

# 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：自動組

隊伍編號：A13

隊 名：CASUS

學校名稱：國立台灣大學

科系名稱：機械工程學系

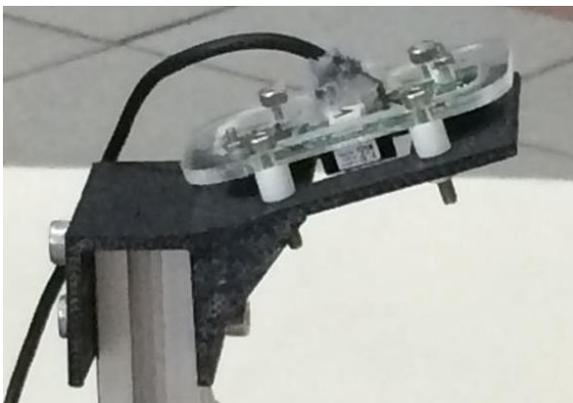
指導老師：林沛群教授

參賽學生：黃珮瑄、何欣容、吳宗澤、王霆皓

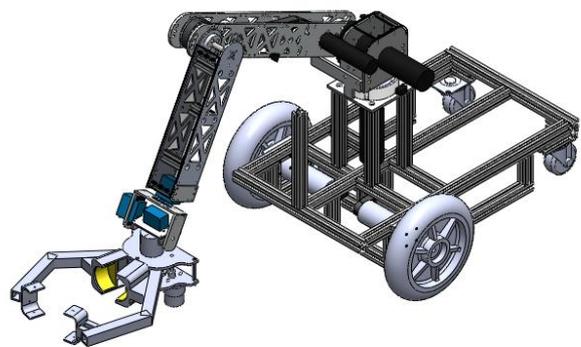
中華民國 104 年 七 月 三十 日

## 一、 機器人特色摘要說明

1. 本組設計之機器人主要分為移動平台、機械手臂、手爪三個主要部分，機電系統使用 NI 的 sbRIO 做為控制核心，並搭配筆電做影像處理與回饋。
2. 移動平台的部分，由於比賽很重視行走定點之準確性，同時需要走彎道繞過障礙物。考慮移動軌跡平滑，且行走之地面皆為平面，本組採用雙輪型機器人，分別控制兩個具有 encoder 的輪子，並利用兩輪之差速，控制機器人轉向與前進，並加上兩惰輪維持平衡。程式設計上，以測程演算法輸入行走軌跡，輔以車前架設之 webcam 鏡頭辨識地上的線，並使用電腦進行影像處理，及時回饋校正。本組影像處理的部分，將影像取流明並二值化，均方根找回歸線後，求出與中線的 $\theta$ 值並利用 PID 方法追循。
3. 機械手臂的部分，本組設計一六個自由度之機械手臂達到寫字與夾球、投籃等任務。手臂前三軸使用三個直流馬達搭配 encoder 控制旋轉角度，末三軸使用伺服馬達控制末端手爪的姿態指向。機構設計上為了避免機構過重無法支撐，使用鋁板作為主要架構，馬達則搭配大減速比之齒輪箱，並輔以皮帶輪作減速與扭矩傳遞；程式設計上，以 DH model 建構手臂參數，並設定座標點進行軌跡規劃，再以 forward kinematic 及 inverse kinematic 計算與驗證馬達轉動角度。
4. 夾爪的部分，使用直流馬達帶動齒輪操控骨架，骨架上連有經過設計的套筒，合緊時可以固定筆套，張開後以八個點夾住球。套筒有前後兩段，後端套筒採內外套筒，其間用彈簧固定，在寫字時能提供預力，使筆能緊貼板面。回授控制的部分，使用極限開關限制夾爪能夠張開的幅度，並控制球夾穩時的角度。
5. 本組於車架上裝設第二個 webcam 鏡頭，用來辨別顏色，以及夾球時看球、投籃時辨別籃框之位置。在車架底部裝設小平台，用來放置 sbRIO、馬達版、電池等相關電路板與線，避免過多碰撞造成短路，也較為美觀清爽。



以 Webcam 影像作為循線回授



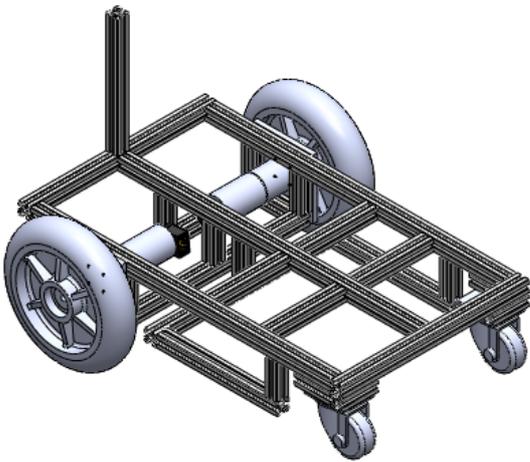
車體設計總組合圖

## 二、機構設計

機構設計的部分，分成三個部分：車體、手臂、夾爪。

### 1. 車體：

使用長寬各 20mm 之鋁擠型，搭配滑塊與螺絲，組合出車體結構後，再鎖上壓克力板，用來架設手臂以及放置筆電。在底部一樣用鋁擠及壓克力板，做出一個平台，用來放電路板、電池。車輪的馬達固定是將其齒輪箱鎖在鋼板上，鋼板再鎖於鋁擠結構上。齒輪箱的軸為 D 型軸，可以直接與輪子的 D 型孔幾何鎖固。利用 3D 列印印出合適的角度（約上仰十五度），並鎖在車體前端的鋁擠上。



移動平台設計圖與成品圖

### 2. 手臂：

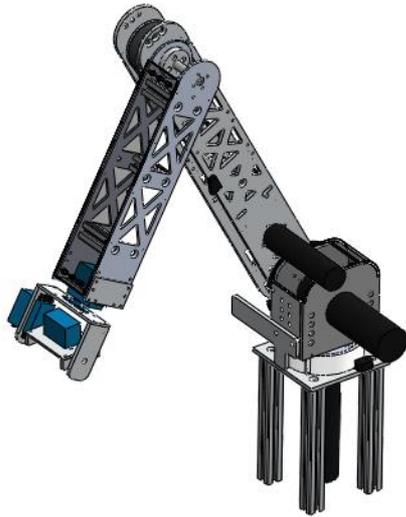
使用鋁板及鋁擠型架構手臂主要結構，並用轉軸處以軸承互相連接。手臂前三軸使用三個直流馬達搭配 encoder 控制旋轉角度，末三軸使用伺服馬達控制末端手爪的姿態與指向。為減低轉動慣量，前三軸之馬達皆設計靠近<sup>1</sup>轉軸原點，其中，第三軸馬達動力傳輸透過皮帶輪傳遞至二三軸手臂轉軸處，並藉齒數差再進行減速。

經設計圖估算<sup>2</sup>質量分布，設計本組一二軸馬達，經減速箱最佳負荷區間約 25kg-cm，<sup>3</sup>第三軸馬達經減速箱後最佳負荷區間約 4 kg-cm，考慮馬達定格扭矩為最佳負荷區間兩倍以上，以上選用應可符合需求。末三軸選用最大扭矩 31kg-cm 之伺服馬達，負荷手爪移動的需求。

<sup>1</sup> 本組機械手臂之原點訂於第一軸與第二軸馬達焦點處。

<sup>2</sup> 以設計圖之體積換算質量分布，並將質量集中於末端點模擬極端情形。經計算估測後，第三軸負荷約 5kg-cm，第二軸手臂負荷約 31kg-cm，末端手爪負荷約 20kg-cm。

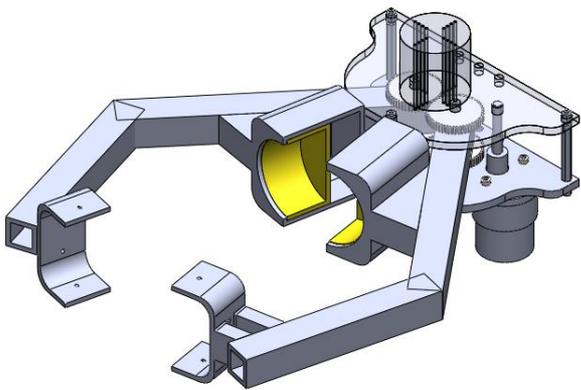
<sup>3</sup> 第三軸馬達又在經過皮帶輪減速增力兩倍，故應可符合需求。



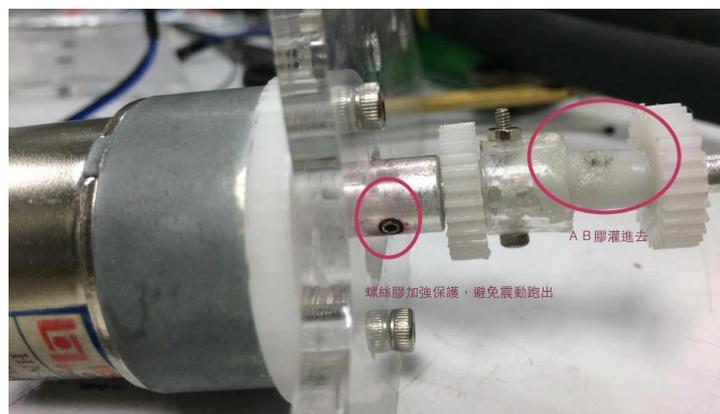
機械手臂設計圖與成品圖

### 3. 夾爪：

為了能夠夾穩夾緊，使用厚度 1mm 的鋁方管，焊接成 < 字型相對，並使用 A B 膠黏接套筒跟鋁方管、套筒與彈簧。設計的套筒使用齒輪帶動。使用壓克力固定齒輪、軸和馬達，使用銅柱鎖穩壓克力。馬達跟齒輪之間使用銅圓柱連接，因馬達配備之齒輪箱上的軸，本身具有圓孔，因此使用止付螺絲固定銅圓柱與齒輪箱的軸。為了避免震動使得螺絲鎖出，使用螺絲膠加強固定。齒輪與軸則穿孔，用螺絲螺帽固定。



夾爪設計圖與成品圖



夾爪成品馬達連接細部圖

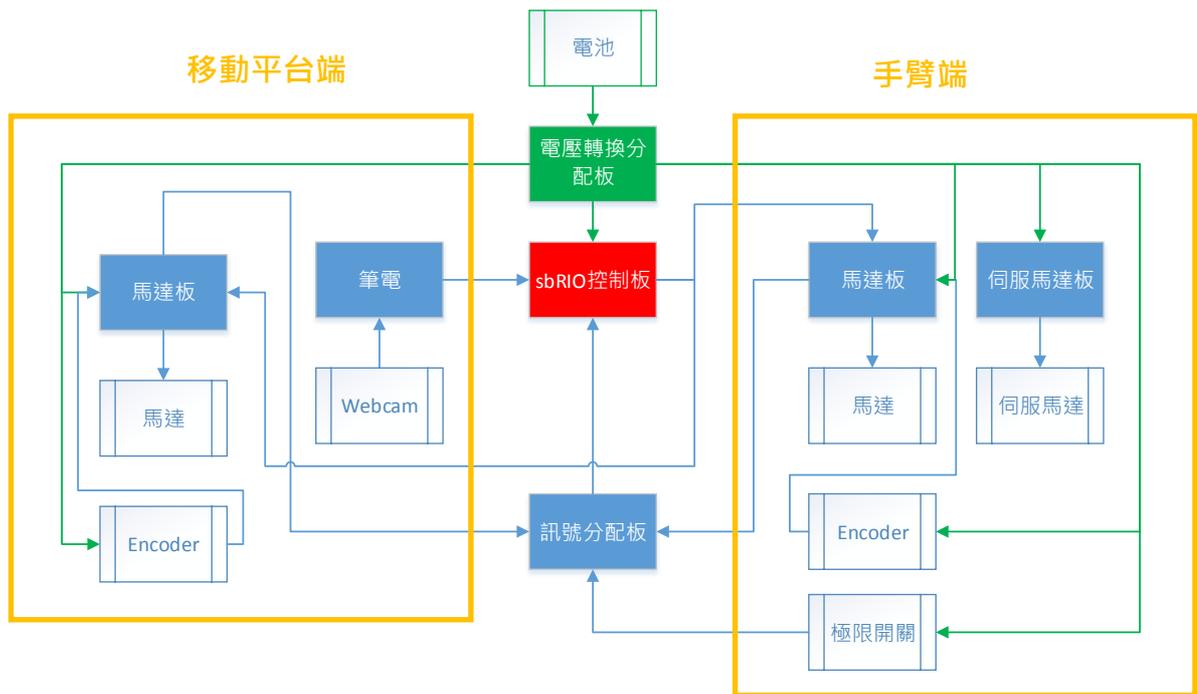
### 三、電控設計

#### 1. 機電系統

本組之主控板採用美國國家儀器股份有限公司生產之 sbRIO9606，負責接收個感測器之訊號，接收電腦端之資訊，經過計算，操控移動平台之馬達及手臂之馬達；訊號線路連接到訊號分配版，並連接於 sbRIO。影像處理則透過筆電進行，再利用網路線傳輸到 sbRIO。電源以 24V 電池提供，經分電板將電壓分成 5V 以及 24V，5V 提供給 sensor，24V 則提供給馬達。

馬達與 encoder 透過馬達版，與訊號分配版及電壓轉換分配版連結。藉由馬達版上的 H Bridge，能夠轉換電流方向，藉以操控直流馬達的正反轉。而電壓方面，則利用 pwm 產生，一樣是透過馬達版控制。

極限開關接了一塊電源與訊號轉換板，並利用杜邦線接到訊號分配版上。



機電系統架構圖

#### 2. 程式設計

因為使用的控制板是 NI 的產品，所以我們程式部分以 LABVIEW 為主，而且實驗室筆電是 WIN8 的系統，能夠相容的只有 LABVIEW 2014。LABVIEW 的程式主要分為在電腦下執行、FPGA、在 SBRIO9606 執行的三個部分。

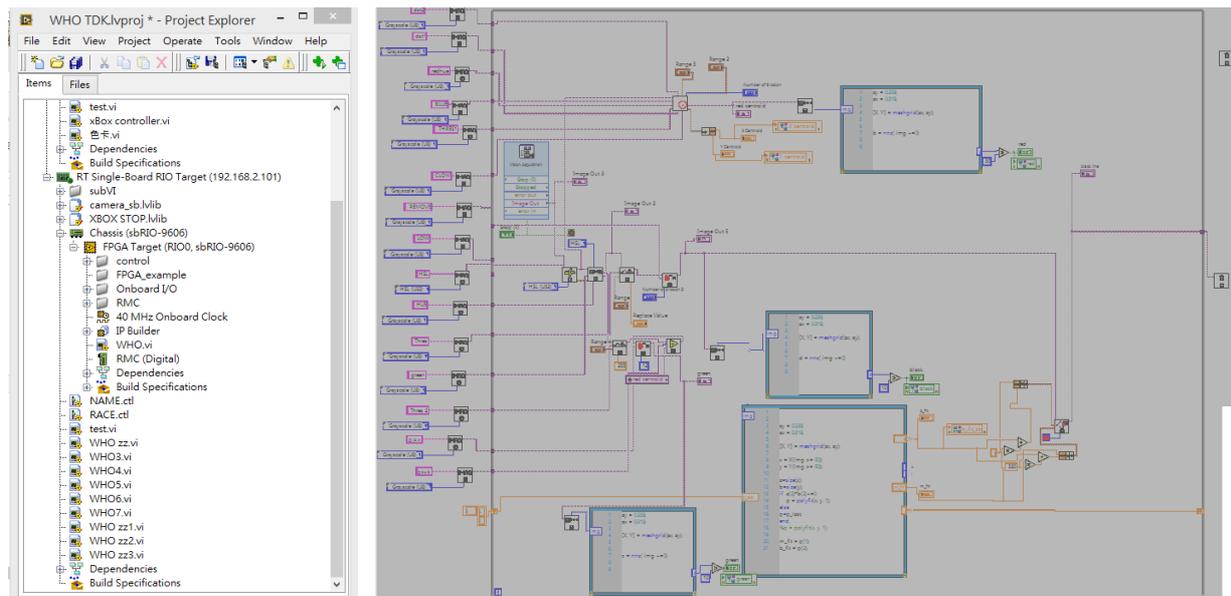
因為視覺只能透過電腦的 USB 來使用，所以我們將視覺部分的主程式寫在電腦下執行，而 XBOX 的感應器也同樣是使用電腦的 USB 插槽，故程式也在電腦下執行。影像主要以矩陣方式運算，主要是透過 HSL 的方式做第一階段顏色篩選，並透過灰階化及二值化

來調整我們取得的影像。

循線部分：利用 LABVIEW 的 VI 來將我們的黑色部分過濾出來，並進行 MATLAB 的簡單運算將圖形(黑線部分)最佳回歸直線抓出來，並將此直線與相片的中心線進行運算對我們車子的轉速度做回饋。

紅色部分：紅色是利用 VI RGB 的方式將 R 的部分取出來，但顏色為白色的地方也很容易被辨識成紅色，因此，我們將利用一些影像遮罩的方式將紅色的部分給遮住。

綠色部分：綠色也令用 VI RGB 的方式將 G 取出來，並也利用了一些遮罩取的我們想要的顏色部分。



專案架構與 FPGA block diagram

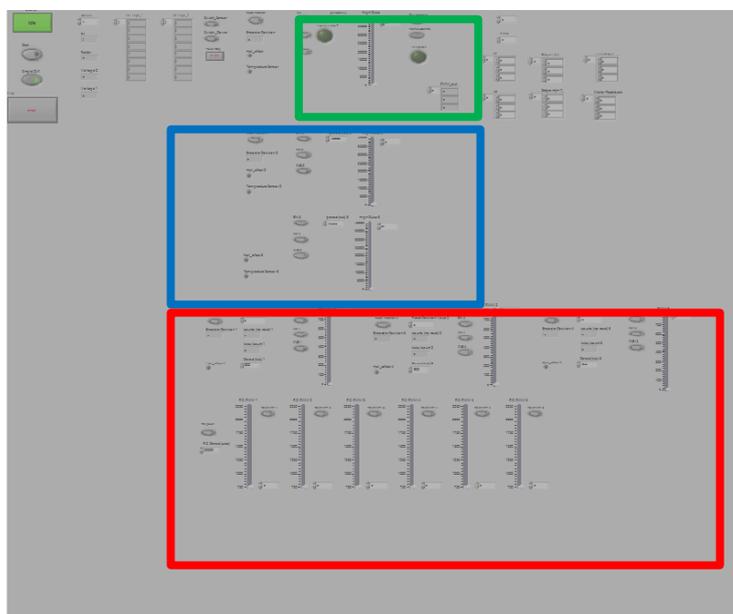
FPGA 是一個邏輯電路，裡面包含在 SBRIO9606 主程式給的 ENCODER 的 SET POINT 並給馬達指令、主程式給的 PWM 訊號的伺服馬達指令、顯示出微動開關的 TRUE FALSE 的資訊。

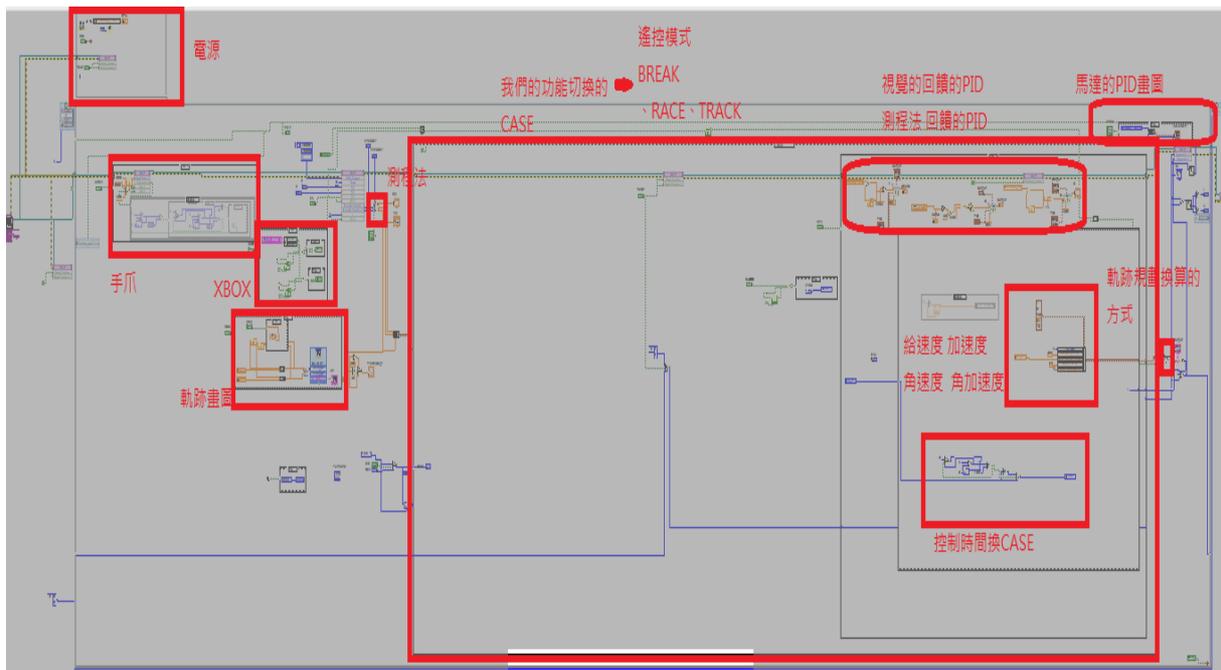
(下圖為 FPGA 的 FRONT PANEL)

紅色部分：馬達的控制介面

藍色部分：伺服馬達的控制介面

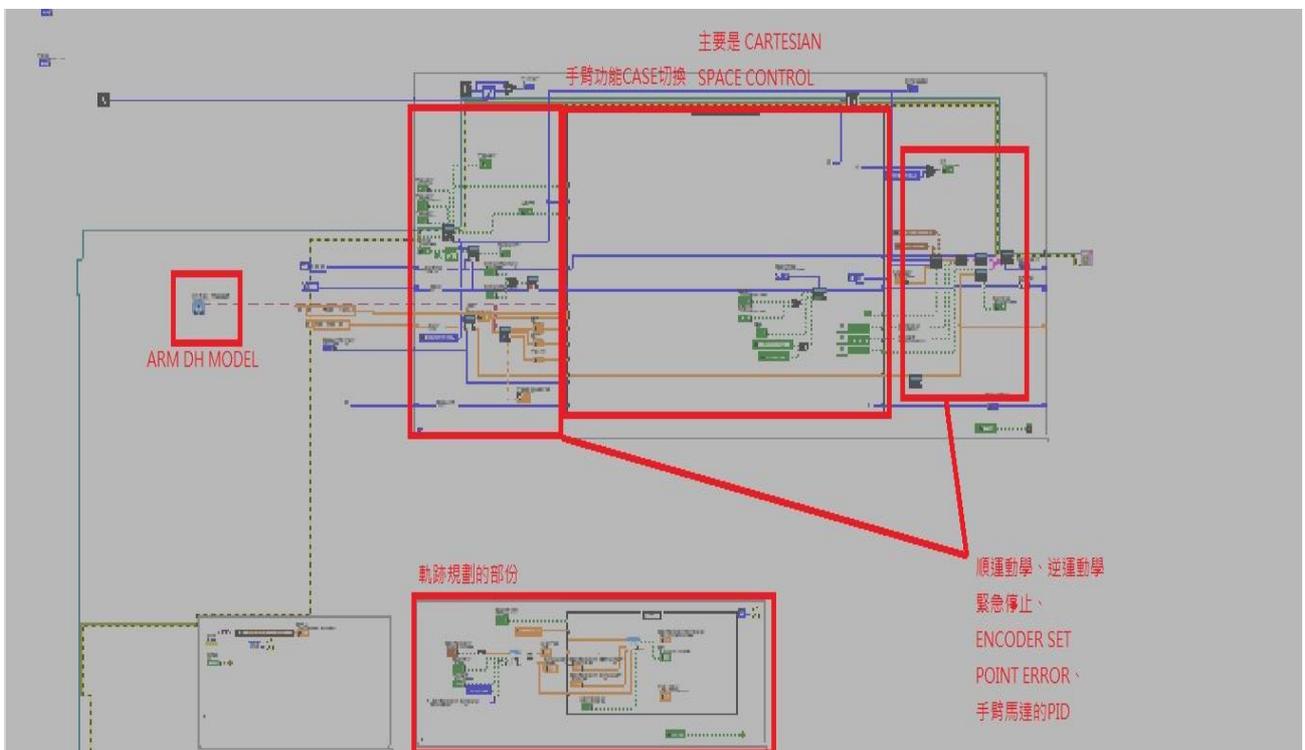
綠色部分：微動開關的訊號介面



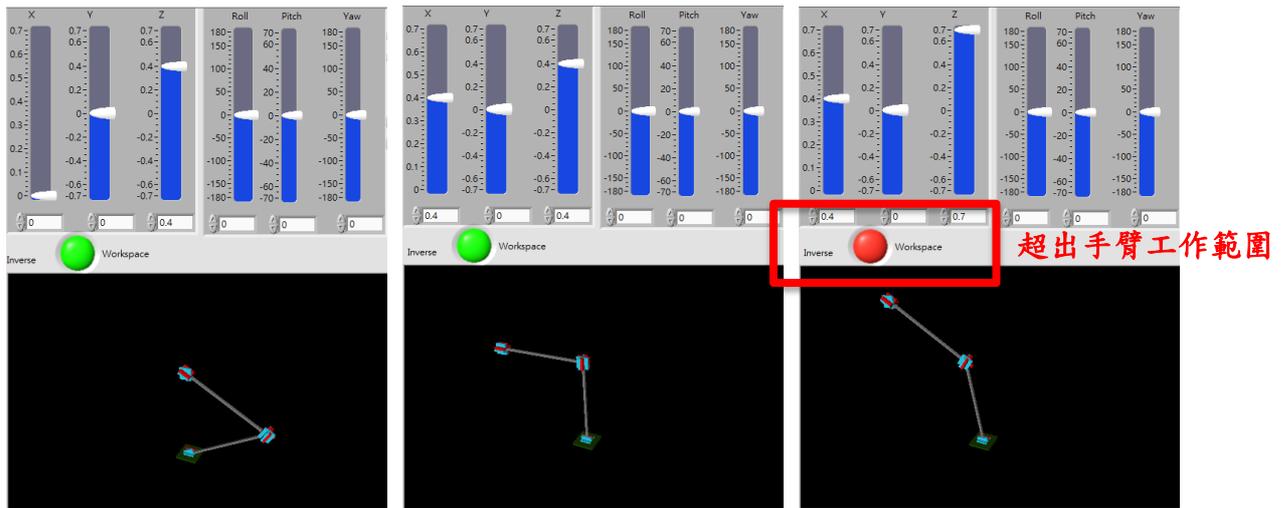


SBRI09606 下的主程式：(兩輪的車子的程式)

手臂端的程式設計，主要給予座標點並進行 inverse kinematic 的運算，計算出每個馬達的轉動角度後，再進行軌跡規劃，並愛下一個 loop 讀取 encoder 值，定進行 forward kinematic 的計算驗證。另外，我們也透過程式，進行手臂工作範圍的模擬，確認我們的設計符合所需要的工作區間。



SBRI0 9606 主程式：(手臂)



手臂工作範圍模擬圖

在程式當中，調整 cartesian space 及 joint space 下的手臂姿態，可確認目標位置手臂是否再在手臂工作範圍中，並預估手臂姿態避免碰撞其他機構。另外，在程式設計上，限定每個馬達的轉動角度範圍，故當多重解發生時，程式選擇轉動角度最符合之指令，再傳給馬達做控制。

#### 四、創意與科技人文整合說明

我們隊名為 CASUS。這個字是拉丁文，代表著機會的意思。當初取隊名時，就是覺得這個比賽是我們一個學習、成長、利用所學的機會。而機器人名為 WHO，又名小跟班。WHO 是取自於我們組員的姓氏組合（吳、王為 W 開頭，黃、何為 H 開頭），而 who 意譯「誰」，則蘊含著「機器人的問題可以代表任何人會遇到的問題」。小跟班的暱稱除了延續先前作為跟人機器人時的暱稱外，也因為其跟著線亦步亦趨、慢慢成長的形象相當可愛，很像我們跟在學長後頭，問東問西學習的模樣。

我們的機器人形象，則參考天鵝昂首闊步、自信優雅、從容不迫而且自由自在的形象。最前端擺放相機的架子，微微上傾的角度，正如同天鵝引頸向前、即將起飛的樣子。而輪子的設計，使得機器人能夠優雅平穩的滑過場地，準確的到定點停下來時展現出從容，快速通過 S 型則顯露出自信與自在。手臂休息時回到平台中間，就像是天鵝休息時，脖子縮回到身體中間，蓄勢待發的樣子。手臂上挖空的部分，當光線透過去時，會形成一格一格的影子，我們都稱之為水面的波光粼粼。

材質的部分，採用金屬、壓克力與 3D printer 的塑膠。金屬帶來了俐落的現代感，希望能呈現出天鵝自信自主的意象。透明的壓克力沒有太多複雜的花紋與設計，則呈現了天鵝優雅與簡約的美感。但是這兩者的結合同時也會帶給旁人距離感與冷若冰霜的感受，雖然這點和天鵝的冰山形象並不衝突，但我們還是希望我們的機器人能夠是與人互動的天鵝，而不是讓人避而遠之的天鵝。3Dprinter 達到了拉近距離感的作用。用 3Dprinter 印出來的物體帶有玩具般的觸感以及柔和的光澤，加上其豐富的顏色，雖然在整個機器人中佔的比例不高，卻都是相當吸睛的地方，相信能有畫龍點睛之效。



希望我們能夠與我們的天鵝小跟班一同成長，讓他從呆頭鵝變成自信天鵝！

我們這組全部都是由機械工程學系的學生組成，並沒有跨領域的協作，這點相當可惜，但也正因為沒有其他科系的學生，所以我們在溝通的時候較無障礙，能夠有效地分配彼此的工作並互相討論困難，也可以互相支援。

## 五、 遭遇困難

一開始碰到很多硬體軟體連接的問題，諸如 sbRIO9606 無法與 webcam 連接、LabVIEW 無法找到與 win8 相容之影像處理套件、寫好的程式無法 compile 等等問題。這些問題只能反覆 debug、反覆與美國國家儀器公司寄信、打電話詢問並嘗試解決。幸好最後都解決了。

影像處理本來是使用 edge 尋軌跡邊後二值化，但是發現邊緣的訊號很細，二值化後的點很少，若在均方根找回歸線後，相當容易受到雜訊影響而產生偏移。一開始想著要處理掉雜訊，卻很難處理乾淨。後來改採用流明的方法辨認黑線後，因訊號變大變多，因此受到雜訊的影響就變小了。

夾爪的部分使用塑膠齒輪，一開始只用一排，並且固定在軸上。經實驗後發現容易產生跳齒情形。後來改成上下兩排齒輪，並且直接將齒輪固定在骨架上後，就沒有跳齒情形。另外，連接馬達和齒輪的傳動件也是一個問題，原本使用 3D 列印出來的傳動件即使調高精度仍相當容易斷掉。後來改採用鋁圓棒，並採用車床加工後，就不會斷裂了。

另外，擔心球在震動過程中會掉下來，又不希望馬達一直出電流夾緊（馬達版會燒掉），因此嘗試使用極限開關控制，也同時在鋁擠骨架下用不鏽鋼絲加強保護球。這個部分還在測試，效果不是很好。未來想到的解決方案，使用電位計 sensor 測試軸的角度，利用馬達與 PID 追尋骨架角度。

難以找到大型空地進行測試，唯有一個大廳可以測試，但是測試時的磁磚地造成的雜訊，以及貼膠帶的反光卻使測試難以進行。為了讓測試順利進行，只得自行油漆出測試用的場地。

## 六、 未來規劃

目前手臂還未連接到車體上，兩個是分開進行的。車體的各項任務已經達成，因此未來一個月內會進行手臂各項任務的測試與校正，並將兩者結合。同時，加強夾爪的穩定性。待九月至比賽前，將進行所有關卡的反覆測試與最佳化之調整。

## 七、 團隊成員分工說明

黃珮瑄：夾爪設計與製作、聯繫主辦單位與教授、報告與工作週報撰寫。

何欣容：場地製作、影像處理（紅點面積運算部分）、底座改造與調整、寫字之軌跡點規劃、焊電路板。

吳宗澤：影像處理、測程法軌跡、循線、夾爪電控、手臂程式、其他程式相關工作。

王霆皓：手臂改良與相關計算、手臂相關運作原理與程式、繪圖。

## 八、附錄：工作週報

第一周工作週報	
填寫日期	104年 4月 9日 (包括4/1以前之進度, 固定禮拜四更新)
上週工作內容說明	
這周主要在討論設計與各種軟硬體挑選。	
<p>(一) 機器人機構相關</p> <ol style="list-style-type: none"><li>移動方式：採用輪子，目前有兩種設計<ol style="list-style-type: none"><li>三個全向輪 (omnidirectional wheel)：三個輪子呈正三角形排放。</li><li>兩個差速輪外加惰輪：</li></ol></li><li>夾爪：可用於夾筆與夾球。參考上銀機械手臂。 <a href="http://film.gunblues.com/tw/video/-wxW4cMUpWw">http://film.gunblues.com/tw/video/-wxW4cMUpWw</a></li><li>手臂：目前有兩種設計<ol style="list-style-type: none"><li>堆高機：四個自由度，兩個自由度控制前後移動與上下移動，一個自由度控制姿態 (放筆用腕)，以及一個自由度控制夾爪。其左右移動需搭配全向輪。</li><li>五個自由度的手臂：三個自由度控制位置，一個自由度控制姿態，以及一個自由度控制夾爪。</li></ol></li><li>軌跡寫死，但使用 3~5 個辨色偵測地上膠帶當作 feed back。</li><li>寫字部分軌跡寫死，但搭配攝影機鏡頭，比對寫字是否對到格子。</li><li>攝影機數目兩種方案：<ol style="list-style-type: none"><li>兩個：一個看路，一個看寫字準不準 (因為在換字寫時需要走路)。</li><li>一個：用一個 servo 旋轉。</li></ol></li></ol>	

## (二) 軟體、程式部分

採用 LabVIEW2014 寫完連到控制板。

## (三) 硬體部分

控制板採用 sbRIO 9606。

攝影採用 webcam c525。

Wifi 路由器 router。

## (四) 待解決

1. webcam 透過 9606 (接在上面) 後於電腦看不到此項 device。需確認是否是 USB 插槽壞掉或者此型號不支援。
2. 直接接電腦看得到但 LabVIEW 無法讀取。查詢後發現 LabVIEW2014 不支援影像處理。嘗試搜尋相關套件。
3. win8 僅支援 LabVIEW2014，若是沒有相關套件支援的話，
4. 因影像處理運算大，若 9606 不支援 webcam，將考慮直接接電腦在機器人上。

## 第二周工作週報

填寫日期 | 104 年 4 月 16 日

### 上週工作內容說明

這周參加了研習營，對比賽有更深地認識。除了修改部分設計、尋找對應解決方式之外，這周主要在解決上週發現之硬體問題。

#### (一) 機器人機構相關：

1. 手臂部分：向學長學習運動學以及控制手臂之相關知識。先前實驗室學長有設計一款手臂，將參考其設計，並予以改裝。
2. 移動方式：放棄全向輪，採用兩個差速輪搭配舵輪。實驗室先前有一個名為小跟班之紅外線循人機器人，僅保留其基座，並改裝成適合我們的形式。
3. 夾爪設計
  - A. 皮帶輪
  - B. 齒輪帶動齒條
  - C. 伺服馬達與螺桿（像車床）
  - D. 四連桿
  - E. 削鉛筆機挾持端
  - F. 夾子

#### (二) 軟體

下載 VAS 2014 並打開 NI License Management 之後，當電腦接上 webcam 或者自己的鏡頭後，可以使用影像處理。但若 9606 接上 webcam 依舊讀不到。考慮詢問 NI 是否有支援之相機。

#### (三) 待解決

1. 研討會後發現或許無法將電腦裝到機器人上，若 9606 無法使用相機，將考慮更換其他控制板，例如兩片 myRIO 中間用某種資料串聯形式。或者使用 fitPC。
2. 手臂底座之穩定性影響精度。因為手臂將裝在車體上，因此需設計更穩定之底座。

### 第三周工作週報

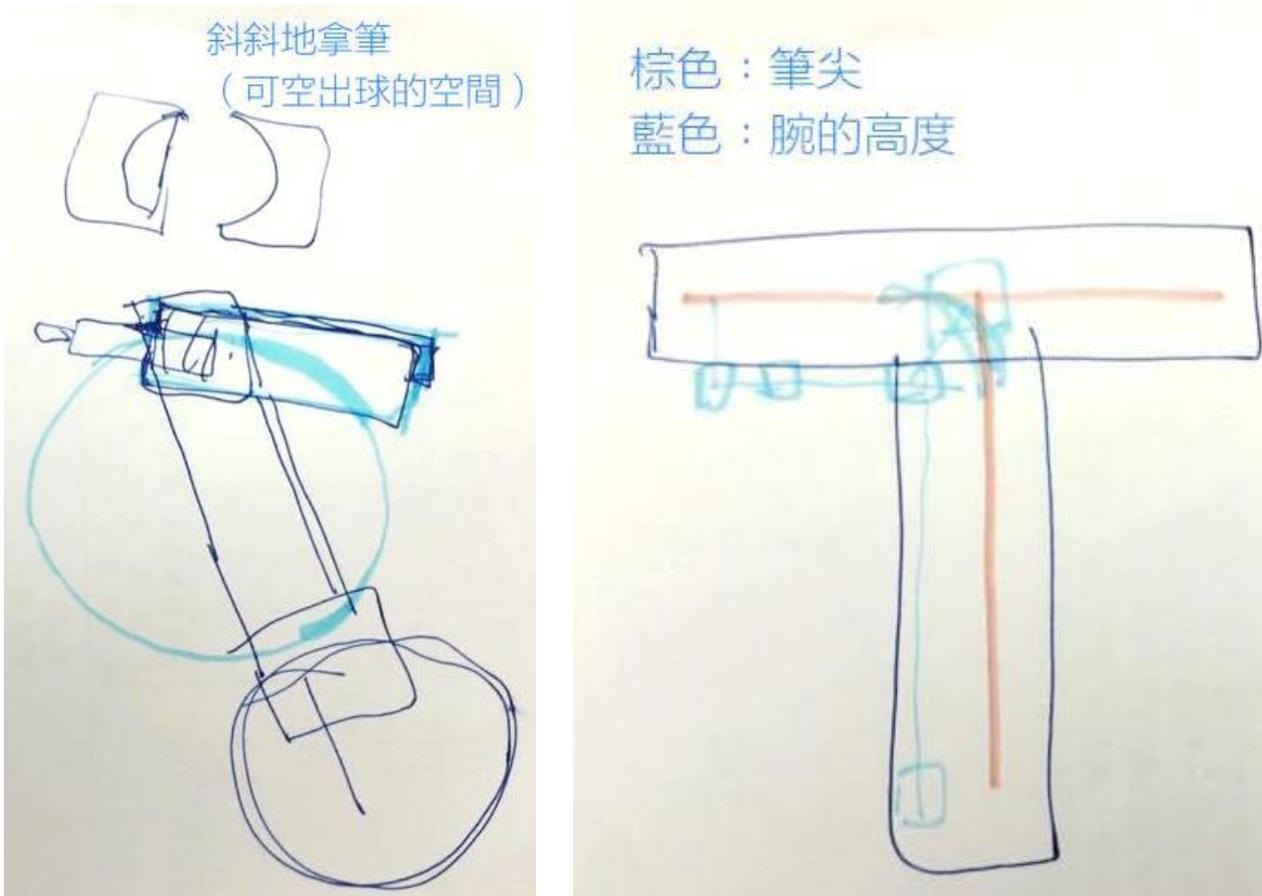
填寫日期 | 104年 4月 23日

#### 上週工作內容說明

和老師討論過後，夾爪收斂到兩種，並依此繪製 3D 立體圖。

#### (一) 機器人機構相關

##### 1. 夾爪

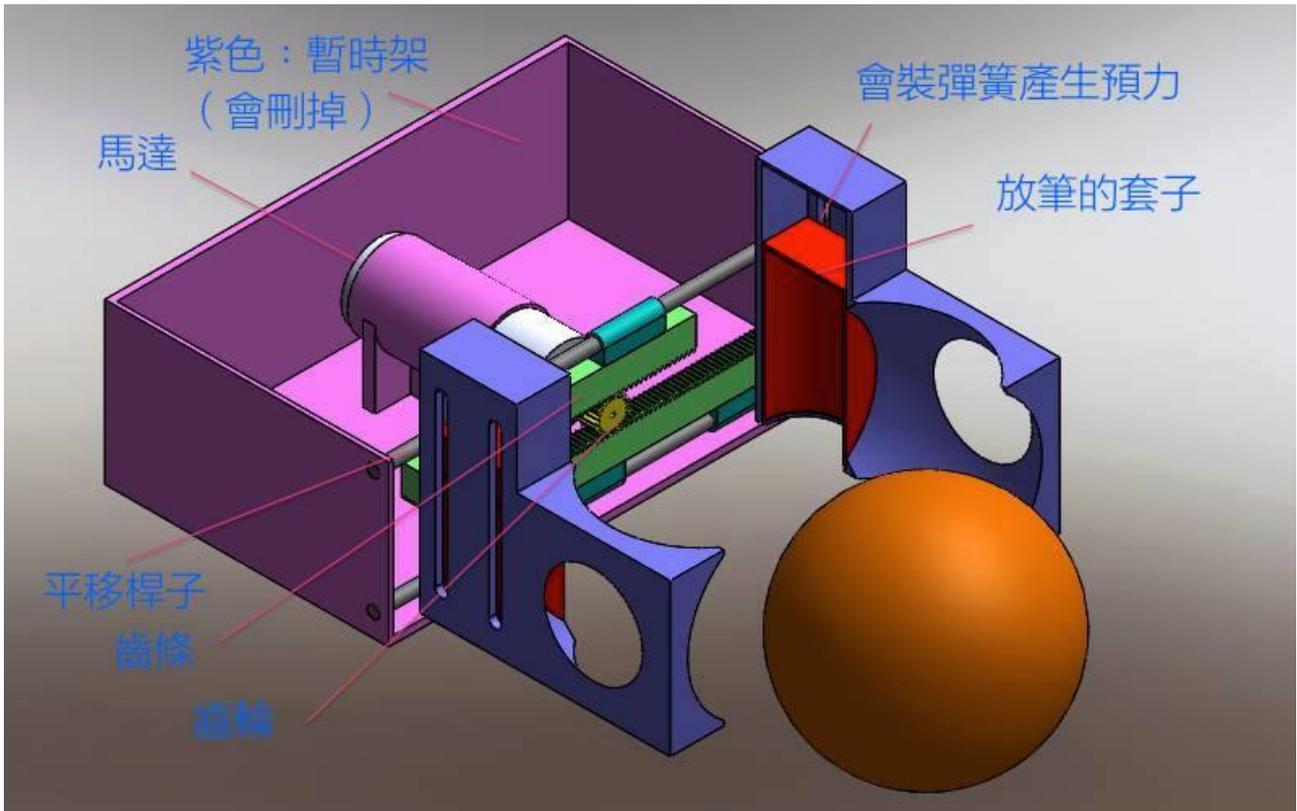


斜著拿筆在設計夾爪時，可以將筆的套子避開球放入的地方。

但若斜著拿筆，於規劃軌跡時要有 offset。

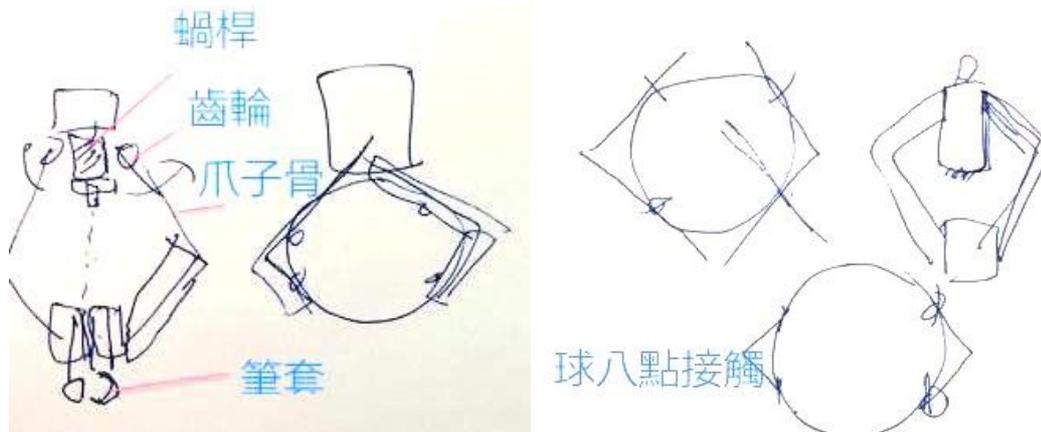
感應部分，參考 TDK 以前獲獎之隊伍相關報告，大多會在夾爪上裝設紅外線感測器，作為挾持的偵測。因此考慮用此偵測球挾持的有無。

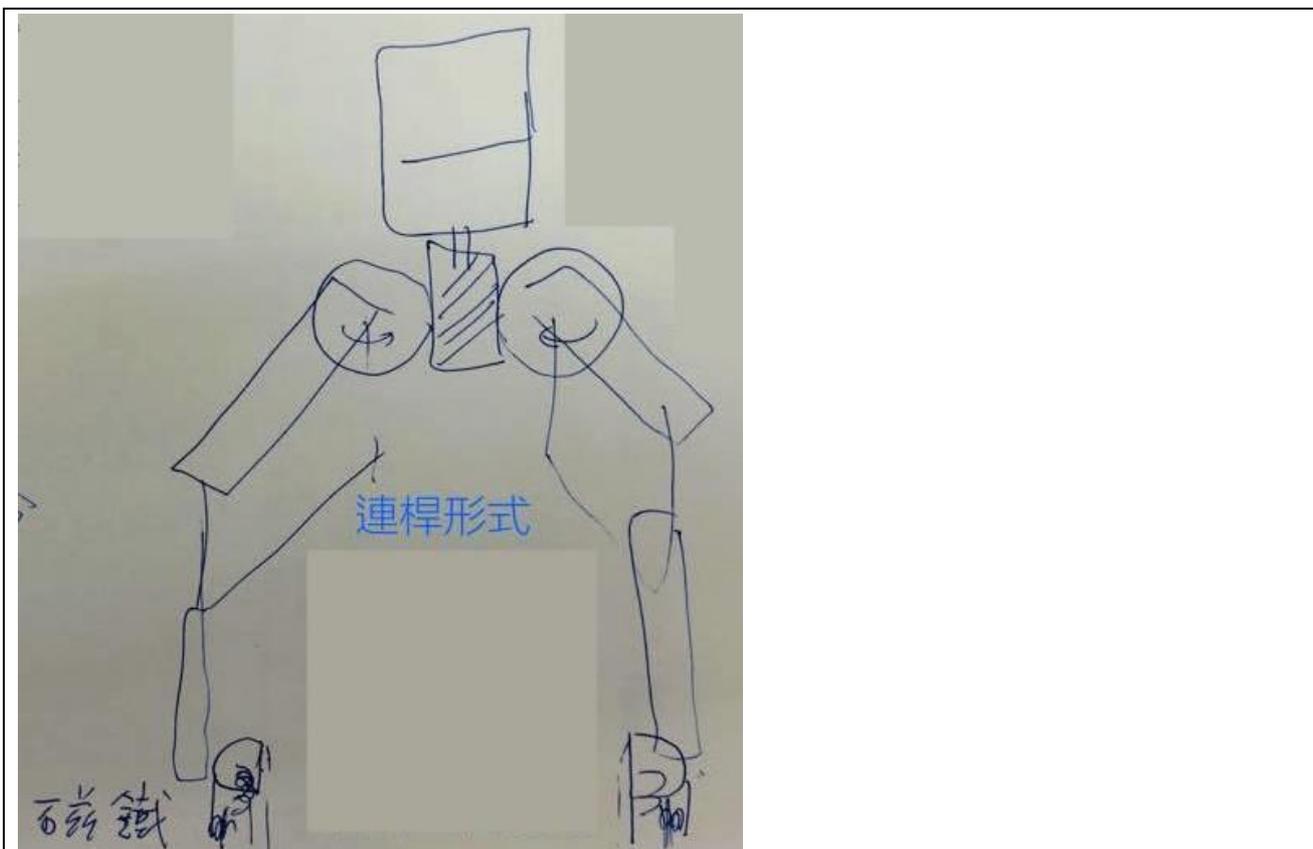
A. 平移式：平移式驅動分為齒輪+齒條，或導螺桿+制動器。線性制動器的困難處：難找到小尺寸的版本。



打算使用 3D 列印製模測試。

B. 轉動式：





轉動式可以用連桿或定桿，但是因為連桿較為複雜，因此傾向使用定桿。  
前方筆套套筒可使用磁鐵幫助固定。

#### (二) 機器人程式相關

學習使用 Labview 控制馬達。

#### (三) 硬體

相機部分，webcam 測試一直有問題。NI 回復是相機需要具備 USB3.0 但是又相容 USB2.0，直接詢問 NI 是否有推薦的相機後發現推薦的相機都是工業用相機，售價昂貴，因此持續尋找中，或者像。

#### (四) 待解決

因應沒有相機的問題，將考慮先做循跡，並用 Open Loop 跑手臂。  
要畫出轉動式的夾爪。

## 第四周工作週報

填寫日期 | 104年 4月 30日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關：

##### 1. 夾爪

###### A. 平移式：

討論後發現，平移式需在邊框加泡綿（產生彈性，使夾球更穩）& 支架（若用3D列印的話，強度不夠，要用金屬做出支架撐在後面），並加上極限開關（使其壓到一個極限後停下）。

老師建議齒輪的  $m=1$ 。需要注意的是，因為傳動件需要用金屬，因此齒輪齒條無法使用3D列印，但是其尺寸過小，難以尋找，且齒條重量蠻重的，可能會導致前端太重，使後方支撐手臂的馬達負擔太大。

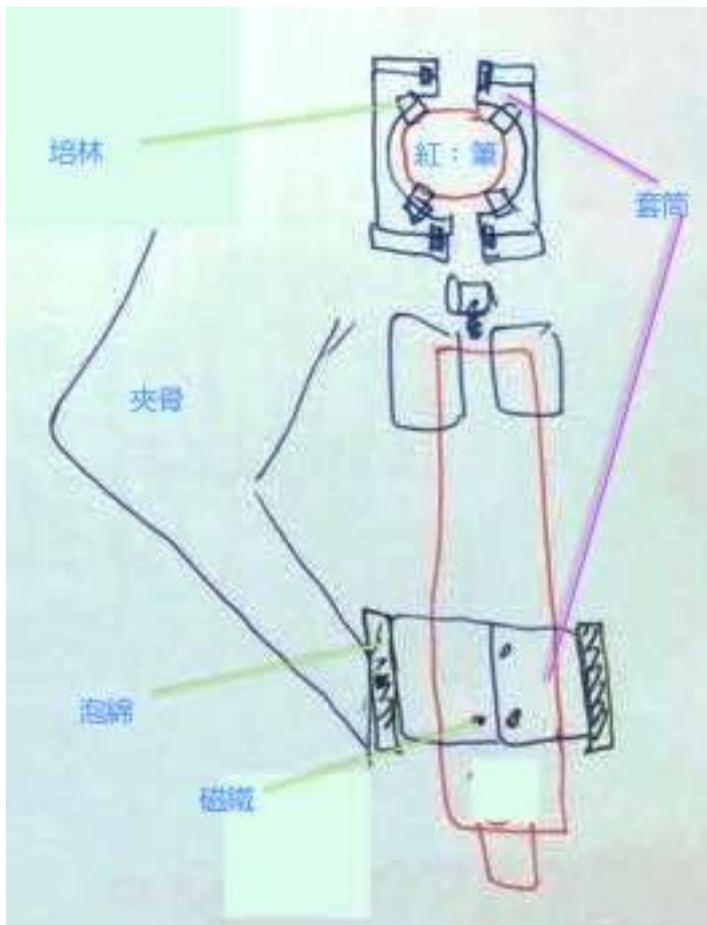
另外，連接在平行桿子上只有一個點，因此在挾持時，容易夾爪翻起。

考慮前方夾爪的形狀固定，將齒輪齒條改成轉動。

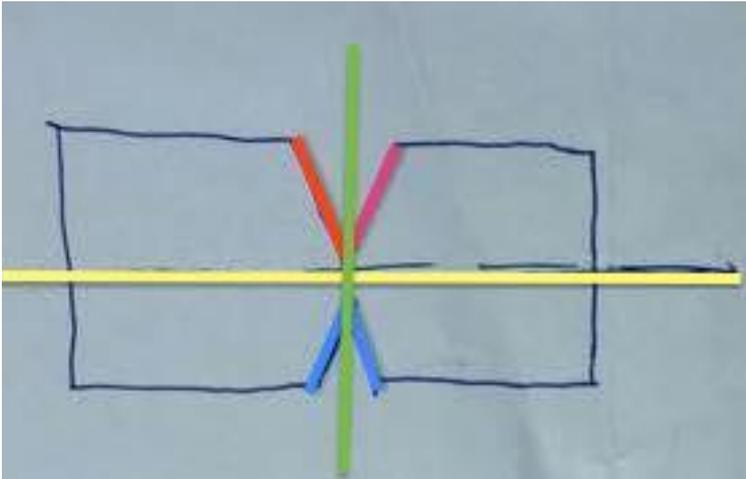
###### B. 轉動式：

比較筆與球的尺寸後，發現球比想像中小，筆比想像中大（兩者之間相關比例與預期不同），考慮使用橫放，在前端與後端加上套筒。

為提供預力，套筒內預計使用各四個培林，使其可以夾緊又但仍可以前後移動。



夾骨有兩種製作方式。使用鋁 5052 的鋁片，折成沒有底面的四角柱，如下圖，延黃線折（可用折床），再延綠線折，將紅色相黏、綠線相黏。



但是上述方法有許多不需要用到的空間（球和鋁版是單點接觸），或許要使用主梁+彈片形式。



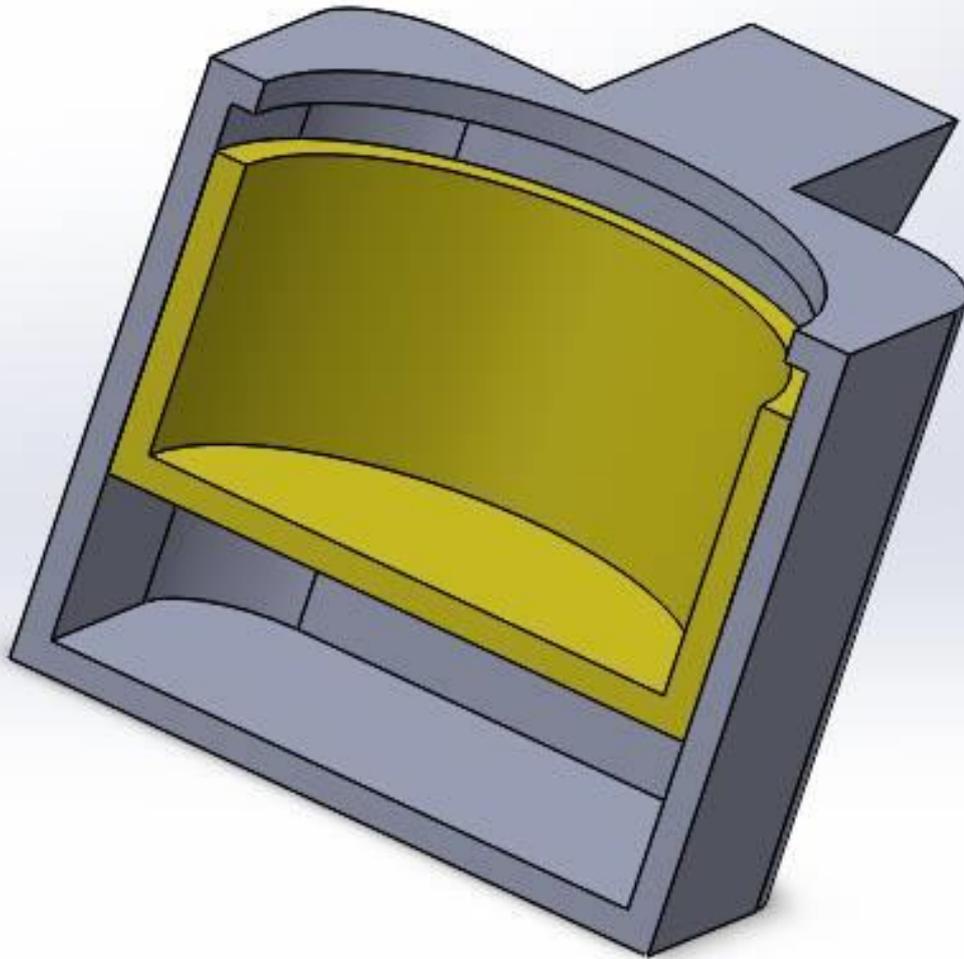
## 第五周工作週報

填寫日期 | 104年 5月 7日

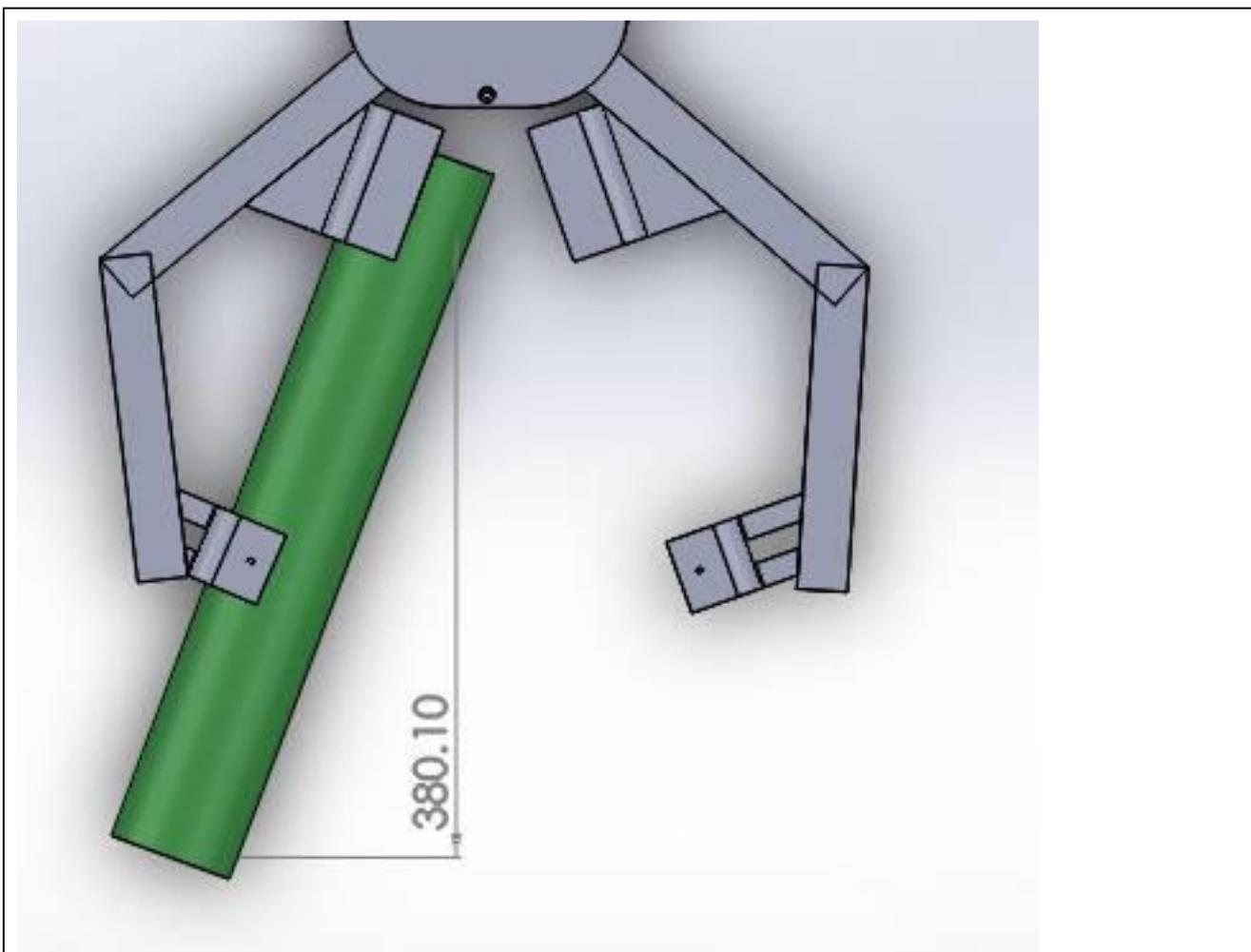
### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

決定用主樑搭配 3D 列印之筆筒。(轉動式)。先用 solidworks 畫出。  
原先兩隻主樑的角度為 90 度。



和老師討論後，覺得 90 度的主樑於空間利用上不夠精簡，改用 120 度連接兩支主樑，利用套筒邊緣夾球。



(二) 機器人程式相關  
學習手臂相關程式

## 第六周工作週報

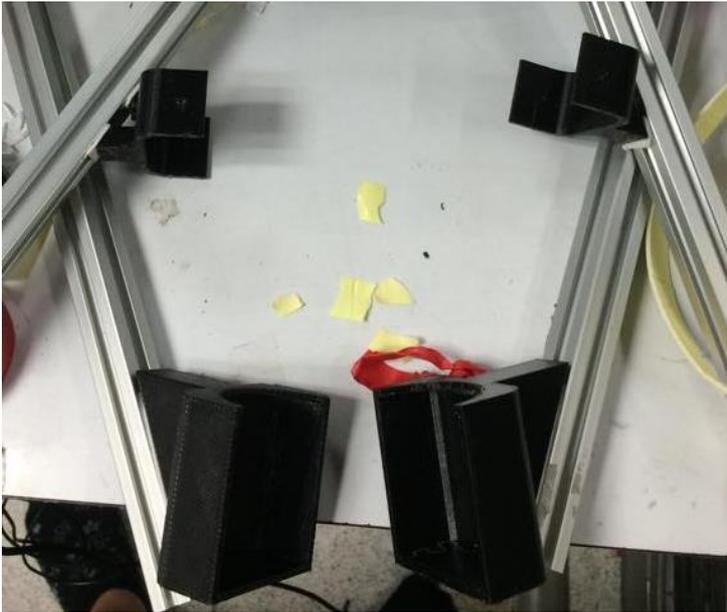
填寫日期 | 104年 5月 14日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

夾爪畫出來，並使用 3Dprinter 印出來。

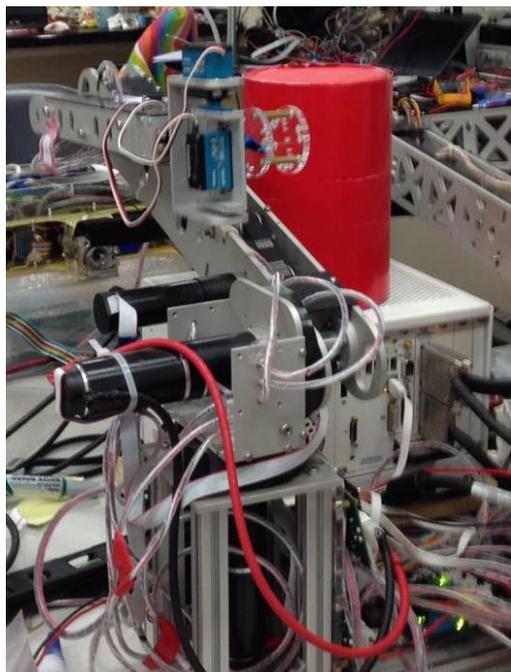
列印的方向會影響其紋路，需要用銼刀或砂紙磨平，才能夠讓筆筒的內套筒跟外套桶滑動。因為表面蠻平滑的，所以內外套筒之間就不放培林了。但筆跟前套筒間還是要裝培林。



用邊緣夾球

3D 列印出的套筒

手臂利用三顆馬達產生三個自由度，前端利用伺服馬達控制姿態。因為手臂剛性的問題，怕會無法支撐第三軸馬達，所以第三軸用皮帶帶動，馬達裝在下面。



## (二) 機器人程式相關

學習手臂相關程式與運作原理，實際操控手臂，並觀察其運動方式。

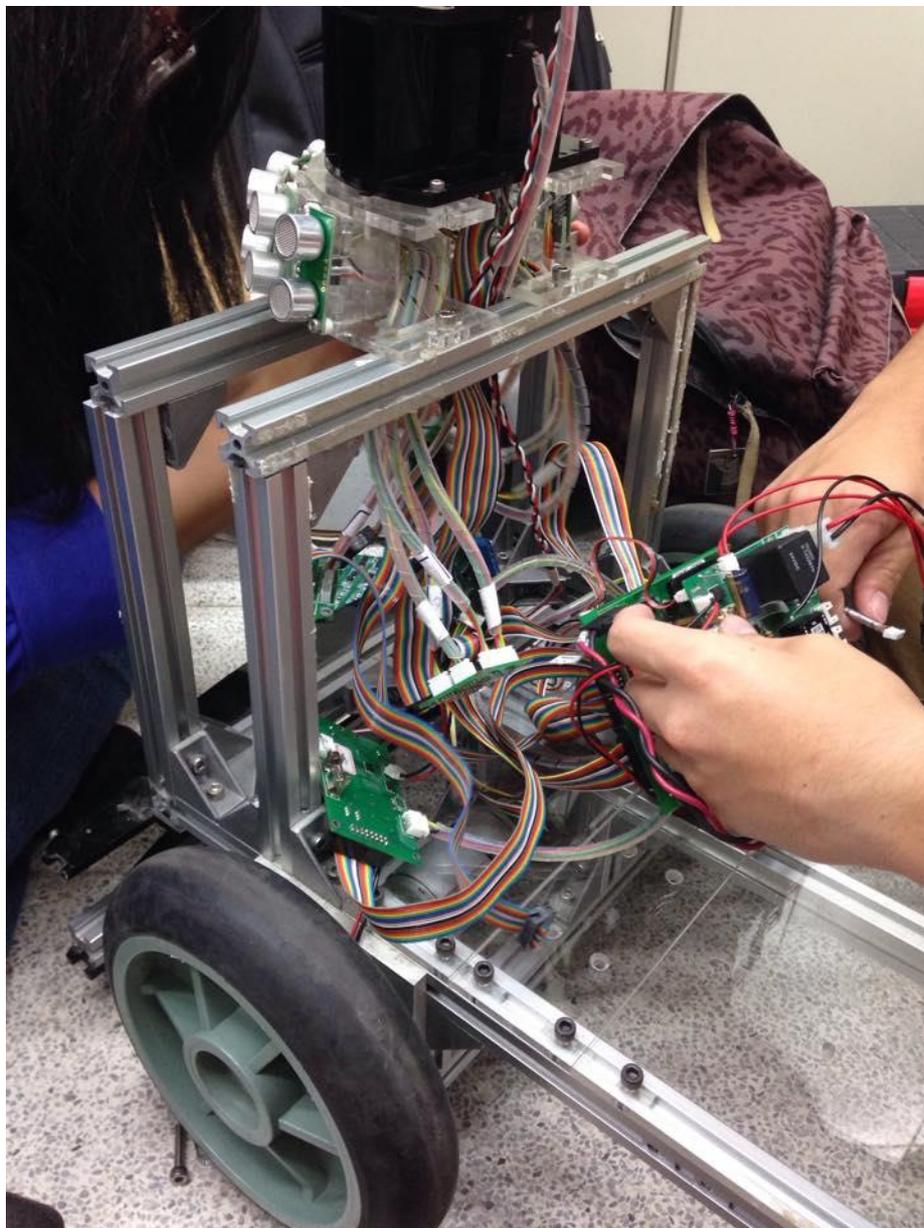
因為不確定是否能使用筆電，考慮使用 Raspberry PI 處理視覺運算的部分，回傳給 sbRIO。學習 Python 跟 simpleCV 處理視覺。

## 第七周工作週報

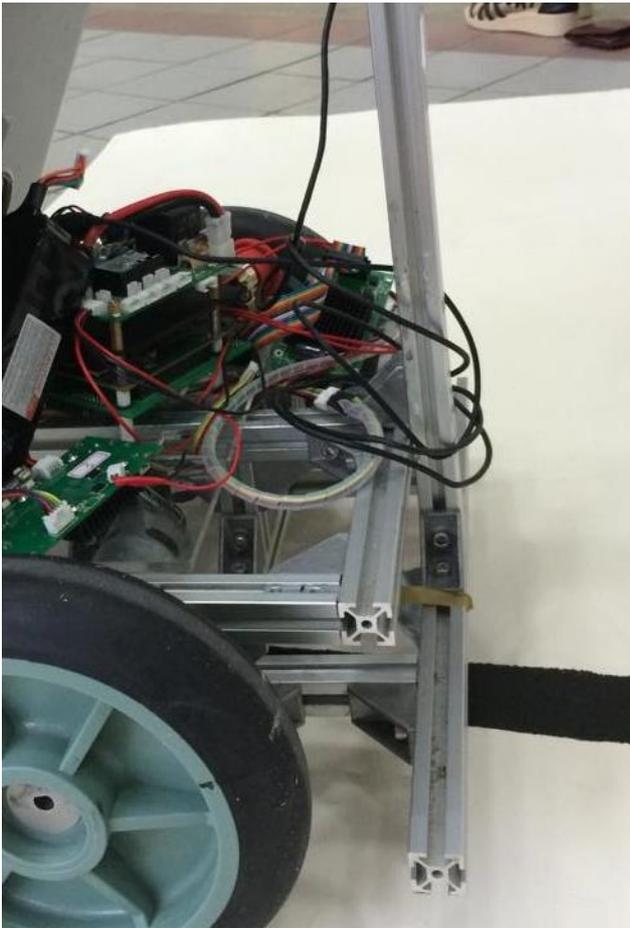
填寫日期 | 104年 5月 21日

上週工作內容說明

(一) 機器人機構相關



將小跟班拆掉不需要用到的橫梁、機構、支架等等。在前端裝設可以裝相機的支架。測試原本之馬達板、encoder 之線路是否為斷路，並挑選出可以再度利用之線材。



大略將手臂 solidworks 圖配置在小跟班底盤上，計算出合適的位置。安排筆電放置位置，預計將來會為其建一個架子。

購買彈簧。為了避免彈簧 buckle，選擇短短胖胖的彈簧。因為彈簧是要提供筆寫字時的預力，以及簡易校正，所以彈簧的彈性係數不能太高。在興城街購買。

## （二）機器人程式相關

確定可以使用筆電，決定不要使用 Raspberry Pi，使用筆電。

因為 WebCam 可以順利連到筆電上，所以使用 WebCam 並使用 labView 撰寫。  
學習手臂相關程式邏輯。

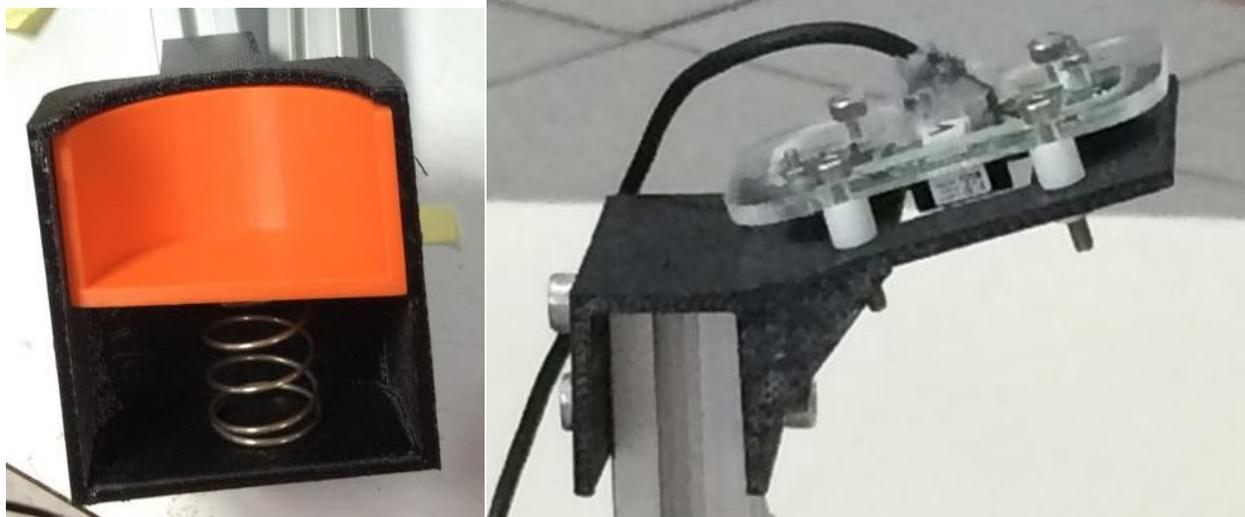
## 第八周工作週報

填寫日期 | 104年 5月 28日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

用 AB 膠將彈簧跟套筒黏在一起。



將相機外殼拆開剩下內部電路板與鏡頭，用雷射切割壓克力，將電路板鎖在上面。為了避免傳輸線返部凹折造成線斷裂，用熱熔膠加強保護。

測試相機可以照射到的範圍。

畫了相機架，用 3Dprinter 印出來裝上去，估計相機角度為 15 度，使得看一次最多看到一個紅點。利用塑膠 spacer 夾在中間間係處。

#### (二) 機器人程式相關

影像處理：能夠利用 canny 功能找邊，並依此，利用均方根進似找出回歸線。

## 第九周工作週報

填寫日期 | 104年 6月 4日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

將兩鋁方管主樑焊起。焊接出來的角度非精準的 120 度，所以原先用 3Dprinter 出來的套筒角度會偏移。目前設定是讓前端套筒可以夾起，後端套筒前端會靠合。



#### (二) 機器人程式相關

用 canny 找出來的邊線之白點太少，edge 也太少，非常容易受到雜點影響。決定改採用色塊，用流明值大小做分野，找出黑線的色塊。利用色塊值做均方根，找出回歸線。因為中間色塊較多，所以較不會受到周圍雜點影響。

## 第十周工作週報

填寫日期 | 104年 6月 11日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

找尋合適夾爪的馬達，因為不希望夾爪太長，所以找扁扁短短的馬達。

#### (二) 機器人程式相關

利用迴歸線的直線截距，利用 PIV 計算出追尋直線使其節距在畫面中心。  
使用 matlab 計算手臂的可使用範圍。

因為 6/12 是本系大三機械工程事務比賽，因此本週進度較少。



第十二周工作週報

填寫日期 | 104年 6月 25日

上週工作內容說明

本週期末考，暫停一次

## 第十三周工作週報

填寫日期 | 104年 7月 2日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

因所需扭力不高，老師看了提供玩具馬達（內建齒輪箱），是多年前於源達購買，適用 5V~12V，轉速 25~60rpm。將搭配馬達版使用，可以控制其正反轉，並利用 pwm 控制轉速。



因為扭力不需要很大，所以取消掉蝸桿的設計，直接使用兩顆齒輪。

測量出夾爪在軸距離大約 30mm 時的距離旋轉，因此挑選齒輪模數 1 齒數 30 齒的齒輪。考量到夾爪在手臂最前端，考慮到手臂第三軸支撐有限，其重量不得太重，因此採用塑膠齒輪。但網路上相關塑膠齒輪的訂購相當貴，觀察市售的實驗用小齒輪，選擇現成的齒輪，模數 6 齒數 53 齒。

在西門町萬年大樓購買齒輪、軸、軸承。

在源達購買 LED 與極限開關。

設計承重的壓克力板並以雷射切割機切割。

#### (二) 機器人程式相關

1. 用 matlab 寫用面積判斷顏色。(藉由判斷特定顏色在矩陣裡的元素個數)
2. 成功辨別出紅點重心。
3. 改善畫面雜訊。(使用 low pass filter)
4. 發現在室內與室外的色彩感應出來不同，受到自然光與室內光影響尤其明顯。

#### (三) 其他

因為要將筆電放在車上，為了避免內部硬碟損壞，將其內部硬碟取出，並更換為固態硬碟。

## 第十四周工作週報

填寫日期 | 104年 7月 9日

### 上週工作內容說明

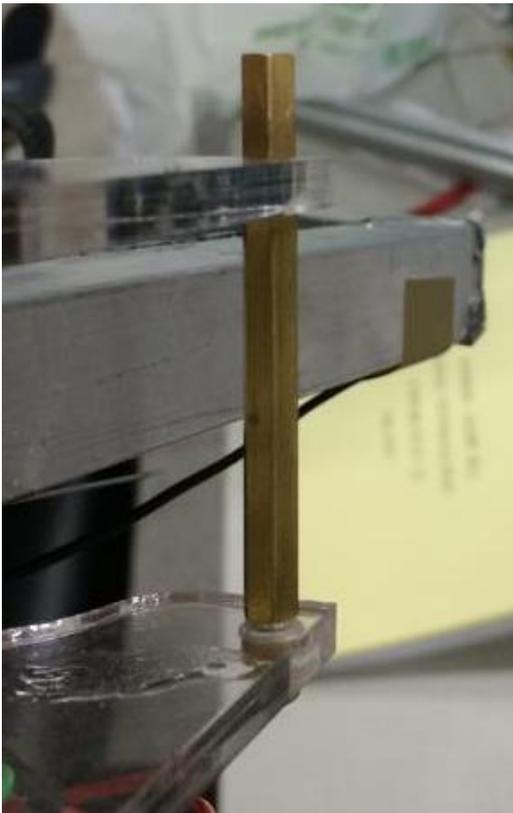
#### (一) 機器人機構相關

##### 1. 夾爪：

用止付螺絲將齒輪固定在軸上。

將鋁擠固定在軸上。(軸是六角形的，所以打進去鋁擠之後，會緊配。但為了讓它固定更確實，上了AB膠輔助。)

將壓克力、齒輪、鋁擠、壓克力組裝起來，使用銅柱固定。



計算馬達轉速，覺得太快，因此加一顆 28 齒的齒輪。因為齒輪箱的軸比齒輪中間的洞大，因此設計中間的軸套，讓兩者可以結合。

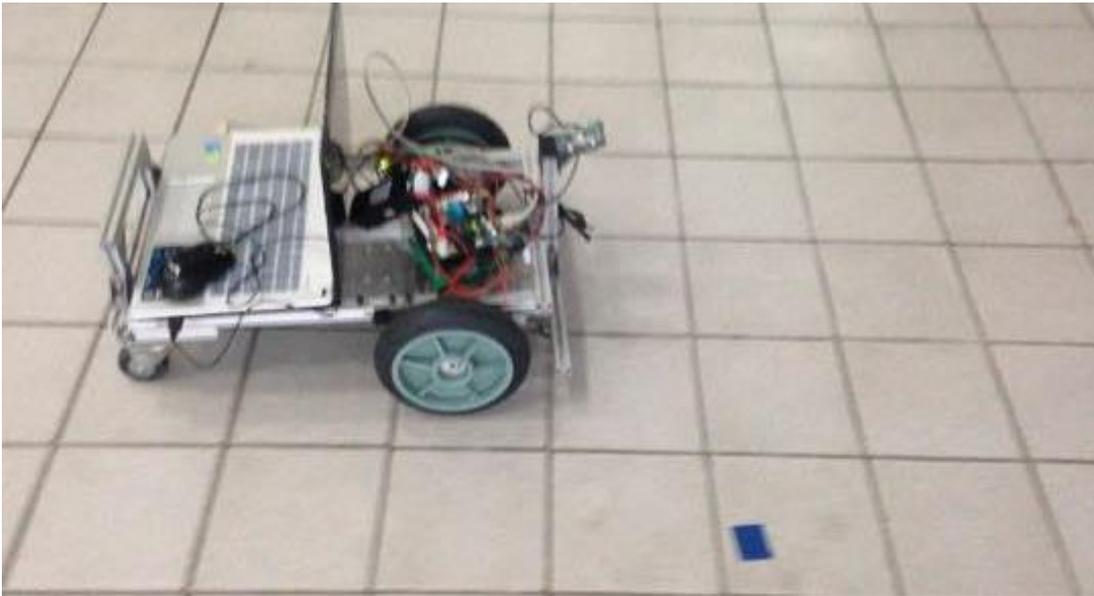
買了第二台相機，用來辨識色卡用。(因為相機很容易受到光線、擺放角度影響，所以決定將循線的相機固定在車身上，不要用 servo 操控它旋轉。)

##### 2. 手臂：

計算手臂移動時，馬達所需要提供之扭力，找尋可以使用的馬達。設計馬達連接手臂固定之基座，並送件定做基座所需要之個別板子。

#### (二) 機器人程式相關

建構好測程法了，實際在地板上貼膠帶，測試 encoder 與測程法的準確度。



將直線與彎道軌跡 open loop 先寫死，預計搭配視覺 feed back 使用。尚未測試。判斷色卡的部分，建構完畢，可以辨識出紅、綠、黑三色。(搭配使用前面 matlab 辨識色塊的方法)

(三) 其他

購買虹牌油漆跟木板。

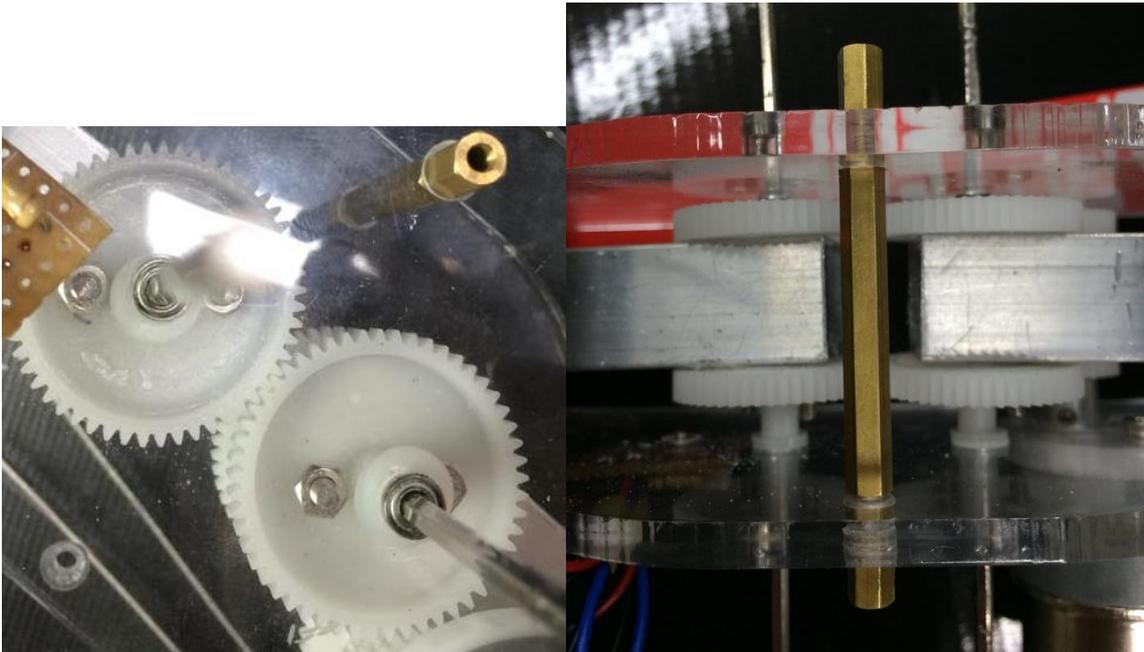
## 第十五周工作週報

填寫日期 | 104年 7月 16日

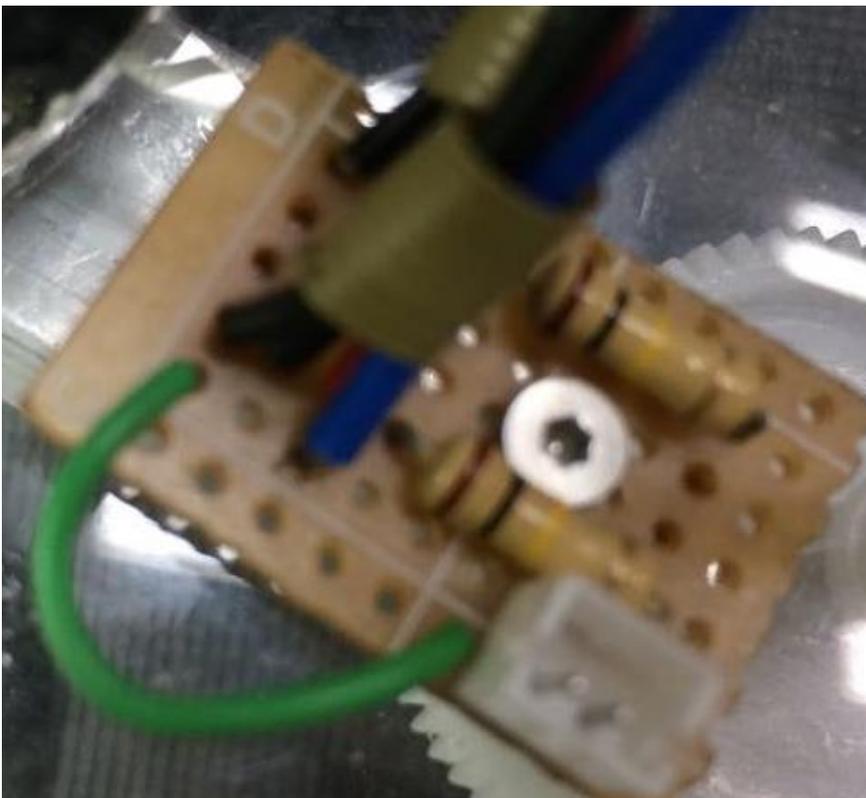
### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

擔心塑膠齒輪較金屬齒輪容易損毀，同時會有跳齒現象產生，聽老師的建議，採用上下兩排齒輪。並將齒輪直接鎖固在鋁擠上。設計軸套，用 3Dprinter 印出來再鑽孔。



研究極限開關使用方法。連接到馬達版、sbRIO 的 I/O 上。做線，並連接好。



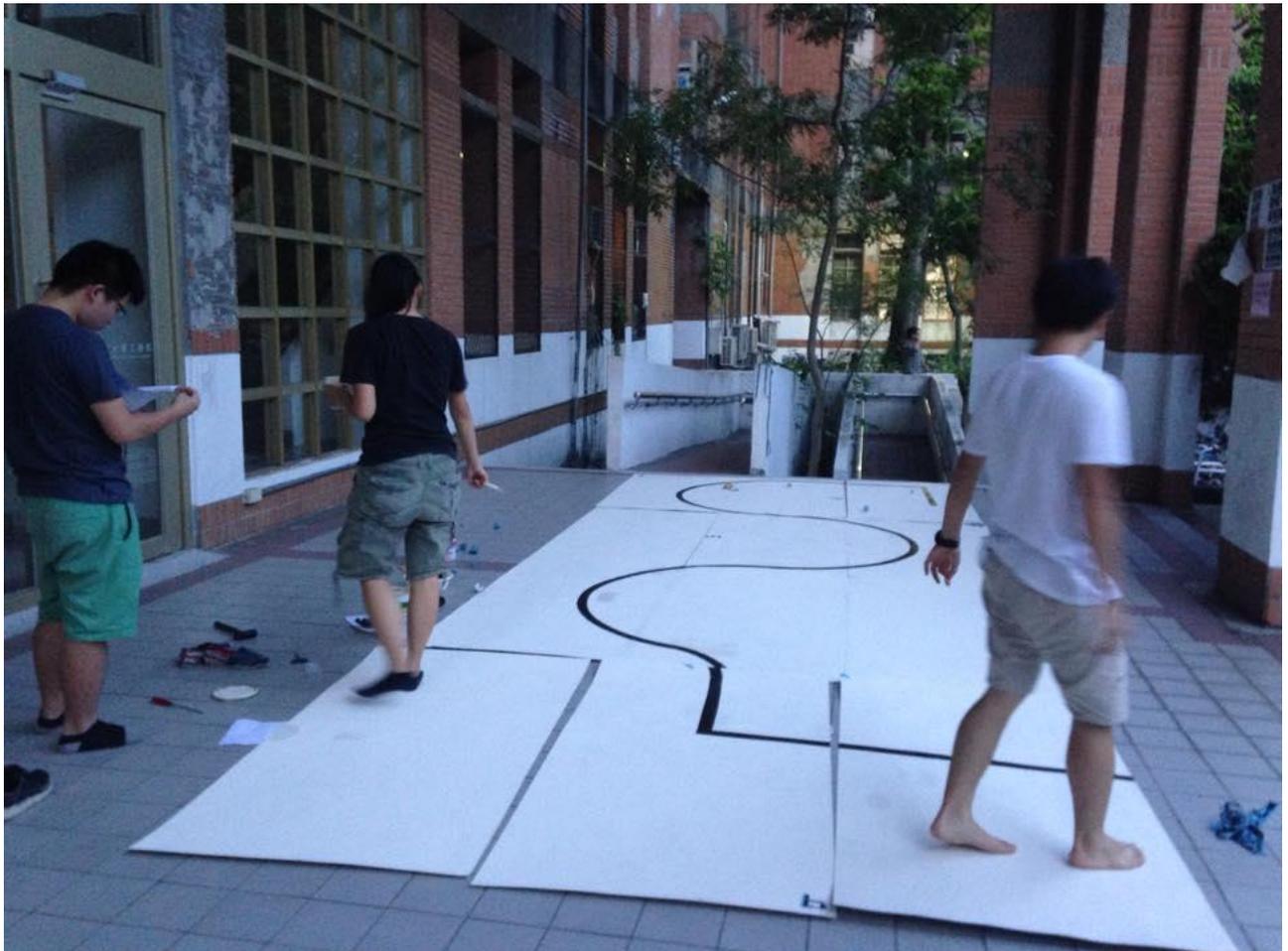
## (二) 機器人程式相關

測試馬達需要轉速多少，使其穩穩夾球。寫手臂夾球程式。當球碰到極限開關後，會加大電壓到合適夾緊的扭力（但這樣其實很不自然，因此要和老師再討論解決方法）。為了避免爪子打開時，打開過多（會撞到連接馬達的齒輪），因此在尾端亦裝設極限開關，當手臂壓到極限開關之後，馬達會停止輸出。

規劃手臂程式軌跡。

## (三) 其他

漆油漆場地，因為直線與彎道都需要測試場地來測試，而大廳的磁磚地很不適合循線。



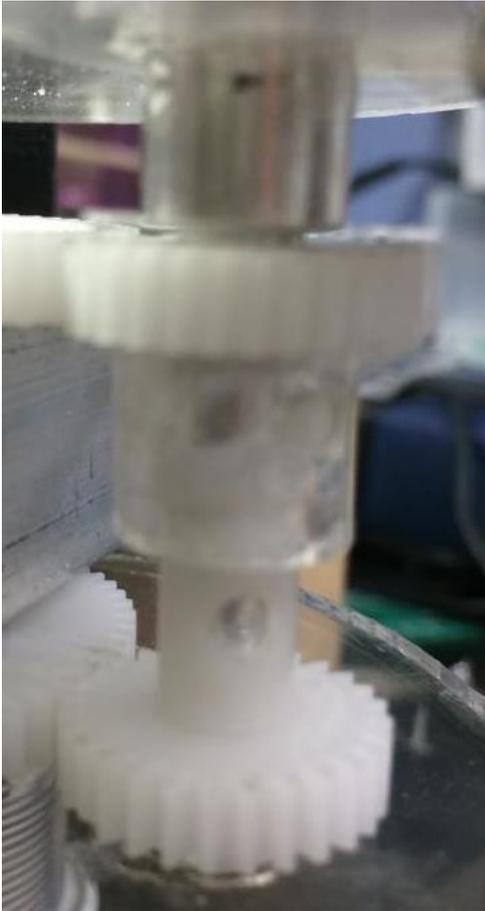
## 第十六周工作週報

填寫日期 | 104年 7月 23日

### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

馬達與齒輪的軸套極容易被扭斷(因為3D列印不能承受扭力)。所以改用直徑10mm的銅下去車,再鑽孔、用止付螺絲穿過軸套跟齒輪箱軸中間的洞。軸套跟齒輪的連接方式,先用緊配合,之後會穿孔,並以螺絲鎖緊。(下圖是金屬軸套)

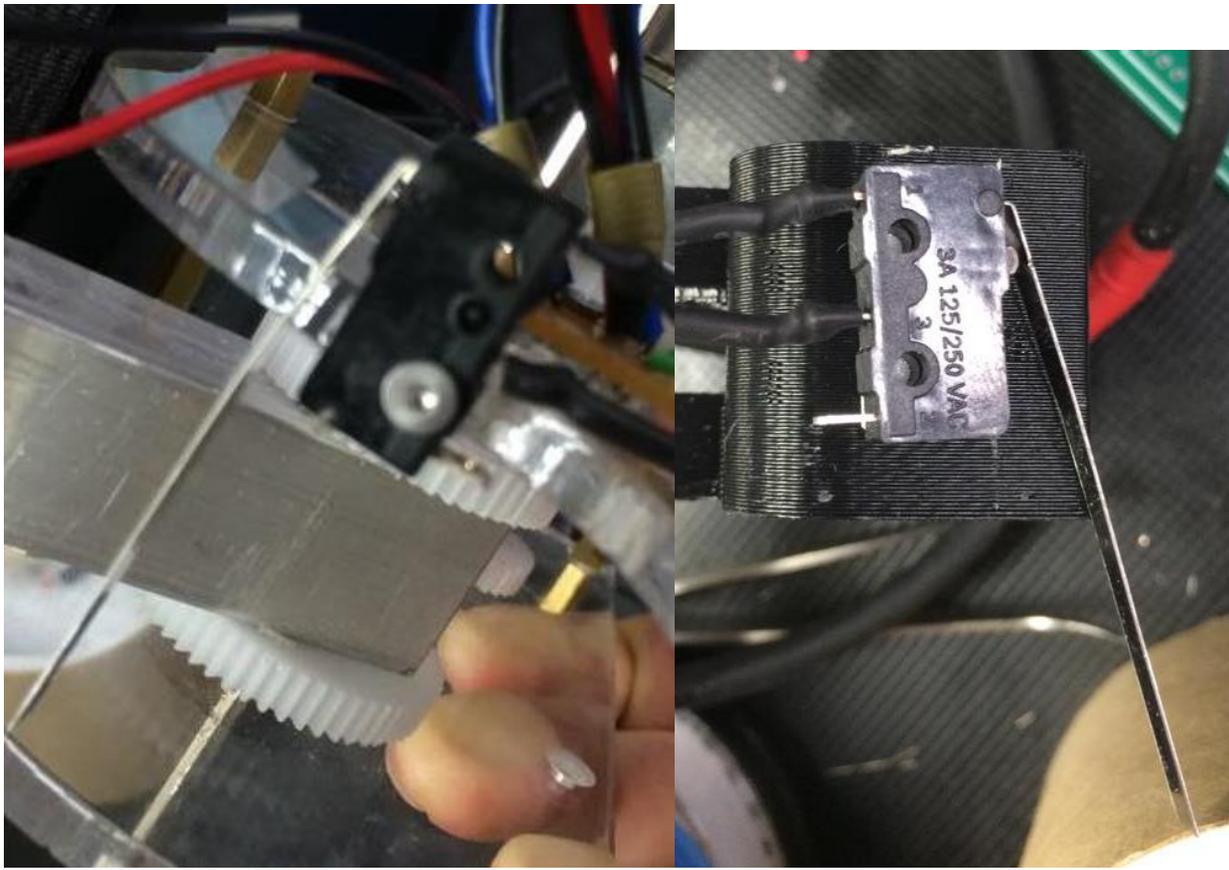


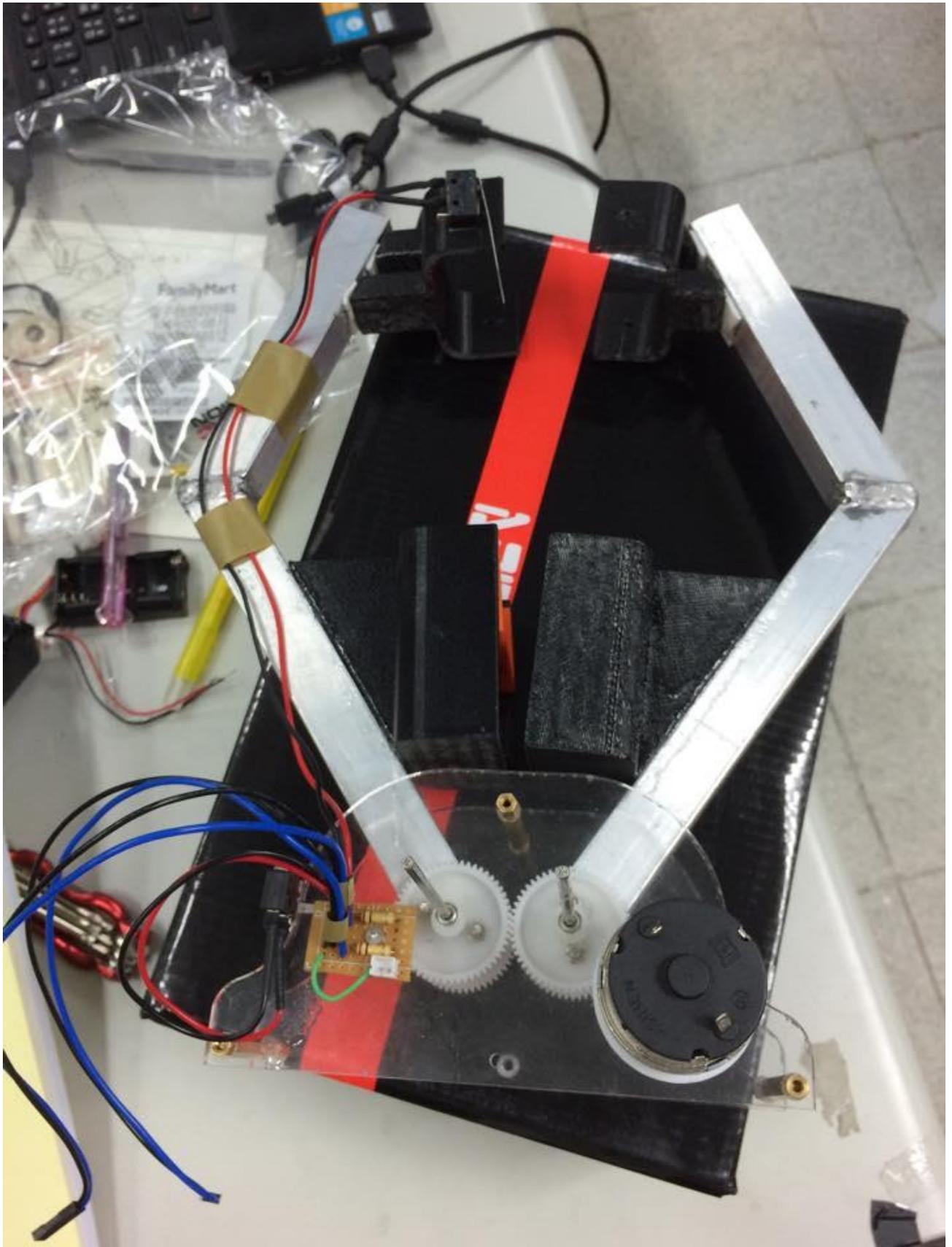
用AB膠將原先用泡眠膠固定的套筒跟鋁擠固定。

原本那顆彈簧忘了考慮兩顆並聯的情形,所以換了彈性係數更小的彈簧。



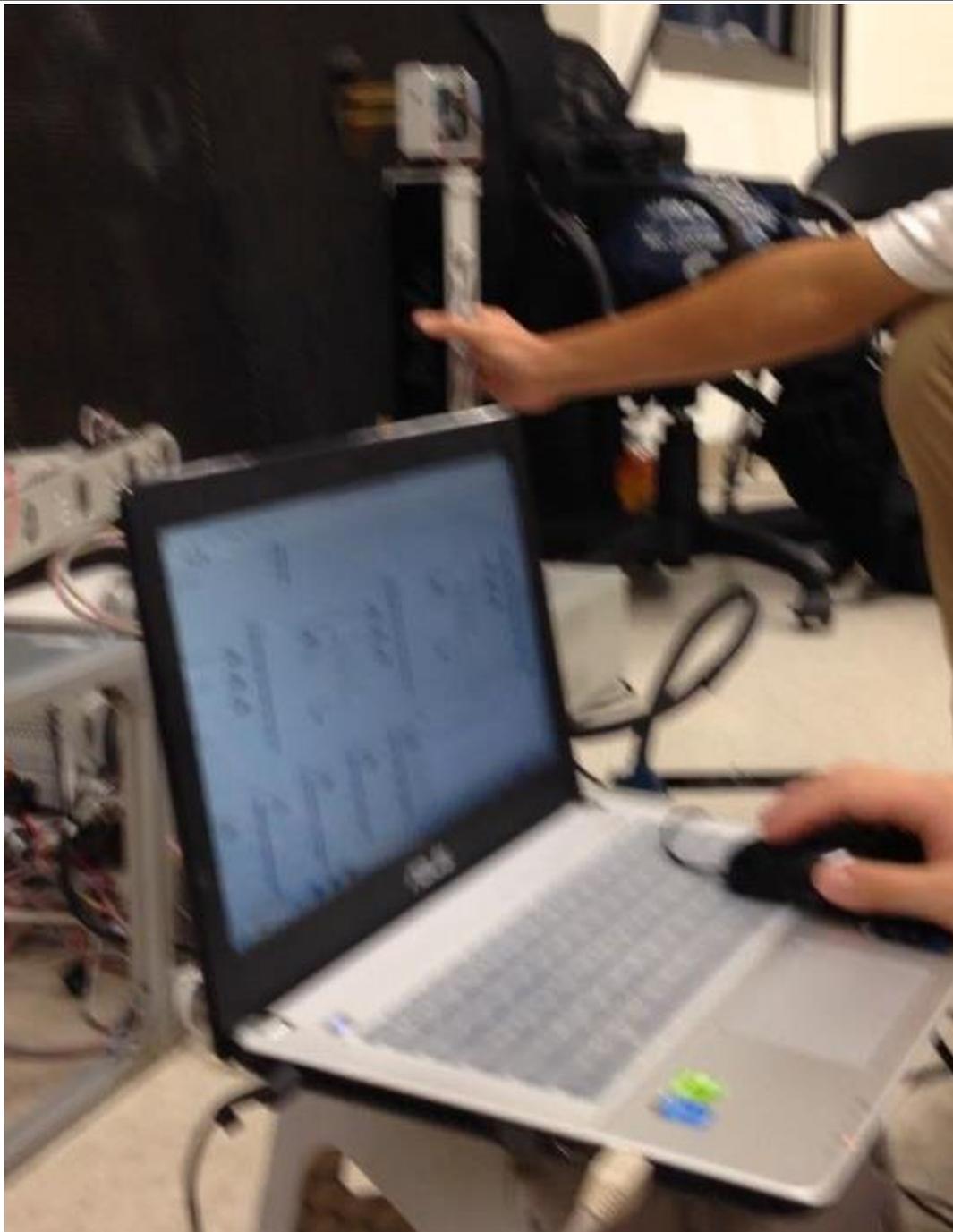
原先用黏的暫時固定極限開關，後端改用鎖死，前端另外思考固定方式。



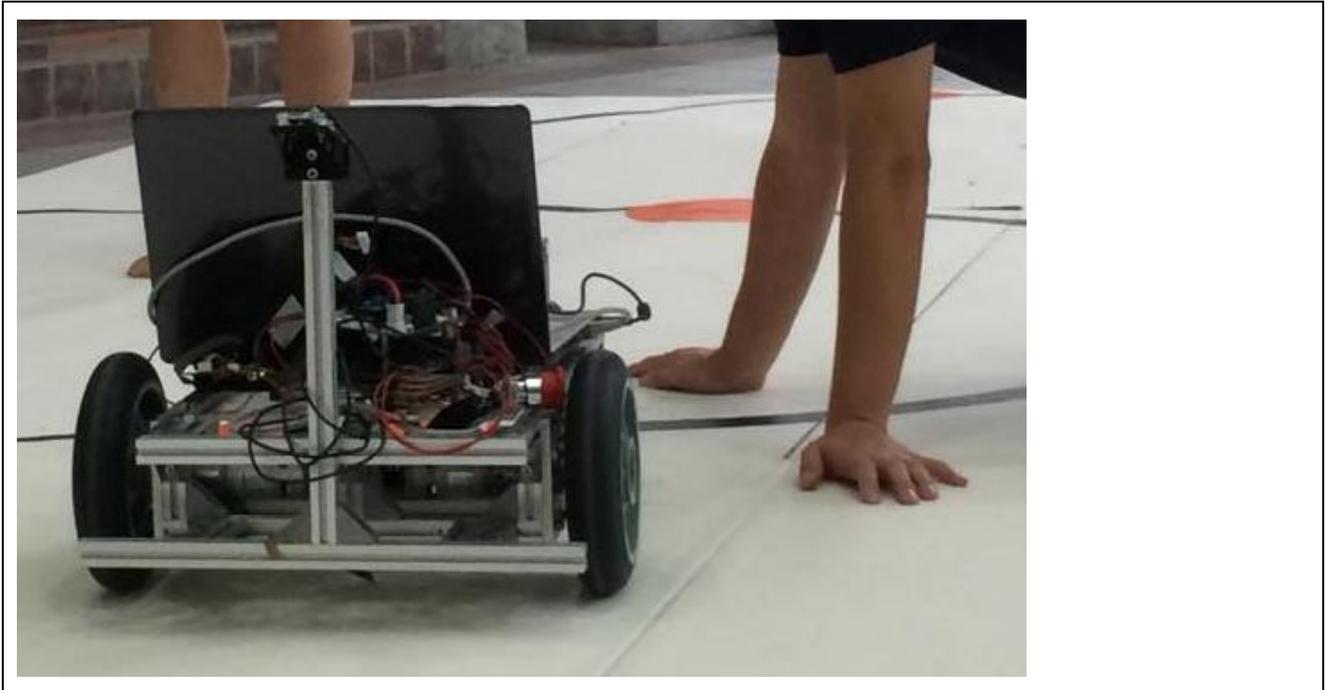


## (二) 機器人程式相關

測試手臂，嘗試將分開寫好的手臂的程式加入原本建構好的測程法程式中。



為了方便測試時即時關機，用 X B O X 寫遙控與緊急停止。  
在漆好的場地實際測試，（因為加了手臂的檔案會計算量太大，暫時無法解決，因此先使用沒有加入手臂程式的檔案做測試）發現開視覺 feedback 會失控，因此先關掉視覺得部分，先測試寫死的軌跡跑的結果。彎道的部分雖然不能完全跑在線上，但是會通過紅點。



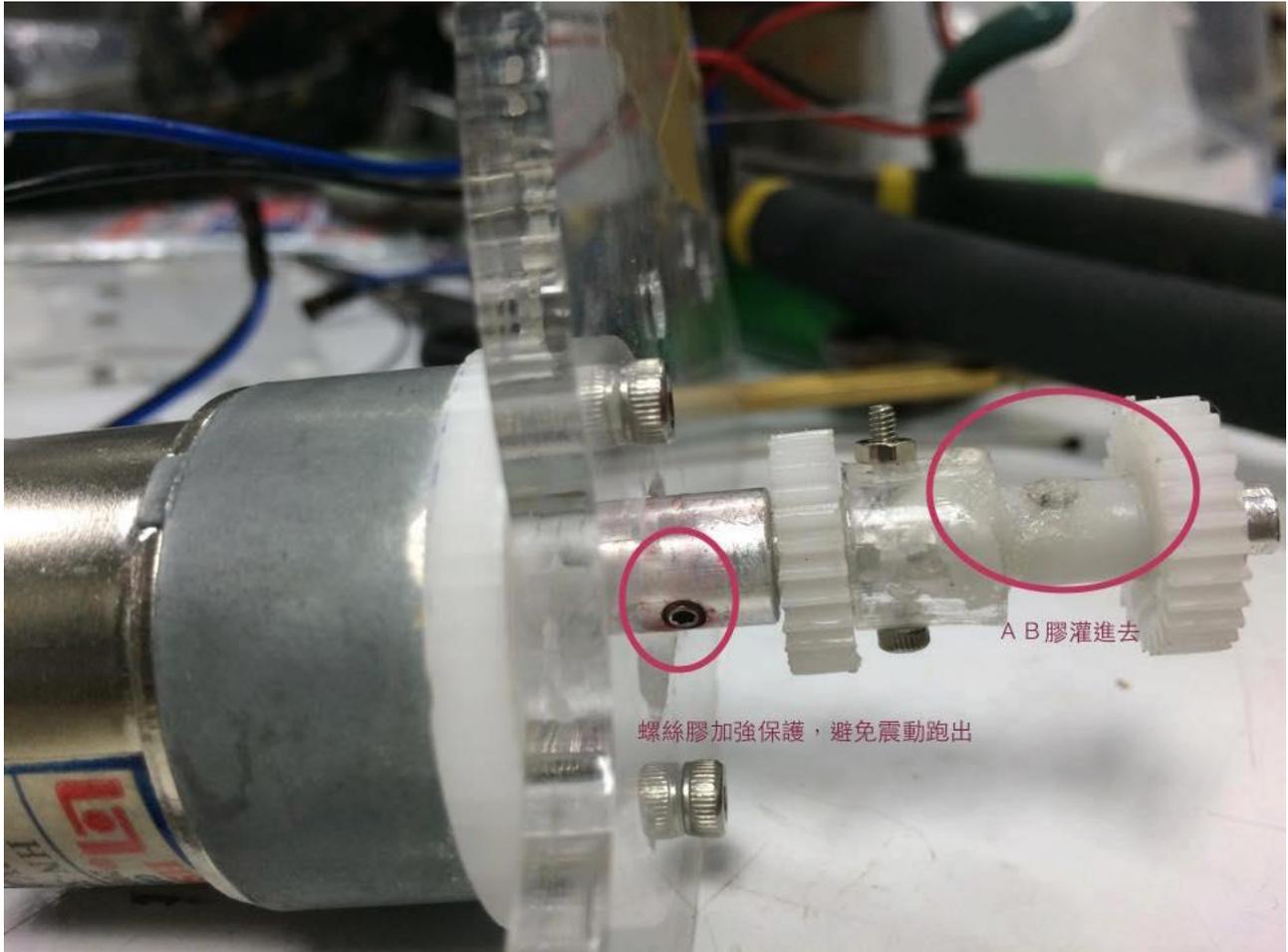
## 第十七周工作週報

填寫日期 | 104年 7月 31日

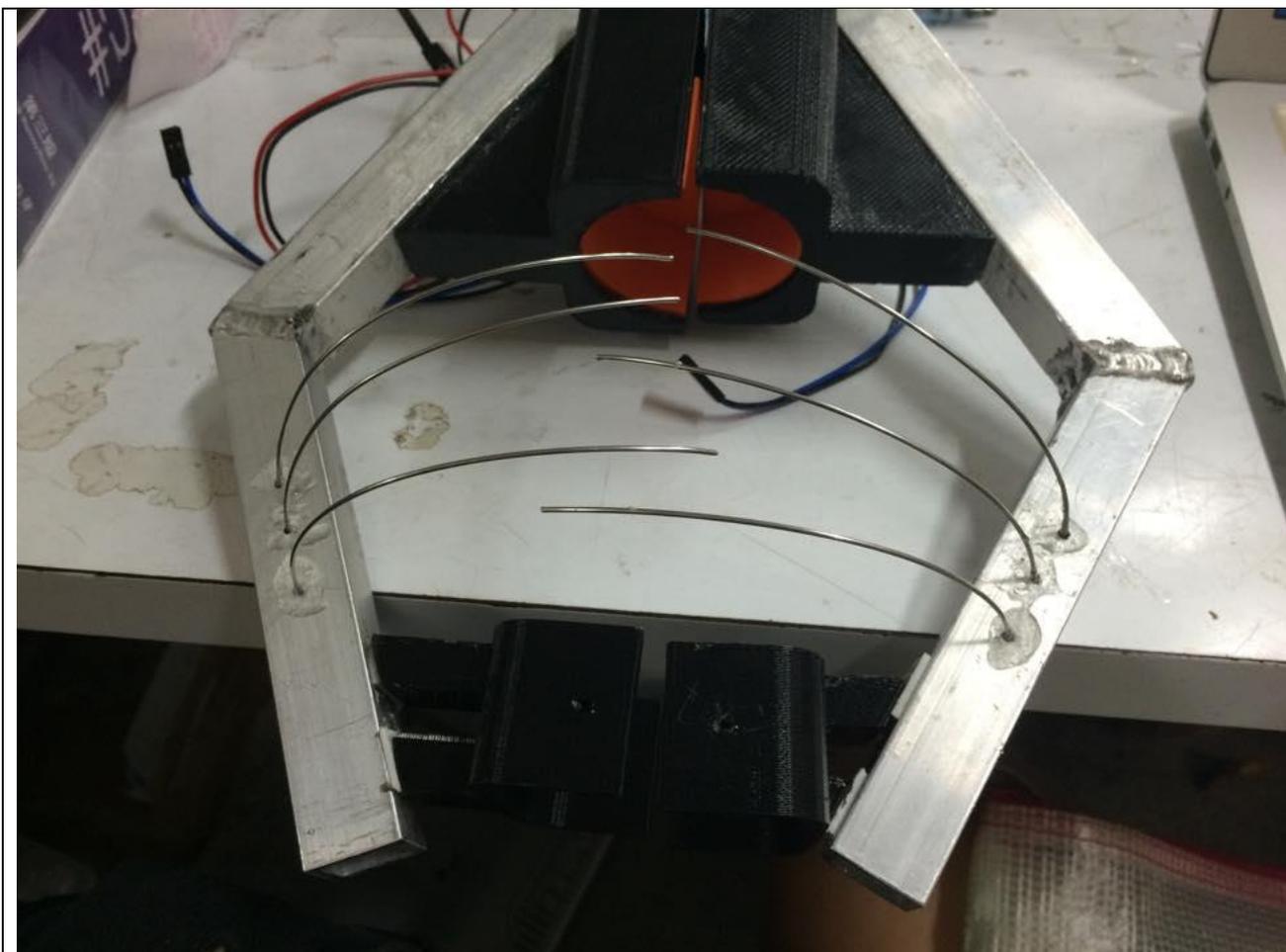
### 上週工作內容說明

#### (一) 機器人機構相關

在軸跟齒輪中加螺絲。原本打算要攻牙，結果攻牙刀斷在其中一個洞中取不出來。最後那個洞就直接用 A B 膠灌滿到凸出來。另外一個洞則是正常用 M2 螺絲鎖。馬達軸跟止付那邊加了螺絲膠，把齒輪跟手臂鎖在一起的螺絲也加了螺絲膠。(之前會震動然後就鬆掉)



嘗試要測試之前說的，讓球碰到微動後馬達停止，當手臂沒有夾緊球碰不到微動時馬達再打開。但是發現當手臂沒夾緊球，球就會下掉，之後就算馬達再夾緊也碰不到微動開關。所以想到的方法是，在底部加支撐。材料是用八爪頭皮按摩器的金屬部分。拆卸下來八爪按摩器的金屬後，在手臂上鑽洞，然後穿進去，並用 A B 膠黏緊。



試了之後覺得效果還是不是很好，還需要再想別的方法。

目前想到的方法：利用電位計與 pid 控制鋁擠角度。

## (二) 機器人程式相關

1. S 型軌跡：ENCODER 只能接受整數值，忽略掉小數位上的誤差，這些誤差會在 TIME LOOP 上累積到極大的誤差。

目前想到的解決方法是：利用每圈的測程法角度值去減去上圈的做 PD CONTROL，想辦法去靠近我們要的值，可以減少誤差。

但後來經過實際測試，利用測程法還是走的很不準，尤其是最後三分之一圈，偏掉相當明顯。若只利用視覺的方式循線（沒有測程法的情況下），可以在十五秒內走完，只要沒有光害，就不太會失敗。（在陰雨天陽光不定的地方測試的偶有失敗），速度比測程法快且穩定。在彎道時無法知道正確的 X Y 值，因此測程法無法搭配視覺，所以決定在彎道的部分不要用測程法，單用視覺比較好。

2. 直線部分：直線部分因為距離很短，用測程法走誤差很小很小，而且可以知道 X Y 值，所以就用兩個搭配著使用（用測程法輔以視覺校正）。目前停下來的狀況蠻準的。

3. 辨色：當鏡頭看到顏色，會根據顏色決定往前多少距離。在判定顏色的地方有寫保護，當判定顏色是 TRUE 一秒後，才能繼續下個 CASE，不然不會動。

4. 彎道搭配最後一個沒有紅點的直角：前面彎道是用視覺直接走，計算時間到了之後，接直線轉彎部分則是用測程法。因我們自己漆的場地尺寸的關係，所以走的距離不是實際距離，是縮短的距離。目前走的狀況順利。

## (三) 其他

1. 手臂的程式加進來負擔變很大，會讓 TIME LOOP 無法執行，同時，會因為手臂的一些程式會讓 TIME LOOP delay，所以軌跡走的很差很差。還找不出原因，可能要用比較快的板子，或者用兩個 sbRIO，一個單接手臂，另一個接其他部分，兩塊 sbRIO 各出一個 I/O，當作切換，中間過一個電譯，再接網路線。不曉得這樣是否可行？只是個初步的想法。

2. 在車底用鋁擠跟壓克力做一個平台，將 sbRIO、電池、馬達版等東西放在下面，並使用束帶將 sbRIO 的銅柱與底部之鋁擠綁起。