

# 如何設計高性能的線控機器人

## How to Design A High Performance Wire-Control Robot

Desperado 隊

毛大喜<sup>1</sup> 陳星光<sup>2</sup> 潘華偉<sup>2</sup> 高鈺為<sup>2</sup>

<sup>1</sup>中華技術學院電機工程系副教授

<sup>2</sup>中華技術學院電機工程系專科部學生

### 摘要

本文說明線控機器人設計時，應注意事項及如何克服製作期間的困難；此外亦力求以創思設計概念及新穎造型來吸引大家的眼光，而機器人主要目標乃是重量輕、扭力大、以及完整的功能規格。

關鍵字：線控機器人、直流馬達、汽車天線

### Abstract

This paper presents the notion of designing a wire-control robot and the hands-on experience about how to overcome the difficulties we met during the manufacture period; We also stress emphasis on novice designing concept and fashionably outlook to attract peoples attention. The major goals of robot are low weight, high torque, and complete function specifications.

**Keywords:** wire-control robot, DC motor, mobile antenna

### 1. 簡介

教育部為鼓勵技專院校學生實作經驗，及加強創思設計能力，特與財團法人 TDK 文教基金會每年舉辦機器人大賽，89 年大會所出之題目以三國演義的歷史故事之過關斬將救少主為這次比賽的背景，情節為趙雲勇闖曹軍，過關斬將，在長板坡一役救出少主阿斗，並將幼主阿斗安然送交劉備，以「勇闖曹軍」、「決戰長板坡」、「營救少主」、「衝出重圍」、「拜見劉備」的故事情節以構成整個競賽主題。而本次參與是可供技專學生訓練實作最好的機會，也是爭取成效，表現自我榮譽的最好場所。

### 2. 設計原理與學理分析

#### 2.1 手臂設計過程

一開始我們就打算模擬夾娃娃的夾子，而之所以有這個想法，乃因有一個關卡「營救少主」，其中代替少主的是一隻 Hello kitty 的布娃娃。爲了要固定夾子，而採用機械手臂，因爲手臂架在機身上方處，故整隻手臂長爲機身之一半長度再加上機身與抓取點距離 20cm，如此不妨礙爪子下降會卡到機身前端護桿。而爲了拼好爪子，因此就到了舊馬達店找到 12v、300rpm 之馬達，再用鋁片切成叉子的形狀，以利於抓取娃娃時可以夾住脖子的部份，使其不會掉落。而控制爪子以及手臂昇降的部份則是用海釣所使用的鋼線連結。因爲其韌性夠，且固定容易，使爪子上升下降不易旋轉，避免抓取的方向錯誤，整隻手臂組好後再把它架在用角鋁所製之天線框架中間，利用槓桿原理使其裝於底座之馬達可以上升下降（如圖 1 至圖 6 所示）。

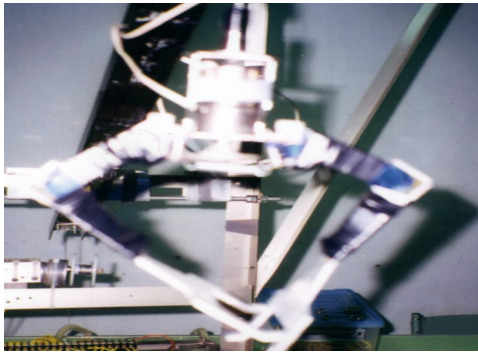


圖 1 模擬夾娃娃之爪子

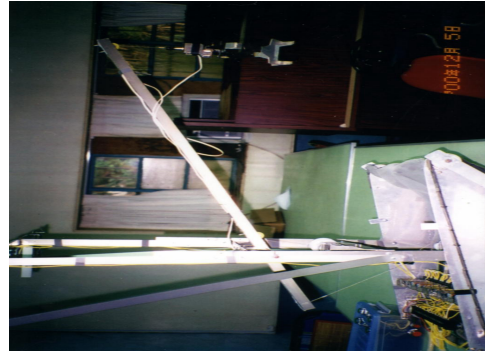


圖 2 手臂側視圖

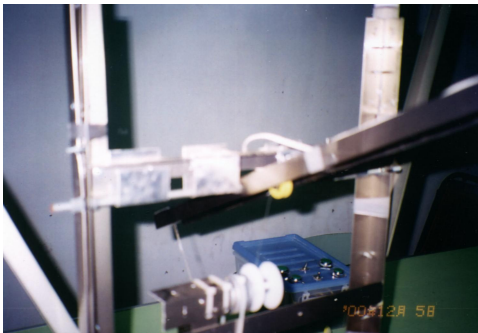


圖 3 帶動爪子上升下降之馬達

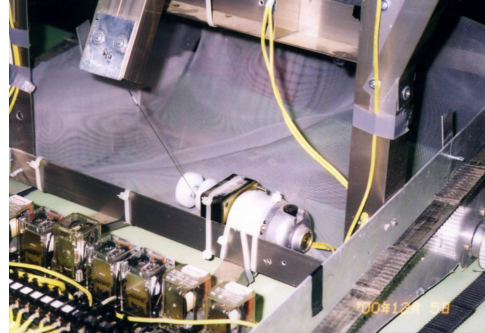


圖 4 帶動手臂上升下降之馬達

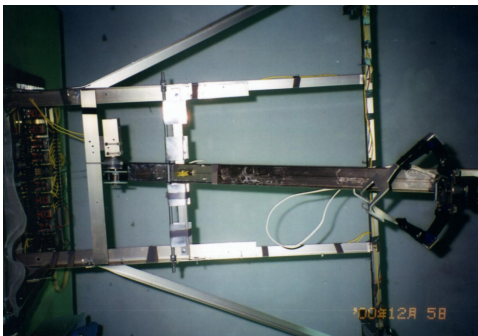


圖 5 支撐整隻手臂的天線框

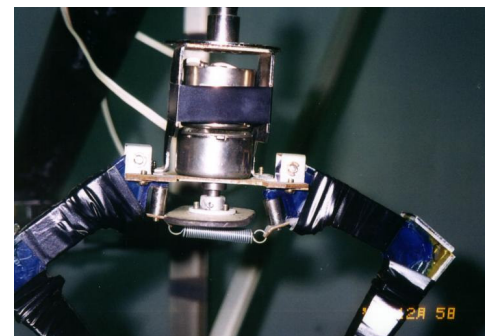


圖 6 爪子所用之馬達

## 2.2 底盤設計過程

最先是材料的選擇，我們本想用鐵質材料來做機器人之架構，因為鐵質材料較堅固且價格便宜，但因本次比賽有重量限制，而鐵的重量太重了，所以我們改用鋁質材料。在機器人行走方面，我們本想用橡皮輪子來行走，但是在「勇闖曹軍」這一關必須上、下斜坡，而我們怕橡皮輪子摩擦力太小，所以改用時規皮帶來行走，而用來帶動的馬達，如果用橡皮輪子的話要用四顆馬達，但現在使用時規皮帶，只要一邊一個驅動軸就可以了，所以我們改用兩顆馬達來驅動。比賽時因機器人必須使用線控，故使用直流電池及直流馬達作為動力來源，在固定馬達時最先是將馬達固定在角鋁上，但因考慮到角鋁彎曲時的角度不好固定馬達，所以我們改用鋁片。在上、下斜坡時有一個很重要的條件，就是機器人的重心，因為重心如果不正，在上、下斜坡時，就會使機器人翻倒，所以我們必須將手臂及天線都固定在機器人底部的中心處。上階梯時，階梯有十公分高，所以行走之皮帶的高度，我們用十七公分高。在「決戰長板坡」這一關卡上的埋伏敵軍，在橋面中間間隔有寬為四十公分的中空區域，而機器人必須經過橋面，所以底部之寬度必須寬於四十公分，故我們機器人底部寬部設計為四十七公分。在一關卡中尚有一寬四十公分的懸崖，所以機器人底部之長度必須長於四十公分，因此我們選用六十七公分作為機器人底部之長度。而在固定角鋁部份，原本是在角鋁上鑽孔，用螺絲及螺絲帽固定，但是後來發現這樣的作法在效率及時間等方面太不符合要求，所以改用自攻螺絲來固定，此方法最大的好處是拆裝簡易、更改快速。

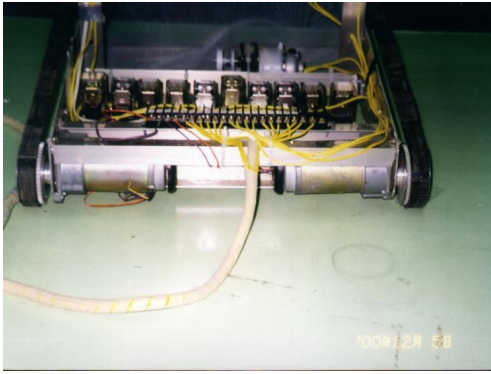


圖 7 底盤之後視圖

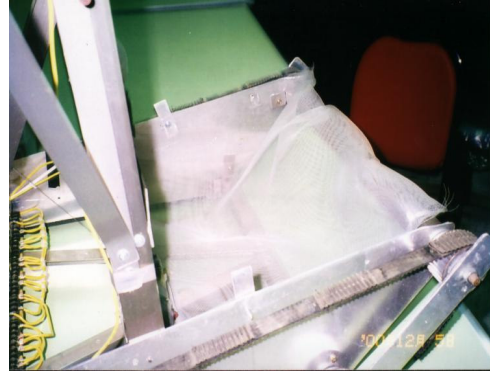


圖 8 底盤所裝置承載娃娃之砂網



圖 9 底盤之側視圖

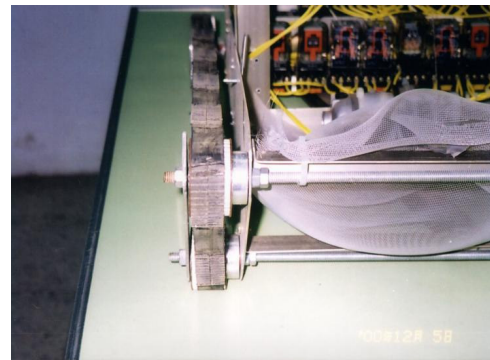


圖 10 底盤之時規輪與皮帶

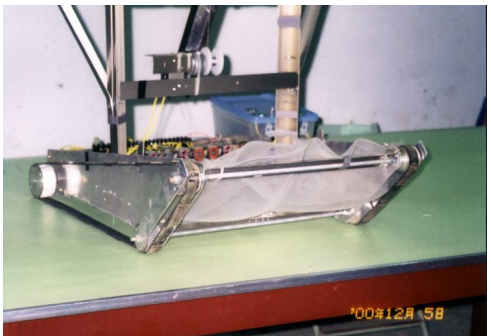


圖 11 底盤之正視圖

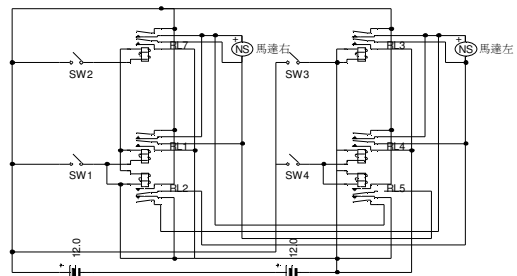


圖 12 驅動控制電路

### 2.3 電路設計部份

我們採用 DC24v 的馬達，當機器人前進時，兩邊馬達需轉向相反，因此我們設計左邊馬達反轉，右邊馬達正轉，後退則反之。當右轉時我們只動左邊馬達前進，靠左馬達單顆轉動使其右轉，左轉則反之。雖然這樣左、右轉動作在時間上會有所延遲，但這是經過測試後最穩健的轉法（其電路如圖 12）。

### 2.4 汽車天線概說

依「天線」種類來區分的話，天線主要可分為手動式伸縮、自動伸縮式的天線以及遙控賽車內部的接收天線。天線雖然在日常生活中處處可尋，但是不同的地方有不同的用途，就像遙控賽車中的天線是單一收發頻率的天線，一旦設定一個固定頻率之後就無法改變（使用中）。

在汽車天線中我們可以發現，它的運作方式是可以上下伸縮的，也就是當我們需要使用天線時自動伸出，反之收回。這是一個蠻特別的工作方式，而它的動作原理是使用一個正反轉的 DC 12v 馬達轉動塑膠轉盤，使內部直徑 5mm 實心塑膠線頂出外部多節伸縮鋼管（如圖 13），讓天線可以伸出和收回。在汽車天線中有兩條電線，其中一條是控制線，另一條為電源線，而它的接地線部份與外殼連接（如圖 14）。要如何配置線路才能有我們所需之功能呢？其實方法很簡單，把電源線接在電源正端，接地線（即天線外殼）接在電源的負端，而控制線則是當需要天線伸出

時將它碰觸電源的正端，使其伸出（如圖 16），要收回時再將控制線從電源的正端移開，便可以完全收回了（如圖 14）。相信大家會有一個疑問，「馬達如何知道何時該停止轉動呢？」其實很簡單，因為在天線的內部有一個電驛利用通電斷電的方式來控制馬達正反轉，而電驛的下方有一小轉盤，轉盤上面分佈著金屬片，當天線轉盤運作時會帶動此小轉盤讓它也跟著轉動，因電驛與小轉盤上的金屬有所接觸，使得天線通電轉動使其伸出或收回。若電驛無法觸碰到小轉盤的金屬片時，也就是代表天線已經完全伸出或收回了。

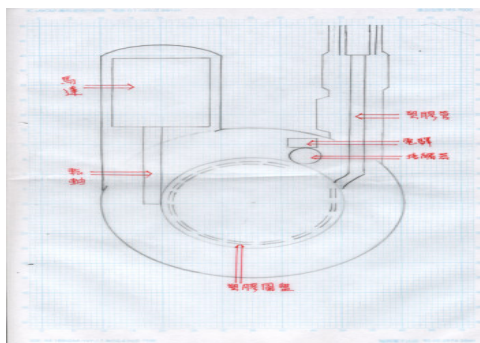


圖 13 手繪圖



圖 14 天線

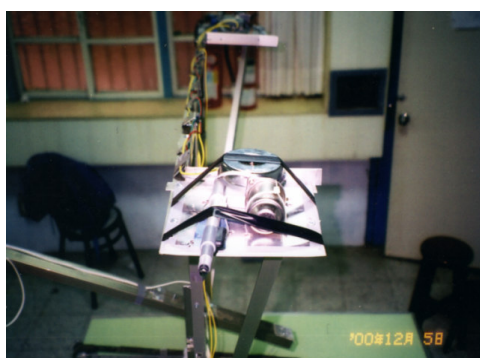


圖 15 天線側圖



圖 16 天線展開圖

#### 2.4.1 使用汽車天線的目的

在製作機器人中，我們面臨設計上的問題。在我們製作機器人中需要一個可以伸長攻擊球的東西，再加上種種設計上的限制（車體總寬度不能超過 200 cm...），使得我們不得不去解決當前不可更改的限制因素，想辦法讓機器人具備可以伸縮攻擊的能力。因此汽車天線就被我們選用為比賽中攻擊規定物體的武器。

#### 2.4.2 汽車天線如何設計架在車體上

因為我們整個的車身是使用角鋁來固定的，所以為了不讓車子在行走時天線搖晃不固定，我們在設計天線固定一個鋁板上再用泡綿墊於凹凸不平的天線與鋁板之間。因為比賽中我們需要打倒的敵軍（球）位於車身算起 90 公分高，所以我們把天線架高於同一高度（敵軍所在位置）（如圖 14）。因天線完全伸出只有 80 公分長，距我們的車身約 110 公分，所以我們再加長度，方能完全打到敵軍（如圖 14）。也因架設的高度過高，寬度也太長所以我們在兩者之間多加一斜的角鋁形成一個直角三角形，使車身在行走時不會太過搖晃（上下坡時）避免天線位置變動。

#### 2.4.3 結果與討論：

雖然我們用天線的方式來打倒敵軍的方式蠻新鮮，但是效果並不怎麼好。因為在打倒敵軍時要經過前前後後瞄準之後才能完全打倒敵軍，十分耗費時間，而如果使用氣壓的方式既快速又穩並且很快的瞄準達到目標（重心低）而且因架設過高，重心也高，使得機械人下坡時容易翻車，或者著地撞偏，而且有時間上的規定，所以使用氣壓的方式比較好。

### 3. 製作測試與改進過程

機器人整體完成後，試走學校製作的模擬關卡及實地比賽後，發現以下的缺失：

(1)上斜坡時，時規皮帶單面磨擦力不足，致使機器人會下滑，無法上行。

改進方法：(一)首先考慮將皮帶換寬點和厚點，但皮帶尺寸只要更改過，那麼皮帶輪也需重製，所以決定在皮帶上下功夫，我們把時規皮帶平滑面加上一小截一小截的小皮帶，藉此加強與板子的磨擦力使其輕易爬上去，而小皮帶是取自小型之時規皮帶，因此也有一格一格之凹凸處，有利於爬上十公分之階梯。

(二)可考慮增加馬達扭力，例如以四輪驅動，或變大齒輪比。

(三)直接用大直徑膠輪做為運動工具，此次比賽優勝隊伍大都採用此法。

(2)電瓶盡量使用大安培·小時的電瓶，因為長時間使用，如果用小容量電瓶電流輸出變小。

(3)遇左右轉時，係單邊皮帶轉動使其轉向改變，因此皮帶會有脫落的現象，使得機器人無法行進。

改進方法：(一)皮帶會脫落有兩個主要修改部份，一個是前方，時規輪的中心軸不平衡使得高速行走或轉向時會脫落，於是加強中心軸之堅固性，先把下面的中心軸兩側加鐵棒焊死，在套上一小鐵管即可使中心軸不變形，再者因時規輪之邊緣墊片太薄，於是在時規輪之寬度多出 0.1~0.2cm 之間隙，以防皮帶跳出。

(二)直接用膠輪前進，可免除上述缺失。

(4)到達擊球處，因原本之規格與實際場地之高有差異。

改進方法：(一)切除舊的天線框加角鋁，重做一組新的框架，高度由原 90cm 加到 140cm，寬度由原本 97cm 加到 127cm，以應付實際場地之關卡，並在天線平板下方多加兩支角鋁與機身之鋁板連結，彌補天線高會搖晃之缺失。

(二)設計可上下及左右移動的平台，供擊球與抓取之用。

#### 4. 研究結果與討論

在比賽的過程中，我們的機械人因使用的是時規皮帶帶動整個機身的緣故，使得在轉彎時耗費許多的時間，再加上機身設計的長寬角度無法完全的配合，讓控制者無法很順利的一次完成動作，而需要前前後後的調整角度，達到適合轉的方向才可繼續前進，而其他參賽隊伍大多使用輪胎（腳踏車輪胎或者是輪椅的輪胎）使得車身可以設計的小、操控方便、速度快、爬坡力強以及有足夠的抓地力，不像我們所使用的皮帶輪對地的摩擦力不夠（主因是因為皮帶的寬度不夠大，皮帶與地面之間的接觸面不夠粗糙，使得我們在比賽剛開始的時候遇到困難（到爬坡地無法前進）就算對地面的抓地力夠，也因機身底部與地面之間的距離很短，在爬坡時會卡到斜坡地面無法順利的繼續前進。然而使用輪胎作為傳動的機械人，在比賽過程中可以運用很短的時間來跑完全程。而我們這種用皮帶的機械人就需花上比用輪胎的機械人好幾倍的時間。比賽除了上下坡、轉彎的基本關卡之外，還有其他三大關卡，首先第一關為【打倒敵軍】在這關卡中我們所設計的是利用汽車天線可伸縮的功能，來打倒比賽中所設計的物體，但是這個方法有一個很大的缺點在於『扭力』，在到達此處時，我們伸出天線雖然有碰到物體，但是無法一次把它打下，再來還有無法十分精準及快速的打倒物體，而需要反反覆覆的重複動作，才能完成動作。而使用氣壓式方法的隊伍就可以用很快速的動作完成，而且力道的問題不必擔心，因為氣壓是使用氣壓內的壓力通過管子的傳達，釋放出強大的力量，讓動作一次完成。再來第二關卡【懸崖】要如何通過懸崖，因我們這組使用的是皮帶輪，所以我們必須在開始時帶一墊子上路，到達此處時將墊子放下，讓車子通過，但是在設計上有問題，即無法固定。在車子通過時如因墊子的走位，使得車子通過時會跌入洞內，也會因皮帶輪通過時連帶墊子一起被捲跑（墊子無法固定）讓車子陷入沒有東西可以墊著過去而無法通過（除非整體的機身跟皮帶輪很大很長，那就不需額外準備墊子）。最後一關【營救少主】是有一個娃娃在一洞內，要想方法把他拿出之後，經過一些顛簸路面，到達【拜見劉備】放入一個桶內便完成整個過關，在這裡我們設計用夾子（類似夾娃娃機的夾子），因在最後要放入桶內，所以我們還設計手臂，讓夾子可以往更高或更低的地方動作。這個設計雖然不錯，可惜因為電動操控的關係，需多加接 4 至 5 條的電線、耗電再加上動作慢及不穩定，變成動作要一次完成，不然又要耗時間在那反覆動作，而且跟第一關有相同的問題，即【力道】，如爪子不夠力的話，易使夾到的娃娃機鬆脫，尤其在過顛簸路面時。但是如果設計用氣壓的話，

相信可以完成這次比賽中種種的難關。我們也發現到這次的比賽主要是看我們大家所設計出來的機械人是否又快又準。

## 5. 結論與建議

本次機器人比賽是本校第三次參賽，我們的成績雖不是很理想，但在這一次的比賽中，我們卻學習到了許多東西，而我們大家也都有許多心得。我們發現，在這次比賽中，機器人的重量及速度已經改進的越來越好了，以行走的部份來說，前幾名的隊伍大都是用小台腳踏車的輪子，用腳踏車的輪子，可使機器人行走時非常的穩定，而攻擊敵人或用爪子抓東西都用氣壓閥，故可作為本校在下次比賽時的參考。

## 誌謝

感謝教育部、財團法人 TDK 文教基金會及雲林科技大學等，給予技專院校師生學習的機會。

## 參考資料

1. 郭塗註、黃錦華，工業基礎實習（一）（二） 雙日文化有限公司（1996）。
2. 蔣滿杰，工業配線，龍隆文化事業股份有限公司（1997）。
3. 劉昌煥，電機機械，東華書局（1999）。
4. 郭塗，電機機械（一）（二） 大中華圖書公司（1997）。
5. 嚴考豐、路啓超，電路學，高立圖書股份有限公司（1999）。
6. 陳以撒，機電整合，全華科技圖書股份有限公司（1997）。