

新竹市第四十屆中小學科學展覽會

作品說明書

1. 科 別：生活與應用科學科（一）
2. 組 別：國小組
3. 作品名稱：預見土石-土石流偵測系統
4. 關 鍵 字：土石流，樹莓派，OpenCV
5. 編號：

目錄

摘	要	-----	1
壹、	研 究 動 機	-----	2
貳、	研 究 目 的	-----	4
參、	研究設備與器材	-----	5
肆、	研究過程與方法	-----	6
伍、	研究結果與討論	-----	19
陸、	結 論	-----	29
柒、	參考文獻資料	-----	30

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 開發板和樹莓派開發板，透過自製的雷射光纖感測、水銀開關檢測與影像判別等 3 種模式，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。除了比較這三種模式的靈敏度，同時以手機連結 LINE、電子郵件發出警報，並同時連結 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，其發生的次數以及危險性讓人感到不安，例如 2009 莫拉克颱風又稱「八八風災」，就造成活埋 474 人的死亡慘劇。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，以避免憾事的發生。

雖然現今台灣已有周全的土石流監控系統，但因成本太高無法普及。我們的出發點，就是想打造出一個便宜且準確的土石流監控系統。

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，並透過 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：使用自製的偵測模組，水銀偵測模組、雷射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
電腦課課程			
三下		小畫家	繪製接線圖

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、雷射光纖感測與影像辨識模組。

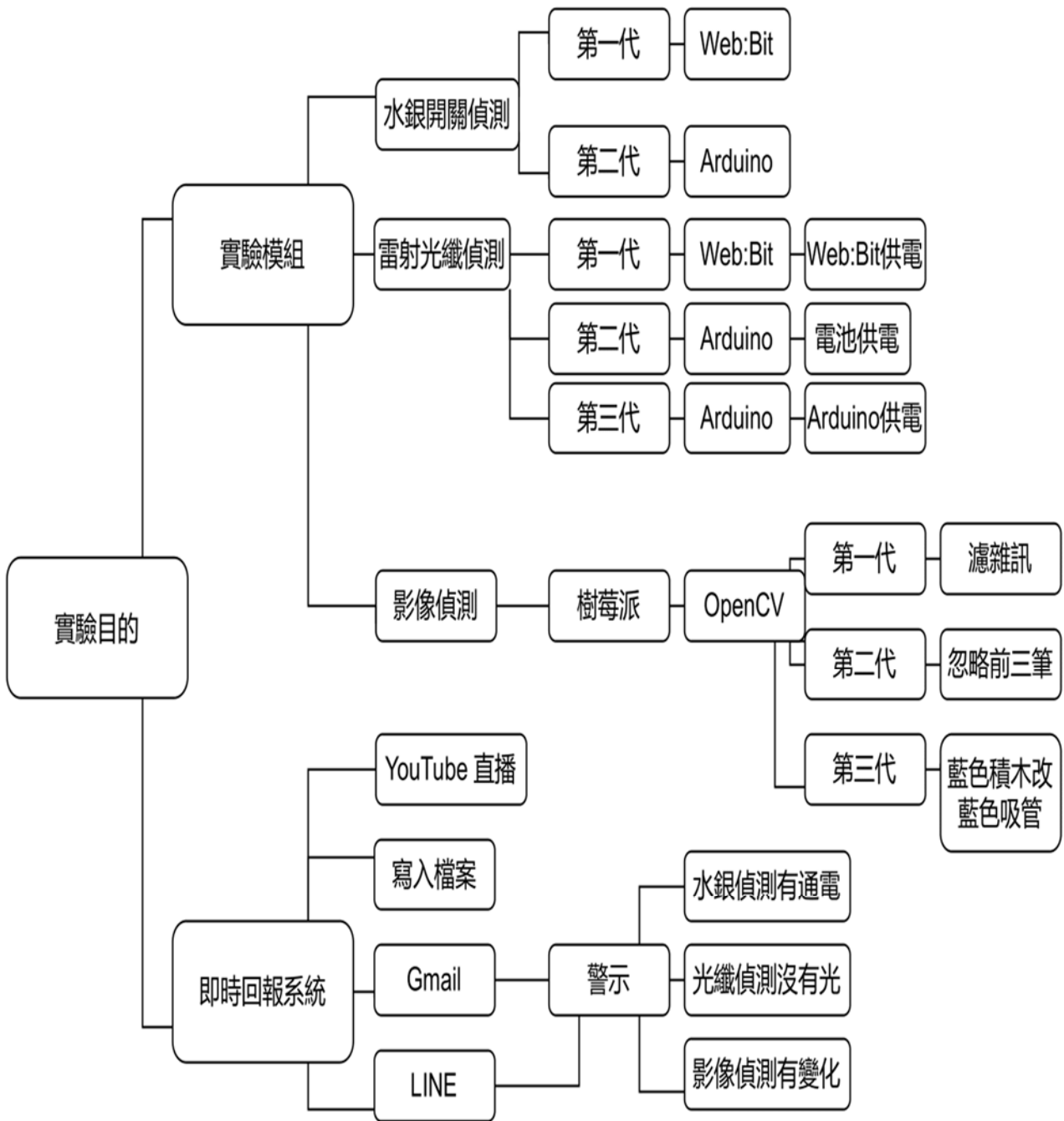
【研究二】遠端監控及即時回報：

- 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。

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	USB 傳輸線	Web:Bit 擴充版	貓砂	光纖
				
漆包線	Web:Bit 板	塑膠盒	電線	Arduino Uno 板
				
雷射頭	積木	麵包板	樹莓派鏡頭	電腦
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（如圖 3）。



圖 1：水銀開關測試實驗裝置圖

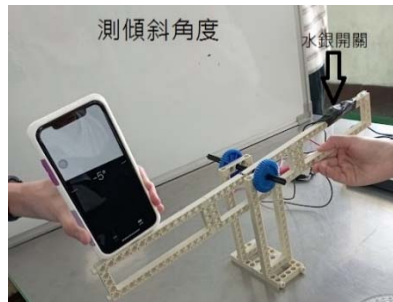


圖 2：測量水銀開關傾斜角度

次數	水銀通電時的角度
第一次	4°
第二次	5°
第三次	4°

圖 3：水銀開關傾斜角度測量結果

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 4）。

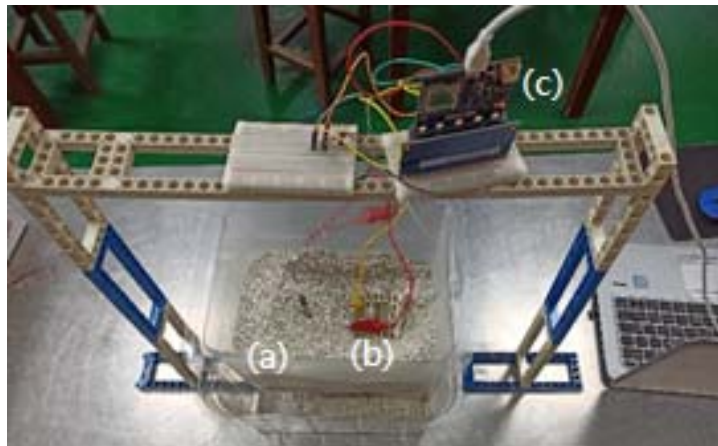


圖 4：水銀開關實驗第一代裝置圖（a:貓砂 b: 水銀開關 c:Web:Bit）

- (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 5）。
- (3) 將 Web:Bit 板與電腦連接，程式圖（如圖 6）。



圖 5：水銀開關第一代接線圖

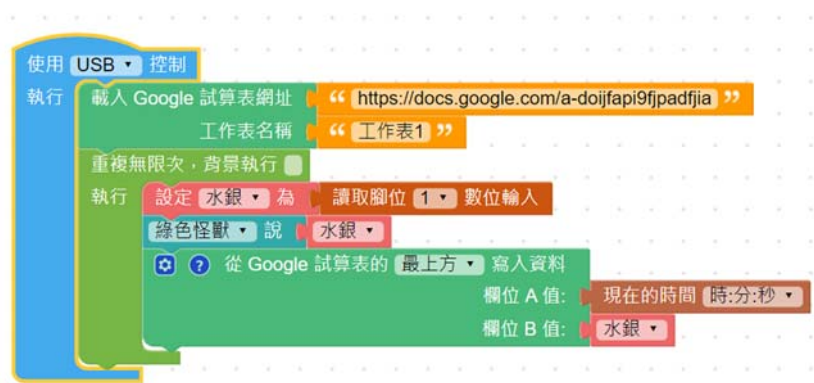


圖 6：水銀開關第一代程式圖

- (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 7），導致通電，使 Web:Bit A1 接收數據從 1 改變成 0。



圖 7：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 8），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。

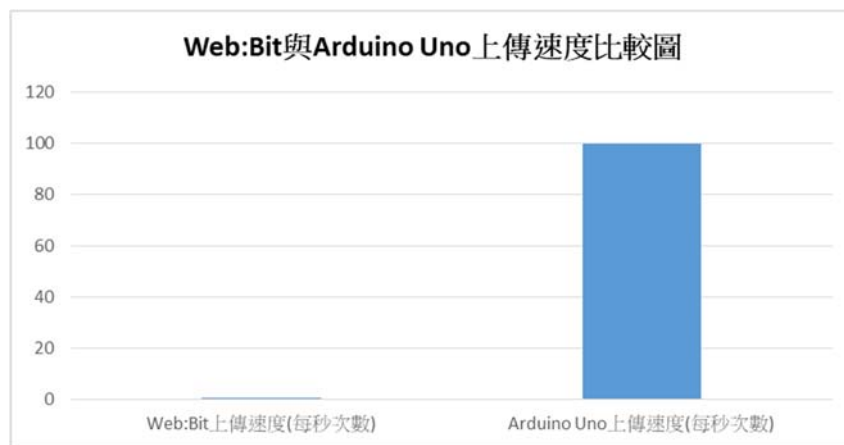


圖 8：Web:Bit 與 Arduino Uno 上傳速度比較圖

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 9）。

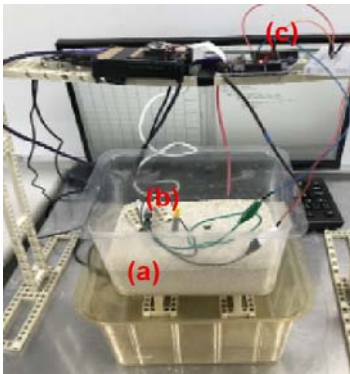


圖 9：水銀開關實驗第二代裝置圖
(a:貓砂 b: 水銀開關 c:Arduino Uno)

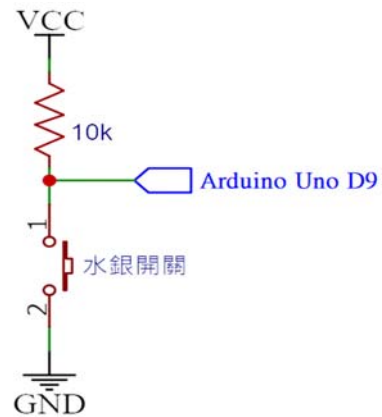


圖 10：水銀開關第二代接線圖

- (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 10）。
- (3) 將 Arduino Uno 板與電腦連接，程式圖（如圖 11）。

```
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 11：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、雷射光纖偵測實驗

(一) 雷射光纖偵測實驗第一代

做雷射光纖偵測實驗之前，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.沒有燈光的教室、沒有雷射光 2.教室開燈沒有雷射光 3.教室沒開燈有雷射光 4.教室有開燈有開雷射光 5.教室沒開燈、沒有雷射光且黑色膠帶罩住光敏電阻製造暗室。測量光敏電阻的電阻值（如圖 12）。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 13），並可由暗室數據得知，光敏電阻對環境光線非常靈敏。



圖 12：光敏電阻測試實驗裝置圖

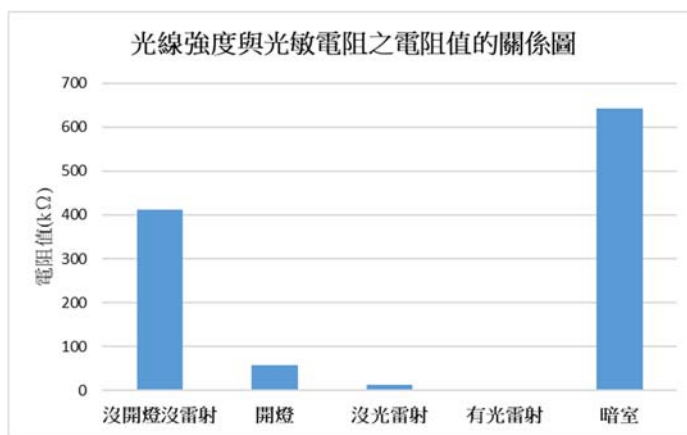


圖 13：光線強度與光敏電阻之電阻值關係圖

為了測試雷射透過光纖傳輸時光敏電阻的反應，另做了雷射光纖模組靈敏度測試實驗裝置（如圖 14），由實驗結果得知：雷射光可透過光纖有效率的傳輸（如圖 15）。

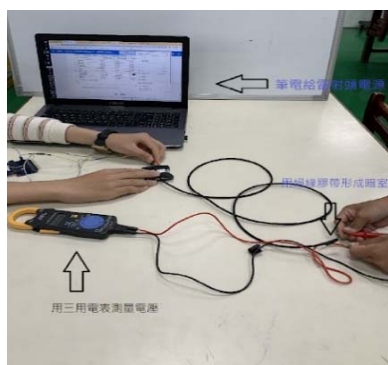


圖 14：雷射光纖模組測試實驗裝置圖

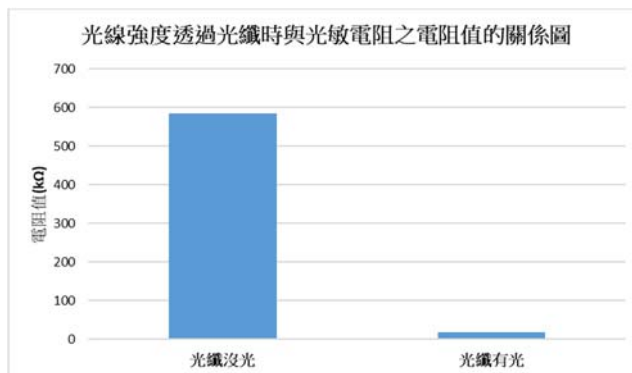


圖 15：雷射光透過光纖傳輸與光敏電阻之電阻值關係圖

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（圖 17）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 為 0 時，就代表發生土石流了。

3. 實驗過程：

(1) 架起雷射光纖實驗模組（如圖 16）。

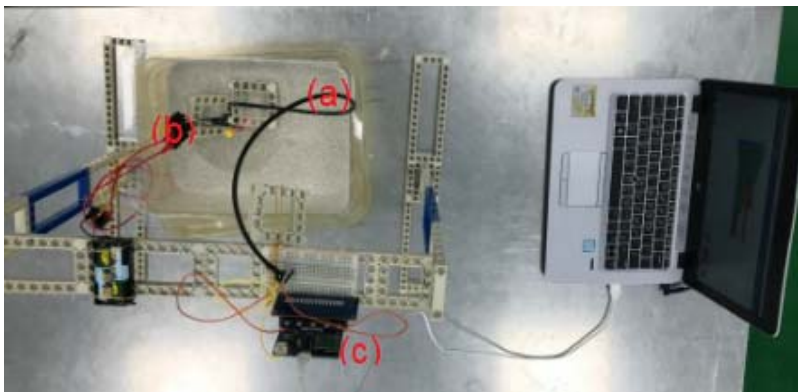


圖 16：雷射光纖實驗第一代模組圖（a:光纖 b:雷射 c:Web:Bit）



圖 17：雷射光纖實驗第一代接線圖

(2) 雷射頭和光纖對準，然後將光纖的另一端與光敏電阻連接並用黑色的絕緣膠帶固定，形成暗室（根據上述實驗結果（圖 13），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 18），可以即時傳送到 Google 表單。



圖 18：雷射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) 雷射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 8）），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 板進行二代實驗。

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 20）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，雷射光與光纖便會因此錯開，光敏電阻接收的光會變弱，電阻越大，分電壓值(A0) 越小，當輸出數值從>0 變成 0 時，就代表發生土石流了。

3. 實驗過程：

- (1) 架起模組（如圖 19）。

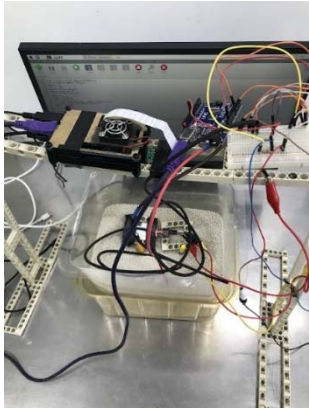


圖 19：雷射光纖第二代實驗模組圖

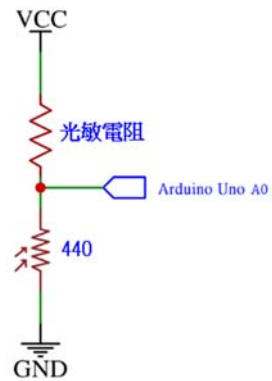


圖 20：雷射光纖第二代接線圖

- (2) 將雷射頭和光纖對準，然後將光纖的另一端與光敏電阻連接並用黑色的絕緣膠帶固定，形成暗室。
- (3) 連結 Arduino 程式（如圖 21）。

```
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 21：雷射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) 等電腦端 A0 數值從>0 變成 0 之後結束實驗。
- (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，並用絕緣膠帶固定了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)

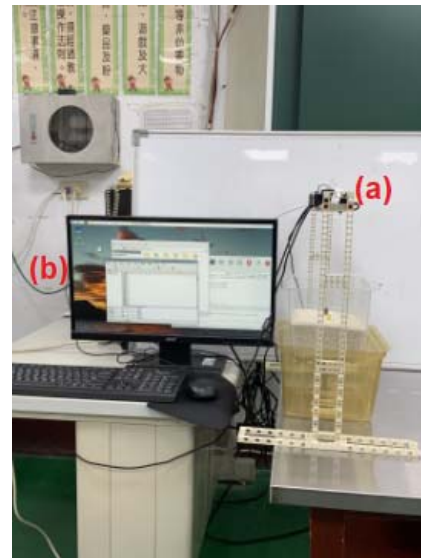
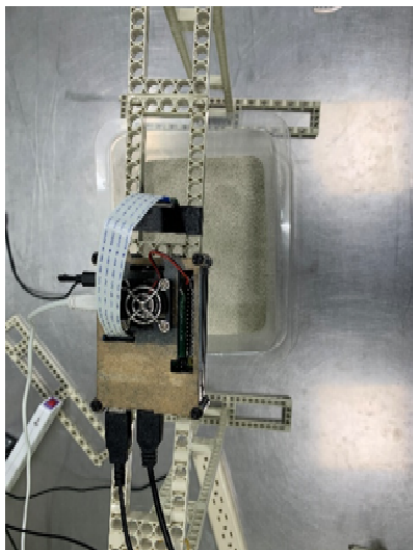


圖 22、23：影像偵測實驗模組圖 (a: 樹莓派 b:電腦螢幕)

2. 撰寫 Python 程式 (如圖 40)。
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。

四、即時回報系統

(一) 實驗目的：

利用影像偵測和水銀開關模組，測試傳輸至 LINE、Gmail 的功能性。

(二) 實驗原理：

將影像偵測和水銀開關模組偵測到的時間寫進檔案中，比較兩者之間的差異，並且觀察 LINE、Gmail 收訊結果。

(三) 實驗過程：

1. 架起水銀開關與影像偵測實驗模組（如圖 24）。
2. 將 Arduino Uno 連接上電腦。
3. 撰寫 Arduino 程式（如圖 25），並將其上傳至 Arduino Uno 板，讓 Arduino Uno 透過 USB 傳輸水銀開關資料至電腦。

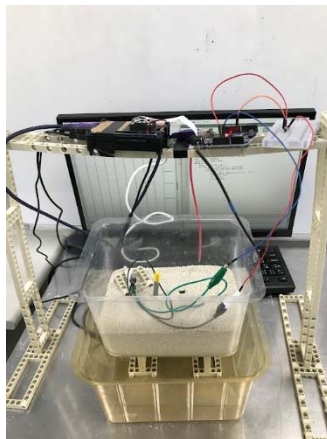


圖 24：水銀開關與影像偵測實驗模組裝置圖

4. 撰寫 Python 和 Arduino 程式（如圖 25、26），自動將影像模組偵測到的時間上傳至檔案。

```
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 25：水銀開關與影像偵測實驗模組程式圖（Arduino）（//後方為註解）

6. 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。
7. 等待 LINE 和 Gmail 通知顯示（如圖 29、30）。



圖 29：Gmail

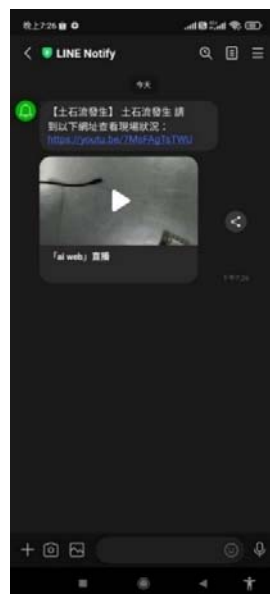


圖 30：LINE

8. 此時，YouTube 連結中會顯示樹莓派所拍攝的現場狀況圖。（如圖 31）。



圖 31：YouTube 直播

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，輸出的是數位訊號，只有「偵測到土石流」和「沒偵測到土石流」兩種狀態。因此，水銀開關相較於雷射光纖模組輸出的類比訊號更快可以被 Web:Bit 或 Arduino 偵測到（如圖 32）。不過，水銀開關的偵測範圍較小，得非常接近土石流崩塌處才偵測到了到，因此架設密度必須比較高，才可準備偵測。

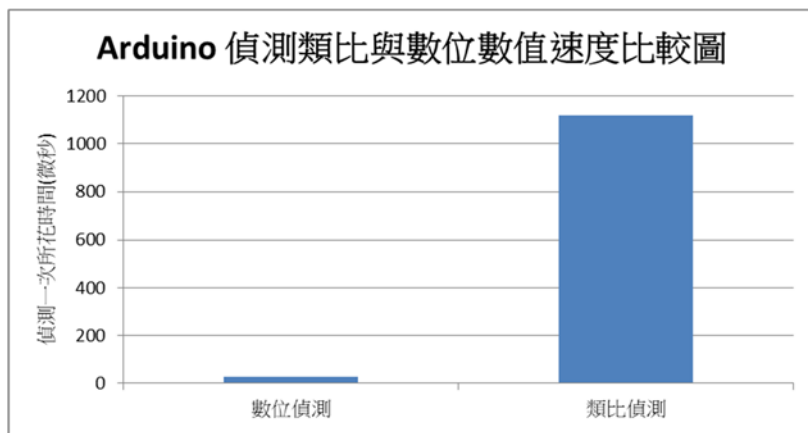


圖 32：Arduino 偵測類比與數位數值速度比較圖

(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 監測異常，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）。

沒有用上拉電阻時的Web:Bit A0 值		
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

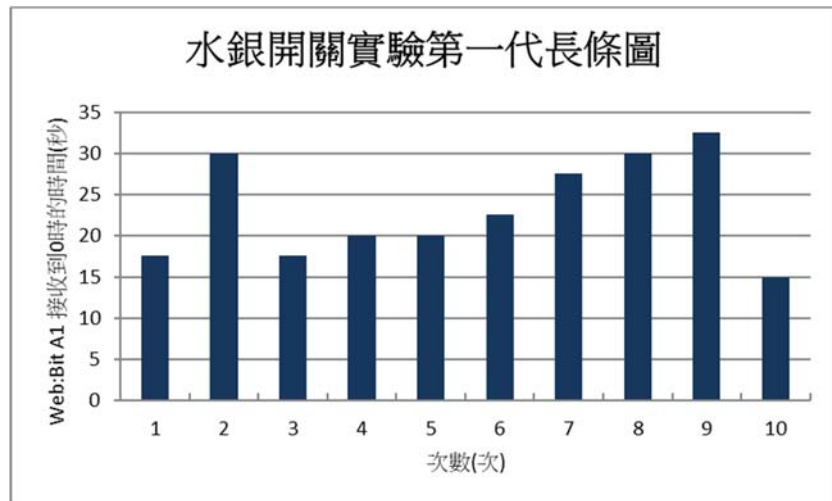


圖 35：水銀開關實驗第一代長條圖

(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的時候，會受網路穩定度影響，傳輸速度不穩定，因此透過偵測到異常前的數據筆數無法準確知道偵測到土石流時的發生時間。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，三者比較圖（如圖 36）。

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
Google 試算表	V	X	V
LINE	V	X	V
Gmail	X	X	V
寫入檔案	X	V	V
與樹莓派連接	X	V	V
影像偵測	X	X	V

圖 36：Web:Bit、Arduino Uno、樹莓派支援項目比較圖

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 37）。

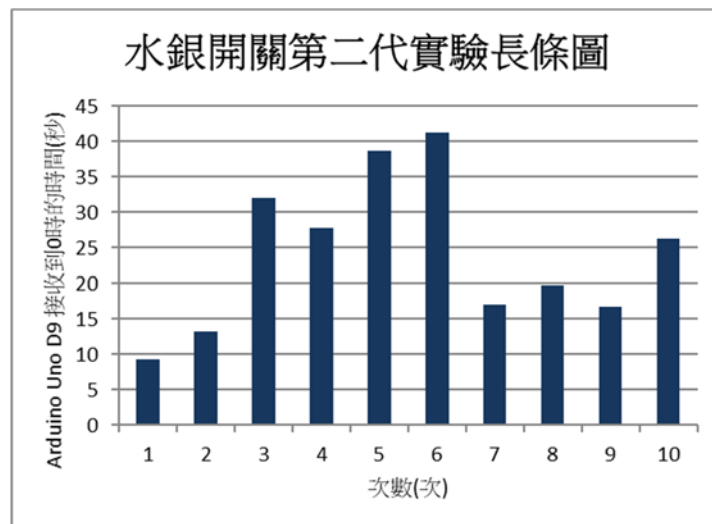


圖 37：水銀開關第二代實驗長條圖

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。因為每次貓砂流速、水銀開關放置位置及電線擺放位置都稍有差異，導致此模組的偵測到土石滑動的時間每次都會有些不同，也可以採用「定量」方式（測量偵測到異動時貓砂所留下的量）

或精準規定水銀開關的放置位置，以得到差不多的偵測時間。

二、雷射光纖偵測模組實驗

相較於水銀開關，雷射光纖模組輸出的是類比訊號，代表只要土石稍微移動，通過光纖傳輸的雷射光就會少一點，輸出的訊號也會小一點。因此，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，以便進一步的觀測。

(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 38），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：改用雷射頭對準光纖，接收端才可以接收到比較穩定的變化數值。

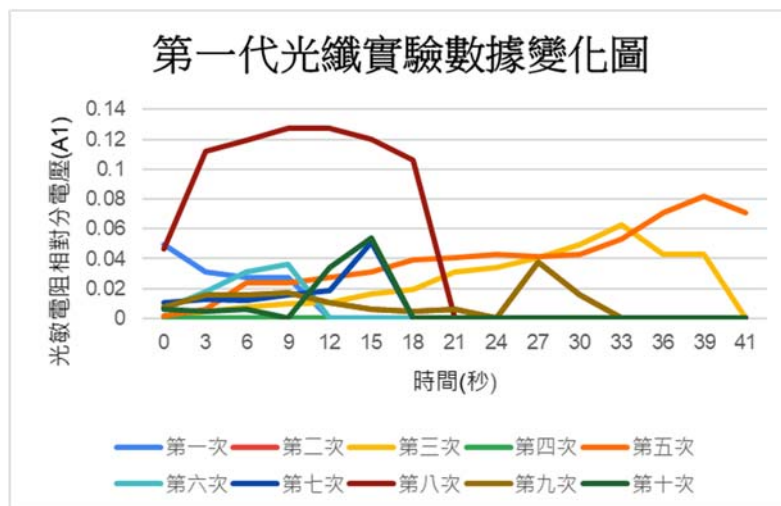


圖 38：光纖實驗第一代折線圖

(二)第二代：

發現問題：剛開始，使用外接電池的方式提供雷射的電力，但是因為雷射發射頭太耗電，雷射光很快就會減弱，導致數據不穩定。

改進方法：直接從 Arduino Uno 上汲取雷射光電源，以得到一個穩定的電流供應。

(三)第三代：

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無法準確知道發生土石流時的發生時間。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（如圖 36）。

改進方法：同水銀開關實驗，實驗結果（如圖 39）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。

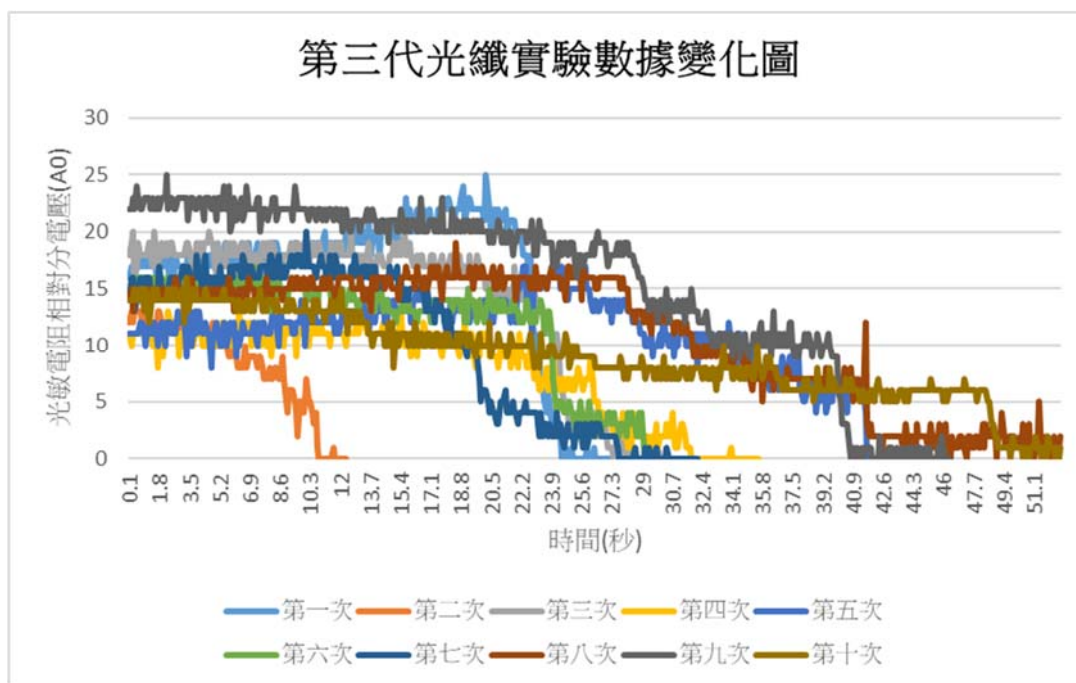


圖 39：雷射光纖實驗第三代折線圖

小結：

貓砂崩塌時，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、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，通常在抽筆後半到兩秒就能偵測到土石滑動。這是因為鏡頭所偵測的藍色積木放在土底表面上方，幾乎一抽筆就會顯露出來。在實際情況中，藍色積木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板子露出。

(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 到這裡是被景相減的程式
```

```

#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的檔案的程式
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

```

```

        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"): # Press 'q' to quit

    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，考慮未來要和水銀偵測合併使用，會導致水銀開關無法正常滑落、傾斜。

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）。

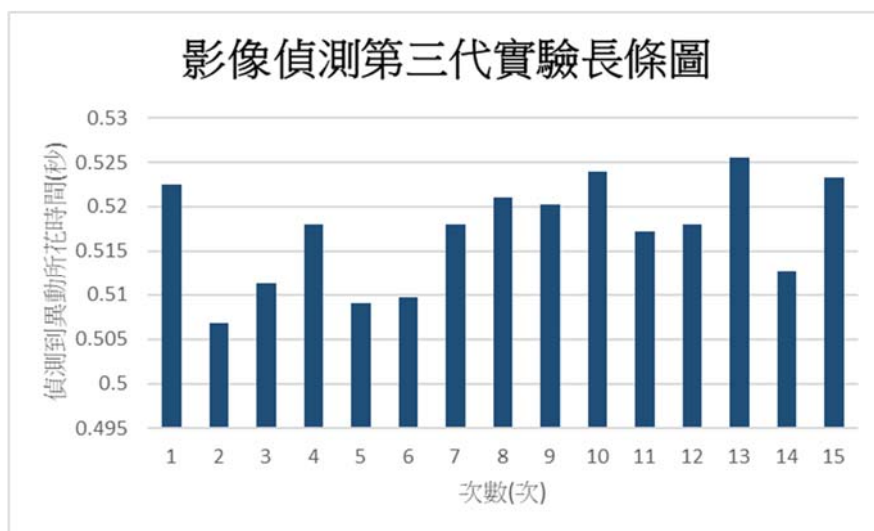


圖 41：影像偵測第三代實驗長條圖

小結：

由偵測到貓砂崩塌時的藍色偵測物所需時間，皆小於 1 秒，遠低於水銀開關與雷射光纖偵測的時間，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」。藍色積木埋藏的位置淺或深，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、即時回報系統

(一) 水銀開關實驗：

水銀開關於即時回報系統實驗中，D9 值皆符合預期，由 1 轉為 0，實驗結果（如圖 42）。

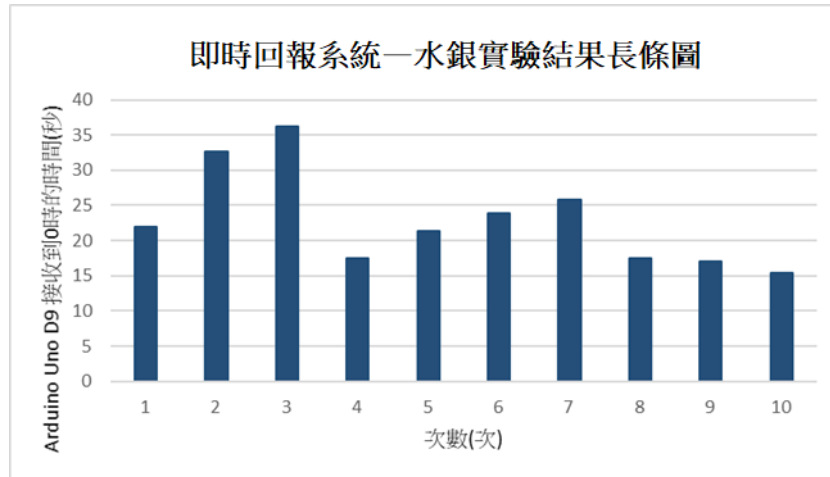


圖 42：即時回報系統—水銀實驗結果長條圖

(二) 影像偵測實驗：

影像偵測模組於即時回報系統實驗中，結果皆符合預期，由沒偵測到土石滑動轉為有偵測到土石滑動的時間，實驗結果（如圖 43）。

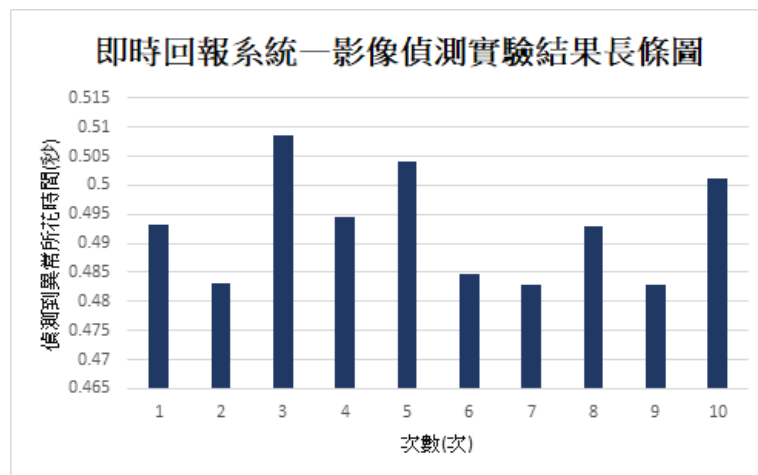


圖 43：即時回報系統—影像偵測實驗結果長條圖

(三) 依據水銀開關與影像辨識實驗結果，成功發送警示訊息至社群軟體或網路平台 LINE、Gmail 並連結 YouTube 進行直播及錄影資料記錄。

五、依據以上實驗結果，針對以下特性比較三種偵測器的優缺點（如圖 44）：

特性比較項目	水銀偵測器	光纖偵測器	影像辨測偵測器
穩定度	較高	較低	較高
靈敏度	較低	較高	較高
反應時間	較長	較長	較短
價錢	極低	極低	較高
操作方便	較方便	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

圖 44：比較三種偵測器的優缺點

依據上圖（圖 44），三種偵測器各有優缺點，若是合併使用更可靈敏、穩定、快速且真實的傳送訊息。

六、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、水銀開關模組與雷射光纖感測模組，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、光敏電阻及相機鏡頭三種偵測器準確的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即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，將有效降低生命財產損失；希望往後此裝置能廣泛應用於各縣市中，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。