

遙控組：有勤有益ME系 及 勇者

達鋼

指導老師：邱俊智

參賽同學：王晨軒、程子軒、黃陳偉、陳棋柏、林世宏

勤益科技大學機械系

機器人簡介

整體來說，根據比賽規則設計出來的勇者達鋼，他所能完成的動作係以滑過欄杆、夾持物品、拖台車、以及如何上下階梯等許多的關卡。加上我們自行設計的機構圖，自行加工的材料等等，一切從無到有的精神也希望能從機器人上面表達出來，或許看起來並不起眼，但是這是我們一點一滴把錯誤的經驗累積到機器人上面，也才能將整個機器人呈現出一個完整的本體。

設計概念

我們是以第一關的欄杆為出發點，想像如果我們機器人能夠像蜈蚣一樣直接就衝過去的話，那是不是就省了許多的時間，因此就朝向這關鍵點出發。

不過由於第一關要直接衝過去，第一影響到的問題就是高度問題，高度問題影響我們相當大，關係到我們如何進行剩下的關卡，因為其他的關卡都遠遠超出 25 公分高，因此我們就利用一般常見的升降機構，來幫助我們升降及上升來達到我們所要的動作。

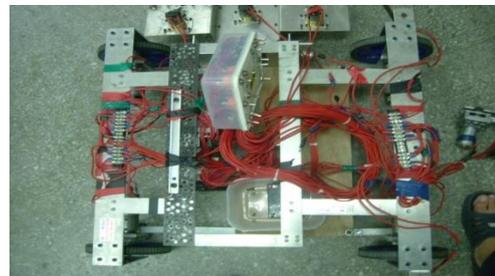
而升降機構的概念來自於傳統的齒輪與齒條之間的強力啮合，來帶動我們整體機器人的本體，而夾具部分，則是利用五點夾持，將點與點形成一個面，增加夠多的夾持力，概念來自於彈弓。

機構設計

機構設計我們將整體分為三大部分：本體及輪子、升降機構、夾具

第一我們就先拿本體及輪子來說：

設計成矩形的區塊，利用口型的鋁板、鋁版、馬達、連結器、軸承、輪胎等等，更考慮上結構性的加強，在車體的上方佈置了許多鋁版的連接使能分散出不同的力不會連接在一個點或線上，有此瞭解是因為前身就是因為本身的結構性不強導致轉彎時會搖搖晃晃，甚至過不了彎，當然也加強了本身的扭力矩跟轉速為 16kg-cm，120rpm 的馬達。本身的設計著重於行走、轉彎、輕巧更附需搭配上隊友們機構位置。



是以口型鋁版、軸連接器、培林、輪子(塑膠輪)搭配上馬達跟馬達連接板，在驅動配置方面是參考了堆高機，在車體的馬達裝置是分成左右兩邊各一個開關，左轉時左邊斷電右邊馬達通電就會讓輪子向左轉，反之，右轉時右邊斷電左邊馬達通電就會右轉。這是行走轉彎的部分。





在車體上安裝了四顆馬達跟四個輪子，是因為讓每一個輪子分擔掉本體的重量，帶動車體時更能更加靈巧且機動性強，雖然有考慮上每顆馬達的速差問題，但影響不大。在馬達的選用上有 AC 和 DC 兩種選擇，但我們選擇 DC 直流馬達(24V)的原因為：控制技術較為簡單，安全性高，可正逆轉，有軸向運動的空間且價格上還是在考慮範圍內。在馬達上的裝配，馬達上裝有軸心帶動輪子，更加上馬達連結器搭配上門型鋁版結合，在門型鋁版上加有培林跟套圈，是為了讓軸心在一直線上不會偏掉，再以缺氧膠(逆向工程材料)黏合。

在輪子的選擇上，剛開始我們使選擇市面上的橡皮輪但因為中間的構造由鐵的構成，光是一顆輪子重達 1.1KG，讓我害怕讓本身過重超過原本的規定 10KG(本賽程規劃為 25KG，本隊討論分配重量本體為 10KG)，讓採用塑膠輪，輕巧且可製作軸心裝配，加上擔心場地會有打滑的跡象，又再輪子外圍加上了一層增加磨擦力的履帶以免打滑影響本身速度。

最後，本體部分則是鉤子(勾住台車)設置於車體的後方，對於我們操作員的操縱會比較方便，當初在於設置前後方引起不小討論，再最後因為怕在過第三關鴻溝時會將鉤子給撞斷掉取消掉前方的主意。

鉤子的主要驅動配備：門型板、DC 直流馬達(規格為 3kg-cm/3.8rpm)、軸心、鐵板勾、及鋁版勾，在組裝上馬達連接上於軸心帶動鉤子，而軸心設置於門型版圓孔，馬達

設置於門型板上鎖緊，而鉤子則是鐵鉤焊上於軸心在由鐵鉤上的孔對上鋁版上的孔相互鎖緊。本身上鉤子打算都用鋁的，但因考慮材質相同的問題在馬達驅動軸心帶動鉤子時，鉤子與門型版的因材質相同會產生摩擦力過大讓馬達過於磨耗，故採用鐵製品，讓一強一弱的材質讓鐵跟鋁摩擦。



第二就是夾具：

以最初的構想，是想利用彈弓的錐形為出發點，但是為了要有支點，因此我們設計了整個利用整片鋁板加上雷射加工，所完成的一種形狀來夾持物品。最原始的形狀為全圓，但是這樣的話，在夾持物品的時候就會變成在精準度方便需要相當的準確，後面又加以改良，改良成其他實驗後，最好夾持且誤差度較小的形狀，這樣是經過許多次的實驗及失敗所完成的。

在夾持的部分最原始利用鋼索來進行夾持，但是鋼索他有他的形狀記憶在，相當有剛性會造成鋼索的變形，會使鋼索在纏繞馬達時不順暢，所以我們改用以直徑 1mm 的中國結來當作夾持部分的繩子，效果相當好，因為它具有相當的韌性及柔性，因此在任何的變化中，他都可以勝任。所以夾持部分最後選用中國結。可是單純用繩子來夾持，不過只是線與線的夾持。接觸面積不夠，相對的摩擦力就不夠，因此我又利用了不織布，將它穿過繩子，而穿過繩子又利用塑膠棒來加以支撐，不致於讓他鬆垮，而繩子的

支撐，我在鋁板上設計了支撐棒來將繩子撐開，這樣我們才有開口讓物品進入鋁板來夾持，而鋁板中間，又加裝了小小的橡皮筋支撐桿，因為繩子本身沒有彈性，雖然我們已將它稱開，但是地心引力的關係，但還是會有一股力量讓他垂下，所以我利用穿過不織布的塑膠棒，將橡皮筋套過在繞到橡皮筋支撐軸，讓繩子整個都是呈現稍微緊繃的狀態，以致於不受地心引力而垂落。



如何將繩子收回而呈現夾持的功能呢?其實原理是利用馬達的帶動，使用時規皮帶與時規皮帶齒輪的傳動間，造成旋轉，在馬達令一端的時規皮帶齒輪上，有一個軸裝著收線器，分別在鋁板的上下，即可形成面來接觸，在齒輪與齒輪之間，做了一個可以移動的距離，可以在裝置時規皮帶的時候更順暢或是更確實這是在皮帶傳動裝置上面所看到的靈感。



在夾持物品跟將物品放到指定位置時，25cm 是不夠高的，所以需要升降機構來輔助整個本體來達到所需要的高度，但是，也是因為礙於整個本體高度限制，升降機構所上升的高度有也是有限，所以在夾具部分我們也是需要自行上升的功能，因此我在夾具部分設計了利用時規皮帶

來帶動上升下降的機構，其實也只是將夾持那部分的機構變成直立罷了，完成後我們加以實驗，發現高度還是不足，我們又另外想了一個改良的方法，也就是在夾具升降的部分，加上了一組槓桿棒，利用馬達與鋼索的收放，造成夾具有稍微角度傾斜，這角度的傾斜，用三角形的原理，可以造成他的高度有些許的增加，彌補不夠高度的部分，最後在試驗的過程中，發現確實高度已可以通過我們所需求。

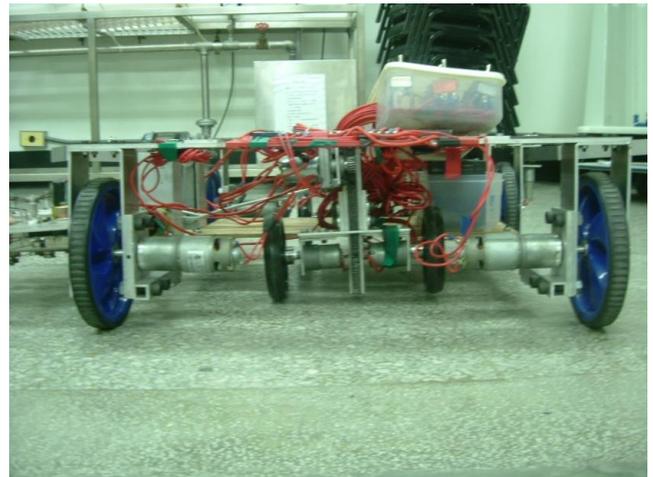
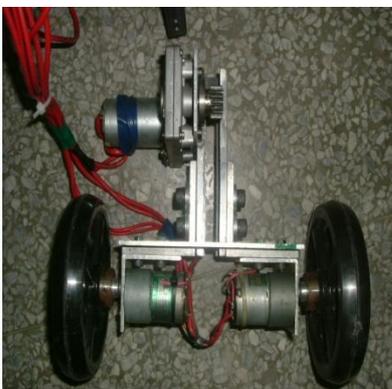


第三部分則是升降機構

我們的升降機構是由馬達帶動齒輪，再由齒輪與齒條做契合來做升降的動作

總共有兩組來做升降，分別操作升降是為了第三關而設計的動作，好方便讓機械人可以爬升階梯與鴻溝，在第二關的挾持垃圾與丟垃圾也使用到其升降機構，要讓整個機械人的夾具高於要挾持的物品與垃圾筒，升降的高度是不可缺少的，但是因為機械人高度已經限制住了，所以可升降的高度也被限制住了，所以齒條的長度只有 20 公分為了不超出第一關的高度，所以整個升降機構的長度 21.7 公分離地面只有不到一公分的距離，是因為要讓整個升降機構的高度推向極限，關於齒輪的部份我們採用的規格是（模數 1，總共 20 齒）配合的齒條也是模數 1，試驗的結果這個升降機構只能夠爬升 17 公分，但是經過試驗之後發現這高度很足夠了，整體的精隨就在於升降機構的高度與結構性。

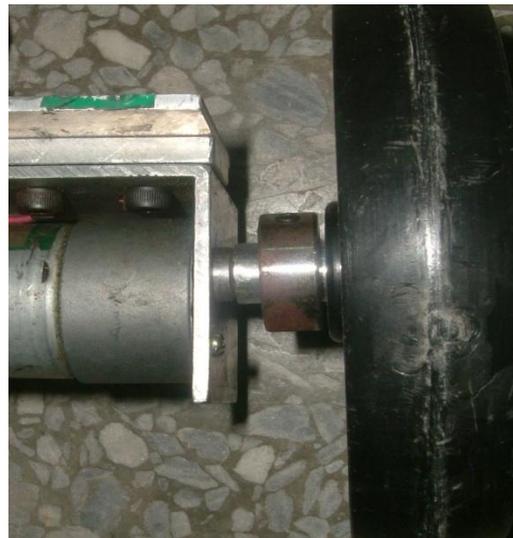
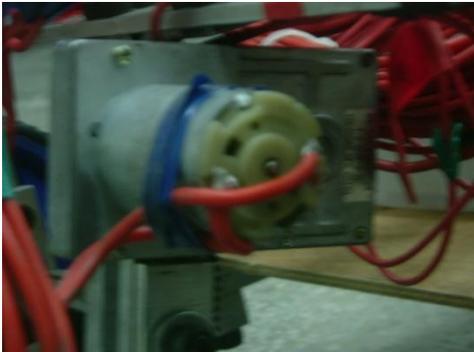
（下圖為其齒條與升降機構大體）



這個升降機構最重要的部份就在於馬達，還有馬達軸與齒輪做結合的地方是使用卡拉的原理讓馬達的軸可以確實的帶動其齒輪轉動，在升高的時候升降機構要撐起 24.6 公斤的機械人這個部份只能靠馬達的馬力去克服，所以在經過我們在網路上查詢與自身去跑店家的努力之下，我們終於找到符合升降機構用的馬達了，因為空間有限所以馬達自然就不能太大，但是小馬達又沒有足夠的扭力可以撐起整個機械人，大扭力的馬達體積又太大了，起初我們也試過了不少組馬達，但是都不足以撐起整個機械人，因為扭力都不夠高，扭力高的小型馬達在網路上又特別的稀少，但是最後我們終於在“建國市場”的店家中找到這個馬達，他的扭力在店家的說明下他足以撐起 20 公斤的重量，這已經很足夠了因為升降機構有兩組所以分別受的重量並不到 20 公斤那麼大，雖然轉速比較慢，是因為這個馬達裡面就附有的齒輪箱，讓整個升降機構升高時可以整個撐住，不會發生因為升高後又滑下來的狀況，這對整個機械人在挾持垃圾與丟垃圾還有爬階梯跟鴻溝時的動作很重要，而卡拉的部份也是整個爬升的關鍵，卡拉的原理是利用馬達的軸與齒輪的外圍再做一個緊配合的套軸來增強其整體的結構，其套軸與齒輪再鑽孔與攻牙用無頭螺絲做結合讓軸與齒輪不會鬆掉，確實的轉動它，無頭螺絲也要鎖在馬達軸的 1/5 的平面上的挾持力比鎖在圓上來的確實，因為鎖在圓上的話是做點接觸，但是鎖在面上的話是做面接觸，因為升降機構可以加工的部分空間有限，所以其加工的工件也特別小，在精度上特別要求，所以這部份是整組

升降機構的重點。

(下圖分別為馬達與卡拉的部份)

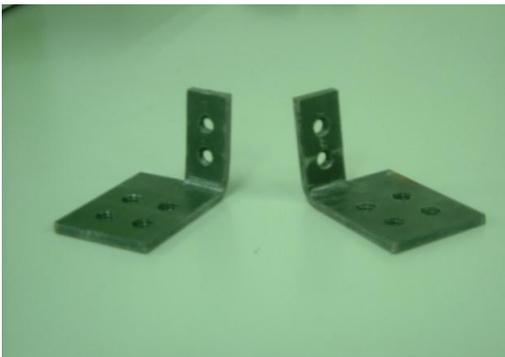


這機構還有一個特別的地方就是輔助輪，因為第三關要爬階梯與跨鴻溝，輔助輪的結構就比較簡單些，跟帶動齒輪的方法一樣是利用卡拉的原理，使其馬達軸帶動輪子做前進後退的動作，其馬達的規格是 120RPM 因為行走不需要高扭力所以就選用高轉速的馬達也比較好找剩下就只有配電線路的問題就可讓馬達正轉反轉，在使用輔助輪行走的時候發現到了整個套筒會受不了整體的重量而產生變形，讓輔助輪呈現八字型的樣子行走，因為套筒是為了要輕所以就用強度不夠的鋁做，所以容易產生變形，為了防範這個狀況，因此又做了加強版的部份，加強版中間的洞口是為了不會干涉到齒條行進，主要的功能就只是讓整個升降機構更為堅固在上升與行走時不會變形讓整個套筒在分開變形而限制的形狀。

(下圖分別是其輔助輪的卡拉與加強版)

這個工件是連結升降機構與主體的部份，在一開始設計的時候因為與主體連結的地方是兩點連一線的方式，所以結構性不是很牢固，為了解決這個問題所以採用四點照成一面來加強其結構性，在剛開始的材料是使用鋁來做，但是經過多次的練習之後很容易產生變形，為了加強它強度所以改用了黑鐵下去做，雖然改善了很多，但是在多次的練習過後還是免不了些微的變形，所以這個工件就做了相當多的備用，以備損壞時可以進行更換。

(下圖是磨損前與磨損後&四點連一面的連結方式)



機電控制

機電部分則是使用傳統的電線接三段有/無段開關,做最傳統又直接的機電控制,因此如何將電線整理整齊是我們要克服的一大課題,以及短路或電線斷掉時要如何在最快的時間找出問題所在,因此下此如果有機會,希望能夠朝向無線遙控方向走。

參賽感言

這次參與 TDK 機器人比賽,參加此次創思設計與製作競賽真是獲益匪淺,機器人從零到完成的過程中讓我們學習到許許多多的知識,包括電路、配電、接線、機械加工等

等...有些東西都是課堂上學過的理論,但當時並未實際應用,感覺上很模糊,似懂非懂。但從實際加工上面讓我們整個團隊對於機械有了新一步的認知。而且更要知道當一步機器作完並不是沒事了,而是要進一步做機器的動作,也就是配電,但我們是學機械的對於電子上的了解畢竟有限,但也慢慢的摸索讓我們電路的複雜度從複到簡,其實坦白說我們機械應該跟電子結合上!!才會讓我們更加順利也可互相摸索互相扶持。這部機器人讓我了解從無到有,再從設計到實做在慢慢的修改上,了解製作一部真正的機械實在是很不容易,除了基本上的設計考量還得量身本體的設計是否在市面有所需的工具跟零件可以買的到,記得學長跟我們說了一句話:「畫出來的設計圖在實做方面上有時是做不出來的」。讓我們記憶猶新,因為在一開始我們剛接觸到設計圖的繪畫,往往是全畫出來了,但卻要做全面修改或部分機構的修改,因為有些像是孔太大,軸承在市面上沒有的等等,就會面臨到一些問題,坦白說剛開始大家都做的很累,有時做出來還失敗,那種挫折感實在是從未體驗過,還有夥伴跟夥伴間的討論也會總是冒出一些火花,但都無傷大雅,因為畢竟是想為這部機器盡一份心力,在之後真正的車體做出來之後大家就鬆了一口氣,能親眼看到自己的做的機器人,會跑會轉彎,克服掉比賽的所有問題,心中的那塊大石頭瞬間消失無影無蹤。

雖然我們都沒有任何的經驗,但一路上都有學長跟老師的陪伴,給我們磨練和教導,讓我們更能越快熟悉製作過程是如此繁雜且費工。加上我們這一團隊的合作精神真是有漸入佳境的情況,因為大家在剛一開始還漫不經心,可能還是要上課還是上班等等困擾,但在暑假時還是和大家一起討論起糾紛,但卻不會引起不愉快,因為我們都知道所提出來的問題都是我們以後會面臨的到的問題,只是早晚問題。所以並不會介意任何隊員所提出的質問,也很感謝本團隊隊員們經由這漫長的時間繼續的修改以及維修,最重要當然是我們的學長,替我們分擔了不少的苦思和加工,要是沒了學長的協助跟幫忙,我們可沒辦法進行的那麼的順利,在此先謝過了學長,經過了比賽結束,大家還是聚在一起討論比賽的缺失跟缺點,好留給下一屆當做借鏡,以免重蹈覆轍。更是期望下屆的學弟們,能做出

更好的成績，在經驗的傳承上跟加工的方法上的加強，對學弟們說明，希望他們能為我們雪恥，更能為我們學校爭光創造另一番嘉績。在這次的 TDK 機器人比賽中不僅了解到機器是如何的做出，更了解到一個團隊是如此的重要，一個隊長跟旗下的隊員們需互相的配合跟禮讓，不要讓團隊變成了一盤散沙，這是很重要的！

感謝詞

最後當然要感謝由教育部和正修科技大學主辦，財團法人 TDK 文教基金會贊助，來舉辦這次第十三屆創思設計與製作競賽，才讓我們有了這個機會，可以發揮所學與創意。感謝勤益技術大學的老師跟學長們的支持與贊助，更要感謝一路陪伴我們的指導老師。