

遙控組：高應鳩鳩隊

機器人名：神鳥冠鳩

指導老師：張志鋒

參賽同學：許清源

溫英翔

楊宗穎

國立高雄應用科技大學 機械工程系

機器人簡介

我們設計之機構主要以簡單又能達到過關要求為主，所有的機構只需要馬達正逆轉即可達到動作要求。這次的關卡除了第一關的《快樂走》使用足部機構來過關之外，其他關卡都是龐然大物，因此我們想到的過關方式是可以讓機器人升的很高又可以展開的很寬，就像是大鵬展翅一般的意象，這就是我們所設計的神鳥冠鳩。



圖 1-1 大鵬展翅

設計概念

根據比賽關卡進行思考，第一關《快樂走》原本是設計相位角相差 180 度的足部機構，但是因為走路的時候重心沒有跟著改變，所以導致有左右搖晃的狀況發生，於是我們改成相位角相同，利用最外側的升降機構做為支撐的

拐杖式走法。而為了以最少與最簡單的機構來達成目的，我們第二關《層巒疊嶂》與第四關《攀岩走壁》使用相同的升降機構來過關，並且搭載一組可以往兩旁延伸超過 135 公分的延展機構，以便讓升降機構的輪子可以踩在第二關卡的階梯上。而升降機構共有六組，每一組皆裝有輪子，以便通過第一關後使用輪子來移動，並且每組升降機構都能進行上升與下降，最大上升高度可以超過一公尺。至於第三關的《物華天寶》我們是利用第一關的足部機構來踩踏聚寶盆的踏板，並用手臂來勾取寶物，根據比賽要求，必須要把寶物放到遙遠的平台上，於是我們設計了一支可以伸長超過兩公尺長度的手臂，而手臂基本上的設計概念與升降機構相同。以上設計概念皆以簡單為出發點，只需要馬達正逆轉即可達成動作，不用輸入複雜的程式、也沒有複雜的機構，因為老師說越複雜問題就越多，所以我們相信智者的聲音是愚者的方向。

機構設計

1. 整體架構

整體機器人共使用了 1 顆大直流馬達與 11 顆小直流馬達。架構主要可以分為四大組件，分別為在最下面的「足步機構」、核心本體的「延展機構」、左右側的「升降機構」與最後上面的「伸縮手臂」，每一組件都各自模組化，可以分開製作、作動。



圖 3-1 四大組件



圖 3-2(b)實際機構圖

2. 足部機構

為第一關主要機構，由於考量速度性，在第一關突破時，後期關卡全改為使用輪子行走，所以此機構的設計採取單一方向的驅動來達到關卡需求。

(1) 機構設計

採用倒置滑塊曲柄機構的設計方式，如圖 3-2，桿件 A 上具有 a 滑槽與 b、c 兩圓孔，a 滑槽插入固定銷 a' 上，b 圓孔與曲柄 B 的 b' 接合，曲柄 c' 則與驅動軸接合，當馬達驅動時，b' 點會帶動 b 點，使桿件 A 在滑槽的限制下運動，使 c 點可以做出橢圓形的軌跡運動。此時 c 點設置腳底板，就會達到離地、踏地的運動特性。

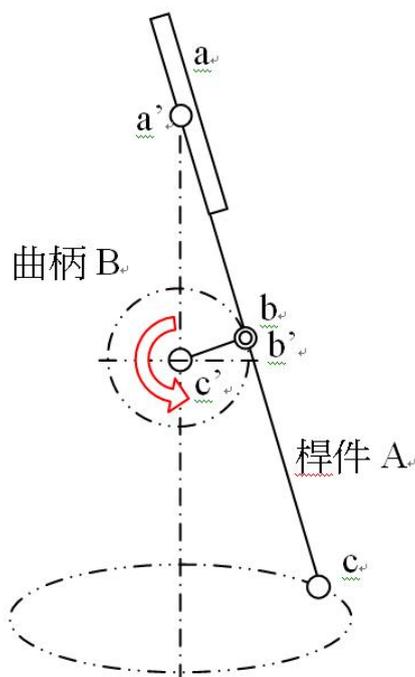


圖 3-2(a)機構簡圖

當曲柄的 b' 點達到的最高點，此時的 c 點腳底板離地最高，相對的最低點時，則為最低。影響 c 點軌跡的形狀則是固定銷 a' 和曲柄 c' 之間的距離，還有曲柄 c' 與 b' 之間的距離，是影響橢圓軌跡的重要參數。

(2) 足部配置

足部機構為機器人下盤的核心，所以為了增強足部機構的強度與穩定，使用四足驅動，下圖為四足配置圖：

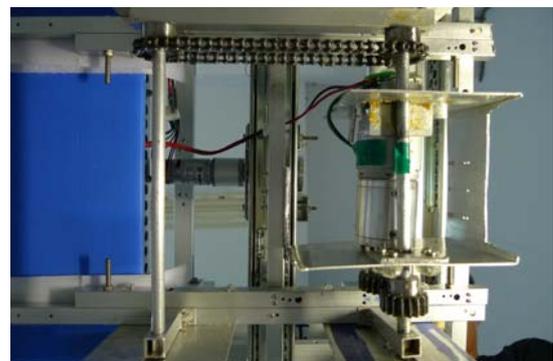


圖 3-3 足部機構下視圖

固定座上的馬達使用大扭力的馬達傳動齒輪與鏈輪，在分別驅動四足做軌跡運動。

(3) 重心問題

機器人本身並不像人類可以隨時控制身體重心，所以當左右兩側的足部機構曲柄相差 180 度的相位角時，會有各自單獨支撐機器人狀況，相對承受的負載為最大，容易造成關節的損傷、斷裂，

為了避免此狀況發生，我們改為拐杖式的足部，將兩側的曲柄相位角從原來相差 180 度改為 0 度，等於雙腳同時踩地、同時離地，再配合左右最外側的升降機構做為拐杖，當腳底板踩地時，腳底板的高度高於升降機構，此時

升降機構著地，支撐整台機器人，當腳底板離地時，則腳底板的高度低於升降機構高度，換升降機構支撐機器人，整個過程機器人會很穩健的踏出一步，等於馬達轉動一圈，機器人走一步，速度雖慢，動作卻是相當確實的。



圖 3-4(a)腳底板的高度高於升降機構高度



圖 3-4(b)腳底板的高度低於升降機構高度

3. 延展機構

第二關障礙寬度達 135 公分，所以機器人將藉由延展機構達到 135 公分的寬度，讓輪胎順利踏上關卡走過障礙物。

(1) 滾珠滑軌

此機構採取市面上販賣的 45 公分三節式滾珠滑軌進行設計，此滑軌是專門設計給抽屜使用的，所以本身擺放成 I 字形時，是可以承受高負載的。三節式的滾珠設計，緊密滑動，當滑軌完全展開後，最後一節滑軌不會產生左右晃動的現象，具有高負載又穩固的特性。



圖 3-5 三節式滾珠滑軌

(2) 配置方式，

組裝方式為一邊三組，共使用了六條滑軌，以中間的滑軌為驅動，前後滑軌負責支撐負荷與機構平行度。驅動的滑軌配合驅動裝置的組裝橫放，前後滑軌要承受負荷以 I 字形放置。當中間的滑軌被驅動向外拉伸時，就同時帶動前後兩組滑軌向外推動，如果馬達逆轉，則反之。



圖 3-6 滑軌配置俯視圖

(3) 驅動裝置

滑軌的伸縮使用鋼索驅動，將鋼索以類似於動滑輪的方式設計，如下圖：

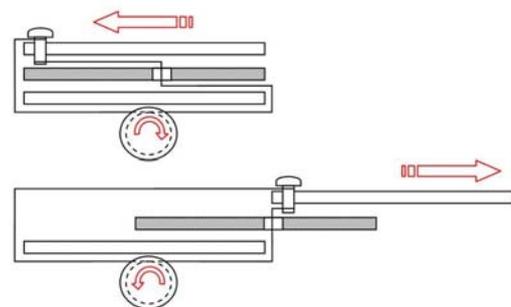


圖 3-7 鋼索拉伸狀況

將線頭綁至滑軌第三節，繞過中階第二節的方型孔，再綁至捲線器，此時馬達旋轉產生拉力，使第三節拉出去的同時，第二節也能跟著出去，達到拉出的效果。要拉回滑軌，則直接在第三節的尾部，綁另一條線拉回捲線器就能完成動作，當展開的鋼索與收縮的鋼索固定完後，當馬達正轉時，就會有一條鋼索放線、一條鋼索拉線，進行延展運動，逆轉則反之。

(4)捲線器

左右兩側共有四條線，所以必須設計四條溝槽，讓四條線分開運作，才不會互相干擾。



圖 3-8 捲線器

(5)防止摩擦

在傳動過程中，鋼索經由長期與其他金屬摩擦，容易強度下降並斷裂，所以設計過程中，放入滑輪與氣壓管，來減少金屬銳角的摩擦損傷，並同時具有引導方向的功能。



圖 3-9(a)滑輪

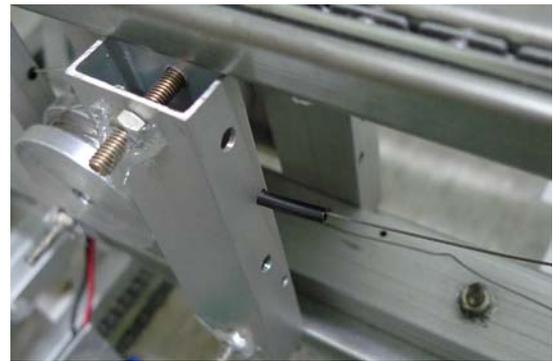


圖 3-9(b)氣壓管

4.升降機構

升降機構在比賽中扮演相當重要的角色，不但車輪在此機構上，其中第二關與第四關的階級差，都得靠六組升降機構來過關，垂直上升、前進、下降，重覆上面的動作，一步一階梯爬越障礙。

(1)五節套管

機器人的大小在比賽開始前必須在 1 立方公尺之內，但是又必須跨越 100 公分高的障礙物，所以設計五節套管，使用截面積尺寸相差不多的鋁管，代號分別為 A1、A2、A3、A4、A5，每節套管皆為 40 公分長，套管之間使用小型角鋼當作擋板，使套管中的角鋼可以互相卡住，進行伸縮時，套管才不會滑落，達到伸縮的目的。如圖 3-10：



圖 3-10 擋板與套管

(2)黏貼鋁線

由於角鋼的接觸面積小，套管與套管之間有著大面積的餘隙，使套管在伸縮時，會有嚴重的晃動現象，導致機構搖晃不穩定，並且使角鋼在升降過程中，與套管內壁卡住，無法正常運作，為了克服此問題，我們使用鋁線死貼在套管四邊上，減少套管與套管間的餘隙，使機構順利運作。



圖 3-11 鋁線與角鋼

(3)捲尺系統

套管伸縮的驅動方式，則是採用捲尺中的彈簧鋼(圖 3-12a)來進行升降。將兩條捲尺凹面朝凹面互相接合，成似橢圓的截面積形狀(圖 3-12b)：



圖 3-12(a)捲尺彈簧鋼



圖 3-12(b)結合之捲尺

此時垂直捲尺截面積所能承受的負載是趨近於無限大的，但是只要在側邊給予壓力，將似橢圓的截面積形狀壓扁，捲尺則會折彎倒下，運用這樣的特性就能將捲尺收納。

(4)膠輪驅動

驅動捲尺的機構，是靠兩顆橡膠輪來進行，一顆為主動輪，另一顆為被動輪，兩輪之間藉由拉伸彈簧強制擠壓

捲尺與橡膠輪的高表面摩擦係數，將捲尺緊夾於兩輪間無法移動，當橡膠輪驅動時，才會將捲尺往上、往下捲動。

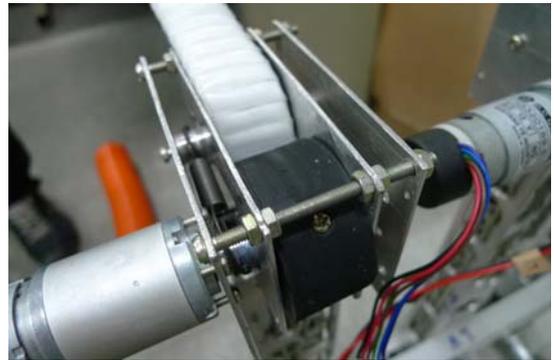


圖 3-13 膠輪驅動系統

(5)增加摩擦

捲尺的表面相當光滑，摩擦力低，卻要承受整台機器人的負荷，但是橡膠輪無法完整的制止捲尺滑動，所以運用束線帶纏繞在捲尺外圍，增加其摩擦力並產生一階一階的細條紋，使捲尺順利伸縮並且不易打滑，達到二組、二組的伸縮機構同步驅動。



圖 3-14 束線帶纏繞在捲尺，外圍產生細條紋

(6)輪子配置

前面數過來的第一組輪胎與第三組輪胎配置馬達。



圖 3-15 輪子配置

5.伸縮手臂

此機構與升降機構的原理是相同的，運用相同截面積的 A1、A2、A3、A4、A5 鋁管，每管長度長達 70 公分，進行同原理加工、組裝，結構上有小地方不同。

(1)鋁線需求

由於此機構是水平伸縮，壓力是朝下加壓，發角鋼與內壁卡住的狀況只有下方的那面，所以只要針對下方的面積黏貼鋁線，減少套管與套管間的餘隙。

(2)捲尺不同

由於伸縮手臂本身只需拿取物品，不須像升降機構需支撐機器人重量，因此捲尺與膠輪不會發生打滑，所以不需纏繞束線帶。



圖 3-16(a)手臂收縮



圖 3-16(b)手臂伸長

機電控制

1.繼電器模組

利用繼電器小電控大電的原理，將控制器的輸出電壓訊號來驅動繼電器的線圈使負載端導通，並驅動各關節的馬達。利用互鎖迴路將兩顆繼電器串接，使控制的馬達可以達到正轉與反轉的動作，在繼電器尚未接收到訊號時，馬達還會產生煞車的效果。

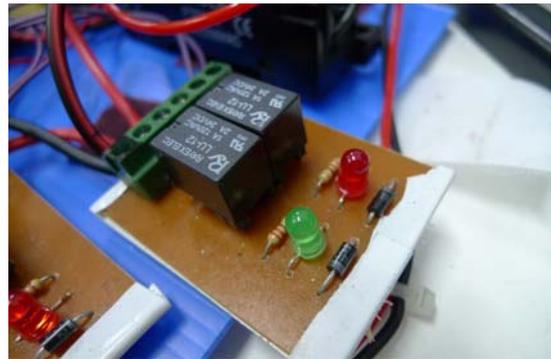


圖 4-1(a)繼電器模組

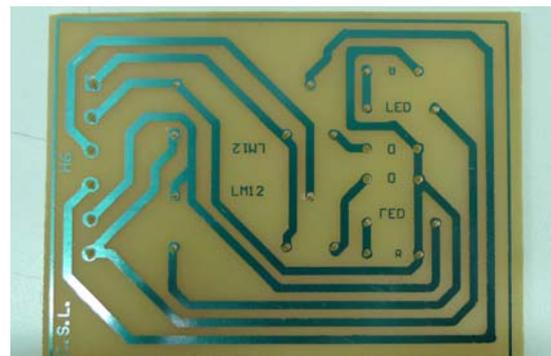


圖 4-1(b)電路板背部電路

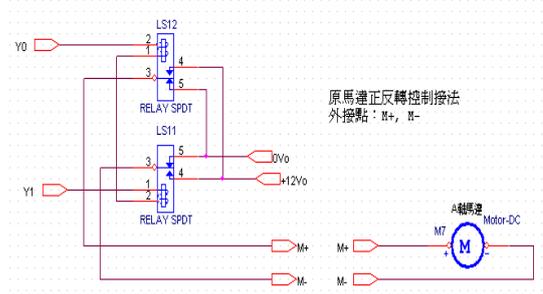


圖 4-2 馬達正反轉電路圖

2.遙控器

利用雙邊回彈搖頭開關、方形無段開關、D 形接頭、電源開關，來設計出我們所需求的遙控器。而主要的控制方法為將遙控器所配置的電源，分別利用開關來驅動機器

人端的繼電器線圈，就可以來控制我們所配置的直流馬達，完成機器人所需求之動作。



圖 4-3 遙控器

機器人成品



圖 5-1 延展型態

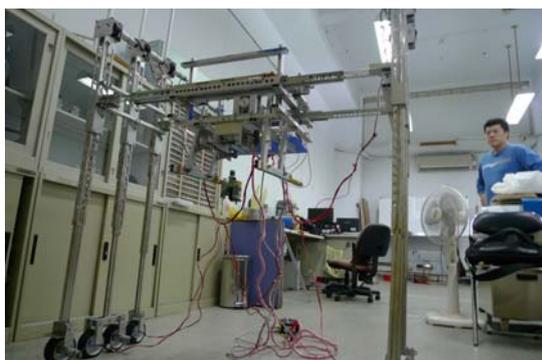


圖 5-2 升高型態



圖 5-3 手臂

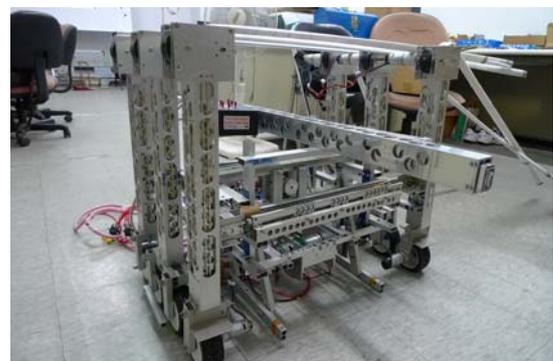


圖 5-4 神鳥冠鳩

參賽感言

很高興能參加這次的 TDK 機器人競賽，從這次比賽中，學習到團隊運作的重要性，當團隊有爭吵或是有代溝，會造成團隊運作效能降低，很多工作就會延遲，所以溝通是非常重要的。

此次比賽，機器人是我們親自設計、製造，從設計初稿到完稿、製造加工到組裝，每一步都是純手工製作，廠商材料也是自己去尋找、比對的，每一步都是由學生自己來思考，其中設計就是一大難關，很多狀況不是設計者想到的，材料更不會像設計者所思考般的運作，會導致設計錯誤、選購不對的材料，這部分在沒有經驗的狀況下，很容易發生，所以工作的每一個步驟都要與隊員討論，不斷的討論，讓設計更完善，讓加工沒有問題，減少錯誤與損失的發生。

最後這幾個月奮鬥，有爭吵、有微笑、有失落，曾經一度想放棄，但在大家互相勉勵下，又堅持到底，一路走過來風風雨雨，但是回想這一段回憶，真的值得。不管設計也好、加工也好，每一步都是扎扎實實的經驗，是書

本所學不到的內容，對未來職場一定有所幫助，很感謝老師與主辦單位給我們上了這寶貴的一堂課。

感謝詞

非常感謝 TDK 文教基金會，舉辦這次比賽，讓我們這些技職體系的學生有機會動手做東西展現其所學，並且藉此難得的機會，觀摩來自不同學校隊伍的豐富創意，互相學習，接著非常感謝明新科技大學，精心籌備比賽活動與場地，讓選手們有良好的環境與氣氛展現自己的機器人。再來感謝自己學校，提供經費、場地，讓我們有充沛的資源運用，感謝指導老師張志鋒教授與研究室學長們的指導與關心，雖然無得獎，但是這幾個月的努力，讓我們不管是知識還是經驗，都成長了許多，是書本換不來的！最後感謝這一路奮戰到底的隊友，你們是最棒的！



圖 7-1 團體照

參考文獻

- [1] TDK 盃第 7 屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集
- [2] TDK 盃第 8 屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集
- [3] TDK 盃第 11 屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集
- [4] TDK 盃第 12 屆全國大專院校創思設計與製作競賽論文集
- [5] 顏鴻森、吳隆庸，2006，機構學，台灣東華書局股份有限公司，台北市
- [6] 日本 2009 高專ロボコン競賽影片集
- [7] 張志峰，1997 年，具橢圓動路之可調整之研究，行政

院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，計畫編號 NSC86-2212-E151-005，pp.4

[8] 廣瀨・福島 研究室

http://www-robot.mes.titech.ac.jp/robot/walking/titan6/titan6_e.html

[9] PAOLO FIORINI, OEL BURDICK, 2003, "The

Development of Hopping Capabilities for Small Robots," Kluwer Academic Publishers, Autonomous Robots 14, pp.239-254.

[10] Amir A.F. Nassiraei, Seiji Masakado, Takayuki Matsuo,

Takashi Sonoda, Isao Takahira, Hajime Fukushima, Masayuki Murata, Koudai Ichikawa, Kazuo Ishi and Tsutomu Miki, 2006, "The Development of an Artistic Robot "Jumping Joe"," International Conference on Intelligent Robots and Systems, Beijing, October 9-15, pp.1720-1725.

[11] Jianjun Yuan, Shigeo Hirose, 2004, "Research on

leg-wheel hybrid stair-climbing robot, Zero Carrier," International Conference on Robotics and Biomimetics, Shenyang, August 22-26, pp. 654-659.