

自動組：南開自控隊 無敵坦克機器人

指導老師：陳振華

參賽同學：張子偉、張凱翔、鄭文霖、林思妤

南開技術學院 自動化工程系

機器人簡介

無敵坦克機器人，是以坦克車之概念，設計結構外觀，其主要之特色，包括（1）履帶式底盤結構，使履帶車具有優良之轉彎特性，並可達到穩定且堅固之車身。（2）下坡緩衝器，承受下坡速度的正面衝擊，並將其衝擊力道降低。

（3）氣壓抓放球機構：利用一組氣壓缸作伸出與收回之動作，另一組氣壓缸完成抓球、存球與放球動作。（4）感測器升降氣壓機構：因在下坡前感測器放太低會有干涉，而被磨損，所以要有升降功能。（5）採用電子零件 CNY70 作為尋軌感測器。因其便宜又容易取得，只要加放大電路即可將訊號傳進可程式控制器中，本機器人共採用 5 個 CNY70 感測器。（6）使用可程式控制器控制尋軌的自走路徑，由輸入訊號經可程式控制器主機內程式運算，將運算結果之數位訊號經數位轉類比（DA）模組來驅動所有的馬達與氣壓缸。我們設計成只需按下一個開關之後機器人會照順序動作，執行尋軌與取球之工作。經過預賽之考驗，雖然成功達陣之速度較慢，但已經證明我們的機器人設計是可行的，我們的創思製作是成功的。

設計概念

針對題目的要求，機器人從出發區出發，利用尋軌的方式越過梯形上下坡障礙物，下坡時以下坡緩衝器減少衝擊，降低衝擊對機器的傷害。之後到取球區達陣，抓取比賽所指定的色球。再經迴轉區迴轉至置球區，利用 CNY70 碰觸到置球區黑線達陣後，機器人停止並進行置球。我們利用氣壓機構取球和置球，因為它的結構簡單又比較穩定，可以較順利的取到球又不容易失誤，這是我們選用氣壓缸作為取球工具的原因。置完球後，開始直線衝刺，通過隧道到達己方終點線以「達線」得分。因出發之直線區

範圍大，且回來沒有特別的限制，只要通過得分線就算得分，所以我們利用 PLC 程式控制既定路徑，完成規定之動作，回到終點線達陣得分。

機構設計

無敵坦克機器人之組成，機構設計成下列四大部分：

(1)載體驅動系統 - 機器人底盤

機器人的底盤設計為履帶式的結構，並選用鋁材來製作輪子及利用鋁型材製造車身。此履帶式底盤結構的實體圖如圖 1，其中主要設計重點係針對低重心、高靈活度與強勁越野能力等重點考量，將設計成以二個高扭力直流馬達加上減速齒輪組來加以帶動。驅動輪與馬達之軸承支座將採用懸浮式模組化設計，兼顧耐撞結構與履帶鬆緊度之調整。而履帶中央裝置貼地適應緩衝機構，一來是為了克服履帶結構之轉彎側向摩擦阻力因素，使履帶車具有優良之轉彎特性，二來則是為了增加履帶貼地效果，強化履帶傳動之功能，製作出履帶式的底盤，來達到穩定且堅固效果之車身。



圖 1 履帶式底盤結構的實體照片

(2)取球、存球與置球機構

本機器人所設計的取球機構，是利用一組長氣壓缸與短氣壓缸配合二個電磁方向閥之氣壓系統。圖 2 是氣壓迴路圖，圖 3 是實際取球機構之照片。其作動方式：首先由短氣壓缸縮回，使得取球機構往上打開，長氣壓缸將取球機構推出，短氣壓缸伸出，使得取球機構往下關閉即將球撥入存球區中。因存球區有 30 度斜坡，故只需將球門打開，球自然會滾出而落入置球區。

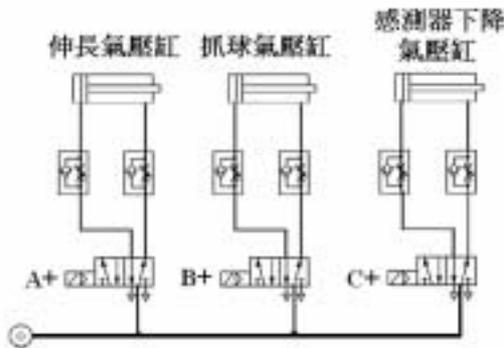


圖 2 氣壓迴路圖



圖 3 取、存球機構的實體照片

(3)感測器升降氣壓機構

因履帶式機器人在上坡與下坡時之轉角位置，感測器固定板放低會有干涉，而磨到轉角之地面，所以要有升降功能，才可避開上坡與下坡時地形轉角之問題。

(4)下坡緩衝器

下坡緩衝器機構如圖 4，因梯形障礙物下坡會使機器受到衝擊，而影響機器行徑方向，我們使用下坡緩衝器，來降低機器受到的衝擊，減少感測器的失誤率。

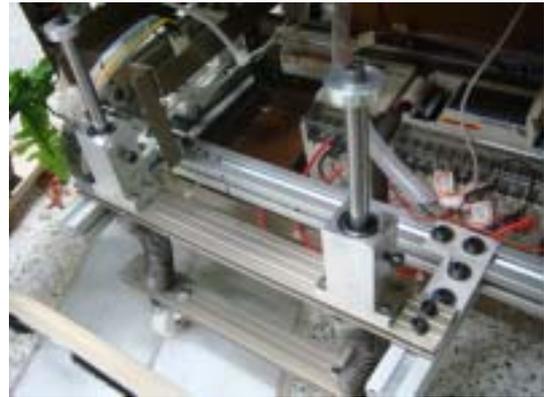


圖 4 下坡緩衝器照片

機電控制

(1) 控制器

本機器人所使用的控制器是利用豐煒公司出產，型號為 VB2-32MT 之可程式控制器 (PLC) [1]，包括主機與數位轉類比 (DA) 模組。輸入訊號經可程式控制器主機內程式運算，將運算結果之數位訊號經數位轉類比 (DA) 模組來驅動所有的馬達與氣壓缸。我們設計成只需按下一個開關之後機器人會照順序動作，執行尋軌與取球之工作。我們以順序控制之方式，採用「Ladder Master 編輯軟體」[2] 撰寫 PLC 程式，其順序控制流程如圖 5。可程式控制器如圖 6 之主機與 DA 模組。



圖 5 順序控制流程圖



圖 6 PLC 主機與 DA 模組照片

(2) 尋軌用感測器

要使機器人能順利的從出發區出發到取球區、迴轉區及置球區最後衝刺達陣，我們決定採尋軌方式。因競賽場地之標示線為中間寬 10 cm 黑線，二邊各 5 cm 白線。我們必須找到能準確的分辨黑色與其他顏色的黑色顏色感測器，最後我們採用紅外線光反射器 CNY70 [3] 作為尋軌感測器。

當 CNY70 接觸到地面時，若地面為淺色時(如場地中的白色)就會使光電晶體受紅外線照射呈低阻抗，就會形成一個迴路，並傳到 PLC 讓程式做其判斷。若地面為深色時(如場地中的黑色)因未受光照射時，則呈高阻抗，就不會形成一個迴路，再傳回 PLC 作為程式判斷。我們採用 5 個 CNY70 感測器，其編號為 x0~x5，如圖 7 所示之感測器排列圖。

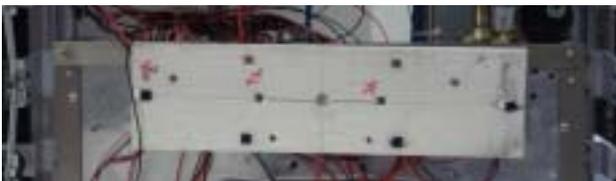


圖 6 感測器排列圖

(3) 取、置球用感測器

要使機器人準確的停在取球與置球的位置，我們特意在機器人取球邊多加一個 CNY70 感測器，如圖 8 所示。感測取球區與置球區的 T 型軌道位置，使機器人取、置球更加準確。



圖 7 取、置球用感測器

機器人成品

製作完成之機器人作品如圖 9 之照片。因機器人的底盤設計為履帶式的結構，與坦克車類似，故以坦克車之概念，設計結構外觀。我們之造型後之完成品，如圖 10 之照片。圖 11 與圖 12 為競賽時之照片。



圖 8 無敵坦克機器人之側視照片



圖 10 無敵坦克機器人造型後之照片



圖 11 無敵坦克機器人在競賽時之照片



圖 11 無敵坦克機器人在競賽時之照片

參賽感言

這次參加 TDK 競賽真讓我們感到緊張萬分，原本看著學長們的比賽影片，都覺得這種比賽很簡單，沒想到實際去比賽時，卻發現有人做出動作如此迅速準確的機器。這

次很高興代表學校來參加比賽，因為這次真的讓我們發現許多很有創意的機器，尤其是看到樂高積木組成的機器，更是讓我驚訝不已。從七月份就開始針對題目做深入的研究，從底盤開始製作，開始像蓋房子依題意去研究機器的取球裝置，感測器的排列，學習控制機器人的做動方式，於是開始著手製作，不斷的實驗測試，做出這台無敵坦克。我們努力打到了最後關頭，還是輸給了兩台快又準的隊伍，但我們不難過，因為已經盡到最大的努力，看見其他學校各式各樣的創意，對我們來說也算是有相當大的收穫了。

感謝詞

感謝這次 TDK 的主辦單位的舉辦，更感謝南開技術學院的大力支持，看見各領域的老師都願意犧牲休息時間來幫助我們，真的讓我們感激不盡，尤其是耐心指導我們的陳振華老師、樊漢台老師、白明昌老師，謝謝你們願意跟我們一起研究到晚上，這次的比賽經驗真的讓人感到好寶貴、好充實。

參考文獻

- [1] VIGOR 系列可程式控制器使用手冊，豐煒科技公司。
- [2] Ladder Master 編輯軟體操作手冊，豐煒科技公司。
- [3] CNY70 感測器資料文件，telefonica 公司，
<http://personal.telefonica.terra.es/web/x-robotics/downloads/datasheets/cny70.pdf>。