

## 遙控組：高應流馬 CruelAngel

指導老師：陳信宏

參賽同學：曹世勳、陳浚鉞、王舜

高雄應用科技大學 機械工程系

### 機器人簡介

我們的機器人從外觀看起來，就能夠猜測出其貌似一匹馬，材料大都使用鋁以及壓克力組合而成，整體相當具有骨感且體型也相當地小。

### 設計概念

我們的機器人主要是由突破各個關卡來進行設計的，所以外型上並不是特別設計過的，而主要的功能有，第一腳步的升降功能，第二脖子的舉重功能，第三頭部的鏟球功能，最後是發射的功能，其中升降的功能主要是為了，突破第一關跨欄用的以及上獨木橋，舉重時升高將槓鈴放置在高處，取球時將身體降到最低，可以說是每一個關卡皆要用到的功能。第二舉重的脖子，在脖子最前端有鎖上如同樹枝般分岔的螺絲，將槓鈴固定在兩根螺絲分岔之處，固定槓鈴使其不會掉落。第三鏟球顧名思義，將球鏟起後將綁在口部的線，利用馬達將線收起，也就連同球也收起再將脖子抬高，送至第四個功能，調整角度再發射。

### 機電控制

由於我們在設計電控前，我們以解決大部分電控會有的問題，所以我們的電路並不複雜，只需要用到較多的 Relay，和電子元件作為搭配，對於所有馬達只要能夠做出正反轉的效果，就可以說是我們所有的電控部分了，而我們要讓馬達正反轉，是利用 Relay 來控制電流的走向，使馬達做出正反轉的功能，再來控制這些電流，何時要正向的方式流向馬達，何時要反向流動，就要另外接上控制 Relay，使其 on 或 off 之開關，而這開關我們是打算接出較長的電線，將其接到我們手中的控制盒，來達到遠端的控制。

### 機構設計

以下為第一代。

跨欄：面對高度 40cm 的欄架以及必須要從欄架上方過去的限制，我們討論出來的結果為讓機器人整體上升一個高度然後通過，為此我們假想這個機器人有六隻腳，左右各一隻為一對，則有前中後三對。當機器人要通過欄架時，前面的腳會上升，然後用其他的腳做支撐並且向前推進一小段距離然後放下。接著中間的腳比照剛剛的動作上升通過欄架後放下，後方的腳也是如此。

針對腳的上升下降我們有兩種想法，第一是使用滑輪搭配釣魚繩去拉，第二種是採用齒輪與齒條的搭配。由於繩子無法承受壓力所以我們選擇後者，而齒輪與齒條的模數則先暫定。

因為我們有六隻腳，如果每隻腳都使用一個馬達來做上升下降的動作，會使得機器人整體的重量增加許多，所以我們打算一對腳使用一個馬達，因為每一對腳都是一起上升下降，並不會像前、中、後的腳必須要獨自上升下降。

獨木橋：在這個部份，我們預計在獨木橋上跑的是小輪子，稱為獨木輪。一般行走時是使用大輪子，稱為動力輪。另外，我們發現獨木橋的高度比起欄架的高度整整超過 10cm，所以獨木輪的下面那個四分點必須要高於這個距離，即是腳的升降必須要能讓獨木輪高於獨木橋、動力輪高於欄架才可以。

我們打算在腳的底部加上馬達，用來旋轉動力輪使整體前進，當腳上升之後，動力輪軸上有一個齒輪會與獨木輪軸上的齒輪相嚙合，這樣就能使獨木輪轉動，而不需要外加馬達來驅動。

由於獨木橋的寬度只有 20cm，所以扣除兩個獨木輪的寬度之後，就是兩個獨木輪之間的距離。此外，我們擔心在獨木橋上行走時會從上面掉落，所以必須要有個拘束的

方式。第一個想到能夠使用的方式為利用滑槽的想法，只要在左邊跟右方分別加裝上內角鐵，就能夠避免整體向左方或者向右邊偏的時候，從獨木橋上面掉下來，但是此做法並不是很好，更好的做法是在內角鐵上再加裝一個滑輪，使得原本的面接觸改變成為點接觸，讓摩擦的阻力減少到最低。導軌必須要比獨木輪來得低，這樣才能發揮作用，但是又不能在一般行走時摩擦到地面，所以必須要比動力輪來的高。

舉重：槓鈴要從地面 20cm 的高度舉到至少超過 126cm 的地方，這個距離只藉由腳上升下降的距離加上機器人身體的高度是達不到的，所以我們假想加上一個頭部，脖子的長度必須要能夠彌補這個距離，且要能夠旋轉才有辦法將頭低下去舉起槓鈴。

由於頭部是低下去舉起槓鈴的關係，所以我們將外型設計有一個勾狀，目的是為了防止在舉起時槓鈴滑落出去，且舉起之後，為了不讓槓鈴前後滾動，所以在勾狀的後方加上一個半圓弧的凹槽來限制槓鈴的位置。

頭部旋轉的機構，我們從音叉上找到一個想法，如果將音叉套於馬達的旋轉軸上，當馬達轉動時，音叉也會一起跟著轉動。由於音叉突出的那兩端與馬達的旋轉軸並非同軸心，所以就產生了偏心旋轉的動作。然後我們將兩條釣魚線分別綁於兩端，但是其中一條釣魚線為順時鐘纏繞，另外一條釣魚線為逆時鐘纏繞，這樣的情況下，當馬達正轉時，順時鐘纏繞的釣魚線會開始放線，而逆時鐘纏繞的釣魚線則是開始收線。反之，當馬達逆轉時，順時鐘纏繞的釣魚線則是收線，而逆時鐘纏繞的釣魚線則是放線，這樣就能夠使得兩條釣魚線分別產生放鬆以及拉緊的不同狀態。

我們將一條釣魚線綁於頭部的背後，另外一條釣魚線綁於頭部的前面。在頭部要抬起時，讓頭部後端的釣魚線拉緊，前面的釣魚線放鬆。反之，後端的釣魚線放鬆，前面的釣魚線拉緊，就能使頭部低下去。

後來，我們把音叉的外型改為 II 的形狀，上下為壓克力板，中間兩的則是使用螺絲來固定，這樣依舊能夠達到同樣的效果。但是在稱呼上我們依舊稱此為音叉。

取球：網球放至於球池裡面，距離地面只有 7.4cm 的高度，因此取球仍然要靠頭部旋轉低下去取球，但是當腳

完全縮進身體之後，垂直的直線距離依舊有 50cm 左右的高度，單靠頭低下去是不夠的。

由赤道球池整體來看，底部有三個類似滾柱的東西，似乎能夠用外力推動赤道球池，所以我們打算利用腳去推動赤道球池，使得網球可以從赤道球池的中心點往自己的方向滾下。所以必須一邊向前推一邊讓頭低下去，當網球滾動靠近機器人之後，再用頭部將網球取起。

脖子必須要以取球的長度為主，因為取球的長度遠超過之前在舉起槓鈴時所設計的長度。這樣在舉起的時候，腳並不用完全伸出身體外面，就能夠達到舉重所要求的高度。

當我們所設計的頭部選轉低下接近赤道球池裡面所放置的網球時，我們選擇使用類似網狀且有彈性的東西，在兩端綁上釣魚線，而釣魚線的另一端則綁在馬達的軸上，藉由馬達旋轉來拉動釣魚線，進而使網狀物能夠向內部收縮，以達到取球的目的。

由於我們害怕一次取到兩顆網球，所以打算將網狀物的尺寸定成與一顆網球的尺寸大小相同，取完球之後將頭部旋轉抬高，使得網球能夠順著脖子滾下。脖子即是頭部與身體連接的部分，其中空的尺寸為一顆網球的尺寸大小。

發射：對於發射的問題，我們決定採用拉彈弓的方式，也就是使用一個長方體作為發射臺，發射臺中間是空空的，尺寸必須要能夠容下一顆網球為主。當球從脖子滾下來，從發射臺的砲口進入，接著我們使用類似橡皮筋那樣擁有相當彈性的東西，綁在長方體的兩側，綁的方法如同綁手機吊飾，所以要開出「口口」的形狀，接著開出一條細長型的槽以方便可以做拉的動作。此外再加上一塊平板讓彈射的力道能順著長方體垂直出去，不至於因為有歪斜而導致力道減少。

在發射台的後方下面，我們打算開出一個小凹槽，凹槽外型為長方形，在這凹槽的中間放進一根直立的螺絲，螺絲長度為 6 公分。

分別在螺絲的頂部與底部各鎖上兩個螺帽，在兩個螺帽之間綁上釣魚線，這兩條釣魚線向發射台的後方拉，綁在我們設計出來的音叉物體上，而音叉則是裝置於馬達的軸上。

當馬達旋轉時，可以帶動螺絲順時鐘旋轉或逆時鐘旋

轉，即是讓螺絲成為「\」以及「/」的樣子。為的是要能夠扣住彈射網球的平板，當螺絲從「/」變成「\」的時候，就能夠發射。

整合：根據各個關卡所設計出來的部位，我們要設計一個身體來搭載。

這個身體必須要能夠容納腳的長度，而腳升降的長度必須要超過獨木橋的高度，因此將此高度定為上板與下板之間的距離，支撐的方式採用鋁擠型的支柱，放置在每隻腳的旁邊以便於利用螺絲達到穩定升降。

把設計出來的各部位放置於上板和下板，需要打洞的部份如腳上升下降所經過的地方，還有要鎖馬達以及輪軸也需要打洞。此外在獨木輪的地方，下板要開長方形的槽，這個槽是由獨木輪上視然後投影而成。原因是獨木輪會碰到下板，所以必須開槽閃避。

由於發射臺並無法處於整體正中間的位置，因為會被頭部給擋住，所以我們決定將發射臺放置於整體中間的右邊，然後在頭部到發射臺的地方開出一條凹槽，利用網球從脖子滾下的速度，滾過凹槽，滾進發射臺的砲口。

以下為第二代。

跨欄：重新審視各關卡的問題，若能沿用之前的零件便加以使用，節省成本。

我們依舊決定使用升降來達成目的，但先前是使用齒輪—齒條，這次改變模式，使用釣魚線與滑輪來拉動。在腳的下方綁釣魚線向上方拉，繞過滑輪之後再向下；反之也在腳的上方綁釣魚線向下拉，繞過滑輪之後再向上。這兩條釣魚線繫於馬達軸上的“音叉”，其音叉是先前用來拉動頭部所使用的裝置，能使頭部旋轉抬高或低下。腳要上升時，腳下方的釣魚線會向上拉，而上方的釣魚線則處於放鬆的狀態。反之下降時，腳上方的釣魚線會向下拉，而下方的釣魚線則為放鬆。

獨木橋：之前的設計是把輪子分為兩個，動力輪與獨木輪，由齒輪來做切換。由於用齒輪切換動力輪與獨木輪太過於麻煩，且要固定獨木輪還需要使用魚眼，重量上也會增加不少。所以這次我們更改想法，將動力輪和獨木輪合併，用一根輪軸貫穿，即獨木輪為動力輪，動力輪為獨木輪，也省去了齒輪的麻煩。一般行走與過獨木橋時皆用同一個輪子，只要腳能升起到獨木橋的高度加上輪子的直

徑長度就可以，兩個輪子之間的距離差與先前相同，為獨木橋的寬度扣去兩個獨木輪的寬度而成。

我們原本的設計是使用到六隻腳，分別位於整體左右兩邊的前面、中間、後方。但是考慮到先前的體積過於龐大，所以打算改為現在的三隻腳，其位置分別在整體中間的前面、中間、後方的位置。我們擔心整體會因為不穩而朝兩旁傾倒，所以加長了輪軸，其長度必須超過整體的寬度再加上兩個輪子的寬度。因為我們打算在輪軸的最外側加裝輔助輪，因此一根輪軸便有四個輪子，兩個輔助輪，兩個動力輪。另外考慮到重量限制的問題，真正有裝馬達的腳只有前面以及中間兩隻腳，其後方的那隻腳為輔助支撐用。

舉重：我們把原本的頭部改為使用四根鋁管來取代，這樣重量減輕很多。鋁管分別外切於網球的直徑。

在四根鋁管中的其中兩根上面，分別各鎖入兩根螺絲使其成為如同樹枝分岔的形狀，這樣便可以用來舉起槓鈴，而所需要舉起的高度是由身體長度加上腳升降距離以及頭部長度來達成。

原先的頭部是由四片壓克力平板組成，必須使用很多內角鐵才能夠鎖住，現在這樣的好處是在重量方面減輕了許多，而且在裝置方面也比原先的設計簡單許多。

這次設計的頭部旋轉的方法依舊使用先前的概念，利用一個類似音叉狀的東西，裝置於馬達的軸上。

當馬達正轉時，頭部後方的釣魚線會呈現拉緊的狀態，而頭部前方的釣魚線就會放鬆，然後這樣便能抬起頭部。反之馬達反轉，頭部後方的釣魚線會放鬆，而頭部前方的釣魚線就會呈現拉緊的狀態，這樣便能將頭旋轉低下。在舉重的過程當中，如果馬達輸出的力量不足以舉起槓鈴的話，有兩種解決的辦法，一是更換馬達，而另外一個是使用滑輪來放大力的效益。

取球：組成頭部的四根鋁管中的上面兩根會比下面兩根來得長，目的是要使網球能夠從鋁管長短的差距中進入，所以在這段距離之中我們加上頭部的下巴。

這個下巴是由先前的壓克力平板加上內角鐵組合而成，側面來看，外觀如同是一個 L 的形狀。其功能在於頭部旋轉低下取球時，能夠用這個下巴去鏟起網球，所以下巴的中間空位的尺寸大小只比一顆網球的尺寸要來得大一

些些。因為比賽規則有限制，在赤道球池取球時，一次只能夠取一顆。

我們在下巴的前端兩側綁有釣魚線，釣魚線拉到上面兩根較長的鋁管中間，穿過鋁管之後再拉到馬達的旋轉軸上綁住。

當馬達轉動時，就會將釣魚線開始拉緊，進一步帶動整個下巴朝上方旋轉。此旋轉的原因，就是為了要將下巴裡的網球滑落至四根相切於網球鋁管的中間。

當馬達反轉時，釣魚線便會開始放鬆，頭部的下巴就會因為本身的重量關係而向下旋轉，所以並不需要另外加裝什麼東西來讓頭部的下巴轉回原來的位。

發射：由於先前上板開了讓網球滾動的四槽，導致整體強度不足，所以這次我們決定把發射臺與頭部設計在一起。其發射的原理與先前的相同，是類似彈弓的方式，使用和橡皮筋一樣有相當彈性的東西來拉，綁於頭部四根鋁管上面較長的那兩個，然後再加上一個圓形平板，其尺寸如同網球般大小，是為了使彈射出去的方向能夠順著頭部發射，不至於有歪斜的角度，而減少了力道。

當網球進入四根鋁管中間之後，馬達反轉，下巴放鬆，這樣就不至於會阻擋到發射的路徑。

整合：有鑒於先前的身體過於龐大，使得整體的強度與穩定性不夠，所以我們這次設定身體寬度為原本的一半，原因是從之前的六隻腳減少成現在的三隻腳，且皆位於中間，只要輪軸夠長且分別加上輔助輪的話，就能夠不至於傾倒。

加上先前的設計中，支撐整體的支撐架過少，只有角落的四個，所以這次根據之前的經驗，在整體的前面中間、後面中間以及中間的左邊右邊兩側都加上支撐架。

三隻腳依舊有使用鋁擠型來作為腳上升下降的輔助。

這次設計整體的高度的部分也是縮小成之前原本的一半而已，原因是這次的上升下降方式不同於之前的齒輪—齒條，這次是使用了釣魚線與滑輪搭配來達到上升下降的目的。

身體的高度不足以收納整隻腳的長度所以上板必須要開槽閃避。因此當滑輪裝置於上板下方時，釣魚線必須綁在腳的底端，這樣才能夠使腳完全上升；反之，下降時，釣魚線必須要綁在腳的頂端，而滑輪則是裝置於下板的上

方。

補強腳部方面強度：雖然機器人整體的高度和寬度都是原先的一半，但是腳的上升下降距離仍舊沒有改變，腳依舊有過於細長，容易彎曲的問題存在，所以我們在前、中、後的兩側各加上一根鋁管以及一根鋁棒。

長度與腳的上升下降長度相同，然後在上板開洞讓鋁管能夠穿過，但是鋁管不會通過下板，接著將鋁棒插入鋁管之中用以補強。

在下板的部份必須要開洞讓鋁棒能夠通過但是鋁管不行，而鋁棒與輪軸固定，用來穩住腳，不讓腳因為過於細長而彎曲。

加裝轉向機構：之前的設計在轉向方面是利用兩個馬達不同轉速來達到轉向的目的，但是現在將腳合併，也只有使用一個馬達，所以必須在後方的那隻腳上加上連桿機構來使輪子轉動一個角度。因為前面以及中間的腳底部皆裝有馬達，為了能夠行走時使用，而第三隻腳的馬達是用來轉向使用。

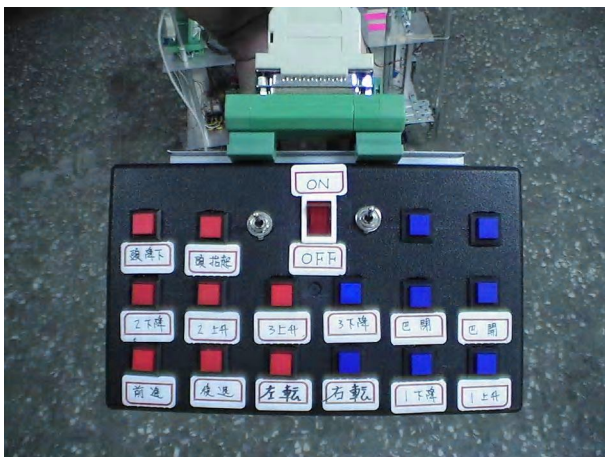
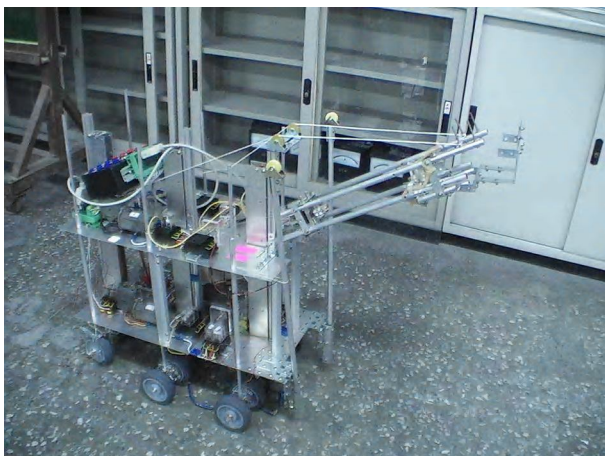
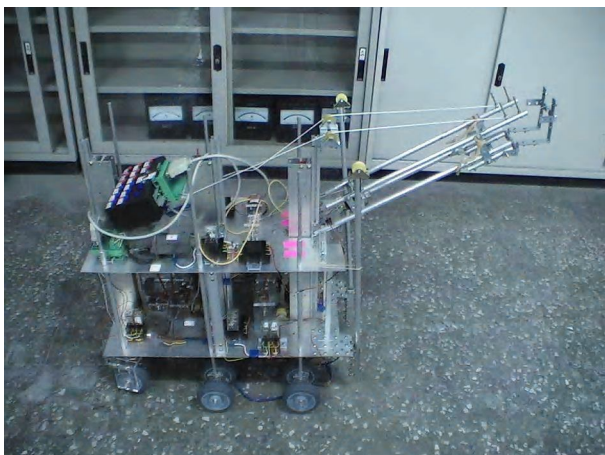
加上發射機構：當網球從口中送入之後，裡面有一個壓克力平板，在平板上的中間鎖上了螺絲，其上綁釣魚繩利用馬達向後拉緊。在頭部的後方另外一個壓克力平板，此壓克力平板與馬達直接相連接，並非固定而是可以旋轉，在中間有內螺紋能讓像後方拉的螺絲旋入。

一旦螺絲旋入之後，向後方拉的馬達就可以放鬆，此時與壓克力相連接的馬達反轉讓螺絲旋出以達到發射的目的。

## 機電控制

由於我們在設計電控前，我們以解決大部分電控會有問題，所以我們的電路並不複雜，只需要用到較多的 Relay，和電子元件作為搭配，對於所有馬達只要能夠做出正反轉的效果，就可以說是我們所有的電控部分了，而我們要讓馬達正反轉，是利用 Relay 來控制電流的走向，使馬達做出正反轉的功能，再來控制這些電流，何時要正向的方式流向馬達，何時要反向流動，就要另外接上控制 Relay，使其 on 或 off 之開關，而這開關我們是打算接出較長的電線，將其接到我們手中的控制盒，來達到遠端的控制。

### 機器人成品



### 參賽感言

第一次知道 TDK 是在上一門程式設計與控制的課，而當我們決定參加時我們就在考慮要報名自動還是遙控組，因為我們機械系對電控部分沒有電子電機強，於是我們就決定報名遙控組。因為是第一次參加比賽完全沒有這方面的經驗，於是我們就先利用我們擅長的 CAD 來設計機構，

但是 CAD 有個缺點，就是 CAD 裡全是剛體不會有彎曲的問題存在，而現實裡卻存在著強度的問題，所以理所當然的第一代做失敗了。接著第二代出來了，但是依然有許多我們沒考慮到的因素而存在著矛盾，但我仍然慢慢的去克服它，到了比賽當天看到別人的機器人才發現還有許多機構可以利用。雖然這次比賽沒有得到很好的成績，但是我們收穫良多，且了解到學問就是要多看、多聽、多學、多問。

### 感謝詞

首先要感謝交我們順序控制的老師，如果沒有他告知我們有這樣的比賽，而我們就要錯過能增加設計產品經驗的機會；接著感謝我們的指導老師，在我們遇到困難時能給我們許多建議，幫助我們解決問題，也感謝我的隊友們，如果沒有他們的奮鬥和努力，我也就沒辦法完成機器人。也要感謝幫助我們並且指導我們電控部分的學長們，真的辛苦了你們了，自己本身有論文要忙還抽空陪我們忙這忙那的，在這除了感謝也要祝福他們。最後對於幫助過我們的其他人，在此獻上十二萬分的感謝。

### 參考文獻

- [1] ...Design of Machine Elements 8th
- [2] ...Mechanical Engineering Design, 6/e
- [3] ...Mechanics of Materials 6th