

自動組：遺失管理隊 機動六課

指導老師：嚴孝全

參賽同學：吳族豪、蘇郅鈞、潘鈴然、戴志遠

國立台北科技大學 機械工程系

機器人簡介

在公佈本次場地與機器人需執行何種任務後，我們先分析此次任務和以往的任務有何不同，在依這些不同之處來構思並設計出我們機器人。

我們機器人製作主要分成：機構設計與製作、電路設計與製作、程式撰寫等三部份。

設計概念

依任務的需求，我們思考著如何使機器人白色循線？如何收取回收品(一個一個收或是一次收取所有回收品)？要用什麼當手臂動力源？如何辨識回收品？材料的選擇？等等問題。

「輕」，為了減輕放置於底盤，用來控制輪子轉動之馬達的負擔，我們選用「鋁」來當作機器人結構的材料，選用的鋁主要為中空的方管，方便我們切割至適當的長度。

「快」，我們的目標是機器人在回收各種回收品時，機器人能夠一次就收回，所以我們需要製作一個大手臂，能夠足以一次解決所有回收品。而這之中，最大的問題在於手臂的動力源要用什麼？我們想了三種方案：彈簧收回、氣壓缸收回，齒條收回。在經過各個收回方案的利弊分析後，最後採用隊長的意見，選擇最便宜、最輕、最容易去購買的「彈簧」，來當作我們手臂收回的方式。



「顏色辨識」，由於回收品有三種顏色，如何讓機器人辨識各個回收品是很重要的問題，我們有兩種方案：第一種方式是用感測器偵測回收品的顏色，第二種則是不用感測器的方式，依靠電路與程式的製作來克服回收品的辨識問題。因為機構上與手臂收回的方式，決定用第二種方式搭配「開關」來解決。至於第一種方案之感測器，稍作修正後，就改用來做我們機器人「白色循線」的部分。

機構設計

機器人的機構，我們分成：手臂、旋轉滑道、車體、擋板機構、抽取機構、置物盒等六個部分來製作，故我們機器人名才會取名為「機動六課」—機構製作中的六個計劃。

1. 手臂

因為在構思上，我們採用「快」且一次收回所有回收品方式，所以我們手臂必須製作的很大，手臂前端約 80 公分，才能將回收平台上三個回收品順利地一次收回。



圖 1 手臂

2. 旋轉滑道

我們必須要將手臂放置在瓶子後方，在手臂藉由彈簧彈力拉回時，才能使手臂將回收品收回至車子中，所以透過旋轉手臂方式，把手臂放置瓶子後面，才能收回回收品。



圖 2 手臂與彈簧結合，並放置於旋轉滑道上

3. 車體

車體的製作我們分為兩部分：底盤和車身。

底盤的長寬大小約為 60×50 公分，底盤上加了一個斜桿，是因為四根鋁方管只用螺絲固定住，則當某一邊有外力施加上去的話，鋁方管就會偏移成平行四邊形，而非我們要的長方形（每個角需為 90 度），故加上斜桿避免移位。

我們手臂的動力源是用彈簧，所以我們必須要將車身做得和回收平台一樣高，這樣才能使手臂旋轉到平台時，手臂在平台上能呈水平線，彈簧在收回時，才不會有阻礙。



圖 3 車體

4. 擋板機構

在車子啟動前，我們必須要將手臂上的彈簧拉長到旋轉滑道中心位置，為了要在車子行駛中保持這個位置，所

以我們必須要有個卡榫卡住彈簧，故製作出了擋板及擋板滑道。



圖 4 擋板機構（擋板與擋板滑道）

5. 抽取機構

擋板彈簧的卡榫，我們用一片板子卡住（我們稱抽取板），板上鑽洞並綁上線，線的另一端綁在一桿件上，此桿件藉由馬達轉動來收線，藉以抽掉抽取板。



圖 5 抽取機構

6. 置物盒

置物盒就是用來放置我們回收品的地方，每個格子內安裝閘門，此閘門由伺服馬達控制，來移動板子，使得板子上的回收品能滑落下來。

特別注意的事，中間閘門我們在控制時，放下去後，還要將板子轉到上面去，原因在於如果不這麼做，中間閘門的板子，會影響左右兩側滑道，使回收品滾落時，受到阻礙。



圖 6 置物盒

機電控制

為了達成比賽任務的需求，我們使用 8051 晶片，並撰寫程式燒錄於控制晶片中，作為機器人的控制中樞。

以下介紹我們機器人機電控制之主電路板、循線感測板、繼電器、功率放大器、達靈頓與伺服馬達之控制。

1. 主電路板

主電路板是控制核心，負責處理機器人的移動、回收品的取得、回收品的分類，單晶片按照程式指令發出訊號，控制機器人完成動作。



圖 7 電路板

2. 循線感測板

兩個循線感測的電路板都放置多個感測器，擺放在機器人的前、後方，接收不同位置的訊號。負責感測前方路徑的電路板，在機器人前進時判斷路徑；負責感測後方路徑的電路板，在機器人後退時判斷路徑。一般自走車競賽，使用 CNY70 感測黑色膠帶。但是，今年競賽題目改變偵測方式，機器人必須使用白色循線作為行進路線的判斷。故本隊使用電壓放大器，使得電路可以增加判斷電壓值的範圍，藉以讓 CNY70 能從感測黑色，轉換成能感測白色。

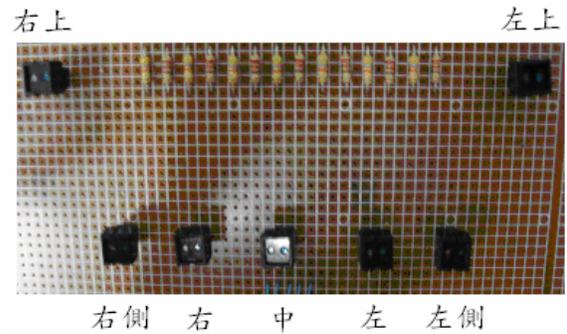


圖 8 sensor 板

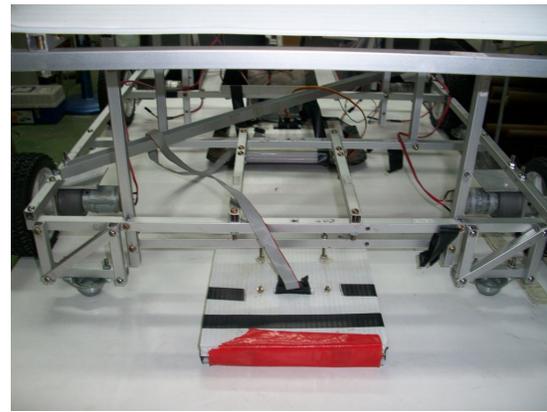


圖 9 sensor 板放置於底盤前端與中間部位

3. 機器人行進(繼電器之使用)

機器人的移動，由繼電器達成直流馬達的停止轉動和正反轉向，1P 繼電器控制車輪的轉動，2P 繼電器控制車輪的轉向。當機器人必須停止，導通 1P 繼電器的線圈，直流馬達產生短路，因此直流馬達停止轉動，達到煞車的效果。2P 繼電器起初連接直流馬達兩端，分別是高電位、低電位，此時直流馬達呈現正轉，當機器人需要左、右轉，線圈導通，直流馬達兩端連接的高電位、低電位互相調換，此時馬達呈現反轉。

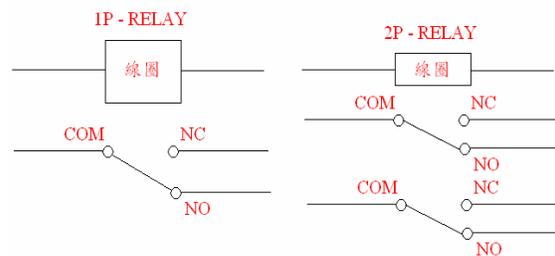


圖 10 繼電器 1P 與 2P 之圖示

4. 功率放大

功率放大器一般在電流放大時，必須使用到功率電晶體，其工作模式分為線性區與飽和區，在相同電流輸出的情況下，功率電晶體在線性區工作，遠比在飽和區浪費許多功率。使用 PWM 方式來驅動負載，主要優點為切換功率電晶體於截止區與飽和區之間的變化。當電晶體在飽和區時的電壓，通常只有 0.2V~0.5V，即使流入負載的電流相當大，電晶體本身消耗的功率小且不易發燙，輸出達到最大化的能量傳輸。透過程式的撰寫達到電力電子開關的切換，使得控制直流馬達轉速的加減。

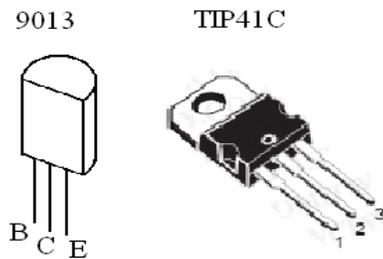


圖 11 電晶體 9013 與電晶體 TIP41C

5. 手臂控制(達靈頓控制)

回收品取得的任務，藉由兩個一組的直流馬達驅動手臂旋轉，使用 9013 和 TIP41C 組成達靈頓電路，得到電流放大的效果，產生更多的驅動力。直流馬達配合編碼器的使用，當手臂旋轉至預先設定的角度，啟動 IP 繼電器，瞬間停止馬達的旋轉。最後，以直流馬達和抽取板的組合，完成手臂的縮回。

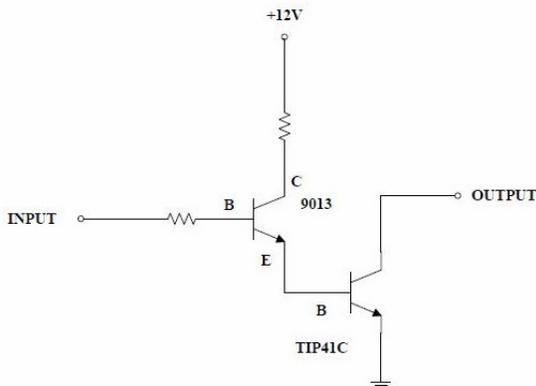


圖 12 達靈頓使用之電路圖

6. 伺服馬達控制

回收品分類的任務，單晶片利用程式控制高電位 (on) 在工作周波中佔有多少百分比，產生不同寬度的脈波，調整三個伺服馬達的旋轉量，完成三道閘門的開啟和關閉。

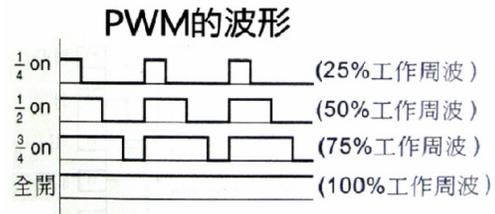


圖 13 PWM 的波形

機器人成品



圖 14 機器人正面圖

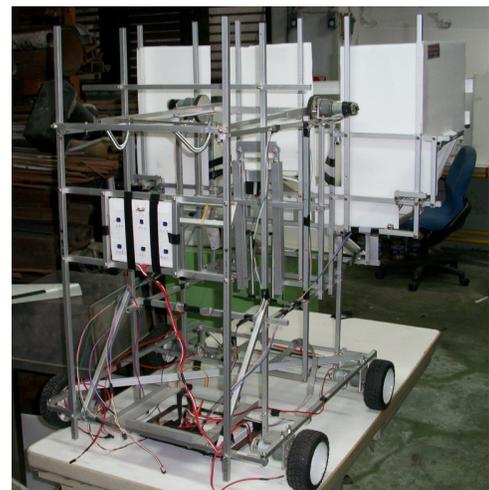


圖 15 機器人背面圖

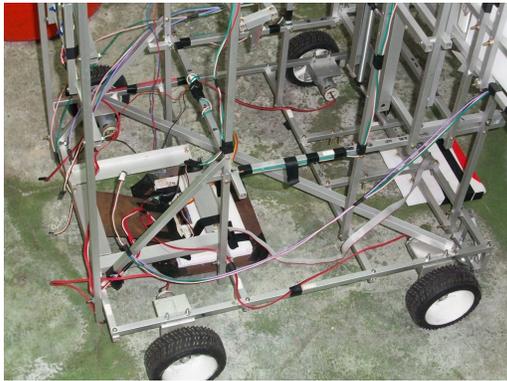


圖 16 機器人底盤與前後 sensor 板



圖 17 機器人場地辨別與回收品分類之控制按鈕

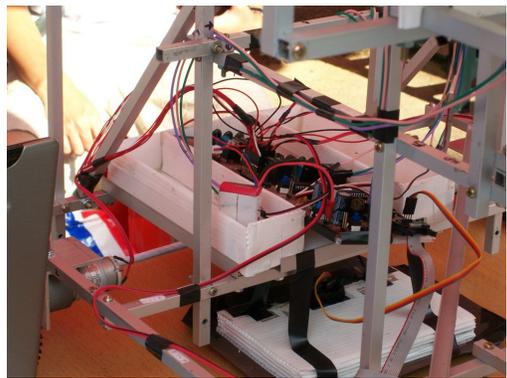


圖 18 電路板之放置

參賽感言

很高興能參加此屆的創思設計與製作競賽，此屆任務和往年的任務有極大的不同，使我們在製作上有著極大的挑戰，但我們還是克服了種種困難，努力製作出符合此次任務的機器人。

在製作機器人中，我們學習到了很多知識，並自己動手製作出機器人，雖然在製作中，一不小心手就被鋁方管劃傷，或是電路板沒焊接好線而發生短路，亦或是插錯排針接頭而把 encoder 給燒壞等等狀況，但也因此我們在製作過程中更加謹慎小心，並從中學習當什麼狀況發生時，我們需要如何解決的能力。

雖然我們在競賽中落敗，但至少我們知道我們機器人可以達成任務，只是別隊比我們技高一籌。我們也在落敗後，去觀賞其他隊伍比賽，觀看別隊的創意與設計，並試著和我們機器人比較，了解我們現階段的缺點並作檢討，才不罔此行。

感謝詞

感謝國立台北科技大學，讓我們有此次參賽的經驗，從製作機器人過程中，我們體認到如何學以致用，將所學應用在製作機器人上，並感謝學校機械系蕭主任提供我們練習場地與各種幫助。

感謝 TDK 文教基金會與明新科技大學，舉辦此次的比賽，讓我們有此次參賽的寶貴經驗。

最後感謝指導老師嚴老師、北科大單晶片社及學長們，提供我們機器設備與製作建議。

參考文獻

- [1] 北科大單晶片社，歷屆學長們的經驗。
- [2] 張義和，《Designer 6 電腦輔助電路設計》，全華圖書公司，2006 年。
- [3] Charles M. Gilmore，譯者：溫仲堯、阮張榮，《微處理機原理與應用》，文京圖書，1997 年。
- [4] 許錦銘、趙惠美，《8051 微處理機入門與實作》，文京圖書，1999 年。
- [5] 松下電器製造·技術研修所，譯者：浩司，《電子電路控制》，建興出版社，2001 年。