

自動組：正義株式會社(初號機)

指導老師：陳正義 博士

參賽同學：9405108 周韋廷

9505102 周育勝

9515133 李波前

正修科技大學電機工程研究所

機器人簡介

為了達成 TDK 自動組機器人之軌跡追尋、閃避障礙物、定位控制、抓置球等競賽項目，本機器人是以最簡單的機構、電路及控制程式設計完成既定比賽目標。機構設計主要是以具有機器人前進、平台旋轉、手臂舉動、抓球與置球設計基本動作，而控制系統設計主要以泓格科技公司提供之嵌入式控制器為控制程式設計為核心，透過尋跡電路設計及 PCB 電路製作與進階控制程式設計，來達成機器人執行軌跡追蹤、定位、抓球、置球及避避障等控制動作，經由實驗測試本機器人可以在 45 秒內完成所有指定控制動作及要求。

1. 設計概念

在設計方面，主要追求車子的穩定性和平衡為主，再搭配步進馬達的精準定位為輔的構想，我們把電路跟電池置在底盤中間，以工配與室配方式接線配線，降低線路錯誤發生，提升除錯效率，必且讓取球機構與整個車體的重心，集中在車體中間，使機器人的運動行為達到靈活快速又不失準確性，利用萬用輪當前輪讓車子在行進間不會有太大的偏差及振動，取球機構也是以一次取一顆球為主，只要能準確的取到球，利用塑膠網塑成袋狀，就算怎麼搖怎麼晃都不容易掉下來，完成主要設計。

2. 機構設計

2-1 底盤機構

車身底盤利用 6mm 的長方型鋁板製成(長×寬×高)為 50cm × 45cm × 6mm 的長方形車體，將輪子裝在車身寬兩邊，使用日本製輕巧軸承來固定車軸心，利用步進馬達快速使轉彎靈巧，再利用 pulse 來作取球的精準定位。爬坡

區的高度利用防滑墊來防止車輪打滑，下坡防止車體轉向和定位漂移，我們在底盤上裝了牛眼來穩定下坡時的速度和車體轉向，使車體有緩衝的效果並精準的走在軌跡線上。

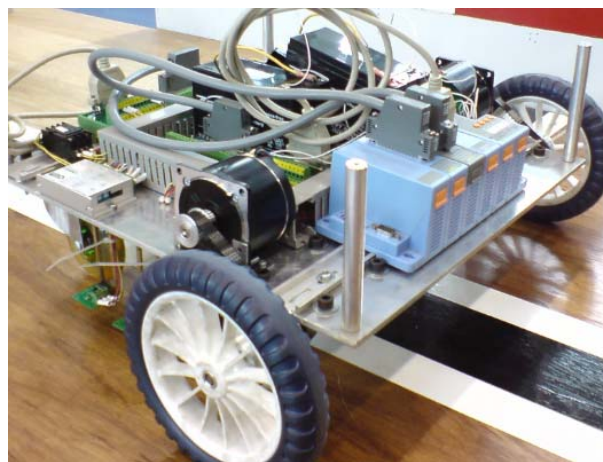


圖 2.1 車體整體架構

2-2 傳動機構

在傳動結構上，為了減輕車子的重量及轉彎的便利性，我們在底盤上裝了 2 個輪子直徑為 95cm，每個輪子分別由配置一個馬達由皮帶帶動，經過程式控制可獨立操控車輪的轉動方向使其前進、後退以及轉彎，而在速度上採用 24V 解析度 3200rpm 的步進馬達，而馬達傳動上有一個很重要的元件-『連結機構』，其功能是将馬達的動能傳遞至車輪上使之轉動，設計良好的連結器及裝配，也可以提高其性能使轉動更流暢，整體底盤傳動機構的設計在底盤，在車輪處以三倍的齒輪來搭配步進馬達的齒輪以輸出三倍的扭力，於各馬達心軸置一連結器並固定之，該連結器再連結輪子，經過這樣的設計整個底盤在行走上可以順利的進行後退、左右轉以及原地旋轉，其優點是行走速度快、穩定性佳、靈敏性極佳。



圖 2.2 傳動機構

2-3 取球機構

取球機構是由撥球機構與升降平台構成，而撥球機構是利用『拉拔』的原理，將氣壓管剪成弧狀，套上彈簧使其擁有彈力，再用尼龍線穿過 L 型的角鐵的小洞，藉由直流馬達利用尼龍繩去拉拔，再以橡皮筋的彈力拉回，將球打進鋁軌中。在三條鋁條裝升降機構上當做手臂，將鋁軌量出兩球的寬度(200mm)來做為 Y 型嘴取球範圍。



圖 2.3.1 撥球機構

2-4 升降機構

升降機構是將連桿用軸承與撥球機構底座鎖在一起，做成上下活動式的機構，在裝上一顆馬達，透過鐵鍊帶動，以連結桿的方式帶動輸出兩倍扭力，當感測器偵測到取球線時，當手臂降低至碰觸中間點極限開關，撥球馬達就會轉動將氣壓管拉下來，球就會掉下來取得第一顆球，雖然這種方式很方便但定位卻要非常精準，再透過步進馬達送 Pluse 移動至第二顆，取得第二顆球。

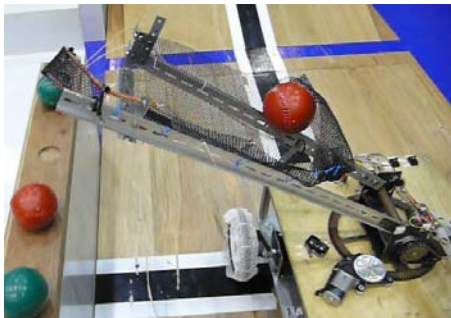


圖 2.4 升降機構

3. 機電控制

3-1 步進馬達驅動系統組成與電路

步進電機的驅動系統組成

1. 脈衝產生器：給予角度（位置移動量）、動作速度及運轉方向之脈衝信號的電機驅動指令。

2. 步進驅動器：依控制器所投入的脈衝信號指令，提供電流來驅動步進電機動作。

3. 步進電機：提供轉矩動力輸出來帶動負載。

所以步進電機系統構成簡單，不需要速度感應器（ENCODER、轉速發電機）、位置傳感器（SENSOR），即能依照脈衝產生器所輸入的脈衝來做到速度及位置的控制。

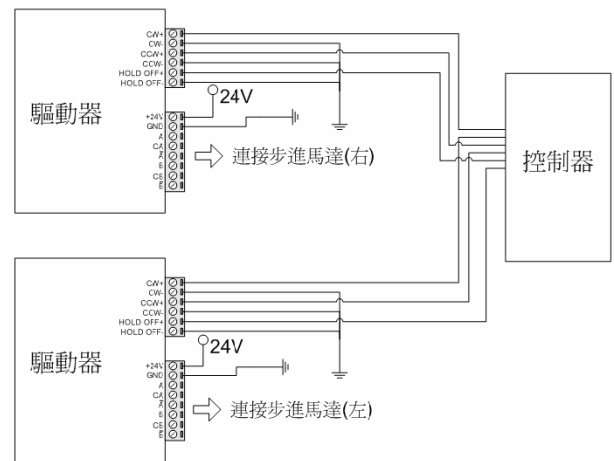


圖 3.1 驅動器配置電路

3-2 光電開關感測分析與電路

CNY70 之發光二極體所發射的紅外線經白板反射至光電晶體，光電晶體飽合，射極電壓為高態，經過達靈頓放大後透過 IC 74Ls14 取反相後，輸出低態。

而當 CNY70 在黑色油漆的導引道路上時，因黑色會吸光，因此 CNY70 發光二極體所發射的紅外線無法反射至光電晶體，光電晶體幾近截止，射極電壓為低態，而電壓經 IC 74Ls14 取反相後，輸出為高態。

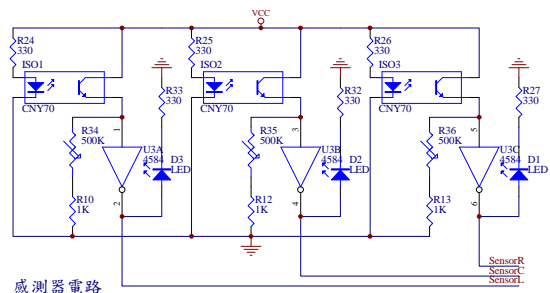


圖 3.2 CNY70 感測電路

3-3 直流馬達控制電路

利用兩顆繼電器的原理，可設計一個正反轉電路，並利用常閉接點與常開接點的特性，使其馬達正反轉。

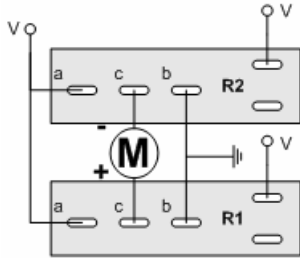


圖 3.3 RELAY 配置電路圖

4. 按鈕架構、硬體檢測、程式動作流程

4-1 按鈕架構

根據使用的開關按鈕來製作相對應的程式，按鈕分別有機械式和電子式兩種，當使用機械式按鈕開關，避免機械式按鈕有彈跳的問題，造成程式誤判執行動作，利用控制器讀取 DI 輸入的數值，以兩個程式迴圈來判斷確認是否有值進入，以解決電子按鈕的彈跳問題並判斷使用者是否按下按鈕。

Data_In_32=DI_32(I8040_SLOT);

讀取 DI 輸入，是否有被按下的訊號。

BUTTON_PUSH 設定為 1，假如按鈕按下，Self_Test_Switch 會等於 1，當 if(Self_Test_Switch==BUTTON_PUSH)相等時，會再藉由第二個迴圈判斷是否為彈跳問題，結果若相同於第一迴圈，則進入自我測試迴圈。

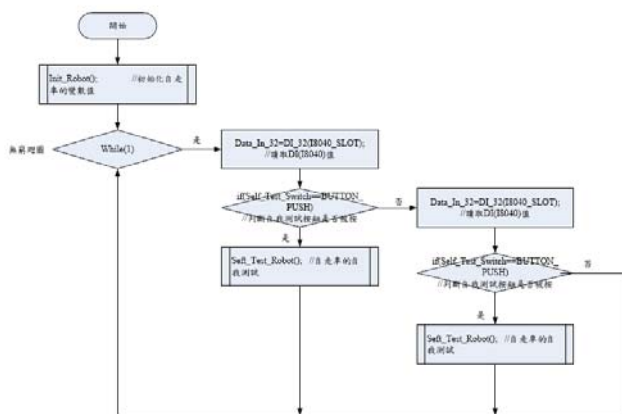


圖 4.1 按鈕程式架構

4-2 自我測試

賽前一分鐘的自我測試：

1. 感測器輸入的部份，直接透過手動測試，檢查 LED 燈亮滅即可。
2. 控制舉臂正旋轉，遇到極限開關(右中左)時，暫停幾秒。
控制舉臂逆旋轉，遇到極限開關(右中左)時，暫停幾秒。
3. 將舉臂旋轉回歸到初始定位的地方。
4. 控制舉臂上升，並能停在上端的極限開關時，暫停幾秒。
控制舉臂下降，並能停在下端的極限開關時，暫停幾秒。
將舉臂上下回歸到初始定位的地方。
5. 控制抓球馬達正轉，跑幾秒鐘。控制抓球馬達逆轉。
6. 控制自走車往前多少公分，控制自走車往後多少公分。

當按下測試按鈕時，以上動作皆有做到時，表示自走車功能正常。

4-3 程式動作流程

程式架構主要以場地劃分，分為 14 個區段去撰寫，撰寫感測路線修正左右輪以及取球、置球副程式，針對每個區段去呼叫所需要的副程式，來達成所需動作。

程式中的重點區段為下坡減速區段、取球定位區段、第二顆球定位區段、置球區段，過港隧道無軌跡區段、尋軌跡彎道加減速區段。

建立如下圖的主要程式架構，將 test 程式檢測，寫成一段段的副程式，分別由主程式去呼叫並執行所需要的動作，如旋轉、取球、置球、前進修正路線等。

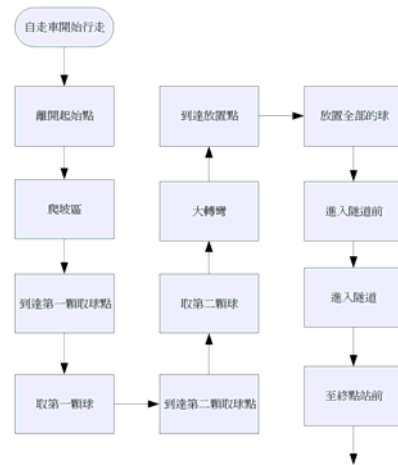


圖 4.3 主程式架構

機器人成品

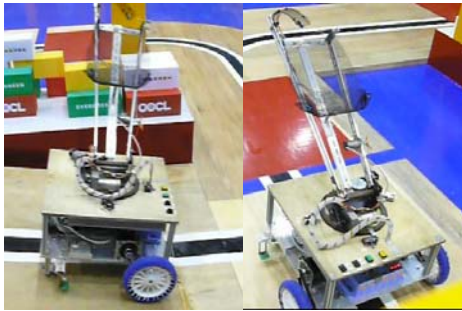


圖 4.2.1 機器人整體圖(1)



圖 4.2.1 機器人整體圖(2)

參賽感言

對於此次參加 TDK 大賽的我來說，對我是一大挑戰，很高興老師給予我這樣的機會，讓我了解對於機械領域的不足，電機領域的缺陷，在此我學到很多實做的經驗，對於機構方面設計上的困難度，以及程式撰寫能力的不足，相信這些都是我日後所需克服的。

今年很不甘心只拿到創意佳作獎，但相信大家都很累也都盡力了，這兩個月來不眠不休，連休假都在積極的努力練習，我想得到這個獎該高興的不只是我，也是嵌入控制實驗室全體同學和老師該共同分享的，也感謝評審老師給予我們這個獎項，對於未來我們會更積極努力加強自我能力的。

可以參加這次的創思競賽真的很開心，我們 3 個人在一起做出機器人，那種感覺很棒，不論在製作的過程有苦、有樂、也有爭執，在研究所能有這樣的回憶我想我們都不會忘記，也是別人不會有的回憶，雖然比賽沒有得到前幾名，不過我們還是很開心，因為我們學到了很多東西，也很謝謝老師一直很有耐心的交我們，從什麼都不會到會寫程式讓車子跑，看到車子會自己取球，所有的辛苦都是值得的，這次的機器人製作，把之前所學的可以派上用場的全都拿出

來用，不斷的修改與測試，最後完成車子，代表學校出去比賽！這一路走來辛苦多過於快樂，不過可以看到自己設計的東西，甚至出去比賽，就會覺得一切的辛苦跟努力都是值得的，對我來說這是很難得的回憶！！

感謝詞

TDK 機器人大賽得以順利結束，首先感謝指導教授陳正義博士，在六個月來，不論在實體還是基本的控制與程式方面不厭其煩的教導，讓學生在製作當中，培養獨立的思考能力與解決機構上問題的能力，還有蘇永仁老師在百忙之中，為學生指導程式撰寫並提供意見提供學生參考與改進，讓本機器人的程式控制更加精準。

在這段期間也感謝嵌入控制實驗室的隊友和伙伴：韋誠學長、育勝(隊友)、波前(隊友)、仲義學弟同在實驗室努力奮鬥，共同分享喜怒哀樂並支援機器人的製作和改進，在各方面的幫助的確讓機器人更接近完美

最後，將此論文以及得獎的喜悅分與全實驗室的夥伴，在我無助的時候給我力量，同時提供精神上的鼓勵，讓我得以奮力不懈的完成機器人，也讓我更有信心和勇氣來面對所有的困境和挑戰，在此我將得獎的喜悅和榮耀與幫助我的人共享，謝謝大家。

參考文獻

中文文獻

- [1] 黃國勝、林知行，模組式機器人之機電製作實務，全華。
- [2] 鐘國家、謝勝治，感測器原理與應用實習，全華圖書公司。
- [3] 第十一屆全國 TDK 創思設計競賽(自控組)比賽規則。
- [4] 陳正義，開放式可程式控制器程式設計與應用，全華。
- [5] 陳正義、劉立強，DOS-Like 嵌入式控制器程式設計實務，全華圖書。