

投稿類別：工程技術類

篇名：

無死角遙控攝影車

作者：

邵境程。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班

陳昱勳。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班

蘇漢儂。臺北市立松山高級工農職業學校。機械科三年仁班

指導老師：

江元壽 老師

江宗哲 老師

壹●前言

某天在家看動物星球頻道時，發現拍攝動物或昆蟲的攝影師需要近距離現場拍攝，非常的戰戰兢兢，雖然相機有拉進鏡頭的功能，但是這樣子的放大攝影會讓影像解析降低，無法觀察到更細微的地方，如果還要再更清楚，就得逼近野生動物，專注射影還得提防被動物的襲擊，非常的危險；此外，地震大樓倒塌時，家具散落滿地，導致救災人員無法進入狹小的空間，造成搜救的困難。電影〈玩命關頭 5〉主角團隊想復仇，而搶壞人放至於警察局中的金庫，為了得知金庫的準確地點，他們將自製的遙控錄影車交至警局失物招領處，開始了潛行計畫，使用遙控攝影車了解金庫所在地。兩部影片讓我們想出了以救災為主且能行走於路面不平的遙控錄影車，是一個相當具有前瞻性的設計。

貳●正文

一、參考文獻

為了有效的使車子運轉，我們參考了馬達運轉(註一)、齒輪的傳動(註二)、曲柄運動(註三)、彈簧的壓縮(註四)及軸承的選擇等(註五)，而 3D 列印的技巧和電路板的焊接由老師指導，這些資訊讓我們能夠獲得完整的知識，而能設計出簡單實用且耐用的成品。

二、研究目的

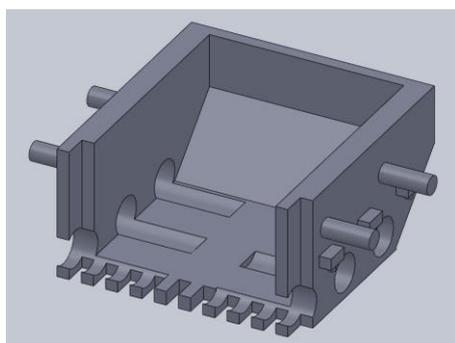
一般網路上或市面上，能移動的攝影設備，大多是在天空飛的(如圖一)，空拍機因為移動在天空中，所以他會需要考慮到天候因素，如果風稍微大些就有可能會被風吹走；如果加上雨水加持，可能會影響他飛行的平穩度，前提是他也需要有防水功能，再加上法規限制，他跟飛機一樣有飛行禁區，如果沒有事先查好哪些地點能飛行，很有可能半路就被他人打下，加害者不須有法律上的責任。然而，我們希望他能夠平穩又安全的行走於不平的地面，不需考慮一般天候因素，也不會有限制行走道路，因此，我們加入了坦克車元素，又讓我們另外瞭解了帶輪傳動使坦克移動的方式。尤其，中間攝影機的部分，因為要讓他能多角度旋轉，我們使用了齒輪旋轉的方式，使用了蝸桿齒輪讓攝影機能繞著 Z 軸旋轉，又學到不少東西。每次看到救災影片，攝影師需要給觀眾了解最清楚明瞭的視覺影像，方便大家快速知道內部狀況，頭痛的地方就是入口太小大型攝影機無法進入內部空間，就算進入內部，也無法好好控制攝影機，也因為這樣讓這項工作增加了不少難度。因此，我們決定運用我們所學的，以相似坦克的機底，因為經費的不足加上如果使用了金屬材料會使整台車太重，馬無法帶動的狀況，所以我們選擇塑膠的材料代替，突破了困難，減少了整台車的重量，使小馬達不會有馬力不足的問題，我們整台車縮小做成輕便簡易版，雖然不能爬 90 度的樓梯，但經過測試他面對石子地面或是有些顛簸的坡度還是能克服，但是因為用的是塑膠，不能夠耐熱遇到溫度有些高的地方，他就會稍顯溶化變軟，覺得有點可惜的地方。



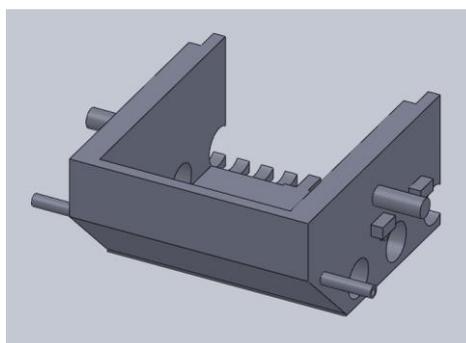
圖一 空拍機

三、研究方法

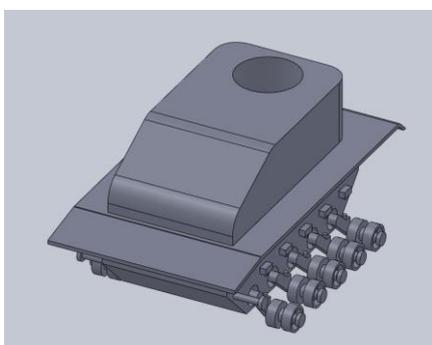
因為學校沒有任何現成的模型，所以全部由我們團隊共想設計，我們使用了 SolidWorks2012 軟體設計出立體設計圖。圖一與圖二為車體底座的設計圖，為更設計後發現設計尺寸過大，無法於本校現有的 3D 列印機台列印，所以必須更改尺寸。圖三為原先構想的 3D 立體圖，能看見底座上方有塊薄板，是用來隱藏電路板、電池盒、馬達等控制機件，而薄板上方梯型帶圓角頭蓋，是用來固定攝影機的零件，確保攝影機不會隨意晃動，然亦因 3D 列印設備功能的限制，所以我們必須修改上述零件尺寸，經過仔細的研究與確認後，最後修改成圖四的立體模型。



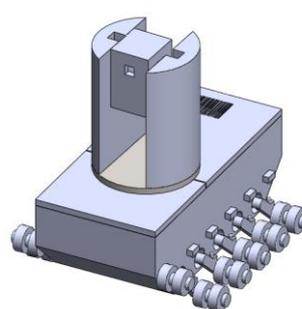
圖一 地形車底座前頭



圖二 地形車底座後頭



圖三 原構想設計圖



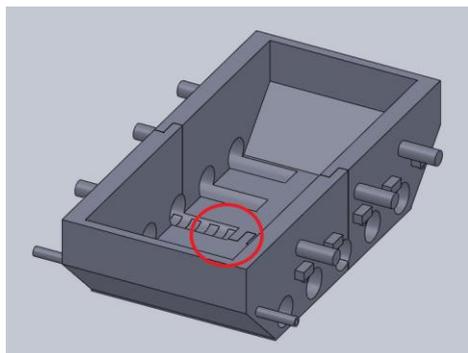
圖四 最終工作圖

四、製作過程

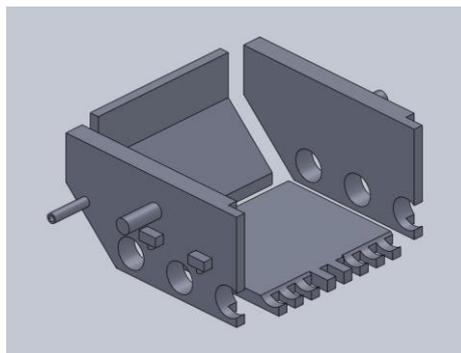
(一) 地形車底座

圖五為地形車底座設計圖，於圖中前後座以互扣方式結合。結合時因為是塑膠可在再塗抹 AB 膠增加結合強度。第一次以 3D 列印有斜角或圓柱的地方需加支撐材，但因印出效果不佳，所以我們又再將底座分為四等分(圖六)來進行 3D 列印，列印效果極佳，其中側邊設置的 10 個孔是為了放置直徑 15mm 的軸承所設計。

無死角遙控攝影車



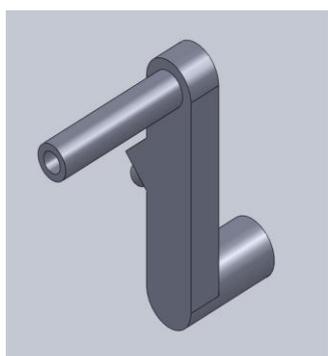
圖五 互扣方式結合



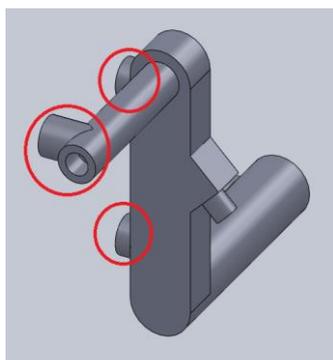
圖六 將底座分成四等分

(二) 搖臂

全長 38mm 的搖臂(圖七)與軸承相接合的地方為 $\phi 10\text{mm}$ 及高度 10mm，和輪子相配合的地方為 $\phi 5$ 及高度 25mm。因為在 3D 列印機上是躺著印，需要讓零件的形狀具有圓度而不至於變成扁的或是塌掉，所以畫上支架讓他支撐住，如圖八所示為修正後的設計圖，圖中紅圈部分為列印後須去除部分。圖九為列印的零件。



圖七 立體設計圖



圖八修正後的圖



圖九 列印出來的搖臂

(三) 軸承與輪子

軸承(圖十)：外徑 $\phi 15\text{mm}$ 、內徑 $\phi 10\text{mm}$ 。

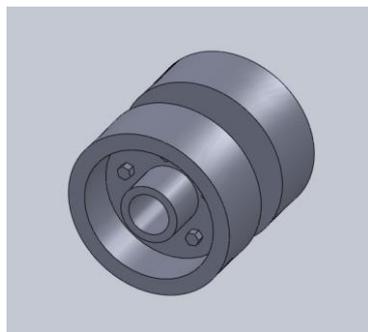
輪子(圖十一)：外徑 $\phi 20\text{mm}$ 、內徑 $\phi 5\text{mm}$ 。

將搖臂、軸承及輪子以螺栓螺帽予以組合，如圖十二所示。

無死角遙控攝影車



圖十 軸承



圖十一 輪子



圖十二 組合圖

(四) 馬達

馬達一：其規格為 F130 DC3V 馬達兩個，用來做整台車動力輸出來源，如圖十三所示。

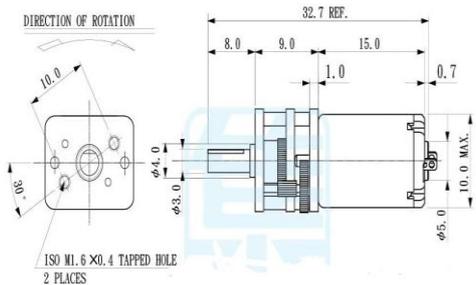
馬達二：其規格為 N20 長軸一個短軸一個，一個提供蝸桿齒輪帶動攝影塔繞 Z 軸方向轉動的動力，如圖十四所示；另一個帶動攝影機繞 X 軸方向轉動，如圖十五所示。

N20-B800

OUTPUT : 0.05W-2.2W (APPROX)

MABUCHI MOTOR
Precious metal-brush motors
WEIGHT : 10g (APPROX)

MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY				STALL			
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE	OUTPUT	TORQUE	CURRENT		
	r/min	A	r/min	A	mNm	g·cm	mW	g·cm	A			
N20-B800	3V	3V CONSTANT	30	0.035	30	0.20	0.36	5.7	0.67	2.50	25	0.68
	6V	6V CONSTANT	60	0.035	60	0.20	0.36	5.7	0.67	2.50	25	0.68



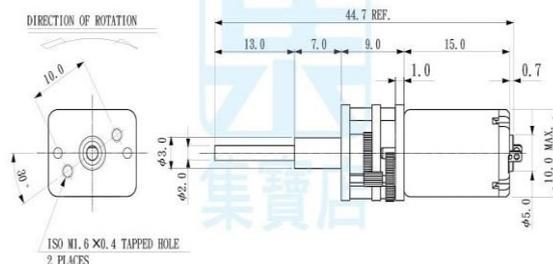
短軸

N20-B851

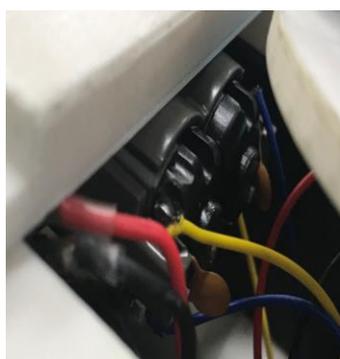
OUTPUT : 0.05W-2.2W (APPROX)

MABUCHI MOTOR
Precious metal-brush motors
WEIGHT : 10g (APPROX)

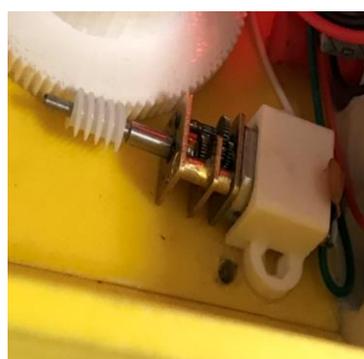
MODEL	VOLTAGE		NO LOAD		AT MAXIMUM EFFICIENCY				STALL			
	OPERATING RANGE	NOMINAL	SPEED	CURRENT	SPEED	CURRENT	TORQUE	OUTPUT	TORQUE	CURRENT		
	r/min	A	r/min	A	mNm	g·cm	mW	g·cm	A			
N20-B851	3V	3V CONSTANT	960	0.035	960	0.20	0.56	5.7	0.67	2.50	25	0.68
	6V	6V CONSTANT	1920	0.035	1920	0.20	0.56	5.7	0.67	2.50	25	0.68



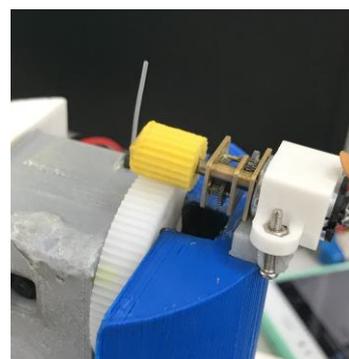
長軸



圖十三 104 馬達



圖十四 窩桿齒輪帶動塔



圖十五 正齒輪帶動攝影機

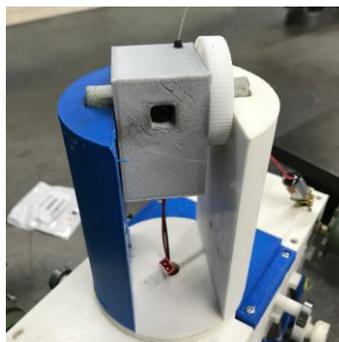
(五) 攝影機

選用針孔攝影機(圖十六)，再將其架於 3D 列印的零件上，如圖十七所示。

無死角遙控攝影車



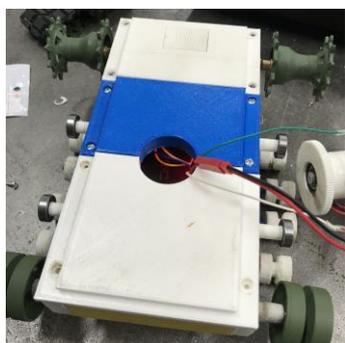
圖十六 針孔攝影機



圖十七 塔與攝影機的配合

(六) 遮蔽板及遙控裝置

使用 3D 列印出 100x200x5mm 的長板，並將它分成三個部分，用螺絲鎖緊固定在底座上，做為馬達與電路板等遙控裝置的遮蔽體，另外遙控裝置等，如圖十八所示。



圖十八 遮蔽板及遙控裝置

(七) 履帶與彈簧

履帶使用模型坦克 HL3889 中所拆下來的履帶，如圖十九所示。其次，購買長 20mm、線徑 0.5mm、平均直徑 5mm 及 長 20mm、線徑 0.4mm、平均直徑 5mm 的兩種彈簧安裝於窯壁內，以吸收外來的震動，如圖十九所示。



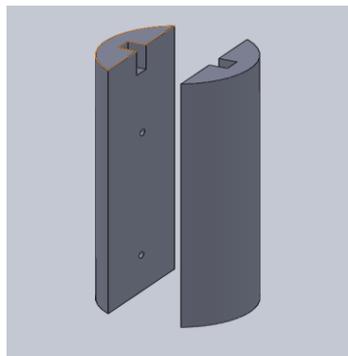
圖十九 履帶與彈簧接合

(八) 旋轉塔

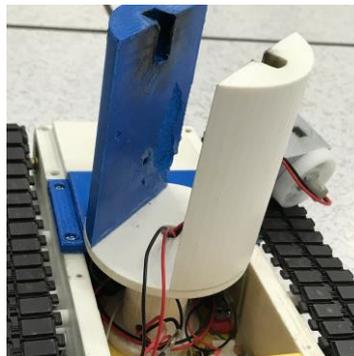
旋轉塔為整台車的核心，也是由 3D 列印製成，其上可裝載攝影機能夠 360 度旋轉，底座由正齒輪結合兩個直徑不同的圓柱，如圖二十所示，上面再連接兩對稱的支架(圖二十一)，即可完成旋轉塔的設計，如圖二十一所示。



圖二十 塔底



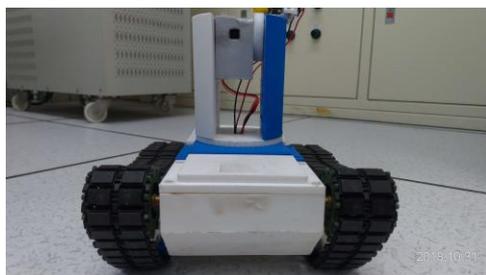
圖二十一 支架



圖二十二 旋轉塔

(九) 成品圖

如圖二十三為組裝完成的無死角攝影車的完成視圖。

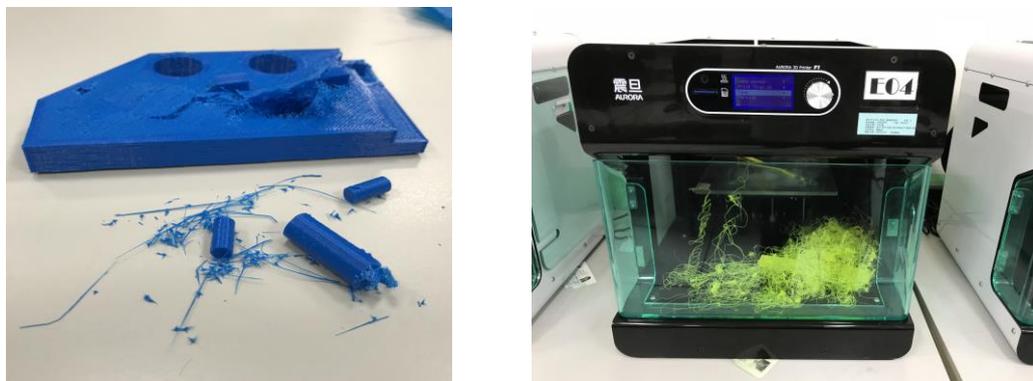


圖二十三 攝影車視圖

參●結論

1. 馬達馬力不足，所以可能要換鋰電池或是換一個強磁馬達來彌補速度不夠快，攀爬時馬力不夠的問題。
2. 必須重新調配齒輪，讓旋轉塔不會那麼卡，也不會造成拍攝上畫面有震動或是偏移的現象。
3. 因為使用的材料是 3D 列印，所以印出來是塑膠，這樣會造成結構剛性上的不足，容易會變形或是受熱會融化。

4. 因為履帶是塑膠製的無法有足夠摩擦力在陡峭光滑平面上爬行，所以下面可以加裝橡膠塊增加摩擦力，才能夠適應不同的地形。
5. 剛開始使用學校的 3D 列印機時，因為技術還不夠成熟，列印出的機件有些鬆散不夠結實，還有印到一半中心歪掉浪費了不少材料(圖二十三)。



圖二十三 3D 列印報廢的零件

經過這次的製作，我了解到圖紙上的設計，跟實際做出的成品，總是會有差距，畢竟想像總是美好的，我們能做的就是每次的失敗中，探討所有可能造成問題的原因，並且一一來解決，才能讓我們所做的東西，越來越接近理想狀態。在本研究中，最大的問題就是 3D 列印機的公差非常大，每次印出來的東西都要經過很久的修整，才能完整的配合，而且往往很常在列印時機台被關掉或底座水平度沒調整好，造成列印出來的成品產生很大的缺陷。不但浪費材料而且會拖延進度，更何況機台不是只有我們在使用，每一次如果沒有搶到的話就不知道要怎麼做接下來的進度，導致我們的整體進度嚴重落後。但令我們意外的是 3D 列印材的強度非常大，只要 5mm 就有很好的結構強度，這樣就不用花太多的時間再列印多餘的材料了，省下了很多時間，而最辛苦的地方不是修整也不是組裝，而是取下 3D 列印機機台上印好的工件，列印機的材料非常黏，工件常牢牢地黏在機台很難取下來，這樣就要用到刮板，可是這樣一來又會傷到工件，實在兩難。若傷到工件就要修補被刮板傷到的部位，非常的花時間；此外，郵購的零件也必須等商家寄零件，時間上也拖了許久，因為不確定甚麼時間寄出，確定物流甚麼時候送達，很多次都是東西組裝好了，結果零件沒到，這樣報告沒辦法寫東西也沒辦法動，進度又拖延了，還好最後能如期完成。

肆●引註資料

註一：馬達及其驅動控制。107 年 9 月 20 日，取自

<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=10211/10211-08.pdf&vllId=6A88717B-7887-4908-8B1C-CD4D7767B580&nd=0&ds=0>。

註二：鍾義(2017)。機件原理下冊。台北市：台科大圖書股份有限公司。

註三：鍾義(2017)。機件原理下冊。台北市：台科大圖書股份有限公司。

註四：鍾義(2017)。機件原理上冊。台北市：台科大圖書股份有限公司。

無死角遙控攝影車

註五：鍾義(2017)。機件原理上冊。台北市：台科大圖書股份有限公司。

成品影片：

崎嶇地形行走測試:<https://youtu.be/SGuo4bCEXEE>

攝影第三人稱視角: <https://youtu.be/pvJhxWxLJ5M>

攝影第一人稱視角: https://youtu.be/DwLAicOH8_s