

## 自動組(遙控組)：B4 及 精準

指導老師：江昭皚

參賽同學：劉昶志 余世忠 楊力行 洪明彤

國立台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「精準」，其設計之目的，就是為了能以最精準的作動，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。

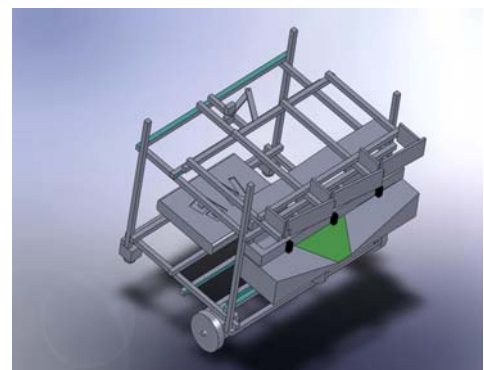
### 設計概念

1. 本機器人設計概念就是追求「精準」與「快速」，在控制上要求做到完全的精確，在測試時就能達到把分之百的成功率，並再不斷調整追求速度的提升。
2. 在動作機構的設計上，基本上就是簡潔快速，沒有過多複雜的設計，避免在精度上的誤差，同樣也是以追求快速且穩定為中心訴求。
3. 當初的取球機構有考慮過用夾子來取物，可是考慮到夾子不夠穩定，所以想採用較穩定的，一個隔間推出去，把隔間關閉，然後拉回，這樣取物最為穩定也較簡單。
4. 想要有直線運動，最佳的現成材料，就是去家具行買抽屜的滑軌。
5. 要將抽屜的滑軌推出是當初遇到的其中之一的問題，要在有限的距離內，伸出很長的距離，這是一個挑戰，當初有考慮過是否要用氣壓來當動力將抽屜推出，不過測試後，發現使用連桿剛剛好能夠解決，為了增加耐用度，所以把推動抽屜的馬達增為兩個。
6. 要將關在隔間的物品落下，在經過幾次的模擬跟測試

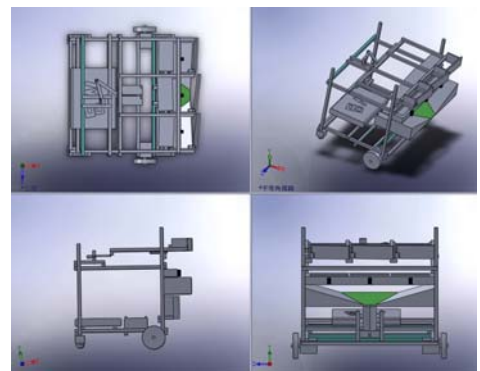
之後，發現由伺服馬達來當作卡住夾層的開關最為妥當，落下的過程不會有卡住的情形。

### 機構設計

大體的設計上，總共分為三層，最上層是取球機構，第二層是置球機構跟電路系統，最下層是馬達座跟電力系統。圖一為本機器人之 3D 設計圖，圖二為各個視角之設計圖。



圖一



圖二

#### 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 1 mm 厚的鋁方管製作，如圖三所示，而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 2 mm 厚鋁方管。為了考慮到轉彎時，

車身不至於偏差太多，所以採用的是三輪車機構，圖四可以看到的萬向滾輪。



圖三



圖四

## 2. 取物機構：

使用抽屜滑軌當作一個平台，而此平台前面則裝置三個隔間，當抽屜伸出，隔間關閉，再把抽屜拉回，即可達到取物的目的。隔間的材質均由塑膠板製做，而把隔間關閉則是靠三個伺服馬達控制，而將抽屜拉回則是靠兩個超大的伺服馬達加上連桿機構將抽屜拉回，如圖五所示。



圖五

## 3. 置物機構：

此機構包括三個伺服馬達跟一個塑膠滑道，使用三個伺服馬達控制三個隔間底層的開或關，來決定要讓哪一隔間內的物品落下，如圖六所示，當物品落下時，物品會撞到塑膠滑道而修正方向，所以不管是第幾個隔間落下的物品，皆會從中間的方向彈出。



圖六

## 4. 選物機構：

這次利用的是事先選物的判斷方式，事先知道物品所擺放的順序，進而對機器下指令，讓機器之道順序，這就是置次的選物機構。

## 機電控制

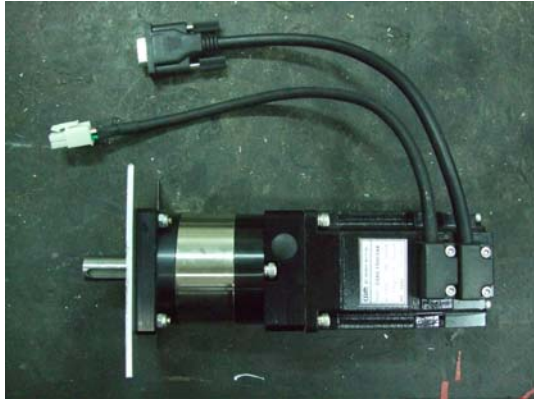
由於此次競賽需要完成一個整合性機器人，包括感測器及制動器，為了使各電路分工清楚，且各自獨立負責，所以我們打算單元件單電路的方式製作，亦即各元件皆有屬於自己的電路，不為一整合性的整體電路，未來不論在偵錯或是改變設計上，都較具有彈性，但缺點就是需要大量和電腦溝通的 RS-232 埠。

### 1. 電路：

以下為 2 個主要電路區塊：

- a. 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。

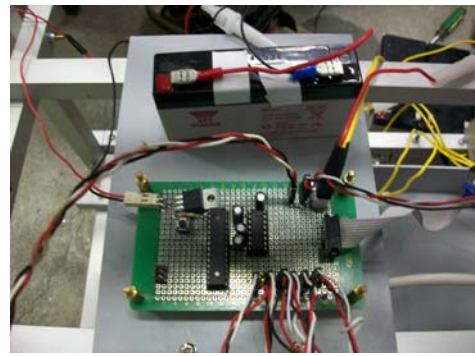


圖七 伺服馬達與編碼器



圖八 馬達驅動器

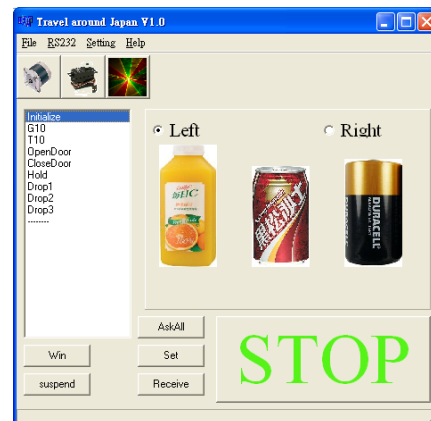
- b. 伺服馬達控制：在取物置物時，需要分別準確的控制 8 顆伺服馬達。藉由電腦下達指令，方便使用。伺服馬達的控制是流程控制，所以我們不採組合語言而改用 C 語言的方式繕寫程式，不僅易於偵錯，未來若需要修改程式，也有較大的空間。使用 AVR 單晶片作為控制伺服馬達的驅動電路，利用 Timer 的功能準確的控制 8 顆伺服馬達，並且藉由 UART 與電腦溝通，可以從電腦端準確的控制目前機器人機構狀態。其完整伺服馬達控制電路如圖九所示。



圖九 伺服馬達控制電路

## 2. 軟體：

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，更將雷射掃描機的資訊與運算結果回傳，藉由雷射資訊的回授，判定是否要做修正，以達到精準的路徑。其程式控制電路如圖十所示。



圖十 軟體介面

## 機器人成品

完成品大置上符合我們的預期，其精確度的確能達到我們的要求，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設計，有效且穩定，最後完成一趟任務的時間為 27 秒。



### 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；感謝指導教授江昭鎧老師不厭其煩的指導，全力地支持；感謝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。



圖十一 機器人完成品

### 參賽感言

**劉昶志：**從大二開始，一路到大學畢業進入研究所，我總共參加了三屆的 TDK，從帶著學習心態的學弟，一路變成帶著學弟往前衝的學長，這過程中真的讓我成長了很多，不管是在製作設計的過程中，還是在比賽看到優秀對手的時候，在連續失敗兩年後，終於拿到了個名次，在我就要脫離學生生涯的前夕，感謝很多一路上教導我、陪伴我的老師、學長，還有一起攜手奮鬥的夥伴、學弟妹，我們終於完成了目標。

**楊力行：**這次做 TDK 的心得，因為這是我們目前為止參與製作過最大的遙控車，車體以及取球放球機構的構想都是經由組員們共同討論激發出來的，最後製作出成品的感覺是很有成就感的，當然，有許多學長的建議之下，減少許多錯誤的機會，讓我們在製作過程中的挫折感減少很多，很感謝學長們的經驗傳承。

**洪明形：**第一次參加這種比賽，和同組的大家一起討論想法，還有實際做出我們的機器人是很有趣的經驗，從比賽前準備到比賽結束，都讓人印象深刻。

**余世忠：**在比賽過程中學習到很多東西，都是無關技術卻更重要，能夠建造出如此穩定的系統覺得很驕傲，感謝 TDK 舉辦了這次的競賽，讓我們有實際動手的機會。

### 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.

