

第 19 屆 TDK 盃全國大專院校創思設計與製作競賽

參賽報告書

參賽組別：控制組

隊伍編號：B12

隊名：老皮萬歲

學校名稱：國立臺灣科技大學

科系名稱：機械工程系

指導老師：郭進星老師

參賽學生：陳宥任、張岱蓉、皮遠澂、徐志宏

中華民國 104 年 8 月 3 日

一、 機器人特色摘要說明

本機器人名字為金皮番茄王，結合各組員個人特色，聯想所得出之名號。

本機器人依各關卡需求，進行機構設計，希望以簡單但又實際可行的設計完成目標。

二、機構設計

根據各個關卡內容討論出各項機構需求

1. 取筆寫字與放筆：物品夾取與定位

機器人須先至取筆區夾取筆，後移動至寫字區寫字，最後將筆放置於置筆區。

2. 門房拉繩：物品夾取與定位

需先穿越圓環抓住(或勾住)，再拉動房門。

3. 抄球：機器手背靈活度

需要一個可以快速穿越圓環的機構。

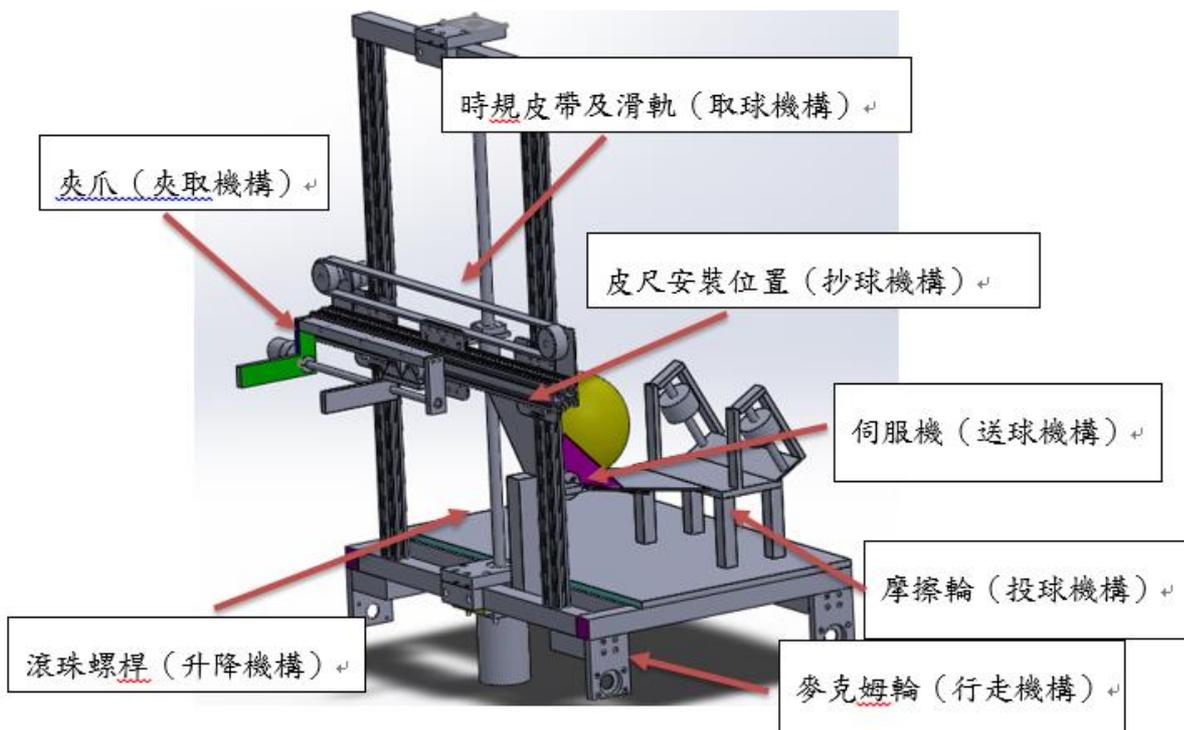
4. 帶球過人：行走

能夠走蛇行且能不改變機台方向最佳。

5. 投籃：物品投擲

能快速擊球及儲球，發射穩定的機構。

由關卡內容將機構主要分成抄球彎道、行走機構、定位機構、發球機構、夾爪機構。

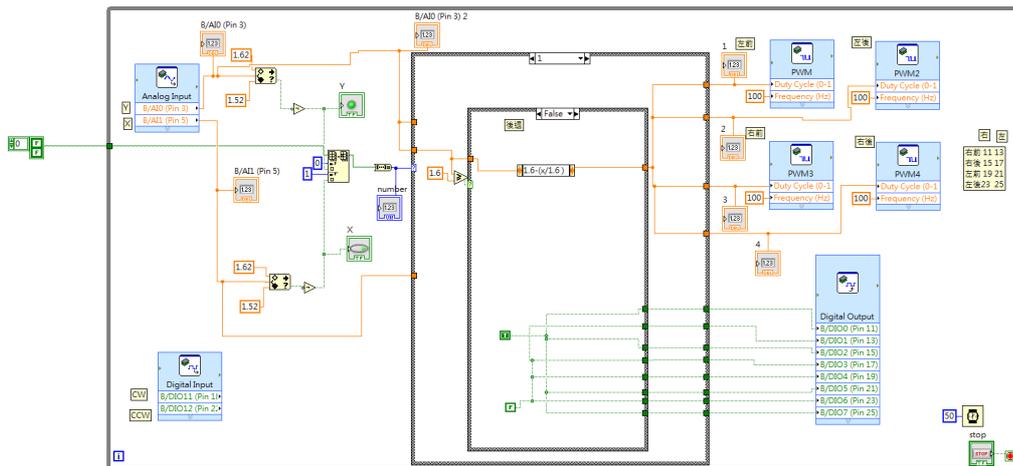


圖一 機構設計

三、電控設計

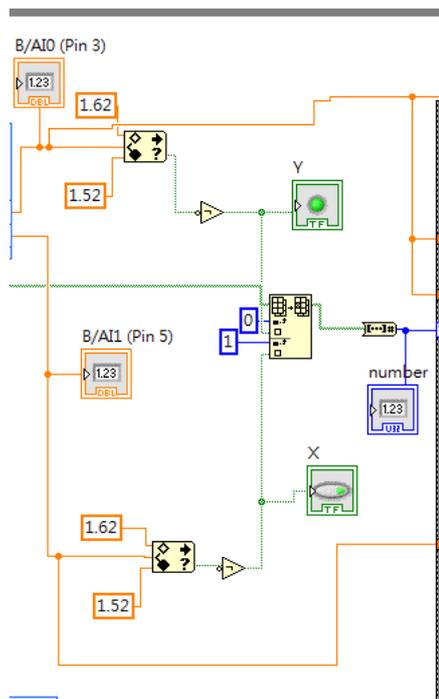
電控部分主要以 myRIO 當作控制器，並且運用 LABVIEW 撰寫程式。主要以脈衝寬度調變(PWM)的方式控制馬達，控制馬達的部分有行走的馬達、定位機構之 X 軸皮帶輪及 Z 軸螺桿升降、夾爪機構螺桿馬達。摩擦輪送球方式改以氣壓缸方式進行，所以原本摩擦輪馬達電控改以電磁閥方式驅動。

行走機構電控：電控使用 LABVIEW 寫程式，並使用 myRio 為控制器。



圖二 麥克姆輪的 LabVIEW 程式

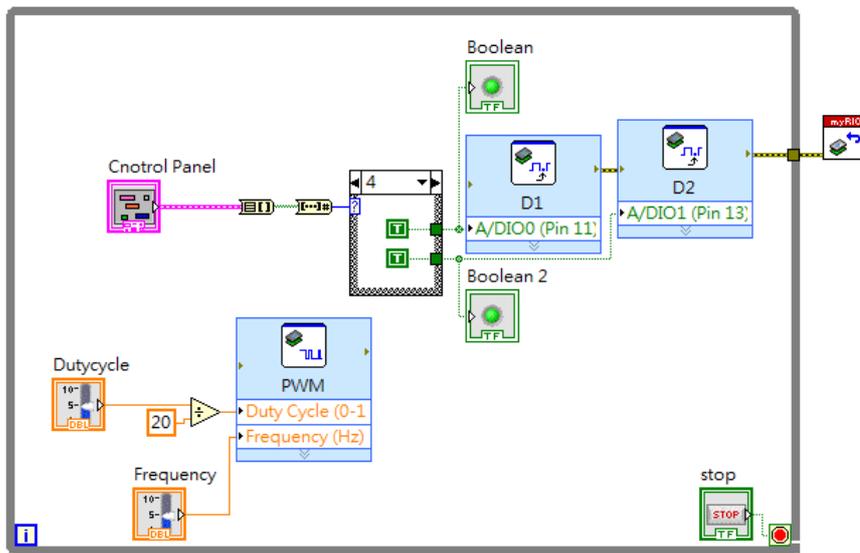
硬體部分使用磨菇頭搖桿，其控制程式設計概念為判斷磨菇頭的電阻讀值，藉此判斷操縱者施予的方向。



圖三 搖桿程式

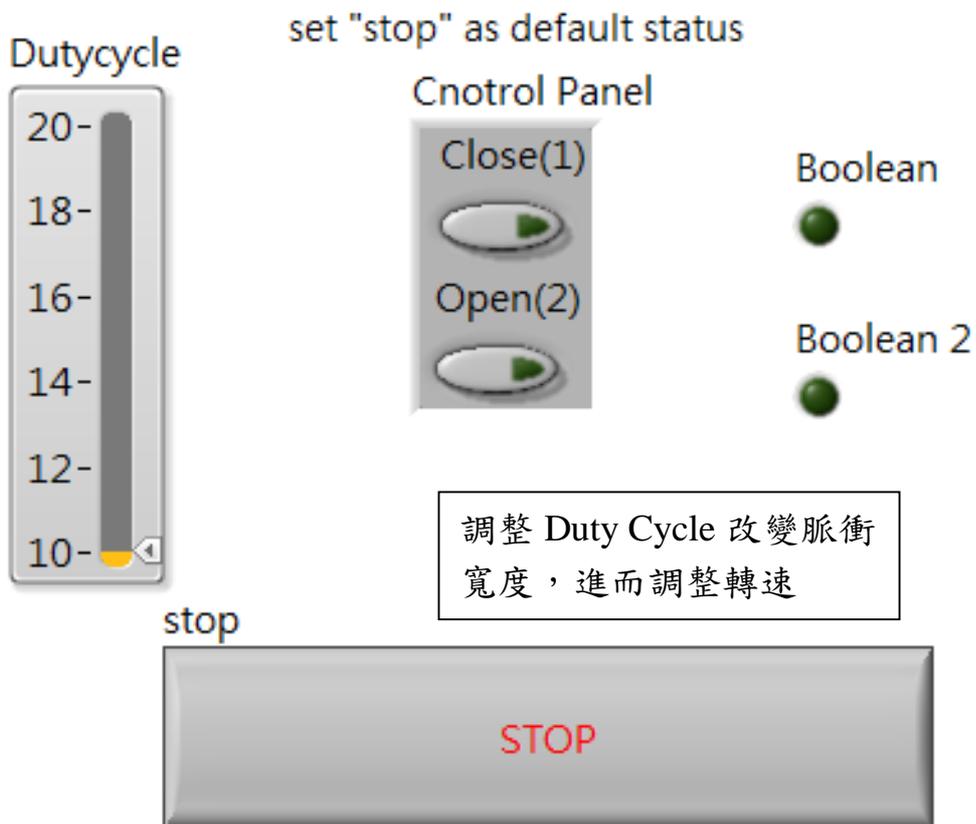
給定每個輪子的轉動方向和 PWM 值和速度大小，分為前、後、左、右、右前、右後、左前和左後 8 個方向。

DC 直流馬達控制：



圖四 直流馬達的 LabVIEW 程式

使用 Cluster 來控制不同 Case，藉由不同 Case 輸出不同的訊號，且使用 PWM 訊號來控制馬達轉速。



圖五 直流馬達控制介面

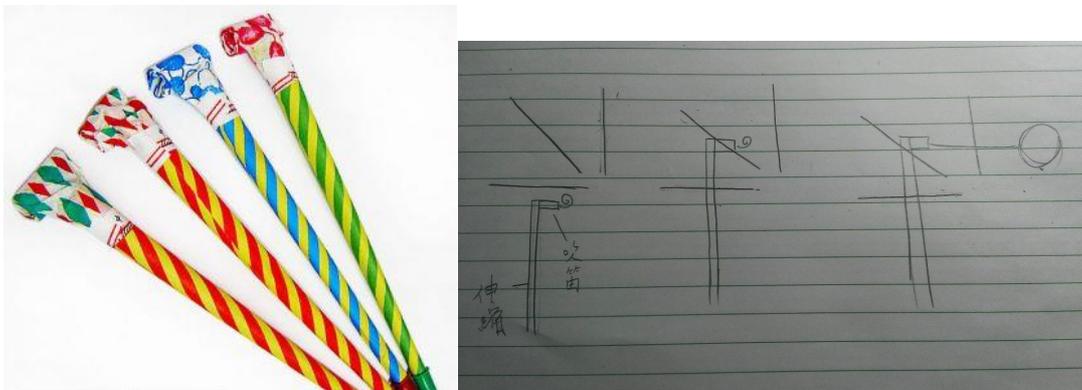
目前完成部分為行走機構，其他馬達控制擬以類似方式進行。而電磁閥控制擬以簡單通過對電磁線圈通電斷電方式控制。

四、創意與科技人文整合說明

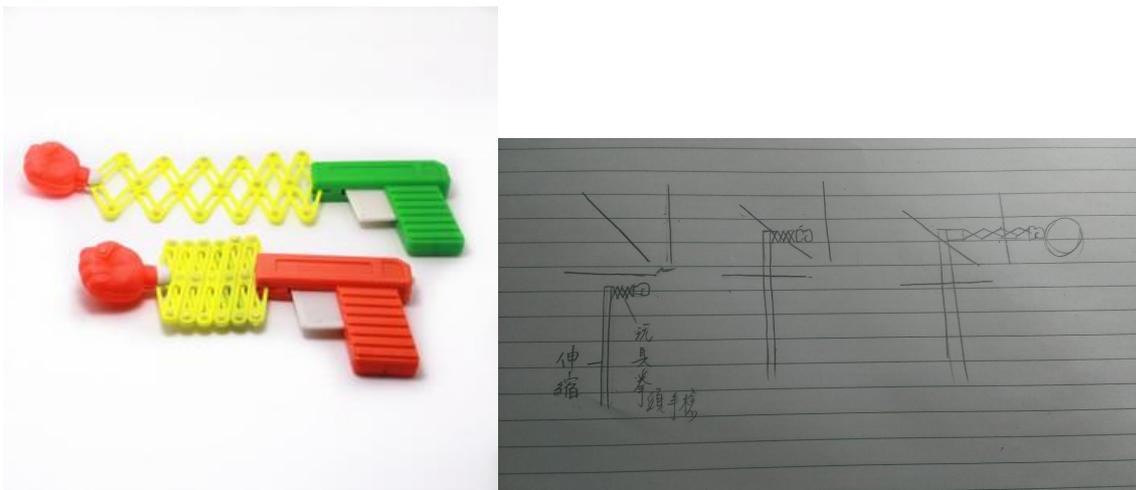
除了為達成目標關卡所設計的機構，我們也有提出一些有趣的機構設計結合娛樂效果，像是運用生日吹笛或者玩具拳頭手槍之原理設計抄球彎道，運用創意不要讓機器人看起來笨重古板。

再者機器人大製基礎完成後，會對其做出有創意的裝飾，讓金皮番茄王看起來不哪麼死板，反而歡樂活潑。

抄球機構：利用吹笛以及玩具拳頭手槍。吹笛方法：將吹笛固定在伸縮桿上，伸至抄球彎道，以氣壓方式吹吹笛，使之伸長。玩具拳頭手槍方法類似，將玩具拳頭手槍固定在伸縮桿上，伸至抄球彎道，按下板機，使之伸長。



圖六 吹笛及方法示意圖



圖七 玩具拳頭手槍及玩具拳頭手槍方法示意圖

五、遭遇困難

- 設計與實際落差
 - 在原本設計上和實際出現的效果不一樣。
 - 解決方法為先完成簡單 prototype 調整實際誤差，並且尋求更好的設計達到目標。
- 測試出現錯誤
 - 例如在電控上出現問題，導致機構無法如期運作。
 - 解決方法為找出錯誤原因，分析因果，更改設計。
- 進度不如預期
 - 因為考試等因素導致進度落後，無法按照既定時間完成規劃。
 - 解決方法為善加利用零碎時間討論，並在假期多花一些時間製作，以趕上計劃。
- 意見不合
 - 對同一個機構設計有不同想法。
 - 解決方法為都作出簡單的測試版本，並且比較效果，找出最佳設計以達成共識。

六、未來規劃

主要規劃在暑假結束之前完成第一代機器人，並且在 10 月比賽前進行各種關卡測試，進行調整以達到最佳狀態。

目前完成的有主要機構的組裝(行走機構及定位機構)和電控馬達之設計。

以下項目機構包含電控。

項目 \ 月份	目前狀態	八月	九月	十月
行走機構				
抄球機構				
發球機構				
定位機構				
夾爪機構				
機構測試 擬定改良方向				

在八月結束前完成整體機構基礎。九月進行關卡測試及改良。十月比賽前熟悉操控方式及做好機器的維護。

七、團隊成員分工說明

陳宥任：機構設計、繪圖製作、零件製作、電控設計、整理帳目

張岱蓉：機構設計、繪圖製作、零件製作、電控設計、老師聯絡窗口

皮遠激：機構設計、零件製作、線路整備、製作週報、彙整報告

徐志宏：機構設計、零件製作、器材借用、購買材料、笑料提供

附錄：工作週報

(請參閱下頁範本，每週製作一份，放在本報告書最後)

工作週報	
填寫日期	104 年 4 月 3 日(第 1 週)
上週工作內容說明	
根據各個關卡內容討論出各項機構需求	
<ol style="list-style-type: none">1. 取筆寫字與放筆：物品夾取與定位 機器人須先至取筆區夾取筆，後移動至寫字區寫字，最後將筆放置於置筆區2. 門房拉繩：物品夾取與定位 需先穿越圓環抓住(或勾住)，再拉動房門。3. 抄球：機器手背靈活度 需要一個可以快速穿越圓環的機構。4. 帶球過人：行走 能夠走蛇行且能不改變機台方向最佳。5. 投籃：物品投擲 能快速擊球及儲球，發射穩定的機構。	

工作週報

填寫日期 | 104年4月10日(第2週)

上週工作內容說明

根據上周機構需求想出之初步機構設計

圖 2-1 為組員初步討論的手繪初稿，主要是 X 軸的作動的方式以及加爪的基本設計。由圖片的上到下分別是，底座、X 軸、抄球彎道、夾球夾爪、筆以及的夾爪的概念。

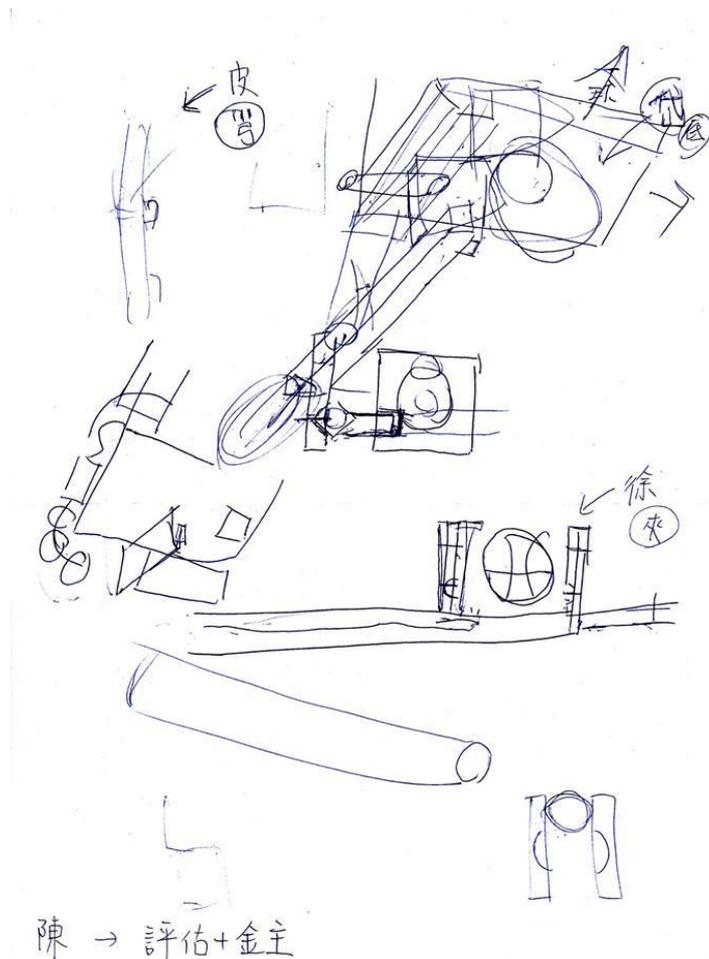


圖 2-1

今後報告將分為抄球彎道、行走機構、定位機構、發球機構、夾爪機構
討論出目前進行工作為

皮遠激：彎道設計

徐志宏：夾爪設計

張岱蓉：行走底盤設計

陳宥任：進行評估及定位設計

工作週報

填寫日期 | 104 年 4 月 17 日(第 3 週)

上週工作內容說明

抄球彎道：抄球彎道講求結構的靈活與精巧程度，為了使機構能順利伸入抄球彎道，我們決定採用可彎曲的連桿，利用液壓管控制彎曲程度。

(參考 youtube : <https://www.youtube.com/watch?v=EEOUdwJdAfw#t=19>)



圖 3-1 參考影片液壓怪手

行走機構：全向輪能夠在許多不同的方向移動，具有靈活度與速度，採用了三顆全向輪，讓機構可以前後、左右、順轉及逆轉。



圖 3-2 全向輪

定位機構：根據要求器人需要將夾持機構升高到一定位置夾筆，並且在垂直平面上寫字，故機構一定要可以在垂直方向移動。以鋁擠型為材料(穩固且較輕)，並在細分為 X、Z 移動軸。

發球機構：兩顆摩擦輪擊發。

夾爪機構：夾取機構必須具備穩定的施力與抓取物品時的穩定度且兼具輕量化設計，故我們採用了連桿結構。只有一個移動自由度的特性也增加了操控

的便利性。

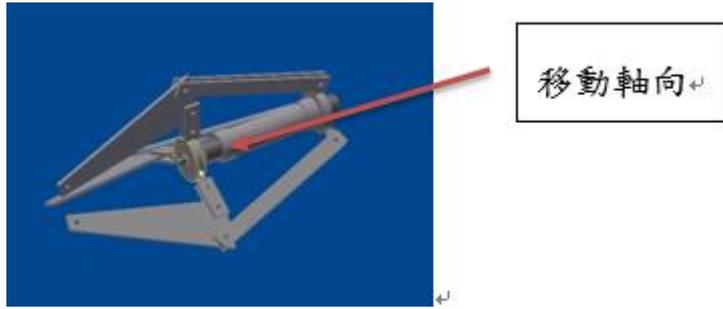


圖 3-3 夾取機構

工作週報

填寫日期 | 104 年 4 月 24 日(第 4 週)

上週工作內容說明

抄球彎道：簡易 prototype，用針筒與吸管做出一個旋轉接頭

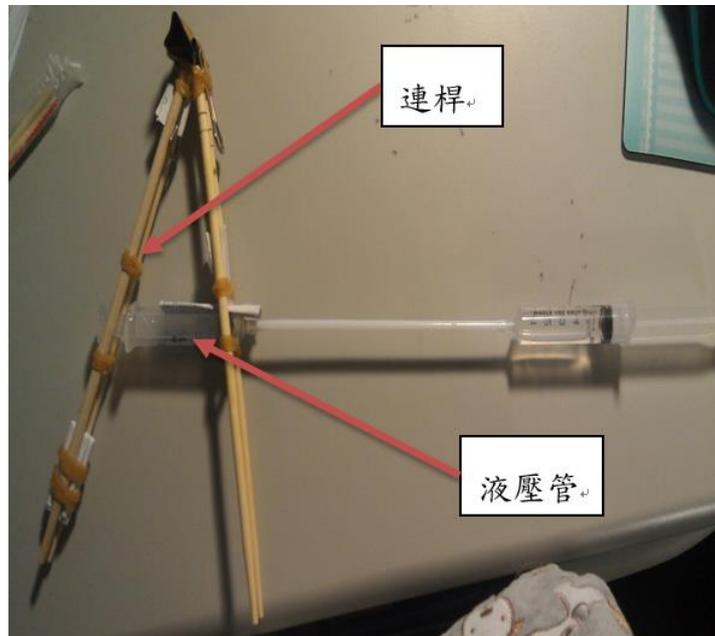


圖 4-1 簡易 prototype 示意圖

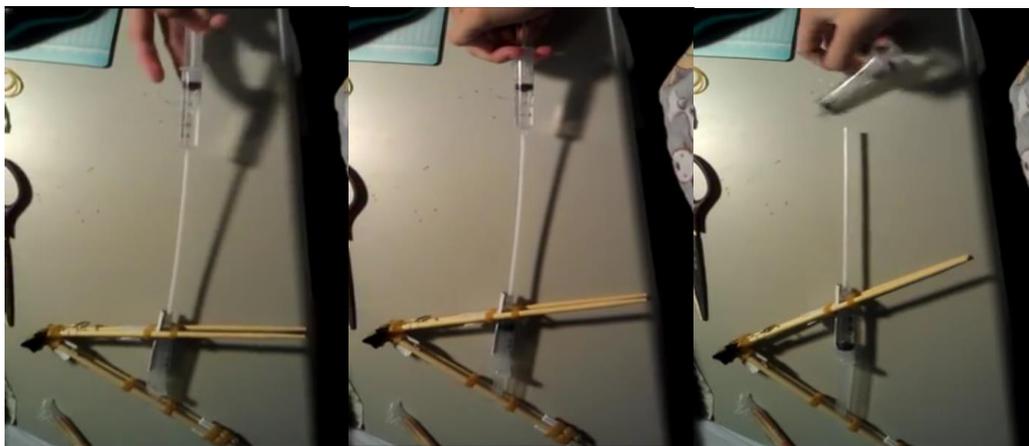


圖 4-2 旋轉接頭作動圖

行走機構：行走機構主要分為兩個部分，一個為機器人的底盤，另一個為馬達座，用於連接馬達和機器人的底盤。選用行走馬達。

定位機構：Z 軸設計，使用螺桿升降定位。X 軸為了要快速移動，我們使用時歸皮帶及皮帶輪再搭配。

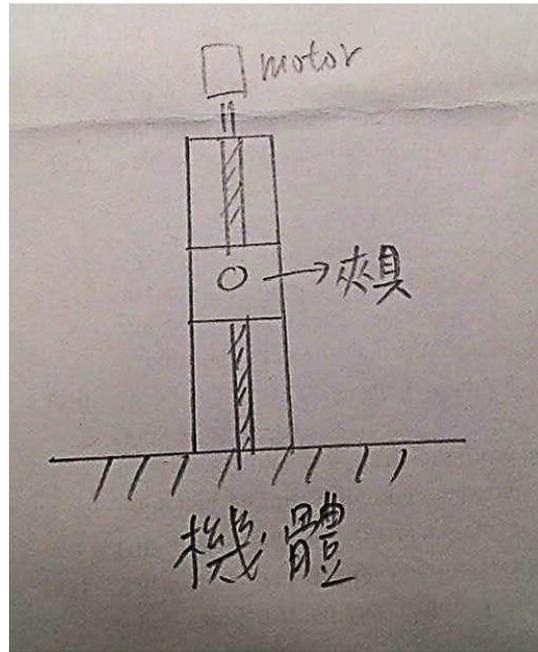


圖 4-3 Z 軸設計

工作週報

填寫日期 | 104年5月1日(第5週)

上週工作內容說明

抄球彎道：由於空氣為壓縮氣體效用不大，但改為液體又怕傷到電控設備，所以參考日本公司(ダブル技研株式会社) D-Hand 複合四節手指機構製作抄球彎道。

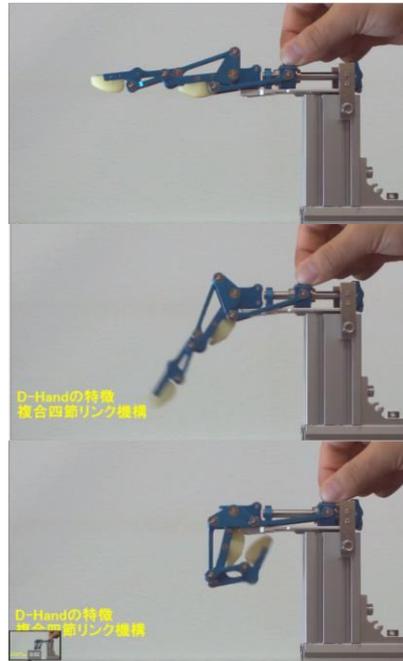


圖 5-1 複合四節手指機構

行走機構：進行馬達座設計，馬達透過馬達座固定在底盤上，另外，在聯軸器外圈加一個襯套，減少馬達旋轉軸與聯軸器的受力。

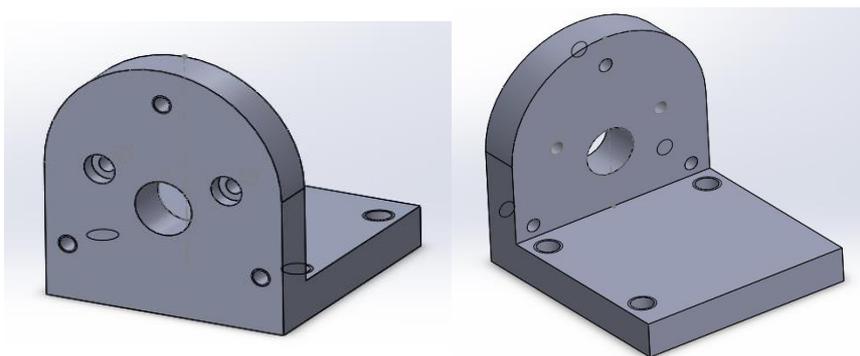


圖 5-2 馬達座設計

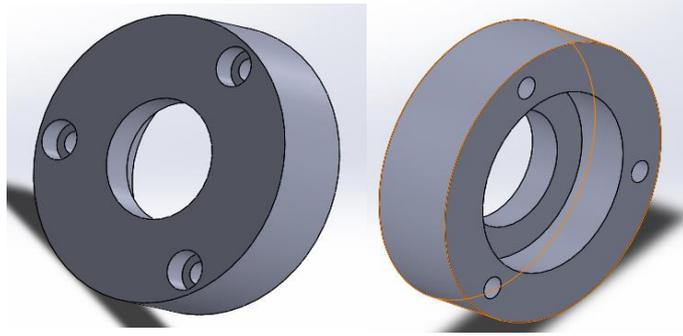


圖 5-3 聯軸器設計

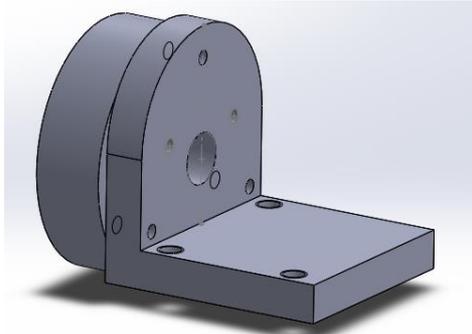


圖 5-4 馬達支架設計

定位機構：機構要兼顧高速移動與穩定不晃動的特性，並且能負荷夾具等機構重量而不影響其功能，故我們採用了滾珠螺桿。滾珠螺桿具有高軸向負荷、阻力小、定位精度高等優點。

發球機構：由於使用的球直徑不大重量也不重，故使用摩擦輪當作擊球機構，其優點為當摩擦輪慣性矩大到一定程度時，每次擊球的輸出力量也會變得很穩定且易於控制，夾爪抓到球後放置在送球機構上，軌道由摩擦輪射。

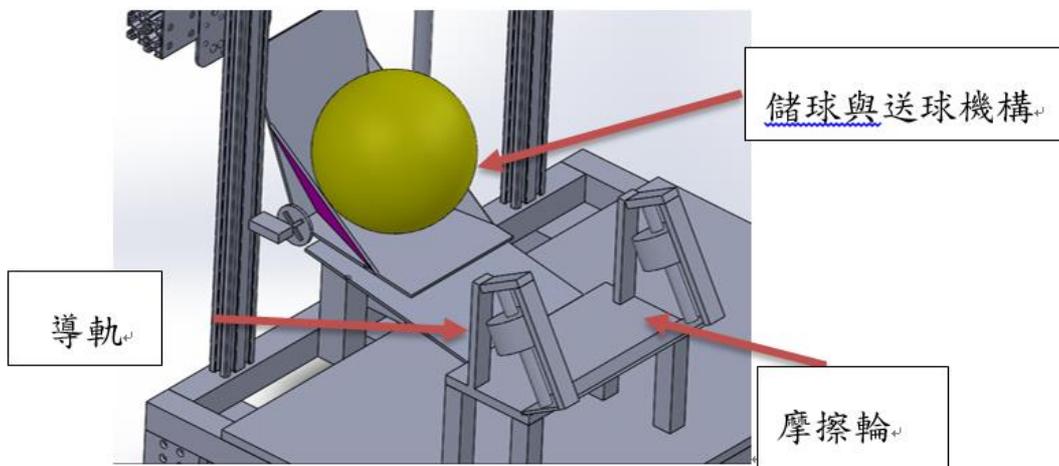


圖 5-5 發球機構設計

工作週報

填寫日期 | 104年5月8日(第6週)

上週工作內容說明

繪圖第一代

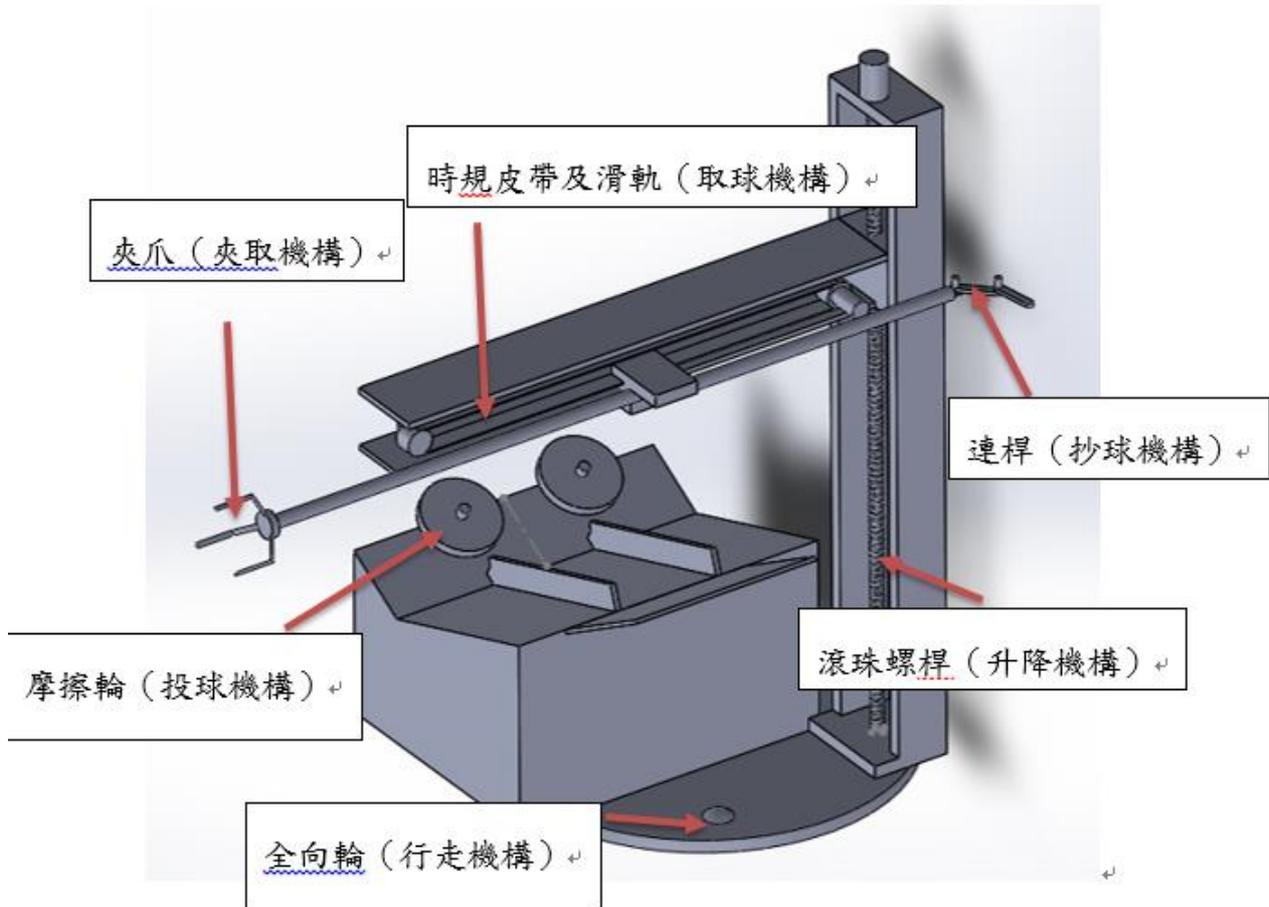


圖 6-1 總體圖

工作週報

填寫日期 | 104年5月15日(第7週)

上週工作內容說明

抄球彎道：觀察手指機構幾何得出的機件尺寸長度，並用冰棒棍製作第一代 prototype。

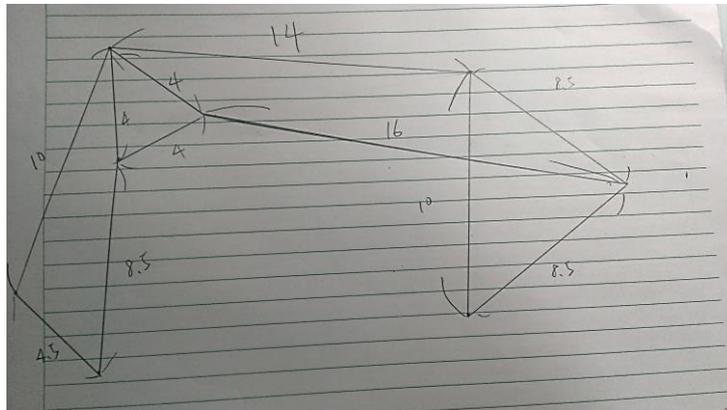


圖 7-1 機件尺寸長度



圖 7-2 抄球彎道 prototype I 作動情形

行走機構：底盤底盤的材質使用鋁擠型，在考量其他機構的大小之後，我們決定將底盤的大小設定為 60cm60cm。另外，考量機構的重量，矩形中間先以一個鋁擠型做為支撐，測試後，若強度不夠會再做加強的設計。

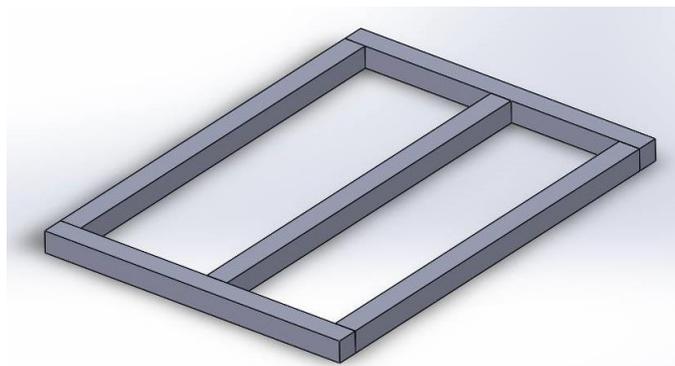


圖 7-3 底盤設計

而原本使用全向輪改用麥克姆輪，全向輪的優點為運動靈活可以有三種移動方式，缺點為組裝精度要求較高。最後決定採用麥克姆輪，相較於全向輪，這種輪子可以平行相對安裝在四個角落，而不需要相隔 120 度角，且可單純靠個輪子之間順逆轉的組合達成：前後、左右、順轉、逆轉及 45 度角移動。(參考影片：<https://www.youtube.com/watch?v=TXTo16KKm8Q>)



圖 7-4 麥克姆輪

定位機構：選用 Z 軸馬達及 Z 軸簡單設計並決定 X 軸 Z 軸行程。為的達到高速移動的能力，我們選用轉速為 3200 轉的直流馬達，經過計算，應可以達到理想的移動速度。

$$r=3200 \text{ (轉速rpm)}$$

$$p=5 \text{ (螺桿導程mm)}$$

$$V=r \div 60 \times 5 \div 1000 \text{ (直線速度m/s)}$$

$$V=0.27 \text{ (m/s)}$$

而馬達選用最大電流量可達 7A 的款式，以防大阻力發生時仍有能力推動機構。

X 軸的 CAD 圖設計圖完成，時歸皮帶和皮帶輪。

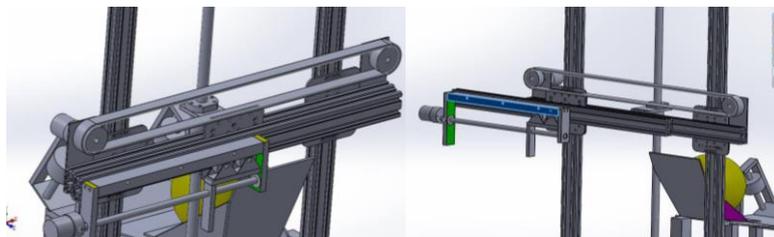


圖 7-5 X 軸的 CAD 圖

工作週報

填寫日期 | 104 年 5 月 22 日(第 8 週)

上週工作內容說明

行走機構：因為改用麥克姆輪，馬達支架重新設計。再加上底盤中間的橫桿向前移，用來加強 Z 軸的支撐。馬達座先前的設計加工過為繁雜，且會讓機器人增加許多不必要的重量。因此，我們的新設計如下圖所示。先前後方的支撐則改以厚的角鐵做支撐。角鐵一端鎖於馬達座中間的孔，另一端則鎖在底盤上。

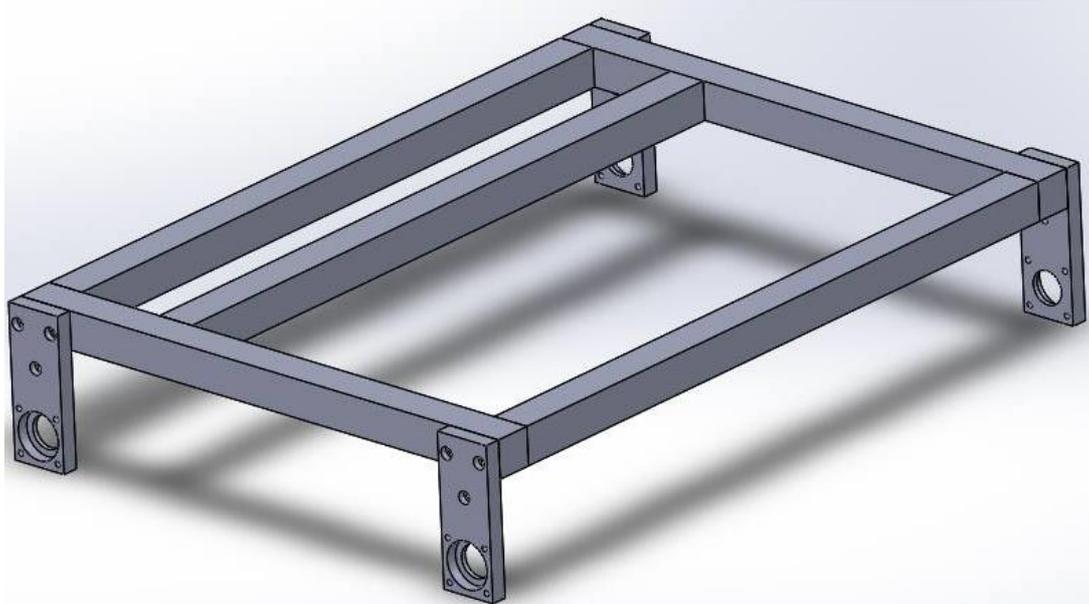


圖 8-1 行走底盤及行走馬達支架

定位機構：X 軸設計和 Z 軸馬達選用及其馬達座設計。由於馬達重量較預期重，故我們決定將馬達置於下方驅動，將整體重心往下移，增加穩定度。螺桿下方之軸承選用斜角滾珠軸承，以抵抗所有重量產生的軸向推力。另外使用滑輪組做為滑動的機構，使 X 軸在現有的鋁擠型上滑動，不只簡化設計更使重量降低。

Z 軸馬達座使用鋁做為材質，圖 7-3 為馬達座的設計圖，中央最大的孔用於放置軸承，左右四個孔是用於固定馬達，馬達的輸出軸穿出中央動口後與輪子的聯軸器相連，帶動麥克姆輪的轉動。馬達座的厚度為 3.5cm，設計此厚度是為了增加底盤的高度，避免 Z 軸的馬達碰觸到地面。另外，在加工時，會將馬達座拆為兩個部分，如此，加工過程較為簡單。下方四個孔用於連接拆開的兩個工件。最後，在後側的孔則是用於連接馬達座和底盤。



圖 8-2 Z 軸馬達

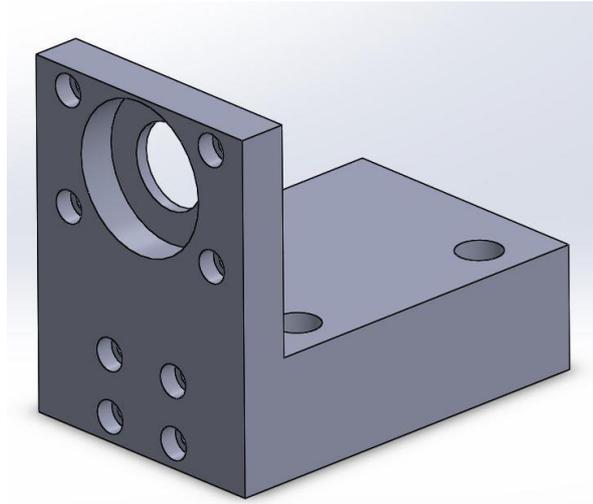


圖 8-3 Z 軸馬達支架

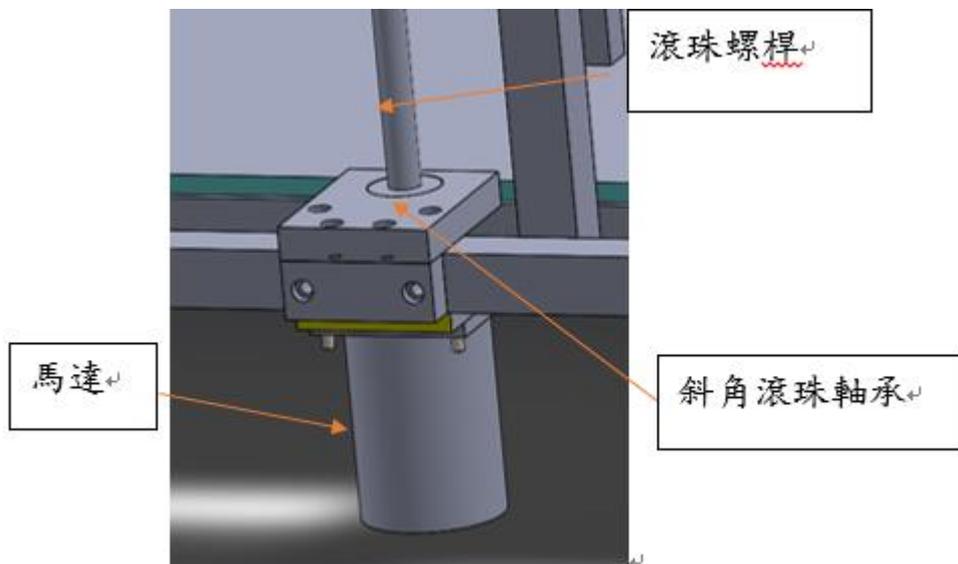


圖 8-3 Z 軸與馬達連接設計

工作週報

填寫日期 | 104 年 5 月 29 日(第 9 週)

上週工作內容說明

抄球彎道： prototype I 損毀，製作 prototype II (放大比例)



圖 9-1 prototype II

發球機構：兩顆摩擦輪擊發。機械實務課上製作之網球發射機，測試兩顆摩擦輪發射球的效果。結論為考量到左右摩擦輪速度不一易造成誤差偏移目標，必須更改機構。



圖 9-2 網球發射機

工作週報

填寫日期 | 104年6月5日(第10週)

上週工作內容說明

更改後繪圖第二代，其中送球機構仍要再考慮

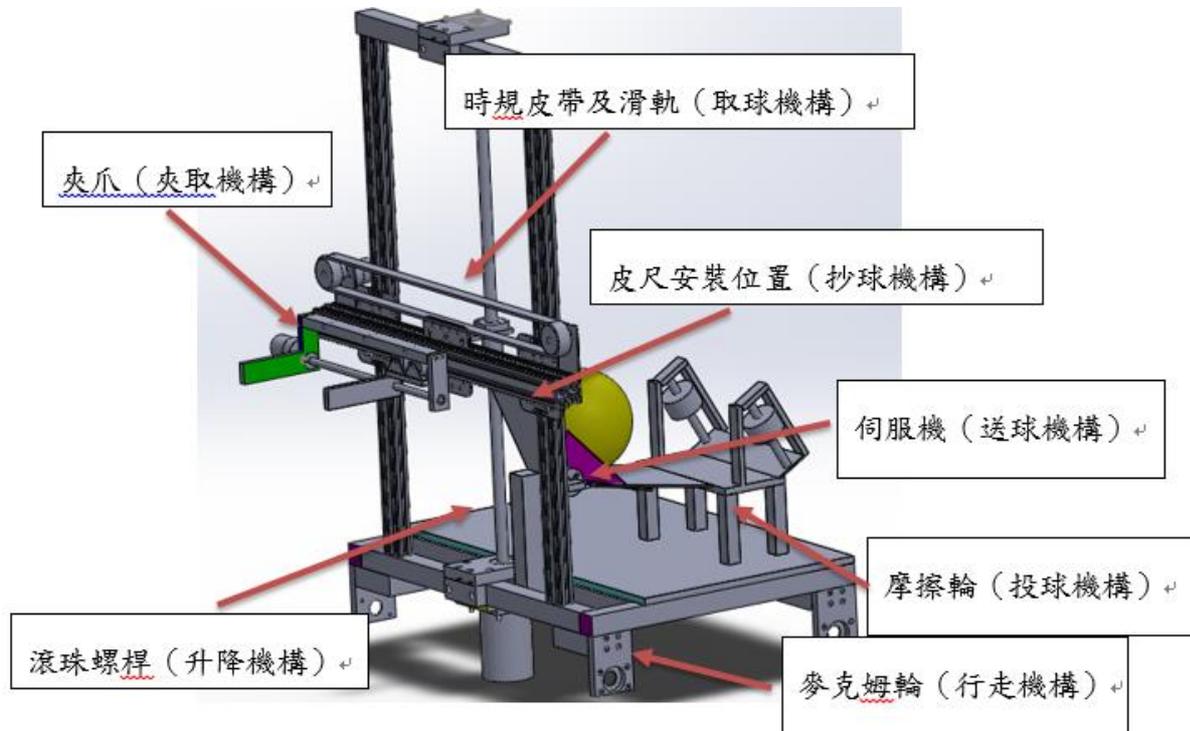


圖 10-1 總體機構圖

夾爪機構：夾爪機構是以一個高轉速的馬達，約 1000rpm，帶動螺桿轉動，藉以控制夾爪縮放。面向綠色平面時，馬達逆時針轉動時，夾爪閉合，順時針轉動時則放開。內部的滑輪與滑槽讓夾爪得開閉更加順暢。然而，需要注意的是馬達的扭力需要夠大，才不會在夾取筆或球時，因夾爪滑移而掉落。

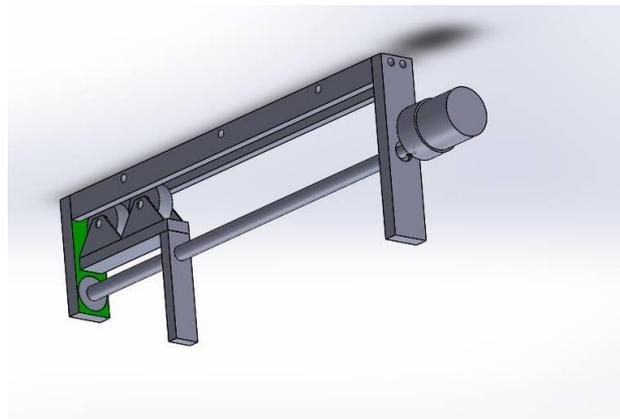


圖 10-2 夾爪機構設計圖

工作週報

填寫日期 | 104年6月12日(第11週)

上週工作內容說明

抄球彎道：考量到連桿控制上較為複雜，我們決定嘗試一個較創新的方法，利用一個固定的彎道來限縮捲尺移動方向，當捲尺受驅動往外伸時受到彎道限制而轉彎九十度，進而推到球。



圖 11-1 捲尺彎曲概念

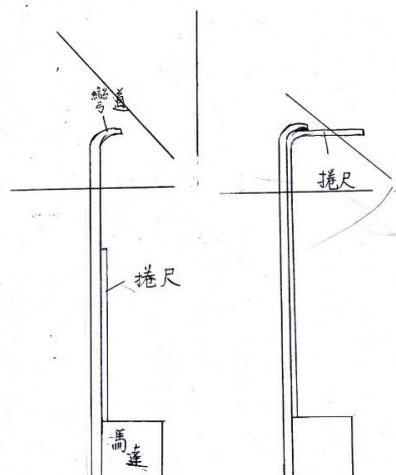


圖 11-2 捲尺機構設計

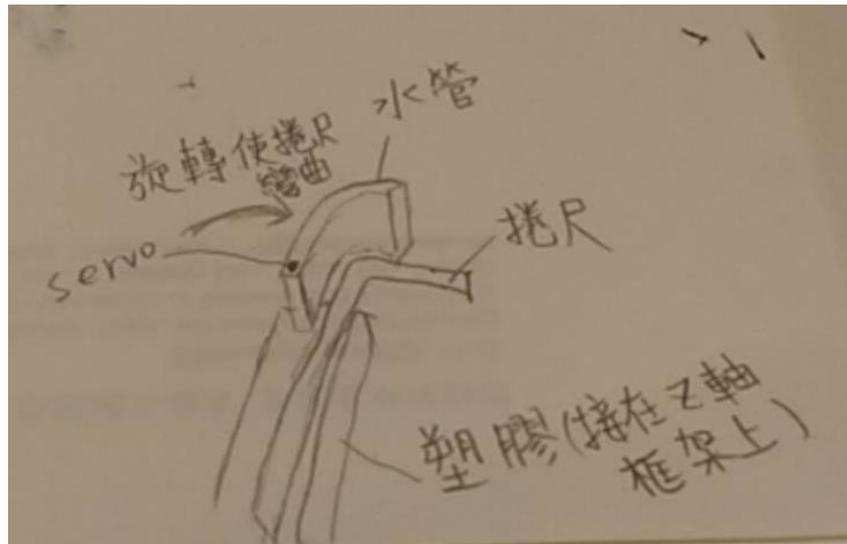


圖 11-3 捲尺彎曲機構設計

行走機構：馬達支架加工完成



圖 11-4 馬達支架完成圖

定位機構：Z軸零件加工完成

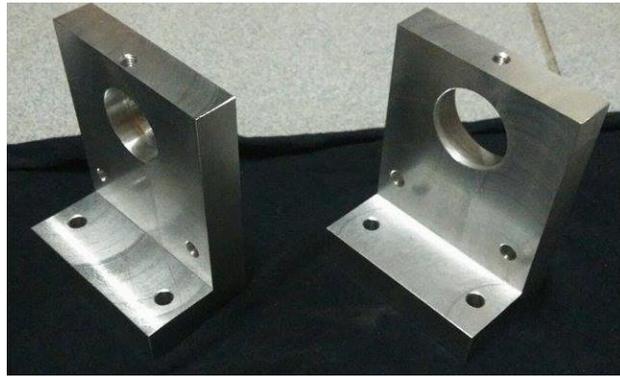


圖 11-5 Z 軸軸承馬達座



圖 11-6 XZ 軸支架



圖 11-7 機體骨架

工作週報

填寫日期 | 104年6月19日(第12週)

上週工作內容說明

逼近期末考，溫書週，進度較少。

抄球機構：因為捲尺測試不是很穩定，所以另外想出兩種方法，利用吹笛以及玩具拳頭手槍。吹笛方法：將吹笛固定在伸縮桿上，伸至抄球彎道，以氣壓方式吹吹笛，使之伸長。玩具拳頭手槍方法類似，將玩具拳頭手槍固定在伸縮桿上，伸至抄球彎道，按下板機，使之伸長。



圖 12-1 吹笛

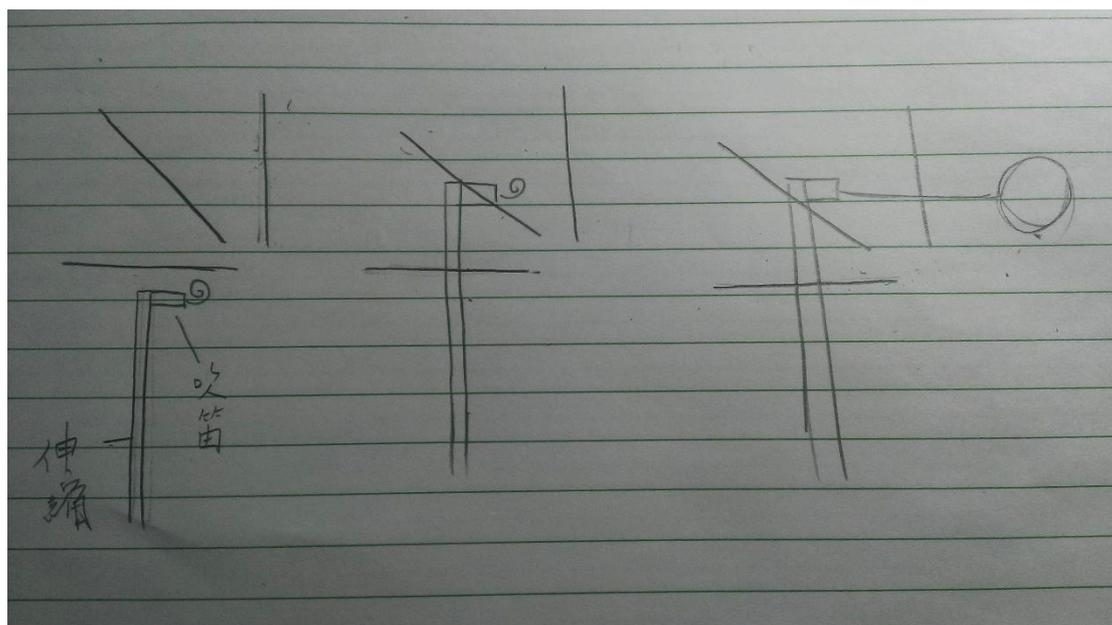


圖 12-2 吹笛方法示意圖



圖 12-3 玩具拳頭手槍

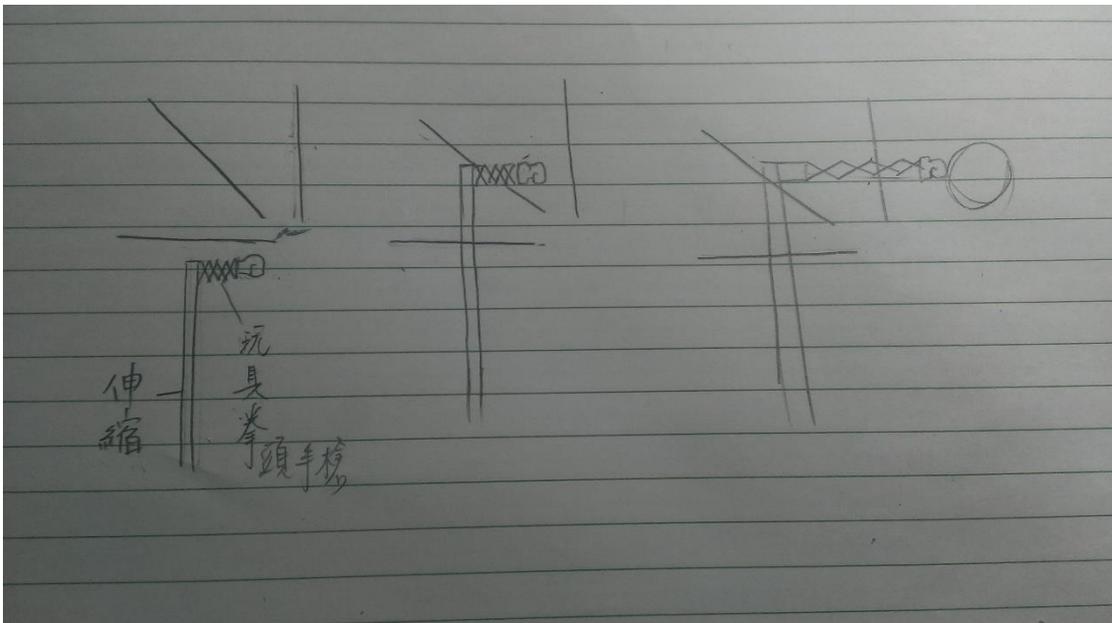


圖 12-4 玩具拳頭手槍方法示意圖

工作週報

填寫日期 | 104 年 6 月 26 日

上週工作內容說明

期末考周，大家加油！

工作週報

填寫日期 | 104 年 7 月 3 日 (第 14 週)

上週工作內容說明

行走機構：電控使用 LABVIEW 寫程式，並使用 myRio 為控制器。

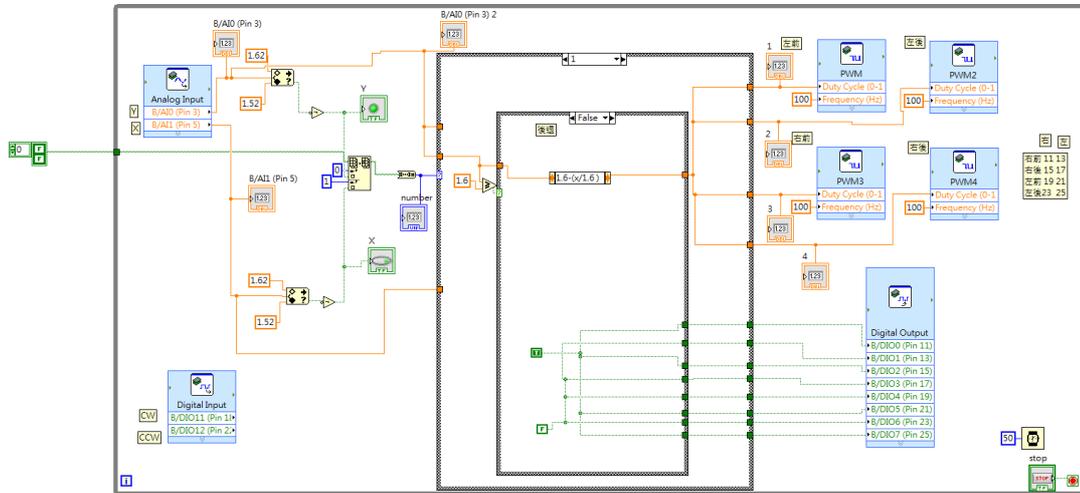


圖 14-1 麥克姆輪的 LabVIEW 程式

硬體部分使用磨菇頭搖桿，其控制程式設計概念為判斷磨菇頭的電阻讀值，藉此判斷操縱者施予的方向。

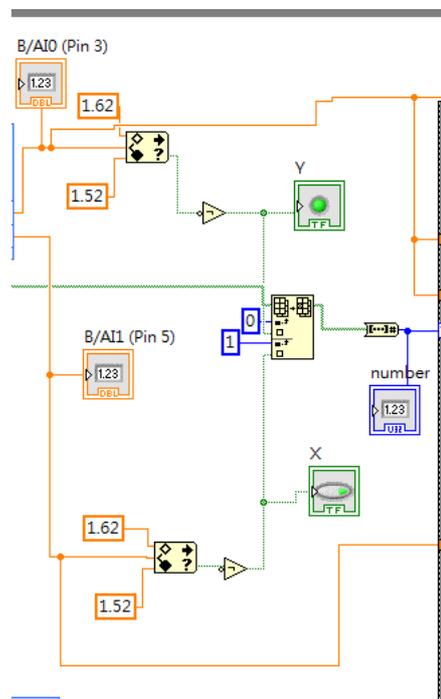


圖 14-2 搖桿程式

給定每個輪子的轉動方向和 PWM 值和速度大小，分為前、後、左、右、右前、右後、左前和左後 8 個方向。

DC 直流馬達控制：

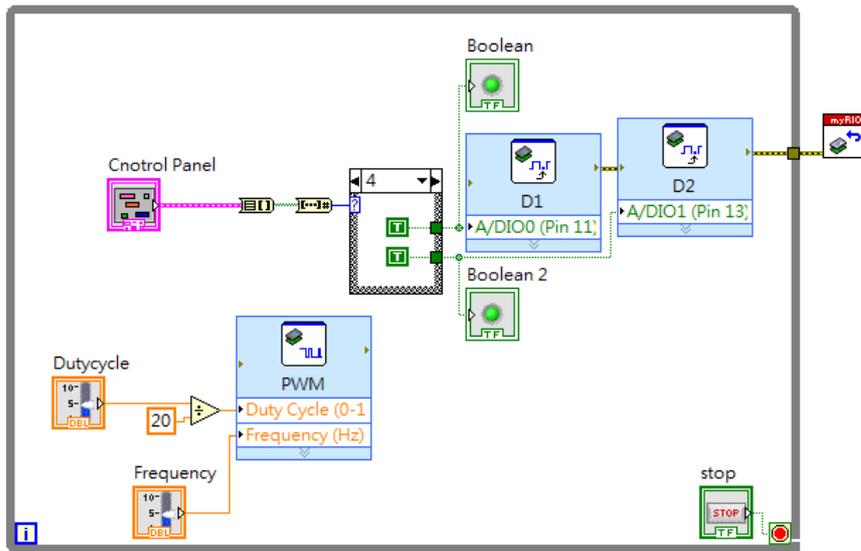


圖 14-3 直流馬達的 LabVIEW 程式

使用 Cluster 來控制不同 Case，藉由不同 Case 輸出不同的訊號，且使用 PWM 訊號來控制馬達轉速。

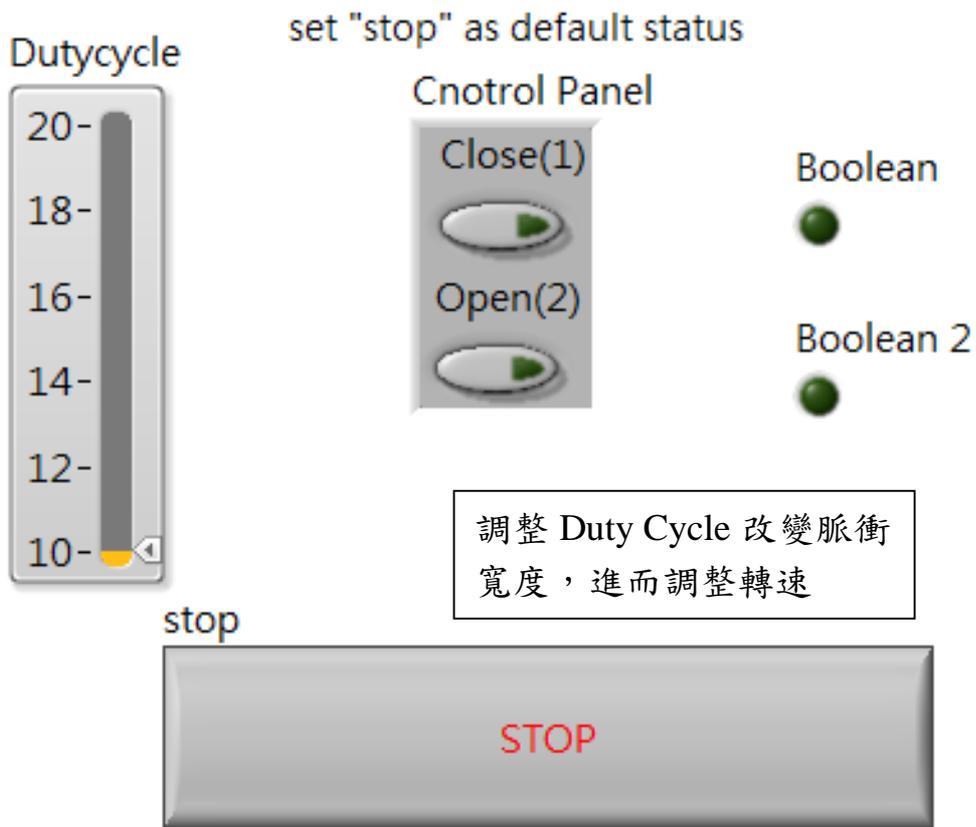


圖 14-4 直流馬達控制介面

工作週報

填寫日期 | 104 年 7 月 10 日(第 15 週)

上週工作內容說明

行走機構：電控移動測試麥克姆輪，簡單木板裝 4 個馬達(200rpm) 測試。直流馬達控制採用德州儀器 LMD18200 控制晶片，依照原廠建議接線圖即可完成實體電路。馬達的選用是先量測機器人的重量再加 10 公斤為 20 公斤，計算出一顆馬達平均需要多大的扭力，再到網路上找尋馬達型錄，選擇適合的馬達。馬達的驅動晶片則是選用 LMD18200，因為其可承受的電流為 3A，高於馬達驅動時產生的電流(2.1A)。

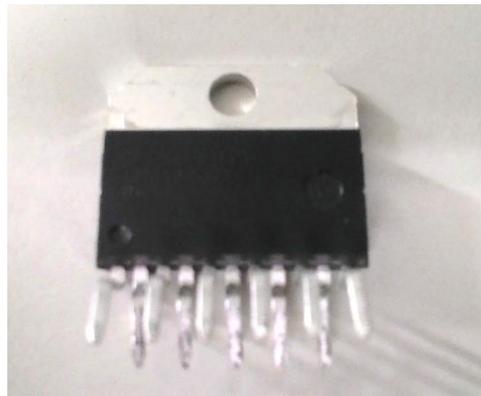


圖 15-1 LMD18200 馬達驅動晶片

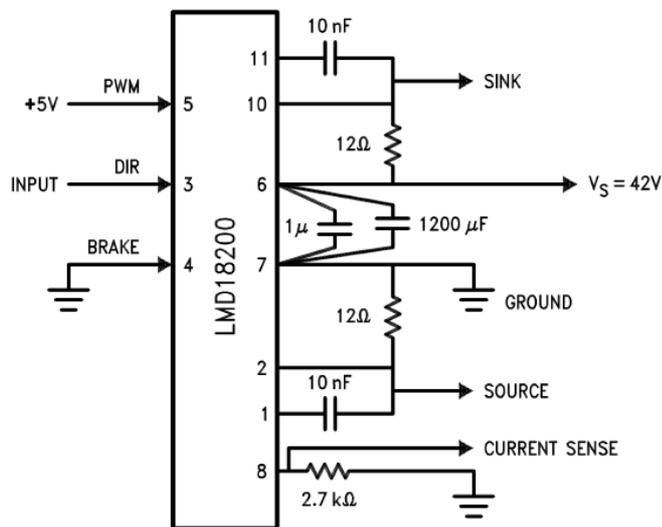


圖 15-2 電路圖

其中 3 腳位控制馬達正反轉，4 腳位控制煞車，2、10 腳位連接至馬達兩極，6 腳位為外部電源，用來驅動馬達與晶片。

目前實際接上 3200 轉 60W 馬達測試，發現可以使用 PWM 控制轉速但是電流太小了，所以未來會使用腳位 1 和 11 的 BOOTSTRAP 讓啟動電流增大，或是使用電晶體放大電流。

我們先以麵包板接出線路並完成測試。單顆馬達的線路如下圖所示，粉紅色

的電線接到馬達的正負極，黃色、青色和棕色的電線分別控制馬達的轉向、轉速和煞車與否。完成測試後，我們將電線焊到電路板上確保往後電線不易鬆脫。

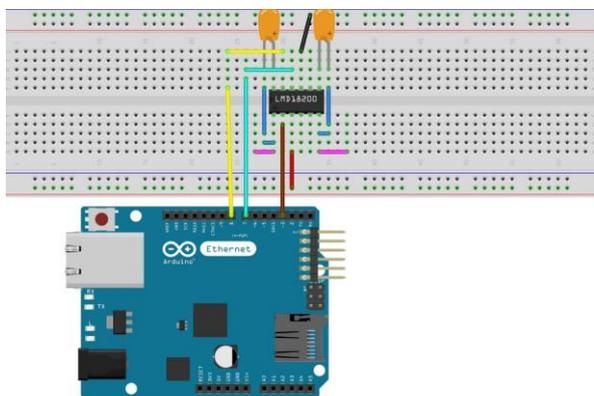
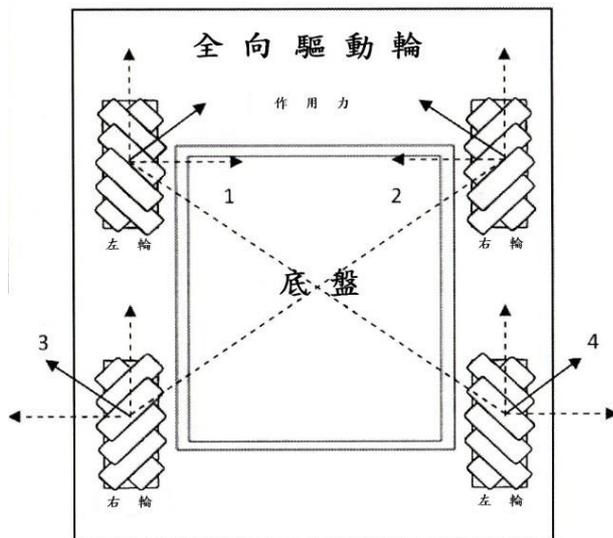


圖 15-3 麵包板接線圖



動 向	全向輪驅動方式
前 進	所有輪子以相同速度前進
倒 退	所有輪子以相同速度倒退
右 轉	輪子1號及4號向前進；2號及3號則向倒退
左 轉	輪子2號及3號向前進；1號及4號則向倒退
順時針方向	輪子1號及3號向前進；2號及4號則向倒退
逆時針方向	輪子2號及4號向前進；1號及3號則向倒退

圖 15-4 麥克姆輪組裝方法

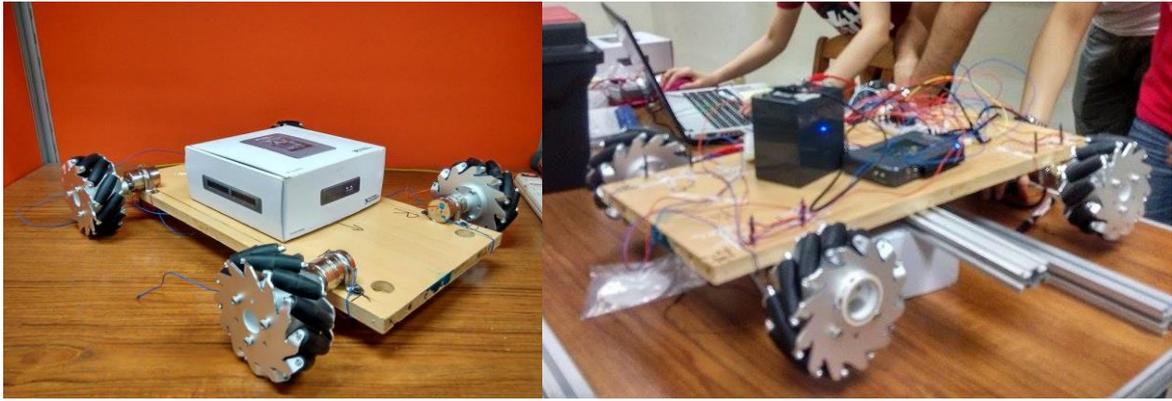


圖 15-4 底座測試圖

工作週報

填寫日期 | 104 年 7 月 17 日(第 16 週)

上週工作內容說明

行走機構：行走機構加工完成。

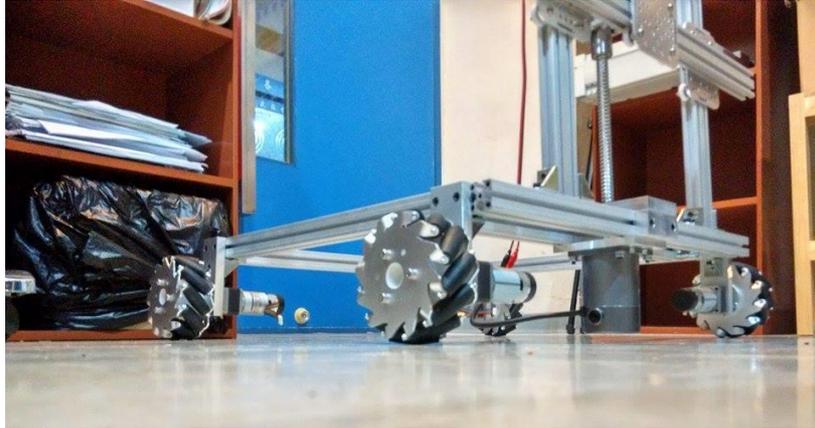


圖 16-1 行走機構完成圖

定位機構：定位機構組裝完成(除 X 軸裝置)。



圖 16-2 定位機構完成圖

工作週報

填寫日期 | 104 年 7 月 24 日 (第 17 週)

上週工作內容說明

定位機構：測試 Z 軸上下移動。

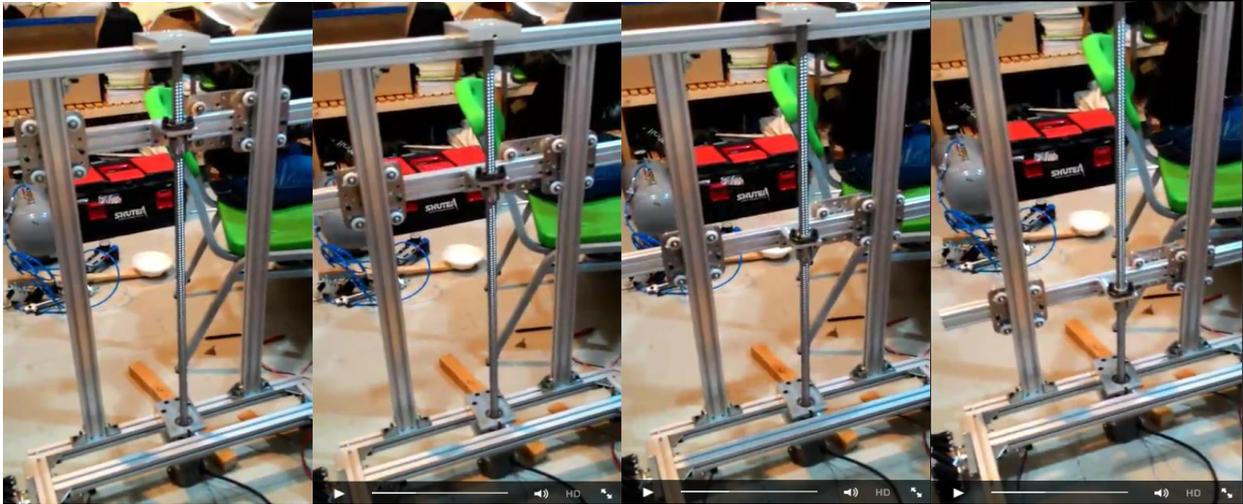


圖 17-1 Z 軸上升下降圖

X 軸為直接裝上滑軌的鋁擠型，因為我們的 XZ 軸是用龍門的架構，所以組裝時稍微複雜，需要先訂一個基準邊然後在，持續移動來抓 Z 軸兩邊的平行，如下圖所示。



圖 17-1X 軸裝置

工作週報

填寫日期 | 104年7月31日(第18週)

上週工作內容說明

發球機構：考量到左右摩擦輪速度不一易造成誤差偏移目標，所以採用氣壓缸投擲的方式。把球推出和球接觸的面多一點，所以使用適合球大小的紙碗並為了夾爪方便放球，將投球器設置在邊軸上。

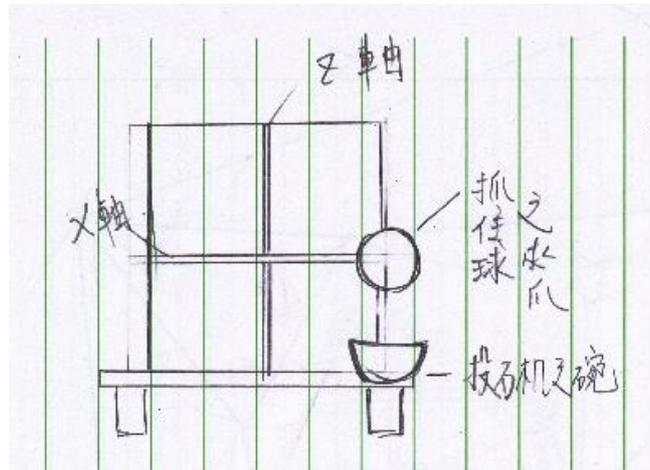


圖 18-1 正視圖

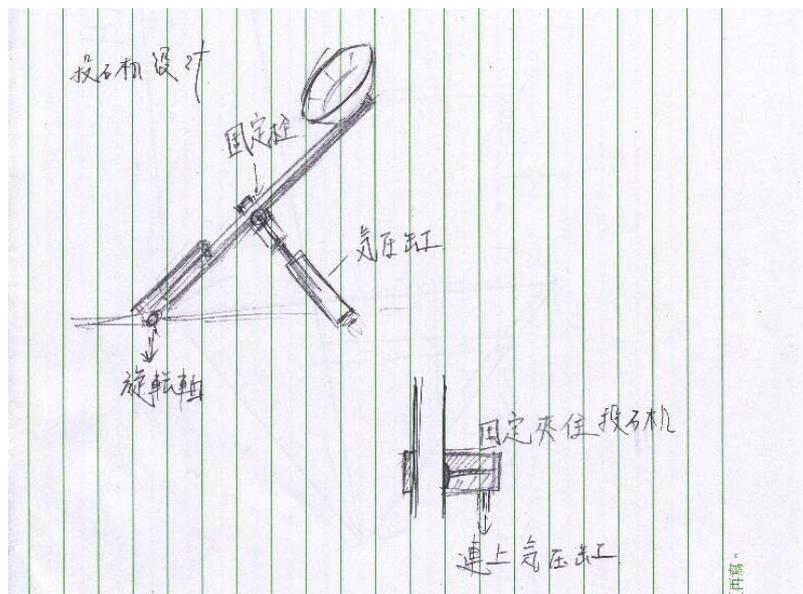


圖 18-2 固定設計圖

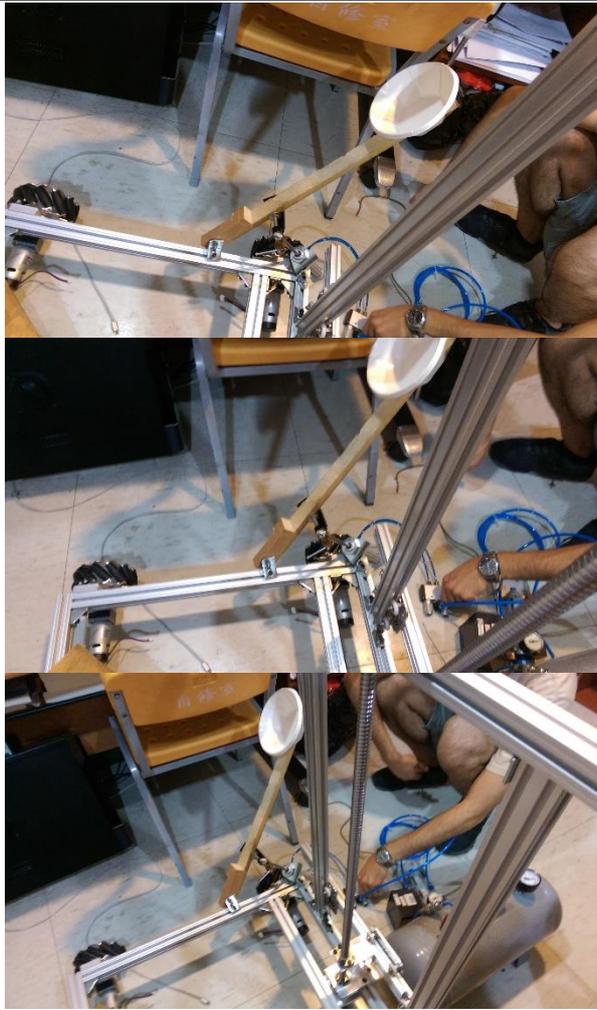


圖 18-3 裝上機台測試旋轉效果



圖 18-3 實際放上比賽大小相同之球測試投擲功能