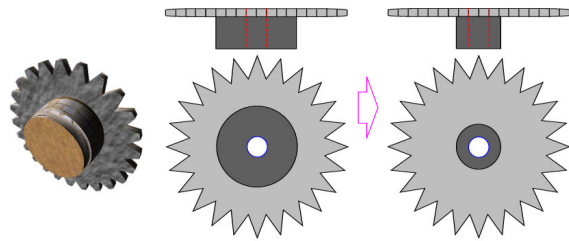


圖 5 齒輪之修改

在測試機械人通過自製之關卡一的時候，發現機械人底盤驅動機構一直在路面坡度開始端空轉，經過各部一一檢查後得知，因時規齒輪旁之鋁片過大，導致傳動履帶無法接觸地面，因而無法產生爬坡時所需之摩擦力，所以解決方法便是將時規齒輪旁之鋁片除去即可。

在購買時規齒輪時，因忘記考慮時規齒輪的內圓孔徑大小，導致與當初購買的鐵質實心鐵柱之直徑相差約 2 公厘，為了不讓時規齒輪轉動時產生不韻律感（即轉動時的軌跡不為一直線），便考慮在相差部位填充材料，使機械人行進時能夠更加平穩，且在經過多次測試後，才決定套入銅質套筒，並鑽孔且做攻牙，讓時規齒輪能隨鐵質實心鐵柱轉動。

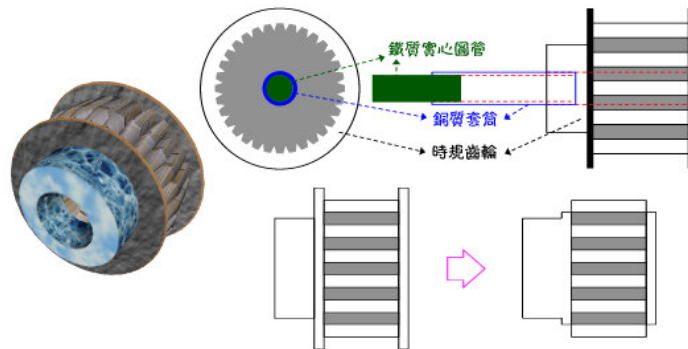


圖 6 時規齒輪之修改

3.2 修改後之抓取機構

因考慮到手臂抓取機構高度越高，對機械人的整體結構越不穩定，本組一度想利用氣壓缸的伸縮特性來降低手臂抓取機構的高度，但受限於機械人本體不得超過 40 公斤的重量限制及經費之不足，且對於氣壓缸之熟悉度不高，又抓取機構完成時的整體重量不重，所以只要加重底盤整體重量並將機械人本體重心平均分配至底盤便可解決手臂抓取機構高度太高的問題，於是本組遂放棄加入氣壓缸的想法。

本組在手臂抓取機構的滑動軌道製作過程中發現，因滑動軌道使用空心白鐵圓管而使得強度不足，造成滑行動軌容易產生凹陷甚至變形毀壞，只好將軌道上的固定軸由白鐵圓管改成白鐵方管，在作滑動軸用的白鐵圓管內部塞入銅質圓管以加強滑行動軌的強度，並用擴管器把滑動軸的白鐵圓管擴管，讓白鐵圓管不至於掉落。

3.3 修改後之撞擊機構

原先之構想在撞擊機構製作完成後發現因為白鐵圓管的摩擦力不足，使得滑輪空轉，白鐵圓管卻一動也不動，經過討論後的改進方法便是將兩滑輪距離拉開，並在白鐵圓管外緣套上較具摩擦力的海綿，便可讓白鐵圓管左右移動以襲擊敵軍（撞擊排球）。

撞擊機構左右移動時，發現撞擊之白鐵圓管會因重力而垂下，而導致不能擊中排球（襲擊敵軍）因而在外側加上了固定裝置，使其滑動軌道能夠固定並擊中排球（襲擊敵軍）。



圖 7 手臂滑動機構實際照片



圖 8 撞擊機構實際照片

3.4 修改後之過懸崖機構

預設之木板(或輕型鐵板)過懸崖機構,因在製作場地過程中察覺懸崖之長度不如預期的長,加上經過底盤實際試驗後,機械人可以強行通過懸崖,於是便取消木板(或輕型鐵板)的製作;如此一來,不但可減輕機械人之整體重量,又可減少製作機械人花費的時間及金錢,只是在底盤之重心分配就必須考慮抓取機構和底盤馬達所在位置,以便強行通過懸崖時機械人不至於傾倒或卡住。

4. 研究結果與討論

圖 9 是線控機器人製作完成之照片圖,圖 10 則是其實際之尺寸圖,圖 11 與 12 分別是機器手臂與其驅動結構圖。圖中發現該機器人在做各種爬坡測試時,馬力還不錯且穩定性良好,有超強之手臂驅動能力,不僅可應付各種困難之陡坡路面與障礙物。比較欠缺的是在設計時之高度過高,因此高速行駛時,會有震動,加上機器本體支架是鋁合金,有點重心不穩,然而,為了最後把”阿斗”救至長方形筒中,這是不得已之設計方式。改善之方法是加重底盤之重量,如驅動馬達之尺寸與皮帶傳動機構,然而,需要再加額外之經費來加以改善機器本體之機構。其實在此專題製作中學到的不是比賽成績之好壞,而是團隊精神與美夢成真,那種成就感不是用普通言語可以形容,尤其是當機械人在動時,真是高興!所有一切之辛苦都拋在腦後,真希望有時間與經費能再一次重新組合此機械人之結構,挑戰自我,使其性能更為突出及卓越。

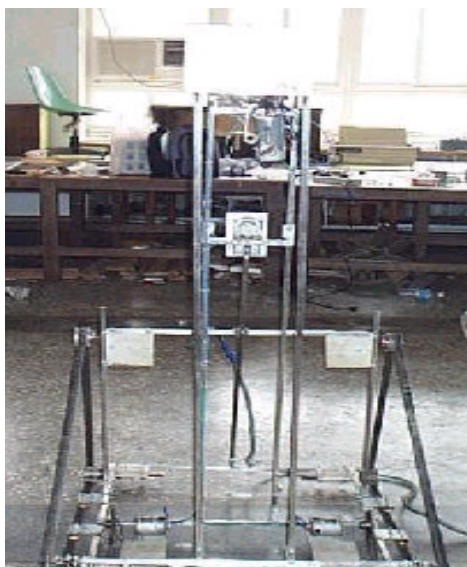
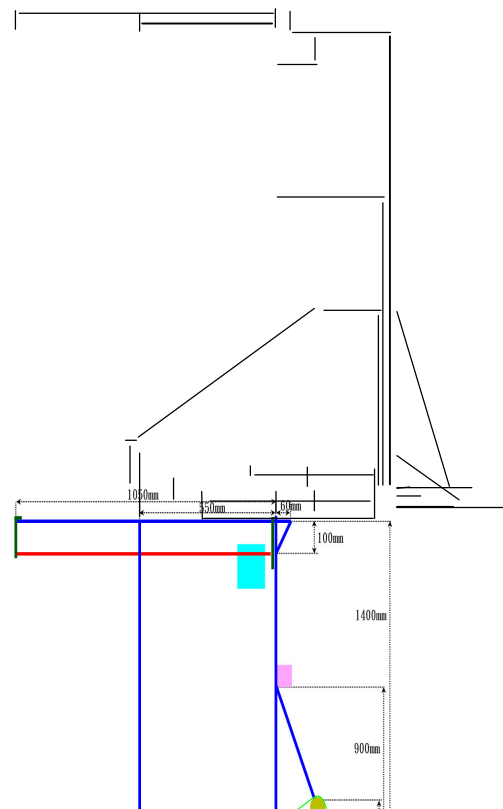


圖 9 機械人之前視圖照片。



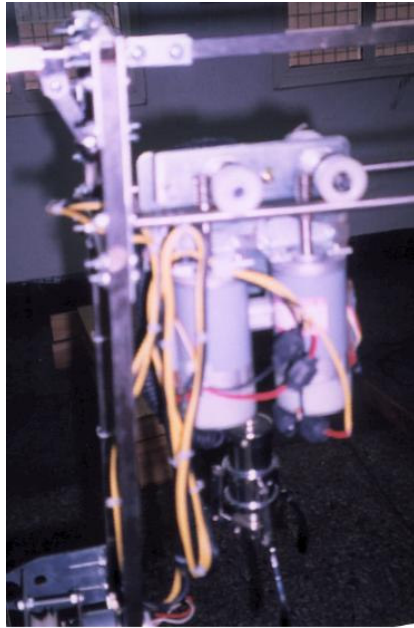


圖 11 手臂全圖照片

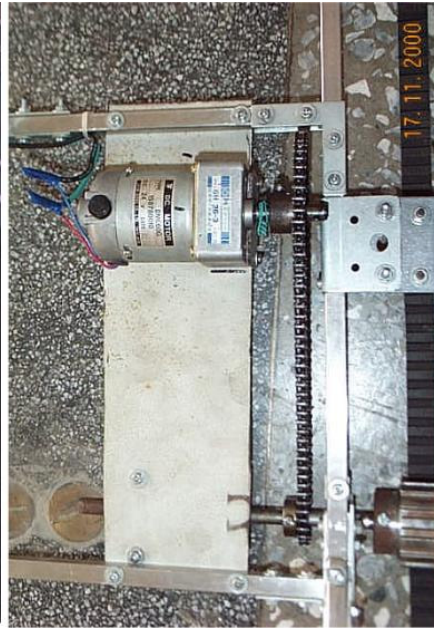


圖 12 驅動機構照片

5. 結論與建議

經由參加比賽的過程中與其他技專院校隊伍互相觀摩與切磋後，發現人的知識與創意真是無遠弗屆，同樣一個題目，每個人都有他獨特的詮釋方法，雖然在本次比賽中不幸落敗，但吸收到經驗卻是無價的；經過本組組員在比賽後對於製作之機械人再三討論後，發現須改進的缺點如下：

- (1)機械人的撞擊機構左右移動速度太慢，導致撞擊時間較別組機械人為長，關於此問題之對策是將之替換成左右各一隻氣壓缸，如此一來，便可同時撞擊排球，縮短撞擊時所花費的時間。
- (2)驅動裝置的馬達扭力（轉矩）不足：當初拿到關卡圖時，一直著重於懸崖如何通過，卻沒注意到本次競賽關卡中斜坡的坡度較去年還陡，所以驅動裝置的馬達一直選用高轉速的，等到發覺時已經要比賽了，由此得知，馬達的選擇是勝敗的關鍵。
- (3)機械人驅動裝置的馬達雖為高轉速的，但行走速度還是略顯不足，且行走時皮帶一直左右移動，造成機械人移動產生不平穩感，經過本組組員討論後，認為解決之方法為機械人皮帶寬度須加寬及時規齒輪直徑須加長即可。

誌謝

我們要特別感謝教育部主辦、雲林科技大學承辦與財團法人 TDK 文教基金會的之贊助。

參考文獻

1. 陳居毓、劉博文，"被動元件表面印刷自動檢查系統"，吳鳳學報， vol. 8， 第 180-192 頁（2000）。
2. 曹昭陽譯（原著 Ta Kemjo），電動馬達與控制，五南書局（1999）。
3. 陳榮良，自動控制，臺灣復文興業股份有限公司（1994）。
4. 陳鴻誠、曹登發，李聰穎譯（原著 Mulukutla S. Sarma），電機機械，滄海書局（1997）。