

## 自動組：南開創新隊 移動堡壘機器人

指導老師：陳振華

參賽同學：李倫德、詹凱為、張啟賢、施志協  
南開科技大學 自動化工程系

### 機器人簡介

移動堡壘機器人，是以穩定性為優先考量所設計的，結構外觀設計成猶如中古世紀的城堡，以沉穩的動作來達成任務。其主要之特色，包括（1）全向輪底盤結構，使用四輪二軸傳動方式，可達到機器人本身不作 90 度的旋轉也可橫向移動，達到其穩定性及節省轉向時間的效果。（2）上坡輔助輪，因特殊的底盤設計，使得上坡時會使兩側動力輪因懸空而失去爬坡力，因而使用鏈條帶動前方輔助輪，使輔助輪產生動力帶動機器人爬坡。（3）分球機構，參考了夜市中常見的彈珠台，彈珠台上的彈珠會因上面的釘樁而隨機改變落下路徑，應用此原理，如果今天我們希望球要往右落下，那就使用氣壓缸阻擋左邊的路徑，迫使球往右落下，使母球或子球進入左右兩側的存球區。（4）光電感測器，我們使用了開放電子公司型號 N-ER-01N 的光電感測器分辨是否為種子球或非種子球。（5）採用紅外線光反射器 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程式控制器中，本機器人共採用 4 個 CNY70 感測器。（6）取球機構，利用一組長氣壓缸，從起點出發時便立即伸出，在爬上坡的同時推開組球板取球，使球落入分球系統。（7）使用可程式控制器控制尋軌的自走路徑與放球動作及時機，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，執行取球與尋軌之工作。而後沉穩的執行步驟，達成任務。經過預賽之考驗，晉級前八強決賽中，更是以滿分的完美方式達成任務。雖然是敗於達成任務之速度較慢，但是其穩定性是一流的，證明了我們的機器人設計是可行的。

### 設計概念

針對題目的要求機器人從出發區出發，爬上斜坡推開檔球板取球，上坡時因特殊的底盤設計，使得上坡時會使兩側動力輪因懸空而失去爬坡力，因而使用前方輔助輪產生動力帶動機器人爬坡。確實取球後，利用 CNY70 感測器尋軌，以赤道為基準，使機器人走到赤道並進行分變子球或母球的工作。在這當中我們利用氣壓機構分球和置球等多項工作。因為它的結構簡單又比較穩定，可以較順利的分球和置球又不容易失誤，這是我們選用氣壓缸當作我們取球的工具的原因。接著以赤道為基準，利用 PLC 程式，以計時器的方式，控制機器人到達球箱的附近，再以裝置在機器人最外圍的微動開關，碰撞赤道上的球箱，再放入子球。同樣的，以相同的方式及原理，使機器人走到北極和東京或紐約，完成任務中所要求的置球與擊鼓，順利的達成任務。

### 機構設計

移動堡壘機器人之組成，機構設計分下列四大部分：

#### (1) 載體驅動系統 - 機器人底盤

機器人的底盤設計為配合全向輪的功能，而設計了四輪二軸的傳動方式，並選用鋁型材製造車身。此四輪二軸式底盤結構的實體圖如圖 1，其中主要設計重點係針對高穩定度與確實的傳達動力為重點考量，將設計成以二個 DC 無刷馬達 [5] 加上 10:1 傳動齒輪組來加以帶動。驅動輪與馬達之軸承支座，因是採四輪二軸方式，所以採共軸組化設計，這樣一來便不會有四個輪子出力不相等的問題。而為何選購全向輪，是因輪面上有輔助輪系設計的結構，使的全向輪除了能做到直線前進的動作，還能打破傳統輪子的觀念，做到軸向移動，如此一來便可達到本體不旋轉，也可全方位移動功能，減少更多執行動作的消耗時間。



圖 1 四輪二軸式底盤結構的實體照片

### (2)取球與擊鼓機構

本機器人所設計的取球機構，是利用一組長氣壓缸配合一個電磁方向閥之氣壓系統。圖 2 是實際取球機構之照片。其作動方式：首先長氣壓缸伸出，當爬上斜坡時，同時推開檔球板取球，取球機構上的微動開關在觸碰到檔球板的同時會開始計時，當計時完畢後便會縮回，避免下坡時取球機構上的尼龍繩會造成阻力妨礙路徑，至於取球機構上的尼龍繩是用於之後的擊鼓動作，雖然尼龍繩具有彈性，能造成的推力也不大，但經現場測試後，要推動擊鼓棒仍是足夠的，這樣一來也達到了一機二用的功能。



圖 2 取球機構的實體照片

### (3)分球機構

實際分球機構如圖 3 所示，利用夜市裡常見的彈珠台原理，控制球的路徑，使子球與母球分別落入左右不同的存球區，利用日常生活中的曬衣夾如圖 4 所示，做出了類似於扣環的功能，曬衣夾上的彈簧除非有外力擠迫，否則不會讓球離開存球區，最後當到達定點時，利用 P L C 程式，啟用左右兩邊氣壓缸，來選擇推出子球或母球。



圖 3 分球機構與實物的對比圖



圖 4 日常生活中曬衣夾的阻球應用

### (4)上坡輔助輪

上坡輔助輪機構如圖 5，因特殊的底盤設計，使得上坡時會使兩側動力輪因懸空而失去爬坡力，圖 6 為上坡輔助輪的模擬圖，因而使用前方輔助輪產生動力帶動機器人爬坡。

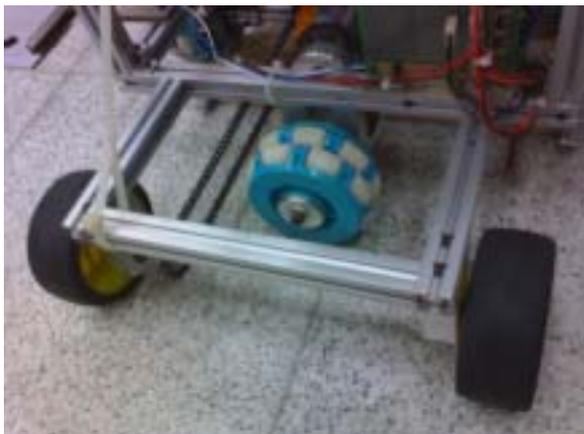


圖 5 上坡輔助輪照片



圖 7 PLC 主機與 DA 模組照片

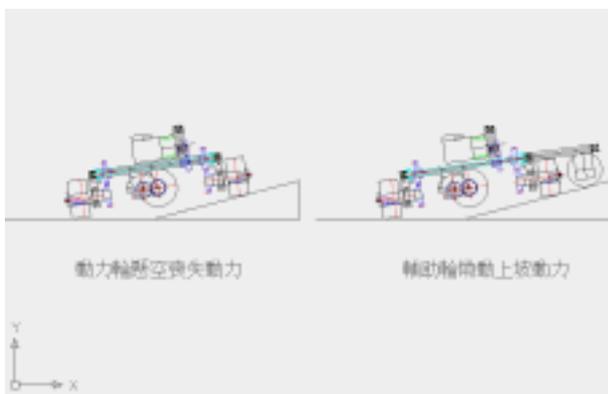


圖 6 上坡輔助輪的圖面模擬

## 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 VB0-32MT 之可程式控制器 (PLC) [1]，包括主機與數位轉類比 (DA) 模組。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。採用的控制器如圖 7 之 PLC 主機與 DA 模組。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 8。

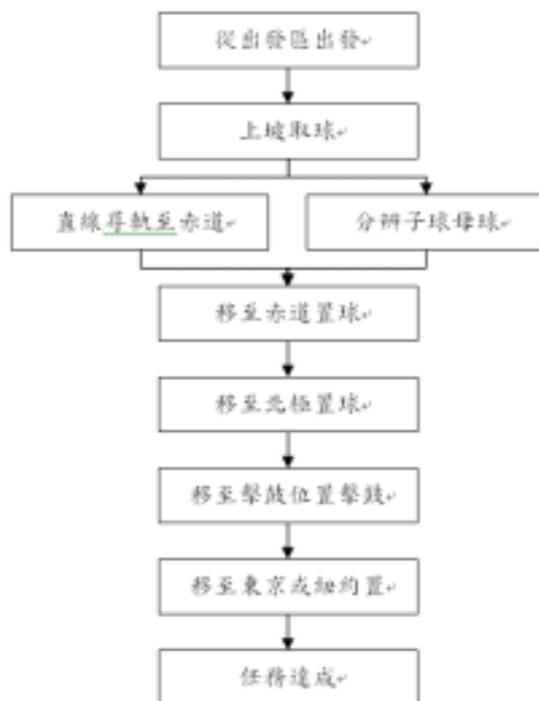


圖 8 順序控制流程圖

### (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，到達赤道接著北極，最後的東京或紐約，我們決定採尋軌計時的方式。因競賽場地之標示線多數為仿造地球儀上的經緯線，多數為曲線，唯有赤道與換日線為直線，最後決定將赤道做為計時器的基準。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。

### 機器人成品

製作完成之機器人作品如圖 11~12 之照片：

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 4 個 CNY70 感測器，其編號為 x11~x14，如圖 9 所示之感測器排列圖。

#### (3)顏色辨識感測器

要使機器人準確的辨識子球與母球，我們特意選用了開放電子公司型號 N-ER-01N 的光電感測器來判別，如圖 10 所示。因 N-ER-01N 獨創應用白光 LED 元件，配合特殊設計的電子迴路與光學系統，能輕易的辨識白光 LED 照射襯底上的顏色[4]，如：黃、橙、紅、綠、藍、棕、黑，而他所能辨識的顏色正好符合我們這次比賽任務的需要。



圖 11 移動堡壘機器人之前視照片

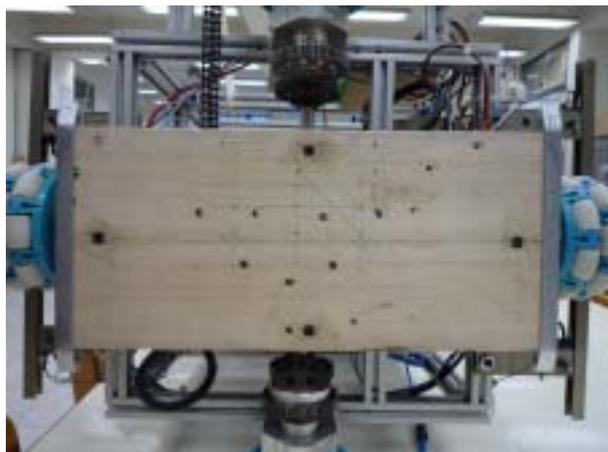


圖 9 感測器排列圖



圖 10 取、顏色辨識感測器



圖 12 移動堡壘機器人之側視照片

### 參賽感言

算了算，距離大會結束也有好一段時間了，現在回想起當初參賽的熱情，還真是有一種初生之犢不畏虎的感覺，看了前幾屆學長姐的比賽影片以及參加了台北研習營的研習，說實在的，當初怎麼會有一切不過是如此的想法，聽人說過一句話：『看似簡單的東西，實際做起來才知道它的難處。』，沒有任何經驗的我們，單單憑著滿腔熱血，天馬星空的胡思亂想，才明白現實不如想像中的簡單，但憑著『從哪裡失敗，就要從哪裡站起來』的意念，沒有任何經驗的我們，也只能像個傻瓜一樣，努力測試、研究錯誤。

同時也很慶幸當初選擇了參加 T D K 大賽，在參加的各校裡，我對明新科技大學的機器人格外的有印象，發覺當初覺得自豪並絕對沒人想到的機構，我竟然會在明新科技大學的機器人，看到了它的影子，雖然最後我當初的點子沒被採用，不過也明白了，其實要想出一個具有獨創性的點子其實真的不容易。雖然只打進了前八強，其成績也不是那麼的令我滿意。但是我很自豪，自豪我參加了 T D K 大賽，除了學到了很多務實的經驗，也得到了很多難忘的回憶。

### 感謝詞

很感謝台灣東電化股份有限公司，贊助並舉辦了這麼一場有意義的競賽，可以讓學生得到寶貴的實務經驗，了解研發的困難。在此也要感謝南開科技大學的支持，以及陳振華老師、樊漢台老師、白明昌老師的指導，以及義氣相挺、兩肋插刀的學長，真的是辛苦你們了，套句當下的一句話『就感心ㄟ！！』，有你們真好。

### 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>。
- [4] 開放電子公司 N-ER-01N 資料文件。  
<http://www.t.kfpssensor.com/>

- [5] 泰映科技股份有限公司 DC 無刷馬達 資料文件

<http://www.troy.com.tw/>