

機器人再世子龍之設計製作與競賽

The Development and Competition of Dragon Junior Robot

保主威龍掃千軍隊

許光城¹ 林昌明² 陳銀發² 吳源育²

¹高雄應用科技大學機械工程系副教授

²高雄應用科技大學機械工程系專科部學生

摘要

本文說明保主威龍掃千軍隊所創作的機器人再世子龍之設計製作和參與競賽之心得，經由仔細研讀競賽規則與場地佈置，並參加承辦單位所舉辦的創思設計研習營後，擬定了本隊機器人應具有的功能與特色，並著手進行機器人的設計與製作，參賽的經驗極為寶貴，除了能結合理論與實務、團隊合作，更能達到真正的寓教於樂。

關鍵字：機器人、機構設計、機械製造

Abstract

In the proposed paper, the design, manufacturing and competition of the robot “dragon junior” are presented. After careful reading of the competition rules and space arrangement, as well as after joining the creative design seminar, the functions and features of the proposed robot are planned. During the period of manufacturing and competition, the valuable experiences are obtained, for examples: the integration of theory and practice, team’s work, and learning with joy.

Keywords: Robot, Mechanism design, Mechanical manufacturing

1. 簡介

機器人創思設計與製作競賽能夠把理論與實作相結合，且可達到真正的寓教於樂，因此使我們有了參賽動機。加上此次的主題又與三國歷史相關，這不僅讓我們學到了實務整合的經驗，又更了解中國的歷史，因此使我們有了挑戰此次機器三國的企圖，更想藉著製作的過程學習到團隊努力、討論、溝通及享受自我親手打造出屬於自己的機器人的喜悅感和整個比賽的氣氛。

2. 機構之概念設計

2.1 機構的功能與特徵

- (1) 運行(前進與後退)機構：四輪傳動、大尺寸軟輪胎，優點為適合上下階梯與波浪路面。
- (2) 障礙之排除：馬達帶動蝸桿(螺桿)，螺桿前輪觸碰(壓)長剪刀之驅動處，而長剪刀之前端裝設排除障礙之武器。
- (3) 過懸崖：是以輸送帶輸送鋁板裝置，以利過橋。
- (4) 救少主：是以三爪手臂前端武器先推開籃球，再以夾爪抓取阿斗。
- (5) 拜見劉備：是以雲梯構造上升放入阿斗，以完成拜見劉備的動作。
- (6) 製作要點：盡量選取重量輕而強度高之材料，構造盡量簡易實用為原則，穩定性高操作容易。

2.2 傳動軸

原本是以四根 $\phi 20\text{mm}$ 長85mm鋁桿來當機器人的傳動軸，但經過多次測試結果發現鋁材不耐衝撞，容易變形，所以把鋁桿改以一般軟鋼替代之。其優點為在比賽過程中能加強鋼性、韌性及耐衝擊性(不會因為一兩次機器人摔倒損壞而無法繼續比賽)。

2.3 動力源(馬達)

是以四個二十四伏特的馬達(前面有加裝減速機構)來傳動四個輪胎，使用二十四伏特而不用原本十二伏特的原因，是為了以最快速的時間到達終點贏得比賽勝利，加裝減速機構主要目的是可以不用怕扭力不夠而無法順利帶動四輪去橫越障礙。

2.4 輪胎

使用四個都為 $\varphi 400\text{mm}$ 輪徑，寬40mm的腳踏車輪，會找那麼大的輪徑(不用 $\varphi 20\text{mm}$ 的大腳車輪)主要目的，是為了讓機器人的輪子能順利橫越關卡400mm的懸崖，選用的輪胎是以橡膠皮製成(主要是因為橡膠皮有很高的摩擦力，能在操控煞車時更加確動且不滑移)。

2.5 夾爪支架

夾爪支架是以方形邊長17mm，長1100mm中空不銹鋼管與方形邊長17mm，長300mm中空不銹鋼管焊接成L型，之後再加焊肋條(原本沒加焊肋條)目的是為了增加支架強度，使用中空的不銹鋼管主要是因為要減輕重量而且強度足夠，讓整體不會太笨重(比賽有限制機械人加上控制器總重不可大於40Kg)。

2.6 夾爪支架前端機構

夾爪支架前端機構是以三個分別為方形邊長18mm，長300mm、方形邊長15mm，長250mm、方形邊長12mm，長250mm不銹鋼空心方管，裡面配合兩根分別為 $\varphi 6\text{mm}$ 長250mm及 $\varphi 6\text{mm}$ 長220mm長管及彈簧與兩個小方鋁分別為方形邊長13mm與方形邊長10mm組合而成的。此機構所運用的是虎克定律的原理，目的是在比賽一開始時縮為最短狀態以符合比賽規定，而開賽後又能伸長超出機器人本體，以利夾爪夾取娃娃(少主阿斗)。

2.7 造形設計與創意

- (1) 擁有強大的馬力 24v 四輪驅動。
- (2) 底盤結構都採用高強度的材料(不銹鋼、s45c 中碳鋼)。
- (3) 不銹鋼中空所以質量輕。
- (4) 重心設計在中央機器人，使機器人較不易跌倒。
- (5) 三方向夾爪各成 120 度夾角，以齒輪帶動齒條原理讓夾爪上升下降。
- (6) 突破兩旁之障礙，用兩支汽車天線突破。
- (7) 輪胎以腳踏車輪代替之，外圍的橡膠有良好的摩擦力，使操控時更加容易。

3. 控制迴路與機械元件製程規劃製作

3.1 控制迴路

機構的運作需由外界來觸發，視其使用環境來設計。本作品使用線控，原因為收發頻率的控制不易，若湊巧有其他的相同頻率干擾，暴走的情況就會發生，所以放棄遙控而取線控。為了降低控制迴路製作的困難度，本隊採用繼電器迴路，並採用 24V、12V 兩段電壓供給的轉換開關，以作為馬達速度控制之用，

操縱面板規劃如圖 1 所示、迴路佈置如圖 2 所示。

左側馬達正轉 Y0
 逆轉 Y1
 右側馬達正轉 Y2
 逆轉 Y3
 夾爪 張開 Y4
 夾緊 Y5
 捲線器 正轉 Y6
 逆轉 Y7
 天線 伸出 Y8
 縮回 Y9

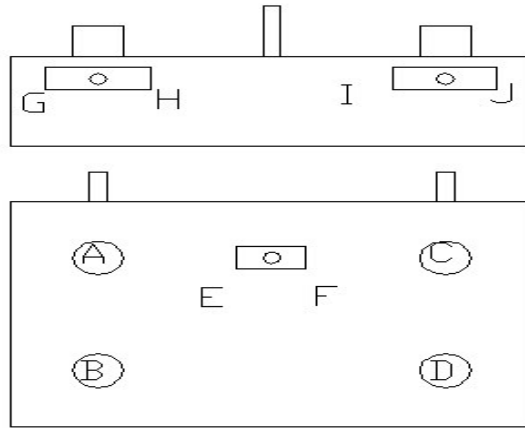


圖 1 控制面板

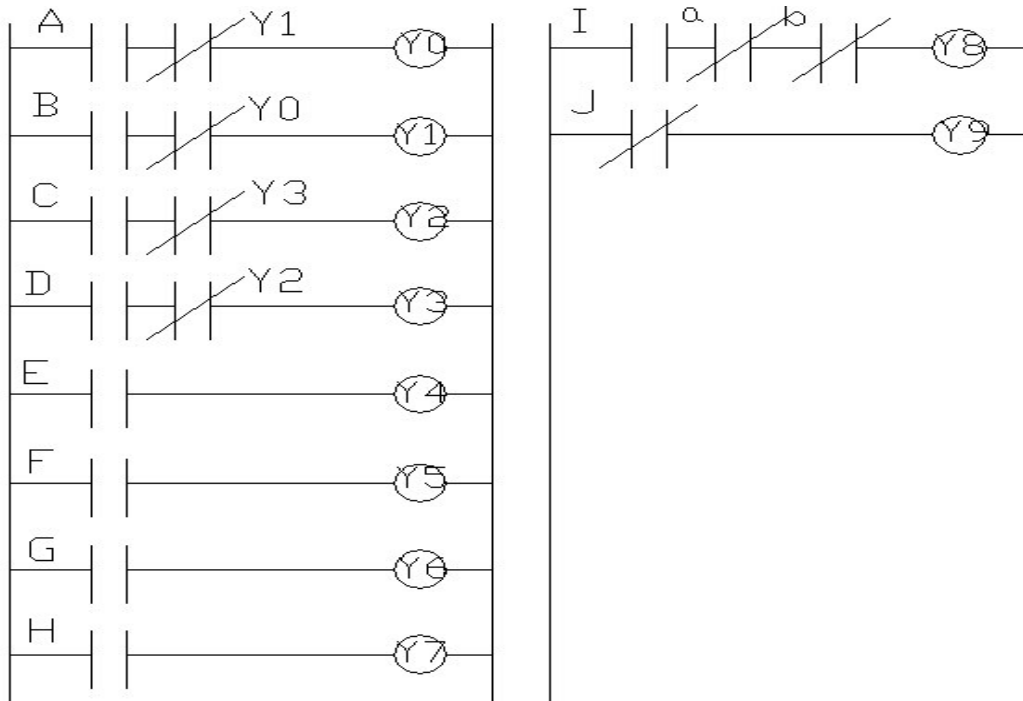


圖 2 電控迴路圖

3.2 操縱方式

- (1) 如圖 1 所示 A、B、C、D 為按鈕，控制機器人的行徑；E、F 為三向開關，控制夾爪開合；G、H 也是三向開關，控制捲線器動作；I、J 為二向開關，控制天線伸縮。
- (2) 欲使機器人前進，則 A、B 同時按住；後退則按住 C、D。
- (3) 轉彎是採用兩側轉向相反的做法。若要右轉，可按住 A、D 形成向右急轉彎，或只按住 A 形成向右轉彎但較緩和，也就是迴轉半徑較大。
- (4) 若要左轉，可按住 B、C 形成向左急轉彎；或只按住 C，形成向左轉彎但較緩和，也就是迴轉半徑較大。
- (5) 夾爪要張開，把開關撥向 E 即可，若要夾緊則撥向 F。
- (6) G 為捲線、H 為放線、I 為天線伸出、J 為縮回。

3.3 機器人零件製程規劃與製作

經過仔細設計後，不計馬達與不銹鋼底盤，尚有支架前端機構(2 件)、天線支撐架、導輪支撐架、傳動軸(4 件)、連接頭-1 與 2、捲線器、底盤、 Γ 型支撐架、爪連接器-1 與 2、齒輪齒條輔助板、夾爪、天線輔助板、天線固定板、夾爪連結桿、鋼索連接板、夾爪馬達固定板、衝擊板、齒條、馬達座、支撐架等各式零件共 26 件需要製作，限於篇幅僅討論夾爪之設計與製程規劃。如圖 3 所示為抓取標的物的夾爪在鬆開與夾緊時的實體模型，表 1 所示為其中一零件-爪連接器之製程規劃，圖 4(1)所示為保麗龍與厚紙板所製成之夾爪模型，圖 4(2)所示為夾爪最後完成圖。

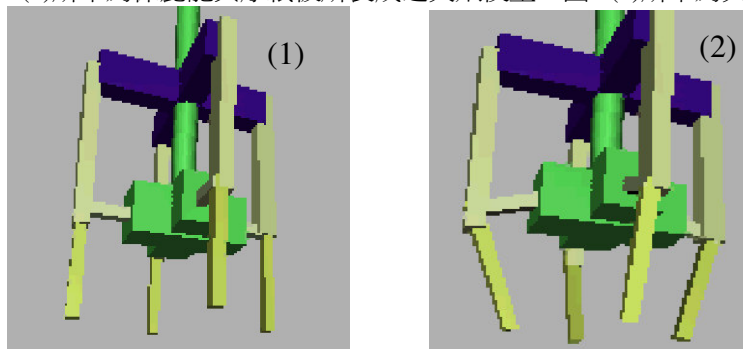


圖 3 夾爪在(1)鬆開、(2)夾緊時的實體模型

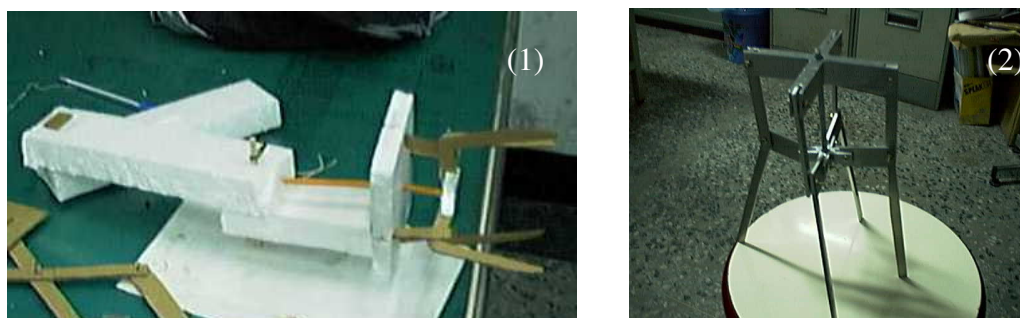


圖 4 (1)以保麗龍與厚紙板所製成之夾爪模型、(2)夾爪製作完成圖

表 1 零件-爪連接器之製程規劃

加工工件：爪連接器(1) 材料: 1100 素材尺寸:60*60*12 (mm) 件數: 1 件 圖號: NO.12

步驟	設備	刀具	詳細製程	夾爪	備註
一	銑床	<1>面銑刀 <2>端銑刀 ϕ 3mm <3>端銑刀 ϕ 16mm <4>粗銼 <5>細銼	<1>銑六面體至 50*50*10(mm) <2>對刀銑槽寬 3mm 深 20mm(分多次進給) <3>分別翻轉 90 度、180 度、270 度同<2>作法加工 <4>側邊對刀銑寬 20mm 深 20mm 兩側(分多次進給) <5>將工件前後翻面同第<4>作法加工	虎鉗	游標卡尺 修毛邊
二	劃線台 鉗工桌	<1>中心衝 <2>劃線刀具 (碳化鎢刀片)	<1>劃線 <2>打中心衝		游標卡尺
三	鑽床	<1>中心鑽 <2>鑽頭 ϕ 3mm <3>鑽頭 ϕ 8mm <4>倒角刀 <5>粗銼 <6>細銼	<1>鑽中心孔 <2>鑽 ϕ 8mm 通孔 <3>工件換邊夾持 <4>鑽中心孔 <5>鑽 ϕ 3mm 通孔 <6>分別轉 90 度、180 度、270 度加工同<4><5>方法加工 <7>倒角 45 度	虎鉗	游標卡尺 修毛邊

3.4 測試結果

圖 5 所示為再世子龍最後完成之整體結構，圖 6 所示為再世子龍之底盤結構。經測試後發現，因使用大量的繼電器，車身重量暴增；某線路因電流過大溫度太高而燒毀；但價格便宜且易操作上手，感覺相當有趣。



圖 5 再世子龍機器人之整體構造



圖 6 再世子龍之底盤結構

4. 實作心得與討論

我們學校是第一次參加這樣的比賽，而我們所有隊員包括老師也都是第一次參賽，在老師開始詢問有沒有人想參加這次的機器人比賽時，發現班上多數並不看好，而且又是在暑假製作，浪費那兩個月勞心勞力的義工沒成果，還不如打工賺一筆自由又快活(多數是這麼想的)。但是本組的三個隊員是有興趣的，另一方面也是想將專題做好，對以後或許有幫助，在製作的過程中一開始都是在作底盤方面的構想，如果沒有上面的去除障礙機構是否能一樣順利過關到終點呢？

後來想到買大腳賽車的底盤部分，但車體不夠寬，所以我們多車了 4 根延長桿裝置在車軸，同時想到要裝約 30kg 以上重量，所以把避震器的彈簧改成能承受 40kg 的力量，底盤大概就差不多完成了(轉向器要自己買自己裝)，再來是升降機構的剪刀手上面架設兩支電動天線來突破障礙(排球)，剪刀手機構前端裝設兩支手臂，手臂上裝設夾爪。這是我們的思考過程，三人討論後都覺得沒問題，只要在作動的地方加裝馬達或氣壓缸.等等，最後再加裝線路控制應該就可完成。隨著時間的過去，我們也已經將機構加工及組裝的差不多了，機器人的型狀也都出來了，在即將迎接成功的同時，問題來了，原本以為向賣馬達工廠買就通通解決(因為所有的轉向及上升下降機構都用馬達替代)，但可惜的是並非想像的那麼平順。在測試時發現有三個位置的馬達，根本帶不動裝有 20 幾公斤的力量，不是一般小馬達可帶得動的，隨著時間的過去距離比賽模擬的時間也快到了，馬達也一直換到沒信心了，想想當出計劃那麼周詳，萬事俱全只欠東風(傳動)，我想我們的再世子龍一人可能很難獨撐大局，希望能有孔明的東風幫助才能成功。

現在機構也都完工了，該怎麼辦呢？如果再想別的機構，再重新製作，可能會來不及，那.....真想棄權。後來有一家工廠說要幫助我們解決傳動問題，也就是說或許會幫我們加工完成，那時我們高興極了，以為我們有救了。但老師則堅持要我們親手做，並告訴我們：「回來自己想辦法，要氣壓缸學校有，要馬達可以外面找。」此時真是屋漏偏逢連夜雨，可能沒救了，抱怨聲不斷，大家都累了，信心也降到最低。想想做出來的機器人不會動，會被同學笑死，不知不覺的傷腦筋，青春痘也都長起好多。這時已經離比賽時間越來越近了，除了買的元件之外，所有能設計加工的都已經做了，現在我們只有堅持到最後，相信上天是公平的，我們一定會成功的。

承辦單位規畫了比賽場地、規則及設計限制條件，而場地內有許多的關卡，也就是任務。各校的隊員們必須設計並製作出過關機械，用來達成各項任務。因此各隊絞進腦汁，創造了五花八門的機構，在比賽場地一較高下！在歷屆的比賽中，雖然題目都不相同，但關鍵都是在速度，也就是機器人的設計若能快速地排除場地上的障礙或關卡，那麼其成績表現就很優秀。國立高雄應用科技大學專科部為初次參賽，經驗不及其他的老隊伍，如何能在比賽中拿到好成績，全仰賴平時所學，此時此刻深深的了解設計這門學問的博大精深。

誌謝

感謝教育部主辦、雲林科技大學承辦，財團法人 TDK 文教基金會贊助及其他有關第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽的協辦人，沒有了這次的舉辦，就沒有我們所謂參與製作機器人的研究、創新。

參考文獻

1. 江耀宗、林崇賢編著，機器人原理與系統，全華科技圖書股份有限公司（1990）。
2. 林俊成譯著，機器人概論，新世界出版社（1985）。
3. 杜德煒編著，機器人基本原理，三民書局（1983）。
4. 合田周平、木下源一郎撰，趙平譯，機械人工程學，台隆書店發行（1983）。
5. 吳之泰編著，電機學，復文出版社（1995）。
6. 第四屆全國技專院校創思設計與製作競賽－創思研習營手冊，雲林科技大學（2000）。