

遙控組 隊名：MUST B 機器人名：盜賊王

指導老師：莊銘燦

參賽同學：詹博翔 邱建賢 沈文益

學校名稱及科系別：明新科技大學 機械工程系

機器人簡介

由於本次競賽的每道題目都有一定的難度，對我們來說非常具挑戰性，其中，〈物華天寶〉須將寶物由聚寶桶中取出。這些讓我們聯想到電影中：“盜賊於機關重重的古埃及遺跡中奪取寶物”，完成艱難任務者可謂傳奇，故將機器人取名為盜賊王。

我們這台機器人的主要零組件是：鋁材、橡膠（硬度 40）、PE、內六角螺絲與尼帽、鋼索（外徑 1.5mm）、拉伸彈簧、馬達、徑向止推滾珠軸承、鏈輪及鏈條。我們用車床、銑床、鑽床、線鋸機、砂輪機及手提砂輪機等工具機以及鉗工方法加工。

設計概念

我們希望一組簡單的機構可以有多種功能、過很多關，且能節省動力源數目及機器人重量。於是我們找出各關任務的共通點：“2~4 關都需要約 2 公尺的伸展距離”我們做了一支可伸縮的軌道，加上簡單的可彈出式掛鉤，可以完成 2~4 關之任務。第 1 關我們採用左右各一組“四連桿一曲柄搖桿機構”來闖關。以上，可以通過四關，此時不但重量輕、體積小，我們機器人的動力源只用了四顆馬達。

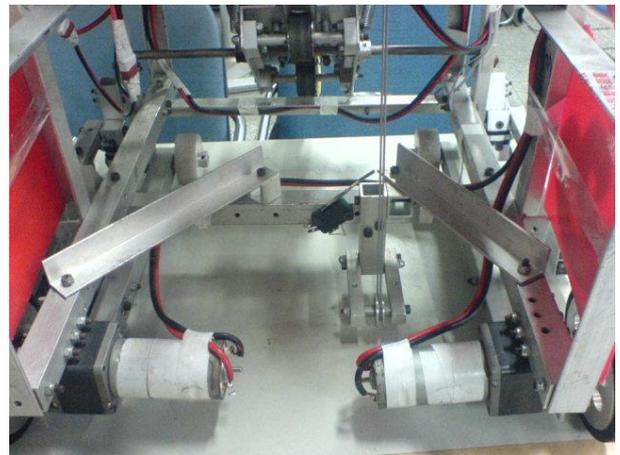
機構設計

1. 主體結構

體積小的機身對於通過 2、4 關相當方便。且對於第 5 關空中翻轉來說體積小，慣性矩小，翻轉所需之能量小，較適合翻轉。鋁原料尺寸：斷面 19mm*19mm 方形 2mm 厚中空長管、斷面 19*19mm L 形 2mm 厚長桿。

綜合以上結論，我們的主體結構大小為 400mm*360mm

*300mm(L*W*H)，非常輕巧。底盤有兩隻斜接的鋁桿，目的是結構不易變形及增加機身強度，使用連桿機構中的固定鏈(Locked Chain)原理：又稱為呆鏈，由三連桿所組成，各連桿間無相對運動。因此強度方面大幅提升（如圖一所示）。



圖一：三角形的固定鍊

2. 足部機構

面對〈快樂走〉，我們採用四連桿一曲柄搖桿機構的原理來製做足部機構，先以 Inventor、AutoCAD 模擬、繪製機構圖，緊接著實際製作與測試，較複雜的部份在於馬達的速度與同步程度、各連桿長度的微調、腳底板摩擦力問題、重心問題，我們不斷調整抓到良好的連桿長度比例、腳底板加大且加上橡膠增加摩擦力、將重心調整於機身之正中央且偏前方，使〈快樂走〉能順利完成（如圖二所示）。



圖二：足步機構測試機

第一關之後我們希望機器人能靈敏地轉彎及定位，使用四顆輪子來移動可達到我們的要求，所以我們將主動件的曲柄改成更大的輪子（稱為曲柄輪，如圖三所示）。再將四隻腳改成可拆卸式，以銷固定。所以當我們拔除銷之後就可將四隻腳收起來。此後，變成了四輪著地的狀態，前輪為兩個可個別控制的橡膠胎皮主動輪（使兩輪轉向相反即可使機器人轉向），後輪為摩擦係數低的 PE 材料被動輪。



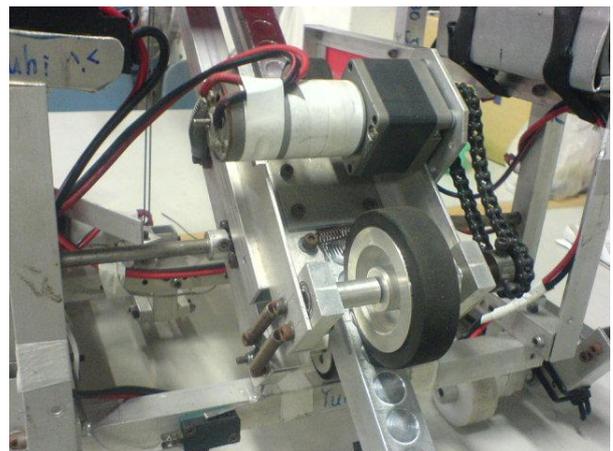
圖三：曲柄與輪子的結合

3. 軌道機構與活動卡榫裝置

<I>軌道機構：主要是由帶鉤的伸縮軌道及摩擦輪組所組成，而軌道相對於機器人主體有兩個自由度：X 軸方向上的平移及 Y 軸方向上的旋轉自由度，在此將逐一作說明：

摩擦輪組：如圖四所示，主動輪是大顆的橡膠輪由馬達經鏈條傳動，被動輪為三顆小橡膠輪，下方兩顆被動輪

均可延徑向上下活動（為了適應不同斷面的軌道而設計，於下段詳述），藉由拉伸彈簧提供摩擦輪所需之正壓力，好增加摩擦力來帶動機器人本體，主要的拉伸彈簧每條能提供約 6kgf 的拉力，故 Z 軸方向（上下）上及 Y 軸方向（左右）上都有 24kgf 以上的拉力，使軌道在機器人本體的任何位置都能順暢的運作，沒有空轉、打滑的情形。摩擦輪組需沿著固定軸（Y 軸）上下轉動才可達到過關的目的，我們在摩擦輪組中接出一支長桿，長桿末端掛上兩條鋼索，一條接上捲線器，另一條繞過機體下方定滑輪回到捲線器，改良多次的捲線器以內六腳止付螺絲接上 DC 馬達，使 DC 馬達正反轉即可使摩擦輪組帶動整個軌道機構沿固定軸旋轉。使用長桿是為了增加鋼索拉力的力臂長度（約 220mm），我們就可選用扭力較小、速度較快的 DC 馬達驅動捲線器來控制軌道上下搖擺，隨著速度的提升，操作起來也較靈活（如圖五所示）。



圖四：摩擦輪組



圖五：以捲線器、鋼索控制摩擦輪組的擺動

伸縮軌道：為斷面 19mm*19mm 方形 2mm 厚中空長管與斷面 23.5mm*23.5mm 方形 2mm 厚中空長管兩者之餘隙配合，軌道全長 1200mm（可容納於 1000mm³），可伸長至 2270mm。伸長方法的測試：以壓縮彈簧射出（調整彈簧長度、使不同彈簧常數之彈簧、以細鋼索或尼龍繩限制彈簧力釋放等等）、機器人體藉由場地道具拉出、離心力甩出等方式。多次測試加上仔細評估後，決定藉由勾住場地道具而驅動機器人體後退的方式將軌道伸長。

我們在伸縮軌道前端加上一個靶子，靶上附活動式的彈簧鉤，使我們更容易將軌道架在山形障礙或柵欄障礙中央的橫桿上。



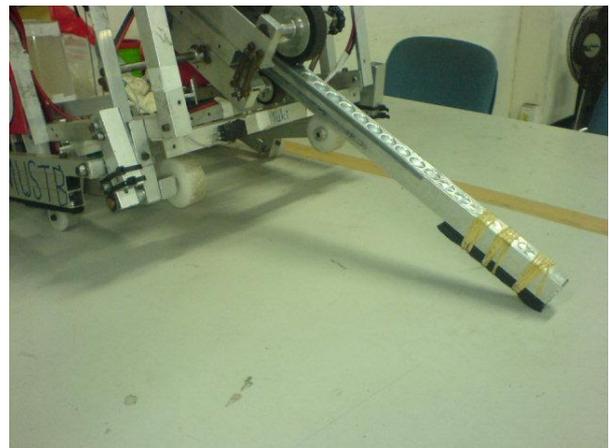
圖六：靶子與活動式的彈簧鉤

<II>活動卡榫裝置：如圖七所示，主要是由足步機構中四連桿機構的連結桿加以變形、設計尺寸，以及機身下方的重力鉤（因其可自由旋轉 90 度、僅受重力作用、收放自如而得名）。驅動曲柄搖桿機構，及可使在山形障礙或柵欄障礙中央的橫桿上的機器人體前後移動與定位。改造後的連結桿與重力鉤的功能相當於卡榫一般，使機器人得以固定於橫桿上，我們便可以將軌道送往山形障礙或柵欄障礙的終點。



圖七：活動卡榫裝置

以上，軌道機構與活動卡榫裝置可以順利的完成〈層巒疊嶂〉、〈攀岩走壁〉以及打開寶物箱（如圖八所示）。

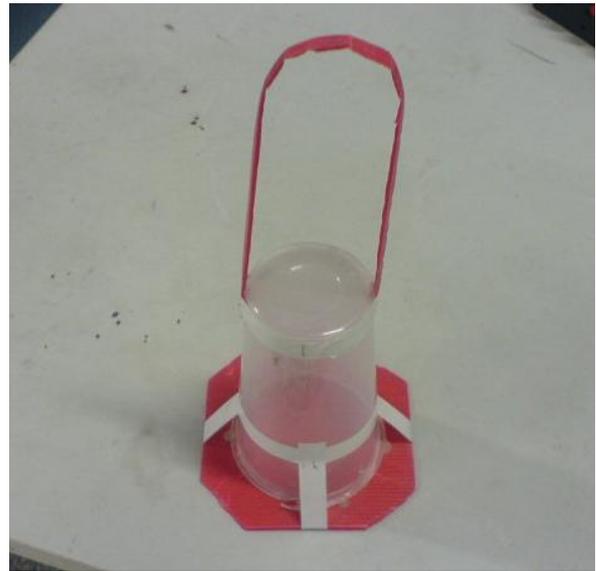


圖八：以軌道末端將機身抬高，利用機身壓下寶物桶踏板。

4. 可彈出式掛鈎

我們在軌道機構的最前端加裝了可彈出式掛鈎，由膠帶固定於伸縮軌道上。我們只需將伸縮軌道伸長，膠帶便很自然地被扯掉，掛鈎就會因拉伸彈簧之拉力的釋放而彈出來，此時機器人最大長度約為 2700mm（如圖九所示），完全足以放置寶物。為了放置寶物我們需將軌道向前伸，此時重心會移到機器人前方，為了維持機器人重心於中央而不使機器人傾倒，我們必須將軌道機構前端輕量化，包含鑽孔、使用較輕的機構（例如：以膠帶取代插銷）、使用輕薄的材料（斷面 16mm*16mm 方形 0.9mm 厚中空長管與厚度 1mm 之鋁板），同時機構強度也要考量。取得寶物後我們

仍需快速移動、定位來放置寶物，一切動作需順暢、穩定，故取物後重心仍要控制在機器人本體之中間下方，我們的寶物使用重量輕的塑膠杯(PE 材質)，不但達到主要目的，而且相當環保。此外，我們使用鈎鈎的取物方式加上寶物重量輕，機器人運輸寶物之情況下會造成一些震動，使寶物脫落，而經多次測試的結果是”寶物脫落機率高達五成”，因此我們改變掛鈎的設計，目標是”鈎取、放置寶物容易；運輸時(寶物懸空)不易掉落”，我們最終掛鈎設計如圖，寶物掉落率降低到一成以內(如圖十所示)。而放至寶物時，僅需待其晃動幅度減小，再放置寶物即可，故能順利的完成〈物華天寶〉，這就是我們所要求的。



圖十一：寶物



圖九：機器人之最長狀態

機電控制

我們使用大電流的鋰電池，透過繼電器連接電源線到馬達上，由直流開關與繼電器來控制電流，使馬達可以正轉和逆轉；較粗的電源線也就不必接到遙控盒了(粗的電源線只用來連接電池、繼電器與馬達)，遙控盒只需連接細的信號線到繼電器上，可大幅減輕搖控盒的重量，操控者也比较方便。我們的機電方面使用了四顆馬達，即可完成四關任務，算是一大特色。



圖十：掛鈎的設計



圖十二：遙控盒與繼電器控制組

機器人成品



參考文獻

- [1] 范憶華主編 (2009), "機構學", 高立圖書有限公司
- [2] <http://robbtw.ntust.edu.tw>
全國大專院校創思設計與製作競賽
- [3] <http://140.116.71.92/cmdme/90.3.6/a-ann.htm>
Creative Machine Design
- [4] <http://www.me.cycu.edu.tw/~merc/資料文獻.HTM> CYCU ME
- [5] <http://www.bime.ntu.edu.tw/~dsfon/Mechanism/chap5.htm>
機動學講義—平面連桿系

參賽感言

這是我們第一次參加 TDK 盃，早先我們無週休地花了兩個月的時間在實驗室打雜、上網蒐集資料、研讀機構學理論，討論出一套自認為尚可的機器人機構模型。經學長過目後，我們得知很多地方是難以達成的，而且我們必須配合馬達、鍊輪、鍊條、軸承...等各式各樣道具的規格去設計機構及零件尺寸，於是我們得到了一些打擊，得到不少基本常識。之後又花了將近三個月的時間製做了第一代盜賊王，才發現他重量不輕及過關穩定性不高的嚴重缺點，我們又獲得不小的打擊，也熟練機構與零件的設計、製做及裝配。此時學長將我們認為天馬行空的概念，有條理的分析一次，因而產生那麼一絲絲的希望，於是我們決定重新來過，以實驗室為家，一個月後盜賊王第二代便產生了，我們是多麼地興奮！在過程中，團員間的喜怒哀樂情緒變化相當極端、迅速，這是我們所經歷的。團隊工作之溝通、領導、團隊精神的重要性，我們已有了深刻的體會。” No pain no gain.” 這句諺語我們百分之百認同。

感謝詞

我們要感謝 TDK 文教基金會給我們一個很好磨練創造力、思考能力的機會。很感謝系主任、老師的支持。更要感謝學長的叮嚀與指教。也感謝同學、家人給予我們的鼓勵。要感謝的人太多了，只能說非常感謝大家。