

大學組 隊名：伊卡爾斯

機器人名：毒蠍子

指導老師：張人鳳助教

參賽同學：張文堡 陳威帆 曹祥鏗

國立台灣科技大學 機械工程系

機器人簡介

我們機器人是通過參賽題目活動障礙而設計之全功能機器人。首先，在通過波浪區的設計是使用寬大和直徑很大的輪子與高扭力的直流馬達來驅動。而通過岩漿區的機構為可以頂高的兩隻腳，使機器人本體離開地面的機構，我們稱為前腳與後腳，當前腳頂高的時候，會使得機器人只剩下三點著地，可以使機器人輕鬆通過岩漿區。在通過雷射區的時候，機器人可以將所有的機構都收縮起來，壓低後可以通過 20cm 以下的雷射。通過後機器人還有兩隻機械手臂，第一隻機械手臂是在前腳延伸出來的機構，機械手臂的長度有 200cm，主要功能是要拿方塊設障礙與解障礙，最重要的還可以將光鑰放入目標箱內。第二隻機械手臂是要方便的取得一個方塊與光鑰。我們可以在通過雷射區後，將光鑰從第二隻機械手臂與第一隻機械手臂來進行空中交換。

設計概念

我們將機器人分成底盤、輪子、前腳、後腳、機械手臂、放光鑰的夾具、大爪(第二隻機械手臂)等七個主要部分。

底盤主要功能是将支撐的前腳、後腳、以及四個輪子都組裝變成一個整體機構。

輪子選擇的因素則抉擇於過波浪板的平順為原則。

前腳、後腳則是為了可以使機器人快速通過岩漿區。

機械手臂主要是由前腳變化而成的最佳創意機構，主要的功能是在設障礙、解障礙以及本次比賽的重頭戲，將光鑰正確無誤的方向放入約櫃

中，將約櫃開啟。

夾具的好壞完全抉擇於自由度及控制的方便性，所以機器人的夾具有兩個自由度，由重力控制夾具永遠都朝著地心，另一則是可以在夾光鑰之後旋轉到所需的角度的自由度。

大爪 (第二隻機械手臂) 的功能有兩個，第一個就是要快速的夾取兩個光鑰，第二個就是要在通過雷射區的時候，將大爪上的光鑰與前腳的機械手臂進行空中交換以節省時間。

機構設計

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。所以，我們在前腳左右移動的機構上使用了由渦桿帶動螺帽，再經由螺帽帶動四連桿機構推動前腳左右平移。接著就是控制手臂的平行是藉由前腳有一個平行四邊形控制著手臂上的平行(圖 1)。前腳、後腳、手臂的關節處都是使用渦桿渦輪來驅動，除了可以增加力量之外還可以有自鎖的功能。夾具夾緊部分我們使用伺服馬達經過肘節機構來夾緊光鑰。我們使用氣壓缸灌滿油之後將氣壓缸當成油壓缸來控制夾具的壓縮。

底盤

底盤取決於機器人行動的速度，所以對於底盤的設計，我們採取四輪傳動，原因主要是希望在過



圖 1 機械手臂水平移動之平行四邊形機構模擬

波浪區能順利通過，所以我們曾經使用過六輪和四輪，分別做過通過波浪區的實驗。我們設計只要輪子的直徑大於 12cm，就可以通過波浪區，但是又透過實驗得知，如果輪子的輪寬大於 10cm 的話，輪子不會陷入波浪區。斟酌之後我們採用輪子外徑 16cm，寬度 10cm 的輪子。然而，外徑大也有一個好處，在相同轉速的馬達驅動下，輪子外徑大，所走的距離就比較遠。

鏈輪的驅動[1]，使用鏈輪的原因是因為我們要將馬達的動力，發揮到最好的狀態，力量消耗少，鏈條不會因為輪子與地板摩擦時而產生鬆脫，和使用鏈條驅動速比正確，可以使得我們前進的時候，左邊的輪子與右邊的輪子速度一樣快。傳動功率大，鬆邊張力為零，固有效扭力較大，所以傳動效率高。使用鏈條時，要注意鏈條長度與鏈輪配合的鬆緊配合，否則會產生噪音，機器人行走時也會不順暢。

跨岩漿區的機構：

我們選擇高扭力的馬達，速度約在 60rpm，齒輪比 180，其中主要的原因是因為，我們機器人在將底盤撐高懸空時所需要的力量很大，我們又配合渦桿渦輪 1:50，再將力量提高，已增加安全性。輪子裝設在機身的兩邊的支架上，當輪子撐高時，機器人變成三點著地並以後兩輪為驅動，前輪只是撐高滑行，機器人就可以通過岩漿

區(圖 2、圖 3)。我們並使用渦桿渦輪來控制手臂的自鎖功能[1]，可使當前腳後腳到達頂高定位後鎖死不動，就可以不費任何電力達到定位的效果。

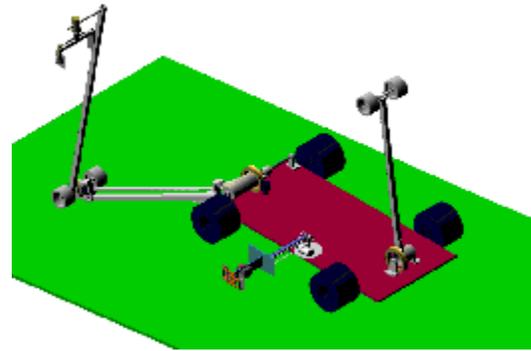


圖 2 前腳頂高機構模擬圖

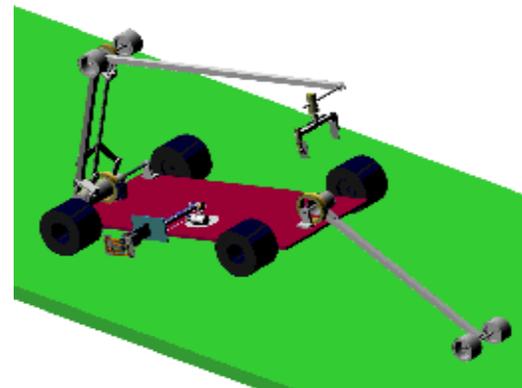


圖 3 後腳頂高機構模擬圖

雷射區：

雷射區有鑽穿道與跨越道可供選擇。我們選擇鑽穿道，由於跨越雷射，機構設計的難度相對提高很多，以及考慮到機器人只可以在四分鐘內完成任務，所以我們設計可以鑽穿 20cm 雷射以下的高度，為我們機器人的高度。次者，因為重量將是一個很嚴重的問題，如果重量太大，驅動動力和重心都是很嚴重的問題，在比賽來說，重量越輕就越有優勢，所以我們就朝著輕量化設計。

機械手臂：

機器人的手臂是我們覺得最有創意的部分，我們的機器人將跨越岩漿的機構與機械手臂結合成一體，機械手臂連結在跨越岩漿的腳上面(圖2)。在手臂上面我們使用平行四邊形機構(圖1)來控制機械手臂左右平移，可以使的手臂都保持同一個方向。使用渦桿渦輪來控制手臂的自鎖功能[1]，可使當前腳與手臂到達頂高定位後鎖死不動，就可以不費任何電力達到定位的效果。

放光鑰的夾具：

夾具夾緊部分我們使用伺服馬達[2]經過肘節機構[3]來夾緊光鑰，控制夾具轉動也是使用伺服馬達[4]，然後再用平行四邊形原理可以將夾具轉彎的部分控制在任何角度內(圖9)。

輪胎：

因為我們使用橡膠的輪胎皮，抓地力很好，會導致轉彎的時候，動力損失很大。所以，我們就在橡皮輪胎表面塗一層瞬間接著劑，來減少地板與橡皮輪胎表面的摩擦，又可以使機器人轉彎時的速度增快不少。

動態機構設計與模擬

為了在設計過程能夠更精確，我們就先把設計用Pro-E繪成3D圖(圖4)，這樣更節省我們製作實體的時間。

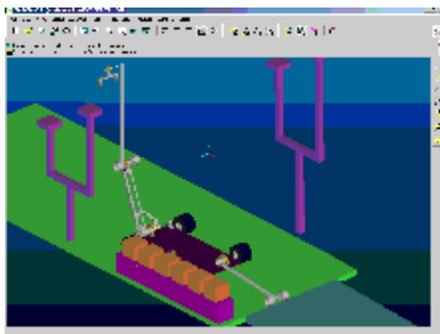


圖4 Pro-E 零件組合圖

為達到穿越各種障礙的目的，在機構尺寸與驅動馬力的測定，我們用動態機構模擬軟體 ADAMS 來模擬分析(圖5)。

模擬分析了機器人在行經波浪區(突起路障)的運動過程要用多大的輪胎才不會陷下去，並運用此軟體作改良。另外運用 ADAMS 軟體，對機器人在比賽場地做一模擬運動。為確保機器人的設計能滿足穿越障礙的各種需求，了解其機構原理並分析輪行運動方式，及建立虛擬機器人的設計的流程。針對所需做的相關的越障與避障動作進行動態模擬，並將機器人運動的模態模組化，以參數化行動指令的處理方式，便於未來的控制與路徑規劃。其中以前腳頂高機構(圖2)、後腳頂高機構(圖3)、機械手臂水平移動之平行四邊形機構模擬(圖1)及手爪平行四邊形機構模擬圖(圖6)為機器人最難實際測試的機構，我們均以動態機構模擬軟體 ADAMS 來節省我們的時間。

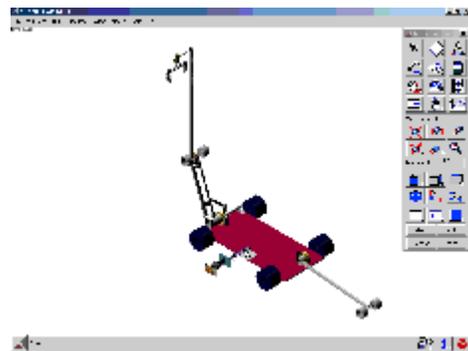


圖5 動態機構模擬軟體 ADAMS 機構模擬組合圖

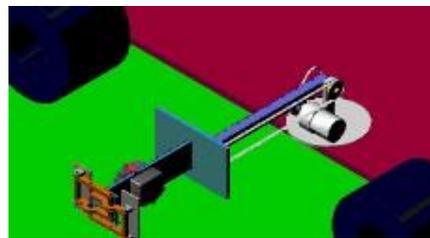


圖6 手爪平行四邊形機構模擬圖

機電控制

為了通過比賽的每個關卡需要，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。所以為了適應有時需速度很快來節省時間，有時又必須使用微調將速度慢下來過關卡，我們使用 PWM[5] 的方式利用可變電阻的易可變性，來控制不同大小的電壓訊號(圖 7)。例如：在機器人通過直線跑道區或轉彎時，我們可將電壓調至高區域使得機器人快速通過，而在岩漿時為了讓機器人能夠小心翼翼地通過而不碰觸，所以可將電壓調低[6]，這樣一來馬達的速度可以有效地被我們所控制而變慢。換言之，通過岩漿區時不會因機器人的速度過快，而不小心碰觸出界。利用這種控制電壓訊號的原因，使得我們的機器人相當易控制。

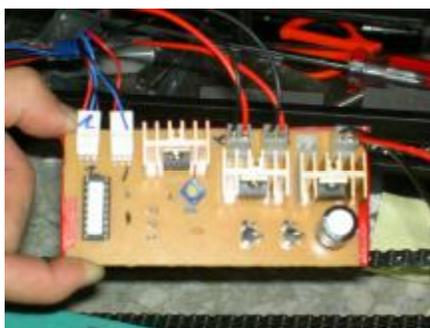


圖 7 控制器實際圖

機器人成品

圖 8 為機器人的成品圖，機械手臂上面夾著從大爪(第二隻機械手臂)上面交換的光鑰。圖 9 為機器人手爪上面的旋轉機構，旋轉的機構是利用伺服馬達帶動著平行四邊形機構來帶動轉爪的旋轉。



圖 8 機器人組合圖

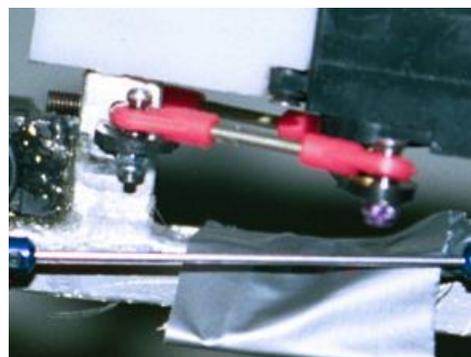


圖 9 手爪轉彎之平行四邊形機構模擬

參賽感言

設計一件好的產品是否合乎創意，並不是一開始就能決定的事，就我們的機器人毒蠍子來說，其最早的設計理念並不是決定蠍子的外型。在製作過程中，我們發現單獨製作一隻機械手臂，會使機器人整體的重量增加很多，所以我們立即在機工廠集思廣義，想找出最佳設計。在那時候，出現一個最有創意又實用的想法，就是將機器人現有的機構，再加上一隻機械手臂，這是我們的初步設計。我想要說的是，一定要動手去做，才可能『創新』。

設計的完整性：要將產品設計到很完整，需要深思熟慮，更重要的是一定要有很長的測試階段。就以我們這次比賽的專題來說，題目所需要的限制，場地的尺寸設計，我們的機器人在行走中轉彎是否會超出界外，跨越雷射時是否會碰觸上緣的架子，輪子直徑大小輪子寬度是否會影響波浪區的前進，兩支機械腳的長度與輪子的距離也和底板與輪子的中心距息息相關，如果考慮不周全就會違規，為了我們的機器人將完成每一個關卡、動作。我們將我們的機器人做成全功能性的機器人。

隨機應變的能力：當一個工件，在進行機械加工的時候，不小心因為加工錯誤，或是在進行機構測試的時候，發生機件因受力而遭受破壞，而且只剩下幾天的時間時，我們集思廣義，想出最好的修改辦法。比如：我們的機械手臂壞過三

次，因此我們也修理過很多次，第一次因為機械手臂所需要支撐的扭力很大，所以使用的銷因此斷掉。第二次，也是因為機械手臂所需要支撐的扭力很大，我們所使用的方鋁管因此被彎斷，我們又去買材料，找了很久才找到我們所需要的材料，外邊尺寸相同但是內徑的厚度增加了0.5mm。第三次也是最重要的一次在比賽前兩天，馬達壞了，我們必須將所有的機械手臂都拆開重做接頭部份，運氣很好的，我們還有一顆不同規格也不同廠牌的馬達，好運就是馬達的外接固定尺寸都是相同的距離，讓我們鬆了一口氣，因為我們之前使用的馬達是限量品，我們問過很多店家，他們都沒有賣了，如果要買就要從日本訂購。所以，我想說的是，要做好預防措施。在機械人的測試階段我們也要從事模組化的設計，我們要先做好一些模組化的機構，在意外發生時可以馬上解決。

分工合作：在進行機械加工之前，隊長會將機械加工流程都清楚的想一次，將製作流程清楚的寫在紙上面，以增加我們的效率，隊長還要求的隊員，在工廠就要趕快把自己要做的事情做好，所以我們都可以達到預期的成果。

測試的重要性：一個被社會廣泛利用的產品，一定經過無數次的測試，就像新出產的車子，公司一定進行長時間的測試才敢將車子賣給社會大眾。基於這個理由，所以隊長都堅持在比賽前兩個星期一定要將機器人完成，然後進行長時間的測試，測試的時候壞掉當然很氣餒，但是我非常明白，在測試中任何錯誤都可以隨時隨地的修改，如果在比賽當中壞掉，那真的啞口無言了。

做這個機器人也給我們一個感想--傳承很重要。在校內外的比賽中，我們發現每一組都有不同的設計概念，有氣壓缸、車窗馬達、伺服馬達、齒輪馬達、普通馬達...等。機構設計的方式更是沒話說，所以我們一定要將這些機構收集起來，以後要使用到的時候就可以更方便找到需要

的資料。

在機器人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、管理能力、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。養成了很好的行動力和決策力，對我們以後的作事態度影響甚深。

感謝詞

感謝 TDK 和教育部舉辦這麼有意義的機器人創意與製造實作的比賽，更感謝我們的母校『台灣科技大學』鼓勵我們參加這類的創作比賽，我們所有的基本課程能力都是經學校栽培而來的，再藉由這次機會，將我們在校所學的理论與實際應用結合而一。最後，感謝所有熱情付出的每位教授，更加感謝我們的指導教授：蔡高岳教授和指導助教：張人鳳 助教，在我們機構有不足或缺陷的地方都加以指導，並一直鼓勵我們，使我們可以在機器人製作上面獲益良多。

參考文獻

- [1] 熊谷卓, 黃博治 “ 自動化省力化機構實用圖集”, 新泰出版社, 民 64.04.
- [2] 杜德煒, “ 機器人基本元理”, 三民書局, 民 72.01.
- [3] 沈洲, 陳瑞田 “ 自動化機構”, 全華科技圖書股份有限公司, 民 76.03.
- [4] 林俊成, “ 機器人概論”, 新世界出版社, 民 74.02.
- [5] 鄭慧玲, “ 工業電子學與機械人”, 全欣科技圖書股份有限公司, 民 77.08.
- [6] 羅必樂, 曾柏湖 “ 機器人控制入門”, 新世界出版社, 民 74.12.