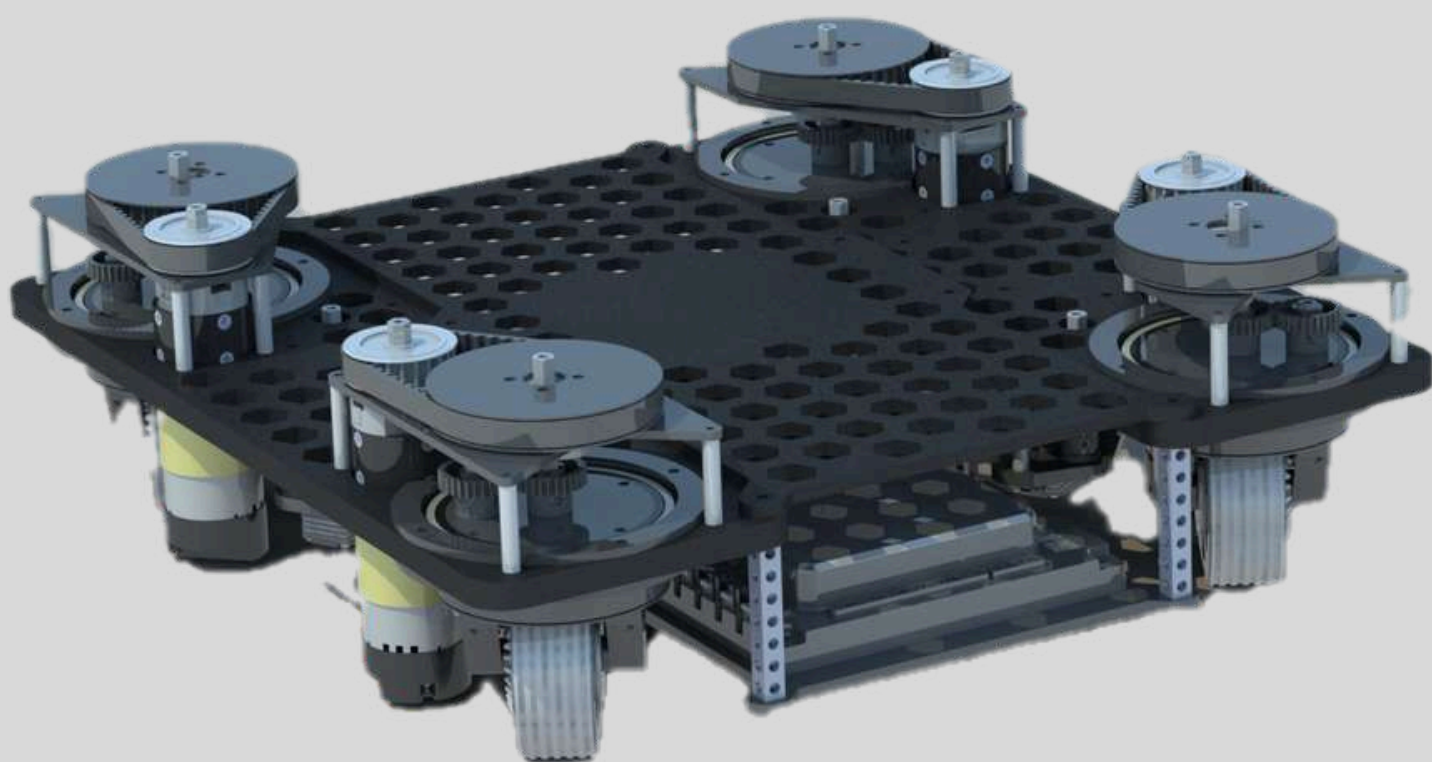


自主學習-

FTC SWERVE底盤製作



學校：協同中學

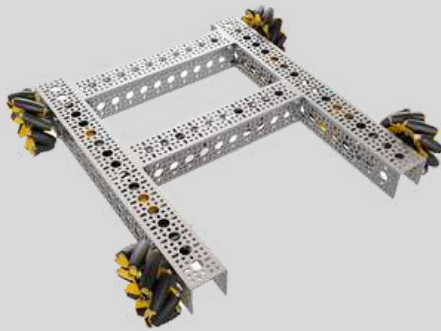
班級：高二丙班

姓名：趙翊宏

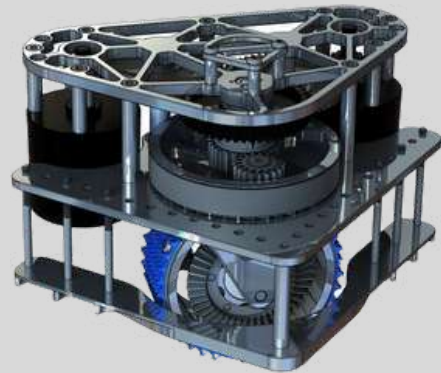
座號：28

實作動機

- 在參加了兩年校內FTC團隊後，發現FTC的麥克納姆輪底盤(圖一)構造較FRC的360度旋轉Swerve底盤(圖二)落後許多，並且沒有像FRC一樣有廠商做好的整套套件可以購買，建立在對機器人的熱情上，我決定試著在自主學習的時間內利用官方規定的零件、3D列印與雷射切割做出一台能運用在比賽中的FTC專屬Swerve底盤。



圖一：FTC麥克納姆輪底盤



圖二：FRC Swerve套件

實作規劃

零件來源：

- 使用團隊中現有的FTC官方授權零件
- 向團隊申請經費購買特規零件
- 蝦皮購入其餘零件如：大型薄軸承

實作步驟：

- 1.使用3D繪圖軟體設計，並加入官方授權零件模擬
- 2.使用3D列印機及雷射切割機製作出特規零件及整體結構
- 3.組裝及測試機械零件彼此的連動是否正常
- 4.不斷的改良直至滿意
- 5.完成組裝並灌入程式
- 6.解決線路問題
- 7.完成並嘗試運用於往後的比賽

使用材料、機器及軟體

材料：

- goBILDA直流馬達、齒輪組及皮帶系統
- REV robotics控制器及電線
- AXON robotics角度定位四線伺服馬達
- AndyMark 輪胎皮
- 壓克力板
- 3D列印線材

機器設備：

- FLSUN v400打印機(圖三)
- BeamBox Pro雷射切割機(圖四)

電腦軟體：

- SOLIDWORKS
- Orca Slicer
- Beamstudio



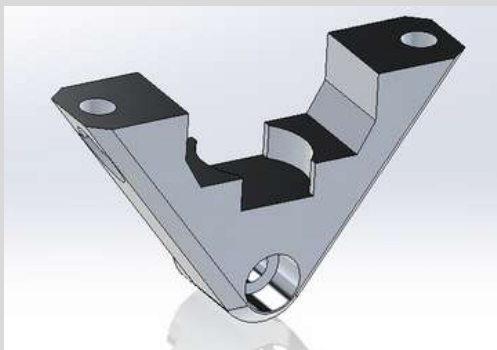
圖三：FLSUN v400



圖四：Beambox Pro

實作過程-機械

1.設計出基本結構3D列印零件



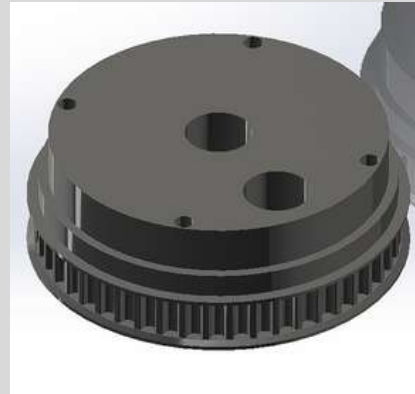
圖五：齒輪側輪架



圖七：輪鼓



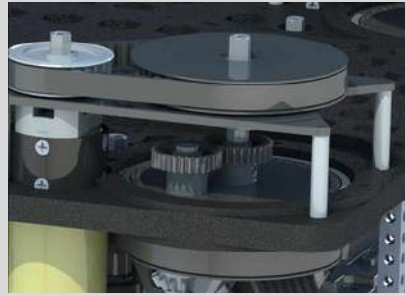
圖六：外側輪架



圖八：主皮帶輪

2.結合與運作原理

斜齒輪上方連接齒輪組並用皮帶系統帶動使其原地選轉的同時讓輪子持續運轉(圖十二)



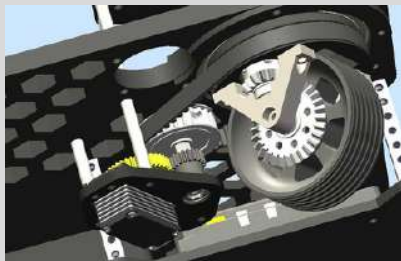
圖十二：直流馬達連結皮帶系統帶動齒輪組

預留外圍軸承位置，軸承使用蝦皮購入6814ZZ型號軸承(圖十三)



圖十三：6814ZZ軸承

利用主皮帶輪(圖八)連接皮帶系統帶動整體旋轉(圖十)



圖十：皮帶系統連結伺服馬達及齒輪組使其以1:1旋轉比旋轉

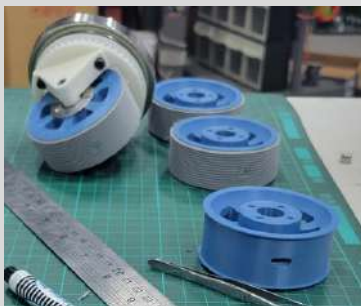
使用防鬆螺帽將主體固定於軸承(圖十四)



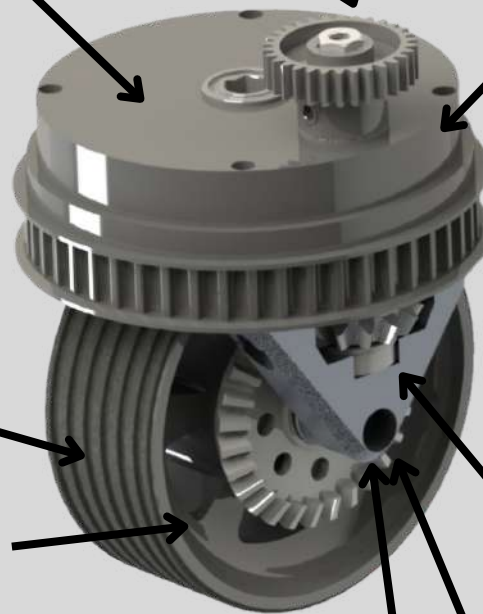
圖十四：防鬆螺帽固定主體

AndyMark輪胎皮

弧度設計防止卡到斜齒輪的指腹螺絲(圖七)，並利用事先預留孔位搭配平頭螺絲將輪胎皮固定(圖十一)



圖十一：運用螺絲將輪胎皮固定



圖九：組合主結構3D圖

按照斜齒輪尺寸預留孔位及軸承卡曹(圖五、圖六)

goBILDA1:2斜齒輪

以螺絲固定中心軸

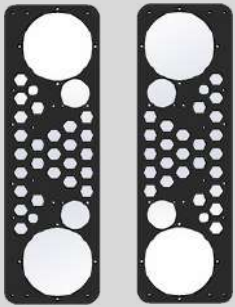


圖十五：實體成品

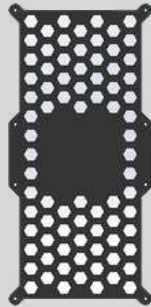
3.設計板材與組裝

板材構想：

- 由於雷射切割機大小限制，分成左右兩側(圖十六)
- 中央連接板使用上下兩塊設計使結構更加穩固(圖十七、十八)
- 中央下板材挖孔固定控制器及副控制器(圖十八)
- 中央上板材挖六角形孔減輕重量(圖十七)
- 兩側疊層設計固定馬達等重要零件(圖十九)
- 中樣上板材設計雕刻隊標(圖二十)



圖十六：兩側板材



圖十七：中央上板材



圖十八：中央下板材



圖十九：兩側層疊板材



圖二十：雕刻隊標



圖二十一：組裝成品

實作過程-改良

改良一：3D列印容易有公差



圖二十二：軸承改良前

在結構的3D列印兩側支架中，原先使用使用轉動中心軸的方式將軸承固定在支架上，嘗試多次後都無發解決多次磨損後造成的公差問題而使中心軸搖晃造成異音。



圖二十三：軸承改良後

改用螺絲固定軸，將軸承固定在輪子上，因輪子兩側有金屬零件不易變形，所以有效解決了異音的出現，使轉動更加順暢。

改良二：透明壓克力影像美觀



圖二十四：壓克力改良前

將軸承固定在兩側板子的過程中，因為黑色壓克力的缺乏，採用透明壓克力後發現嚴重影響美觀。



圖二十五：壓克力改良後

捨去壓克力，改為如內側一樣用平頭螺絲搭配大型防鬆螺帽，看上去和諧了許多。

改良三：伺服馬達扭力不足



圖二十六：初始伺服馬達

原先使用實驗室現有goBILDA super speed伺服馬達，測試後發現扭力及速度不足。



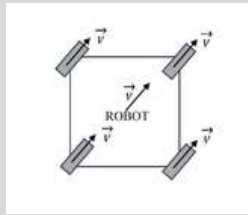
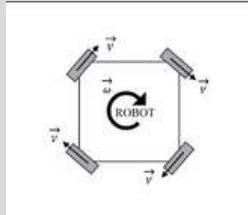
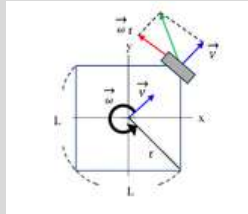
圖二十七：最終伺服馬達

額外申請經費購買Axon Mini+，扭力速度充足同時更方便程式中的轉度定位。

實作過程-程式

由於我在團隊中主要負責機些，只懂程式的運作原理及電機上每條電線的功能與用途，若要自己撰寫整台機器的程式完全不可能。Swerve系統的程式複雜程度也是大部分團員無法負荷的，所以我在全全球的FTC Discord中找了國外已經寫好的程式Code檔案，灌入控制器後再將Driver Station中的定義名稱依照程式碼改名稱。在灌入程式前，我們需要先了解Swerve底盤的運作原理。

▼表1 Swerve Drive的運作原理

運動類型	運作原理	示意圖
平移	Swerve Drive的每個模組都 指向機器人平移的方向，各 輪子以相同的速度進行平移 運動。	
原地旋轉	分別將各組Swerve Drive的 輪子轉向45度與-45度，且 各輪子的速度相同，這時機 器人會進行原地旋轉。	
邊移動邊旋轉	將平移向量加上旋轉向 量， 以計算各輪子角度 與速度， 達到同時移動 和旋轉的功 能。	



圖二十八、二九：灌入程式後測試照片

問題與解決辦法

問題一：3D列印強度不足

解決辦法：利用切片軟體調整列印壁厚及填充

問題二：列印公差

解決辦法：製作各種尺寸的測試品並找出最適合的數值

問題三：列印品質不穩定

解決辦法：學習新切片軟體，並深入了解各種數值其中的關連

問題四：實驗室材料及預算缺乏

解決辦法：利用現有零件代替，無法代替再另外購買

問題五：自主學習嚴重時間不足

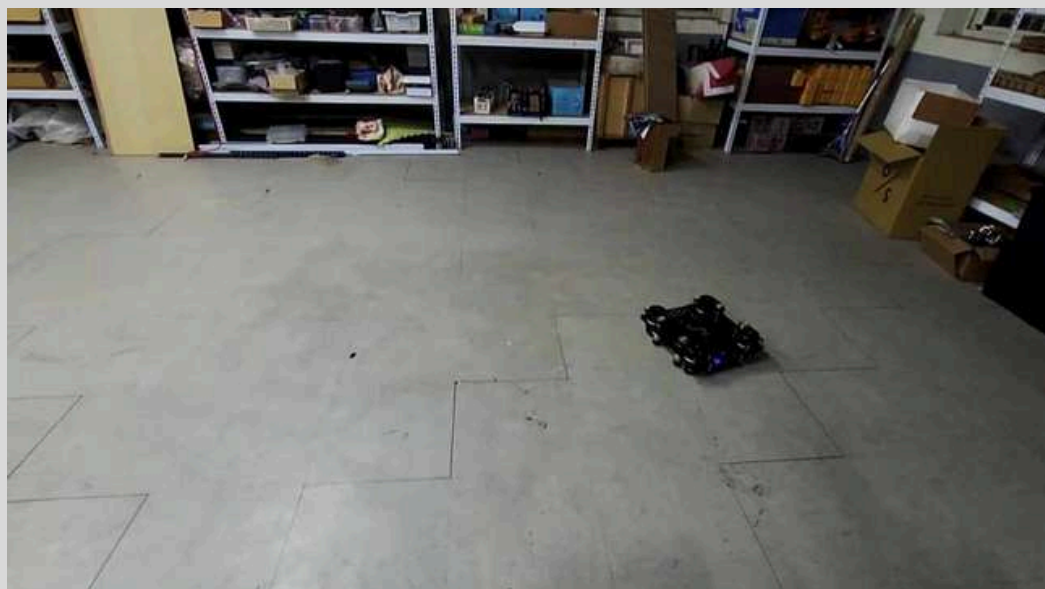
解決辦法：利用放學時間留在實驗室把進度做完

問題六：電線長度不足

解決辦法：將兩條電線剪斷並焊接起來

實作結果

Swerve底盤系統完成



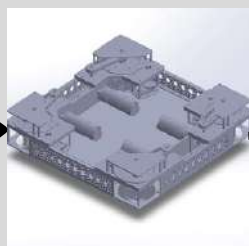
圖三十：Swerve底盤系統成功運作

心得與反思

從一開始甚麼都不會加入的團隊，到現在能從頭到尾自己研究並製作出來，機器人變成我生活中重要的依靠。在FTC的機器人規格裡要放下如此複雜的結構需要在空間利用上下不少功夫，設計的過程中，常常利用六日整天畫圖不斷的測試及改良，總共設計了四個版本才滿意。



圖三十一：v1



圖三十二：v2



圖三十三：v3



圖三十四：v4

在組裝的過程，總會有一些難以預料的問題，例如螺絲頭卡到輪子，除了輪子需要重新設計物外，排好的進度都要全部延後。中途無數的困難都讓我差點放棄，但想到若完成了這項研究，對校內團隊的進步帶來的幫助絕對不小，讓我幾乎每天留校在賽季外完全沒人的實驗室趕每天的進度，過程的艱難回想起來都讓我不敢相信我能完成這種底盤的開發。



圖三十五：夜間空無一人的實驗室

經歷了無數個小時的畫圖與組裝後，累積了無數的經驗與技巧，從剛開始的一個零件耗時好幾個小時，到現在需要甚麼零件心裡就有了基本的繪畫想法，讓我在最少的時間內能畫出需要的東西，在後來看別人組裝機些遇到的問題，我都能以我的經驗給予建議並幫助團員解決困難。

因為這項研究，我常常一個人在實驗室，也與團隊負責老師越來越熟，是老師動用團隊資金的幫助，我才能在缺乏各種零件的前提下完成這項開發。我將把這項開發傳承給未來的團隊成員，並試著幫助他們讓這項Swerve底盤出現在台灣的賽場上，讓協同機器人團隊在FTC比賽中能有更好的名聲與實力。