

三(二)軸相機穩定器

第一組-高堂宇

WHY ?

攝影愛好者和記者在使用相機進行動態影像的拍攝時，常常遇到畫面不穩定的問題，尤其是在移動中或環境較惡劣的情況，如戰場環境或是極端氣候等。這不僅影響了影像品質，可能導致錯失重要時刻或無法記錄到關鍵資訊。也因此擁有相機穩定器對於攝影愛好者或是記者非常重要，但是現有的相機穩定器大多價格不便宜，對於不是將攝影當作主業的一般人而言，負擔過於沉重，更遑論那些資源困乏第三世界的人們，如果有成本較為低廉的相機、手機穩定器，在這個世界上會有更多人能夠擁有更好的影像創作能力，大家就會更能夠抬起頭紀錄生活周遭的一切，使得許多議題能被人們所發現並重視。我們希望透過提供廉價的手持穩定器設計，實現SDG 10：「減少國內及國家間的不平等」，讓世界各地的創作者都能擁有穩定器使用，而不須付出高昂成本。

HOW ?

我們將基於網路上現有的開源專案，並參考市售穩定器設計，製作一款低成本的相機穩定器，並且能自由增加我們所需要的配件，如手機與相機的支架、單/雙手握把等。另外為了降低製造成本，我們將利用3D打印技術製作結構，並使用網上即可採購到的各式零件，實現所有人都可以製作自己的三軸穩定器的

目標。最後，我們將簡化穩定器製作流程與操作，讓相機穩定器更加普及且易於使用，以滿足初學者的需要。

WHAT

我們在網路搜尋後決定採用開源的Storm32雲台穩定器作為基礎，並針對我們的需求修改。在原版設計中因使用的馬達動力有限，僅能負擔運動相機的重量，我們將改用2806/3510等級馬達，以負擔500g左右的相機重量。馬達與Storm32控制板取得皆非常方便，第三世界國家民眾也能藉由Aliexpress訂購。主體的結構則使用3D列印機列印，以達成方便製作的目標。

Actually WHAT Happened

在專題實作中，我們採用2808馬達作為俯仰軸、橫滾軸馬達，水平軸採用動力更強的4108馬達，以負荷整組雲台俯仰軸、橫滾軸結構與相機的重量(將近1000g)。根據馬達數據，理應2808馬達可以負擔600g重量、4108可以負荷2000g重量，但由於缺乏對力臂、扭距的計算，實際在組裝時馬達不斷過熱，甚至將3D列印的結構件融化，研判應該是馬達過載導致，理論上的馬達最大出力無法直接套用到現實情況。

型號	定子	最大扭力	自重
JD-Power MY-3518C	2808	1.1kgf/cm	58g
JD-Power MY-4820C	4108	2.6kgf/cm	116g

另一方面，我們採用現有的開源雲台專案--Storm32 BGC V1.32開發板，但開發板由於馬達過載過熱一直無法通過調試階段，對於開發板原始碼的不瞭解導致我們無法找出故障原因，也不知道如何跳過自檢步驟。原本為了節省開發時間的開源控制器反而造成專題製作上的困難。

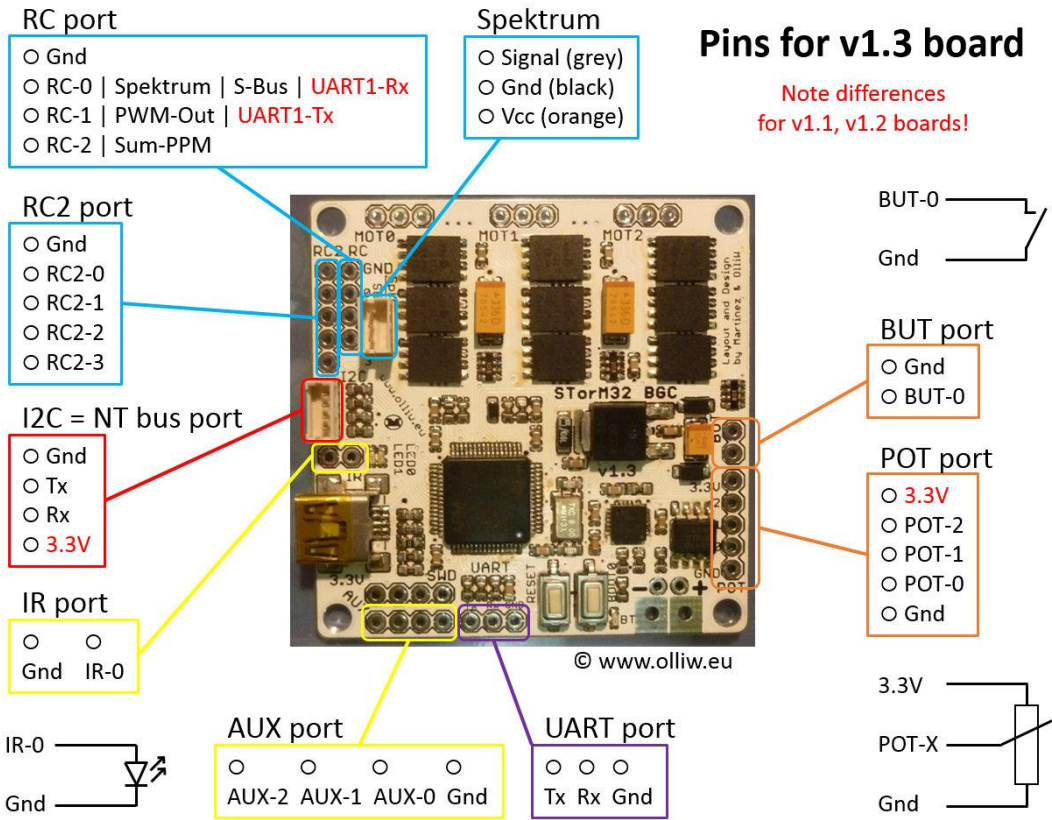
為解決馬達過載、開發板無法通過自檢的問題，我們將原先用於水平軸的4108馬達改裝在橫滾軸上，更大的扭力緩解過熱的狀況，透過未調試的默認參數即成功運作，但反應速度並不理想，PID調試也無法達成正確效果。

此外，在結構件的材料選擇上也面臨問題，PLA材質特性僅能耐熱到90攝氏度，超過將會導致材料軟化，但過載後的馬達可能高達99攝氏度，已經超過PLA材料的耐熱，導致結構件在測試中融化變形，對原先結構設計也造成影響，強度不足的情形也加劇。

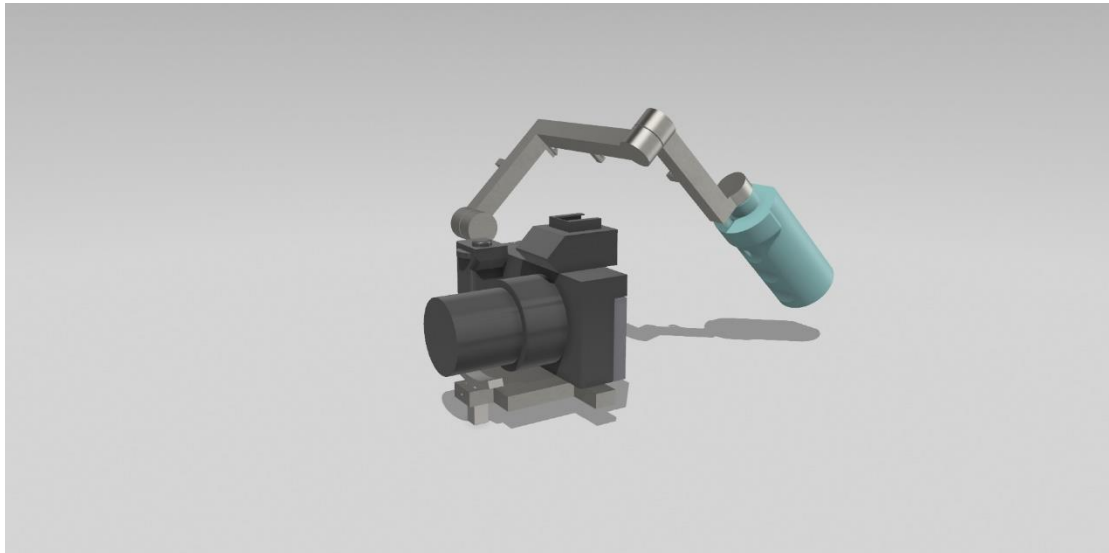
基於馬達配置的調整，我們也決定取消水平軸的設計，原因在於拍攝時鏡頭通常皆指向前方，水平軸的功用僅僅是增加鏡頭轉動的平滑度，但將會導致成本增加6~700元，與「低成本穩定器」的目標不符，因此最終成品為兩軸(俯仰、橫滾)穩定器。

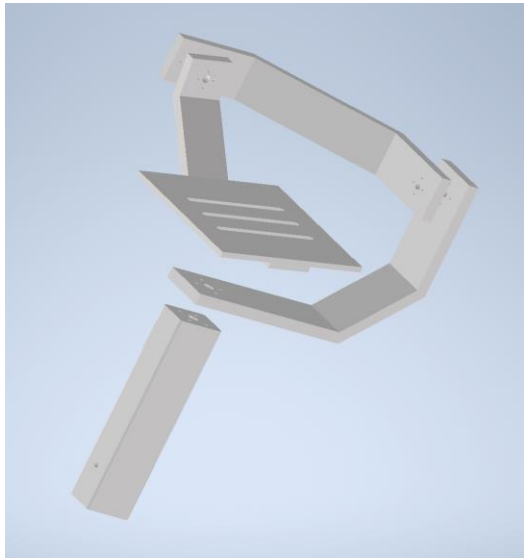
電路說明(取自Storm32專案官網):

MOT0-俯仰軸馬達 MOT1-橫滾軸馬達 MOT2-水平軸馬達

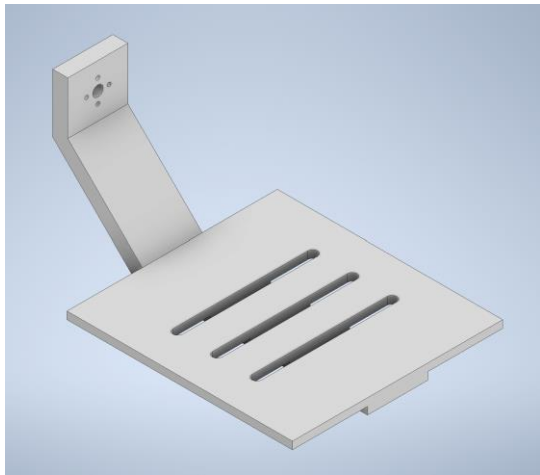


結構圖展示:

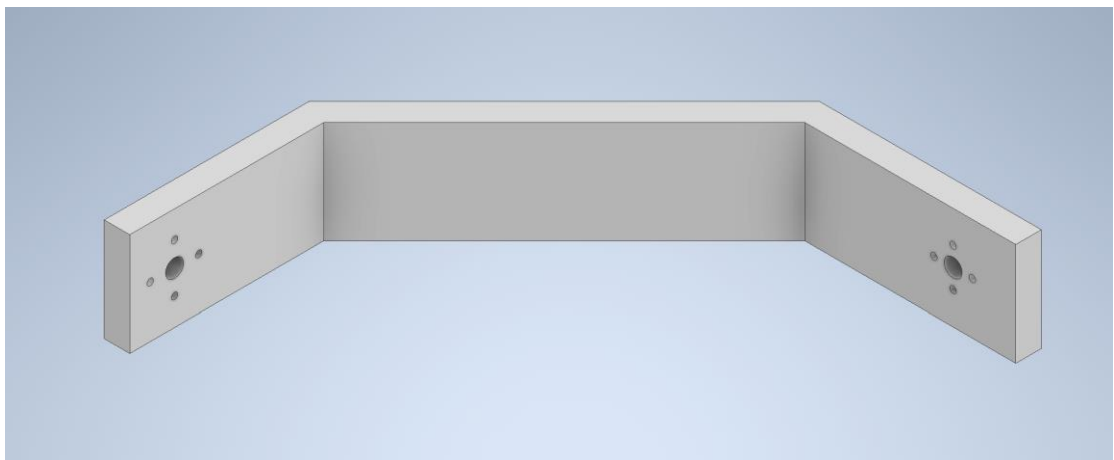




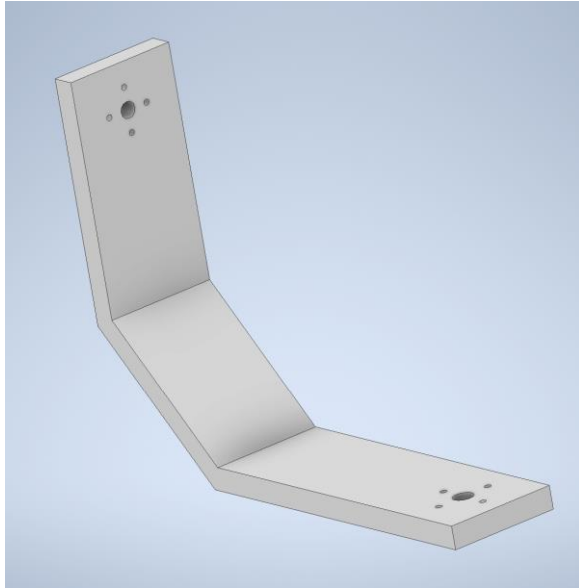
最終板結構設計(馬達與相機未實際建模)



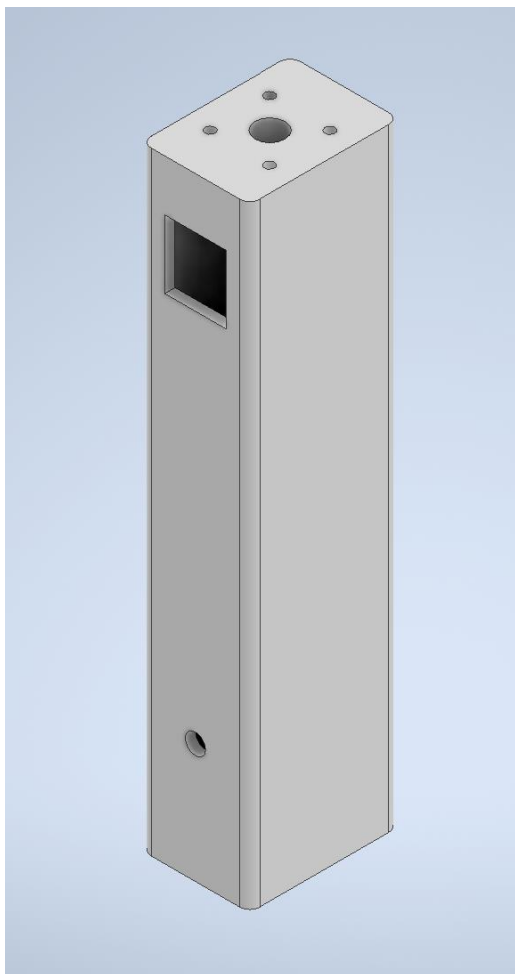
底板及俯仰軸結構



俯仰軸-橫滾軸結構



橫滾軸-水平軸結構



水平軸-握把結構

原先經費規劃：

零件清單：

- Storm32控制板：NT\$700
- 2806無刷雲台馬達(帶編碼器) *3：NT\$600*3=\$1800
- 線材若干：使用實驗室器材
- 3D列印結構件：使用實驗室3D列印機

總計：\$700 + \$1800 = \$2500

實際花費與現有產品對比：

	Gimbal-三軸穩定器	Dji Ronin-SC
馬達價格(2808+4808)	\$1326	
開發板	\$614	
螺絲等	\$100	
3D列印耗材費	忽略不計	
	NT\$2040 ≈USD\$63.35	\$4890

透過取消水平軸馬達與省略3D列印耗材費，我們成功達成原先訂下的USD\$99雲台目標，並將成本壓低至USD\$59左右(純機電成本)，接近原先成本目標的一半，實現可負擔性的目標；所有零組件也都可以透過AliExpress、淘寶網、EBay等平台訂購，實現易取得性的目標。

市面上同類產品比較：

- DJI Ronin-SC : ~~NT\$6300~~ -> \$NT4890

使用動力更強的無刷馬達作為動力，但成本也因此提高(我方產品成本僅其一半)。除了基本的穩定功能外，APP藍芽連線後可以使用跟隨模式、FPV模式、自拍模式，也能藉由握把上的搖桿直接調整穩定器朝向，功能更為豐富。



在專題製作的半學期內，DJI Ronin-SC又降價了\$1400元，僅需\$4890，其性價比遠超同類型產品，也使我們的產品難以與其競爭。

未來展望

目前現有的穩定器尚有非常大的改善空間，開發板的不確定、難以掌握對於未來擴充性的開發不利，未來傾向藉由SimpleFOC專案取代Storm32專案，實現更準確穩定器控制，也加強自身對技術的掌握。結構設計上呼應評審的提問，將朝方便收納、摺疊的目標改進，材料也將改為ABS等較耐熱的材質，加強結構強度。未來將結構與機電系統調試完成後也將公布於Github等平台上，期許任何人都可以嘗試動手打造自己的穩定器。

課程心得

修習這堂課可以說是對自己能力的挑戰，但其實從課程中段開始，隨著其他課程的負擔也逐漸加重，早已無法跟上課程進度，後段同組組員不堪負荷退選，專題進度也遠遠落後，更是雪上加霜。但還是非常感謝老師與助教們在學期初給我修課的機會，並在課堂中不斷盡心盡力的協助，讓我能連滾帶爬的走到最後，儘管在「電子學」上所學有限，但在表達、專案呈現、報告自信上都有很大的提升，讓我更敢在眾人面前發表自己的意見、想法，不論是讚賞或是質疑，對於人生的啟發是我在這門課上最大的收穫。

如專題成果所見，這堂課的要求遠超過我的能力範圍，也使我認清自己在基礎知識上的不足，作為一名政治系的學生，要跨足不同領域，還需要更多的準備，仍需要繼續學習。透過這門課程，我也因此有機會與行業人士交流，發現自己一直以來有興趣的是自動化控制領域，期許未來能繼續學習深造。

參考資料：

Storm32專案：https://www.olliw.eu/storm32bgc-wiki/Main_Page

DJI Ronin-sc：<https://www.dji.com/tw/ronin-sc>