

遙控組：熱血小宇宙 伺服驅動系統蜘蛛機器人

指導老師：賴維祥 副教授

參賽同學：吳勇箴、陳俊豪、林詩凱

國立成功大學 航空太空工程學系、工業科學學系

機器人簡介

首先根據第十屆創思設計與製作競賽的主題及規則而規劃出下列的設計目標：

- (1) 最短時間完成登桿動作。
- (2) 機體在不翻覆的前提下，能穩定的轉彎。
- (3) 下斷崖時，能夠不使機體損傷。

這一次的競賽主題，影響勝負最大的關鍵點在於如何讓機身快速的登桿，且不會翻覆。因此機身的設計，選用材料輕的材質設計。因此機構主要的材料由鋁及電木板所組成。

設計概念

一個良好的設計，兼具創意及實用性，而在資金有限的情況下，材料的選購，以及機構的設計，需要仔細的考慮及設計才不至於浪費人力、物力。經過多次的討論，確定整體的設計流程，如下圖所示：

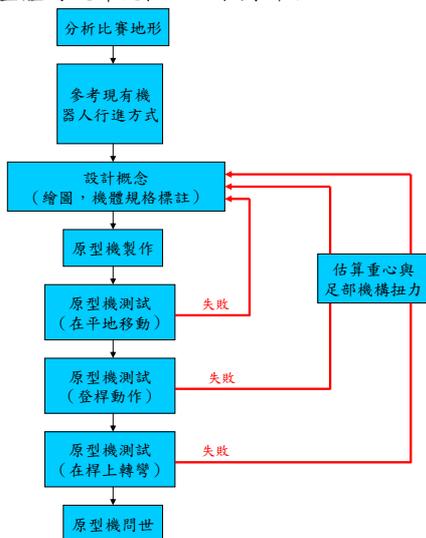


圖 1. 機器人設計流程示意圖。

而機器人規格的設定來自於比賽場地的限制，如下圖。根據圖中所示，我們將比賽場地的地形限制條列出來：

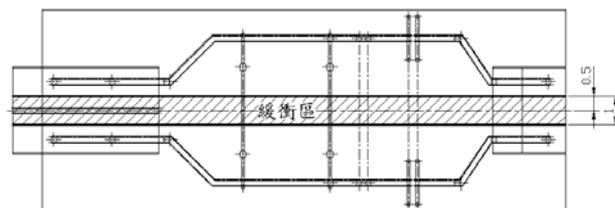


圖 2. 比賽場地示意圖。

- (1) 出發登桿區。
- (2) 前端轉彎處 45 度及後斷轉彎處 52 度。
- (3) 30CM 障礙處。
- (4) 30CM 斷崖處。
- (5) 14CM 斷軌處。

經過大家的討論後，決定盡量以相同的機構克服多個障礙。

機構設計

我們的機構分為下列幾大類：

足部機構—以電磁底吸附在鋼管的形式以達到登桿的目標。

因為這次比賽大部分的時間都在軌道上行進，分析鋼管的成分，為 SS41 的黑鋼管，為鐵鈷鎳合金的鋼管，為了能達到登桿及在軌道上行進的目標，所以我們的足部裝置電磁鐵。如下圖所示。



圖 3. 電磁鐵足部。

蜘蛛機器人足部機構活動分解圖

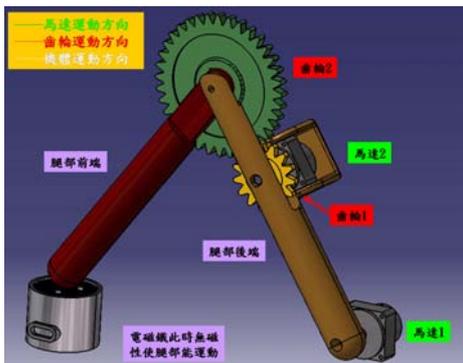


圖 4. 機器人腳步靜止，準備運動。

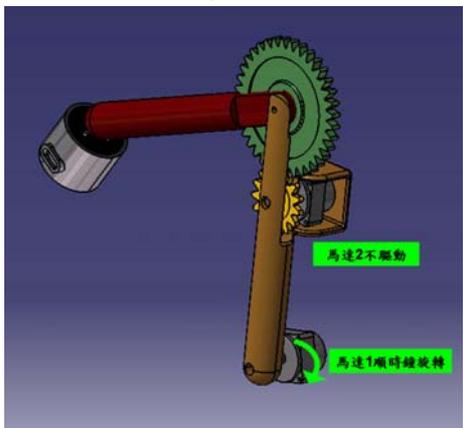


圖 5. 機器人抬起腿部後端。

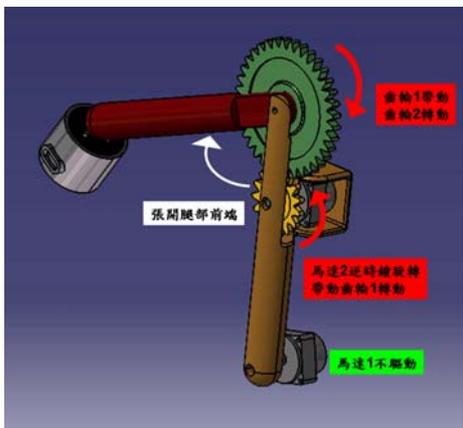


圖 6. 機器人張開腿部前端。

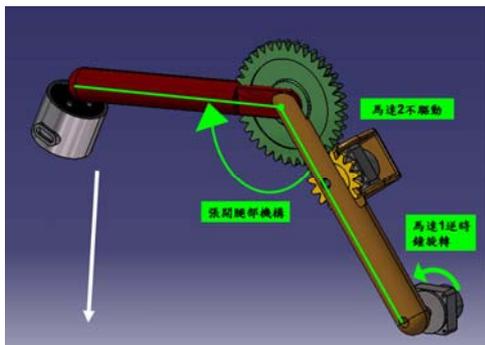


圖 7. 機器人張開到需要的角度(最大為 120°)後，腿部放鬆向下讓電磁鐵吸住鋼板。

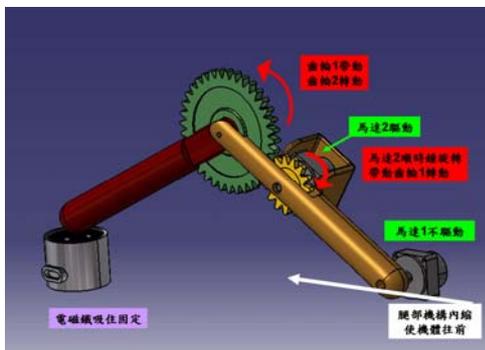


圖 8. 藉電磁鐵吸住固定，使機器人往前。

而機器人藉由電磁鐵的吸附達到移動的效果以下圖說明：



圖 9. 電路裝置驅動電磁鐵示意圖。

機電控制

此種機器人的足部機構和機身的轉軸以伺服馬達驅動。以伺服馬達所提供的晶片，再寫程式去驅動馬達轉動。在驅動的過程中，因為要同時控制六顆伺服馬達和四顆電磁鐵，需要大的電功率，當對馬達輸入電流時，容易產生突波現象，使機構產生顫抖的現象。

產生突波的現象有兩種，一、自然界所產生的，如雷擊；二、電子設備瞬間加入負載。突波一種瞬間的高壓，

這種高壓從數百伏特(安培)到數千伏特(安培)或更高，持續的時間從數千分之一秒到數億分之一秒，這對電子設備來說是一種極大的潛在危險，輕則造成資料流失或電子零件壽命減短，嚴重會造成設備的損壞或產生更嚴重的結果。因此在現今有許多電子設備中都有突波抑制器(Surge Suppressor)，保護設備與使用者的安全。

突波吸收電容是接在設備用內的電源開關側避免瞬間電流或是其他雜訊抑制作用。當開關啟動瞬間會有大量電流瞬間流通，為了避免零件及線路遭受瞬間龐大電流的衝擊，或是突然的電流變動影響。先由這類電容當作突波吸收用，也就是在第一瞬間的短路電流，由電容吸收，再由電容充放電的性能。充電到正常電壓供給電路，正常使用電流。此舉能降低突波所產生的危害與延長使用壽命。

我們這組藉由並聯二個超電容(10F)進行穩壓，並消除突波的現象。

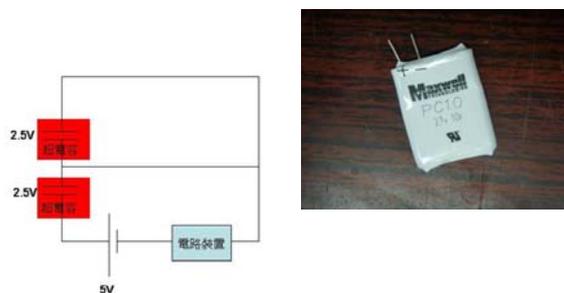


圖 10. 超電容電路示意圖與超電容實體。

機器人成品

經過不斷的修改，我們組先做出一隻較小的原型機以供測試用，如下圖所示：

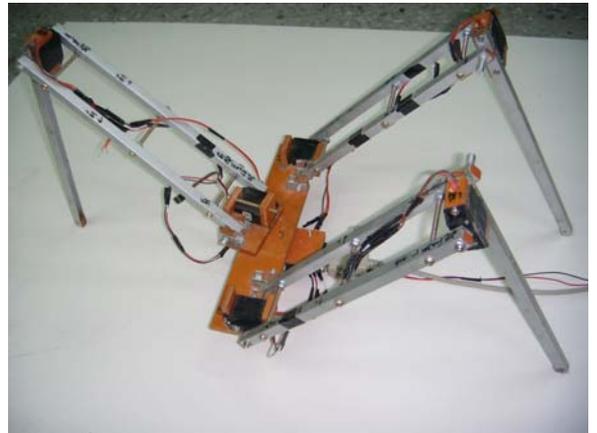


圖 11. 小型測試用原型機。

我們利用小型原型機作為在平地移動，並在鋼管上爬行。將此原型機所遭遇到的問題，不斷作修正。而後製作出針對這次比賽的蜘蛛機器人，它的結構強度和尺寸足以能跨越比賽中地型的障礙。完成品如下圖所示：

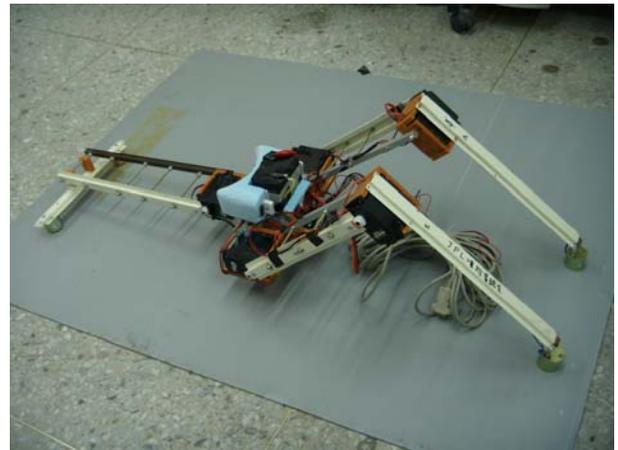


圖 12. 蜘蛛機器人完成品。

參賽感言

參加這次的競賽，這我們體會到一件作品從無到有的過程，完全親手製作的實作經驗。我們是由航太工程學系及工業科學學系所組成的學生，平常在學校所接觸到的大多是偏向理論的學習，在這是實作的經驗，讓我們體會到理論與實作的落差。

製作機構其實很有趣的是，困難點是電木板的對位。當要作機構時，構想可以很完善，但是我們的機構要快速猜裝，因為要針對廠商所寄來的零件，如馬達，電磁鐵等，一步步測試，所以我們用螺釘鎖，不能剛開始就用工業快乾膠接合。正因為是用螺釘鎖，一開始想用 CNC，規劃好所有對位鎖螺釘的點，但卻面臨因為精度的誤差和人為固定機構所產生的誤差，造成三片接合的時候，無法按照理想中接合的完美，甚至電木板有大角度的彎曲，甚至造成板子變形的現象，嚴重影響機構的強度和馬達轉動的穩定度，所以後來放棄以 CNC 計算路徑，採取半自動的對位。換句話說，我們先銑一會底板作基準面，接著再以簽字筆連接的板上，以人工畫點作記號。

如此一來，以這種手動校準的方法，才可以將機體鎖的十分完美，製作的過程往往不如理想，因為往往要運用現有的工具，配合機體的設計，而不可以沒有規劃天馬行空的設計。在解決嵌合對位的時候，馬達軸承的對位，這是一個難題。往往對的孔只要有數條的誤差，就會造成馬達軸承無法自由轉動。

所以一個月來，前半段在於 CNC 規劃奮鬥，接下來在與螺釘較準的奮戰中，最後在銼刀與沙輪機的奮戰中，打造出一台《純手工》的蜘蛛機器人。在這段過程中，讓我學到各種不同工具的使用，和各種不同的公制尺寸的運用，任何一個步驟都要以最精密的加工，往往一時苟且的失誤，本想著 0.5mm 的誤差不會造成影響，但結果卻會造成機身無法正常對位的現象，讓我們體會到作工程師就是要講求精確，另外讓我們體會到如何與廠商交涉的能力，

每個廠商都有他們的規則。但我們的機體，是集合各家廠商出生產的零件組裝而來，有時廠商聽到我們是學生團體，往往不以為然的拒絕合作，每家合作的廠商，都是三顧茅廬而來，每家廠商的歸個不盡相同，時間往往花在不同零件如何組裝在一起，相信經過這次比賽之號，我們已經更貼近社會，作機構是一個耗時又費力的工作，在操作大型機器的時候，往往因為熬夜的形況而出現危險性，在每天時數小時的專注之中，更能感受到生命的可貴。

就繪圖而言，當每一代的機型問世到測試時，如果有問題，如重心配重，或有馬達的尺寸與機構對不了位的問題發生，就必須重頭開始，改規格的设计，所留下的就只有經驗。前前後後共經過六次的更改。不過，到最新的機型問世，心中的感動無可言喻。

感謝詞

感謝教育部及 TDK 文教基金會所舉辦的『創思設計與製作競賽』，讓我們有機會參加。在參加的過程中，感謝指導我們的賴維祥老師，和幫助我們的學長們。使我們的工作進度一直往前。

參考文獻

- [1] 白忠哲〈日本機械人發展策略簡介〉 經濟部 ITIS 產業觀察，2005。
- [2] 白忠哲〈日本機械人發展策略簡介〉 經濟部 ITIS 產業觀察，2005。