

## 自動組: C4 RDX

指導老師：林達德

參賽同學：余世忠、呂孟林、黃品翔、陳韋太

國立臺灣大學生物產業機電工程學系

### 機器人簡介

本機器人命名為「RDX」，其設計之目的，就是為了能以最爆炸性的作動，完成取得目標物，並在極小的誤差內，到達每一個放置目的地，成功放置目標物，機器人運行的過程中，完全採取自動控制，不需人為介入控制，即可完成任務。

本機器人設計之特色，在於運用最簡單的機構作動，來完成複雜的任務。機構設計直接而明確，用直接且明確的動作設計，完成任務，避免過多的動作所可能造成的誤差，展現高穩定性、高強健性、程式控制的邏輯清晰，是自動化精準控制技術的展現。

### 設計概念

1. 本機器人之設計概念就是追求爆炸性的力量及在控制上的精確。
2. 在動作機構的設計上，基本上就是簡潔快速，不希望有過多複雜的設計，避免在精度上的誤差。
3. 主要結構由鋁擠型構成，部分以工程塑膠與塑膠瓦楞板，而需要高精度之結構的部分以快速成型機製作。
4. 本機器人所採用的策略以不停止為主要目標，設計了一套可以在行走間取吉祥物以及置放吉祥物的動作。
5. 取放寶物則是以跨越入口平台來達到行走的最短路徑，其中取寶物部分所需要的抬升機構相當快速而且不需要另外的動力源，期望在最短時間內完成所有任務。

### 機構設計

機構主要包含了車體、取放吉祥物機構、抬升機構以及取放之寶物機構。

1. 車體：為了讓車體跑得更快，車體就必須要輕量化，所以全部車身骨架都採用 1mm 厚的鋁方管製做，而承接馬達座的部分因為要求精細，又為動力的來源，所以這部分採用更堅固的 2mm 厚鋁方管。另外為了配合獨木橋的寬度，使用了兩個萬向滾輪，同時可避免轉彎時，車身不至於偏差太多。實際車體機構如圖一。



圖一 實際車體圖

2. 吉祥物機構：吉祥物抓取手臂長 60 cm，使用伺服馬達進行轉動角度的控制，吉祥物上裝有倒鉤，車子路過吉祥物時抓取手臂勾住吉祥物上的倒鉤拿取，此裝置的特色是拿取及放置吉祥物時，不需要轉彎靠近吉祥物平台及展示台。車子可直線前進。取放吉祥物機構與吉祥物如圖二。



圖二 取放吉祥物機構與吉祥物圖



圖四 取放寶物機構圖

3. 抬升機構：使用兩組彈簧以及自製滑軌，在一開始狀態將彈簧壓到底，用一簡單機構固定，待取完寶物後彈開，即可達到需要高度，並不需要額外動力源，如圖三所示。其中圖 (a) 為抬升機構全圖，圖 (b) 為一簡單固定機構圖。



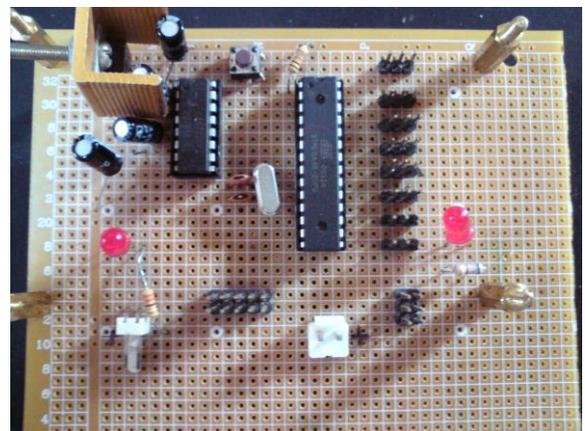
(a) (b)

圖三 抬升機構圖

4. 取放寶物機構：如圖四所示，我們抓取寶物的方式是使用畚箕的概念，使用直流馬達配上齒條直線推出收入寶物盒子上層的方式將所有寶物都掃進寶物盒子之中，寶物盒內的分隔道會將所有寶物分成 3 列，使用彈簧將寶物盒抬高至 40 公分高後，盒子往前推放出寶物，使用重力放置的方法，分類出要的寶物置於寶物平台上，不要的自然掉落到地面上。

### 機電控制

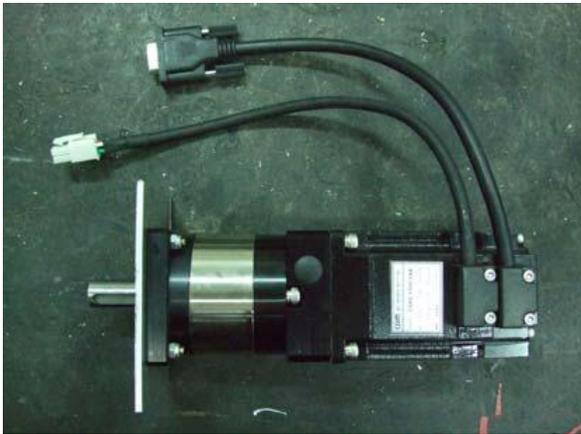
1. 電路：
- a. 伺服馬達控制：如圖五所示，使用 AVR 單晶片作為控制伺服馬達的驅動電路，利用 10-bit Timer 的功能準確的控制 6 顆伺服馬達的運作狀態，並且藉由 UART 與電腦溝通，可以從電腦端準確的控制目前機器人的機構狀態。



圖五 伺服馬達控制電路圖

- b. 馬達驅動器：定位機器人行走距離，在策略上可配合路徑檔行走控制模式。電腦藉由 RS232 傳指令給控制電路模組 CSR230，控制電路再將指令已同步連動的方式，將控制訊號傳給兩顆馬達驅動器來準確的控制機器人目前所在位置，馬達的編碼器也會回授訊號給控制器，告訴控制器馬達現在的狀態，如轉速、輸出電流、相對位置等等，幫助我們來建構一個更精確的

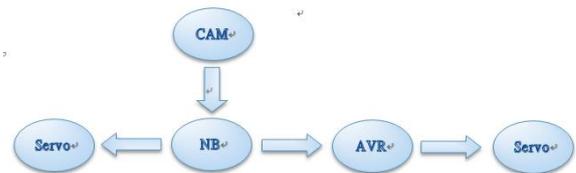
控制系統。圖七為我們選用之伺服馬達與編碼器，有著我們所需求的輸出扭力與精準度，圖八為與馬達搭配之驅動器。



圖七 伺服馬達與編碼器圖

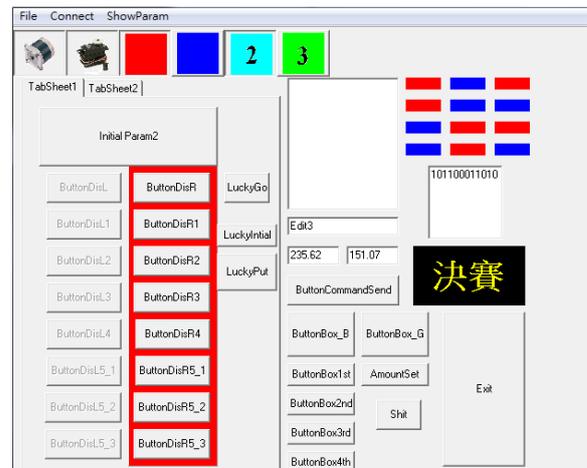


圖八 馬達驅動器圖



圖九 系統架構圖

- b. 在電腦端，主要利用 Borland C++ Builder 6 來開發控制軟體，彈性較大，也可自己撰寫測試的程式，利用 USB TO RS232 控制單晶片，很方便，缺點就是必須將電腦架於機器人上，增加重量。在控制介面上，我們可以控制馬達的轉速、行走距離、加減速、路徑規畫，以及對於目標物取放的選擇設定，更可以將攝影機的資訊與運算結果回傳，藉由攝影機資訊的回授，判定是否要做修正，以達到精準的路徑。其程式控制介面如圖十所示。



圖十 軟體介面圖

2. 程式軟體：

- a. 程式：使用攝影機校正機器人所在位置，在每一關開始的位置偵測出現在機器人所在位置來得知實際位置與預測位置的差異，以便於更精準的抵達目的地。系統架構圖如圖九。

### 機器人成品

完成品如圖十一，大置上符合我們的預期，其精確度雖不如預期完美，但在經過反覆的測試，確認其再現性相當高，又有強健性。每一個機構的作動都能符合我們最初的设计，有效且穩定。



圖十一 機器人完成品圖

### 參賽感言

#### 余世忠:

這是第二年參加 TDK 競賽，擔任的腳色由隊員成了隊長，讓我學習了如何帶領團隊有效率地完成任務。幸運地進入第二天的賽程，見識了其他國家獨具特色的機器人，感謝 TDK。

#### 陳韋太:

這次比賽我主要是負責機構設計及製作，我覺得學到了非常多的東西，其中最重要的是，如何針對需要達到的功能去設計需要的機構，最後把機構至做出來，在這整個從無到有的流程之中獲益良多。

#### 呂孟林:

參加 TDK 使我對機構設計及電路控制更加熟悉。此外，也懂得材料選購的考量以及取得方式，而最讓我印象深刻地則是各路好手的技術，讓我了解到自身能力的不足，並期許自己能更加成長。

#### 黃品翔:

在大學體系下所學的幾乎都是理論及計算，這次參加了 TDK 讓我對於機構、車體的設計與製作有更進一步的認識。藉由觀察各隊伍用的各種不同機構、不同動力源都讓我眼界大開並且學到很多。

### 感謝詞

這是一場成功且盛大的比賽，說是國內最大的競賽類機器人比賽一點也不為過，感謝主辦單位的完整規劃、大筆經費的投入以及數不盡的人力的付出；感謝各參賽隊伍，讓我們見識到不同的技術以及創意；感謝指導教授林達德老師的熱情相挺；感謝各位隊友的辛苦合作，大家全力的付出，為我們贏得了最大的榮耀與最甜美的回憶，大家都辛苦了。

### 參考文獻

- [1] 楊明豐(1998) 8051 單晶片設計實務
- [2] 李長林(1995) AVR 單片機應用設計
- [3] Freire, E., T. Bastos-Filho, M. Sarcinelli-Filho and R. Carelli. 2004. A new mobile robot control approach via fusion of control signals. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B. 34(1): 419-429.
- [4] Chung Y., C. Park and F. Harashima. 2001. A position control differential drive wheeled mobile robot. IEEE Transactions on Industrial Electronics. 48(4): 853-863.