

大學組 隊名：百變金剛

機器人名：台科征服者

指導老師：蔡高岳

參賽同學：李俊傑、沈柏宏、吳至穎

學校名稱：國立台灣科技大學

機械工程學系

機器人簡介

『在行走方面：利用兩顆 DC 12V 2400RPM，行星齒輪組減速且齒數比為 24:1 的馬達，藉由後輪傳動的方式透過雙面石龜皮帶驅動前輪、原理類似戰車履帶的應用，行走過程中平穩順暢；在手臂方面：由 2 節手臂組合而成，其中最主要的特色為“第二節手臂形狀類似北斗七星，主要目的是當放置光鑰時，手臂運動皆在在在同一平面”整體實際運動總長 185 公分，利用扭力大、功率大的車窗馬達驅動渦桿渦輪，使手臂能自由擺動與定位；在夾具方面：利用 2 顆 DC 6V 13kg-cm 的伺服馬達，馬達搖臂旋轉角度約 100 度，2 顆馬達分別用來驅動夾具旋轉與夾取方塊用；在橋樑方面：此機構主要是用來跨岩漿區專用，利用 2 顆小型伺服馬達，可產生 3kg-cm 之拉力，作為拔銷之動作。橋樑設計之長度為 85cm 之橋樑，使用 4 個銷孔配，架在戰車履帶前，當上方的 2 個銷孔拔掉時，利用橋本身之重心及瞬心原理，以下方 2 個銷為旋轉中心，使橋向前塌設，頂住對岸時，再將下方 2 個銷拔掉，使橋掉落，完成搭橋任務，待機身通過岩漿區後，利用機器人後方所架設之永久磁鐵將橋吸起，即成功通過此區』。上列簡述，即為本機器人之設計構想。

設計概念

比賽中，姑且不論機器人性能好不好，如果能了解對方機構動作與戰略，至少多了五成的勝算，因此設計全能機器人配合戰略對付各種機器人便有十足把握。以下所述為基本戰略應用：

a. 我們機械手臂長度可在低障礙上設置 4 顆

方塊，把對方躡穿雷射的閘門完全封鎖，使對方無法通過。

b. 由於我們機器車的底盤穩定、速度快，主要戰略是只夾取光鑰，利用速度快的優勢，直奔禁區打開約櫃，取得勝利。

c. 如果對方也跟我們一樣快，那我們先設置它 3 顆方塊，使對方必須解雷射光 15cm 高(光鑰大小為 15x15x15 為最低極限)然而我們身上可以帶著 2 顆障礙跟 1 顆光鑰，先解雷射閘門，通過後再放置光鑰。

d. 我們的機器車最低可變形至 20cm 下，所以對方至少要設置 3 顆障礙以上才可以對我們的機器人加以封阻。

e. 在解除低架障礙上，我們的手臂可以放 2 顆方塊，來解除兩道雷射光。

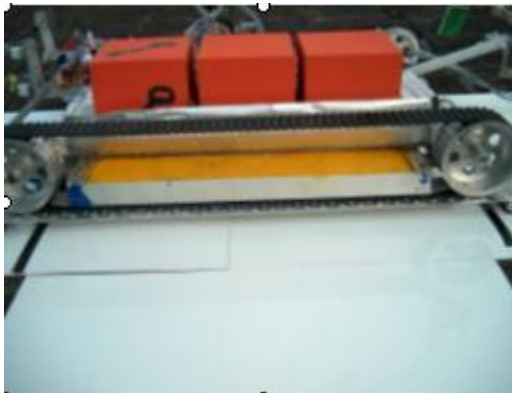
機構設計

底盤之機構

a. 車身底盤是由 4 個確動皮帶輪取代一般 4 個輪子的設計，運用 2 個皮帶輪為一組，在主動輪與從動輪間加上確動皮帶，而馬達裝置在後輪驅動，使機身重心偏後方，這樣遇到前方障礙便更加容易突破。

b. 在波浪區上，如果只是靠著兩個輪子支撐一條皮帶，那很容易使機身陷入波浪區中，於是我們在皮帶主要受力之處，加上一片薄板支撐因輪子陷入而使機身不平衡的問題。

- c. 使用皮帶，免不了會遇到皮帶鬆緊度之問題，於是我們利用鋁塊，經由銑床加工，在機身前方從動輪加設一個可調整皮帶鬆只要鬆開 4 根螺絲向前施力，在鎖住螺絲便完成了。
- d. 在車子後方，除了 2 顆驅動的馬達外，我們怕比賽突然遇到馬達故障的問題，於是後馬達之架設亦運用鋁塊經銑床加工配合馬達位置，方便拆除。
- e. 整體機身底盤設計(圖一)是由一些簡單重量輕的空心 方管鋁條所組成的，一開始是經過鑽床加工過後，鎖上螺絲固定，再經由氬焊加以固定，使機身更為堅固。



圖一 機器人底盤傳動系統

手臂之機構

- a. 上手臂跟下手臂銜接部分，是由鋁塊加工製作而成，讓渦桿渦輪代替人工關節，一方面是渦桿渦輪可以有很大的減速比(50:1)，另一方面是渦桿渦輪有自鎖功用間隙小，非常適合做微調動作，當馬達經萬向接頭再經渦桿渦輪減速比後，我們可以吊起大約 3kg 之重量，因此足以支撐光輪重量。
- b. 手臂底部需承受本身與上手臂重量，在放光輪時，整隻手臂要與水平成 30 度(圖二)，底部所需承受的力矩極大，所以我們利用渦桿渦輪減速，減速比為 60:1，然後透過車窗馬達直接帶動渦桿渦輪來驅動第一節手臂之擺動，以減

少不必要的能量損失。

- c. 前面兩個手臂雖能做 X-Z 軸平面移動，但還缺一個自由度就是『旋轉』，設計原理類似戰車砲塔，如此一來，手臂就能到達所需擺動的位置。旋轉盤是用木板製作，使用鏈條來旋轉轉盤並把重要的軸向止推軸承用鐵芙蓉龍代替它，運用的是鐵芙蓉龍與木頭摩擦力小，因此可順利旋轉並減少空間上的安排。
- d. 利用『小型伺服馬達』使夾具設計輕量化，夾具一共有 3 個自由度，分別為夾取、旋轉，還有靠重力使夾具永遠朝正下方的自由度，在夾頭方面，我們利用『軸節機構原理』之應用將方塊夾緊，因此不會因手臂晃動而使光輪脫落。夾具的旋轉主要目的是為了使光輪鏡面正確的擺進法櫃位置。



圖二 手臂伸長放置光輪位置關係

岩漿區之機構

- a. 橋樑設計主要是輕量化並有足夠的強度支撐車子通過，因此橋由兩片近 85cm 的鋁板所組成，其下方有主支架支撐，並用氬焊焊住加強強度。
- b. 橋樑的擺設，在機器車前方為最佳位置，利用插銷的原理，分別在左右兩邊共 4 支銷，使橋穩住不亂晃，然後位在橋中的兩顆 DC 6V 3kg-cm 伺服馬達旋轉做拔銷動作，當車子接近岩漿區時，首先拔掉上面的銷，因橋本身重力以下方之銷為瞬時中心作旋轉，橋自然掉落頂住對岸(圖三)，這時橋還跟車子連在

一起，可利用車身移動對橋樑作些微的調整，調整好後，便旋轉下方之伺服馬達拔出第二組鎖，此時橋自然落下，車子便可通過。

- C. 收橋設計主要是運用磁鐵來吸取橋上的鐵片，使橋達到收復之效果，磁鐵是個能量儲存的好東西，運用它來吸橋，所發費的時間極短，因此是個很特別的設計，再加上機器車尾巴應用的渦桿渦輪機構，很容易便可以完成任務。



圖三 運用伺服馬達放置橋樑之機構

雷射區鑽穿之機構

雷射區類似一道關門，高度分別由 30cm、25cm、20cm、15cm、10cm 限制機器車的高度，因此戰略的應用是很重要的，當然車身設計越低越好，越不會遭受對方設置障礙，然而機器人整體設計配合雷射區關卡突破才是真正困難點。沒想到前兩關已夠複雜了，還來個限制機器車高度，我想...除了變形之外很難突破，剛好我們的手臂可以折疊，並且低於 20cm! 哈哈...真的是名不虛傳的『百變金剛』，對方一定沒想到我們可以鑽那麼低。

- a. 鑽穿雷射區是依照手臂設計加以改良的，我們可以使手臂整隻橫躺在地上，開過雷射區而車子上載著光輪剛好不超過 20cm。
- b. 機器人隻車身之所以可壓縮至 20 公分以下，主要是機器人整體空間運用恰當的緣故，因此可以減少很多不必要的高度，讓整體機器車變的很低。



圖四 鑽穿雷射區車身變形至 20cm 以下

機電控制

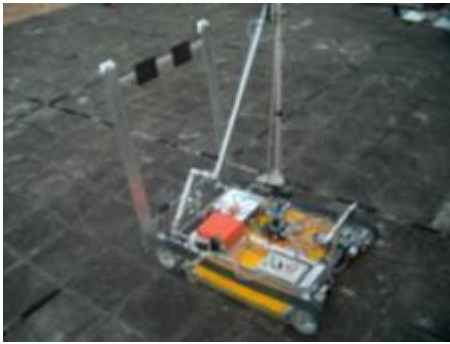
- a. 動作原理主要是藉由晶片控制電路板傳送訊號給伺服馬達，而我們主要是利用微處理機 PIC 組合語言來達成訊號傳遞的任務(圖五)。
- b. 整台機器車沒有像真正機械手臂一樣地有回授系統，除了伺服馬達外，其它都使用機械式開關，只有 on/off 兩種，有點美中不足。
- c. 夾具的伺服馬達吃 6V 其餘馬達都是 24V，因此我們使用 SANYO10 顆 1.2V 電池串接為主要電源供應。



圖五 控制系統實際圖

機器人成品

圖六為機器人整體示意圖，亦是在準備區時的模樣；圖七為機器人夾取方塊時動作情形；圖八為機器人設置敵方第一顆障礙高架時，手臂擺動的情形。



圖六 機器人整體示意圖



圖七 移動手臂夾取方塊之動作



圖八 放置障礙高架動作圖

參賽感言

在這次比賽中，因為手臂夾取、旋轉與橋樑拔銷所應用的伺服馬達，受到比賽現場電磁干擾的問題，造成只要是應用伺服馬達控制之處，皆

不能如期正常運作，這是我們意想不到的突發狀況，因而未能擠進前八強，有些微的遺憾與可惜。從這次的失敗中，我們已經記取教訓，要是在往後的歲月中，有機會再參加類似比賽的話，在挑選馬達時，必定要特別注意，由其是『伺服馬達會有電磁干擾的問題』，一定要事先解決，否則最後一定苦吞敗仗。

雖然我們製作的機器人不能發揮真正實力與其他參賽者較競，但看到所有參賽者，都是同一個起點點開始的，能不能成功，在於是否能不斷向前進並堅持到最後一刻，所以在參加過這次的比賽後，相信當未來面臨問題挑戰時，都能一一的突破解決，而且大家在學習的階段裡，努力奉獻各自長才，是個非常難能可貴的經驗與過程。

感謝詞

難得有機會參加這樣的比賽，我想最應該感謝的當然是推行這項比賽的負責人，此比賽是一個具有極大意義且重要的比賽，它不但可以培養一個具有創造思考能力的學生，也是學生把課外和書本做一個結合的實務練習，對身為技職體系的我們以及一般的大學生，不但可以提升未來高科技人才在實務上的能力，對於即將經濟轉型的社會，而必須積極提升技術層次和鼓勵研發與創新方向上，所必要的需求，也是身為一個優秀工程師最基本的訓練。

再來要感謝的人實在太多了，但我還是要先感謝我們的指導教授—蔡高岳，以及張人鳳助教，當初要是沒有他們積極鼓勵和教導的話，我們也不可能在校內賽中脫穎而出，榮獲冠軍的頭銜。

人生的旅途中，能有這樣的際遇參加這場比賽，讓我們都覺得很光榮，我想在這一場競賽製作過程中，所學到的經驗亦將會使我們一輩子永生難忘。最後，我還是要感謝所有支持我們的人，要是沒有你們，我想我們也沒辦法撐到最後。