

GTT--趙雲號--創思設計與製造

Intelligent Design / Manufacture of Robot Named As GTT

GTT 隊

吳孟軍¹ 鄭智豪² 陳嘉和²

¹國立彰化師範大學工業教育學系教授

²國立彰化師範大學工業教育學系學生

摘要

本隊所製作的機器人—趙雲號，包括一台母車、四台子車和十個乒乓球做成的不倒翁。要達到簡單輕巧、準確快速的設計理念，因此母車是採用氣壓缸、角缸、平行缸、氣壓夾爪為其主架構，用 DC 馬達作為動力來源，並以繼電器作為方向控制；四台子車是以 8051 單晶片加上 FT5754 作為控制器，用步進馬達作為動力來源，且以 12V 步進馬達來將乒乓球做成之不倒翁，延著前進路線掃下佔領城池。為達到輕巧，骨架均採用鋁材來製作。

關鍵字：機器人、氣壓、馬達

Abstract

Robot made by our team is named as Chiu Win, which is composed of one carrier, four mobile robots and ten Ping-Pong balls. In order to achieve the goal of simplicity, lightness, accuracy and swiftness, carrier is mainly constructed with air pressure vat, angle vat, parallel vat and air pressure claw and is powered by DC motor, steered by relay; Four mobile robots are controlled by 8051 chip and FT5754, powered by stepper motors, which makes ten Ping-Pong balls become tumbler. Tumbler invades the territory and conquers them by the given route. For lightness, the structure is made of aluminum.

Keywords: robot, air-pressure, motor

1. 簡介

比賽題目是以我國「三國演義」歷史故事之「明修棧道，暗渡陳倉」為背景主題，以蜂巢作為比賽場地，採用佔領、拔旗、插旗等累積得分最高者為勝利。藉由這次比賽學習如何將平日所學融會貫通應用在機器人身上，即所謂的機電整合，且在製作過程中學習，如何去發現問題和解決問題，這些都可以培養自我實力，是一次很好的學習、挑戰的機會。

2. 設計原理與學理分析

2.1 機器人設計理念

從開始構思我們就要求機器人要達到製造加工便利、材料取得容易和價錢不可太高、加工製作一切均要靠組員自己、盡量將問題簡單化、控制方面不需太複雜、機器人架構不需龐大，以呈現出輕巧快速的效果；這麼多先決條件下，我們也將一開始用軌道車當子車的想法放棄，改用現在步進馬達驅動子車載不倒翁佔領的方式，在遇到種種挫折後所累積的經驗，使我們在最後將機器人設計成體積非常小，只需排除一邊障礙即可通過，重量也相當輕，圖 1 是設計理念圖。

2.2 機構設計與電機創意、原理分析

我們希望機器人能以加工便利為前提下，製作出重量越輕、行動快速的功能，因此都盡量不將問題複雜化。機器人分為兩個系統：(一)母車系統、(二)子車系統，如圖 2，接下來針對機器人的兩大系統分析做解說。

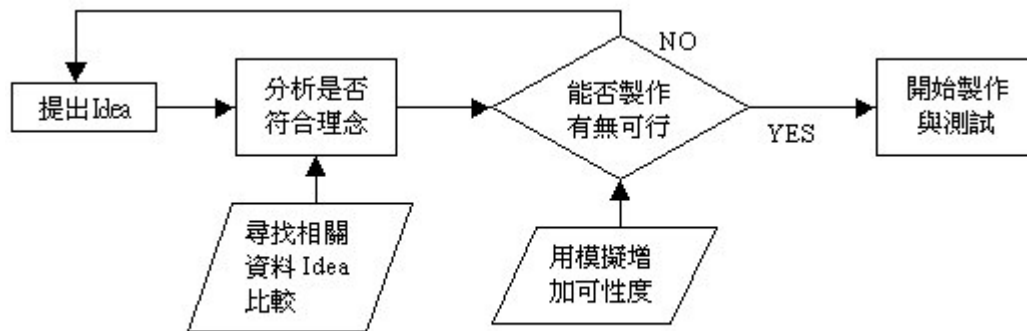


圖1 設計理念圖

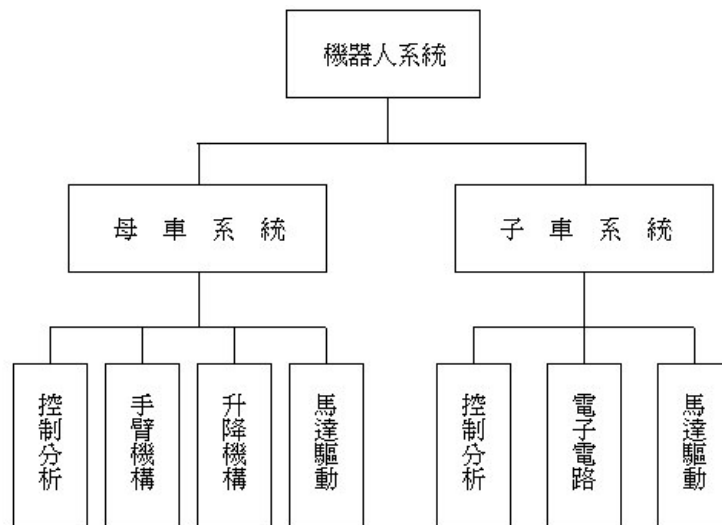


圖2 系統方塊圖

2.2.1 控制機構分析

機器人的控制分成兩部分，第一部份是以手動控制的母車，由數個開關搭配而完成，再將所有的開關置於壓克力板上，以利人為控制；另一部分屬於離開母車之子車部分，它屬於自動控制，利用 8051 搭配其電路所完成，再撰寫相關的組合語言程式，使其動作能依照預期而動作。

2.2.2 電子電路分析

自動控制的子車部分，利用 8051 做控制，故需搭配其硬體電路方能動作。步進馬達驅動部份，我們將 8051 輸出腳透過 IC7404，採反相輸出，再接 100~120Ω 至 FT5754 驅動 IC 上，由於 FT5754 為四個達靈頓等效電路，並內建保護電路，所以此輸出電流可由上述電阻，做為輸出電流的依據，此外 FT5754 為 O.C 電路，可外加電壓值給它，故其電壓也可做調整，使其能處於適合的電壓、電流，方成正常作動。

在撰寫組合語言上，是利用內建 TABLE 值，再依序讀取其相對應值，達到預期輸出狀態，到了一定的時間內需做 ON、OFF 的動作，所以驅動步進馬達的程式，只要利用基本的 IO 輸出，就可達到控制的效果了。

2.2.3 手臂機構分析

手臂機構分為兩種，一種是用來排除障礙機構，另外一種則是夾持機構。排除障礙物機構是由角缸、平行缸和鋁材組成，角缸負責將手臂以旋轉九十度方式收回，而平行缸是負責將障礙物舉起的動作，其上下總行程為 11cm。夾持機構是由角缸、氣壓夾爪、彈簧和鋁材製成；手臂是使用總長 110cm 的角鋁製作，在手臂前端的氣壓夾爪上有裝上兩片 V 型手，是以鋁片塗上熱溶膠製作成的，塗上熱溶膠之目的是為了增加摩擦力方便夾取旗幟；手臂上有裝一彈簧和母車相連接，其作用是要減少後座力，因為在拔旗幟時，角缸產生之後座力相當大，所以需要彈簧當作避震器，如圖 3。

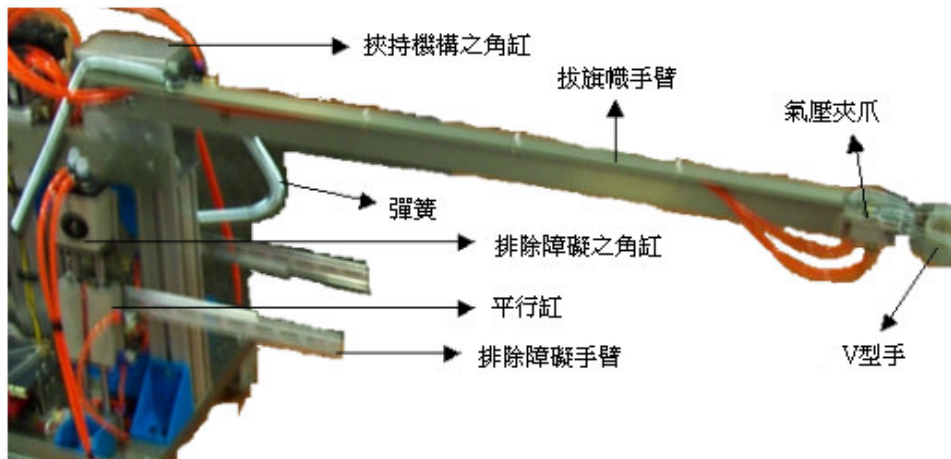


圖 3 手臂機構圖

2.2.4 升降機構分析

升降機構是一個主要功能為「將子車脫離母車」之重要機構，機構原理是利用兩支行程為 13cm 的氣壓缸，加上自製的凸型固定座固定在母車上，氣壓缸最前端連接一片 4mm 厚的鋁板形成升降板；為了使子車及不倒翁在升降機動作時不受影響，我們在母車上裝了導軌，同時也在升降板上裝上導軌，且在多次的測試下，發現在導軌前端黏上泡棉，可阻擋子車因升降動作而掉落。

2.2.5 馬達驅動分析

這次比賽需要佔領的城池有很多，除了母車用線控之外，其餘的子車都需要在脫離母車之後自動到定位，就針對脫離之後要走定為這一點，決定選用步進馬達作為他的原動力，因為步進馬達可以達到比較準確的位置；母車部分，基於是以線控的關係，加上需載重 40 公斤，所以選用直流馬達，畢竟線控是可以目測方式將母車調整到需要的位置，而且使用一般 24V 直流步進馬達是無法承受那樣大的負載。

2.3 軟硬體控制概念

在控制的整體架構上，分為母車與子車做討論，母車使用硬體控制，而子車方面，分為軟體與硬體，兩部分來探討。母車選用直流馬達來完成前後左右之動作，使用繼電器作為控制元件，如圖 4 介紹繼電器驅動馬達接線方式。

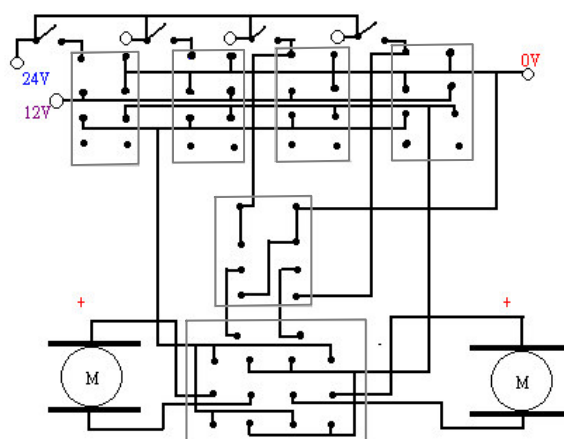


圖 4 繼電器驅動 DC 馬達接線圖

接下來要探討負載（直流馬達）的動作方式與應用。當直流馬達輸入電壓且將接腳固定時，設定為正轉，若將電壓反向，則直流馬達也隨之反轉。利用此概念，接下來要瞭解同時使用兩顆直流馬達時，如何做前後左右的動作，如圖 5。



圖 5 直流馬達分析圖

(註：當 $V1=12V$ ， $V2=-12V$ 時，馬達 M1 正轉，馬達 M2 反轉。)

透過上述的觀念，得知當 $V1=-12V$ ， $V2=12V$ 時，本體則做後退的動作；當 $V1=12V$ ， $V2=12V$ 時，本體則做右轉的動作；當 $V1=-12V$ ， $V2=-12V$ 時，本體則做左轉的動作。如表 1：

表 1 控制觀念表

V1	V2	M1 運轉方向	M2 運轉方向	本體動作狀態
+12	-12	反轉	正轉	前進
+12	+12	反轉	反轉	右轉
-12	+12	正轉	反轉	後退
-12	-12	正轉	正轉	左轉

由上表可看出，當四個開關（前進、後退、左轉、右轉）被觸發時，直流馬達接收到電壓開始轉動，轉動的方向隨著輸入電壓不同而改變；當四個開關都未被觸發時，直流馬達等於未接收電壓，因此馬達不會轉動，呈現靜止的狀態。

子車方面，使用步進馬達做為動力來源，採用雙激磁方式來觸發步進馬達，所以利用 89C51 單晶片，搭配 FT5754 晶體來做為步進馬達的驅動電路，因為 FT5754 晶體內部，由四組達靈頓電路所組合而成，電壓屬於外接式，且輸出電流可由觸發端電阻值來設定，耐電流值為 3A，且體積又小，因此將以往設計驅動電路的方式，改成使用一顆 FT5754 來做取代，減少空間上的使用，圖 6 為是子車上三顆 FT5754 和馬達之間的設計圖。

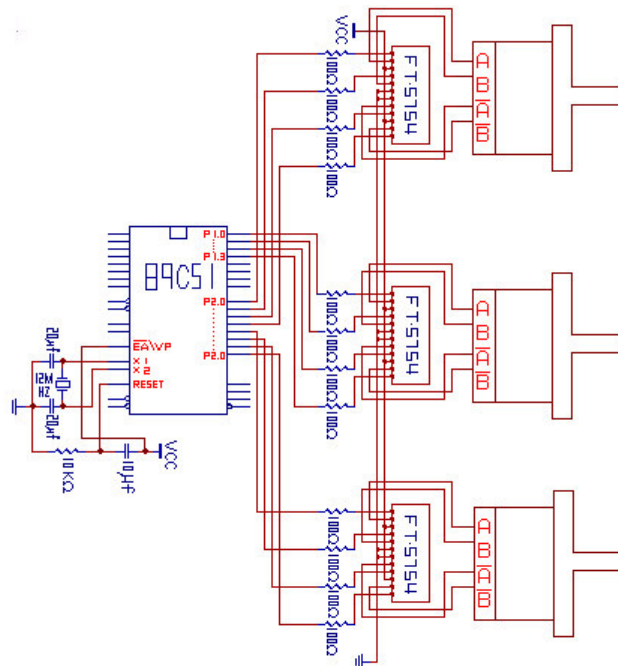


圖6 FT5754接線圖

圖 6 中共有三組驅動電路，其中除了控制左、右輪外，另一組的驅動電路，則是應用在放置不倒翁，所使用的步進馬達。它的觸發腳，使用到 89C51 的 P0.0~P0.3 腳；前兩組使用到 P2.0~P2.7 腳。其動作原理為，當子車行走一段距離後，則單晶片就會給予訊號，來觸發第三組控制電路，使其執行放置不倒翁的動作，並同步執行前進、後退與轉彎。在這過程中，首先將這程式語言，經過組譯編碼過後，再燒入至 89C51 單晶片內，再利用外加電路，來控制步進馬達所需

的行走距離與角度。

3. 製作測試與改進過程

子車測試部份，我們將子車放置地上，使其動作，測試是否能正常作動，且是否如預期性的輸出結果，測試結果發現其電流驅動不足的因素，導致步進馬達的轉矩不夠大，遇到障礙物或路面顛簸時會產生空轉現象，且行進間會發生方向偏轉。改進的方法，是將外加電壓加大，使其步進馬達電流增加，便能正常作動，且遇到障礙物也能正常運轉，除此之外，還對子車本身骨架重新衡量計算過後，將重量的分配處於最佳狀態，再測試步進馬達，發現可行駛在誤差範圍內。

經過初賽後，發現我們的機器人有三點需要改進的：一、拔旗幟速度、二、母車的行走速度、三、母車車輪與地面的摩擦力。初賽當天拔旗幟的速度約花了三十多秒，和之前預期的十秒相差太多，因此對於手臂部份加裝了一個手腕，即在 V 型手和手臂之間加裝了一各小彈簧，讓 V 型手在做拔旗幟時，有如人類的手腕一般能夠活動，如圖 7。驅動母車的電壓原先是用 12V 的，後來因為想要將速度加快，就加上一個指撥開關，讓速度有 12V 和 24V 兩種；原先的母車車輪並無貼上薄軟墊，直接由鋁面和地面摩擦，但是為了配合速度加快，所以增加摩擦力，即用薄軟墊透過 AB 膠黏在輪子上，薄軟墊厚度約一公厘，對整體的影響不大，但對摩擦力很有幫助。

表 2 改進前後對照表

	改進前測試結果	改進後測試結果
拔旗幟速度	三十五秒	七秒
母車的行走速度	12V 電壓驅動	12V 和 24V 電壓驅動
母車車輪與地面的摩擦力	打滑程度 20%	打滑程度 5%
子車穩定度	70%	95%

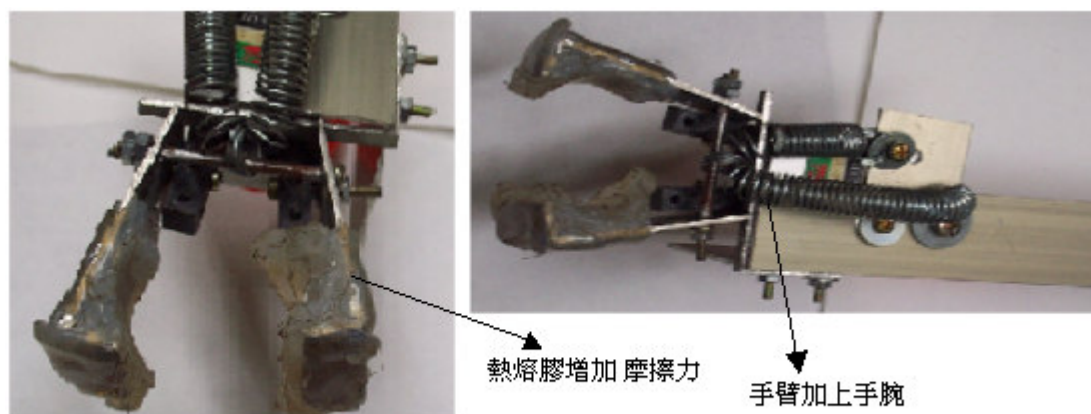


圖7 手臂改進圖

4. 研究結果與討論

4.1 GTT 成品說明

由我們 GTT 隊製作出的趙雲號，總重將近 32kg，母車伸展總長為 160cm，行進間之車身長為 65cm，車身寬為 50cm，由兩個 12V 的湯淺電池串聯驅動 DC 馬達，行進速度是可調式的；夾旗幟手臂收回時，最前端的 V 型手表示勝利的意思。子車每台重 2.8kg，其任務為攜帶不倒翁佔領城池，使用 8051 單晶片和 FT5754 晶體作為控制，使用 16 個三號乾電池，驅動兩顆 24V 步進馬達，和一顆 12V 步進馬達，兩顆 24V 步進馬達是傳達動力到輪子，使子車能按事先下達的路徑行走，12V 步進馬達作用是掃下子車攜帶之不倒翁，如圖 8。



圖8 GTT成品圖

4.2 心得與檢討

對於我們的機器人總覺得應該會有更好的表現，在初賽、決賽中，都因為電路雜訊問題、母車衝量太大問題和其它的小問題，造成子車摔馬的情形，針對這一點，可以將子車擺放的方向變更，因為原先子車和母車行進方向都相同，所以需要泡棉來防止子車的不正常動作，但使子車和母車的行進方向成 60~90 度，那麼母車衝量對子車影響就不會太大了。

5. 結論與建議

耗時將近四個月的時間參與這次的比賽，讓我們 GTT 團隊累積了不少的經驗，如：團隊合作、專業技術、問題的解決...等寶貴經驗。以往大都是紙上談兵，少有像這次比賽需要實做的機會，所以在一開始時不知從何下手，設計出一些天馬行空的構思，不過經歷時間的磨練、經驗的累積，最後也不負眾望的使構想能夠實現，顯示我們越挫越勇的心。

參考文獻

1. 林伸茂，8051 單晶片徹底研究，旗標出版有限公司，台北（1993）。
2. 鄧錦城，8051 單晶片專題製作，益眾資訊，台北（1998）。
3. 陳俊榮，組合語言程式設計，全華科技圖書股份有限公司，台北（1999）。