

## 大學組：高科技隊 高科霹靂火

指導老師：余志成

參賽同學：黃明智 洪國凱 葉力旗

國立高雄第一科大學 機械與自動化工程

### 機器人簡介

此次的機器人以大會所提供的障礙，設計能通過各關卡機器人所需的機構，本組設計過程中採用動態機構模擬軟體 ADAMS 作為設計與機構模擬工具，確認機構與動力可行性，以減少原型製作修改的支出，並藉以訂定控制策略。本組機器人的主要結構為由三支可上升下降的輪臂，在每支輪臂上裝有兩個輪子，其中前輪為輔助驅動輪，中間輪為行走用的驅動輪，後輪為負責支撐的從動輪，並搭配履帶傳動輪組合而成。在波浪區是使用履帶傳動輪來帶動使其能通過，在通過岩漿和雷射區時，利用三支輪臂的上升下降來改變車身的重心加上輪臂的斜度來跨越。控制核心為單晶片(PIC16F877)，包含車體架構、速度傳動控制、夾取方塊的功能，速度控制的部分以 PWM (pulse width modulation) 脈波寬度調變技術來達成。

### 需求分析

#### 顛簸路面：

機器人除了應在平坦路面上具靈活的移動能力外，也需具備有穿越顛簸路面的功能，其中此次大會設計的波浪區地形[1]就是一個例子。一段路面起伏而使在前進時對車身產生極大振動，及萬一不小心有一輪陷在底部或是懸空，使得輪子產生了空轉的情形，這就是所謂的波浪區地形，以傳統的模型四輪車輛而言，在波浪區地形行駛時，主要依靠其輪子的大小作為適應地形的的方式，而我們主要是藉由類似戰車利用履帶傳動的方式來順利完成波浪區這崎嶇的地形，使車身四個利用履帶傳動的輪子能維持在兩波峰上，且平均分配荷重給每一個傳動輪，使輪子不會陷入波谷，造成空轉而使車子沒有辦法前進，來達到適應波浪區地形的目的。

#### 寬度障礙：

此次岩漿區就是一個寬度障礙的例子，一般車輛無法跨越大於輪徑的壕溝，因此在跨越壕溝時，一般是想到利用搭橋來完成通過的需求，因在搭橋時也必需設計把橋夾取回車身的機構，且會有重量加重，且考慮到尚需製作利用機構來夾取放置的橋，我們的想法依然是利用三支輪臂做上升及下降，來完成跨越壕溝之障礙。所以依此作動方式遇到波浪顛簸地形、高度障礙以

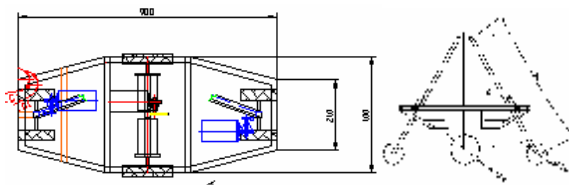
及跨越壕溝時，則依靠著本身高自由度的機構達到攀越障礙的目的。

#### 高度障礙：

此次雷射區就是一個高度障礙的例子，本次大會設計了雷射區的鑽穿和跨越兩種選擇來讓設計通過的機構，但由於前一關的設計，我們的機構正好能夠用來跨越雷射區的高度，依然利用前面所述三支輪臂做動的方式，來完成跨越雷射之障礙。以三支輪臂做上升、下降，來改變車子的重心，以恢復平衡來使車子以至於不會傾倒，並由設計能使機器人的高度升高，使其能跨越 30~50 (cm) 的高度的雷射高度。

### 機構設計

機器人(圖一)之設計分成車身結構履帶型傳動輪車身由六個輪子組成，其中間輪左右各搭配一個馬達，三支輪臂搭配三顆馬達及戰車型履帶傳動輪組合而成。平坦路面以四輪前進，中間輪左右兩側獨立傳動作為前進與轉向用，利用三個輪臂的上升與下降來跨越各種關卡。顛簸路面利用戰車型履帶傳動方式行走，減少車子的震動，可較穩固。配合機構分析模擬軟體 (ADAMS)[2]驗證其實用性，在 ADAMS 中建立一個虛擬互動的環境，以模擬機器人在所設定之障礙環境中，穿越障礙及搬運物品的控制方式。最後以機器人實作，且結合由單晶片控制整體之所有電路，去實際驗證設計與模擬結果。



圖一初步概念設計

#### 車身結構：

因這次大會有重量的限制為三十公斤，所以在整體的結構上以降低材料重量為考量，使其重量能輕量化，所以機器人支架部分和支撐使用

採用鋁材作為機構的材料接合點。

### 輪臂升降機構：

利用三支輪臂的上升下降行來通過裂縫及高度障礙，以中間輪垂直 90 度上身下降作為車身之中心支撐，前輪與後輪各與水平成 60 度當輪臂伸出越長可跨越之高度與寬度越高且寬。

### 履帶輪組：

顛簸路面必需考慮輪胎的直徑和寬度，我們採用像戰車的履帶型傳動輪，在設計時，所發生的問題摩擦力不夠大而無法傳達動力給履帶輪，進一步使用三角皮帶輪加上皮帶的長度實驗來找出適合的長度來減低摩擦。

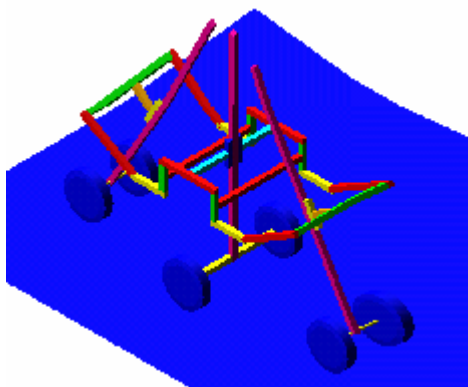
### 驅動輪組：

中間輪主要是由兩各馬達分別作正反轉來達到轉彎及直行運動，而前輪則是主動輪是由一個馬達當作驅動用，後輪則為被動輪。

### 機構與運動狀態模擬之分析

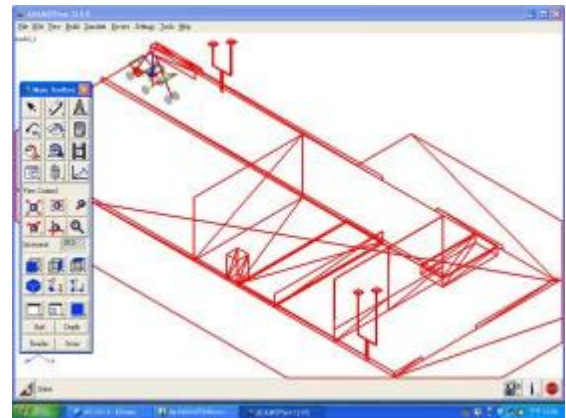
此專題主要是利用 ADAMS 這套軟體從頭到尾模擬出所有做動的方式，包括行進間作動方式、路面的設計、障礙區設計以及機器人本身的材質、作動的扭力予控制方面都可以利用此軟體設計出來[5]。因此可以減少材料的浪費及模擬出整體實際作動的方式，減少在設計及製作方面的麻煩。

- a. 經過構思之後，將初步建構的想法，利用 ADAMS 設計出機器人之完整機構（圖二），並開始模擬所有機構作動的方式。



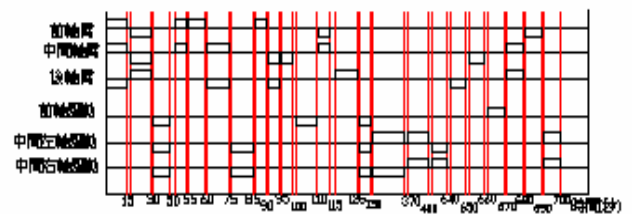
圖二 整體結構

- b. 以 ADAMS 建立出整個環境（圖三），進而規劃出越障與行進策略，設計出完整的機構及控制系統。



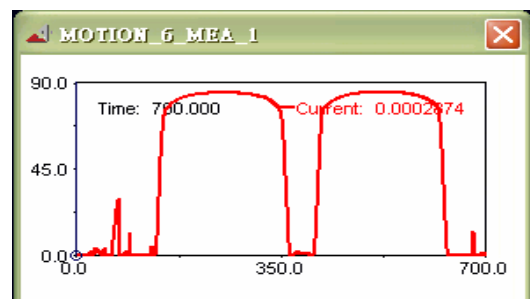
圖三 避障車與障礙環境之模型

- c. 馬達控制的時序圖：以 step function 代表



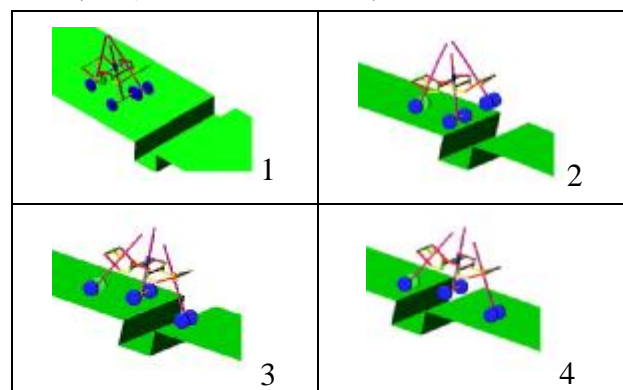
圖四 馬達控制時序圖例

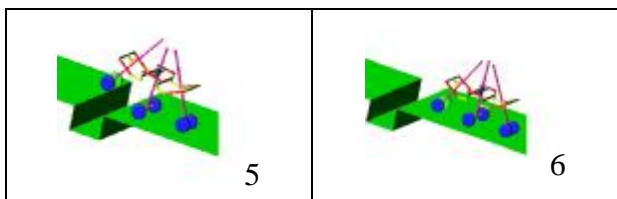
- d. 以 ADAMS 模擬整個環境中間驅動輪所受之扭力，藉以選配所需的馬達動力。



圖五 馬達負荷分析圖例

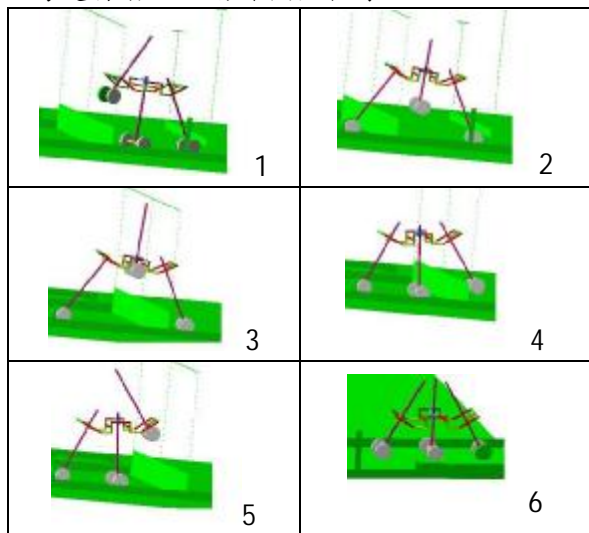
- e. 跨岩漿區之作動模擬程序：





圖六 跨岩漿區模擬

f. 跨越雷射區之動作模擬程序：



圖七 雷射區模擬

- g. 實際做出模擬之後之機器人，實際操作去驗證模擬。  
h. 增進利用此軟體來設計的知識，再加上模擬出上列所有動作情形，若有錯誤可以直接在軟體上進行分析與模擬，減少不必要花費的時間。

### 機電控制

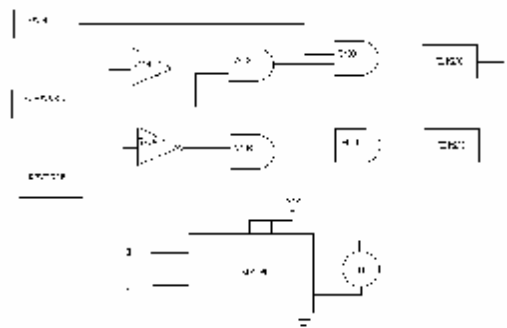
控制製作的要點：

- a. 單晶片：這方面我們會以 PIC 這單晶片下去撰寫程式，進而去控制機器人本身前進、轉彎、跨越及履帶傳動這幾種方面的控制。並再各個電路方面給予模組化，將其互換性提高，增加實用性。[7]  
b. 控制器：我們是以線控方式下去控制，而不採用無線。原因是為了節省成本、並能降低無線控制的干擾問題。  
c. 馬達：在成本在使用直流馬達較合成本，就控制方面以直流較步進馬達容易控制，而在馬達扭力是以能承受三十公斤加上以能在一秒產生三十公分的距離來計算結果約為 60N-M 的扭力。

- d. 電力：這次馬達和電路方面有需要給予電力才能動作，在製作方面以兩種電力來驅分使其不會相互干擾，其中間有傳遞方面以光耦器來達到目的。在馬達方面以 24 伏特的電源，而處理器方面以供給 5 伏特的電。

主體架構：

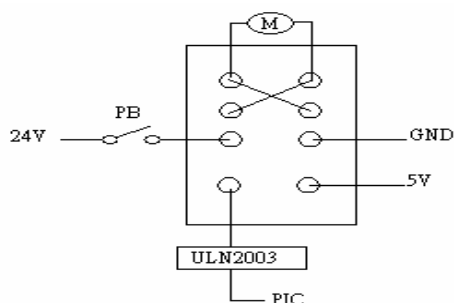
主要設計是以一顆單晶片 (PIC16F877) [4] 為控制的核心加上馬達驅動電路來控制我們用到的八顆馬達，行走方面以按鈕來控制輸出的訊號，經由邏輯閘的處理來給予 H 橋 IC (TA8429H) 訊號的不同來控制馬達的正反轉，其驅動電路如圖八，由 FORWARD、REVERSE 兩端所控制馬達的動作。其真值表如表 1 速度控制部分，以此單晶片的優點能產生 PWM (pulse width modulation) 脈波寬度調變技術來達成；而在跨越障礙的機構升降方面以 RELAY 來改變端電壓正負值來控制馬達的正反轉[3]，如圖九，實體如圖十。



圖八 直流馬達驅動路

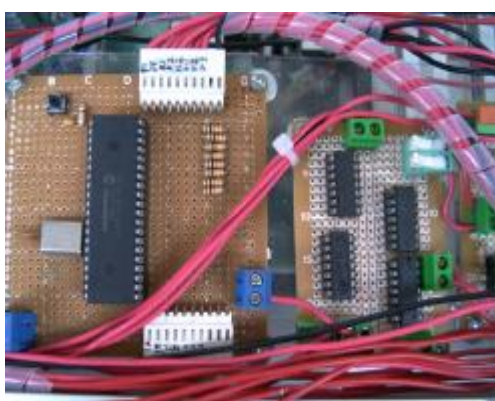
表 1 馬達正反轉的動作真值表

項次	FORWARD	REVERSE	TLP1	TLP2	Motor
1	0	1	1	0	馬達正轉
2	1	0	0	1	馬達反轉
3	0	0	1	1	馬達煞車
4	1	1	0	0	馬達停止

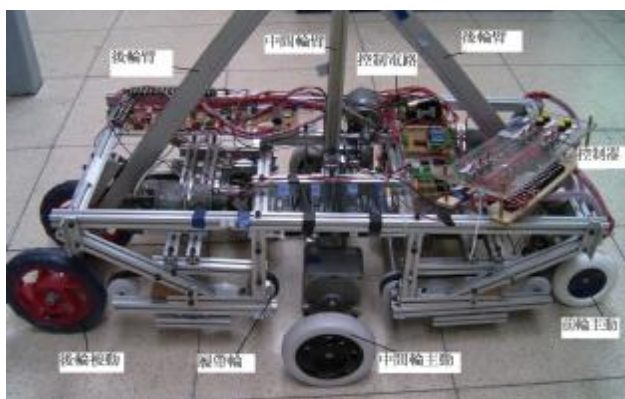


圖九 RELAY 介面電路

### 機器人成品



圖十 微理處實體圖



圖十一 機器人實作完成圖

### 參賽感言

這次的實務專題經由老師開出的題目選擇了這次由台科大所舉辦的創意設計與設計競賽，雖然這次比賽沒有拿到名次，可是我覺得收獲真的很多，從無到有，把自己所學的科目的專業技能，用至這次的比賽，到了那天也看到了各個學校，都有不一樣的創意，我們看到了有先

也覺得很棒，希望把這些傳承下去讓學弟們去體驗它。

### 感謝

感謝 TDK 每年都出資創思和設計機器人競賽，讓我們有機會參加這樣的比賽，當然是要感謝余志成老師給了我們這次的機會，從構思到製作的整體性的指體，在製作期間，也感謝許多設計和控制方面老師的指導，和實驗室同學們之間相互幫忙，因為有他們 idea，才讓我們能跳出我們沒想的地方，也感謝系上出資讓我們出去參加這種競賽，今年雖沒有得名，但是我覺得這個過程真的也是實務專題這門課的所要，希望以後學弟一定還要參加類似的比賽，因為學習不是一定只有在校內才能學到更多，相信以後一定能夠表現的更好。

### 參考文獻

- [1]. 第七屆全國大專院校創思設計與製作競賽 <http://robot7.me.ntust.edu.tw>
- [2]. Basic Adams Full Simulation Training Guide [www.adams.com](http://www.adams.com)
- [3]. 柯政昌, 2001, 自走車動力驅動系統之研究與設計, 成功大學碩士班論文。
- [4]. 盧春林, 2001。PIC16F877 微處理器技術精解, 國科出版社
- [5]. 李志強, (2000), 主動適應地形越野車之設計與動態模擬, 台灣科技大學碩士論文。
- [6]. 李敏暘、余志成(2003) “適形越障探測載具之全域行動分析與模擬” 中國機械工程學會第二十屆全國學術研討會, 2003/12/5-6, 國立台灣大學。
- [7]. 李顯宏、余志成(2003) “適形越障探測車之行動規劃與機電整合” 中國機械工程學會第二十屆全國學術研討會, 2003/12/5-6, 國立台灣大學。