

投稿類別：資訊類

篇名：

Arduino 四軸救難飛行器

作者：

吳弘昌。臺中市立大甲工業高級中等學校。資訊科三年甲班

何柏憲。臺中市立大甲工業高級中等學校。資訊科三年甲班

黃琬瑜。臺中市立大甲工業高級中等學校。資訊科三年甲班

指導老師：

王建仁老師

壹、前言

一、研究動機

近年來，有鑒於國人健康意識抬頭，登山這項運動漸漸受到大眾的喜愛，但登山也伴隨著一定的風險，迷路、意外墜谷、受傷等一連串不可預期之意外（表一），當山難發生之時，救難人員很難及時救出受難者，所以我們決定以「Arduino」為基底開發四軸飛行器並且加裝超聲波感測器來輔助救援行動，透過聲納反射的原理採集數據描繪地形圖，了解山間地形變化找出受難者可能的位置，並規畫有效率的行徑路線來縮短搜救時間，增加生還者的生存機率。

表一：民國 107 年台灣主要縣市山域意外事故救援原因統計。

| 縣市 原因 | 新北市 | 臺北市 | 臺中市 | 花蓮縣 | 南投縣 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 迷途 | 27 | 21 | 10 | 1 | 3 |
| 遲歸 失聯 | 0 | 3 | 6 | 12 | 4 |
| 墜谷 墜崖 | 0 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| 高山症 | 0 | 2 | 6 | 2 | 4 |
| 急病 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 受傷 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 其他 | 2 | 1 | 7 | 7 | 4 |
| 合計 | 29 | 28 | 34 | 25 | 18 |

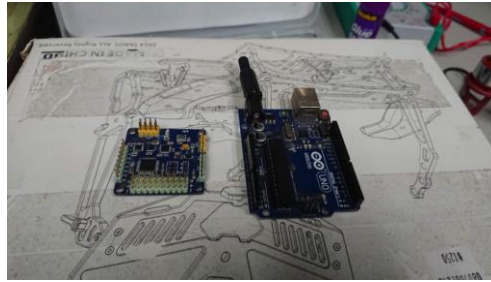
（資料來源：研究者整理）

台灣好山好水，人們閒暇之餘喜歡上山下海，不過近年來山難事件頻傳，從 2011 年的張博崴山難、2017 年的李明翰事件，至 2018 年的玉山山難，不時會在新聞上看到登山客失足墜谷，然而受限於地形險峻，救難隊未必能在第一時間找出受難者的位置，陸空雙管齊下的救難行動也可能會因為山間天氣變化，讓搜救人員陷入危難之中，此外，出動直升機亦會大幅提高搜救經費，因此為了減少搜索的時間與救難所需的預算，我們決定製造一種救援輔助工具，加速救援時間避免遺憾的發生。

二、研究目的

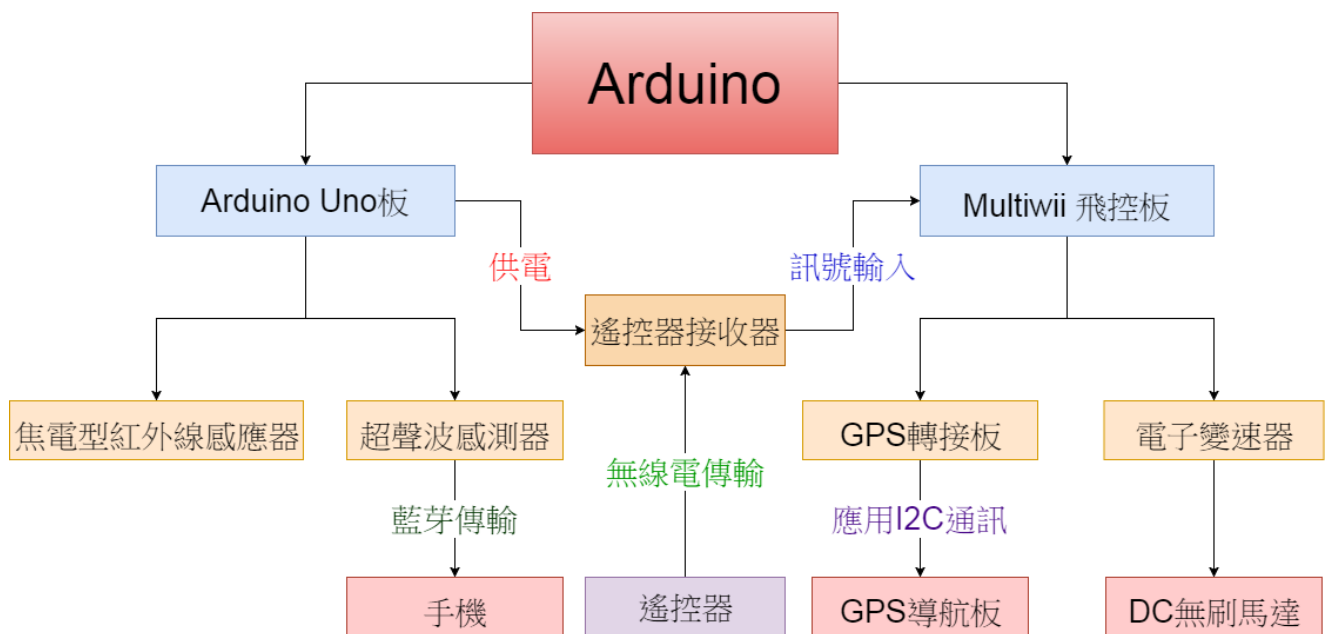
時至今日，大部分的救難行動都是由救難人員親自入山尋找受難者的確切位置，這種需仰賴大量人力的方式，很難在短時間內找到受難者，因此為了能夠迅速地找到受難者，我們決定使用「Multiwii SE V2.6 飛控板」和「Arduino Uno 開發板」（圖一）來控制四軸飛行器，並且加裝 GPS（Global Positioning System）、超聲波感測器……來輔助救難隊

尋找受難者的大致位置，減少救難過程所需花費的時間，避免社會資源的浪費，盡早救出受難者。



圖一：Multiwii SE V2.6 飛控板&Arduino Uno 開發板
(資料來源：研究者拍攝)

三、研究架構



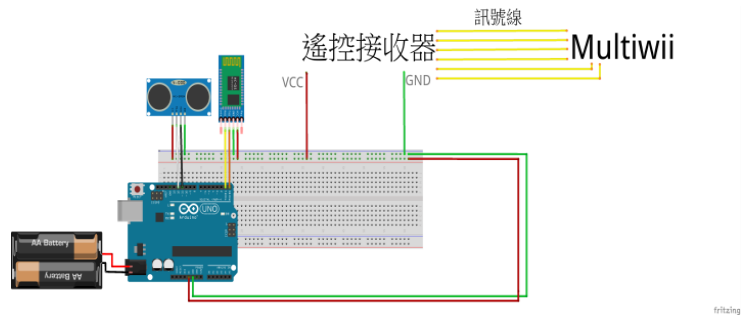
圖二：研究架構以 Arduino 為基底開發
(資料來源：研究者繪製)

貳、正文

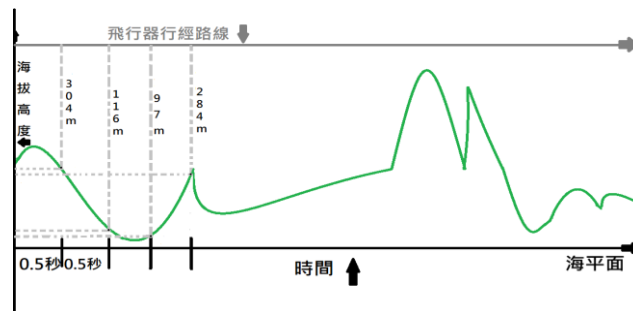
一、運作原理分析

本作品使用「Arduino」來作為基礎架構，四軸飛行器的部分使用「Multiwii 飛控板」進行飛行控制和「P.I.D」矯正相關動作，Arduino 的部分用來控制超聲波感測器（圖三）以及焦電型紅外線感測器，從遙控器輸出（無線電）至遙控接收器，接收器接收資料（類比轉數位）並輸入到電路板裡面，電路板透過四個電子變速器驅動馬達，使用 GPS 設定航線環繞山圍，並利用紅外線和超聲波感測器，掃描熱點找出受難者可能的位置，定時測量地面高低落差，接著使用藍芽模組回饋數據到手機上顯示，並將收集到數據描繪成地形高低（圖四），結合兩種數據以利於救援行動。

Arduino 四軸救難飛行器



圖三：超聲波模組&Arduino 接線部分示意圖
(資料來源：研究者繪製)



圖四：超聲波回饋數據所繪製的地形高低圖
(資料來源：研究者繪製)

(一) 超聲波原理

超聲波元件 (hc - SR04) 的正面有兩顆圓柱形金屬物 (見圖五)，一端為發射，另一端則為接收，藉此可測量聲音在物體與感測器往返兼得距離，以聲速每秒 340 公尺計算，從發射到接收所測得時間除 2 即為距離，我們只需把飛行高度扣除測得距離，便可算出海拔高度。

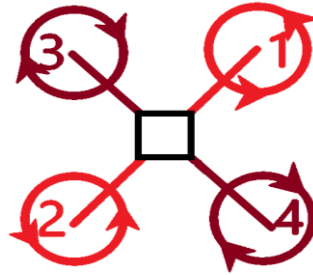


圖五：超聲波元件 (hc - SR04)

(資料來源：HC-SR04 超音波模組。2019 年 1 月 31 日，取自 <http://ipoemaker.com/2101004>)

(二) 飛行器運作原理

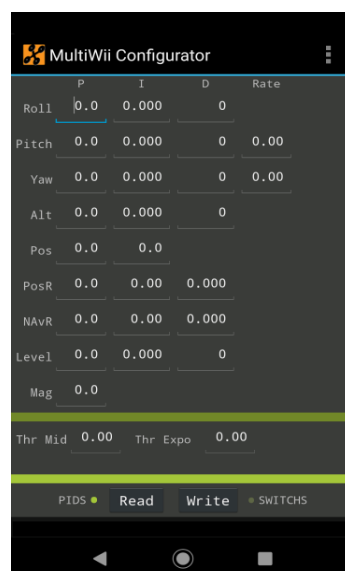
飛行器飛行前必須解鎖馬達，遙控器油門輸出最大值必大於電路板設定的最大值，而最小值需小於電路板所設定的最小值，才可以解鎖油門，使正常飛行器運作。電路板作用於控制電子變速器使馬達（1）和馬達（2）逆時針轉，馬達（3）和馬達（4）順時針旋轉來完成飛行。（見圖六）



圖六：馬達運轉示意圖
（資料來源：研究者繪製）

（三）飛行器 P.I.D 控制

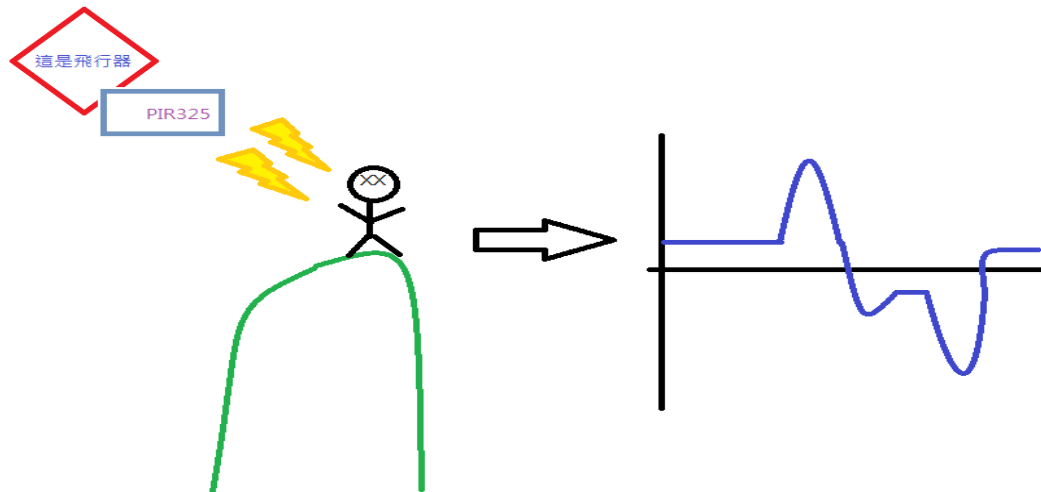
「P.I.D」控制是由偏差比 P（Proportional）、積分 I（Integral）、微分 D（Derivative）來控制飛行器的穩定度，這裡的積分或微分，指的是偏差對時間的積分或微分，使用手機安裝 Multiwii EZ GUI 或 Multiwii Configurator（如圖七）其中一個程式，並透過藍牙去設定電路板，初始值設定為 0 觀察飛行器的飛行狀況，如果旋轉搖晃可以試著調整 I 值同時把 YAW（偏航）的 P 值加大就可以穩定飛行器水平旋轉。



圖七：以 Multiwii Configurator 為例設定飛行器 P.I.D 值
（資料來源：研究者手機截圖）

（四）焦電型紅外線感應器原理

焦電型紅外線感應器 PIR（Passive Infrared Sensor），主要的感應方式利用溫度變化，來感應待測物移動，本次使用 PIR325 人體紅外線感測器感測熱體位置，感測器裡包含兩個感測元件，其中一個感測器被遮擋時產生單一店員訊號輸出，電壓訊號值變大，當兩個元件都被遮擋時，電壓訊號將下降，並自動回復原本電壓，配合 GPS 設定航線觀察飛行途中電壓變化，即可辨識是否有生物反應。（圖八）



圖八：紅外線感測&波形示意圖
（資料來源:研究者繪製）

（五）無刷馬達介紹

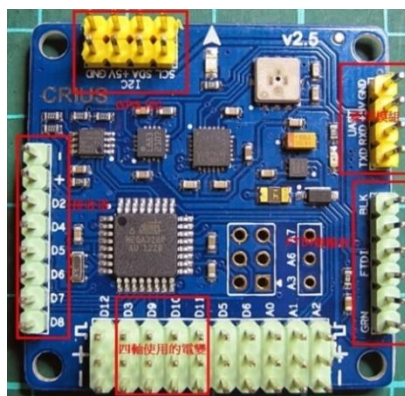
無刷馬達，是指封閉迴路控制的速度控制馬達。根據馬達內部的霍爾 IC（磁氣檢知器）檢測到的信號，將驅動迴路的電晶體切換 ON/OFF，進行運轉。無刷馬達有 AC 電源輸入與 DC 電源輸入兩種（圖九）。AC 系列，利用內部旋鈕設定速度，和 FA 網路對應型、馬達迴路一體型等。DC 系列，則提供迴路為基板型，以及利用電池驅動，適用於無人搬運車等大容量產品。



圖九：兩種不同的無刷馬達

(資料來源：無刷馬達大小事。2019 年 3 月 1 日，取自
https://www.orientalmotor.com.tw/om/knowledge/uroko_bl/bl02.html)

二、硬體系統和實驗過程



圖十：Multiwii 電路板腳位功能圖

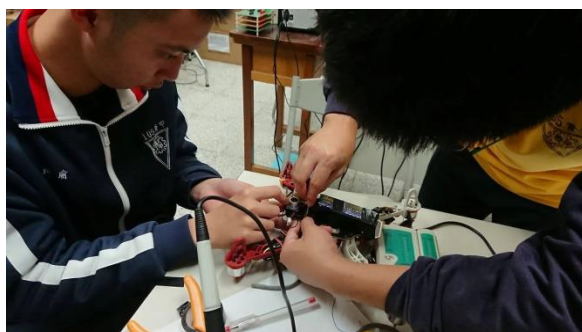
(資料來源：<http://rcinn.blogspot.com/2014/08/blog-post.html>)

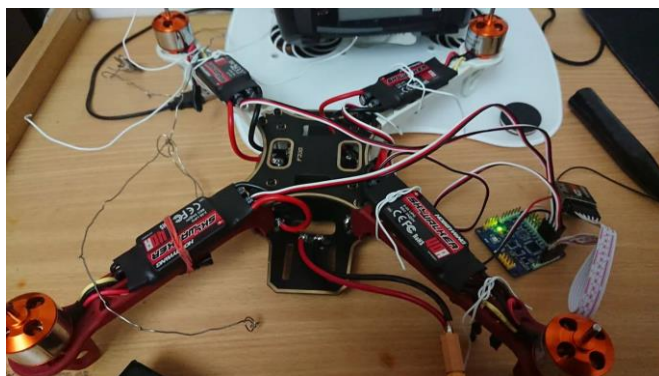
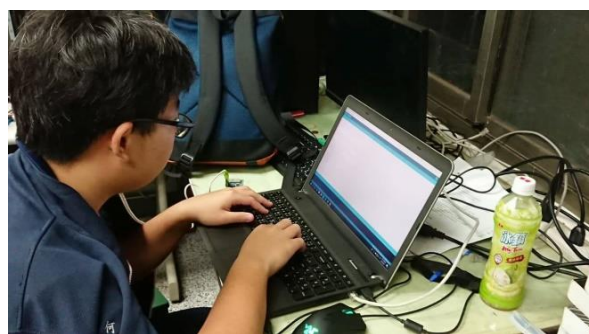
(一) Mutliwii 電路板基本設定

表二：Multiwii 程式碼設定

| | |
|---------------------------|----------------|
| #define QUADX | 設定飛行器為四軸 X 型模式 |
| #define MINTHROTTLE 1300 | 油門最小值設定 1300 |
| #define MAXTHROTTLE 1850 | 油門最大值設定 1850 |
| #define I2C_SPEED 400000L | I2C 設定為快速模式 |
| #define HK_MultiWii_SE_V2 | 設定板子型號 |
| #define MOTOR_STOP | 馬達解鎖靜止 |

(資料來源：研究者整理)





圖十一～圖十五：實驗過程（資料來源：研究者整理）

參、結論

經由實驗結果可發現，首先，天氣是四軸飛行器能否順利飛行的重要因素，如果遇上風大、下雨、打雷等劇烈天氣變化，都可能影響飛行的穩定性，很有可能造成失控甚至是墜機的風險，第二，藍芽傳輸技術的限制，因為藍芽傳輸距離有限，所以我們決定在未來開發中將藍芽傳輸改為無線網路通訊的方式，如此一來便可以增加飛行距離，第三，由於目前使用的超聲波功率不足，使實際高度無法真正測量出來，再加上聲音的速度受溫度影響，導致測得的數據並不如預期準確，以上幾項問題還需花點時間加以研究改善。

在這次研究四軸飛行器的過程中，使用了 Arduino 來控制飛控板與超聲波感測器，我們學會藍芽傳輸技術的原理，還了解如何計算螺旋槳的風切角度，雖然克服了重重的難關，但是我們還是有很多需要改進的地方，未來考慮使用 FPV（First Person View）空拍鏡頭來輔助超聲波測量，另外，若受難者遭重物壓住，可再加裝機械鉤爪，以懸吊的方式將重物抬起，或是運送物資給受難者，使救援行動更加方便受難者生存率提升。

最後，感謝老師不吝嗇的教導我們有關於製作四軸飛行器的技術以及飛行相關原理，使我們能夠順利完成這次作品。



圖十六：四軸飛行器完成品
(資料來源：研究者拍攝)

肆、引註資料

CUBIE (2014)。HC-05 與 HC-06 藍牙模組說明。2019 年 2 月 20 日，取自
<https://swf.com.tw/?p=693&fbclid=IwAR1RZicSAnAftDi4L4yV14eb07q9KUMuydkUS4xrBbbf1UW2mbjRiVsQZU4>

Liming (2014)。飛控板相關設定。2019 年 1 月 30 日，取自
<https://oaione.blogspot.com/2014/02/multiwii-v.html?m=1&fbclid=IwAR0yxI13FnBX5z5qejrBvSsOVOE4IwYpjsUWA-MttYwiLBVvcpdvtbeTD1o>

Ceiling Tsai (2017)。超聲波感測器教學。2019 年 2 月 25 日，取自
https://atceiling.blogspot.com/2017/03/arduino_28.html?fbclid=IwAR17wCu-oADI-7SuXhFRHkUIkzN3t_dUHKpGBvL8O_1DGzpaAdc2uH1jRZM

施士文 (2015)。Arduino 微電腦應用實習 (第一版)。臺北：台科大圖書股份有限公司。

位明先 (2015)。Arduino 微電腦專題製作 (第一版)。臺北：台科大圖書股份有限公司。

趙英傑。(2016)。超圖解 Arduino 互動設計入門 (第三版)。台北：旗標出版股份有限公司。