

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(一)科

佳作

082805

預見土石-土石流偵測系統

學校名稱：新竹市東區東園國民小學

作者：	指導老師：
小六 柯承遠	張誼文
小六 陳定波	翁淑卿
小六 廖妤	
小五 陳品蓉	
小五 稽品宏	
小六 林宣宇	

關鍵詞：土石流、樹莓派、OpenCV

摘要

隨著地球暖化、氣候異常、暴雨再加上台灣地處地震帶，土石流的發生就更加頻繁，利用科技進步之便，可以保障每個人生命財產的安全是非常急需的工作。

此次研究製作的偵測模組，使用台灣自行研發的 Web:Bit 開發板、Arduino 開發板和樹莓派開發板，透過自製的光纖感測、水銀開關檢測與影像判別等 3 種模組，獲得土石流發生時變異的光電訊號或影像訊號，確認土石流的產生。同時為提升土石流發生判別與影像識別效能，我們也研發了濕度偵測與自動開關燈之系統。除了比較這三種模式的靈敏度，可透過手機 LINE、電子郵件發出警報，並連結 YouTube 觀看實際狀況，期許未來可以廣泛運用於各類土質，減少土石流造成的傷害。

壹、研究動機

土石流在台灣是常見的災害，特別近年因極端氣候所引發之超大豪雨，以及發生頻率與危險性越來越高，如 2009 年莫拉克颱風，造成小林村活埋 474 人的死亡慘劇，至今仍讓人不安。因此如果可以做一個偵測土石滑動的系統，便可以在釀成大禍前，察覺到土石異狀而做各樣逃生與保全措施，將可大幅避免憾事的發生。雖然台灣已有周全的土石流監控系統，但因成本太高無法普及，因此我們想要打造一個便宜、準確，又具有科學內涵與教育推廣意義的土石流監控系統。本研究之土石流偵測系統具有以下特點：

- 一、高靈敏度：可以準確偵測土石流警報的警戒值。
- 二、操作方便性：民眾只要有攜帶手機，即可即使取得訊息。
- 三、資訊即時性：偵測器數值異常後，可透過 LINE、Gmail 立即發出警示訊息，並連結 YouTube 即時取得現場狀況。
- 四、價格便宜：感應系統建置成本低，且應用開源程式軟體。
- 五、科學性：透過實驗培養對科學過程的態度，如觀察、提問、搜尋知識，透過團隊

合作完成實驗歷程。

六、教育性：應用小學階段所學得的技能，並結合課程所學的自然與生活、電腦程式知識，製作簡單的偵測模組。

七、創客性：使用水銀偵測模組、光纖偵測模組及影像偵測模組等，將偵測訊號傳送自製即時回報系統。

本研究作品與國小自然與電腦教材之相關性-自然與生活科技課程			
年級	單元	單元名稱	內容相關性
四上	4	燈泡亮了	電路的連接
四下	4	光的世界	光的直進性，光的反射，光的折射。
六上	1	多變的天氣	颱風與防災
六上	3	地表的變化	岩石、礦物與土壤，地震與防災

貳、研究目的

【研究一】模組測試：

- 一、建置可以模擬土石流動的模組。
- 二、建置水銀開關、光纖感測與影像辨識模組。

【研究二】遠端監控及即時回報：

- 一、利用 Python 程式傳送資訊至 LINE、Gmail，並寫入檔案長期記錄當地環境資訊。
- 二、回報數據後，樹莓派便會統整並確認數據，並將當場拍攝到的畫面傳上 YouTube 直播。

【研究三】

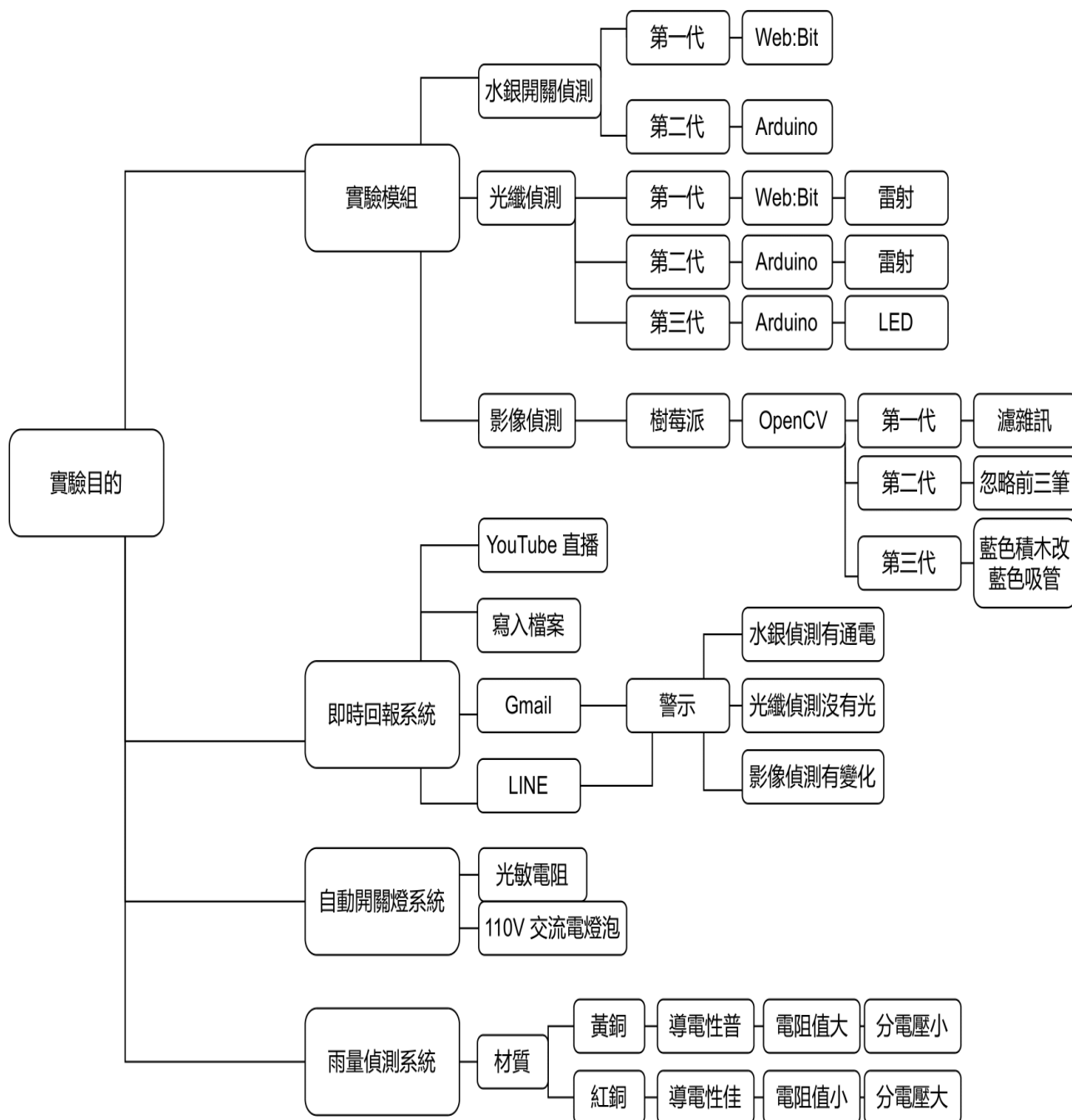
一、建置自動開關燈系統

二、建置雨量偵測系統

參、研究設備與器材

				
樹莓派	三用電錶	光敏電阻	電阻	鱷魚夾
				
水銀開關	繼電器	Web:Bit 擴充版	貓砂	光纖
				
銅片	Web: Bit 板	塑膠盒	電線	Arduino Uno 板
				
雷射	積木	麵包板	樹莓派鏡頭	燈泡
其他用具：絕緣膠帶、剝線鉗、剪刀、鑽洞器、焊槍、熱熔槍、手機、鱷魚夾、棉花、USB 傳輸線等。				

肆、研究過程與方法



實驗架構圖

一、水銀開關偵測實驗

(一) 水銀開關偵測實驗第一代

在做水銀開關偵測實驗之前，我們先做了水銀開關靈敏度測試實驗，裝置（如圖 1、2）。利用槓桿原理，將水銀開關固定於槓桿的一端並連接已設定好通電時會鳴叫的三用電錶，手機置於另一端，利用兩手施力將槓桿維持水平，此時，水銀開關未通電，持有手機水平角度偵測的一端慢慢施力直到蜂鳴器鳴叫，並記錄角度大小。由實驗結果發現：水銀開關非常靈敏，稍有傾斜立即偵測到通電狀態（如表 1）。

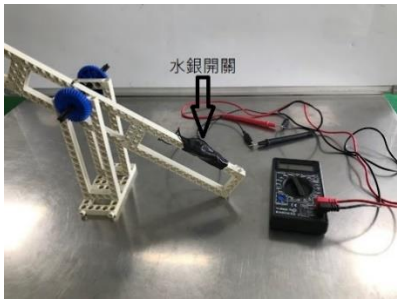


圖 1：水銀開關測試實驗裝置圖

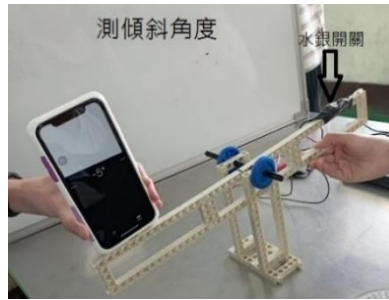


圖 2：測量水銀開關傾斜角度

表 1：水銀開關傾斜角度測量結果

次數	水銀通電時的角度
第一次	4°
第二次	5°
第三次	4°

1. 實驗目的：

利用水銀開關來偵測山坡上土石是否滑動或位置變化，並且找出一個穩定的偵測方式。

2. 實驗原理：

利用水銀開關在傾斜時會導電的特性，使其在土石發生滑動時，會因地形改變而通電。再利用上拉電阻（使引腳即使在未連接外部組件的時候，也能保持穩定邏輯電平的電路形式）在開關導通時輸出訊號由 1 轉 0 的特性，偵測出土石流的發生與否。

3. 實驗過程：

(1) 架起模組（如圖 3）。

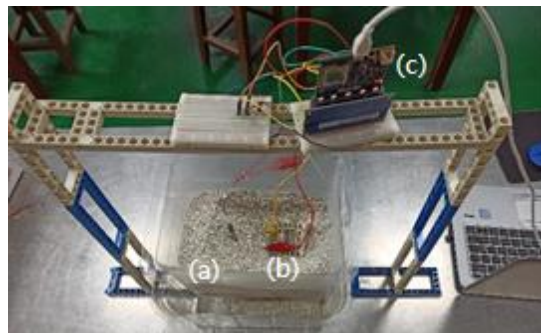


圖 3：水銀開關實驗第一代裝置圖（a:貓砂 b:水銀開關 c:Web:Bit）

- (2) 將水銀開關用熱熔膠黏在一塊正方形的積木上並置於貓砂表面，再將水銀開關連接上 Web:Bit 板，接線圖（如圖 4）。
- (3) 將 Web:Bit 板與電腦連接，程式圖（如圖 5）。

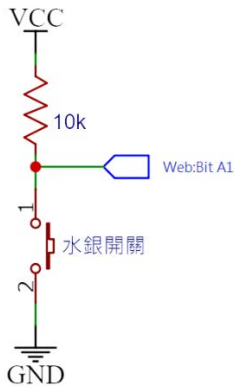


圖 4：水銀開關第一代接線圖



圖 5：水銀開關第一代程式圖

- (4) 模型中用貓砂模擬土石，裝貓砂的塑膠盒底部穿孔用鉛筆塞住，將鉛筆抽起時，貓砂即流下，模擬土石滑動的情形。
- (5) 當貓砂流下造成土石滑動，土石上方與積木黏結的水銀開關就因此傾斜（如圖 6），導致通電，使 Web:Bit A1 接收數據從 1 改變成 0。



圖 6：土石滑動造成水銀開關傾斜

(二) 水銀開關偵測實驗第二代

1. 實驗目的：

因為第一代的 Web:Bit 需要透過網路傳輸數據，此方法較慢，比較圖（如圖 7），大約二到三秒才會跑出一筆數據，且為了接下來要使用主控性高的影像偵測工具，選擇了適用於統整數據、準確影像偵測，並可傳輸 LINE、Gmail 通知且耗電量低的樹莓派，所以改用了快速且能夠用 USB 與樹莓派連結的 Arduino Uno 板進行二代實驗。

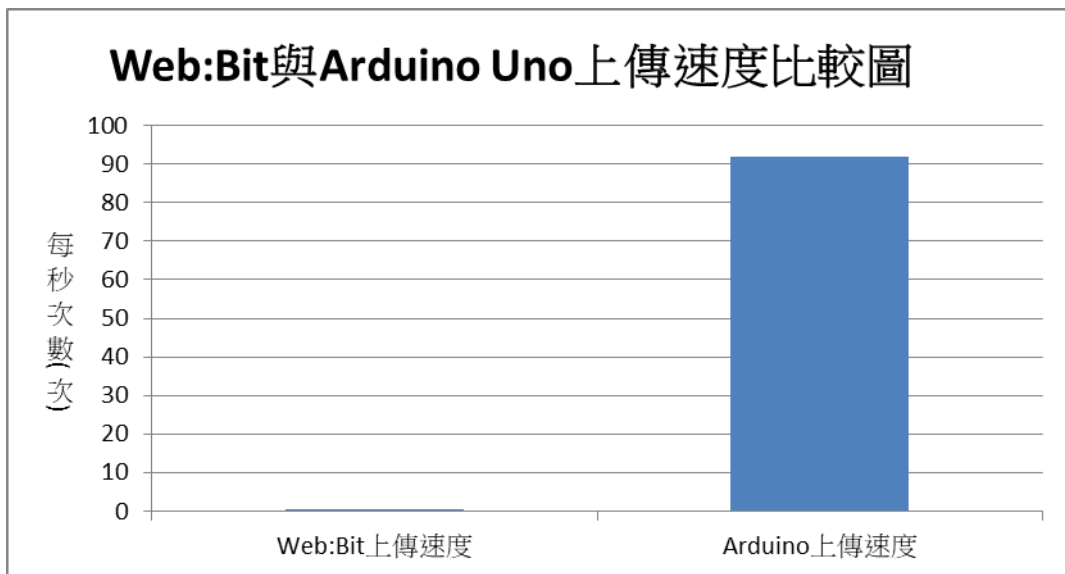


圖 7：Web:Bit 與 Arduino Uno 上傳速度比較圖

2. 實驗原理：

同第一代，利用水銀開關在傾斜時會導電的特性，使其於發生土石流時可以準確偵測土石滑動狀況。

3. 實驗過程：

(1) 架起水銀開關實驗模組（如圖 8）。

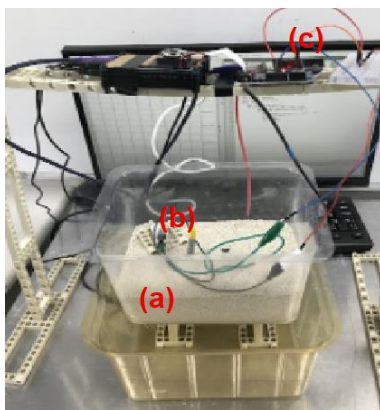


圖 8：水銀開關實驗第二代裝置圖
(a:貓砂 b:水銀開關 c:Arduino Uno)

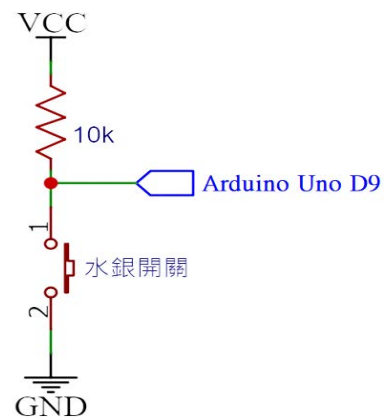


圖 9：水銀開關第二代接線圖

- (2) 將水銀開關用熱熔膠黏在一塊正方形積木並置於貓砂上，且連接上 Arduino Uno 板，接線圖（如圖 9）。
- (3) 將 Arduino Uno 板與電腦連接，程式圖（如圖 10）。


```

void setup() {
  pinMode(9, INPUT); // 初始化D9腳位
  Serial.begin(115200); // 以115200位元的速度連接上電腦或樹莓派
}

void loop() {
  Serial.print(digitalRead(D9)); // 傳輸D9電壓至電腦或樹莓派
  delay(100); // 等待0.1秒
}

```

圖 10：水銀開關實驗第二代程式圖（//後方為註解）

- (4) 模型中用貓砂模擬土石，裝貓砂的塑膠盒底部穿孔用鉛筆塞住，將鉛筆抽起時，貓砂即流下，模擬土石滑動的情形。
- (5) 當貓砂流下造成土石滑動，土石上方與積木黏結的開關就因此傾斜，導致水銀開關導通，使 Arduino D9 接收數據從 1 改變成 0。

二、光纖偵測實驗

(一) 光纖偵測實驗第一代

做光纖偵測實驗之前，我們先做了光敏電阻的靈敏度測試實驗。將光敏電阻分別放置於以下五種條件測試：1. 沒有雷射光、沒有燈光的教室 2. 教室開燈沒有雷射光 3. 教室沒開燈有雷射光 4. 教室有開燈有雷射光 5. 教室沒開燈、沒有雷射光且黑色絕緣膠帶罩住光敏電阻製造暗室。測量光敏電阻的電阻值（如圖 11）。由實驗結果發現：光的強度愈強，光敏電阻的電阻值會愈小；光的強度愈弱，光敏電阻的電阻值會愈大（如圖 12），並可由暗室數據得知，光敏電阻對環境光線非常靈敏。

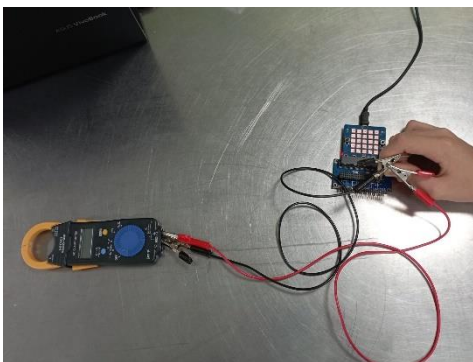


圖 11：光敏電阻測試實驗裝置圖

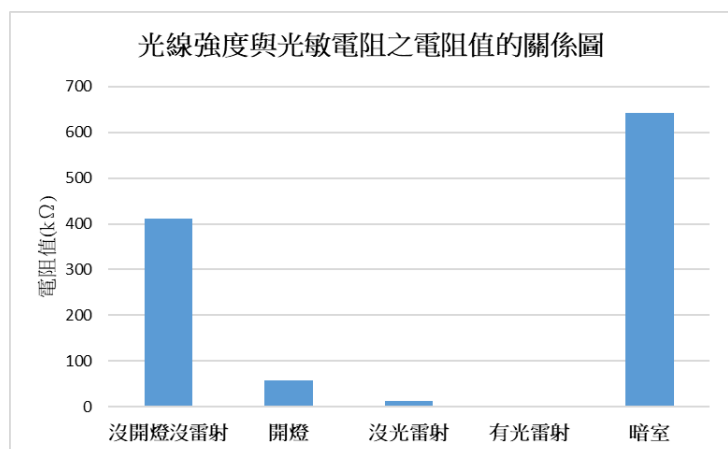


圖 12：光線強度與光敏電阻之電阻值關係圖

為了測試雷射透過光纖傳輸時光敏電阻的反應，另做了光纖模組靈敏度測試實驗裝

置（如圖 13），不過，在實驗過程中，我們發現連接光纖和光敏電阻的絕緣膠帶在彎折時會阻擋光線，使輸出訊號不穩定。因此，我們改用自製的 3D 列印接頭來對準光敏電阻和光纖。

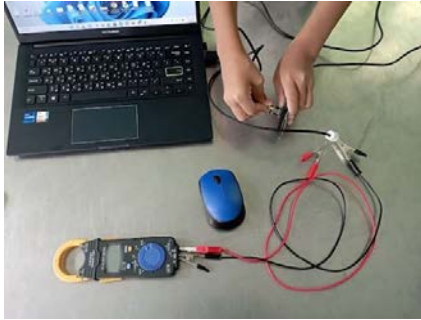


圖 13：光纖模組測試實驗裝置圖

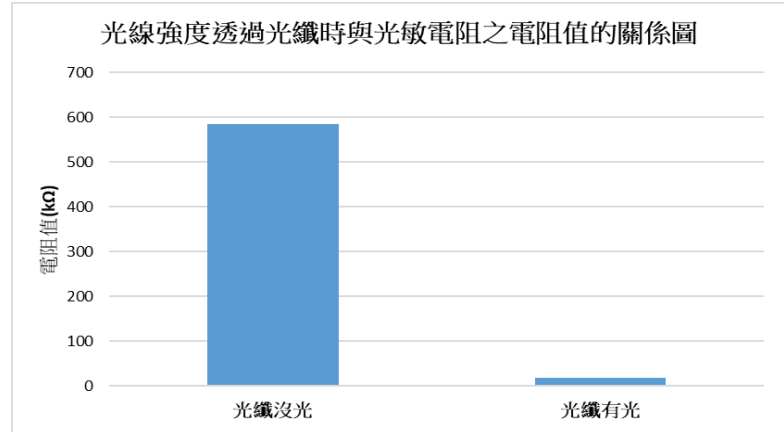


圖 14：雷射光透過光纖傳輸與光敏電阻之電阻值關係圖

1. 實驗目的：

利用光纖、雷射發射頭與光敏電阻來偵測山坡上土石是否滑動或位置變化，並且找出一個穩定的偵測方式。

2. 實驗原理：

土石流未發生時，雷射光會透過光纖，傳輸到光敏電阻中。光敏電阻在接收到光愈強時，電阻值會愈小。利用分電壓原理與接線圖（如圖 16）得知，光敏電阻接收到的光越強，輸出的電壓值(A1)會越大，使得光敏電阻分電壓傳到 Web:Bit 上的電壓相對值 A1 會愈大。當發生土石流時，造成地形改變，雷射光與光纖便會因此錯開，光敏電阻接收的光會變弱，電阻越大，電壓值(A1) 越小，當輸出數值 A1 小於臨界值時，就代表發生土石流了。

3. 實驗過程：

- (1) 架起光纖實驗模組（如圖 15）。

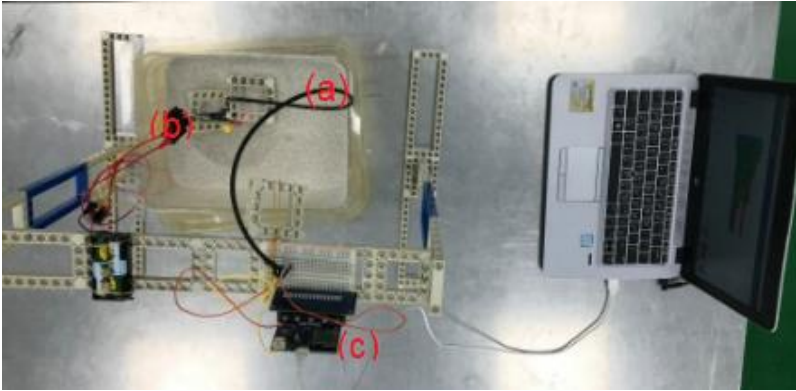


圖 15：光纖實驗第一代模組圖（a:光纖 b:雷射 c:Web:Bit）

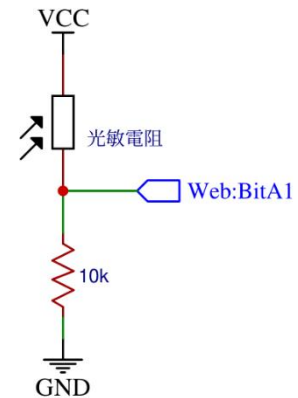


圖 16：光纖實驗第一代接線圖

- (2) 雷射和光纖對準，然後將光纖的另一端與光敏電阻連接並用 3D 列印固定套對準，形成暗室（根據上述實驗結果（圖 12），光敏電阻對光有極高的靈敏度，為了避免受到外界光線影響，所以於暗室中使用）。
- (3) 連結 Web:Bit 程式（如圖 17），可以即時傳送到 Google 表單。



圖 17：光纖實驗第一代程式圖

- (4) 啟動程式後，把兩隻色鉛筆抽掉，貓砂由孔洞往下面的盒子流下時，即可模擬土石滑動的狀況。
- (5) 等電腦端 A1 數值變成 0 之後結束實驗（確定發生土石流）。
- (6) 重複步驟(1)~(5)十次。

(二) 光纖偵測實驗第二代

1. 實驗目的：

因為第一代偵測速度較慢（請參見水銀開關偵測第二代中的 Web:Bit 與 Arduino Uno 上傳速度比較圖（如圖 7）），且不容易連結上樹莓派，所以我們使用了快速且能夠用 USB 與樹莓派連結的 Arduino Uno 板進行三代實驗。

2. 實驗原理：

土石流未發生時，雷射光會透過光纖，傳輸到光敏電阻中。光敏電阻在接收到光愈強時，電阻值會愈小。利用分電壓原理與接線圖（圖 19）得知，光敏電阻接收到的光越強，輸出的分電壓值(A0)會越大。當發生土石流時，造成地形改變，雷射光與對接的光纖便會因此錯開，此時光纖尾端的光敏電阻，因接收的光變弱而導致電阻越大，分電壓值(A0) 越小，當 A0 輸出數值小於臨界值時，就代表發生土石流了。

3. 實驗過程：

(1) 架起模組（如圖 18）。

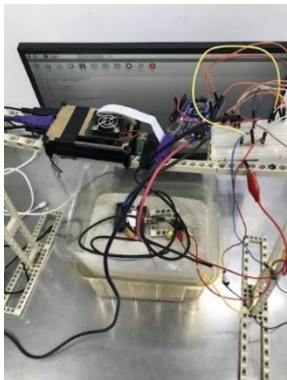


圖 18：光纖第二代實驗模組圖

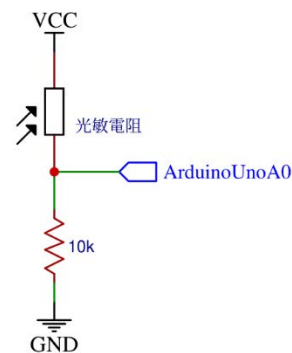


圖 19：光纖第二代接線圖

- (2) 將雷射和光纖對準，然後將光纖的另一端與光敏電阻連接並用 3D 列印固定套對準，形成暗室。
- (3) 連結 Arduino 程式（如圖 20）。

```
void setup() {  
  pinMode(A0, INPUT); // 初始化A0腳位  
  Serial.begin(115200); // 以每秒傳輸115200位元的速度連接上電腦或樹莓派  
}  
  
void loop() {  
  Serial.print(analogRead(A0)); // 傳輸A0電壓值至電腦或樹莓派  
  delay(100); // 等待0.1秒  
}
```

圖 20：光纖實驗第二代程式圖（//後方為註解）

- (4) 啟動程式後，把兩隻色鉛筆抽掉，貓砂由孔洞往下面的盒子流下時，即可模擬土石滑動的狀況。
- (5) 等待雷射與光纖錯開後結束實驗
- (6) 重複步驟(2)~(5)十次。

(三) 光纖偵測實驗第三代

1. 實驗目的：

因為雷射耗電量大，利用電池供電會讓雷射發出的雷射光不穩定，導致光敏電阻接受到的數值不穩定。因此，我們改用省電、穩定且有同樣效果的LED燈泡來代替耗電的雷射。

2. 實驗原理：

實驗原理同光纖偵測實驗第二代。

3. 實驗過程：

- (1) 架起模組（如圖 21），並接起線路（如圖 20）。

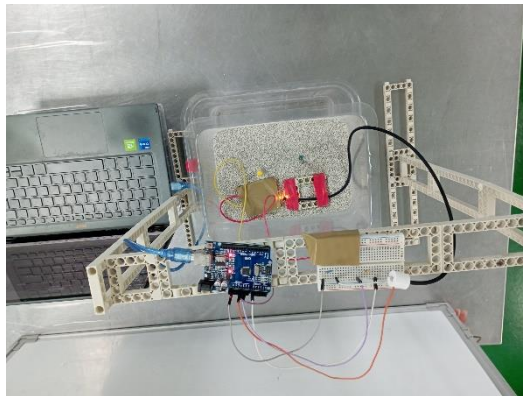


圖 21：光纖第三代實驗模組圖

- (2) 將 LED 燈泡和光纖對準，然後將光纖的另一端與光敏電阻連接並用 3D 列印固定套對準，形成暗室。
- (3) 連結 Arduino 程式（如圖 21）。
- (4) 啟動程式後，把兩隻色鉛筆抽掉，貓砂由孔洞往下面的盒子流下時，即可模擬土石滑動的狀況。
- (5) 等待光纖與 LED 燈泡錯開後結束實驗。
- (6) 重複步驟(1)~(5)十次。

三、影像偵測實驗

影像辨識是現今科技中最類似人類眼睛觀察結果的技術，提供我們最完整的訊號，避免了許多影響其他感測器靈敏度的因素，例如：水氣、光線…，但它的處理要耗費人的能力，因樹莓派連結相機模組，沒有複雜的電路連接，又提供現成已開發的電腦視覺開源資源可利用。使我們可以立即取得影像實況，是目前最穩定且最靈敏的模組，並可幫助事後影像記錄保存。

(一) 實驗目的：

利用影像偵測製作靈敏且能長時間觀察土石滑動的偵測模組。

(二) 實驗原理：

利用地形改變時，埋藏在土石底下的藍色積木就會露出，再利用 OpenCV 背景相減後，就可以偵測是否有土石滑動。

(三) 實驗過程：

1. 將相機模組接上樹莓派，並用絕緣膠帶固定在一個高過貓砂模組的平台，使相機以俯視的角度面對貓砂。(如圖 22、23)

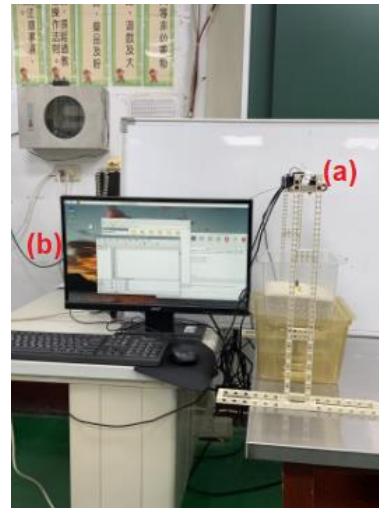
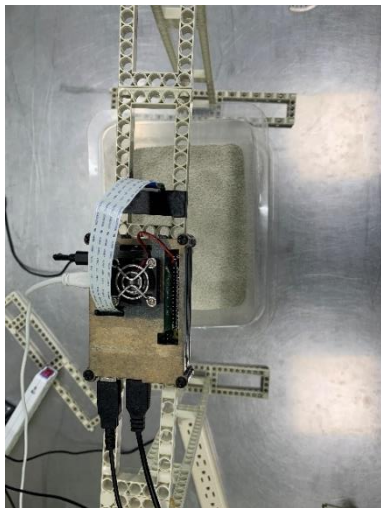


圖 22、23：影像偵測實驗模組圖 (a: 樹莓派 b:電腦螢幕)

2. 撰寫 Python 程式 (如圖 37)。
3. 啟動程式後，把兩隻色鉛筆抽掉，當貓砂往下面的盒子流下時，即可模擬土石滑動的狀況。
4. 等電腦端輸出「偵測」訊息時按"Q"鍵結束程式。

1. 進入 YouTube 首頁，建立一個直播影片，並複製直播頁面中顯示的直播金鑰。
2. 打開樹莓派後，進入 CLI (Command Line Interface，命令列介面)。
3. 打入以下命令：

```
raspivid -o - -t 0 -vf -hf -fps 30 -b 6000000
```

```
ffmpeg -re -ar 44100 -ac 2 -acodec pcm_s16le -f s16le -ac 2 -i /dev/zero -f h264 -i - -
```

```
vcodec copy -acodec aac -ab 128k -g 50 -strict experimental -f flv
```

```
rtmp://a.rtmp.youtube.com/live2/【直播金鑰】
```

4. 這時，直播畫面中便會顯示樹莓派照相機所拍攝到的畫面（如圖 26）



圖 26：YouTube 直播

5. 啟動程式。
6. 此時，Gmail 和 Line 頁面中便會顯示通知。(如圖 27、28)



圖 27：Gmail



圖 28：LINE

五、自動開關燈系統

透過準確的開關燈臨界值設定，可以提供影像識別足夠的光源，因此在做自動開關燈系統實驗之前，必須先進行光敏電阻臨界值測試實驗。我們分別測量了開燈和暗室中的光敏電阻分電壓(A0)數值，已得到更精確的光敏電阻臨界值（如表 2）：

表 2：平均光敏電阻分電壓值

	開燈時	暗室中
平均光敏電阻分電壓值	1.25V	0.007V

由以上實驗結果，我們設定 1.05V 為啟動點燈的臨界值。

(一) 實驗目的：

本研究目的是讓影像偵測在光線不足時也能運作，進而研發出的自動開關燈系統。

(二) 實驗原理：

利用光敏電阻感測光線強弱，透過分電壓原理可知，光越弱，分電壓值 A0 越小，當分電壓值小於臨界值(1.05V)時，如圖 32 所示，Arduino D9 輸出高電位(5V)，使得繼電器輸出端連接 110V 電源與 75W 燈泡，即可點燈。

(三) 實驗過程：

1. 將線路（如圖 29）接起。

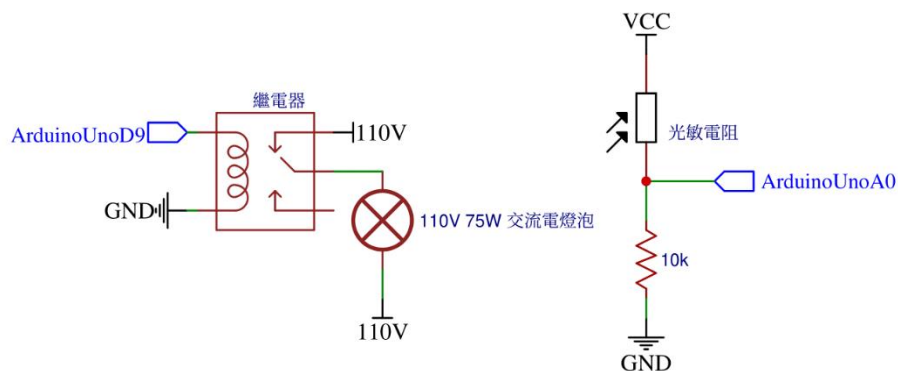


圖 29：自動開關燈系統接線圖

2. 撰寫程式(如圖 30)。

```

int value = 215; // 設定臨界值

void setup() {
  pinMode(A0, INPUT); // 初始化光敏電阻
  pinMode(9, OUTPUT); // 初始化燈泡輸出
}

void loop() {
  int input = analogRead(A0); // 將A0 (光敏電阻) 讀到的數值寫進變數"input"

  if (input > value) { // 如果A0數值大於臨界值 (有光)
    digitalWrite(9, HIGH); // 關閉燈泡 (因為燈泡接繼電器的常開，因此必須輸出"HIGH"以關閉電流)
  }

  else { // 否則 (沒光)
    digitalWrite(9, LOW); // 開啟燈泡 (因為燈泡接繼電器的常開，輸出"LOW"才能使電流通過。
  }
}

```

圖 30：自動開關燈系統程式圖

3. 將插頭接上電源。
4. 狀況 1：點亮室內燈光，確定燈泡並無開啟。
5. 狀況 2：用紙箱製成的暗室覆蓋光敏電阻（模擬光線不足情境），確定燈泡開啟，用來提升影像識別準確性。

六、雨量偵測系統

(一) 實驗目的：

因為大雨經常伴隨著土石流，為了提升土石流判別準確率，本實驗加入了一個雨量偵測系統，在大雨發生時加強偵測土石流。

(二) 實驗原理：

利用水會導電的特性，在大雨發生時，銅片電極間的棉花，因吸滿水分而降低其間的電阻值。透過分電壓原理，我們可以得知電阻值越小，分電壓值(A0)越大。當 Arduino 偵測到分電壓值上升至一定程度時，就代表雨量到達警戒程度，可能導致土石流發生。

(三) 實驗過程:

1. 拿出兩片黃銅，將兩片黃銅平行放置，並在中間夾入保麗龍和棉花。
2. 將黃銅片、保麗龍和棉花用橡皮筋固定。

3. 將兩片黃銅用鱷魚夾夾起，並在鱷魚夾的另一端夾上杜邦線，以方便麵包板接線（如圖 31）。

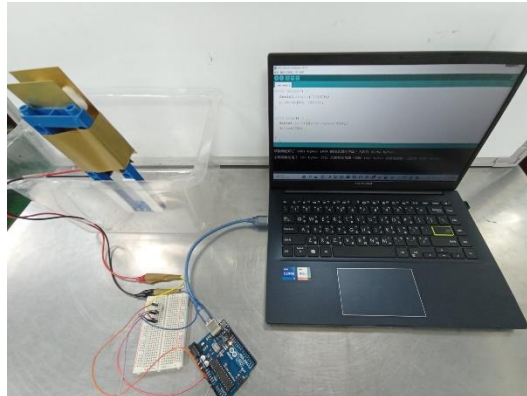


圖 31：雨量偵測系統裝置圖

4. 接起線路（如圖 32）。

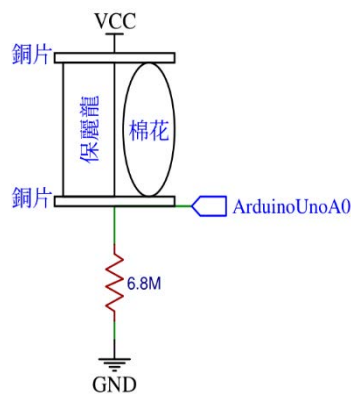


圖 32：雨量偵測系統接線圖

5. 用滴管滴 1ml 的水到棉花上，紀錄 Arduino Uno 的 A0 數值。
6. 重複步驟 5 直到棉花上已有 5ml 的水
7. 重複步驟 1~6 在紅銅片的裝置上。

伍、研究結果與討論

一、水銀開關實驗

在開關導通時，水銀開關會因為傾斜與否，導致通電或不通電，輸出的是數位，只有「偵測到土石流」和「沒偵測到土石流」兩種狀態。並且，水銀開關的偵測範圍較小，需非常接近土石流崩塌處才偵測得到，因此架設密度需較高，才可準確偵測。再加上水銀開關的偵測靈敏度不穩定（最多需要 40 秒才能偵測到土石流異況），因此水銀開關偵測方式僅作為本系統輔助判別之用。

(一)第一代：

發現問題：架設水銀開關電路時，直接將電源經過開關接上 Web:Bit 板，開關導通時 Web:Bit 監測正常；但開關沒有導通時，輸出的數值會不斷浮動（如圖 33），導致 Web:Bit 誤以為土石流發生。

改進方法：使用上拉電阻的方式（如圖 34）連結上 Web:Bit 板，使數據更加穩定（如圖 35）。

時間(秒)	水銀開關傾斜五度	水銀開關沒傾斜
1	0	1
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	1
6	0	1
7	0	1
8	0	0
9	0	1
10	0	1

圖 33：沒有用上拉電阻時的 Web:Bit A0 值

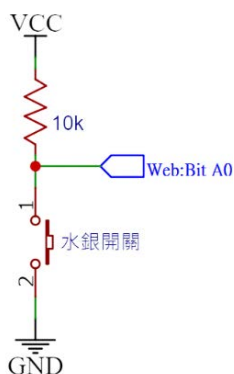


圖 34：上拉電阻接線圖

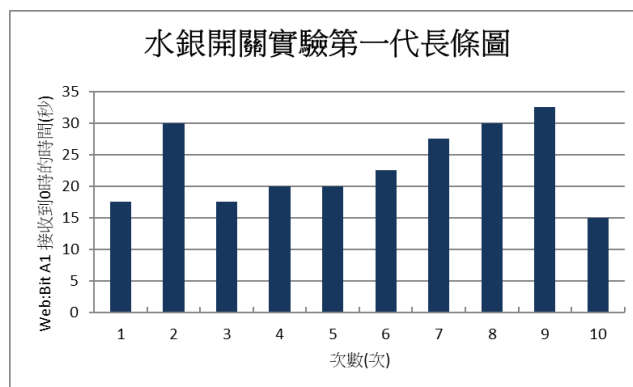


圖 35：水銀開關實驗第一代長條圖

(二)第二代：

發現問題：在做實驗時，我們發現當水銀開關在傳輸資料的時候，會受網路穩定度影響，傳輸速度不穩定，無法準確知道訊號超過臨界值與偵測到土石流時的發生時間。此外，Web:Bit 板和樹莓派較難連結，也不支援 Gmail 通知功能，能夠通知使用者的方法有限，(如表 3) Web:Bit、Arduino Uno、樹莓派及「樹莓派+Arudino Uno」支援項目比較圖。

表 3：Web:Bit、Arduino Uno、樹莓派支援項目比較圖

支援項目	Web:Bit	Arduino Uno	樹莓派	樹莓派+ Arduino Uno
Google 試算表	V	△ ₂	V	V
LINE	V	△ ₂	V	V
Gmail	X	△ ₂	V	V
寫入檔案	X	△ ₂	V	V
直播	X	X	V	V
影像偵測	△ ₁	△ ₂	V	V

△₁：與 Web:Bit 同公司的產品 Web:Ai 也有影像識別的功能，但無法背景相減，因此不被採用。

△₂：Arduino Uno 也可以透過模組完成這些功能，但因線路複雜且模組昂貴，因此不被採用。

改進方法：使用傳輸資料穩定快速且能與樹莓派連結的 Arduino Uno 進行實驗，實驗結果(如圖 36)。

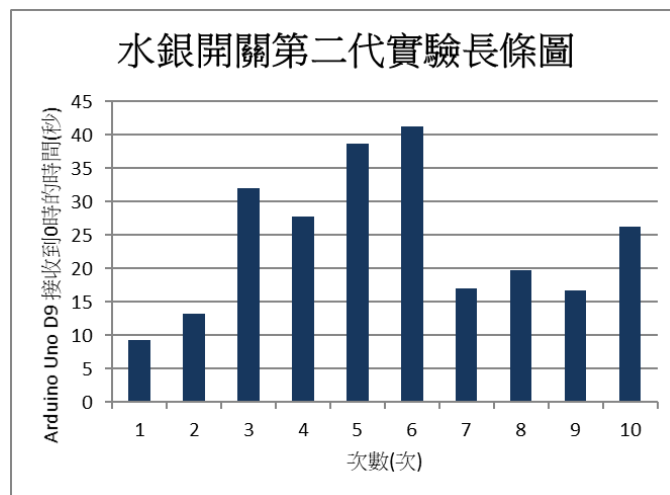


圖 36：水銀開關第二代實驗長條圖

小結：

水銀開關實驗的數據皆符合預期，在時間內由 1 轉為 0。但因偵測所需時間過久且不穩定，因此我們決定將水銀開關偵測方式，在土石流偵測模組中做為輔助判別之用。

二、光纖偵測模組實驗

相較於水銀開關，光纖模組可以收到光的類比漸變訊號，當土石稍微移動，通過光纖傳輸的雷射光就會少一點，接收尾端光量隨之變少。因而此方法可用於長期觀測，透過長時間的數據比較，就可以找出最近坡度改變較大、較危險的區域，以便進行監控。

(一)第一代：

發現問題：用光纖對準光纖來進行實驗，實驗結果（如圖 37），當土石滑動光纖兩段分離在傳輸過程中光會減弱太多且不穩定。

改進方法：改用雷射對準光纖，接收端才可以接收到比較穩定的變化數值。

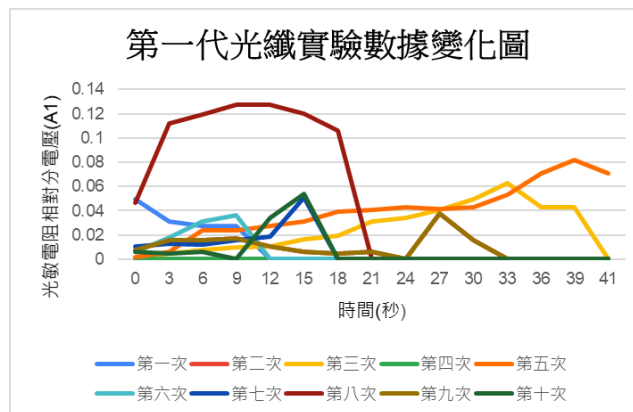


圖 37：第一代光纖實驗數據變化圖

(二)第二代：

發現問題：同水銀開關實驗，傳輸速度不穩定，因此透過偵測到異常前的數據筆數，將無法提供準確發生土石流的時間。同時，Web:Bit 板和樹莓派較難連結，也不支援 Gmail 通知功能，能夠通知使用者的方法有限（如表 3）。

改進方法：同水銀開關實驗，實驗結果（如圖 38）我們採用傳輸資料穩定快速且能與樹莓派連結的 Arduino Uno 進行實驗。

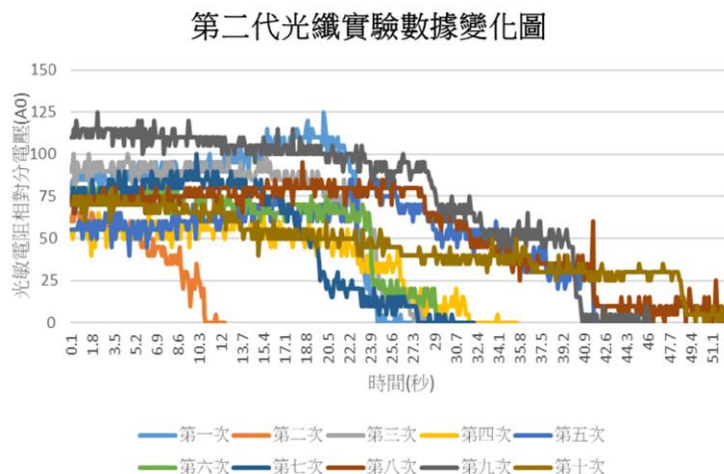


圖 38：第二代光纖實驗數據變化圖

小結：

貓砂滑落代表土石崩塌時，因地形變化而使雷射光與光纖錯開，使得通過光纖的雷射光減少，利用分電壓原理，光敏電阻分電壓(A0)皆穩定下降，因此取此模組作為光纖的最後模組。

(三)第三代:

發現問題：因為雷射耗電量大，利用電池供電，長時間使用會使雷射發出的雷射光不穩定，導致光敏電阻接受到的光量不穩定。

改進方法：將供電方式改成用 Arduino Uno 供電，實驗結果（如圖 39），並且改用耗電量低的 LED 來進行實驗。

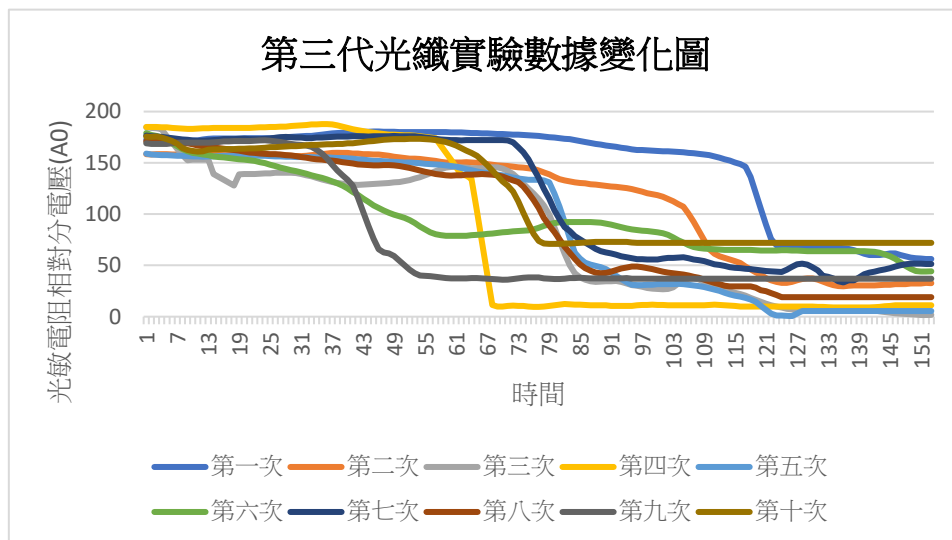


圖 39: 第三代光纖實驗數據變化圖

三、影像偵測模組實驗

影像偵測模組在所有模組中，是最靈敏的一個，通常在抽筆後，0.5~2 秒就能偵測到土石滑動。這是因為鏡頭所偵測的藍色吸管放在貓砂表面下方，幾乎一抽筆就會顯露出來。在實際情況中，藍色吸管可以被顯眼的塑膠板或鐵板取代，以便使影像偵測系統快速發現塑膠板或鐵板露出。

(一) 第一代

發現問題：模組輸出容易被照片中的雜訊影響。

改進方法：修正程式（如圖 40），如藍色部分所示，加入去雜訊函式。

(二) 第二代

發現問題：程式一開始時會誤報三筆資料。

改進方法：修正程式（如圖 40），如紅色部分所示，讓警報程式自動忽略前三筆數據。

```
#A
from picamera.array import PiRGBArray
from picamera import PiCamera
import cv2
import time
import urllib.request
import numpy as np
import os.path as path
import os
import cv2 as cv
import argparse
import RPi.GPIO as GPIO
import time
#A 到這裡是匯入函數的程式
#B
camera = PiCamera()
camera.resolution = (64, 64)
camera.framerate = 50
camera.framerate = 15
camera.rotation = 180
rawCapture = PiRGBArray(camera, size=(64, 64))
display_window = cv2.namedWindow('Faces')
#B 到這裡是對鏡頭初始化的程式
#C
parser = argparse.ArgumentParser(description='This program shows how to use
background subtraction methods provided by \ OpenCV. You can process both videos and
images') parser.add_argument('--input', type=str, help='Path to a video or a sequence of
image') parser.add_argument('--algo', type=str, help='Background subtraction method (KNN,
MOG2).', default='MOG2')
args = parser.parse_args()
if args.algo == 'MOG2':
    backSub = cv.createBackgroundSubtractorMOG2()
else:
    backSub = cv.createBackgroundSubtractorKNN()
#C 到這裡是背景相減的程式
#D
log = open('home/pi/log.txt', 'a')
log.write(time.time() + '\n')
log.close()
write_yes = True
#D 到這裡是打開要寫入檔案的程式
k = 0
for frame in camera.capture_continuous(rawCapture, format='bgr', use_video_port=True):
```



```

k = k + 1 camera.start_preview()
img = frame.array
#E
fgMask = backSub.apply(img)
fgMask = cv2.medianBlur(fgMask, 3)
#E 到這裡是去雜訊的程式(一)
#F
for i in range(63):
    i = i + 1
    for j in range(63):
        j = j + 1
        a = fgMask[1 * i, 1 * j]
        b = fgMask[1 * i - 1, 1 * j]
        c = fgMask[1 * i, 1 * j - 1]
        d = fgMask[1 * i - 1, 1 * j - 1]
        f = a + b + c + d
#F 到這裡是去雜訊的程式(二)
#G
if (f == 252 and k > 3):
    print('yes')
    if write_yes:
        log = open('home/pi/log.txt', 'a')
        log.write(time.time() + '\n')
        log.close()
        write_yes = False
        break
if (f == 252):
    break
#G 到這裡是發現土石流時要怎麼做的程式
#H
cv2.imshow('Faces', fgMask)
cv2.imshow('img', img)
key = cv2.waitKey(1)
rawCapture.truncate(0)
if key == ord('q'): #按 Q 結束
    break
#H 到這裡是顯示圖片的程式

```

圖 40：第二代影像偵測程式圖（#後方為註解）

(三) 第三代

發現問題：藍色積木面積過大，考慮未來要和光纖偵測合併使用，會導致光纖和 LED 無法正常錯開。

解決方法：使用體積較小、卻和藍色積木同樣容易被影像偵測模組感測到的藍色吸管代替，即可避免水銀開關被積木卡住，實驗結果（如圖 41）。

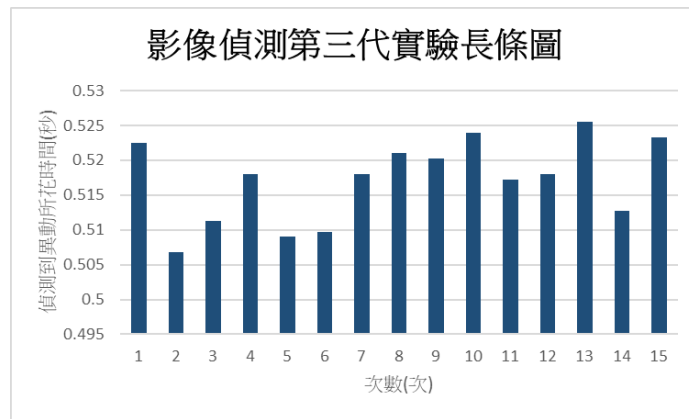


圖 41：影像偵測第三代實驗長條圖

小結：

由偵測到貓砂崩塌時的藍色吸管所需時間，皆小於 1 秒，遠低於水銀開關與光纖偵測的時間，影像偵測的數據皆符合預期，從「沒偵測到土石流」轉為「有偵測到土石流」。藍色吸管埋藏的位置淺或深，會導致偵測時間差異，但靈敏度都很高，因此非常適合大範圍、長時間的偵測。

四、自動開關燈系統

如圖 42（左）顯示在光量不足時即刻點燈，提供影像識別系統足夠光源，圖 42（右）在光量充足時關燈，得到節省能源的效果。

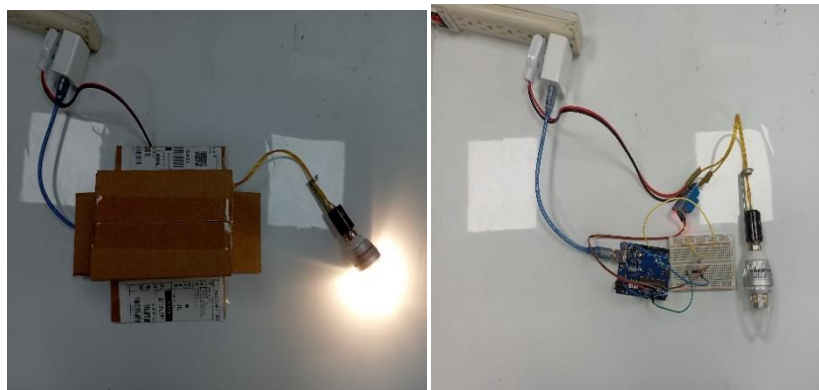


圖 42：(左)光量不足時開燈，(右)光量充足時關燈

小結：

實驗結果皆符合預期，75W 燈泡在光量不足時便會自動開啟。

五、雨量偵測系統

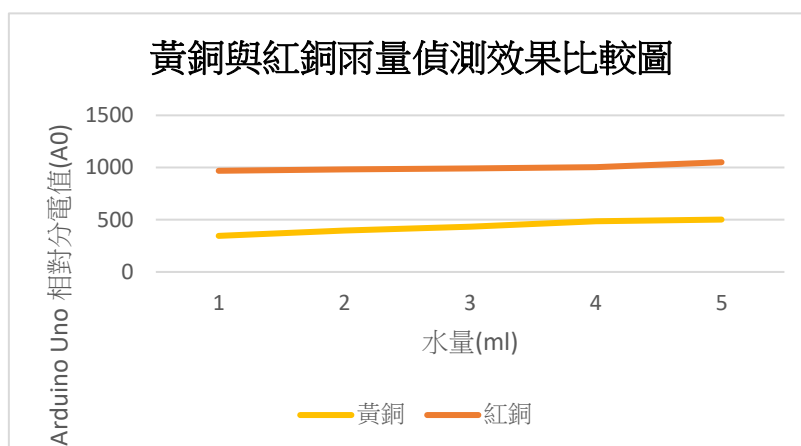


圖 43：黃銅與紅銅雨量偵測效果比較圖

小結：

因為紅銅（接近純銅）的導電性比黃銅（參雜其他金屬）好，如圖 32 電路圖所示，由分電壓原理可得知，紅銅的分電壓值(A0)將會較高，與圖 43 趨勢相符。此外，兩者隨雨量增加之分壓值上升幅度幾乎一致，也就是其對雨量偵測的靈敏程度相似，輸出電壓的變化關鍵主要在於銅電極之間的填充物（棉花或泥土）的乾濕度。

六、依據實驗結果，針對以下特性比較三種偵測器的優缺點，如表 4 所示：

表 4：三種偵測器的優缺點

特性比較項目	水銀偵測器	光纖偵測器	影像辨識偵測器
穩定度	較低	較高	較高
靈敏度	較低	較高	較高
反應時間	較長	普通	較短
價錢	極低	極低	較高
操作方便	較不便	較不便	較方便
電路結構	較複雜	較複雜	無
推廣性 (小學生可以製作與操作)	較高	較高	較低

如表 4 所示，光纖偵測器與影像辨識偵測器具備更多的優點，我們認為：

- (1) 光纖偵測器之器材便宜，操作上略嫌複雜，但如果可以將其模組化，使用者只需將光纖模組對接處，依指示埋入土石中即可使用。除此，整個系統內含豐富科學原理，小學生在使用過程中可以提升科學與運算思維之能力。
- (2) 影像辨識偵測器價位較高，但操作方便且準確率高，且可將影像訊息同步傳遞至社群平台，具有眼見即所得的說服力，非常適合企業與國家級單位使用。
- (3) 將上述兩系統合併使用，除了多重確認，且可以由光纖系統第一時間判斷土石流發生，開啟照明設備與影像辨識系統，並將影像訊息同步傳遞至社群平台，將可達到更靈敏、穩定、快速且真實的傳送訊息。

七、本實驗更多的內容，請參閱網址：<https://webai404.wixsite.com/landslide>

陸、結論

本研究透過自製的影像偵測模組、水銀開關模組與光纖感測模組，將土石流警訊成功傳至手機上的 LINE 與 Gmail，並用影像偵測模組架設了一個實境 YouTube 直播網頁。目前，此研究已達成以下目標：

- 一、以科學原理為本，透過自製模組，利用水銀開關、光敏電阻、銅電極及相機鏡頭多種偵測器，準確地偵測且預測土石流發生時的傾斜、錯移和像素變化，當其中任何一項達到設定的警戒值，即會發出警報。
- 二、結合物聯網技術，透過 Arduino、樹莓派、Python 程式連結手機 LINE 與 Gmail，即時反應土石流位置，任何人只要加進指定的 LINE 群組中，或提供 Gmail 帳號給系統，即可在災難發生或將要發生時得到警訊。同時，樹莓派也會透過相機鏡頭及網路，將現場狀況直播上傳至 YouTube，讓相關人員不必到現場查看即可得知當地狀況並記錄資料。

本研究以土石流預警為主題，目前已成功、準確、快速地偵測土坡坡度的些微變化，在一些高土石流風險地帶，架設可長期記錄定點區域的坡度，透過大數據分析與災難判斷，在災害發生之前，將警訊即時發布於使用者，有效降低生命財產損失，透過此裝置能廣泛應用於各縣市中，可減少救援人員在執行救災任務時，遭受不幸的慘劇。

本研究偵測系統應用性高，如 110 年花蓮鐵道邊坡施工異物掉路鐵軌、111 年高鐵軌道附近發生水泥工廠煙囪倒塌、或者近年極端氣候所引起的強降雨導致產生大量土石流等公安危機，皆可由本系統偵測到。三個偵測系統都各有它的特點，在未來的研究當中，我們將以複合式的偵測模式，汲取各系統的優點，提升偵測效能與實用性。

柒、參考文獻資料

- 一、黃文玉（2019）。**實戰 Web:Bit/創客體驗 x 運算思維 x 物聯網實作**。台北市：碁峰。
- 二、OpenCV 官網 取自：opencv.org
- 三、Getting started with the Camera Module - Introduction | Raspberry Pi Projects
取自：<https://projects.raspberrypi.org/en/projects/getting-started-with-picamera/0>
- 四、[Python 實戰應用]Python 寄送 Gmail 電子郵件實作教學，取自：
rncodewithmike.com/2020/02/pythn-email.html
- 五、使用 Python 實作發送 LINE Notify 訊息，取自：<https://bustlec.github.io/note/2018/07/10/line-notify-using-python/>
- 六、翰林版四上自然與生活科技課本。「**燈泡亮了**」。翰林出版。
- 七、翰林版四下自然與生活科技課本。「**光的世界**」。翰林出版。
- 八、南一版六上自然與生活科技課本。「**多變的天氣**」。南一出版。
- 九、南一版六上自然與生活科技課本。「**地表的變化**」。南一出版。

【評語】 082805

此作品利用三種感測方式結合與監測設計提出土石流偵測系統，運用了即時通訊技術，符合本土需求的科展題目，用心的成果值得鼓勵。每種感測方式皆提出兩種以上設計討論優劣，並利用社群與即時影像直播，具有新興科技融入，是一份豐富的作品。感測方法是否會將地震或人為晃動誤判為土石流、長期使用的電源設計、人員與影像拍攝頻率的安排，建議可將這些因素納入考量與設計。設計時考量實際使用時的狀況再加以優化，應可有更大的貢獻。

作品簡報

預見土石 土石流偵測系統

組別：國小組

科別：生活與應用科學科(一)

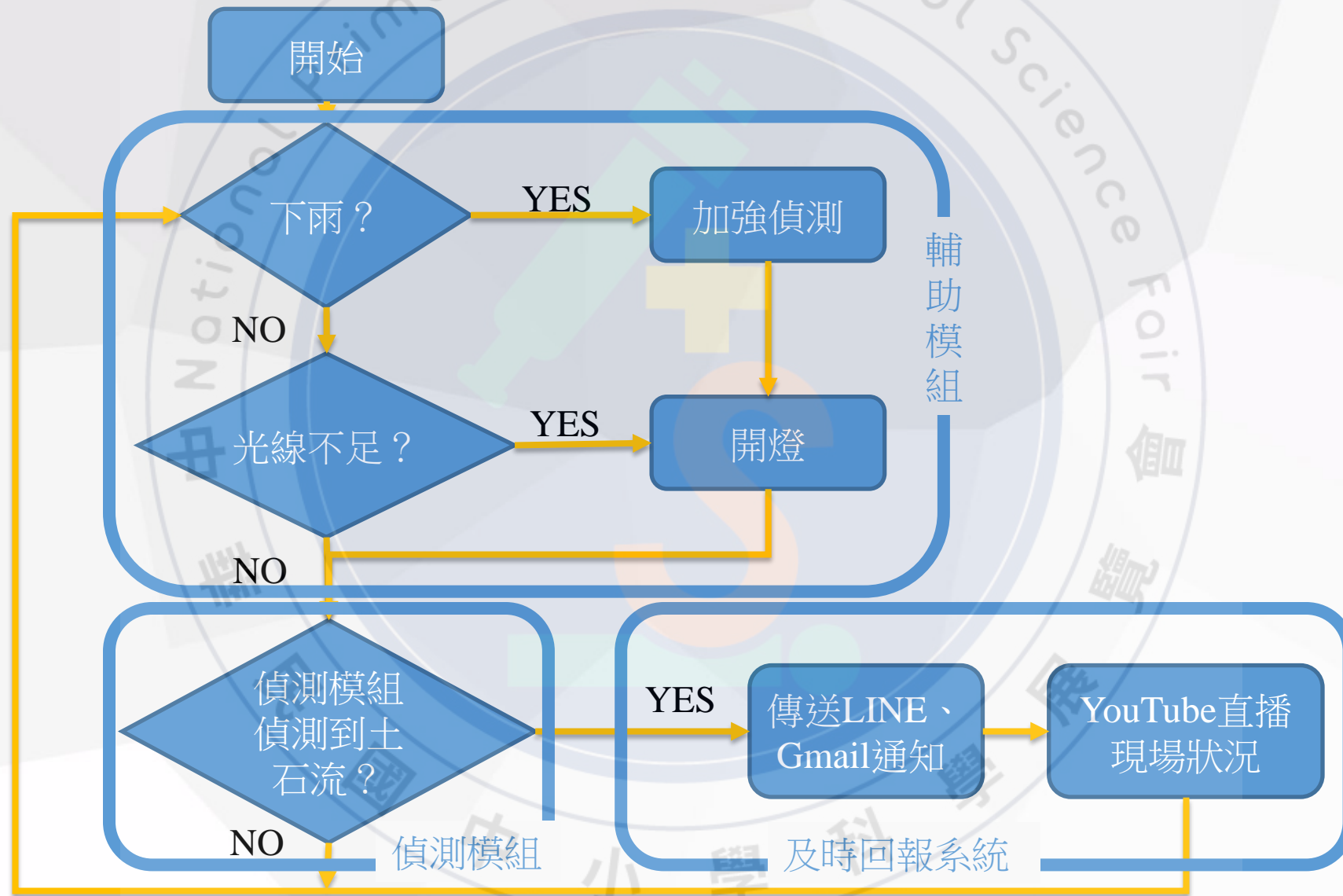


實驗目的

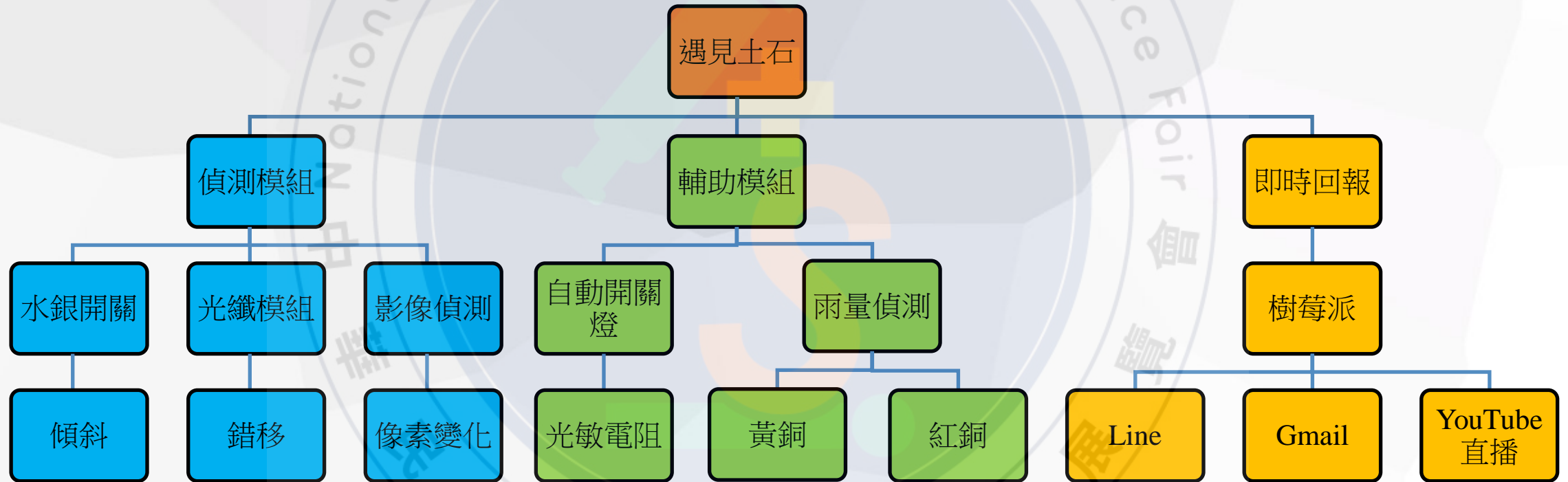
- 台灣**雨量多**、**土石多**、**坡度多**
- 造成台灣的**土石流普遍**，也常使**生命財產損失**
- 本研究偵測系統利用開源的**Arduino**及**Python**程式，具有以下特點：
 - 價格低廉，準確性高
 - 容易架設，普及性高
 - 救災人員可即時看到現場狀況
 - 可在土石流發生前發出**警報**
 - 減少人員傷亡和財產損失



研究方法－模組流程圖



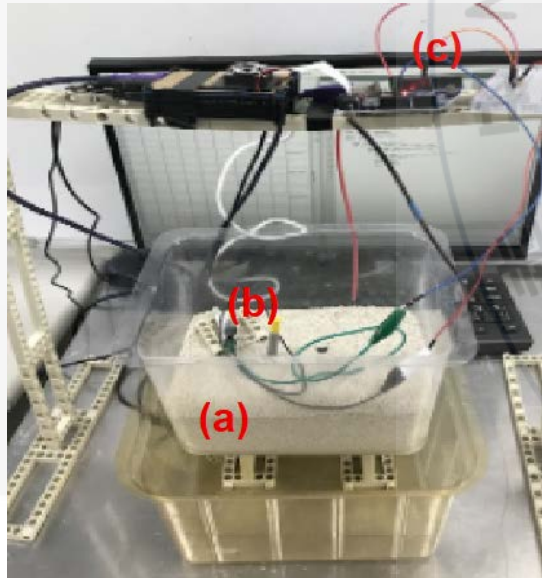
研究方法—架構圖



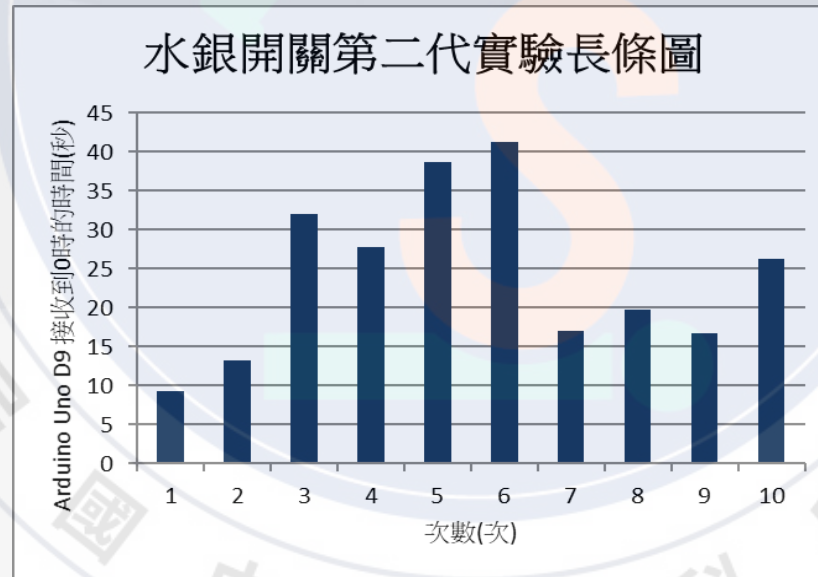
水銀偵測模組

➤ 模組原理：土石滑動時

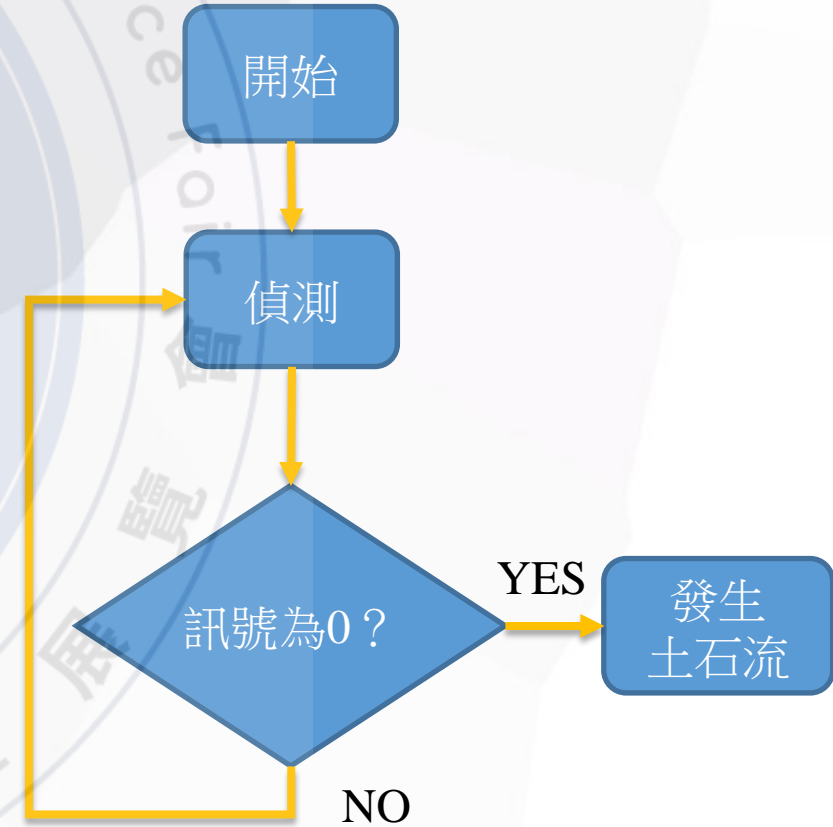
- 水銀開關**傾斜**而**導電**
- 根據上拉電阻的原理，開關訊號會由**1**轉**0**
- Arduino**偵測**出**土石流**



水銀實驗裝置圖



水銀開關實驗數據長條圖

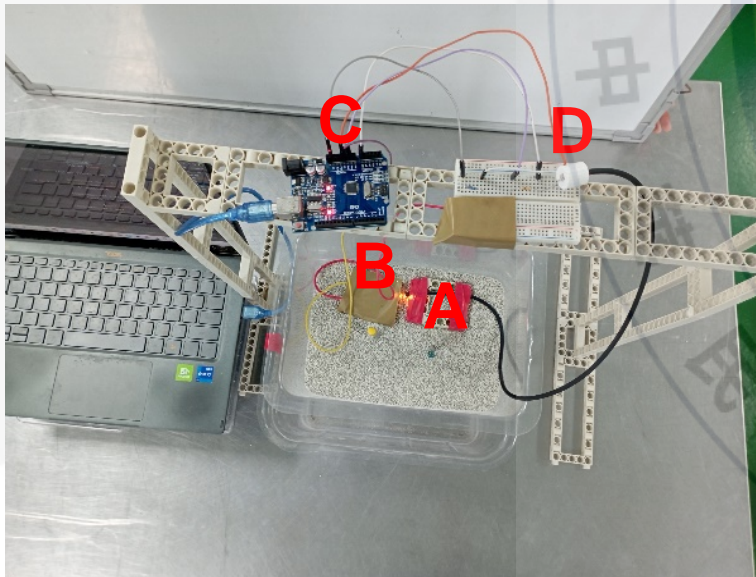


水銀偵測模組流程圖

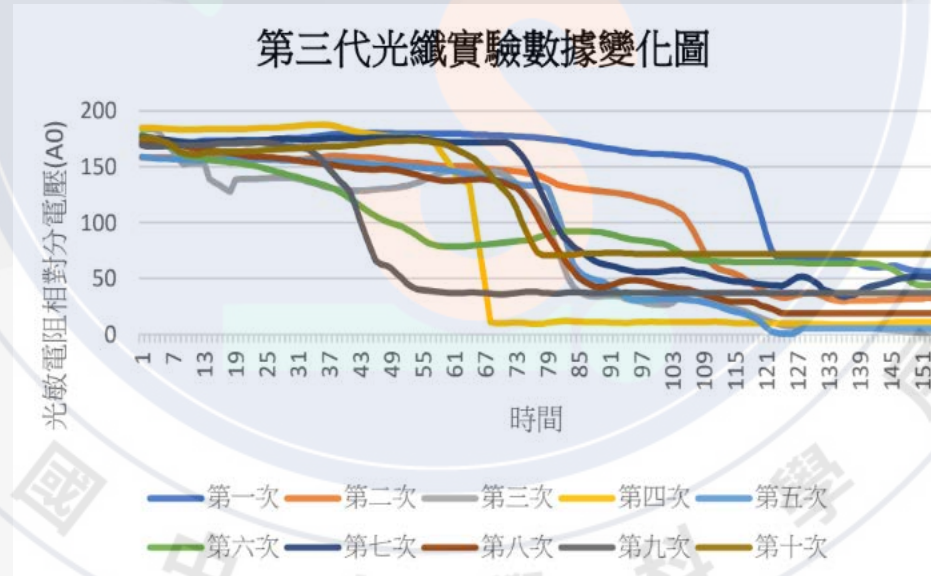
光纖偵測模組

➤ 模組原理：土石崩塌時

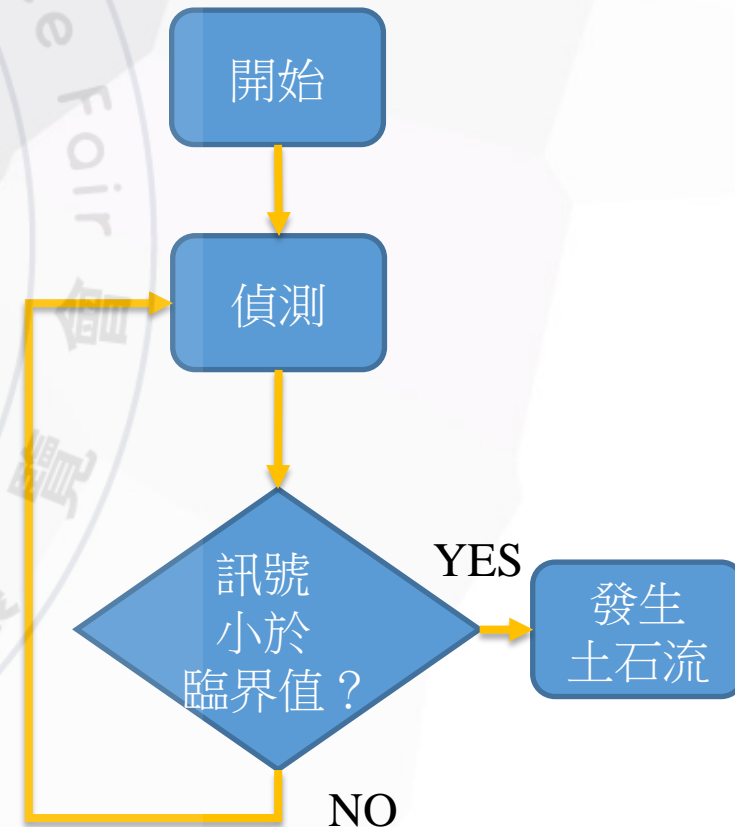
- 光纖與LED錯開
- 光敏電阻接收到的光變少
- 光敏電阻電阻值升高
- 根據分電壓原理，A0腳位分電壓降低
- Arduino偵測出土石流



光纖實驗裝置圖



光纖實驗數據折線圖

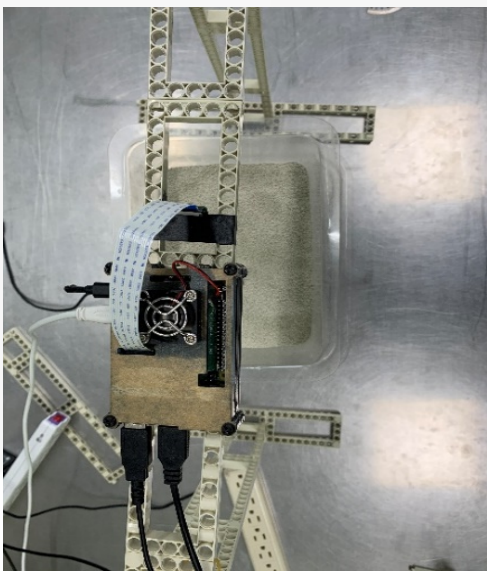


光纖偵測模組流程圖

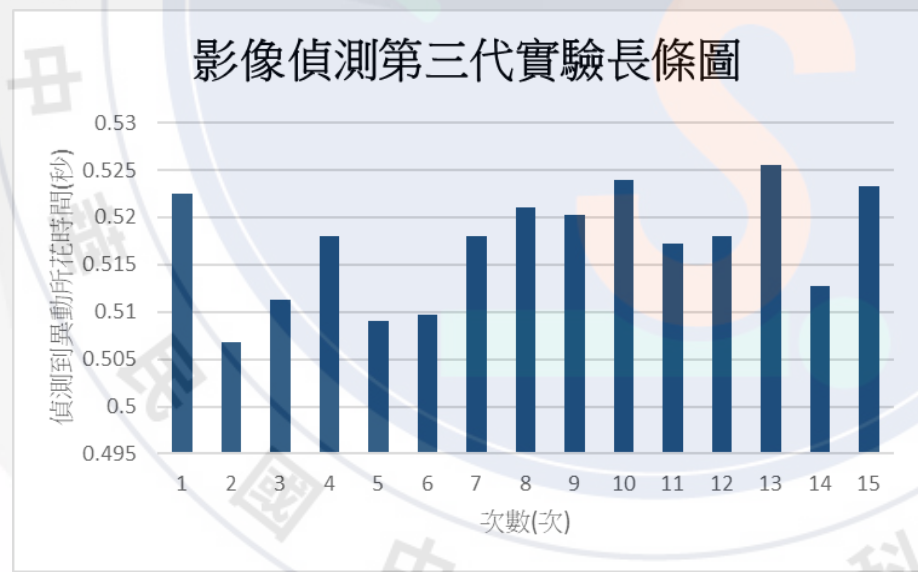
影像偵測模組

➤ 模組原理：土石滑動時

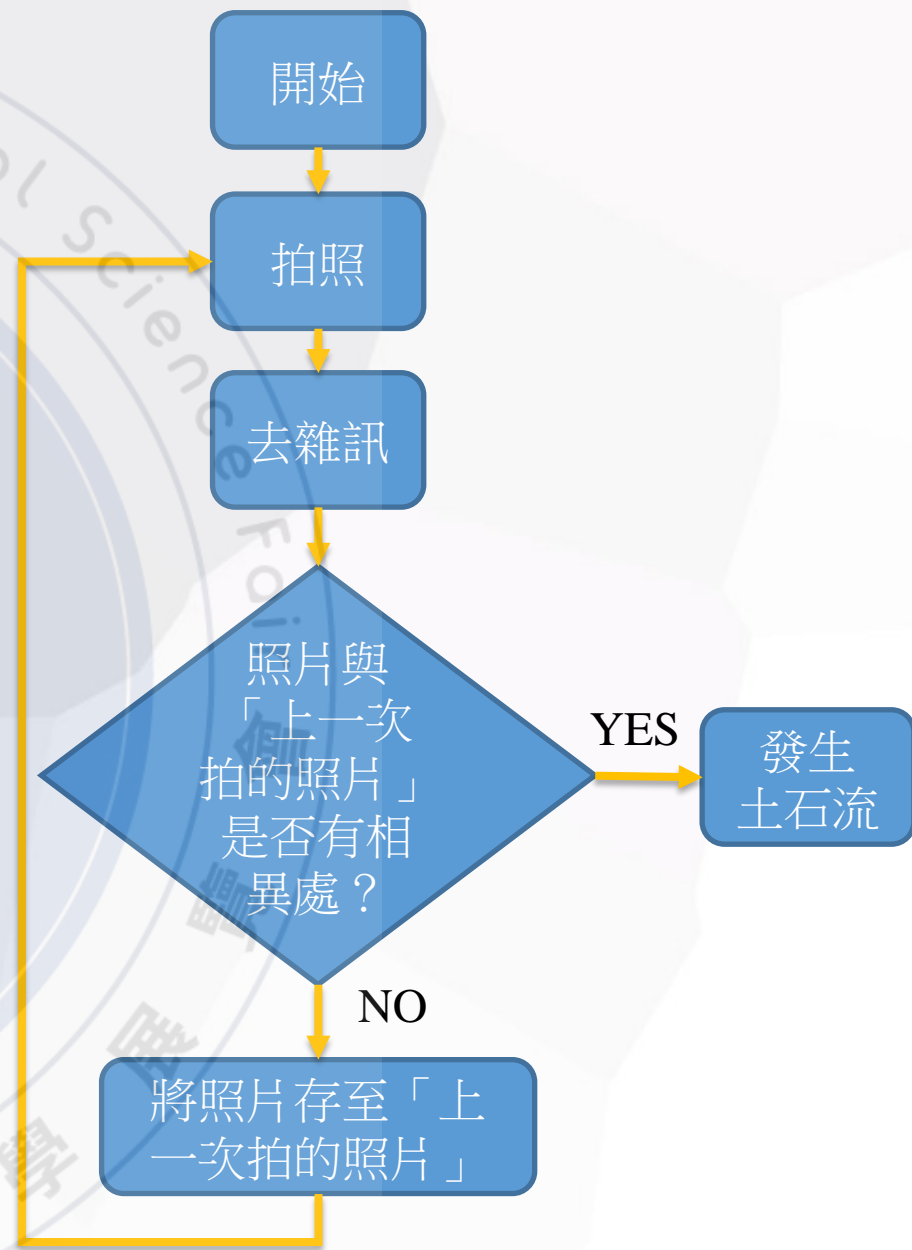
- 鏡頭**像素變化**
- **樹莓派**透過**Python**程式偵測出土石流。



實驗裝置圖



影像偵測實驗長條圖

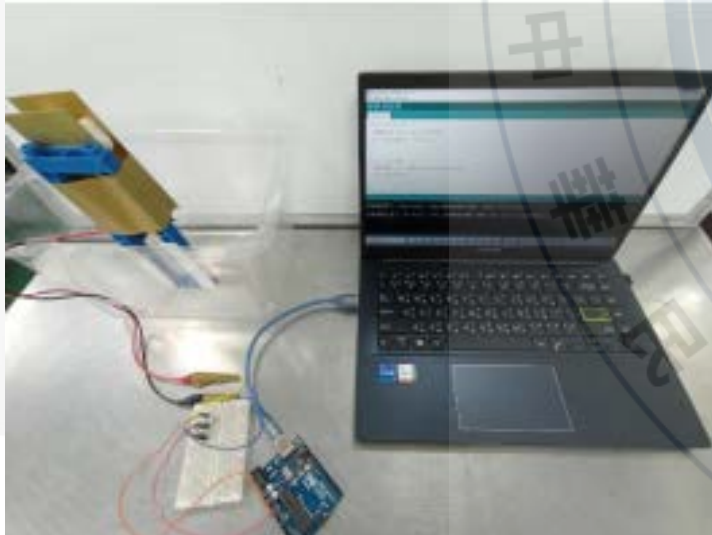


影像偵測模組流程圖

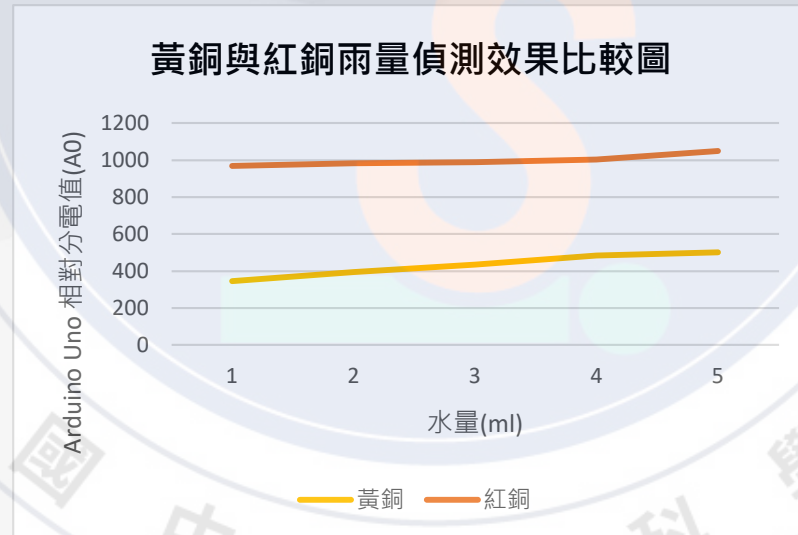
雨量偵測系統

➤ 模組原理：下雨時

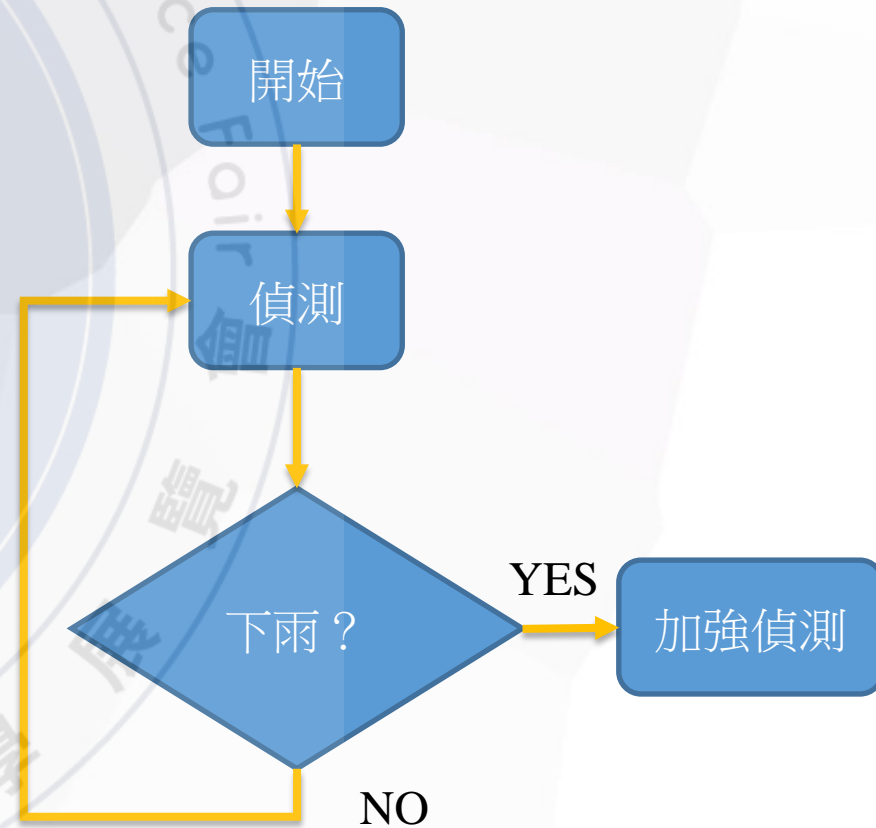
- 棉花**變濕**
- 銅片間**電阻值變小**
- 根據分電壓原理，A0腳位分電壓**升高**
- Arduino偵測出下雨，**加強偵測**



雨量偵測實驗裝置圖



黃銅紅銅雨量偵測效果比較圖

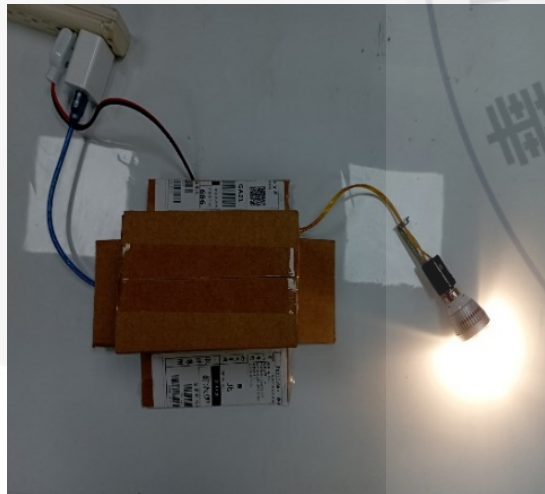


雨量偵測系統流程圖

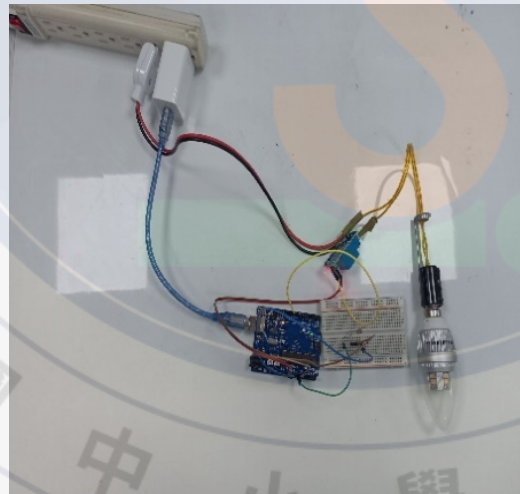
自動開關燈系統

➤ 模組原理：光線不足時

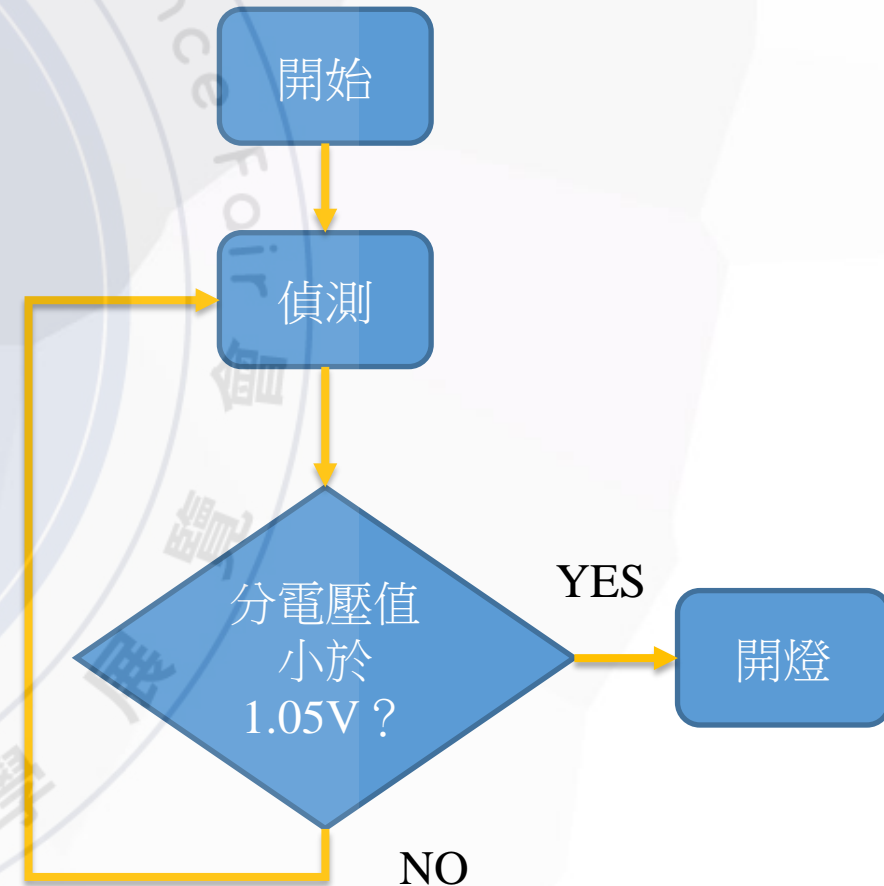
- 光敏電阻接收到的光**變少**
- 光敏電阻**電阻值變大**
- 根據分電壓原理，A0腳位分電壓**降低**
- Arduino偵測出**光線不足**，**開燈**



實驗結果圖(暗處亮燈)



實驗結果圖(明處熄燈)



自動開關燈系統流程圖

即時回報系統

➤ 模組原理：任何一種偵測模組偵測出土石流時

- **Arduino** 透過USB通知**樹莓派**
- **樹莓派** 透過網路和**Python**傳送**Gmail**和**LINE**警訊
- **樹莓派** 運用**ffmpeg**指令**直播**現場狀況

```
1 import smtplib
2 from email.mime.multipart import MIMEMultipart
3 from email.mime.text import MIMEText
4
5 content = MIMEMultipart() #建立MIMEMultipart物件
6 content["subject"] = "土石流發生【土石流發生】" #郵件標題
7 content["from"] = " " #寄件者
8 content["to"] = " " #收件者
9 content.attach(MIMEText("土石流發生 請到以下網址查看現場狀況: https://youtu.be/7<sFAGTsTWU")) #郵件內容
10
11 import smtplib
12 with smtplib.SMTP(host="smtp.gmail.com", port="587") as smtp: # 設定SMTP伺服器
13     try:
14         smtp.ehlo() # 驗證SMTP伺服器
15         smtp.starttls() # 建立加密傳輸
16         smtp.login(" ", " ") # 登入寄件者gmail
17         smtp.send_message(content) # 寄送郵件
18         print("Complete!")
19     except Exception as e:
20         print("Error message: ", e)
```

Gmail寄送程式(Python)

```
1 import requests
2
3 def lineNotifyMessage(tone, msg):
4     headers = {
5         "Authorization": "Bearer " + token,
6         "Content-Type": "application/x-www-form-urlencoded"
7     }
8
9     payload = {'message': msg}
10    r = request.post("https://notify.api.line.me/api/notify", headers=headers, params=payload)
11    return r.status_code
12
13 # 要傳送的訊息內容
14 message = '土石流發生 請到以下網址查看現場狀況: https://youtu.be/7MsFAGTsTWU'
15 # 權杖內容
16 token = '
17 lineNotifyMessage(token, message)
18
19
```

LINE寄送程式(Python)

實驗結果

本研究已達成以下目標：

- 透過**水銀開關**、**光纖模組**和**影像偵測**
- 偵測**傾斜**、**錯移**和**像素變化**
- 發出**Line**、**Gmail**，並進行**YouTube直播**
- 藉由**雨量偵測系統**與**自動開關燈系統**，加強模組的**準確性**
- 使用**複合式偵測方式**，汲取各系統優點，增加準確性

參考文獻

- [Python實戰應用Python 寄送 Gmail 電子郵件實作教學]，取自：
<https://www.learncodewithmike.com/2020/02/python-email.html>
- 使用Python實作發送Line Notify訊息，取自：<https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10234115>
- 水土保持局-永續水土保持【土石流發生的原因】有三多，
取自：<https://pt-br.facebook.com/SWCBGOV/photos/a.284330792046298/1194594344353267/>

謝 謝 評 審