

全國高級中等學校專業群科 106 年專題及創意製作競賽

「專題組」



群別：電機與電子群

作品名稱：自動穩定器

關鍵字：自動穩定、六軸穩定、拍攝

目錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
壹、 摘要.....	1
貳、 研究動機.....	2
一、 專題製作背景及目的.....	2
二、 專題製作步驟.....	2
三、 預期成果.....	2
參、 研究方法.....	3
一、 流程圖.....	3
二、 設備介紹.....	3
(一) Arduino Pro mini	3
(二) MPU6050.....	4
(三) AI 馬達--AX-12A.....	5
(四) 雙軸搖桿.....	5
(五) 電路整合.....	6
肆、 研究結果.....	7
一、 專題大綱.....	7
二、 專題呈現方式.....	7
三、 程式設計.....	7
(一) MPU6050 六軸加速度感測器	7
(二) AX-12A AI 馬達.....	8
(三) 雙軸搖桿.....	8
(四) PID 控制程式	9
伍、 討論.....	10
一、 成品功能介紹.....	10
二、 穩定器實驗成果.....	10

陸、	結論.....	14
一、	結論.....	14
柒、	參考文獻及其他.....	15

表目錄

表 1	Arduino Promini 規格表	3
表 2	MPU 6050 規格表	4
表 3	AX-12 規格表	5
表 4	實驗成果表	13

圖目錄

圖 1	流程圖.....	3
圖 2	Arduino Promini 圖(註).....	4
圖 3	MPU6050 圖(註).....	4
圖 4	AX-12A 馬達.....	5
圖 5	雙軸搖桿圖.....	5
圖 6	蝕刻機.....	6
圖 7	曝光機.....	6
圖 8	電路板後視圖.....	6
圖 9	電路板前視圖.....	6
圖 10	PID 比較表.....	14

壹、摘要

傳統的攝影技術如果要使拍攝出的畫面能夠清晰穩定，除了依靠攝影師經年累月累積下來的技術與經驗外，就只能使用滑軌來增加攝影的流暢度。而近年來科技日新月異，發明出了拍攝穩定裝置來輔助攝影師解決此類問題，使我們產生興趣進而深入探討。

本次專題的目的在於討論如何使用 Arduino 控制 AI 伺服馬達，結合六軸感測器讀取重力加速度、角速度、方位，運算出實驗裝置的狀態，並且調整實驗裝置回到原先設定的位置。

這個機構是由三個 AI 伺服馬達串接，每個伺服馬達可以使一個向度有 360 度的偏轉，以達到三個向位 X、Y、Z 的姿態展現。

透過這個實驗裝置，我們就可以製作出手持拍攝自動穩定器，並且運用雙軸搖桿調整方向，進行影像穩定，拍攝出清晰、穩定的影像。

貳、 研究動機

一、 專題製作背景及目的

現在的攝影潮流，除了追求更高畫質的影片外，如何拍攝出平穩不晃動的畫面也是另一項趨勢，因此產生了使影像穩定的產品需求，於是我們想更深入研究如何使用 Arduino 控制 MPU6050 與 AI 馬達，製作出可以讓攝影愛好者在激烈運動途中也能捕捉到專業平穩畫面的手持穩定系統。

二、 專題製作步驟

1. 擬定每周計畫表
2. 擬定裝置機構
3. 測試六軸加速度感測器
4. 利用 Altium Designer 將所有電路整合在一塊電路板上
5. 組合機構與六軸加速度感測器
6. 呈現作品

三、 預期成果

透過 MPU6050 六軸感測器測量重力加速度、角速度、方位的變化量，將感測值傳回至 Arduino 板，將計算後的需偏移角度傳至 AI 馬達運作使穩定器達成平衡效果。

完成成品可用於攝影手持穩定裝置，馬達計算後轉動使鏡頭保持平衡，攝影師就能夠在移動的同時捕捉穩定得畫面，或是讓移動攝影載具(空拍機)不會因為自身的晃動而影響到拍攝出的成果。

參、 研究方法

一、 流程圖

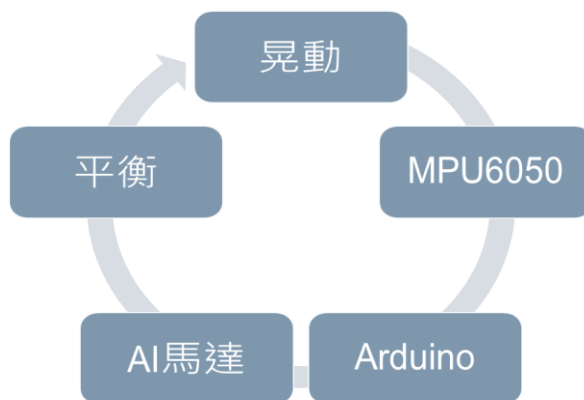


圖 1 流程圖

二、 設備介紹

(一) Arduino Pro mini

Arduino 是本次我們所使用的微處理器，軟體開發環境可以從網路上免費下載，並且可以在網路上找到許多相關資料，提供簡單的 I/O 介面，入門門檻較低，方便使用。

表 1 Arduino Promini 規格表

項目	規格
直流輸入電壓	5V
最大輸出電流	150mA
連接埠	USB
數位輸入/輸出埠	14 個 (Rx、Tx、D2~D13)(其中 6 個可當 PWM 輸出)
類比輸入埠	8 個 (A0~A7)
時脈頻率	16MHz



圖 2 Arduino Promini 圖(註)

(二) MPU6050

MPU6050 是一種空間運動感測器，可以獲取零件當時的三個加速度量和三個旋轉角度，由於體積小、準確率高，被廣泛運用於電子工業上。

表 2 MPU 6050 規格表

項目	規格
供應電源	3V-5V
通信方式	標準 IIC 通信協議
晶片內建 16bit AD 轉換器，16 位元數據輸出。	

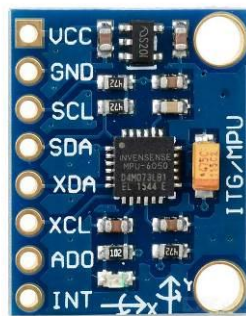


圖 3 MPU6050 圖(註)

(三) AI 馬達--AX-12A

AX-12A 馬達的傳輸格式為半雙工格式，半雙工的最大特色為將傳統 TTL 訊號格式中的 TxD 和 RxD 兩個傳輸接點合併為單一接點，可達到節省線材、連接點的優點，缺點於容易造成 TxD 和 RxD 互相衝突，所以一般半雙工格式都會配加一個控制單元(單晶片)來區隔發送 TxD 和接收 RxD。

表 3 AX-12 規格表

項目	規格	
重量	55g	
同時最多可串	254 個	
輸入電壓	7V	12V
扭力 (kgf/cm)	12	16.5
轉速 (SEC/60 degree)	0.269	0.196

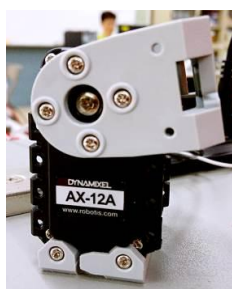


圖 4 AX-12A 馬達

(四) 雙軸搖桿

雙軸搖桿為一個雙向的 10K 電阻器，隨著搖杆方向不同，X、Y 軸的阻值隨著變化。搖桿訊號值為 0~1023。



圖 5 雙軸搖桿圖

(五) 電路整合

利用電腦輔助設計 CAD 軟體 AltiumDesigner 設計出搭配本次專題所用到元件的電路板，利用蝕刻機洗出電路板，將所有電路元件整合到這塊電路板上方便使用。



圖 6 蝕刻機



圖 7 曝光機

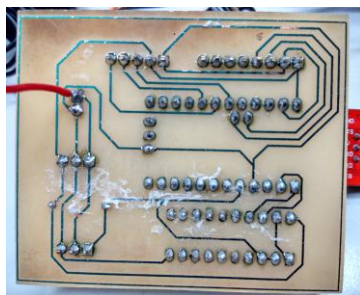


圖 8 電路板後視圖

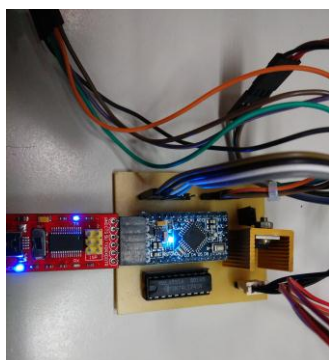


圖 9 電路板前視圖

肆、 研究結果

一、 專題大綱

藉由 MPU6050 測量物件加速度改變，傳回值至 Arduino 經過計算將轉動量傳至 AI 馬達使之轉動，達成平衡效果。

二、 專題呈現方式

連接三顆 AI 馬達，並以壓克力方柱當作整體支架，穩定過程中可用雙軸搖桿調整穩定點，最上端放置手機的平台與 MPU6050，達到可以控制三軸穩定的效果。

三、 程式設計

(一) MPU6050 六軸加速度感測器

讀取 X、Y、Z 的加速度和角加速度，並將數值經過 MPU6050 內建的模組 DMP，經過四元數運算，將讀到的數值轉換成歐拉角。

<pre>mpuIntStatus = mpu.getIntStatus(); fifoCount = mpu.getFIFOCount(); if ((mpuIntStatus & 0x10) fifoCount == 1024) { mpu.resetFIFO(); // Serial.println(F("FIFO overflow!")); }</pre>	檢查資料是否溢位
<pre>else if (mpuIntStatus & 0x02) { while (fifoCount < packetSize) fifoCount = mpu.getFIFOCount(); mpu.getFIFOBytes(fifoBuffer, packetSize); fifoCount -= packetSize; mpu.dmpGetQuaternion(&q, fifoBuffer); mpu.dmpGetGravity(&gravity, &q); mpu.dmpGetYawPitchRoll(ypr, &q, &gravity); }</pre>	利用 DMP 模組取得 四元數計算出歐拉 角
<pre>void pos_deal(){</pre>	透過 map 函式

<pre>chY = map(ypr[1] * 180 / M_PI, -90, 90, 812, 212); chX = map(ypr[2] * 180 / M_PI, -90, 90, 212, 812); chZ = map(ypr[0] * 180 / M_PI, -180, 180, 812, 212); }</pre>	<p>將計算出的三軸歐拉角正規化為馬達位置</p>
---	---------------------------

(二) AX-12A AI 馬達

以 Arduino 控制三顆 AI 馬達旋轉，結合後調整 X, Y, Z 軸的來達到整體手機支架的平衡功能。

<pre>Dynamixel.begin(1000000, 2); Dynamixel.moveSpeed(2, cx , 1000); Dynamixel.moveSpeed(3, cy , 1000); Dynamixel.moveSpeed(1, cz , 1000); Dynamixel.end();</pre>	<p>將馬達轉動到經過 PID 運算的位置值 (ID, 位置, 轉動速度)</p>
---	---

(三) 雙軸搖桿

利用雙軸搖桿的控制，在平衡的過程中可以調整拍攝方向，設定新的平台穩定點。讀取雙軸搖桿兩個可變電阻的分壓電壓值(0~1023)，來控制馬達位置。

<pre>void m_deal(){ vx = analogRead(x) ; vy = analogRead(y) ;</pre>	<p>讀取雙軸搖桿值 X A0 Y A1</p>
<pre>sx = map(vx, 0, 1023, -3, 3); sy = map(vy, 0, 1023, -3, 3);</pre>	<p>利用 map 函式將讀取值轉換為微調控制</p>
<pre>if (mode > 0) { mz += sx; cx+= sx; } else{ mx += sx; cx+=sx; } my += sy;</pre>	<p>Mode1: 調整 X 軸值 Mode2: 調整 Y 軸值</p>

<pre> cy+=sy; } </pre>	
<pre> if (analogRead(b) > 40) { mode *= (-1); delay(100); } </pre>	偵測按鈕，轉換 X、Z 軸

(四) PID 控制程式

控制方式	程式碼	反應速度和穩定效果
PI 控制	<pre> int PID(int di,int mid ,int num){ Kp=0.2; Ki=0.01; int error=mid-di; //P 參數 inte[num]+=error; //I 參數 p=(mid-di)*Kp+inte[num]*Ki; //PI 控制 } </pre>	穩定效果佳 反應速度較慢
PD 控制	<pre> int PID(int di,int mid ,int num){ Kd=0.2; Kp=0.2; int error=mid-di; //P 參數 deri=error-lesterror; //D 參數 p=(mid-di)*Kp+deri*Kd; //PD 控制 } </pre>	反應速度佳 穩定效果較差

伍、 討論

一、 成品功能介紹

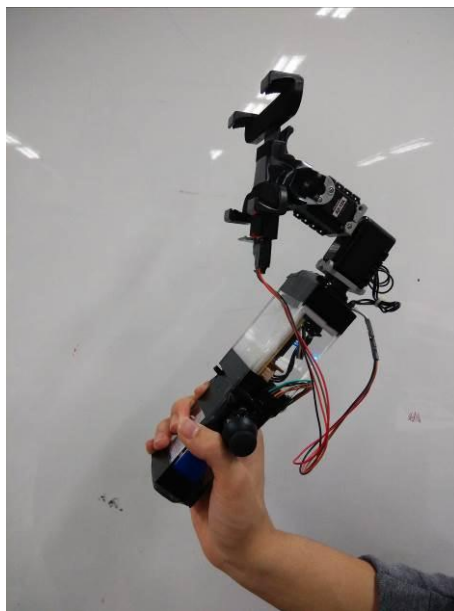
穩定器開機後會回到初始點，若手把有方向偏轉，MPU6050 會偵測偏轉值，經過 Arduino PID 計算後，控制馬達，馬達會自動回到初始點，平衡過程中可同時使用雙軸搖桿調整鏡頭位置。

二、 穩定器實驗成果

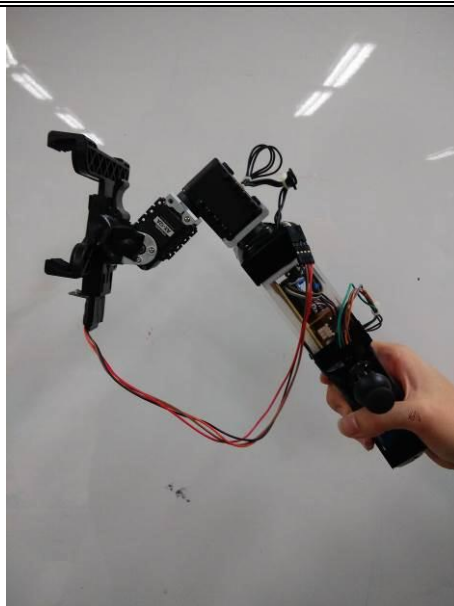
初始狀態：
穩定器調整
至想要的位置



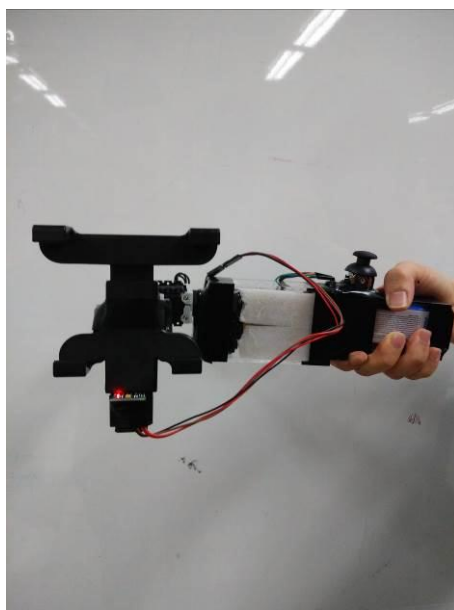
手把向上：
Y 軸馬達向下調整



手把向下：
Y 軸馬達向上調整



手把向左：
X 軸馬達向右調整



手把向右：
X 軸馬達向左調整



Z 軸旋轉:
Z 軸馬達調整

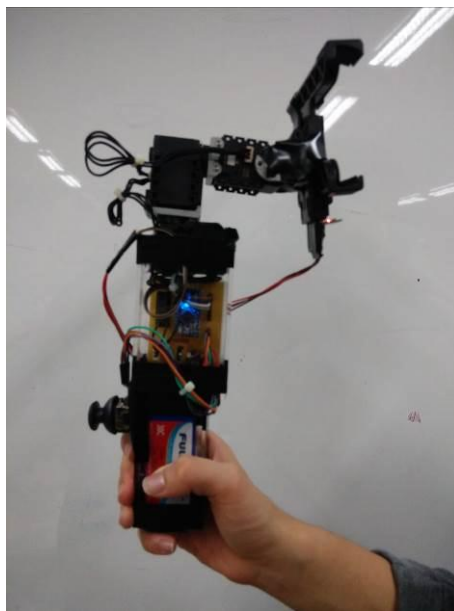


表 4 實驗成果表

陸、 結論

一、 結論

在PID測試實驗中，進行了多次PI和PD最佳值的測量，經比較後，發現PD控制雖然反應較快，但回饋誤差較大，而PI控制反應時間雖然較慢，但回饋誤差較小，相較之下PI控制效果較PD控制穩定。

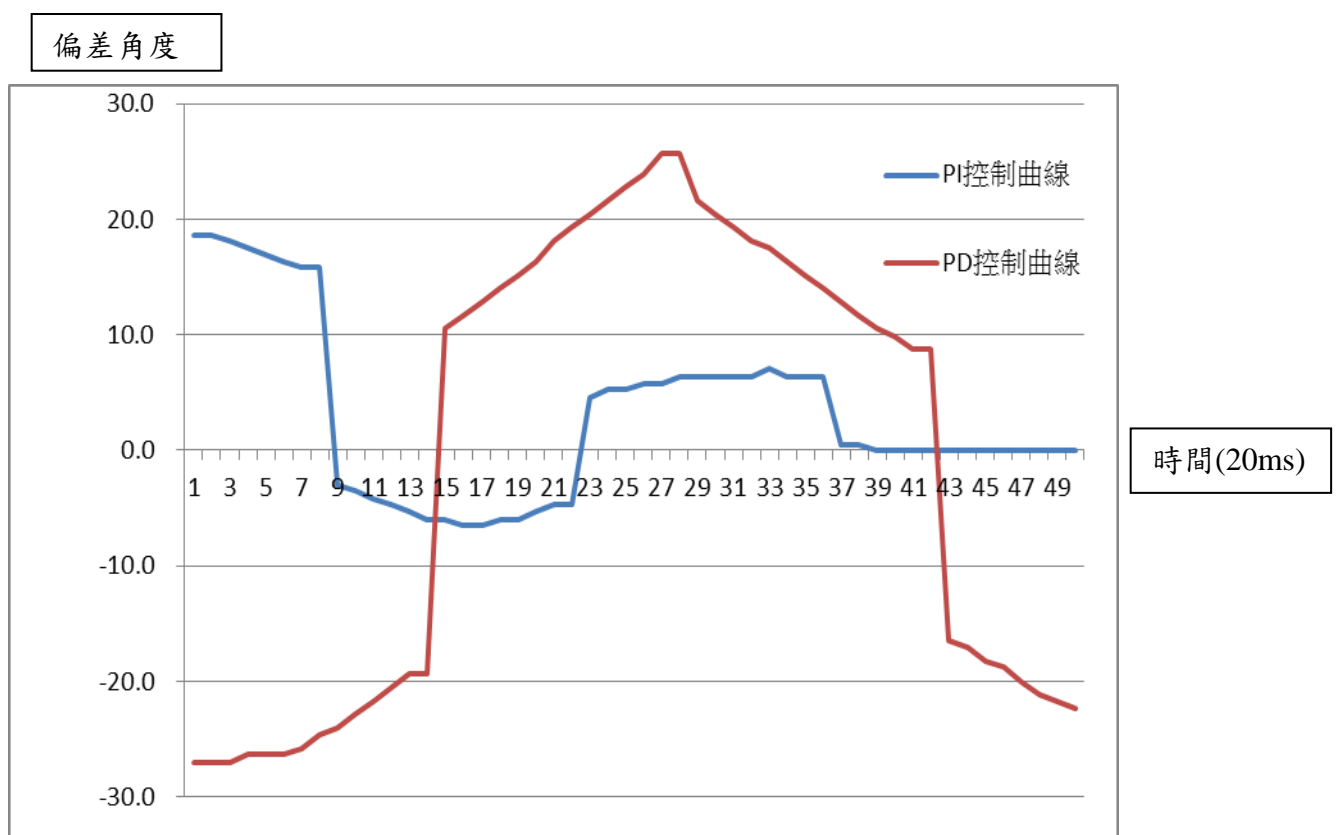


圖 10 PID 比較表

柒、 參考文獻及其他

1. MPU6050 圖示。取自：
<http://www.dx.com/p/gy-521-mpu6050-3-axis-acceleration-gyroscope-6dof-module-bl-ue-154602#.WBArctI0V8E>
2. Arduino promini 圖示。取自：
<http://www.playrobot.com/arduino-board/22-arduino-pro-mini.html>
3. Arduino promini 規格。取自：
<http://ruby-notebook.blogspot.tw/2014/06/pro-mini.html>
4. 筆記，MPU-6050，google 搜尋與實驗心得(MPU-6050, Arduino)。大兵萊恩
一路向前。 取自：
<http://goo.gl/CTdhsM>。
5. PID 控制理論介紹。PID 控制理論---紅外線循跡車。Robot Rabbit。取自：
<http://robotrabbit.blogspot.tw/2012/12/pid-pid.html>
6. MPU6050 DMP 介紹。使用 MPU-6050 的 DMP 來取得更精準的運動感測資料- G.
T. Wang。取自：
https://www.google.com.tw/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiDrKp6LHRAhWCpJQKHecJB0EQFggaMAA&url=https%3A%2F%2Fblog.gtwang.org%2Fiot%2Fraspberrypi-mpu-6050-read-data-using-dmp%2F&usg=AFQjCNE19Q-vLhN8vJjH06IOpJKYDlq8UQ&sig2=uy7TcS2eAr5YMo_smskT3Rg

附錄一 設備清單

類別	設備、軟體名稱	應用說明
實驗版	Arduino Promini 版	程式燒錄
電腦	電腦	撰寫程式
儀表	電源供應器	實驗供電
儀表	三用電表	檢查電路
實驗版	麵包版	測試電路
曝光機	曝光機	曝光電路板
蝕刻機	蝕刻機	蝕刻電路板

附錄二 材料清單

類別名稱	材料名稱	單位	數量	應用說明	備註
IC	MPU6050	個	1	測 X、Y、Z 軸的變化量	
馬達	AI 馬達	個	1	控制機構隨感測器變化	
Arduino	Promini	片	1	燒錄程式	
機構	壓克力方型板	片	8	作為手把包裝	
手機支架	支架	個	1	放置錄影設備	
電池	11.1V 鋰電池	個	1	電源供應	
機構	壓克力方柱	個	2	作為裝置握把	
IC	74LS241	個	1	傳輸閘	
電阻	10K 歐姆	個	1	電路板製做	