

## 專科組：勤益 E-Robot 催狂魔

指導老師：黃國興 教授  
參賽同學：王元成 周孝章 蕭文霖  
國立勤益技術學院 電子工程系

### 機器人簡介

勤益 E-Robot 隊著眼於本屆全國大專院校創思設計與製作競賽的重點在於比[高度]外，速度、堆疊木箱的戰術與臨場反應，相形之下更為重要。加上賽程規劃緊湊，機器人的穩定性和機構的強度有很大的關係。預計一場比賽下來，木箱堆積量最多約 10~15 塊。本組採取不和別組比高度，改採用快、狠、準的方法。

機器人特色：

- 1 最慢行走速度 1 公尺/秒。
- 2 總重控制於 30 公斤以下。
- 3 四秒內達成升降衝程。
- 4 PLC 控制和順序控制兩種模式。
- 5 控制盒和車體距離 3 公尺。
- 6 氣壓夾取和氣壓變型。
- 7 變型前要有 1 立方公尺體積。
- 8 可以做定點風車旋轉。
- 9 升降機構由滑車和滑軌組成。

### 設計概念

我們將機器人分為五大部份，車體底盤(行走部)、夾取部、升降部、控制部、氣壓部。  
車體底盤的強度決定機器人整體的穩定性，我們將娃娃車改裝，建構龍骨於娃娃車底盤，將電池架放置於龍骨尾端，來達到配重的目的。兩顆行走馬達透過減速箱，扭力更大。輪胎部份，我們選擇材質較軟，胎紋紋路較深的輪胎，來增加摩擦力。  
夾取部構成內容是兩個氣壓缸、夾取支架、兩組滑車、四個輔助輪組成。透過升降部帶動滑車，輔助輪導正夾取支

架，最終目的是讓氣壓缸直接夾取目標物。

升降部是由 140cm 主滑軌、兩個 120cm 副滑軌、繩輪機構、大氣壓缸所構成。藉由馬達的驅動，繩輪機構收放布繩帶動滑車在主滑軌內升降。

控制部主要是控制器、六顆繼電器、兩顆電磁閥。控制器透過繼電器組的邏輯控制來判斷升降馬達和行走馬達的正反轉，透過電磁閥來控制氣壓缸的動作方向。

氣壓部是三點組合、3.5 公升蓄壓缸、四個節流閥、三個氣壓缸組成。主要目的是透過電磁閥的控制，利用氣壓完成夾取、變型動作。

### 機構設計

本屆機器人比賽內容並沒有障礙物，純粹為測試機器人機構的靈活性、精準度、速度和操控員的臨場反應。經過多次的開會討論，嘗試過不同種類的機構之後，我們的心得是，越是簡單的機構，在修護、加工、拆裝，都可以省下很多的時間與麻煩。

#### 車體底盤

為了減少底盤製作的時間，我們利用娃娃車的底盤進行改裝。建構龍骨於娃娃車底盤，將電池架放置於龍骨尾端，來達到配重的目的。兩顆行走馬達透過減速箱，減速後轉速為 158 RPM，行走速度約為 100cm/sec。輪胎部份，我們選擇材質較軟，胎紋紋路較深的輪胎，來增加摩擦力。

#### 夾取部

為了要求機構簡單化、輕量化，我們選擇鋁合金來製作夾取支架(圖 1)，四個直徑 2cm 塑膠輪小鋁塊做為滑車(圖

2)，四個輔助輪的作用為增加夾取機構的穩定性。夾取的方式透過兩組節流閥，調整氣壓缸速度，並利用兩個氣壓缸夾取或放置木箱，達到得分目的。

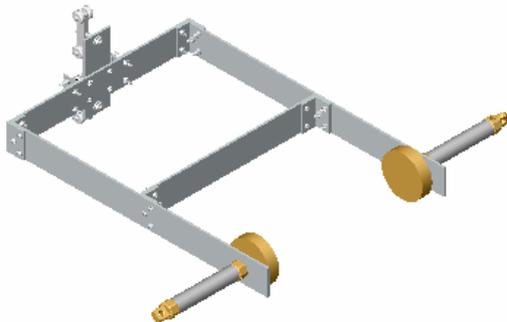


圖 1 夾取機構

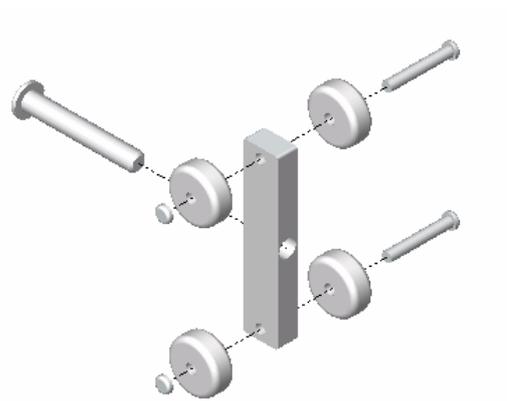


圖 2 滑車分解圖

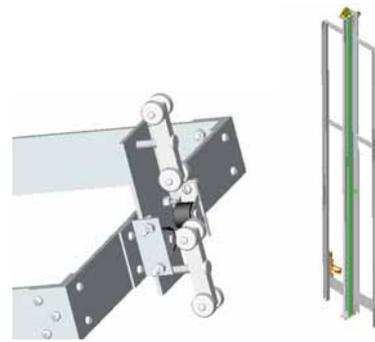


圖 3 雙滑車與滑軌

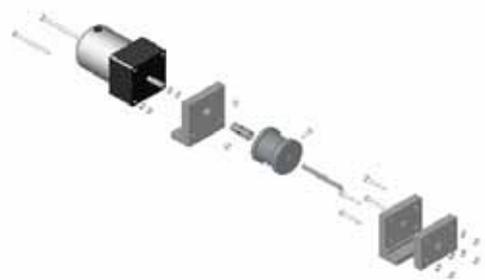


圖 4 繩輪機構分解圖

變型機構由大氣壓缸和卡榫機構(圖 5)所組成，大氣壓缸帶動滑軌，造成變形動作。變形前機器人高度約為 99cm，長度為 87cm，變形後機器人高度可達 140cm，長度約縮短至 70cm。

### 升降部

升降部份可細分兩大機構，變形機構和升降機構。升降機構由夾取部雙滑車、四組輔助輪和夾取部滑軌(圖 3)所組成，利用繩輪機構(圖 4)帶動滑車達成升降動作，繩輪機構是由 DC 12V 馬達、減速機、萬向接頭、心軸、軸承所組成，藉以帶動繩輪盤。馬達規格為 DC 12V，額定轉速 4300 RPM，外接 1:60 減速機。繩子線徑為 1mm 布繩。

最大擺放高度為六塊木箱，可在三秒內達成上升下降動作，最大負重可同時擺放三個木箱，並同時夾取、放置。

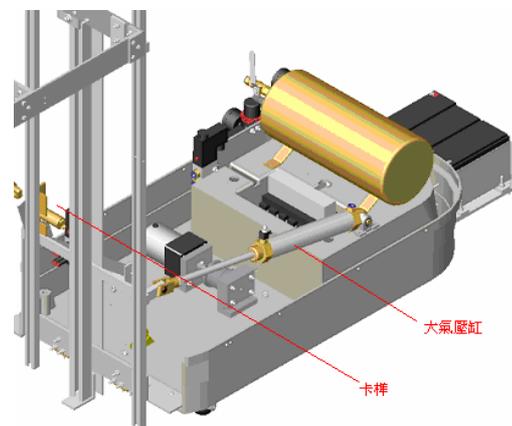


圖 5 大氣壓缸與卡榫機構

### 機電控制

為了採用快、狠、準的方法，我們的機器人必須能夠操控自如，才能順利且快速地完成每項動作。所以為了維持高機動性，利用速度來節省時間，決定簡化電路不做複雜的微調電路，我們單純的只使用單電壓(12V)的方式，不降壓且利用操控手的操控力來控制機器人，藉此來避免控制器上的開關數量太多，而有誤動作的情況。我們寧願調整減速比的比例，來迎合操控手的操控習慣，也不想讓電路太複雜，導致發生故障時，不易發現線路的故障點。

當我們完成整體機器人時，結果反應出我們的觀念是正確的。例如：由於機器人是兩顆行走馬達驅動，速度要變慢時，可分開控制單一行走馬達，靠著操控手來調整方向。或者藉由減速機的調整，當要靠近目標時，利用滑行的方式靠近目標。

#### 控制部

設計控制盒時，將所需要的功能經討論過後定出，並精簡電路來保持操控手操控控制盒時的直覺性。我們定義四項基本輸入，透過 PLC 或繼電器的邏輯判斷，來輸出訊號至所要求的功能(圖 6)。在比賽前一個月，為了更精簡電路並實施單一電壓的策略，捨棄了 24V 的 PLC。

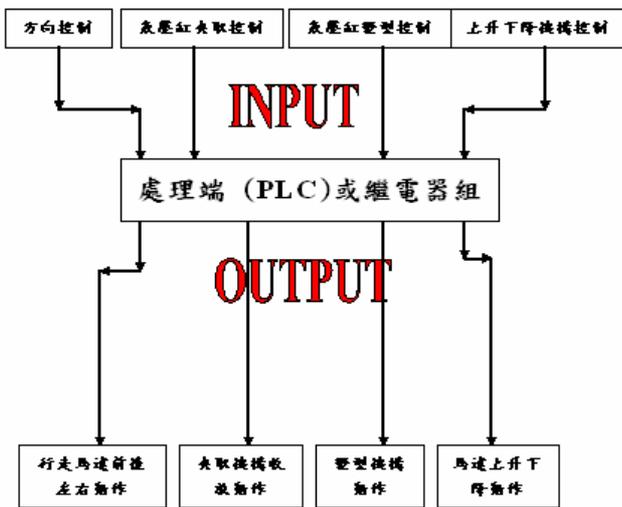


圖 6 輸入、輸出功能示意圖

透過上述的功能圖，催狂魔的電路系統以此做為設計藍本，來控制催狂魔的所有動作。我們應用學校所教授的順序控制，利用順序控制階梯圖(圖 7)來配線。

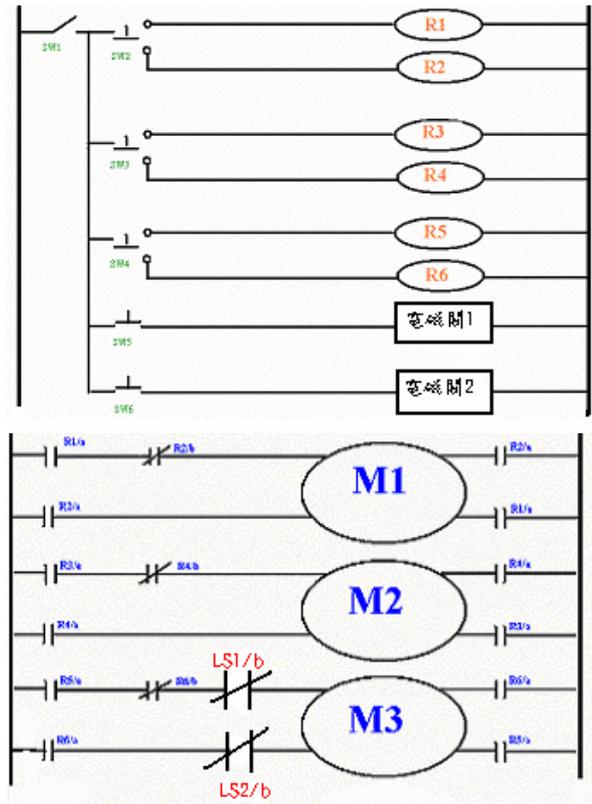


圖 7 順序控制階梯圖

透過階梯圖電路，我們的控制盒上有六個控制點，三個可做上下控制的三段開關(SW1、SW2、SW3)，各分別控制馬達正反轉，其中 SW3 為控制升降馬達的升降開關，當升降到達極限會觸動極限開關(圖 8)來保護機構，其餘是行走馬達開關，每顆馬達的控制皆有互鎖電路，防止電流方向錯誤所造成的短路現象而使馬達燒壞。兩組電磁閥由兩個二段開關(SW4 SW5)控制。

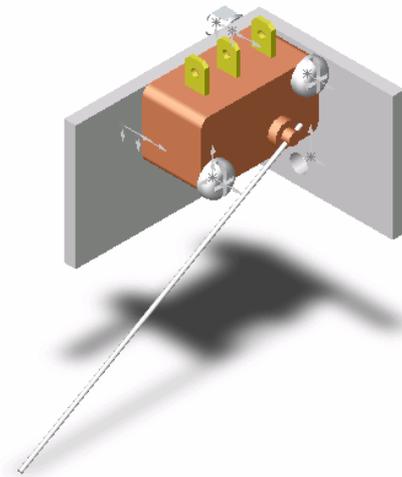


圖 8 極限開關

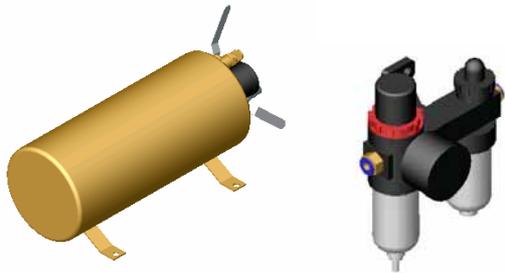


圖 9 蓄壓缸與三點組合

### 氣壓部

由蓄壓缸提供壓力源，三點組合調整壓力(圖 9)，利用電磁閥(圖 10)的邏輯動作，控制空氣的流向，達到夾取和變形的目的。

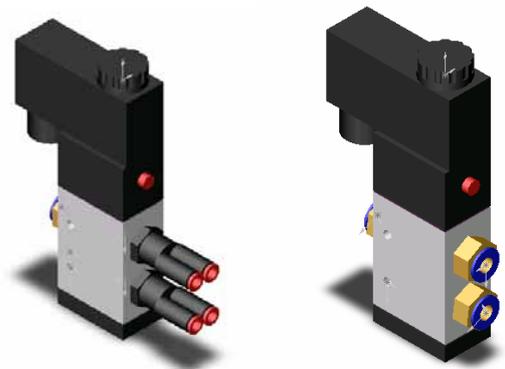


圖 10 夾取機構電磁閥與變形機構電磁閥

### 機器人成品

在完成催狂魔後，我們反覆測試每樣機構，並模擬操作機器人(圖 11)時可能會發生的問題，光是變形機構的單一零件就被換了三次，繩輪機構改了兩套，目的就是將機構故障率降到最低。

圖 12 為機器人的成品圖，此為變形後機器人的型態，速度可達 100 cm/sec，最大極限可堆疊六塊木箱，並可定點旋轉。3.5 公升的蓄壓缸提供 50~60 次的氣壓動作夾取，升降機構的升降速度為三秒完成升降動作。電池的續航力約為連續動作 20~25 分鐘。控制線長為 3 公尺，機器人總重約 24kg，控制盒重量為 0.4kg。



圖 11 機構製作實習照片



圖 12 機器人整體圖

### 參賽感言

參加機器人比賽是否能得名，並不是一開始就能由個人決定的事，製作機器人期間保持穩定的工作進度，又同時要兼顧課業，不是一件簡單的事。透過每週老師主持定期與不定期的會議，由會議中不斷提出意見，經過充分討論後，做成決議。每位隊員也要保持良好的溝通，讓整個機器人研製過程可以順利進行，同時也避免不必要的爭論。就我們製作機器人催狂魔期間，其最早的底盤設計理念並非以娃娃車來改裝，其中一位隊員希望能親手製作底盤，在經過幾次開會決議，採取投票方式來決定製作方法。另外在製作升降機構過程中，我們發現利用銑床製作的滑塊

來帶動夾取機構會有問題，我們立即召開會議集思廣義，找出最佳方案來解決，最後製作滑車來替換滑塊。

經過半年的設計與製作過程所得之經驗，讓我們了解創新和創意是在行動中獲得靈感，而不是一開始的紙上談兵就能斬獲。機器人的機構成熟度是比賽關鍵，要將機構設計到很完整，需要深思熟慮，更重要的是一定要有很長的測試階段，以我們這次比賽的專題來說，機器人不能碰觸堆疊檯座，機構強度要穩定，才有機會晉級。為了迎合每樣規定項目，我們花在測試的時間比製作的時間更為冗長。在進行機械加工之前，負責機構部份的隊員會將機械加工整個流程完全清楚的思考過一遍，將製作流程清楚的寫在白板上，以增加工作效率。並透過 SOLIDWORK 事先設計機構大致樣貌，利用密集的開會來監督各隊員的進度，所以每個人的工作進度均可達到預期的目標。一項被社會大眾廣泛使用的產品，一定經過無數次的測試和改進。基於這個理由，所以老師堅持在比賽前一個月要將機器人完成，然後進行長時間的測試，測試期間難免有零件損壞掉，在心理上多少會感到氣餒，但是我們非常明白，在測試中任何錯誤都可以隨時隨地的修正，如果在比賽中故障，那真的無言以對了。參選這次比賽讓我們了解傳承很重要。由於我們是唯一代表學校出賽的隊伍，加上是校史第二次報名參賽的隊伍，所以我們感到非常緊張，深怕無法預期的狀況會讓我們不知所措。

在研製機器人的專題中，讓我們學習到管理、溝通、人際相處、責任感、專業、領導能力、團隊合作、耐力、抗壓性、協調性、經驗、恆心、隨機應變的能力和旺盛的行動力與企圖心 … 等。培養出良好的做事態度和有效率的做事方法，對我們以後無論在學業或事業的發展上影響甚深。

### 感謝詞

感謝 TDK 和教育部舉辦這麼有意義的機器人創新設計與製作競賽，也感謝我們的母校『國立勤益技術學院』給我們機會參加這類的創作比賽，更加感謝我們的指導教授：黃國興博士，不辭辛苦的和我們並肩作戰，並在有問題時指導我們。感謝工管系工程組李國義老師和廖士榮老師的賽前義務指導。最後要感謝其他免費提供我們零組件的廠家，

沒有他們提供的零件，也就不會有催狂魔。

此次的機器人專題，除了參賽的三位主角外，其他四位專題生的幫忙更是功不可沒，還有研究生學長的建議，提供我們一些省思，獲益良多。

### 參考文獻

- [1] 曾賢勳、周溫成 “氣液壓學” 高立圖書有限公司 民 93.07. 第五版
- [2] 李宗良、林永立 編譯 “現代機構百科(上)(下)” 全華科技圖書股份有限公司 民 77.05. 初版
- [3] 余政光 “自動控制(初版)” 全華科技圖書股份有限公司
- [4] 張木生 “機械實物測繪” 全華科技圖書股份有限公司 民 88.01.
- [5] 鄭光臣 許明仁 “機械製圖實習” 龍展圖書公司 民 85.11.