

自動組：虎科衝衝衝 及 衝衝哥

指導老師：李廣齊 教授

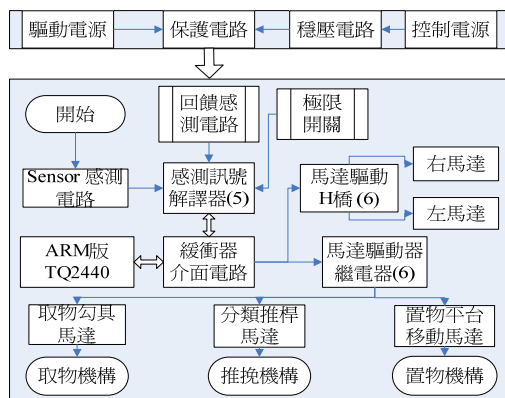
參賽同學：薛宇翔、陳宣任、蔡承衡、謝沁勳

虎尾科技大學 自動化工程系

機器人簡介

機器人目的設計一套分類與回收物品機構，搭配光感測器為路線尋跡底層控制，並採用嵌入式系統運用模糊理論提升循跡的效率，提升機器人在資源回收場分類工作的效率。其中提升效率與節省成本為設計理念，採用同一組機構同時具備取物、分類與回收的功能。低耗能、高執行緒的嵌入式系統 ARM。與同時結合場效應電晶體和電磁繼電器的優點的新型馬達驅動器。

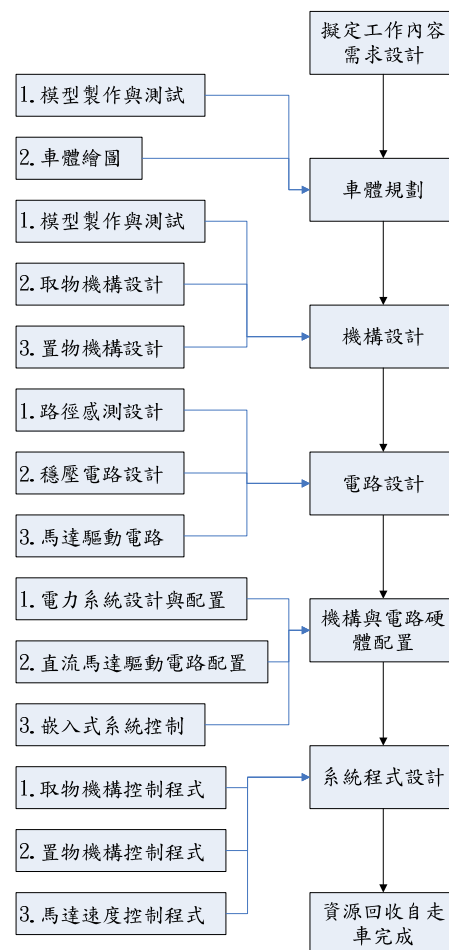
機構設計中，利用同一組機構同時具備取物、分類與回收的功能。不使用任何感測器來進行物品的判別與分類，不僅能提升整體分類與回收效率，更可以節省成本。介面與控制系統中，使用光感測器路線尋跡，並用 MCS51 晶片進行循跡解譯，將其感測狀態定義為模糊變數輸入，進行邏輯判斷並送出控制訊號給嵌入式系統 ARM。此後，ARM 再將其控制訊號進行運動控制、路線規劃、模糊資料庫與解模糊化的決策。在機電系統上，可分為機器人行進馬達驅動器與機構馬達驅動器兩種，為了提升效能與成本，在機器人行進馬達驅動器上結合了場效應電晶體與繼電器的優點，設計出新型的馬達驅動器。而在機構控制上，不需多層次的速度變化，故採穩定性高、耐熱好的電磁繼電器負責控制。而機器人整體結構圖，如圖一所示。



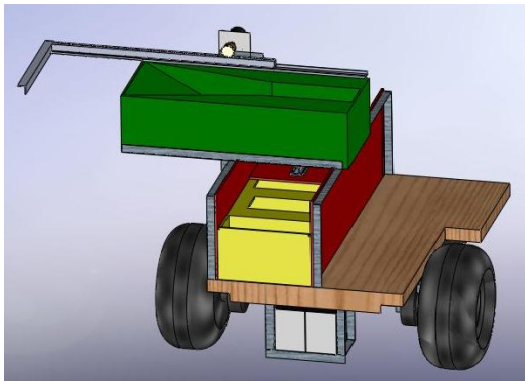
圖一、機器人整體結構圖

設計概念

在此本機器人以提高效率與節省成本為設計理念，擬定工作目的後，緊接著進行車體規劃與打量，機構設計，電路設計，硬體配置與程式設計。其詳細流程如圖二所示。從車體規劃與打量，如圖三所示，採用 Solidwork 進行車體繪製與規劃、設計取物機構、分類機構、置物機構，同時分析其應力分佈。緊接著進行車體打量，在車體打量時，先使用瓦楞紙製作一模型車以節省設計成本上與實體測試的問題。完成機構模型與測試改良後，再將裝配置機器人上。



圖二、設計流程



圖三、車體設計與機構結構圖

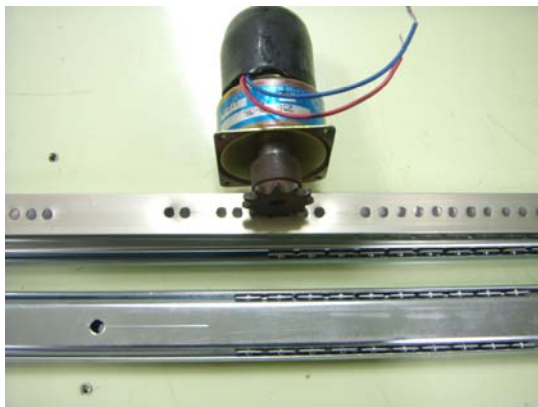


圖五、取物機構

機構設計

機構設計上，為了節省成本與提升整體分類、回收效率，運用同一組機構同時具備取物、分類與回收的功能。並不使用任何感測器來進行物品的判別與分類。其細分大致可分為取物機構、分類機構與置物機構。

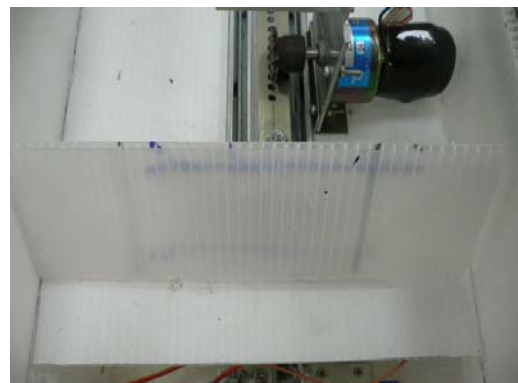
然後，在機構控制部分將在方鋁上打上60個洞(孔距3mm)搭配上滑軌分別固定於車體上方取物機構、車體中央分類機構與置物機構，如圖四所示。



圖四、滑軌及馬達

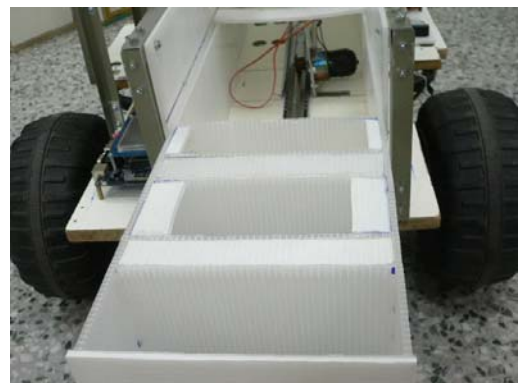


圖六、分類機構



圖七、物品分類機構上的斜推板

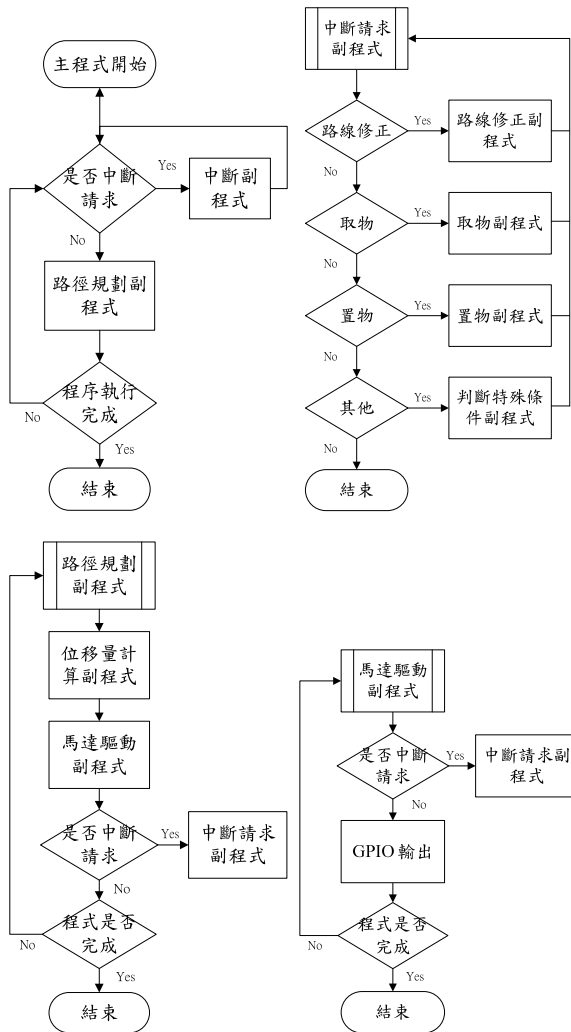
取物機構是利用角鋁與方鋁製作成一L型取物爪(伸長350mm)並在側邊裝上滑軌使其能方便伸縮抓取物品如圖五所示。物品分類機構則是製作此機器人的重點部分，決定不採用感測器來判別物品，而是使用瓦楞板製作出三個不同大小的格子，分別是電池格、黑松沙士罐格、每日C罐格如圖六所示，其中製作一45度角斜面的機構擋板放置在物品掉落處下方如圖七所示，可讓掉落的物品撞擊後平躺亦可將物品推入所屬的格子內。置物機構則與物品分類機構搭配，在物品分類機構後方裝上一滑軌，使整個物品分類機構能向前推進，讓物品掉出如圖八所示。



圖八、置物機構完全伸出圖

機電控制

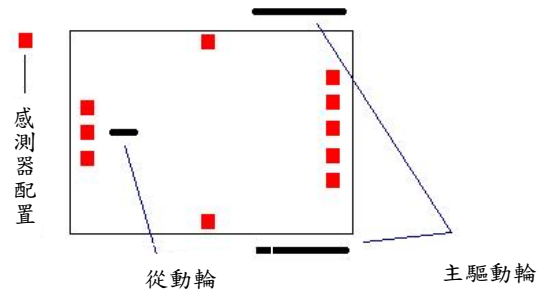
在主控制器方面，採用嵌入式系統 ARM，進行核心製作與編譯、小型化 linux 系統設定，完成系統底層後，在建立其運動控制、路線規劃、模糊資料庫與解模糊化的決策程式，其控制系統流程圖，如圖九所示。



圖九、控制系統流程圖

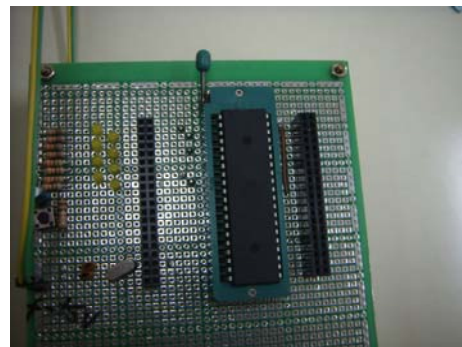
系統回授上使用光感測器作為路線尋跡控制，分別在車體前方放置五顆光感測器、車體中心之左右放置兩顆光感測器、車體尾端放置三顆光感測器，其光感測器間距皆為 14mm。其感測器配置圖，如圖十所示。而感測解譯、模糊變數輸入與邏輯判斷上使用 MCS51 做為解譯晶片，車體前方五顆光感測器，依照光感測器間距，將建立起模糊變數輸入控制，再將邏輯判斷送出解譯訊號給主控制器，根據其模糊資料庫的決策再把感測器間距值與前進修正量，調整左右輪速相差為 $\cos \theta$ ，再進行系統解模糊化

控制，將其回饋用來修正路線上的誤差。



圖十、感測器配置圖

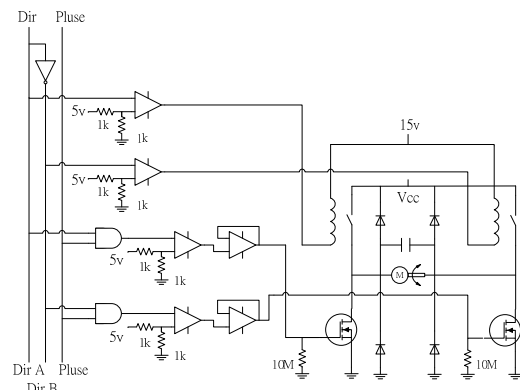
而左右兩側感測器，用於修正轉彎後產生的偏差、定位、路徑規劃計數器用，而後方感測器主要用於定位與路徑後退誤差修正。如圖十一所示，為 MCS51 解譯控制器圖。



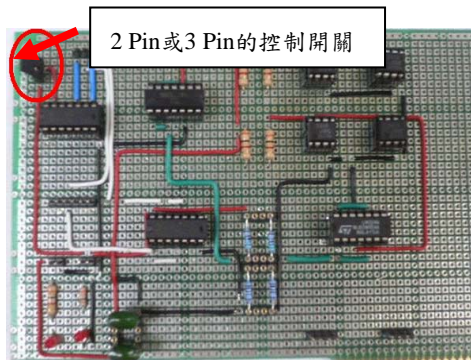
圖十一、MCS51 解譯控制器圖

馬達驅動器中，常見的 H 橋有著下列缺點：MOSFET-H 橋上橋容易被反電動勢擊穿與過熱、電磁繼電器-H 橋有延遲時間長且高速切換時接觸點容易毀損，為了節省成本與節約能源，所以自製新型 H 橋。

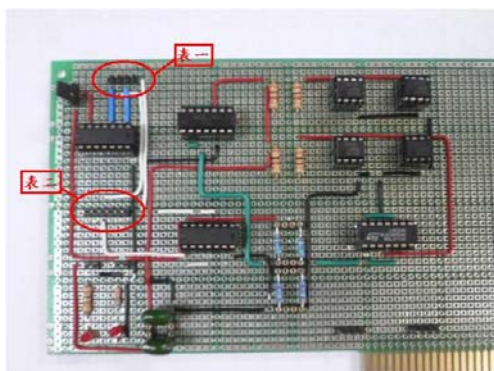
新型 H 橋同時結合電磁繼電器與 MOSFET 的優點，電路圖如圖十二所示，電路實體圖如圖十三、十四所示。使用具穩定性高、耐熱好等特性的電磁繼電器負責控制正反轉、具高速變換速率的 MOSFET 負責控制電流的流量。



圖十二、新型 H 橋電路圖



圖十三、新型H橋控制電路實體圖



圖十四、新型H橋實體圖

新型H橋控制電路，運用AND閘控制PWM訊號導通MOSFET，OPA有著放大訊號與阻抗匹配的效果。為了提升相容性，馬達控制上可使用3 Pin或2 Pin的控制方式，如圖25所示，3 Pin較2 Pin的控制方式多了電壓制動功能，能夠讓馬達即時煞車，更能夠保護MOSFET不被反電動勢擊穿。而控制上的差異，如表一、表二所示。

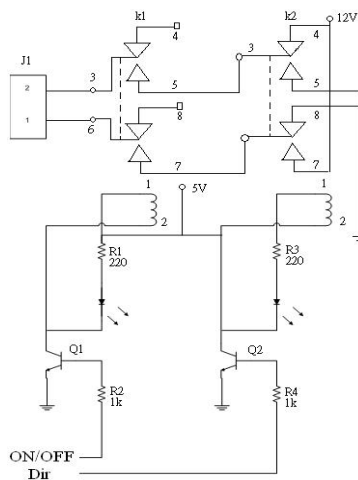
表一、新型H橋3 Pin控制真值表

Dir A	Dir B	Pulse	動作
0	0	0	制動
0	1	Pulse	正轉
1	0	Pulse	反轉
1	1	X	停止

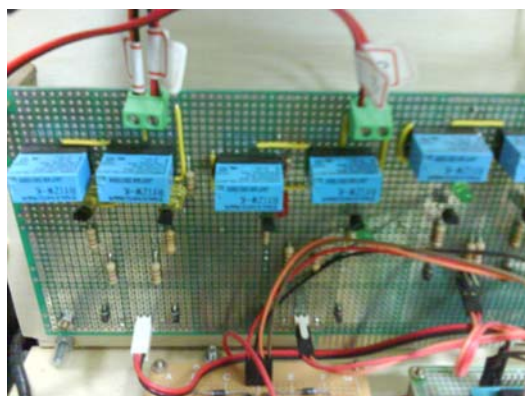
表二、新型H橋2 Pin控制真值表

Dir	Pulse	動作
0	Pulse	正轉
1	Pulse	反轉
0	0	停止
1	0	停止

由於機構馬達不需多層次的速度變化，故採穩定性高、耐熱好的電磁繼電器負責控制馬達，電路圖如圖十五所示。機構控制上需要三組機構馬達，分別為取物機構馬達、分類機構馬達、置物機構馬達，所以實際圖如圖十六所示。



圖十五、新型H橋電路圖



圖十六、繼電器機構馬達實體圖

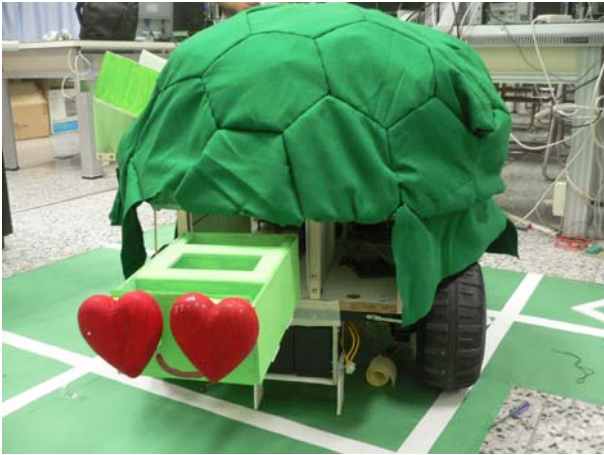
表三為機構馬達控制動作，其中當Q1導通時，綠色LED燈亮起，繼電器K1動作，即為正轉。而當Q1，Q2同時導通時，綠色和紅色的LED燈亮起，繼電器K1和K2動作，即為反轉。若Q1，Q2皆沒有動作，則馬達便接收不到電壓，為停止狀態。

表三、機構馬達控制真值表

Q1	Q2	動作
1	0	正轉
1	1	反轉
0	X	停止

機器人成品

在此將外觀設計成綠蠓龜的樣子，表達環保的概念，如圖十七、十八與十九所示，分別為機器人前視圖、側視圖與上視圖。



圖十七、機器人正視圖



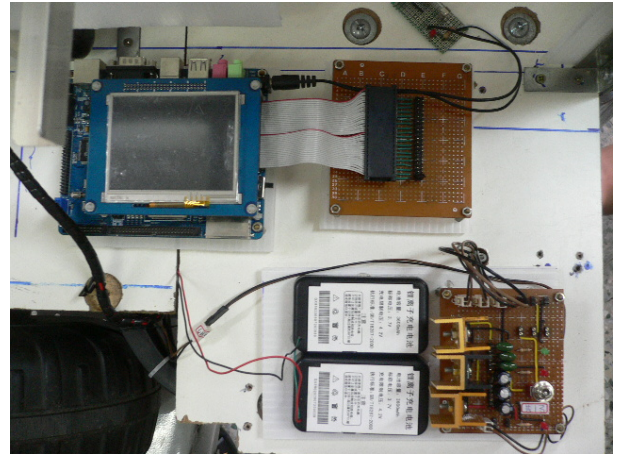
圖十八、機器人側視圖



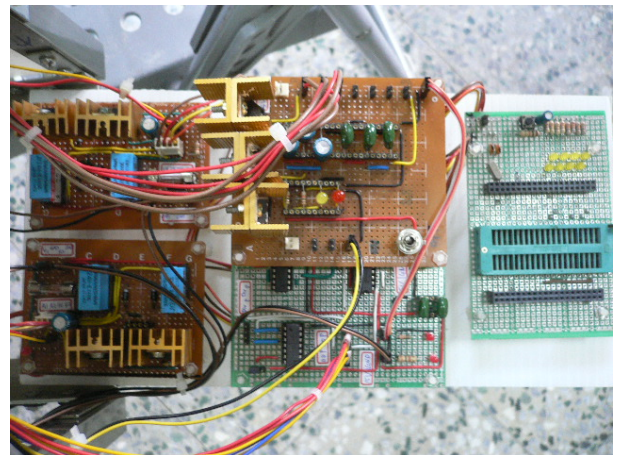
圖十九、機器人上視圖

在空間配置上，大致可分為上層電路、機構和下層電路。其上層電路如圖二十所示，為嵌入式系統ARM版、控制電源、電力穩壓系統。

而在內部的配線，為了提升空間的利用以便減少重量、增加可用的空間，所以在機器人下方使用鋁條搭出一收納盒，並將我們所配置的電路鑲嵌在瓦楞紙版上，如圖二十一所示。



圖二十、上層電路板



圖二十一、內部配電圖

參賽感言

對於這次的比賽，讓我們體會到許多的經驗，由於對上的組員都是電機的背景，所以在機構設計上遇到了許多的問題從應力分析、質量與重心問題...等。而在製作機器人的過程中，發現有許多想法，可是我們無法一一實現，所以我們只能以簡單的機構取代，在製作車體機構的時候，也發現材料跟使用方式，對於車體的耐久度有很大的關係，材料的購買上也有許多的難題。而在機構上設計上是

採用最為簡便的設計，希望以最簡單的機構與控制完成最複雜的工作，而這次從路徑解譯器一直到嵌入式系統設計、開發，這一連串都是我們從頭學起。也因此機器人完成的時間較晚，在實際測試上也較少，所以在整體系統模型上的參數也有待更改。一直到了比賽當天，讓我們觀摩到更多學校的設計與特色，更學習到團隊精神，雖然最後我們沒有進入決賽，卻給了我們一個深刻的體驗，也相信我們的經驗可以傳承給其他人，相信下屆參賽者可以有更出色的成績與表現。

感謝詞

感謝 TDK 基金會與教育部主辦的這場競賽，讓我們學習到了許多經驗，也讓我們有機會做出一台屬於自己的自走車，這讓我們感覺很有成就感，也非常感謝我們的專題老師李廣齊教授，帶領著我們，也讓我們體會一些較難發現的問題，在我們遇到瓶頸時給我們建議與方向，也非常感謝薛宇翔同學，對於電子零件材料無私的提供與奔波，還有隊上的每一位同學，沒有大家的努力，就無法完成屬於我們的車，雖然此次比賽我們沒有進入決賽，但是我們相信下一屆的學弟可以帶我們的經驗，衝入決賽中。

參考文獻

1. 何育昕，自動導航車之模糊追隨控制，碩士論文，國立台北科技大學，台灣，2005。
2. 洪瑞祥，以嵌入式 PWM 驅動之智慧型自主車設計與實現，碩士論文，國立中正大學電機工程研究所，台灣，2005。
3. 陳泳萱，自走車循機導航系統之模擬研究，碩士論士，中興大學生物產業機電工程研究所，台中，台灣，2004。
4. 陳俊嘉，即時影像自走車之設計，碩士論文，中央大學電機工程學系，桃園，台灣，2007。
5. 黃冠穎，與高齡者互動溝通之遠端臨場機器人 - 以 ARM 處理器為核心之規劃與建置，碩士論文，元智大學機械工程研究所，台灣，2009。
6. 楊雅兆，超音波感測之自走車避障礙實務設計，碩士論文，中原大學機械工程系，中壢，台灣，2004。
7. 陳彥儒，超音波感測為基礎自走車路徑規劃與導引

，碩士論文，大同大學機械工程研究所，台灣，2005。

8. 蔡慶豐，兩輪自走車之機構設計，碩士論文，淡江大學機械與機電工程學系碩士班，台灣，2007。
9. 王冠中，單晶片自走車應用於第 11 屆創思設計競賽，專題報告，南榮技術學院機械工程系，台南，台灣，2007。
10. 黃政璋，第十屆全國 TDK 盃創思設計與製作競賽論文集，明新科技大學機械工程系，新竹，台灣，2006。