

機器人火焱光之創思設計與製作

Creative Design and Manufacture of the Robot “Flame”

火焱光隊

謝明得¹ 周榮泉¹ 羅弘利² 何孟詞² 楊翠婷³

¹ 國立雲林科技大學電子工程系副教授

² 國立雲林科技大學電子工程系學生

² 國立雲林科技大學視覺傳達設計系學生

摘要

本論文係探討設計與製作一機器人，其功能為在五分鐘內能使車體靈活運轉行走、清除障礙物、夾放旗子、最後釋放小士兵攻佔城池，以總得分高者勝出。而本論文介紹之機器人火焱光，其底盤結構由兩個輪子來主控方向，再由兩個萬向珠平衡底盤；裝配一隻機械手臂其可完成清除障礙物及夾放旗子兩個動作。而小士兵上之計時電路係由雷射光觸發，可精確控制小士兵行駛至要佔領之城池，最後配合城堡造型，更使機器人結合科技與人文的精髓。

關鍵字：機器人、底盤結構、機械手臂、雷射光觸發

Abstract

This paper describes the design and manufacture of a robot with the targeted characteristics. It can move fast enough and turn around under control. Also, it can remove the obstacles in the way, pick up a flag in a hole, carry and then free the soldiers from the carriage to attack and occupy cities, and finally put the flag into the right spot. According to the competition rules, the winner will be the one who gets the highest scores in five minutes. In our robot “Flame”, its chassis structure consists of two wheels, which are designed to balance the chassis and rotate in two different directions such that the robot can move forward and backward, or circulate within a region. A simple mechanical arm is used to get rid of the obstacles and handle the flag. We use the laser beam to trigger the soldier that will follow the predefined track toward the city and stop when the clock times out. Our robot combines the humanism, science and technology in conjunction with the shape of castle.

Keywords: robot, chassis structure, mechanical arm, laser beam trigger

1. 簡介

由教育部主辦的“第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽”，主題為機器三國，精心設計一系列饒富巧思與趣味的競賽項目，從夾取障礙物、拔旗子、攻佔城池、展現勝利標誌，無一不發揮極大的想像空間；而學生可以在競賽的過程中，學習如何去激發本身的創意、正視問題及尋找解決方法、磨鍊自我的人生態度，培養團隊合作的精神，爭取最大的榮譽。

2. 設計原理與學理分析

設計重點[1]主要著重在母車底盤結構及控制、抓取手臂之靈活度、士兵之計時電路三個部分。以簡單之結構及易尋找之材料來組裝，達到易組裝易拆卸之機動性；而士兵電路及結構之獨立性，更不會牽一髮而動全身，一個部分毀損而牽制整體無法行動。最後，本機器人以唯妙唯肖之城堡造型，來增加火焱光之美感及趣味性。

2.1 母車底盤控制

在底盤設計[2][3]及組裝方面，原初設計以五角形為主，配合競賽場地的正六角形，並以 L 3 x 6 及 L 2.5 x 2.5 鋁條做加工，在過程中並考慮到不可使用太多材料以免重量過重。組裝結構並無太大困難，但由於底盤是屬五角形，如圖 1 所示，必須非常注意角度問題及 L 型鋁條尖處必須磨平，以免造成危險；在底盤與馬達組裝係由於車體總重量約在 21 公斤，因此驅動底盤之馬達必須有足夠的扭力，在組裝過程中需很確定車胎齒輪及馬達齒輪是否完全咬合，如圖 2 所示，否則將造成行進時馬達空轉；而在升降手臂結構係將一捲鐵尺加工增加磨擦力，鐵尺與大小手臂相銜接，再以馬達做為驅動，以正逆轉做升降控制，如圖 3 所示。



圖 1 底盤結構

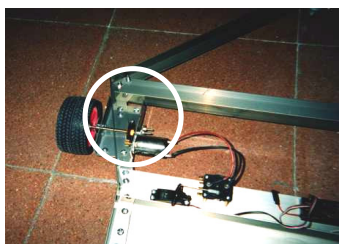


圖 2 齒輪及馬達之咬合

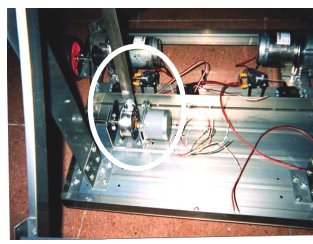


圖 3 升降手臂結構

2.2 抓取結構

規則中必須將障礙物抓取離地，因此需製作大手臂達到此功能。夾取結構是以一支螺桿帶動螺帽做收縮，而左手臂與螺帽相銜接，右手臂固定不動，當馬達正轉時，螺桿正轉帶動螺帽往右移做“夾”動作，當馬達逆轉時，螺桿逆轉帶動螺帽往左移做“放”動作，以此重覆動作為大手臂夾取，如圖 4 所示。而小手臂之基本原理跟大手臂相同，夾取部份以直徑 6 cm 水管做為抓取旗子之結構，如圖 5 及圖 6 所示。

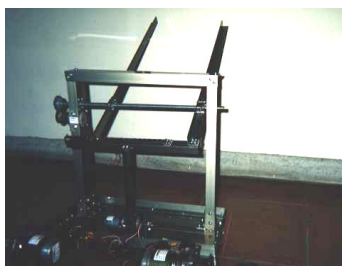


圖 4 大手臂

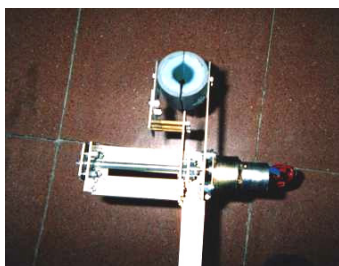


圖 5 小手臂



圖 6 大小手臂

2.3 小士兵

製作小士兵之計時電路，其流程圖及控制電路如圖 7 及圖 8 所示。

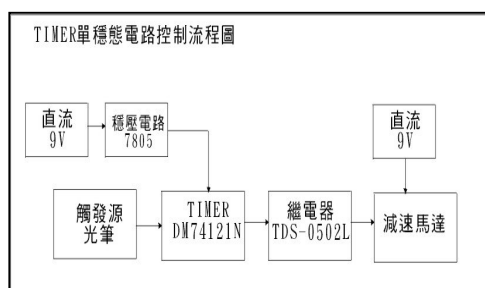


圖 7 計時電路流程圖

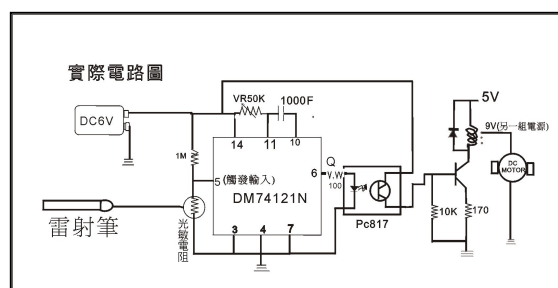


圖 8 計時電路

1. 自走計時：利用計時 IC 74121 所組成之計時電路[4]，調整半可變電阻值之大小，來達到控制時間的長短。外加的控制電阻可在 1.4 k~40 k 之間；而定時電容可在 0~1000 μ F 之間，其時間設定最小 30 ns，最大約達 28 秒。

2. 電源供給：因 IC 74121 為 TTL 系列之產品，所以電壓供給需在 4.75 V~5.25 V，必須在電路加上穩壓 IC 7805；若此電路再接上減速馬達，則會造成極大雜訊，及馬達消耗大電流，電路無法正常動作，所以利用繼電器當開關來隔離電路及馬達之雜訊，提供馬達給另一組電源。此電源供給為二顆 9V 直流電池。
3. 觸發：由 5 mm 之光敏電阻當觸發源，原理為分壓定理；IC 74121 為低態觸發，當一強烈光束照射光敏電阻，阻值瞬間迅速下降，即造成一低態信號源，進而順利觸發 IC 74121。觸發光源為雷射光筆，其光度強，可使光敏電阻阻值迅速降低。
4. 車身：主體車身是去裁長 14 cm 之 U 型鋁條，再加上市售玩具車之齒輪組及二組車輪；在車身上直接測量鑽孔，組其四輪而不用培林，處理不好會讓車子行走時打歪，而車輪上附有皮帶，使行進過程中較穩定；使用 U 型鋁條之優點為質輕易加工。而馬達及齒輪組：其規格為減速馬達 Hung Chuan microreduction 120 rpm. 9 v。其馬達軸心上黏合齒輪易脫落，需用快乾膠固定；動力結構由馬達之齒輪帶動前輪齒輪，在黏合時，注意其咬合程度，若不緊密咬合，則會造成馬達空轉，車子原地不動，無法前進。
5. 電路板：因小士兵需十四隻故需十四組電路，所以由 Corel draw 繪圖軟體繪製成投影片經過→曝光→顯影→泡氯化鐵→鑽洞焊接測試等過程。而圖 9 所示，為電路投影片。其車體結構與士兵分別如圖 10 及圖 11 所示。

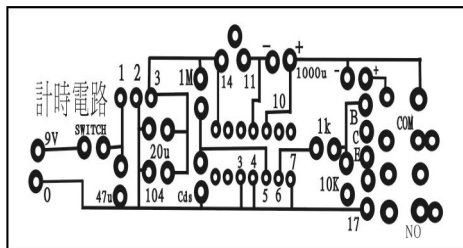


圖 9 投影片

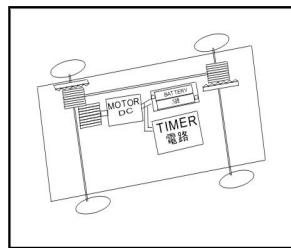


圖 10 車體結構圖



圖 11 士兵成品

2.4 造型設計

配合主題「機器三國」而量身訂作一城堡造型，先將厚 10 mm 之保麗龍切割並刻上細縫，再將水彩及白膠相混和填入細縫，如圖 12 所示。待水彩乾了即可組裝上色，如圖 13 所示。並於模型上加上小士兵、青苔以求逼真，如圖 14 所示。小車造型一則因應隊名「火焱光」如圖 15 所示，所以造型直接以火來代表，而小車造型二如圖 16 所示，為保護強光之簡易造型。



圖 12 模型



圖 13 組裝上色



圖 15 小車造型一



圖 16 小車造型二

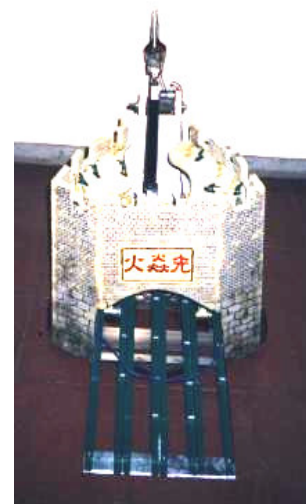


圖 14 造型全視圖

3. 製作測試與改進過程

3.1 底盤設計及組裝

在設計時將底盤設計過大，多了許多不必要的空間，造成底盤重量增加。改進方式便將不必要部份裁減掉如圖 17 所示；而底盤與馬達之組裝，最初採購馬達時，沒有考慮到扭力問題，安裝好時發現馬達扭力不足，並產生大電流易使電源線燒毀。改進方法為更換成減速馬達（規格 24V 2A 240 r.p.m.）做為底盤驅動，如圖 18 所示。在升降結構方面因使用馬達力量過小而無法做升降控制，改進方法為更換驅動馬達〔規格 24 V/3 A 108 r.p.m.〕再做 9:1 齒輪比以增加轉矩及減慢速度，如圖 19 所示。

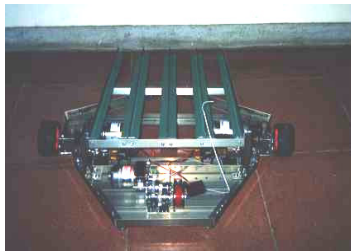


圖 17 裁減後之底盤



圖 18 減速馬達

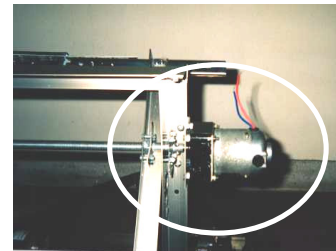


圖 19 升降馬達

3.2 抓取結構

抓取部份因螺桿旋轉慢造成抓取速度慢且力量小。改進方法為更換驅動馬達（規格 36V 0.4 A 120 r.p.m.）增加抓取速度，如圖 20 所示。而前述之大小手臂雖穩固，但所花費時間過長，使其無法在規定時間內完成所有動作，遂改成一隻手臂，且以齒輪帶來增加伸長及縮回之速度；而在手臂夾取方面，大小手臂製作在同一支手臂上，可減少操作上之繁雜動作，而速度也可增快二倍以上。如圖 21 所示。在手臂上加鋁片可防止障礙物滑落，如圖 22 所示。

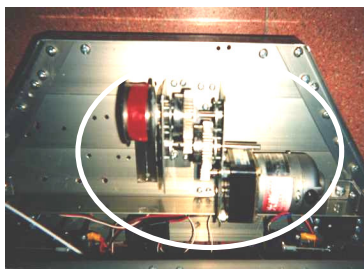


圖 20 手臂傳動裝置



圖 21 二合一手臂



圖 22 防滑鋁片夾取示範

3.3 小士兵

- (1)自走計時：電路的穩定度並不高，其不穩定因素大多出於外在被動元件。可歸納為半可變阻的轉度誤差、電容充放電不完全、電阻值不精準。每塊電路的特性不盡相同，最大之誤差來源為減速馬達之雜訊，改進方法用光隔離器 PC817 隔離雜訊，效果良好；及適當使用鋁箔紙，也可隔離一部分馬達之雜訊。
- (2)電源供給：馬達電源和電路電源必須分隔，否則會受到馬達雜訊干擾。電池每次使用後電壓會減少約 0.03V，所以不好控制電量。使用耐電性鹼性電池可改善。
- (3)觸發：除了雷射筆之外，電路上開關的 ON 及 OFF 的瞬間脈衝也會觸發電路；另外，其它光源較強時，也會誤觸發，例如相機閃光燈；改善方法是把光敏電阻調個角度，使之不易接收到外在光源。而也可在光敏電阻上貼上半透明膠帶，可有效隔絕部分不強的外來光。
- (4)車身：車身洞鑽得不對稱，會使車輪前後高低不平，車子行進時會偏移軌道。故將易走偏之車子拿來佔領靠母車較近之城池，減少偏移誤差。而穩定之車子可佔遠之城池。
- (5)馬達齒輪：齒輪咬合處必須十分密合，否則易造成馬達空轉，車子原地不動。
- (6)電路板：泡氯化鐵時要注意時間，否則易造成洗不均勻或斷線。加熱水可增加反應速率。

(7)場地模擬：其可使操作者平時即能適應參賽場地，可避免緊張，以及增強臨場反應。如圖 21 所示，為場地模擬，於承辦單位排定之時間進行模擬，實地操作。



圖 21 場地模擬

4. 研究結果與討論

- (1)由初始設計之機器人經過組裝完成，實際測試後再經過修改，機器人已經跟原始設計有很大的改變，特別在機器人手臂部份。原始設計要求在於精準及穩定並達到功能即可，但完成後加以測試結果符合初始設計，亦發現機器人手臂動作速度緩慢，沒有辦法達到比賽時應有的速度，因此將手臂的初始設計完全更改，並重新設計手臂結構。在設計機器人時需考量整個機器結構並需達到靈活度高、重量輕及夾取手臂之收放自如等，在討論其可行性再動工，否則再修改時將需消耗大量的時間與精力。
- (2)小士兵重點在電路設計方面，針對計時用 IC 方面尋找，經過多方面考量後，我們以 IC74121 為主要控制 IC，以其為主軸設計出計時電路。當完成實際電路加以測試後，亦發現電路觸發無誤但計算時間卻無法穩定，主要原因有電路本身雜訊、電池雜訊、馬達雜訊、外在電磁波雜訊等四項因素。因此在以穩定電路及耦合電路方面尋找資料，再經過多方測試後已達到其功能。在問題發現時可尋找相關領域老師或學長，可節省尋找資料時間並有效利用資源。
- (3)機器人完成後，競賽時最關鍵在於操控手，本組在兩星期前就每天利用二小時練習，以增加操控手之能力，亦增加操控信心，在競賽時能夠將機器人功能發揮到百分之百。

5. 結論及建議

在製作機器人時，創思設計乃是最關鍵的因素。如本論文機器人之底盤設計，係由二個控制前進、後退、及左右等動作，再由二個萬向珠平衡底盤力量，使車體重量平均分散於四個輪子，行進得以順暢。萬向珠之使用更可使母車作 360° 全方位旋轉；而搖控器控制底盤驅動之電源為 6 v、12 v、18 v、36 v 四個波段，電壓小，則可進行母車細部動作之精準微調，而電壓大則可使母車高速行進；機器手臂為齒輪之組合及履帶傳送，再由開關電路驅動手臂之開合及升降，而手臂中樞點之齒輪結構更可增加手臂開合速度，可快速夾取障礙物，再配合母車微調，更可精確夾取旗子；大手臂結構中含小手臂，可節省材料及機構上的製作，而練習一支手臂之夾取操作，比較於二支手臂，更可節省一倍時間；小士兵之電路為設計一定時電路，利用分壓定理，再由雷射光筆觸發驅動驅動小士兵上之計時電路，進而正確行進到欲佔領之城池，準確度高。而每台小士兵即為一含有計時電路之個體，其獨立性高，不會因一台毀壞而造成全盤皆輸的局面。機器人整體總重量 22.6 公斤，於重量限制上亦佔很大優勢，且本體所佔空間小，長 85 cm 寬 75 cm，在邊長 120 cm 之正六邊形內行走運轉可減少超線之扣分規定；加上城堡造型，更使機器人結合科技與人文，富有美感及趣味性。最後本隊建議，因各隊實力參差不齊，為增加比賽公平性，宜在下屆之比賽時採取敗部復活賽，較為適當及公平。

誌謝

感謝教育部及財團法人 TDK 文教基金會贊助，與國立雲林科技大學承辦本次活動。同時感謝雲林科技大學電子系老師及同學們的支持與鼓勵及在參賽期間所給予的援助。

參考文獻

1. 第三屆全國技專院校創思設計與製作競賽技術論文集，雲林科技大學，第 21-22 頁（2000）。
2. 辰白，步進馬達技術活用手冊，建興出版社，台北，第 23-26 頁（1993）。
3. 白中和，DC 馬達控制電路設計，建興出版社，台北，第 155-166 頁（1996）。
4. 陳本源、陳新一，數位邏輯電路實習，全華科技圖書股份有限公司，台北，第 160-163 頁（1994）。