

2024 仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

決賽成果報告書

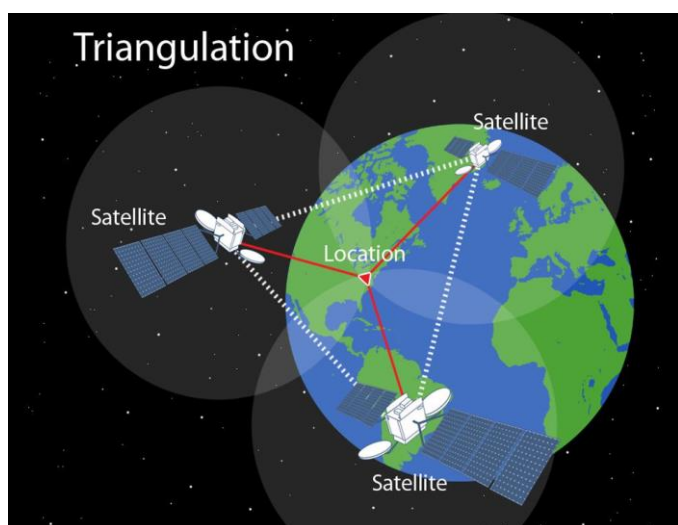
隊伍名稱：農民荷包保衛隊

作品名稱：農民的生命財產守護者_防盜防災智能微型氣象站

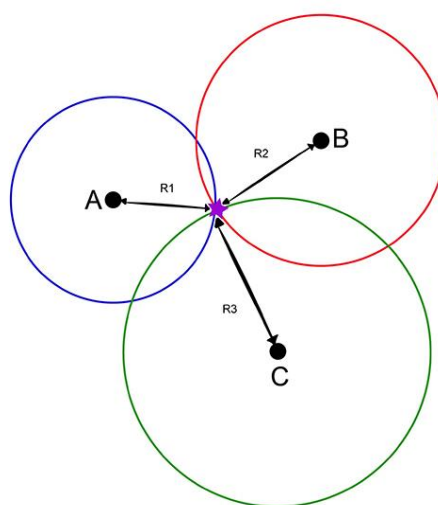
科學概念 1：三角定位法（或稱三角測量法）

數學課學到直角座標系統、三角幾何性質，如畢氏定理、相似三角形的邊長比例關係、三角函數等。運用這些三角幾何性質，可以將平面上的所有點的位置定位、標號，並求出兩點之間的距離。

實務上，利用3台定位器加上一台時間差偵測器。在不同位置探測目標方位，然後運用三角幾何原理確定目標的位置和距離，稱為「三角定位法」。關於定位技術，一般室外比較常用的是GPS；室內常用的是藍芽定位或Wifi定位，三角定位技術是使用三角測量法精確算出使用者的位置。



若已知與三個GPS衛星的距離（紅色實線），透過三角測量法可以得到所處的位置（三個圓形的交點）。（圖/Tim Gunther, 2020）



三角定位概念圖
(圖/陳宗逸, 2018)

決賽成果報告書內文

1. 發想動機：

在數學課中，我們學到了畢氏定理與相似三角形的概念，但我們不只是想在試卷上解出各種題目，更想要運用我們所學到的知識，幫助他人。

剛好在前陣子，突然看到了幾則新聞，才發現，因為草莓是最受歡迎的水果之一，所以草莓剛成熟時，小偷便趁著果農還沒採收前，把草莓偷走，一次就被偷走好幾千顆草莓。另外台南市1名婦人，連續5次盜採果農作物，竊取酪梨約1千2百斤及柳丁2千斤，市價合計共約10萬元，不只是台灣，其他國家也曾出現類似案例，日本山梨縣也出現連環水果竊案，桃子屢次被偷，有一次被偷了近1萬顆，損失了台幣約55萬元。讓果農一年的辛苦白白浪費，損失慘重。為防止農作物被偷，果農必須夜間巡邏，甚至搭棚子住在果園裡。

然而，根據行政院農業部的統計資料顯示，近幾年台灣地區農村家庭結構之改變，農業人口有邁向高齡化趨勢，農家戶65歲以上的人口占比達20%，也就是「每5位農民就有一位年紀65歲以上的老年人」（農業部109年資料）。依此數據顯示，如果農作物遭竊，高齡的農民爺爺奶奶可能無法擊退小偷，還有可能衍生人身安全問題。

因為心疼農民朋友，我們嘗試設計果園防盜警示裝置，透過感測器與三角定位法，預測果園內移動的生物行為是否為果園小偷在果園裡行動，並即時傳遞警示訊息至手機，提供農友透過即時影像與定位資訊，配合警察做出適當處置。

另外，為了使無電源供應的郊外農地更方便使用，我們除了使用太陽能發電提供能源外，更將此防盜系統功能擴充，除了防盜，再加上氣象資訊蒐集與水位監測防災功能，為農民朋友提供更多層面的服務。

我們以三角定位法作為核心概念出發，結合科技設備與感測元件，設計出一款具備防盜、防災且使用太陽能作為能源，適合各種戶外農園使用的智能微型氣象站。我們將作品概念圖繪製如下圖1。

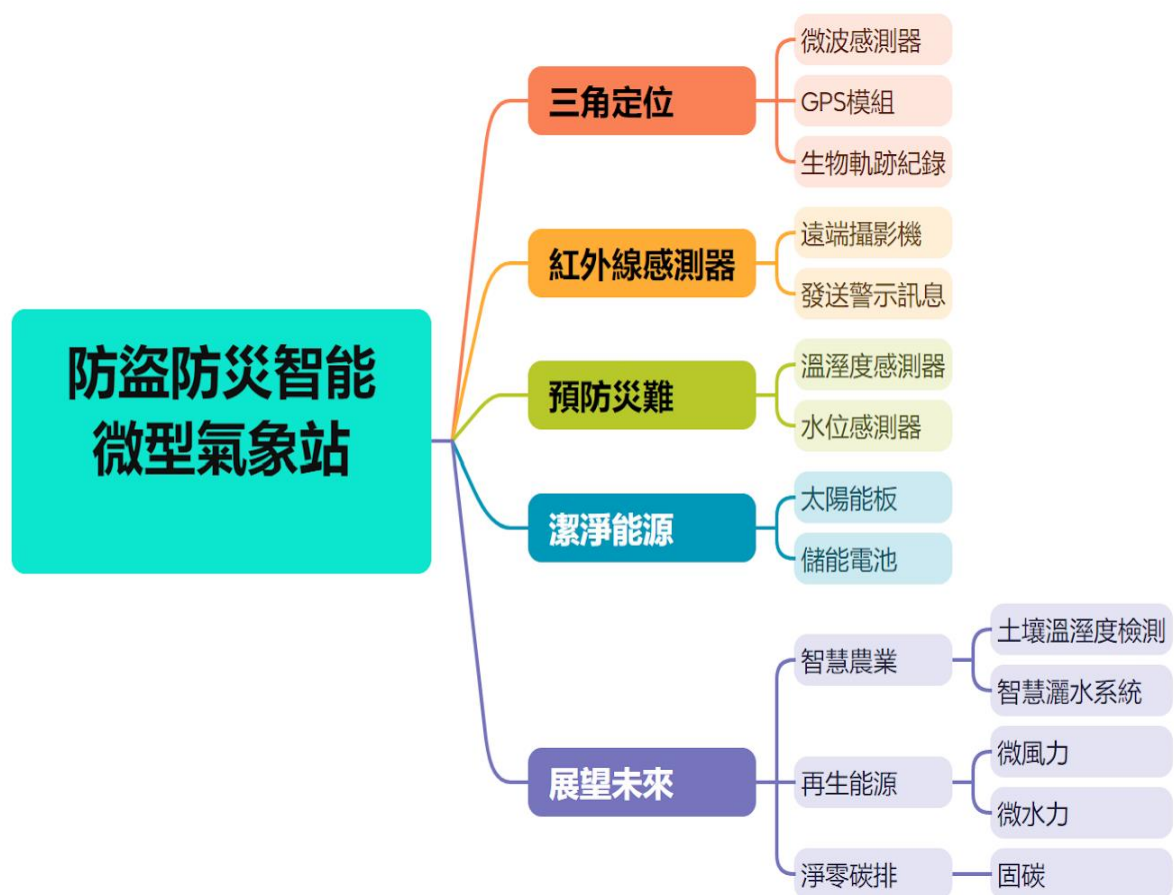


圖1：防盜防災智能微型氣象站概念圖

2. 作品創意性：

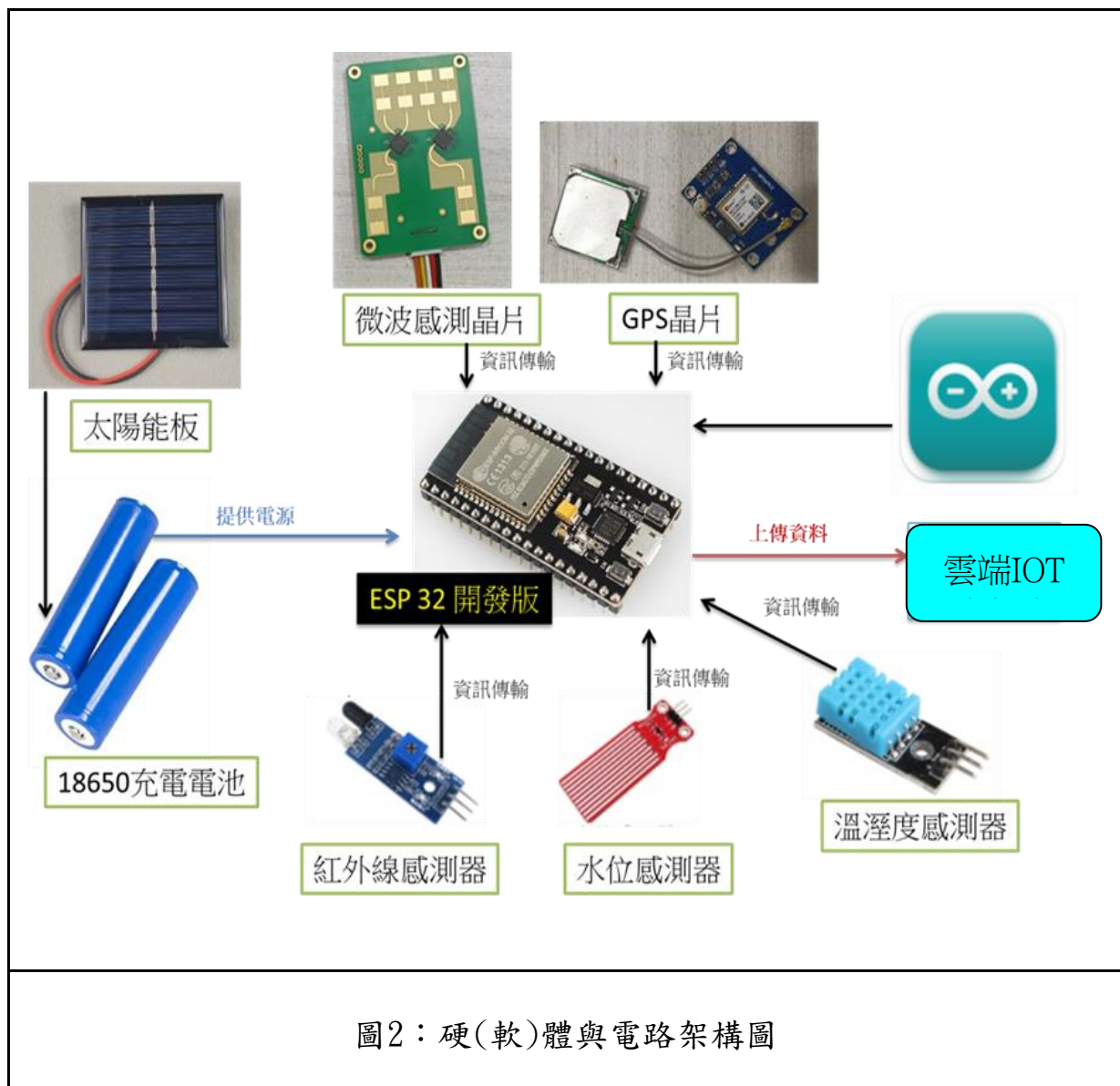
我們使用「三角定位法」，搭配GPS定位模組，計算出小偷在果園移動時的路徑，判斷其可能的行為，傳送警報、提供農友做進一步處置。我們的設計重點如下：

- (1) **果園入口處**設置紅外線感測器與具備夜視功能的攝影機，可疑人士進入果園會發出警報，果農可以透過影像觀察現場情形，提高警覺。
- (2) **果園內**設置微波感測器與GPS模組，利用「三角定位原理」對移動物體的軌跡定位，依軌跡判斷其行為是否有行竊的嫌疑，並蒐集移動軌跡的數據，以便日後判斷行為，作為報警時的參考使用。
- (3) 本作品使用了**太陽能供電系統**，在沒有電源的果園也能使用。另外，未來可以擴增監測環境溫度、濕度、雨量和水位功能。透過科學數據，提供農民朋友溫度、濕度等數據，作為優化農耕方式的依據。未來也可跟警察局合作，當自動偵測小偷闖入時，可直接通知警察。

3. 硬體及電路架構圖：

(1) 硬(軟)體與電路架構圖

作品使用到的硬體元件，包含ESP32開發版、GPS晶片、微波感測晶片、太陽能板、18650充電電池、紅外線感測器、水位感測器、溫溼度感測器等。設計架構如圖2所示。



(2) 草莓園(果園)防盜警示系統現場架構圖

草莓園的現場設備裝置概念圖繪製如下圖3所示。果園外側取三個定位點設置微波感測器，分別向內、向外監控人體移動情形；紅外線感測器，偵測是否有人或物經過；水溝設置水位感測器，監控水位高低；草莓果嶺設置溫溼度感測器，進行土壤溫溼度監控。

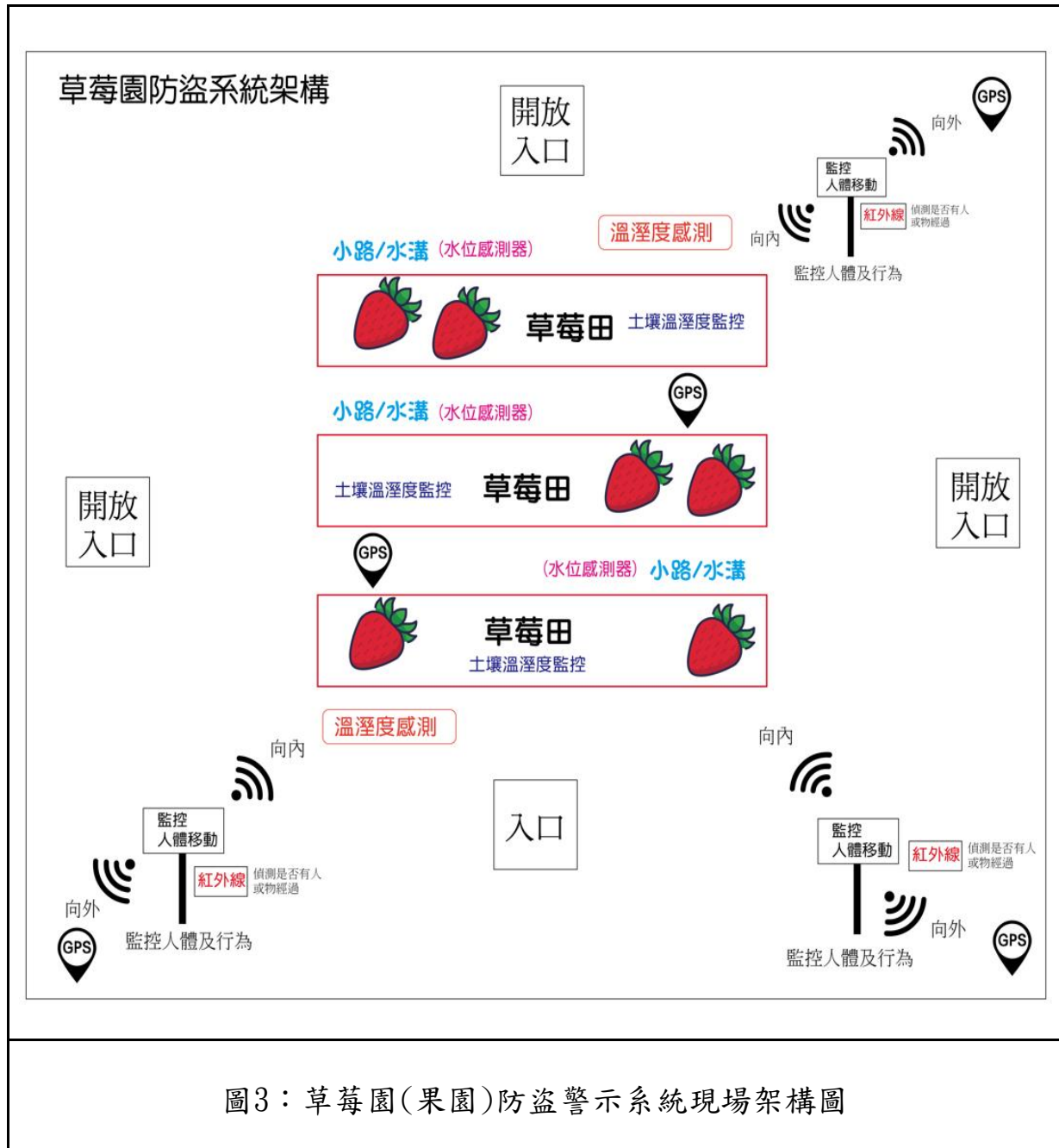


圖3：草莓園(果園)防盜警示系統現場架構圖

4. 作品成果報告：

我們的作品能夠多方位守護農民辛苦耕作的成果、有效守護果農人身安全，讓果農安心。規劃果園外部人員入侵處置、果園內部人員行為之研判，雙重守護。使用太陽能潔淨能源，淨零碳排，節省農民開支。還可以蒐集氣象與土壤數據資訊，提供農友推動智慧與科技農法參考。

(1)可疑人員從果園「外部入侵」處置：

如果紅外線感測器感應到有人員通過，立即啟動攝影機，並透過網路傳遞果園有異物入侵警告的訊息到果農的手機上，簡訊方式如圖4所示；另外，果農也可以透過手機查看監視影像中的入侵畫面，如圖5(示意畫面)，判斷是否有偷竊嫌疑，再決定如何妥善處理。



(2)可疑人員在果園「內部的行為」研判：

本作品以微波感測器與GPS定位、利用三角定位原理透過程式演算，如圖6，掌握可疑人員在果園內的動態移動軌跡，判斷可疑人員的可能行為，並將移動軌跡圖送到果農端做適當處置。



```
sketch_apr22a | Arduino IDE 2.2.1
檔案 編輯 Sketch 工具 說明(H)
Arduino Uno
sketch_apr22a.ino
17 lat2 = radians(lat2);
18 lon2 = radians(lon2);
19
20 // 使用大圓距離公式計算兩點之間的距離
21 double dlon = lon2 - lon1;
22 double dlat = lat2 - lat1;
23 double a = pow(sin(dlat / 2), 2) + cos(lat1) * cos(lat2) * pow(sin(dlon / 2), 2);
24 double c = 2 * atan2(sqrt(a), sqrt(1 - a));
25 double distance = 6371 * c; // 地球半徑為6371公里
26 return distance;
27 }
28
29 void setup() {
30   Serial.begin(115200);
31   // 計算三個定位點之間的距離
32   double dAB = calcDistance(A_lat, A_lon, B_lat, B_lon);
33   Serial.println(dAB);
34 }
```

圖6：部分程式碼

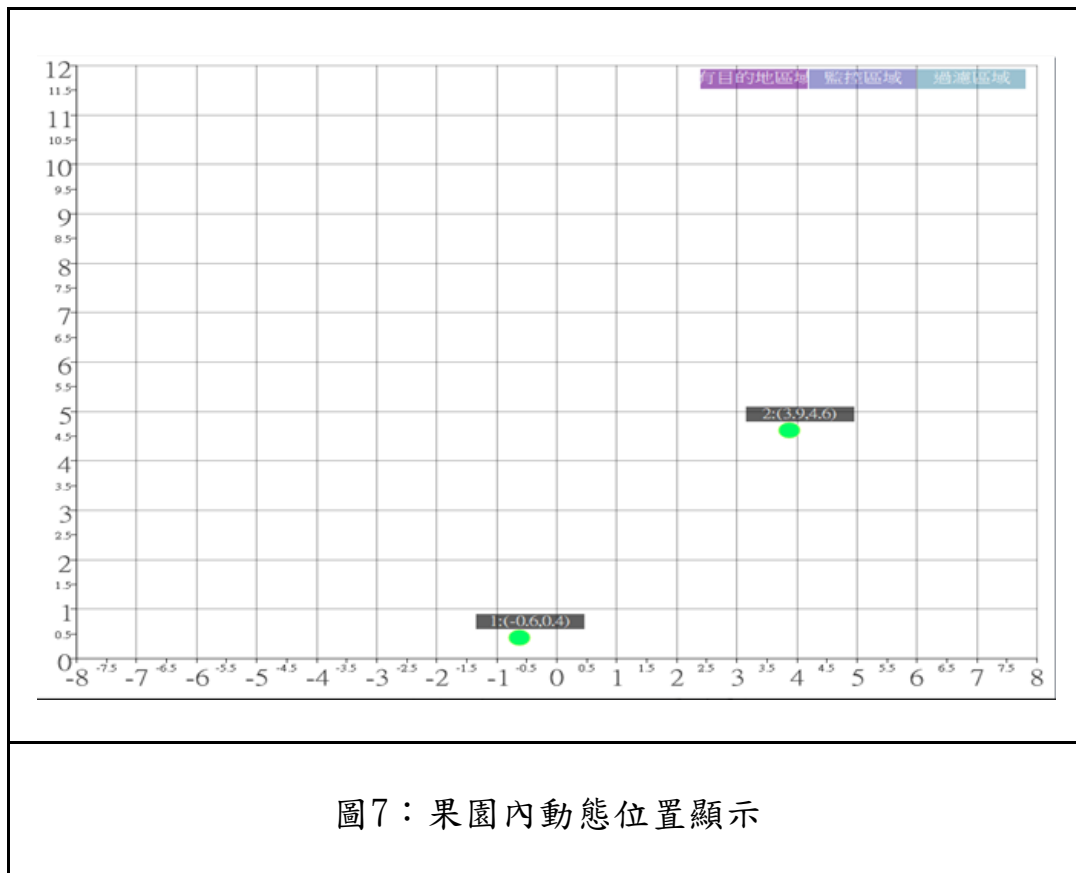


圖7：果園內動態位置顯示

(3)硬體設備遭到破壞警示機制：

因為本設備硬體設置在果園，為了防範在開放式空間中，設備硬體遭到人為破壞失去功能性，規劃以下兩個應變警示機制：

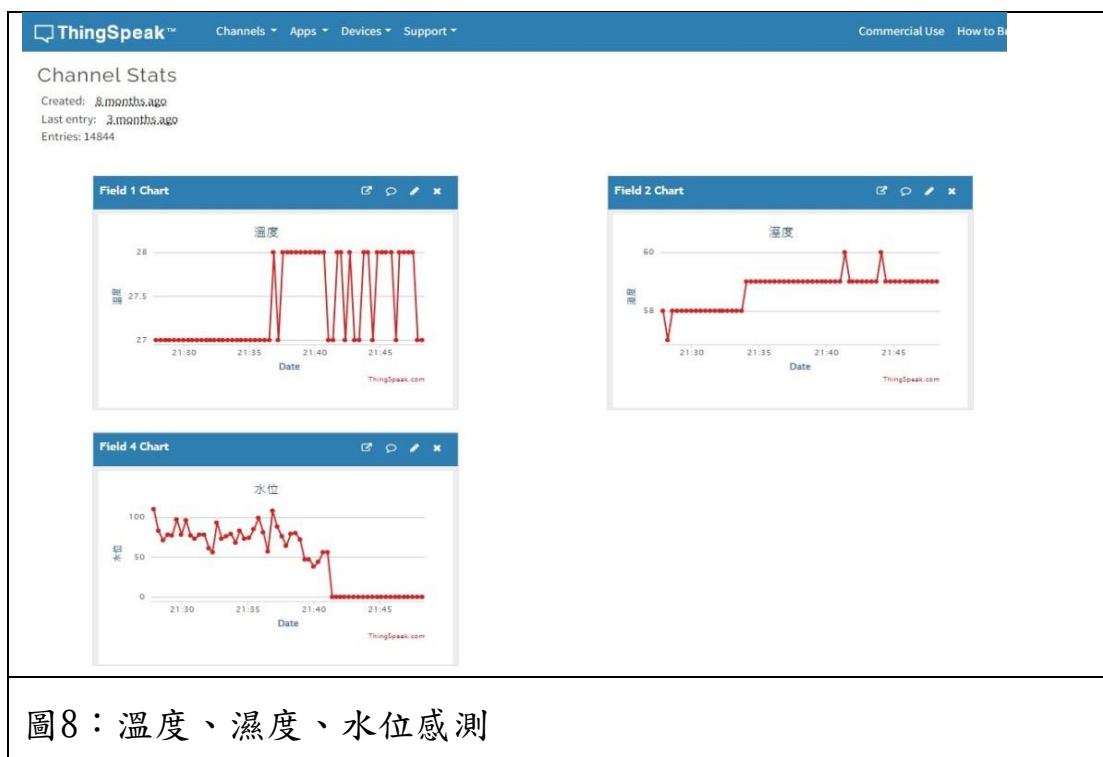
- a. 在設備附近設置紅外線感應器，當有人接近至感應範圍內，時間持續三秒即啟動預警。
- b. 建置設備斷電警報系統，當人為破壞，設備斷電同時發出警示到手機中。

(4)太陽能發電：環境韌性度，任何環境都可以使用。

大部分果園的都在郊區，電源供應不足的問題是常態。本作品透過太陽能發電系統，發電儲電並驅動設備。增加偏遠地區果園裝設的可行性，同時增加其實用性。也減少碳足跡，實踐淨零碳排。

(5) 環境氣候檢測功能促進智慧農業發展：

本作品具備環境土壤與氣候溫度、濕度、雨量水位檢測功能，將檢測資訊傳遞至雲端平台，各項氣象資訊數據，可以提供農友適當的農業施作措施，例如：灑水、排水等，具體促進智慧農業發展。



(6) 促進全球永續：

我們的作品同時呼應了聯合國SDGs全球永續發展17項目標，我們對應了以下二個目標。

- 第二項消除飢餓，達成糧食安全，改善營養及促進永續農業：在我們的作品中，可以確保永續發展的糧食生產系統，高產能及生產力。



- 第七項確保所有的人都可取得負擔的起、可靠的、永續的，以及現代的能源：在我們的作品中，使用到了太陽能，提高全球再生能源的共享。

我們的作品優勢在具備防盜、防災、節能、適合各種農園使用，特別是供電不便的場域也可以使用。透過物聯網傳輸蒐集數據，並透過手機即時接收訊息，提供農民朋友適時的做出反應動作。預期未來實際應用時，可以依據使用場域的特性，透過適當改良應用到各式不同的農場，希望可以透過這樣的產品特性，幫助到辛苦的農民朋友。

5. 參考文獻：

1. 三角測量。維基百科。網址：<https://reurl.cc/GjdnYZ>
2. 王裕德。紅外線感測原理：人體紅外線感測器。阿德的STEAM教學網。網址：<https://reurl.cc/971ZDV>
3. 黃彥慈(2013)。農業區域統計分析。農業部統計與出版品。251期。網址：<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=2447516>
4. 曾清涼(2011)。GPS衛星大解密：從運作到使用。科技大觀園。網址：<https://reurl.cc/WxE00Z>
5. 陳雅玲(2024)。每台斤逾500 草莓價格創天價雲林林內果園一夜被偷光。聯合報。網址：<https://udn.com/news/story/7266/7758396>
6. 陳宗逸(2018)。公分級精準度務實可行室內定位技術追上需求。新通訊元件雜誌。網址：<https://reurl.cc/WxE0WD>
7. 微波感應原理：微波與紅外線感應原理與比較。網址：<https://reurl.cc/139gGm>
8. GPS定位原理：測繪資訊成果供應管理系統(原內政部地政司衛星測量中心)—衛星定位測量原理(GPS1)。網址：<https://reurl.cc/mrgqM9>