

計畫編號：ARDSWC-112-071

農村地區棲地智慧生態防治 IoT 系統設計
Iot System for Intelligent Ecological
Prevention and Control of
Habitat in Rural Areas

執行單位：朝陽科技大學工業設計系

執行期間：112 年 2 月 8 日至 112 年 12 月 31 日

計畫主持人：李雁隆 副教授

共同主持人：林萱 副教授

共同主持人：謝男凱 助理教授

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 112 年 11 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

農村地區棲地智慧生態防治 IoT 系統設計

摘要

小花蔓澤蘭的趨光性特質，使之透過向上攀附、纏勒、覆蓋樹木，使樹勢因光合作用受阻而衰弱窒息而死。小花蔓澤蘭被國際自然保護聯盟(IUCN)列為世界百大外來入侵種，又被稱為「植物殺手」、「綠癌」、「綠色福壽螺」，可見其侵入的嚴重性與危害性之高。

本計畫實施場域選定位於苗栗的返鄉青年所經營的牛樟森林農場，希望透過實地訪查、防治機模擬、IoT 系統設計，將防治機透過工業設計方法製作成型，並加以投放到場域中試驗其成效。

目前工作項目已經完成的有：1.現地調查。2.模擬設計。3.廠商會議討論。4. 3D 模型試作。5.介面設計。6.初樣製作。7.場域架設等。

本計畫期望能透過研究、設計，避免小花蔓澤蘭擴散，減少因小花蔓澤蘭纏繞使樹木窒息死亡的風險，使用 IoT 系統設計，使得清除作業變得精準且不耗費人力。

關鍵詞：智慧生態防治、IoT 系統設計、工業設計、小花蔓澤蘭

Iot System for Intelligent Ecological Prevention and Control of Habitat in Rural Areas

Abstract

The phototaxis characteristic of Eupatorium Mikania micrantha it climb up, entangle, and cover trees, so that the tree will be weakened and suffocated due to the obstruction of photosynthesis. Mikania micrantha is listed as one of the top 100 invasive alien species in the world by the International Union for Conservation of Nature (IUCN). It is also known as "plant killer", "green cancer".

The camphor forest farm run by young returnees in Miaoli is selected as the implementation site of this plan. It is hoped that through field visits, control machine simulation, and IoT system design, the control machine will be made into shape through industrial design methods and put on the site to test its effectiveness in the field.

The current work projects that have been completed include: 1. On-site investigation. 2. Simulation design. 3. Discussion at manufacturer meeting. 4. 3D model prototype. 5. Interface design. 6. Prototype production. 7. Field setup, etc.

This project hopes to prevent the spread of Mikania micrantha and reduce the risk of suffocation of trees due to entanglement through research and design. It uses IoT system design to make the removal operation precise and less labor-intensive.

Keywords: Smart Ecological Control; IoT System Design; Model Making; Mikania micrantha

目次

摘要	II
Abstract	III
目次	IV
表次	VI
圖次	VII
第一章 緒論	1-1
第一節 小花蔓澤蘭	1-1
第二節 小花蔓澤蘭在苗栗	1-9
第三節 小花蔓澤蘭的防治	1-11
第四節 以產品設計方法如何防治?	1-12
第五節 各類棲地智慧生態防治的現況.....	1-14
第二章 研究方法.....	2-1
第一節 實施方法與步驟	2-1
第二節 預期成果	2-11
第三章 研究成果與討論	3-1
第一節 計畫甘特圖	3-1
第二節 計畫交付項目.....	3-3
第三節 工作執行成果	3-3
第四章 結論	4-1
第一節 結論	4-1
第二節 建議	4-2
參考文獻.....	參-1

附錄.....	附錄-1
附錄一、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形	附錄-1

表次

表 1 小花蔓澤蘭特徵說明.....	1-2
表 2 不同季節小花蔓澤蘭之生長狀況.....	1-5
表 3 系統元件功能說明.....	2-4
表 4 計畫甘特圖.....	3-1
表 5 研究組織分工內容.....	3-2
表 6 計畫重要檢核點管制表.....	3-3
表 7 青農訪談逐字稿.....	3-5
表 8 青農需求與預期成果對照表	3-12
表 9 所需零件、設備調查表.....	3-15
表 10 設備流程規劃表.....	3-19
表 11 數款防治機草圖繪製.....	3-21
表 12 演示圖片集.....	3-24
表 13 數款 3D 建模示意圖.....	3-29
表 14 數款 3D 列印示意圖.....	3-31
表 15 廠商討論會議.....	3-33
表 16 數款使用者介面設計示意圖.....	3-38
表 17 數款可實際操作的防治機 Figma 位址連結.....	3-42
表 18 中藥測試結果	3-45

圖次

圖 1 小花蔓澤蘭在台灣的危害現況.....	1-8
圖 2 小花蔓澤蘭於苗栗縣達大湖鄉侵入情況.....	1-9
圖 3 台灣地區 1 月/7 月溫度分布圖.....	1-10
圖 4 本研究系統功能模組	2-2
圖 5 系統機制功能圖.....	2-5
圖 6 動作圖和模組對應圖.....	2-6
圖 7 物聯網技術串聯系統功能介面設計.....	2-8
圖 8 本系統試驗場域山上種樹牛樟森林.....	2-10
圖 9 自動噴霧監控機裝設示意圖.....	2-10
圖 10 計畫架構圖.....	2-11
圖 11 小花蔓澤蘭苗之生長抑制測試.....	2-12
圖 12 預期成果圖.....	2-14
圖 13 本研究與在地青農線上討論紀錄.....	3-5
圖 14 防治站現地調查及監測站安裝距離量測.....	3-12
圖 15 土壤溫溼度監測元件.....	3-23

第一章 緒論

第一節 小花蔓澤蘭

小花蔓澤蘭為菊科蔓澤蘭屬多年生草本蔓藤類植物。蔓莖細長而多分枝；單葉對生，葉呈三角狀卵形至卵形，葉基部心形，近戟形，先端漸尖，邊緣呈鋸齒狀，葉面均無毛；頭狀花序，枝端常排成複繖房花序狀，由頂端的頭狀花序花先綻放，花冠為白色並呈管狀，具香氣；種子為瘦果，圓錐形具5稜，色黑，頂端具白色冠毛，質輕。

小花蔓澤蘭具有性及無性之兩性繁殖能力，蔓莖接觸土壤的每節都可長出根及新芽，甚至連節間亦能長出不定根，節間有突起構造(enation)，突起呈半透明、近似撕裂狀，幼嫩節位較易辨識，為小花蔓澤蘭與台灣本土蔓澤蘭辨別之重要特徵。

表 1 小花蔓澤蘭特徵說明

部位	外表特徵	圖片
莖	1. 莖細長且多分枝，呈匍匐或攀緣狀。 2. 外被短柔毛或近無毛。 3. 幼時綠色，近圓柱形，老莖則呈淡褐色，且具有多條肋紋。	 1
葉	1. 莖中部葉三角狀卵形至卵形，長 4-13 公分，寬 2-9 公分。 2. 基部心形，近戟形，先端漸尖。 3. 邊緣具數個粗齒或淺波狀圓鋸齒，兩面無毛。 4. 葉基出 3-7 脈，葉柄長 2-8 公分；上部的葉漸小，葉柄亦短。	

¹ 圖片來源：

<http://kplant.biodiv.tw/%E5%B0%8F%E8%8A%B1%E8%94%93%E6%BE%A4%E8%98%AD/%E5%B0%8F%E8%8A%B1%E8%94%93%E6%BE%A4%E8%98%AD.htm>

部位	外表特徵	圖片
花	1. 頭狀花序多數，在枝端常排成複繖房花序狀。 2. 花序梗纖細，頂部的頭狀花序花先開放，次向下逐漸開放。 3. 頭狀花序長 0.45-0.6 公分，含小花 4 朵，全為結實的兩性花。 4. 總苞片 4 枚，狹長橢圓形，頂端漸尖，部分急尖，綠色，長 0.2-0.45 公分，有香氣。 5. 總苞基部有一線狀橢圓形的小苞葉（外苞片），長 0.1-0.2 公分。 6. 花冠白色，管狀，長 0.3-0.4 公分，檐部鐘狀，5 齒裂。	

部位	外表特徵	圖片
種子	1. 瘦果長 0.15-0.2 公分，黑色，披毛。 2. 圓錐形，具 5 稜，被腺體 3. 頂端冠毛由 32-40 條刺毛組成，白色，長 0.2-0.4 公分。 4. 種子極細小且輕盈，易藉風力、動物、昆蟲攜行或人類的活動而達到遠距離散播的效果，擴張潛力強。	  2、3
其他	1. 有突起構造(enation)的這項特徵，突起呈半透明、近似撕裂狀，幼嫩節位較易辨識。 2. 無性繁殖及產生種子的有性繁殖能力皆強。蔓莖接觸土壤的每個節都可長出根及新芽，甚至連節間亦能長出不定根，從開花至結果繁衍最快 15 天就能完成一個週期。	

² 圖片來源：<https://dawnchorus.pixnet.net/blog/post/33461169>

³ 圖片來源：<http://npuir-3d.npu.edu.tw/weeds/node/67>

1.1 小花蔓澤蘭的生態習性

小花蔓澤蘭生長速度快，植株可匍匐或攀爬植物，有「Mile-a-minute weed(一分鐘一哩草)」之稱。花果期從 10 月至翌年 1 月，10 月開始開花、11-12 月為花盛時期並大量結實，種子量多且質輕，每 m^2 可達 17 萬粒，可利用其冠毛構造長距離飛行散佈種子；而無性生殖能力，在節與節之間可產生分枝與不定根，迅速擴散植株生長範圍。下表為根據陳朝圳(2001)⁴對小花蔓澤蘭之生長狀況觀察：

表 2 不同季節小花蔓澤蘭之生長狀況

調查時間	現場狀況
2000/8 月	小花蔓澤蘭生長旺盛，有大量水平及垂直方向擴散行為發生
2000/11 月	小花蔓澤蘭大量開花，並有部分結果
2001/2 月	小花蔓澤蘭植株呈乾枯狀，種子已成熟飛散
2001/5 月	小花蔓澤蘭開始生長，植株由乾枯狀轉為綠色，生理活動展開

資料來源：(陳朝圳，2001)

小花蔓澤蘭原生於中南美洲和加勒比海地區，常見於受干擾的環境、潮濕的土地或沼澤地區。2000 年黃忠良等研究指出，影響小花蔓澤蘭的生長主要環境因子為溫度、光照與水分，最佳的發芽溫度落在

⁴ 陳朝圳，2001，小花蔓澤蘭空間分布之監測。行政院農業委員會林務局委託計畫成果報告，

25°C–30°C (Yang et al, 2003)⁵，土壤含水量在 15% 以上會使其植株生長旺盛，為一種喜濕且趨光性強的植物，符合熱帶植物特性。小花蔓澤蘭的趨光性特質，使之透過向上攀附、纏勒、覆蓋樹木，使樹勢因光合作用受阻而衰弱窒息而死。

1.2 小花蔓澤蘭的危害

小花蔓澤蘭被國際自然保護聯盟(IUCN)列為世界百大外來入侵種，又被稱為「植物殺手」、「綠癌」、「綠色福壽螺」，可見其侵入的嚴重性與危害性之高。根據蔣慕琰等指出台灣早於 1986 年在屏東萬巒即有標本採集紀錄。幾年來，小花蔓澤蘭在侵入新領域後已依序跨越 Cronk and Fuller(1995)⁶所提出的入侵過程的六大階段，包含引進期、馴化期、適應期、擴展期、動植物相互作用期及穩定期，向北急速擴散。原生植被因受到小花蔓澤蘭覆蓋，阻礙其行光合作用而導致死亡，直接競爭原生物種的生存棲地，影響物種分布，嚴重危害本地之生態環境平衡。

在台灣地區，小花蔓澤蘭常見入侵低海拔人工林、次生林及保安林、靠近山區鄉鎮內的荒廢果園、檳榔園、廢耕地、路旁及邊坡等地。小花蔓澤蘭生長在休耕地和荒廢地尤多，且多數棲地都是目前未使用

⁵ Yang, Q., Feng, H., Ye, W., Cao, H., Deng, X., & Xu, K. (2003). An investigation of the effects of environmental factors on the flowering and seed setting of *Mikania micrantha* HB K (Compositae). *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 11(2), 123-126.

⁶ Cronk, C. B. and J. L. Fuller. 1995. *Plant Invaders: The Threat to Natural Ecosystems*. Chapman and Hall. UK. 15-59

的土地。未使用的土地中通常是過去使用但目前荒廢或長期無人管理之地，即過去受過干擾的生態系統。小花蔓澤蘭會在次級消長(secondary plant succession)發生，即經歷過干擾或破壞後，重新消長，干擾可為火災、廢耕等，隨木質植物出現，似乎會達到最大覆蓋率，助於它快速生長，證明其對地點之偏好(Willis et al., 2008)。

在魏佐育(2003)的研究亦指出小花蔓澤蘭危害地區與海拔、光照及水分具直接關聯性，而坡度具間接關聯性，前者影響入侵後的適應性，而後者影響其入侵機率。在台灣人工干預地區小花蔓澤蘭危害機率高，而人工干預區域以坡度 10° - 40° 出現率最高；而海拔高度對台灣氣候影響最大，海拔高度影響因子包括雨量、氣溫、土壤、養分及風向等，尤以溫度最為顯著，而小花蔓澤蘭危害程度隨海拔高度愈低，危害程度愈高，再次顯示小花蔓澤蘭喜高濕高溫之環境；在遮蔭試驗中，在低光條件下小花蔓澤蘭會枯死，而在強光下植株根系生長旺盛，顯示其隨光亮提高而有顯著生長趨勢；在複合環境條件下的水分梯度調查研究中，小花蔓澤蘭則在愈潮濕的環境之下，危害程度越高。故在低海拔、高溫、高濕、光線充足且為曾受干擾、無人管理之用地，容易受到小花蔓澤蘭之侵害。



圖 1 小花蔓澤蘭在台灣的侵害現況⁷

1.3 小花蔓澤蘭在台灣的分布

小花蔓澤蘭在台灣蔓延危害面積廣闊，全國 17 個縣市、130 個鄉鎮農地皆有發生，發生總面積達到 13,206.19 公頃，十多年前僅於屏東地區出現，現今已危害至中北部等地區，其危害範圍正逐年增加中(防檢局，2002)⁸。2001 年調查得小花蔓澤蘭主要在低海拔地區蔓延，尤其中央山脈兩旁的山麓，垂直海拔分布可從平地至 1,400 公尺；在 2003 年調查中，蔓延範圍已由平地及低海拔地區逐漸拓展至中海拔山區，可見小花蔓澤蘭在台灣地區已往中海拔地區蔓延之勢。根據 2018 年的資料，小花蔓澤蘭在全臺灣公私有林地、國有林地及原住民保留地的覆蓋面積為 4,948.69 公頃⁹。由下圖可見，小花蔓澤蘭多生

⁷ 圖片來源：<https://e-info.org.tw/node/212506>

⁸ 小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊 2003 (頁 79 - 96)

⁹ 資料來源：<https://taibon.tw/zh-hant/indicator/aizhi/139>

長於熱帶及副熱帶地區，而台灣位置落於該區，適其生長。從 1986 年侵入至今已擴散至全島中低海拔地區，除島中央高山位置外，皆有小花蔓澤蘭的蹤跡。

第二節 小花蔓澤蘭在苗栗

本次計畫主要針對苗栗大湖鄉地區作為目標場域，針對小花蔓澤蘭於苗栗大湖的分布情形及侵害嚴重性探究。

苗栗縣大湖鄉位居苗栗縣的南方，南毗卓蘭鎮，東接山地泰安鄉，北連獅潭鄉、公館鄉，西北與銅鑼鄉，西南與三義鄉為鄰¹⁰。小花蔓澤蘭主要分布於海拔較低的位置，而大湖鄉東倚馬那邦山與泰安鄉之山地區域，故可見下圖的比對中受到小花蔓澤蘭侵害的分布趨勢，東部侵害程度相對較低。

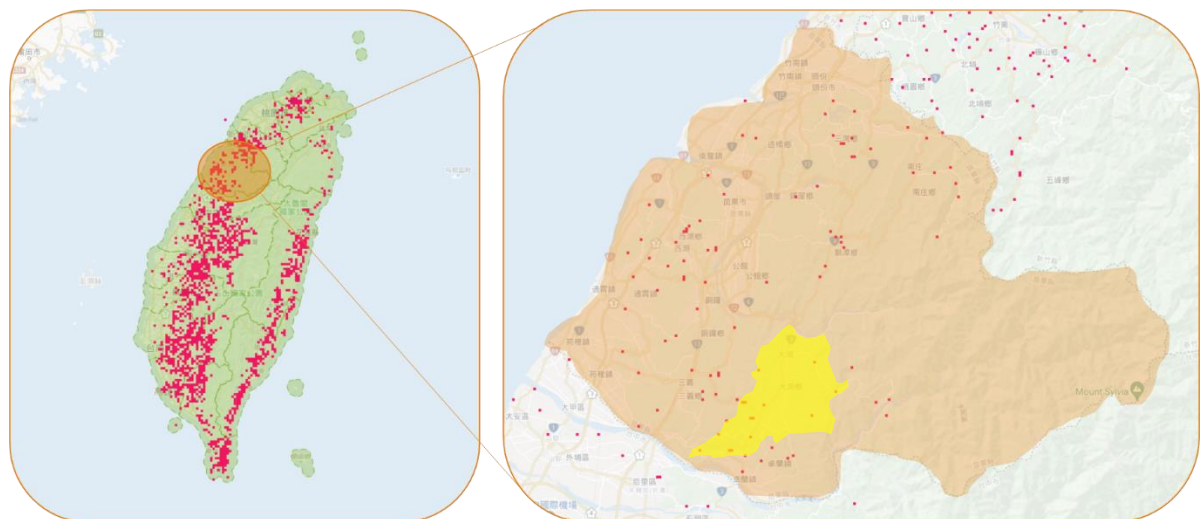


圖 2 小花蔓澤蘭於苗栗縣達大湖鄉侵入情況

¹⁰ 資料來源：<https://www.dahu.gov.tw/cp.aspx?n=3213>

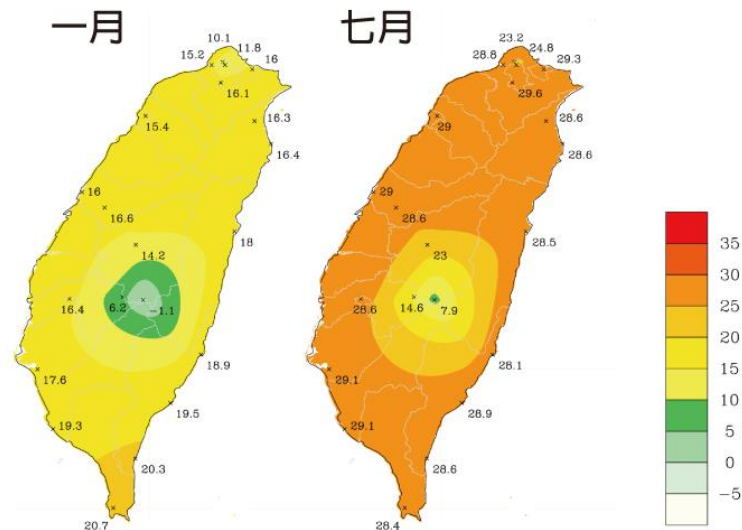


圖 3 台灣地區 1 月/7 月溫度分布圖

在溫度方面，根據中央氣象局的統計，台灣低溫約在一月下旬至二月初，而最高溫則發生在七月，故以最高溫與最低溫時期的 1 月與 7 月取苗栗地區的溫度分布，平均溫度約坐落於 15°C – 30°C ，部分符合小花蔓澤蘭最適生長溫度 25°C – 30°C 。雨量方面，台灣地區每年 12 月至隔年 1 月為雨量最少的月份；5–6 月份為梅雨季，是西半部地區僅次於颱風的重要雨量來源，於 6 月上旬達高峰值，隨後驟降；7–9 月份的雨量是水資源最為豐沛的時期，颱風等熱帶系統在此月份帶來大量雨水；10 月之後雨量減少，秋、冬季迎來枯水期。

本計畫以在地青農作為訪問對象，透過訪問蒐集前期研究無法獲知的第一線農民困擾與目前如何面對繁殖能力極高的小花蔓澤蘭，藉此得知小花蔓澤蘭的生長實際狀況、現階段採用的處理方式及效果如何，並驗證前期調查資料的正確性。

山上種樹牛樟森林是一個位於苗栗縣大湖鄉的休閒農場，農場裡主要種植著台灣特有種牛樟樹，也是被政府列為台灣珍貴樹種之一。牛樟樹有許多的用途，軀幹的部分常用於雕刻或家具上，枝葉加以蒸

餚可得牛樟精油，牛樟樹還會生長出一種極為珍貴的牛樟芝。因此山上種樹休閒農場是一個在台灣少數培育牛樟樹保護牛樟樹的園區，十多年來不使用除草劑，堅持用友善的種植方式對待家鄉土地，園區對於苗栗、台灣來講都是一個極為珍貴的資產。

第三節 小花蔓澤蘭的防治

目前小花蔓澤蘭的防治有下列數種：

3.1 機械防治：

「斬草不除根，春風吹又生」可以說是用機械防治法，也就是透過物理方法 除去小花蔓澤蘭的最佳寫照，只要留下小花蔓澤蘭的任何一小段根或莖，都造成 此株小花蔓澤蘭仍然無法在當地根除，甚至不久之後又在當地蔓延開來的情形， 因此「機械防治法」的成效總是無法太高。值得一提的是，在每年的夏天及秋天 切除蔓藤的成果較佳，冬、春兩季較差，若要使用「機械防治法」來防治小花蔓 澤蘭，必須配合每隔三週切蔓一次，連續切蔓三次，如此效果便能顯著提升，抑制小花蔓澤蘭生長有 90% 以上的效果。

3.2 藥劑防治：

早期在費時又需要大量經費的生物防治法發展成形前，低毒性、選擇性良好的除草劑是主要的選擇，許多種類的除草劑皆能殺死小花蔓澤蘭。

3.3 生物防治：

菌病生物防治法： 印度曾透過跨國合作（巴西、墨西哥、英國、印度）自原產地巴西引進一 種在原產地會感染小花蔓澤蘭之銹菌

(*Puccinia spegazzinii*) 進行防治，經過試驗發現僅會危害小花蔓澤蘭，造成其葉、莖部感染，落葉而至全株死亡，寄主專一性高，是目前評估為生物防治法之殺草劑具有最大的潛力及可行性。

昆蟲天敵生物防治法：昆蟲天敵的方面台灣目前有鱗翅目大麗燈蛾等 20 種、同翅目蔓澤蘭綿蚜等 6 種、半翅目台灣椿象等 3 種、雙翅目非洲菊斑潛蠅 1 種及蟎類 3 種，共計有 33 種，本土天敵亦有可能同時為害其他植物或因非長期共同演化的物種，想藉助本土天敵控制外來生物，可行性很低。

植物生物防治法：在研究中鳳凰木的葉子及花瓣對小花蔓澤蘭小苗具強烈相剋作用，但在野外試驗仍無法藉鳳凰木葉部的水萃取液來殺死小花蔓澤蘭，未來仍需透過試驗適合的水萃液濃度，來達成防除小花蔓澤蘭之效用。

台灣目前所採行的方法，不外乎化學性的殺草劑或人工剷除，但兩者都是治標，且不符成本效益，近年來，環保意識抬頭，對於病蟲害及雜草防治多不鼓勵使用化學藥劑且其容易造成土地的第二次傷害，故以生物防治為未來發展趨勢。

第四節 以產品設計方法如何防治？

本計畫成員多來自於工業設計專業，擅長以產品設計的方法進行問題解決，以工業設計的手法，其實能更務實的使問題得以解決，而不流於形式。

物聯網：物聯網（英語：Internet of Things，簡稱 IoT）是一種計算裝置、機械、數位機器相互關聯的系統，具備通用唯一辨識碼（UID），並具有通過網路傳輸數據的能力，無需人與人、或是人與裝

置的互動。物聯網將現實世界數位化，應用範圍十分廣泛。在農業中的應用包括收集溫度、降水、濕度、風速、病蟲害和土壤成分的數據，並加以分析與運用。利用決策支援系統，將收集來的數據做出精準分析，藉以提高產出的品質和數量，並減少浪費。

工業設計：工業設計（英語：Industrial Design）是以工學、美學、經濟學為基礎對產品進行的設計，是依照產品的使用方式、人機關係、外觀造型等做設計和定義的過程。工業設計也是一個跨領域的專業橋樑，運用創造性解決問題，展現於產品，系統，服務，體驗或企業使之獲得更好的解決方案得到更好的一種跨領域的設計，將不同領域的專業整合起來創造出一個產品，並且這個產品需考慮人、產品與環境三方關係，以及各種細節特徵的相關位置、色彩、材質、紋理。

自動控制：自動控制（automatic control）是指在沒有人直接參與的情況下，利用外加的設備或裝置，使機器、設備或生產過程的某个工作狀態或參數自動按照預定的規律運行，將人類從複雜、危險、繁瑣的勞動環境中解放出來並大大提高控制效率。自動化的最大好處是可以節省勞動力，同時，它也可用於節約能源和材料，並改善質量、準確度和精度實現各種複雜的控制任務，需要將被控制對象和控制裝置連接，組成一個有機的整體，利用反饋原理，輸出預設期望值，形成自動控制系統。

本計畫將透過物聯網技術統整蒐集到的資訊加以分析，藉由輔助系統計算出最好的處理方式，提高效率並減少浪費，大幅減輕人力負擔；利用自身工業設計的專業，設計出適合的造型與建構，運用材質、色彩等特點組成產品與環境的連結，設計出適合使用者習慣的外型及其他相關配件，並透過創造性解決問題；以及適用自動控制系統控制

灑水、拍攝等定時作動，透過回傳智慧型裝置使使用者能即時觀測狀況，減少人力成本。希望利用工業設計的產品美感及跨領域整合的專業來設計出一個能夠透過物聯網及自動化控制來解決小花蔓澤蘭的一套系統產品。

第五節 各類棲地智慧生態防治的現況

中華民國自然生態保育協會公布台灣十大入侵外來種，包括小花蔓澤蘭、福壽螺、布袋蓮、松材線蟲、美洲紅火蟻、中國梨木蝨、白輪盾介殼蟲、河殼菜蛤、緬甸小鼠以及多線南蜥等。

「現在是全球化的社會，很多途徑會引進這些外來種，有些是合法輸入，但不久就會溢散到野外去，另外一種是其他管道或不合法的管道，例如輪船、輸入的原木，這兩種不同的管道造成台灣現在出現滿多外來種。」李允中表示，植物的部分除了小花蔓澤蘭之外，還有銀膠菊、銀合歡、豬草以及互花米草等，其中互花米草就是因為跟著輪船的壓艙水而到處傳播，「輪船進港時要調整吃水深度，所以會把壓艙水放出來降低吃水深度，船浮起來才能進入港口，一些水生植物或是溼地植物的種子就會跟著壓艙水傳播到全世界。」

而要如何移除有國際毒草之稱的銀膠菊，林務局建議，最佳的時機是在早春開花以前，可以減低結實繁殖和花粉飛散的機會，但最好是以人力或簡單的器具拔除，農地的話可以用農機具翻除，必要時也能使用市售的除草劑噴灑，不過，拔除後的植株應該放在黑色塑膠袋中悶腐，或是乾燥後直接焚燒，民眾拔除銀膠菊時也要記得穿著長袖衣物、戴口罩和手套，接觸後也要記得趕快洗手，以免引發過敏反應。

外來種侵略成功的條件有：

1. 相似的環境條件。
2. 缺乏天敵和競爭對手。
3. 適當的餌料生物。
4. 較強的繁殖力和環境適應力。

而防範之道有：

1. 立法管制外來種：食物、種子、寵物。
2. 港埠機場檢疫：消毒、滅鼠。
3. 宣導教育。
4. 推廣本土性生物：蓋斑鬥魚。¹²

本計畫將設計一款小花蔓澤蘭防治機，透過產品中的模組感測與控制模組使農業智能化，透過 AIOT 將遠端即時監控和自動噴灑系統搭配植物萃取素與小花蔓澤蘭抗衡，抑制小花蔓澤蘭發芽與長大，避免小花蔓澤蘭擴散，減少因小花蔓澤蘭纏繞使樹木窒息死亡的風險，解決現今清除小花蔓澤蘭遭遇的問題，未來產品也不侷限此次配合的牛樟園林，往後也可應用在長期作物的農地或中低海拔的樹林，透過科技，能降低人力成本、提高清除效率，才能根本性地解決及改善台灣小花蔓澤蘭問題，使得清除作業變得精準且不耗費人力。

¹¹ 原文網址: 外來種之歌 / 綠鬚蜥 6 年抓 7417 隻 林務局：拜託認真把牠養到老死 | ETtoday 寵物雲 | ETtoday 新聞雲 <https://pets.ettoday.net/news/1437885#ixzz8Gy7PjM7C>

¹² 資料來源：外來種生物的衝擊與對策，<https://webmail.life.nthu.edu.tw/~labtcs/l52143/14.html>

第二章 研究方法

第一節 實施方法與步驟

本計畫按照 6 個行動構想步驟，慢慢建立完整的改善計畫，將小花蔓澤蘭防治技術從零開始，到產品設計，初期試驗到最後的擴大應用。希望能全面解決小花蔓澤蘭的問題。

1.1 主題設定、組織團隊

研究首先設定在解決小花蔓澤蘭擴散至農地的問題，並成立了設計團隊，並與苗栗在地青農「山上種樹牛樟森林休閒農場」之負責人藍凱瀚及其他在地青農組成團隊，共同解決小花蔓澤蘭擴散的問題。

1.2 可應用技術分析

接下來團隊搜尋可應用技術，希望能找尋現有 AIOT 技術應用於本計畫中。現今台灣農業人口老化問題何人力缺少等問題，除了生產省工栽培技術提升以外，智慧農業也越來越盛行，藉由資通訊科技分析、智能機具的開發，將這些能量有效擴散應用在產業，才能落實產業之效能發展。

將 AIOT 技術引入傳統農業，青農可由手機、平板、電腦即時掌握近、遠端牛樟木園的資訊，甚至遠端遙控處理，農業管理系統智慧化的輔助減少牛樟木樹苗死亡率，藉由科技取代絕大多數繁瑣事項，節省人力時間、減少小花蔓澤蘭對於大樹的危害、增加牛樟木樹苗存活率，除了提升整體農業效益，更提昇農家的生活品質。

在牛樟園林放置小花蔓澤蘭防治機，利用自動化設備和環境感測器設備，透過物聯網，連結至雲端系統，在這當中若有任何感測器異常，系統即時反應，並發佈告警通知，青農接收到訊息後，可有效率的因應現場狀況作出反應。例如小花蔓澤蘭防治機異常時，系統偵測後，即時發佈警訊通知青農。預計裝置於牛樟木園設備如下：



圖 4 本研究系統功能模組

1. 牛樟園監控聯網模組

將智慧化定位、監控、追蹤及管理目的，利用監控聯網應用在牛樟木園農業技術，將農作地環境周遭進行即時監測，包含溫溼度和土壤濕度監測，減少青農來回巡查的時間和人力，更能達到降低人力成本和時間，來達到整體經濟效應。

2. 農作地監控聯網平台的建置

透過小花蔓澤蘭防治機可將農作地環境之監測，透過遠端的應用

程式圖表化及數據可視化的方式呈現，將農作地結合時間、地點、產物以及偵測內容，用圖表可視化的方式呈現，利用介面可以藉由了解此裝置的位置與現場狀態，並在具有風險時跳出推播提示監管人員進行處理遠端控制機器進行灑水作業。

3. 警示模組

警示系統一向是傳統農業以及一級產業產出降低成本的必要選擇，許多農業通常都遠於人員居住之地點，因此多會配置住宿人力進行巡查，而這些人力會因為農作場地的擴大而倍增，透過環境即時監測和告警發布，警示模組系統能完全解決這個問題，除了能精簡人力外，也能確實且有效的回報現場狀況，排除許多問題。

4. 顯示模組

導入顯示模組系統，依賴傳統施作模式的牛樟園，能夠降低牛樟木樹苗生長的風險，針對目前現階段牛樟木園安裝溫溼度和土壤濕度感測器，管理人員可透過手機、平板或顯示屏幕，近端遠端的了解現場即時狀態、例如溫溼度和土壤濕度狀況，透過顯示模組都能一目了然，減少來回巡察的時間，節省更多人力與時間成本。大多數的農養殖場域管理者不只一位，顯示模組可讓多位管理者，無論近端、遠端能夠在第一時間同步訊息，並排除因小花蔓澤蘭擴大造成巨大損失的可能性。

5. 自動化模組

科技在農養殖業提供便捷、有效之解決方案，將農養殖設備自動

化導入，自動噴灑裝置，定時定量噴灑藥劑，不僅能達到減少浪費藥劑，也節省人力，以提升工作效益。

綜合以上五大系統，預期能夠能為大湖鄉牛樟園帶來以下改善：

1. 降低人力時間；2. 遠端監控減少來回巡視的次；3. 定時定量噴灑藥劑，達到減少藥劑成本；4. 提升青農工作效率/效益；5. 減少小花蔓澤蘭擴散的機率。

表 3 系統元件功能說明

編號	元件	功能
1	ESP8266	接收來源端訊號控制水泵
2	水泵	進行抽水噴灑
3	繼電器	啟動或關閉水泵
4	ESP32	蒐集環境資料擁有 Wi-Fi 和雙模組藍芽
5	Moisture sensor	土壤溼度感測
6	DHT22	溫度、溼度感測
7	水位感測器	萃取/煎汁液不足時候發出警示
8	太陽能充電	設備與感測器在戶外持續的運作
9	通訊模組	訊號傳輸

1.3 系統架構分析

本系統架構可分成三個部分，主要以可遠端偵測耕種地現況之系統為主要，最後以遠端遙控進行耕種地現狀改善之機器為輔助。如下圖所示：

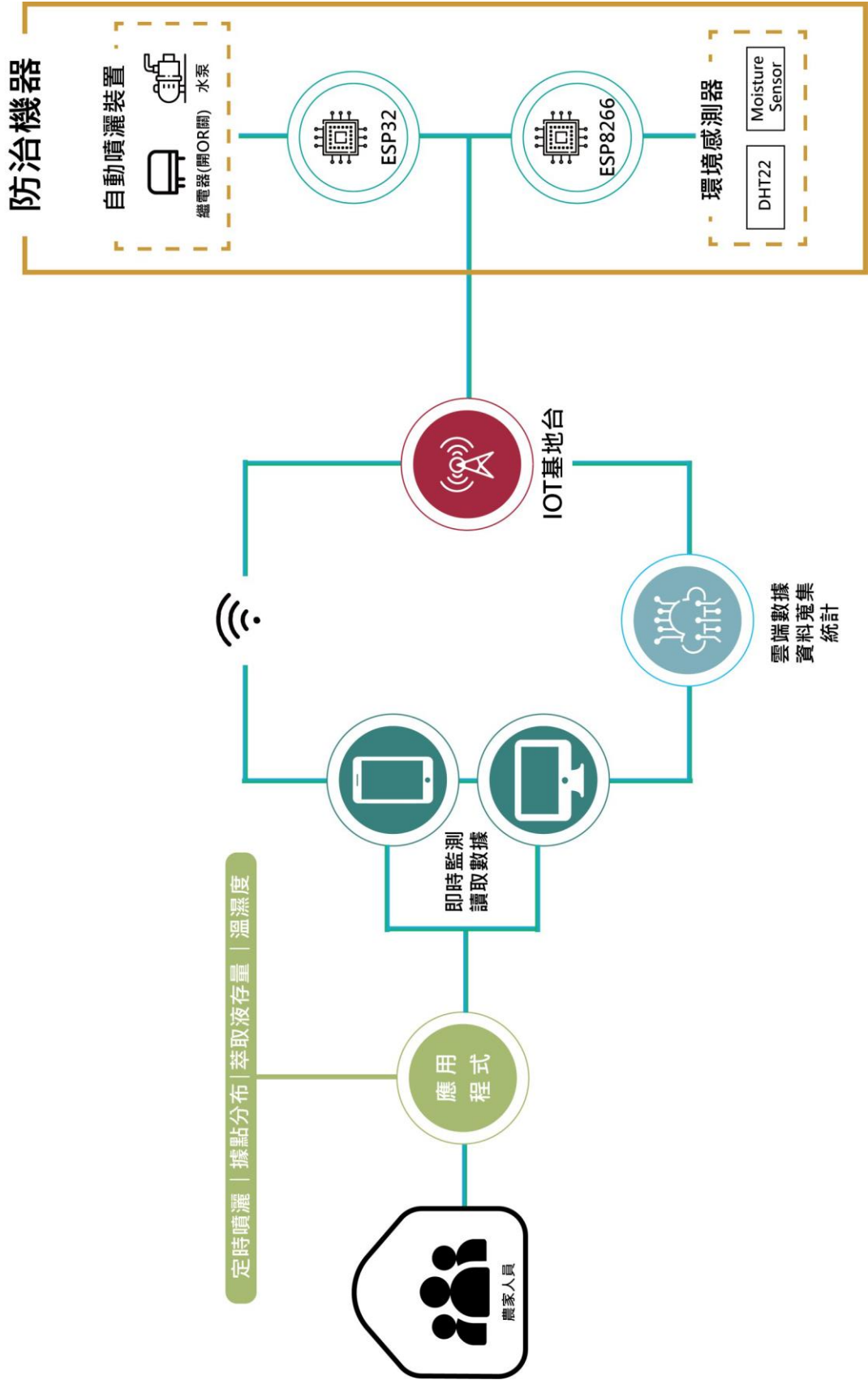


圖 5 系統機制功能圖

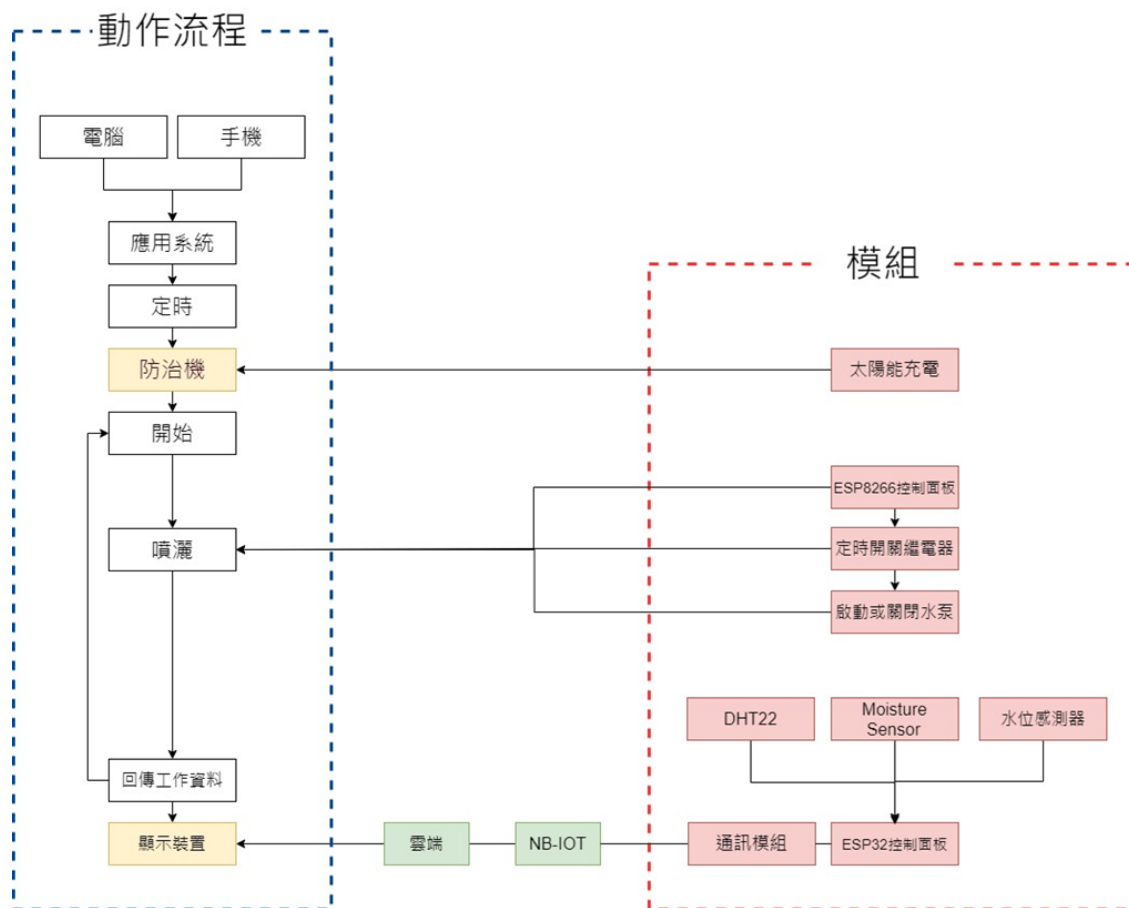


圖 6 動作圖和模組對應圖

1. 可遠端偵測耕種地系統

由開發板 ESP32 作為可遠端偵測耕種地現況的資料蒐集端，使用 WiFi 無線傳輸將資料上傳至伺服器，再伺服器提供資料給應用程式，當使用者架設好感測器，以空氣溫溼度感測器 DHT22、土壤溼度感測器 Moisture sensor，兩種感測器皆設置在耕種地，等硬體並啟動後，將開始蒐集耕種地環境資料，ESP32 利用 WiFi 連上網路，且每 10 分鐘上傳一次到雲端伺服器，再由手機的應用程式之輸入介面輸入對應的 API Key 來得到雲端伺服器內所儲存的資料，進入分析介面，把在雲端伺服器取得之資料進行耕種地環境分析，提供即時分

析資料於使用者觀看。

2. 遠端遙控進行噴灑作業

遠端遙控進行耕種地現狀改善之機器是由 ESP8266、繼電器和水泵組合，將 ESP8266、繼電器和水泵結合進行灑水動作，從可遠端偵測系統的應用程式觀看狀況，可以點選控制應用程式來遠端遙控水泵進行灑水動作，利用遠端遙控的應用程式，當 ESP8266 接收到來自使用者的指令後，啟動繼電器開關，由原本的 OFF 變成 ON，來達到控制水泵啟動和關閉。ESP32 負責影像擷取回傳到伺服器，ESP8266 用來抓 DHT22、風力風向、控制噴霧機。

1.4 防治機產品專案設計

1. 人機介面設計

透過物聯網技術，將裝設於林/農園中的感測裝置資料即時回傳至 APP 系統，供使用者隨時查看林/農園溫度、濕度、裝置狀態、收取裝置問題警示等。從左至右、從上至下分別為第一至第六支手機(如圖下所示)，以下說明各手機畫面中的功能：第一支手機畫面顯示為介面首頁，主要可以查看空氣的溫、濕度，目前的小花蔓澤蘭狀態圖(分節生長旺盛期、開花期、結果期)，以及可透過下方滑桿為手動開啟萃取/煎汁液灑水器功能，右邊設定鍵設計功能為調整自動灑水裝置控制項，而當水泵水位發出警示，會在首頁上方閃爍警示符號(灰色符號)。

第二、三支手機畫面顯示為系統機台定點，透過安裝時的機台編號與物聯網設定，操作時可查看機台狀態及警示相關訊息；第四、五

支手機畫面顯示為數據部分，透過機台的感應器可知林/農園機台裝設處的空氣溫度、空氣濕度、土壤濕度等偵測數據，點入其中項目，可看見以往數據趨勢及每 2 小時偵測一筆的相關紀錄；第六支手機畫面顯示為知識資訊，透過點擊右上角 i 字符號，即可顯示小花蔓澤蘭相關資訊，透過資訊內容可了解小花蔓澤蘭之好發期或成長快速之因素，讓農民了解並視狀況使用系統功能。



圖 7 物聯網技術串聯系統功能介面設計

1.5 產品初樣製作

本計畫預計將上述系統，結合工業設計方法，設計一款自動噴霧監控機，置於果樹與果樹之間，定期監控，達到小花蔓澤蘭防治的效果。

1.6 產品投放試驗

研究基地條件選擇設定是根據中低海拔地區之果園，並由青農經營者為主，經詢問苗栗地區在地青農，選定牛樟木森林作為實施場域。本計畫預計將該系統運用於苗栗大湖山上種樹牛樟森林休閒農場，是地方訪談的青農之一。山上種樹牛樟森林休閒農場，二十年前種下的樹苗，如今已長成一座森林。

「農村需要年輕人，年輕人更需要農村」。過去的十年裡，一家人都在兩岸三地奔波打拼，剩父親留守耕耘，但「身在異鄉，心在故鄉」，心中惦記的總是家鄉的那塊土地，藍凱瀚、張書榕終於回到故鄉大湖扎根，專業培植牛樟樹、牛樟杆插苗、牛樟種苗、牛樟種子、牛樟芝、牛樟查、茶樹實生苗。

愛這塊土地就是要身體力行，十多年來不使用除草劑，堅持用友善的種植方式對待家鄉土地，園區是一個永續經營的自然生態觀念，有老鷹、有野兔、有樹蛙，還有許許多多的昆蟲、動物、鳥類。

根據L先生的訪談內容，本計畫可以針對他的樟木園小苗區及檸檬區做為初次試驗場域。後續若執行成效佳，亦可透過其參與的聯盟合作—苗栗青農聯誼會，聯盟內成員種植品項多元，如：果樹、短期葉菜類、番茄、草莓等，導入遠端監控系統，普及各農園或鼓勵荒廢

耕地地主使用，共同防治綠癌—小花蔓澤蘭。

經初樣製作完成交機後，再進行使用者介面操作、資訊判讀、多元功能運用、防治作為等系統使用性與表現度的回饋調查。調查記錄將作為後續擴大運用時的參考。



圖 8 本系統試驗場域山上種樹牛樟森林

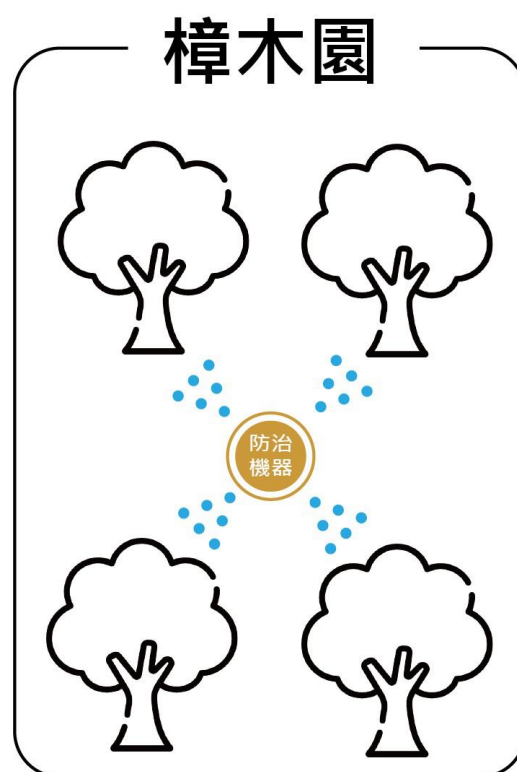


圖 9 自動噴霧監控機裝設示意圖

第二節 預期成果

隨著科技的進步，各式的農業自動化機具用於不同的農業操作與監測，從生活中的食用作物，到具有觀賞價值的高經濟作物，農業自動化已經投入在許多的農業活動中。本研究設計之產品將安裝牛樟木園，透過產品中的模組感測與控制模組使農業智能化，透過 AIOT 將遠端即時監控和自動噴灑系統搭配植物萃取素與小花蔓澤蘭抗衡，抑制小花蔓澤蘭發芽與長大，避免小花蔓澤蘭擴散，減少因小花蔓澤蘭纏繞使樹木窒息死亡的風險，解決現今清除小花蔓澤蘭遭遇的問題，未來產品也不侷限此次配合的牛樟園林，往後也可應用在長期作物的農地或中低海拔的樹林，透過科技，能降低人力成本、提高清除效率，才能根本性地解決及改善台灣小花蔓澤蘭問題，使得清除作業變得精準且不耗費人力。

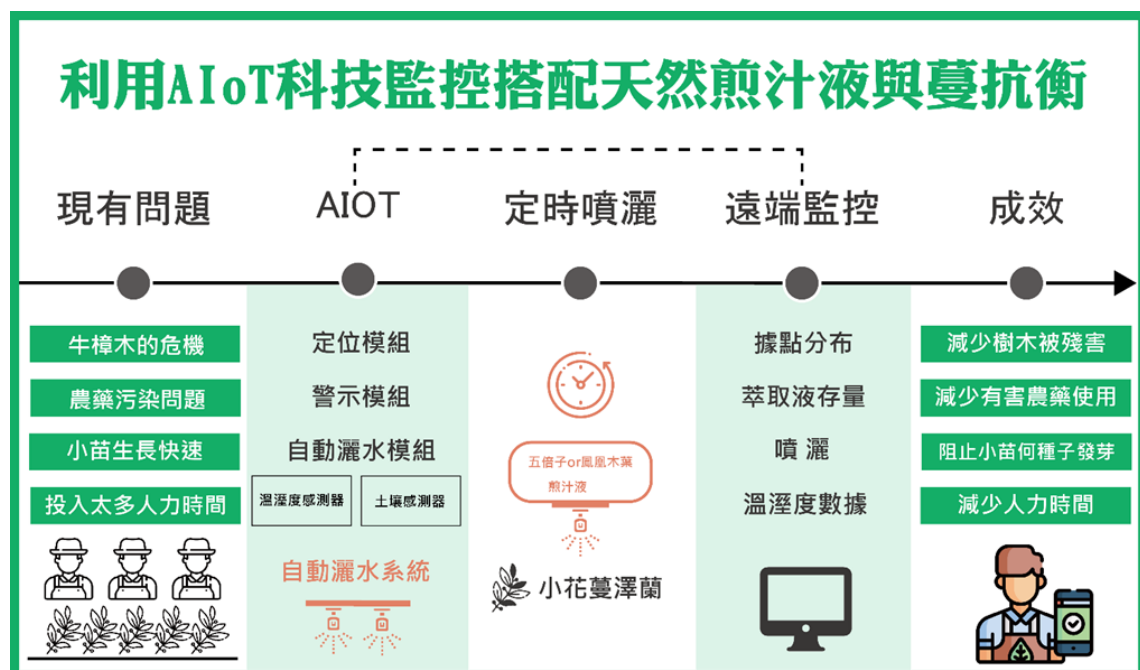


圖 10 計畫架構圖

將 10 種中草藥 10 倍稀釋煎汁液利用澆灌法澆灌於株齡 1 個月之小花蔓澤蘭苗上及栽培土中，測試中草藥 10 倍稀釋煎汁液對小花蔓澤蘭苗生長之影響，另以澆灌蒸餾水及鳳凰木葉煎汁液之處理當對照。其中五倍子及鳳凰木葉萃取液對小花蔓澤蘭苗生長之抑制效果最佳。¹³

中草藥種類與施用濃度(X) 重複數(n)	處理後天數 / 藥害級數 a			
	7	14	21	28
五倍子(n=4)	3.00	3.75	3.75	4.00
丁香(n=4)	1.50	1.75	2.25	3.50
百部(n=4)	1.50	2.50	2.75	2.75
黃精(n=4)	0	0	0	0
當歸(n=4)	0.75	1.75	1.75	1.75
商陸(n=4)	0.50	0.50	0.75	0.75
黃耆(n=4)	0	1.00	1.00	1.00
桂枝(n=4)	0	0.75	0.75	0.75
桂皮(n=4)	2.00	2.00	2.00	2.00
細辛(n=4)	0	0	0	0
丹皮(n=4)	0	0	0	0
鳳凰木葉(n=4)	2.50	3.50	3.50	4.00

a.藥害級數： 0 級：植株正常。 1 級：葉片黃化或柔弱。 2 級：葉片皺縮。 3 級：葉片下垂枯萎。 4 級：植株死亡。

圖 11 小花蔓澤蘭苗之生長抑制測試

¹³ 陳滄海、陳仁昭、汪慈慧、王均琄、趙永椿 (2012) 小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊--小花蔓澤蘭(Mikania micrantha) 之生物防治-田間危害與生物防治，

據研究顯示使用五倍子煎枝液對小花蔓澤蘭種子發芽之抑制率達 100%，對於大花鬼針草及含羞草種子發芽抑制率也達到 100%，五被子和鳳凰木葉煎汁液連續澆灌於株齡 1 個月之小花蔓澤蘭苗上及栽培土中有植株死亡的效果。

本計畫預期成果如下：

1. 利用自動控制系統定時、定點實施所需動作，可減少農民上山次數、人力成本以及降低風險，達到以較少的人力即可防治小花蔓澤蘭，且能精準使用藥物，達到環境平衡。
2. 使用對環境更友善的天然植物萃取液取代化學藥劑的使用，讓當地的牛樟木能夠繼續以有機天然的方式生長下去，天然的生物防治也是現今的發展趨勢。
3. 將產品設定在小花蔓澤蘭開花期間 9-12 月進行定時噴灑，能有效且長期的抑制小花蔓澤蘭在開花期的種子傳播，阻止種子隨著風力飄散到各處進行有性生殖。
4. 透過遠端控制，物聯網技術運用，能遠端操控機器，即時監控、定時回傳相片及各式數據分析，讓農民不必親自去到現場也能即時了解現場的情況，以達到最大的效率。
5. 利用多點式的分布，能準確的知道產品所在的位置，並了解到小花蔓澤蘭在一個區域的分布擴散情形，進而更有效的控制及預防小花蔓澤蘭的危害。
6. 可將此技術運用於其他外來入侵植物，如：「國際毒草」銀膠菊等。



圖 12 預期成果圖

第三章 研究成果與討論

第一節 計畫甘特圖

本計畫分為 8 個工作項目執行，其計畫甘特圖如下圖所示。

表 4 計畫甘特圖

工作項目	112 年度											
	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	
1. 主題設定												
2. 可應用技術分析、 系統架構分析												
3. 現地調查												
4. 產品專案設計、模 擬設計												
5. 產品初樣製作												
6. 產品投放試驗												
7. 測試結果分析												
8. 結案報告												

表 5 研究組織分工內容

職稱	姓名	專長	工作項目
計畫主持人	李雁隆 朝陽科大 工業設計系	相關技術資訊整合和優化方案	● 負責計畫整體之研究分析，並提出優化之方案 ● 提出與產品設計有關問題的解決方案 ● 提供用戶需求、造型趨向、產品分析等技術
計畫共同主持人	林萱 朝陽科大 工業設計系	UI/UX 設計	● 以美學及用戶操作角度，對系統功能與頁面設計提出看法 ● 針對產品風格及功能進行 UI 介面設計 ● 分析用戶操作角度，進行 UX 人機互動的設計
計畫共同主持人	陳澤龍 高雄醫學大學 醫務管理系	IOT 系統應用分析、建構	● 與組員共同完成構想發展，並協助確保提案品質 ● 依照用戶需求，協助提供 IoT 的技術協助和解決方法 ● 功能需求訪談、規格澄清以及相關內外部技術資訊整合
計畫協同主持人	謝男凱 逢甲大學 自動控制學系	IOT 系統應用分析	● 依照用戶需求，協助提供 IoT 的技術協助
研究助理	蔡忠諺	產品外型設計 電腦繪圖軟	● 產品概念與設計提案 ● 3D 產品外觀設計規劃與執行

職稱	姓名	專長	工作項目
		體操作	● 調整產品的設計外觀及實際功能

第二節 計畫交付項目

本計畫預計交付項目有現地調查、架構分析、產品設計、初樣製作、產品投放試驗、模擬設計、介面設計、調查報告、產品設計圖、初樣製作模型圖、系統測試等資料等，這些報告都會彙整在報告中，其計畫重要檢核點如下表所示。

表 6 計畫重要檢核點管制表

檢核點	預計日期	交付項目	數量	備註
1	7 月 17 日	期中報告書	1 式 5 份	
2	11 月 13 日	期末報告書	1 式 5 份	
3	12 月 26 日	成果報告書 會計報告	1 式 5 份 1 式 2 份	

第三節 工作執行成果

3.1 現地調查

(一)青農訪談

訪談對象與題項內容

本研究總共訪問兩位青農，分別為苗栗縣大湖鄉 L 先生及 H 先生，L 先生為管理牛樟林園為主的青農，H 先生為管理橘子園為主之青農，訪談題項主要針對管理的農/林地及小花蔓澤蘭相關問題，共計 12 題，以下為本研究訪談題項內容：

1. 請問您目前有管理那些園林和農作地呢？大概有幾公頃？
2. 請問您管理的園林或農作地是否受到侵入種小花蔓澤蘭的侵擾？對您造成什麼樣的困擾與影響？
3. 附近從事林業或農作物的農家是否也有面臨小花蔓澤蘭侵擾的狀況？
4. 請問您目前處理小花蔓澤蘭的方式為何？是否有尋找相關防治方法？實行成效如何？
5. 請問您會使用除草劑嗎？除草劑成本大約多少呢？除草劑對於園林或農作物有什麼樣的傷害呢？
6. 請問您大概多久去除草一次呢？或噴灑藥劑一次？
7. 針對小花蔓澤蘭的處理方式有何困擾之處？或希望改進的地方？
8. 最初是怎麼發現小花蔓澤蘭？以及知道其為危害物種？
9. 請問您的園區負責巡視或照看的人力有幾位呢？平常巡視農作地/園林的次數和時間為何？
10. 巡視的重點為何？
11. 您們的園林和農作的有網路訊號嗎？

12. 請問有其它需要補充的嗎？

(二)訪談結果



圖 13 本研究與在地青農線上討論紀錄

下述為青農 L 先生與青農 H 先生針對 2.1.1 相關問項回答之概述內容。

表 7 青農訪談逐字稿

問項 1	請問您目前有管理那些園林和農作地呢？大概有幾公頃？
L 先生	我現在管理牛樟樹園 2.5-3 公頃之間。
H 先生	以橘子為主，柚子、芭蕉、琵琶等為輔。上述為目前仍有耕種的部分，約莫在一甲地上下，其餘休耕之稻作並未列入計算。
說明	從這個問題可以看出青農們的答題角度與立場。

問項 2	請問您管理的園林或農作地是否受到侵入種小花蔓澤蘭的侵擾？對您造成什麼樣的困擾與影響？
L 先生	前幾年比較嚴重，現在比較少，它的危害因為會隨著樹的長大和年齡的影響降低。我們在前幾年的防治就是用人工的方式處理，現在是比較可以控制的範圍了。樹的高大會影響小花蔓澤蘭的危害性，在小樹苗的期間，因為樹和樹之間的間隙比較大，陽光穿透性比較好，小花蔓澤蘭從別的地方飄過來，就從土裡面長出來了，跟著樹苗一起生長。後來經過這幾年的除草，隨著樹的年齡，還有小花蔓澤蘭在陰暗面、樹比較密的地方，情況比較受到控制。 小花蔓澤蘭根不會斷，除非拔起來，清理的很乾淨，可能可以有幾個月輕鬆，可是它的種子在天空中，只要遇到水、天氣好的時候又會長出來。所以前幾年、小苗的時候要防，特別重要。之後樹長大兩米五、超過一個人的高度，它的影響力就會逐漸下降。以我們的樹來說就有四米、超過一個手臂粗的時候，基本上不用擔心果樹死亡。它爬上去也無妨，小花蔓澤蘭到冬天的時候，自然而然就會乾掉，去年和今年乾旱，小花蔓澤蘭就少很多，就乾乾的長不好。三年的牛樟樹小苗直徑為十公分以內，十公分以內都要注意。三年都還會死掉，超過手臂粗以後都還要注意，跟碗公一樣大就要不用擔心了，從手臂到碗公大概要兩年。一開始都是細細高高的，從上再葉子拓開來，所以在上的時候是最容易被捲掉、攀藤的。
H 先生	本園亦是坐落在中低海拔丘陵處，故也遭其侵擾。其最主要之影響在於本身會攀附於作物上，此舉將導致作物光合作用減少，從而使果實無法獲得足夠養分，當養分不足時果實的大小風味會有極大的差異。此外，當藤葉纏住作物枝葉，將會讓氣流難以吹入蔭中，導致諸如灰塵等穢物積累附著在果實樹幹上，增加作物生病果實賣相降低之機率。若情勢更為嚴峻者，即藤葉完全包覆住作物，作物將有死亡之虞。
說明	在林業方面，在樹苗時約 5 年的時間都需要注意小花蔓澤蘭侵擾的問題，一方面是因為樹苗時的樹幹細長、樹間間隔大、氣候、陽光等因素，使小花蔓澤蘭有機可乘，致死率極高。隨著樹木成長及葉

	片拓開後，就比較不利於小花蔓澤蘭生長，雖無法杜絕其侵擾，但不至於使樹木枯死。 在果樹種植方面，因果園處中低海拔處，易遭小花蔓澤蘭侵擾，其攀附影響光合作用與樹間的空氣對流，增加作物生病風險，總體影響了果實養分吸收與賣相，間接影響經濟收益。
--	--

問項 3	附近從事林業或農作物的農家是否也有面臨小花蔓澤蘭侵擾的狀況？
L 先生	附近都會有這種情況，但是就看他種植的是什麼，他有沒有努力去除草。以大湖來講，前幾年牛樟園旁邊有種橘子樹小苗(茂谷柑的小苗)，他在前三年小花蔓澤蘭的危害也算嚴重，樹越長越高情況就會比較好一點。 另外有一橘子園是我堂哥的，他也有小花蔓澤蘭的危害，但是因為他已經棄耕了，所以小花蔓澤蘭就入侵他的橘子園，如果是還有在管理的橘子園是沒有受到小花蔓澤蘭的侵害。
H 先生	附近的松樹(無人管理)接連倒下死亡，其上纏繞著厚厚一層藤葉。
說明	主要受小花蔓澤蘭侵入與生長，原因在於是否有人管理與勤於除草，無人管理之林園、果園易受到小花蔓澤蘭侵擾。

問項 4	請問您目前處理小花蔓澤蘭的方式為何？是否有尋找相關防治方法？實行成效如何？
L 先生	我們現在都是透過每年定期人工除草，把小花蔓澤蘭的藤蔓一併去除，但是沒辦法斷根，因為他的花絮、花粉，乾燥去弄的話身體是會癢的。前幾年都是用人工的方式，一棵一棵的把小花蔓澤蘭的藤弄掉，我再去找一些以前的小樹苗照片，那時候危害真的是蠻嚴重的。前三年的時間，在小樹苗的時候就會被小花蔓澤蘭蓋住，我們平均一年除草兩次，但是它兩個月到三個月就可以蓋掉小苗。大概一個人高的樹，2 米到 3 米之間的數，很容易、很快就在一個、兩個月間就有危害、就被蓋掉了。

	現在(樟木園)都有 4 米以上，小花蔓澤蘭致死率就沒有了，樹很大棵，他不會纏，纏了樹也不會死掉。向陽面比較嚴重，陽光可以直接照到土裡的地方，或是樹和樹之間的空隙比較大的話還是會有小花蔓澤蘭，以前是約手指粗的那種(牛樟木)就會被幹掉，他捲一捲就影響他生長，就長不好、小小的，惡性循環，來年的時候營養不良就會死掉。 對小花蔓澤蘭的防治的話，重點應該就是在初期的時候，還是小苗時就要特別的留意和注意。一般它長大之後，尤其樹苗無法用除草劑(因為除草劑一用，那棵樹可能也會死掉)，所以要用人工的方式。那人工在處理小花蔓澤蘭的時後，你清的工一天用不到幾棵樹，弄完之後，第一棵弄到最後一顆，可能第一顆又長起來了。
H 先生	本園以人力背負除草機進行消除。而其餘相關方案在成本等方面未能符本園故而不採納。

問項 5	請問您會使用除草劑嗎？除草劑成本大約多少呢？除草劑對於園林或農作物有什麼樣的傷害呢？
L 先生	樟木園沒有用除草劑，一般都用人工。當初前幾年很嚴重的時候，就想說我們不要噴除草劑，因為對樹也很傷，買藥的工錢和人工差不多，就用人工去除，順便就做果樹修剪、整形，就沒有考慮到用除草劑。 堂哥的橘子園有用除草劑，他是做慣行農法的。現階段已轉種草莓種植了，所以橘子園就不管理了，小花蔓澤蘭危害很嚴重，就棄作了，我有觀察他的樹，可能過一兩年就枯死了。
H 先生	由於除草劑對於土地傷害極大而未採用。具體傷害題現在土壤上，使用後會使沃度降低連帶影響果實發育並會使益蟲死亡等。
說明	訪問對象皆未使用除草劑。

問項 6	請問您大概多久去除草一次呢？或噴灑藥劑一次？
L 先生	現在一年一次到兩次看情況(除草)。去年乾旱很嚴重，去年只請人去除了一次草，往年大概一年除兩次草。因為除草有專業性，請當

	地農夫、專業除草夫去處理。
H 先生	基本上除草作業每週都會進行 1 到 2 次，尤以夏季草木飛長時，更會加強除草作業。人力除草無法達到真正意義上的滅絕效果，僅僅只能使其無法過於猖狂影響作物爾爾，不使用除草劑。
說明	林業部分，一年除草 1-2 次；果園部分，每週 1-2 次。果園需較頻繁除草。

問項 7	針對小花蔓澤蘭的處理方式有何困擾之處？或希望改進的地方？
L 先生	小花蔓澤蘭就是很難斷根，問題就是前幾年很多造成樹木死亡，就算清園清完了，隔年像雪花般的小花飄過來之後，我們沒有注意的話，又會長起來了，沒辦法斷根就是很討厭，沒有處理好，園子就一直會有小花蔓澤蘭。
H 先生	人工除草時其花朵容易因為震動，導致種子飄散而加大他的擴散範圍，使其得以再次繁殖。
說明	人工除草會因為未將小花蔓澤蘭根部清除乾淨或震動使花朵、種子飛散，導致其再次繁殖、甚至擴散。

問項 8	最初是怎麼發現小花蔓澤蘭？以及知道其為危害物種？
L 先生	就在我種樹的時候，大概七八年前，我們開始有一批小樹，牛樟樹在種植的時候，就發現這個問題。因為樹種完之後，它不像一般農作物需要每天去觀察，有時候一個月或兩三個禮拜才去，發現我的小樹怎麼都被小花蔓澤蘭包圍了。
H 先生	基本上一旦一地出現其蹤，其便能透過易傳播不易死之特性逐步蠶食鯨吞方圓數里之地，起初蔓延緩慢，然當其基數成長後，便將如燎原之勢攻佔一處農園一座山頭，猶如綠色海嘯般。
說明	小花蔓澤蘭的快速成長趨勢與侵害是林園及果園經營者皆面臨的問題。

問項 9	請問您的園區負責巡視或照看的人力有幾位呢？平常巡視農作地/園
------	--------------------------------

	林的次數和時間為何？
L 先生	我和我父親兩個人，每個禮拜去看個一次，每次 1-2 個小時。
H 先生	本園平日有一位會常駐(農家)於此巡視 1-2 小時，假日能達二至三人。
說明	林園及果園的巡視人力少，並須花大量時間巡視園區。

問項 10	巡視的重點為何？
L 先生	巡視就看樹木有沒有枯死，有沒有被蔓澤蘭纏住，大概就這樣子。 果樹健不健康，白蟻的狀況有沒有很嚴重。 白蟻說實在的，在牛樟園裡面是生物多樣性的顯現，有白蟻的話就會有穿山甲，都可以看到穿山甲的洞，白蟻的危害不會讓樹死掉。有一些(牛樟木)會被白蟻蛀掉，鋸下來放在旁邊，過幾個月就會被白蟻蛀掉，新鮮的話比較沒那麼嚴重。
H 先生	觀察作物生長情形，以作為農藥使用之考量，尋找是否有野生動物入園覓食之蹤跡。
說明	巡視重點在於園區林木、果樹是否健康，以及是否有入侵者(昆蟲、植物、動物)入侵。

問項 11	您們的園林和農作的有網路訊號嗎？
L 先生	牛樟園在大湖鄉義合村，網路 4G 滿格，中華電信。
H 先生	園內部分區域仍能有訊號傳輸(遠傳 3 格)。
說明	透過此問題，可考慮本計畫是否可以搭配物聯網之系統設計。

問項 12	請問有其它需要補充的嗎？
L 先生	(小花蔓澤蘭會吃地力嗎?) 我覺得還好，沒有特別觀察。在比較硬的地方的話，種什麼都種不好、長芒草那種，它也不會長小花蔓澤蘭，因為它競爭不過芒草，

	它需要有東西給它攀藤，如果沒有東西給它攀藤，基本上那個地方小花蔓澤蘭是還好，爭不過其它草。 (一年當中，發現小花蔓澤蘭最多，小苗生長機率最高是什麼時候?) 夏天的時候，像這個時候雨水很多，六七八九月份是生長最旺盛的時候。 (馬那邦山有沒有小花蔓澤蘭的危害?) 馬那邦山整座山都會有，有管理的話就沒有。草莓的話就不存在小花蔓澤蘭的問題，紅肉梨也沒有這個問題，他們都種十幾年了。所以小花蔓澤蘭也很難入侵梨子園，除非它好幾年不管理，如果他都有去採紅肉梨的話，基本上疏果的時候就會把他幹掉，不會讓他在果園裡出現。楓樹林也不會被小花蔓澤蘭侵擾，因為他原始林，不容易競爭不過它們(楓樹)。除非是小樹，新闢的地，例如：種薑，種完薑的土地基本上不種其他物種，薑拔掉後，土就裸露變雜木林就容易長小花蔓澤蘭、銀合歡或木麻黃等植物，那時候沒人跟它競爭就會很強勢進入那片土地。 (你們發現小花蔓澤蘭的小苗機率高嗎? 還是很大了?) 要除它的時候，看到它(小花蔓澤蘭)的時候就已經很大了。 我剛好有一區是比較小棵的，向陽面，樹小棵，也有一些檸檬，那邊可以嘗試去架設(本計畫系統)。可以順便防治雜草(白花鬼針草、含羞草抑制)
H 先生	本園也有面臨白花鬼針草的問題，如果可搭配監視系統能減少我們來回巡察的次數是非常好的，但裝設的地點需要斟酌，可能被樹葉遮擋到且因區域面積可能要裝設很多，這樣成本很高。
說明	夏天雨水很多，6-9 月份是小花蔓澤蘭生長最旺盛的時候。 小花蔓澤蘭以開墾過的土地為入侵地點，只需具備攀爬物件即可生根生長 除草時，小花蔓澤蘭已達一定高度，被肉眼辨識。 訪問對象對本計畫系統接納度高，並建議可搭配監視系統、考慮裝設地點等。

(三)實地調查

4/16 與專家們到牛樟森林場勘，針對小花蔓澤蘭的防治監測站，選定了幾個可行的安裝地點，並討論可行的執行方案。



圖 14 防治站現地調查及監測站安裝距離量測

表 8 青農需求與預期成果對照表

青農需求	預期成果
我們現在都是透過每年定期人工除草，把小花蔓澤蘭的藤蔓一併去除，但是沒辦法斷根，因為他的花絮、花粉，乾燥去弄的話身體是會癢的。	1.利用自動控制系統定時、定點實施所需動作，可減少農民上山次數、人力成本以及降低風險，達到以較少的人力即可防治小花蔓澤蘭，且能精準使用藥物，達

林業部分，一年除草 1-2 次；果園部分，每週 1-2 次。果園需較頻繁除草。 就在我種樹的時候，大概七八年前，我們開始有一批小樹，牛樟樹在種植的時候，就發現這個問題。因為樹種完之後，它不像一般農作物需要每天去觀察，有時候一個月或兩三個禮拜才去，發現我的小樹怎麼都被小花蔓澤蘭包圍了。	到環境平衡。
由於除草劑對於土地傷害極大而未採用。具體傷害題現在土壤上，使用後會使沃度降低連帶影響果實發育並會使益蟲死亡等。	2.使用對環境更友善的天然植物萃取液取代化學藥劑的使用，讓當地的牛樟木能夠繼續以有機天然的方式生長下去，天然的生物防治也是現今的發展趨勢。
我們現在都是透過每年定期人工除草，把小花蔓澤蘭的藤蔓一併去除，但是沒辦法斷根，因為他的花絮、花粉，乾燥去弄的話身體是會癢的。 人工除草會因為未將小花蔓澤蘭根部清除乾淨或震動使花朵、種子飛散，導致其再次繁殖、甚至擴散。	3.將產品設定在小花蔓澤蘭開花期間 9-12 月進行定時噴灑，能有效且長期的抑制小花蔓澤蘭在開花期的種子傳播，阻止種子隨著風力飄散到各處進行有性生殖。
當藤葉纏住作物枝葉，將會讓氣流難以吹入蔭中，導致諸如灰塵等穢物積累附著在果實樹幹上，增加作物生病果實賣相降低之機率。 本園也有面臨白花鬼針草的問題，如果可搭配監視系統能減少我們來回巡察的次數是非常好的，但裝設的地點需要斟酌，可能被樹葉遮擋到且因區域面積可能要裝設很多，這樣	4.透過遠端控制，物聯網技術運用，能遠端操控機器，即時監控、定時回傳相片及各式數據分析，讓農民不必親自去到現場也能即時了解現場的情況，以達到最大的效率。

成本很高。	
在林業方面，在樹苗時約 5 年的時間都需要注意小花蔓澤蘭侵擾的問題，一方面是因為樹苗時的樹幹細長、樹間間隔大、氣候、陽光等因素，使小花蔓澤蘭有機可乘，致死率極高。隨著樹木成長及葉片拓開後，就比較不利於小花蔓澤蘭生長，雖無法杜絕其侵擾，但不至於使樹木枯死。	5.利用多點式的分布，能準確的知道產品所在的位置，並了解到小花蔓澤蘭在一個區域的分布擴散情形，進而更有效的控制及預防小花蔓澤蘭的危害。
附近的松樹(無人管理)接連倒下死亡，其上纏繞著厚厚一層藤葉。 白蟻說實在的，在牛樟園裡面是生物多樣性的顯現，有白蟻的話就會有穿山甲，都可以看到穿山甲的洞，白蟻的危害不會讓樹死掉。有一些(牛樟木)會被白蟻蛀掉，鋸下來放在旁邊，過幾個月就會被白蟻蛀掉	6.可將此技術運用於其他外來入侵植物，如：「國際毒草」銀膠菊等。

3.2 模擬設計

本計畫於 112 年 2 月份開始，成立了計畫團隊進行設計，共有 8 組學生共同進行模擬設計，從現有氣象站調查、所需零件資料蒐集、系統架構分析、草圖繪製等做了系列分析，並於每星期進行討論。以下為模擬設計時所需的設備調查。

表 9 所需零件、設備調查表

自動農業氣象站

農氣象環境監測系統(農業自動氣象站)可監測風向、風速、溫度、濕度、氣壓、雨量、土壤溫濕度等常規氣象要素,具有自動記錄、超限報警和數據通訊等功能。農氣象環境監測系統(農業自動氣象站)由氣象傳感器、氣象數據記錄儀、氣象環境監測軟件三部分組成。廣泛應用於工農業生產、旅遊、科研、氣象等城市環境監測和其它專業領域。

Diagram illustrating the components of an automatic agricultural weather station:

- 風向傳感器 (Wind Direction Sensor)
- 風速傳感器 (Wind Speed Sensor)
- 多葉素葉片盒 (Multi-leaf sensor box) - 內含二重化傳感器、溫度傳感器、濕度傳感器、PM2.5傳感器、PM10傳感器、大氣壓力傳感器
- 太陽能電池板 (可選配顯示屏) (Solar panel (optional display))
- 翻斗式雨量器 (Tipping bucket rain gauge)
- 防水箱 (內含負氧離子檢測儀和主機) (Waterproof box (contains negative ion detector and main unit))
- 立杆支架 (Vertical pole support)
- 特種口 (Special port)

氣象數據顯示屏 (Weather data display screen) showing:

- 負氧離子: 1593 个/cm³
- PM2.5: 33.0 ug/m³
- PM10: 39.0 ug/m³
- 溫度: 15.3 °C
- 濕度: 66.9 %RH

風速風向一體感測器 風向標小型氣象站工業RS485檢測儀

材質:全鋁
風速範圍:0~30m/s
風速精度:± 3%
風向範圍:0~360°
方向總數:16方向
擁有進口芯片

工業級進口芯片
內置有進口芯片,測量更精準,穩定性更高

Technical drawing of the wind speed and direction sensor (KM53X88) showing dimensions:

- Overall height: 253mm
- Overall width: 191mm
- Base diameter: 75mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole diameter: 6.5mm
- Base hole

arduino 土壤溼度感測器

- A款: 1組3套件: 溼度感測器、杜邦線、感應調節電位輸出板)
- 1.比較器採用 LM393芯片, 工作穩定。
 - 2.工作電壓 3.3~5V
 - 3.PCB尺寸: 3.2cm x 1.4cm
 - 4.電位板上, 可電位調節控制:
 - (1)當濕度低於設定值時, DO輸出高電位。
 - (2)當濕度高於設定值時, DO輸出低電位。
 - 5.土壤感測器, 表面採用鍍 鎳處理, 可以提高導電性、防止接觸土壤容易生銹的問題。

Arduino

土壤溼度感測 模塊



NodeMCU-32S 相容版本 ESP32開發板



模块型号	NodeMCU-32
尺寸	25.4mm(W)*48.3mm(H) ±0.2 mm
封装	DIP-38 (2.54 间距标准排针)
SPI FLASH	默认 32Mbits
支持接口	UART/SPI/SDIO/I2C/PWM/I2S/IR/ADC/DAC
频率范围	2400~2483.5MHz
串口速率	支持 300 ~ 4608000 bps , 默认 115200 bps
蓝牙	蓝牙 4.2 BR/EDR 和 BLE 标准
SPI Flash	默认 32Mbit, 最大支持 128Mbit
工作温度	-20℃ ~ 70 ℃
存储环境	-40 ℃ ~ 125 ℃ , < 90%RH
供电范围	Micro USB 供电电压 4.75V~5.25V, 推荐 5.0V 供电电压 3.0V ~ 3.6V, 供电电流 >500mA, 推荐 3.3V
认证	FCC/CE-RED/IC/TELEC/KCC/SRRC/NCC/BQB/RoHS/REACH

水位傳感器

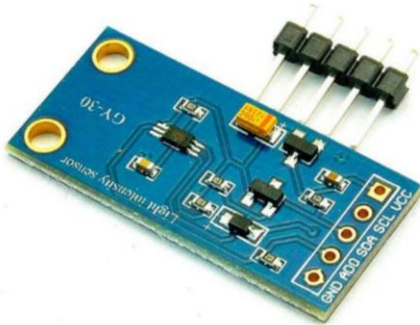


- 一、尺寸: 長62mmX寬20mmX高8mm
- 二、型號: Water Sensor 水位感測器
- 三、工作電壓: DC3-5V
- 四、價錢:\$38
- 五、特點:
 1. 檢測面積: 40mm x 16mm
 2. 制作工藝: FR4噴錫
 3. 工作溫度: 10℃-30℃
 4. 工作濕度: 10%-90%無凝結
 5. 產品重量: 3.5g2. 採用貼片光耦隔離, 驅動能力強
 6. 性能穩定; 觸發電流5mA
 7. 產品重量: 3.5g

感測器

sensor

土壤溫溼度感測器



- 一、尺寸：長30.5mmX寬12mmX高7.2mm
- 二、傳感器型號：DHT11溫濕度傳感器
- 三、工作電壓：直流5V
- 四、特點：
 - 1、濕度測量範圍：20—90%RH
 - 2、濕度測量精度：±5%RH
 - 3、溫度測量範圍：0—50℃
 - 4、溫度測量精度：±2℃
 - 5、工作電壓：DC5V/3.3V
 - 6、數字信號輸出
 - 7、數據端口帶上拉電阻
 - 8、帶3mm固定螺絲孔，方便安裝

感測器

sensor

相機模組



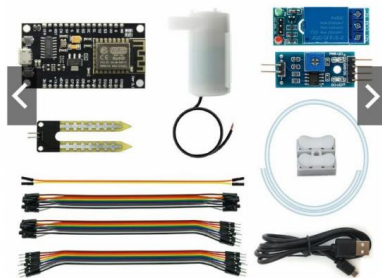
- 一、尺寸：長27mmX寬40.5mmX高4.5mm
- 二、傳感器型號：ESP32 CAM開發板+OV2640鏡頭模組
- 三、工作電壓：最小電流為6mA
- 四、特點：
 - 1、超小型802.11b/g/n Wi-Fi + BT / BLE SoC模組
適用於應用處理器的低功耗雙核32位CPU，最高240MHz，最高600 DMIPS
內建520 KB SRAM，外部4M PSRAM
 - 2、支援UART / SPI / I2C / PWM / ADC / DAC等介面/帶內置閃光燈的OV2640/OV7670相機/圖像WiFi上傳/TF卡/多種睡眠模式/
嵌入式Lwip和FreeRTOS/STA / AP / STA + AP工作模式 / Smart Config / AirKiss一鍵式分發網絡/支援串行本地升級和遠程韌體升級(FOTA)

系統套組

sensor

遠端自動澆水系統套件

智慧遠端監控澆水系統套件
NodeMCU ESP8266物聯網開發板
提供全套教學範例



- 一、套件包含必要的零件，包含：
 1. ESP8266開發板
 2. 土壤濕度感測模組
 3. 1路繼電器 模塊尺寸：50mm * 26mm* 18.5mm
 4. 沉水式抽水馬達：馬達放入水中抽水 尺寸：61*46*52mm
 5. 100CM水管
 6. 杜邦線公對公10P
 7. 杜邦線母對公10P
 8. 杜邦線母對母10P
 9. 電線快速接頭
 10. USB電源數據線



系統套組 sensor



太陽能追蹤系統Arduino充電站

二、套件包含必要的零件，包含：

1. Arduino Uno 開發板	11. LCD1602 I2C
2. 2軸雲台	12. BH1750FVI 光線感測模組
3. 壓克力板和木板組	13. 伺服馬達
4. 光敏電阻模組	14. 太陽能面板
5. 鋰電池盒	15. 手機充電模組
6. DHT-11溫濕度模組	16. USB cable
7. 無源蜂鳴器模組	17. 杜邦連結線
8. 太陽能鋰電池充電模組	18. 十字套筒
9. 黃色LED模組	19. 樂高固定元件
10. 按鍵模組	

套組件尺寸：長21.9CM*寬13.58CM*高23.1CM(太陽板豎直)

表 10 設備流程規劃表

零件	功能
ESP32	蒐集環境資料及wi-fi且擁有200萬像素攝像頭
太陽能板	充電
風速風向檢測儀	測風速及風向
液位檢測傳感器	檢測藥液的水位
微型電動水泵	抽水噴灑藥
溫度濕度氣壓傳感器	感測溫濕度
繼電器	控制水泵的on/off
arduino土壤濕度檢測器	土壤溼度檢測

元件	功能
風向感測器	檢測風的方向
種子偵測器	檢測種子的分布以及多寡
溫度感測器	檢測溫度
定位器	定方位
噴灑器	進行抽水噴灑
水位感測器	當農藥不足時發出警示，以便作補充

元件	功能
監視器	遠端監控情況
繼電器	控制開關
濕度感測器	檢測空氣中的濕度
太陽能板	設備可直接使用太陽能所吸收而產生的電力
太陽能蓄電池	設備充電時提供儲蓄電力
水泵	進行抽水噴灑

流程圖

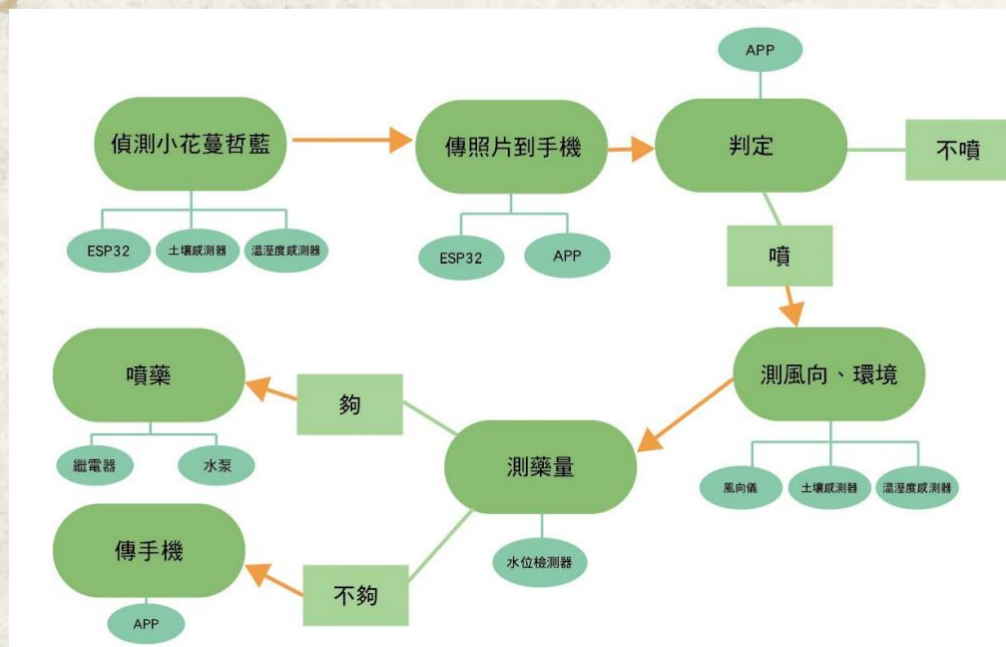
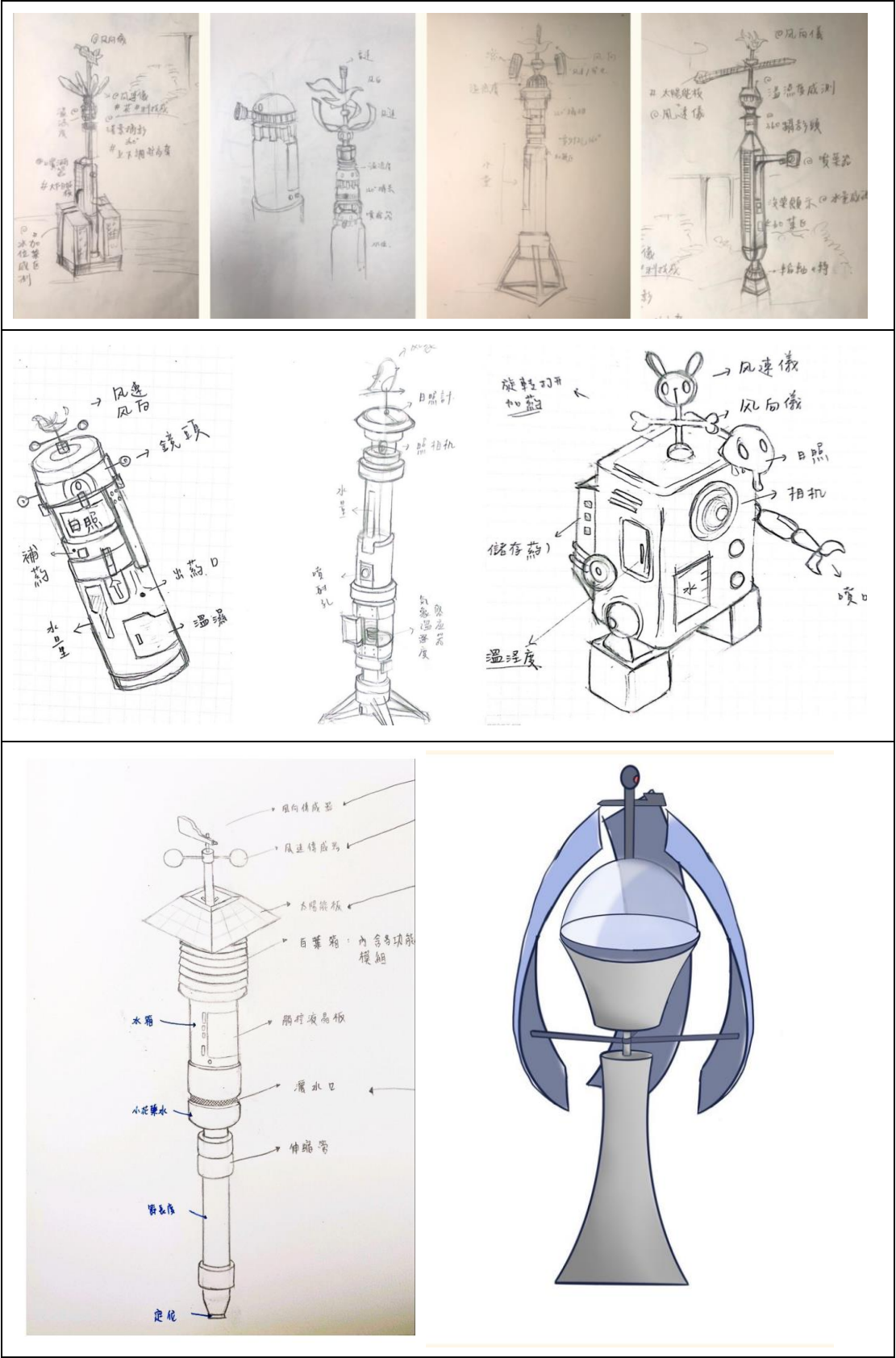


表 11 數款防治機草圖繪製



3.3 土壤溫溼度監測設計

為能即時監測環境之溫溼度與土壤濕度，本計畫使用樹梅派結合 DHT22 作為計畫之用。樹梅派是一款功能強大的 Wi-Fi 微控制器，而 DHT22 是一款溫濕度傳感器。將這兩者結合在一起，可以實現以下功能：

1. 監測溫濕度：樹梅派連接 DHT22 傳感器，可以讀取周圍環境的溫度和濕度數據。這些數據可以用於室內溫濕度監測、氣候控制系統、溫室監測等。
2. 數據記錄：樹梅派可以將 DHT22 傳感器讀取的溫濕度數據傳輸到本地(Local)服務器。
3. 遠程監控：通過樹梅派的 Wi-Fi 連接性，將溫濕度數據傳送到網絡上的任何位置。
4. 控制設備：根據 DHT22 傳感器的溫濕度數據，樹梅派可以控制其他設備的操作。

總結來說，樹梅派和 DHT22 的結合使得你可以進行溫濕度監測、數據記錄、遠程監控和控制設備等應用。這些組合非常適合於物聯網（IoT）項目，並且可以進一步擴展功能以滿足特定需求。

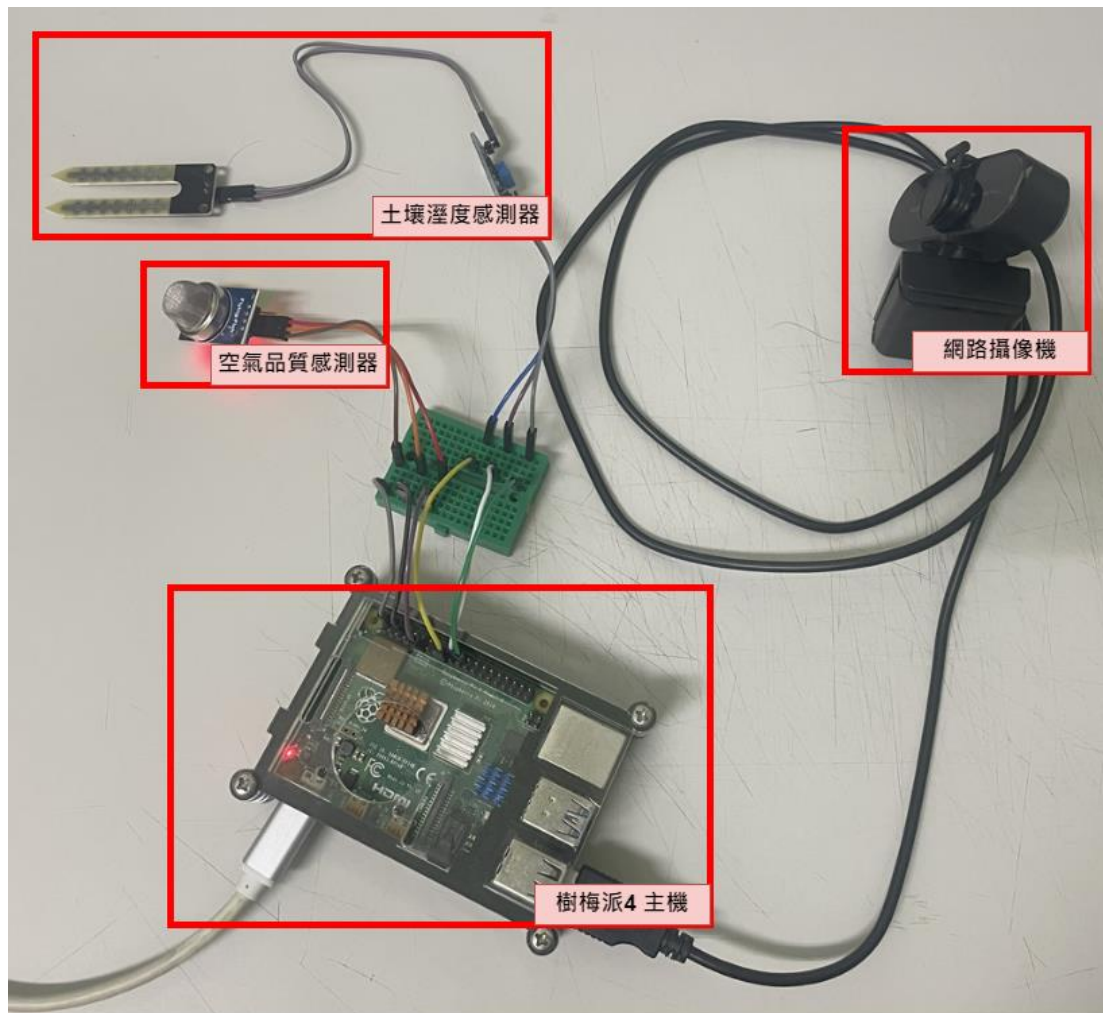


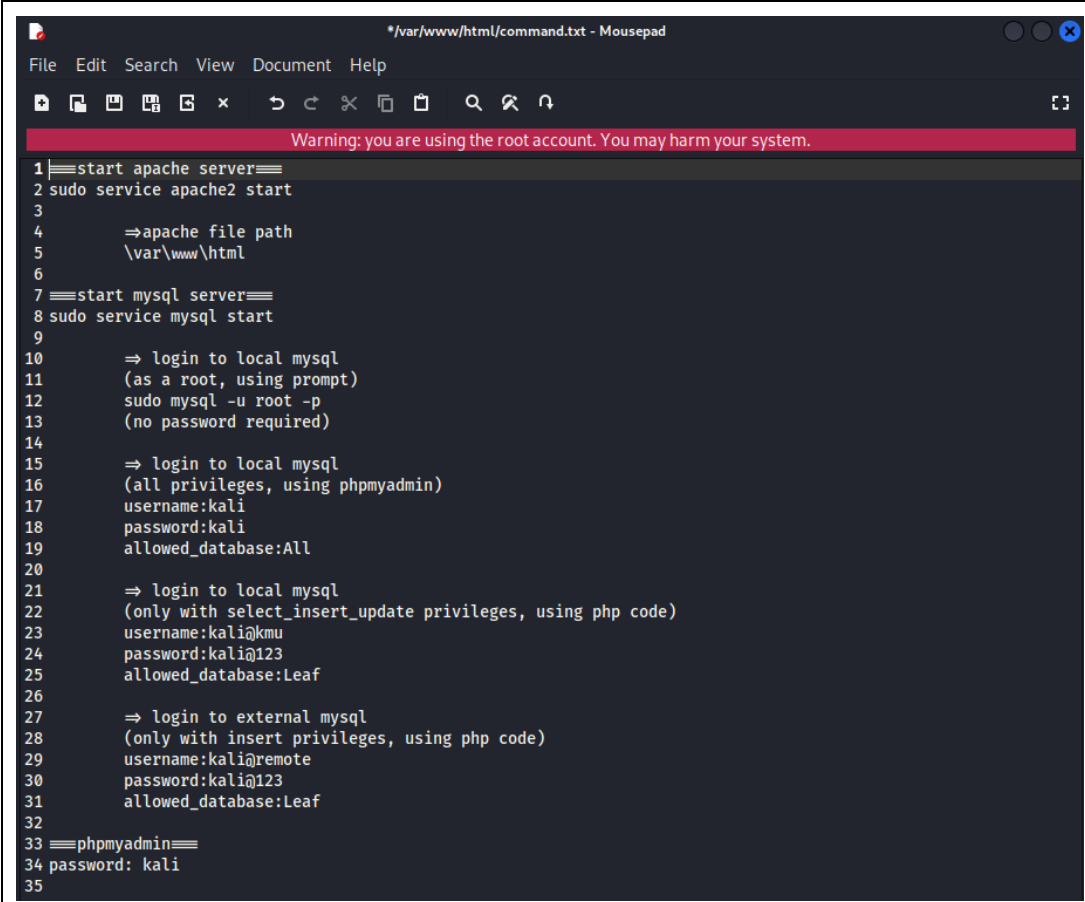
圖 15 土壤溫溼度監測元件

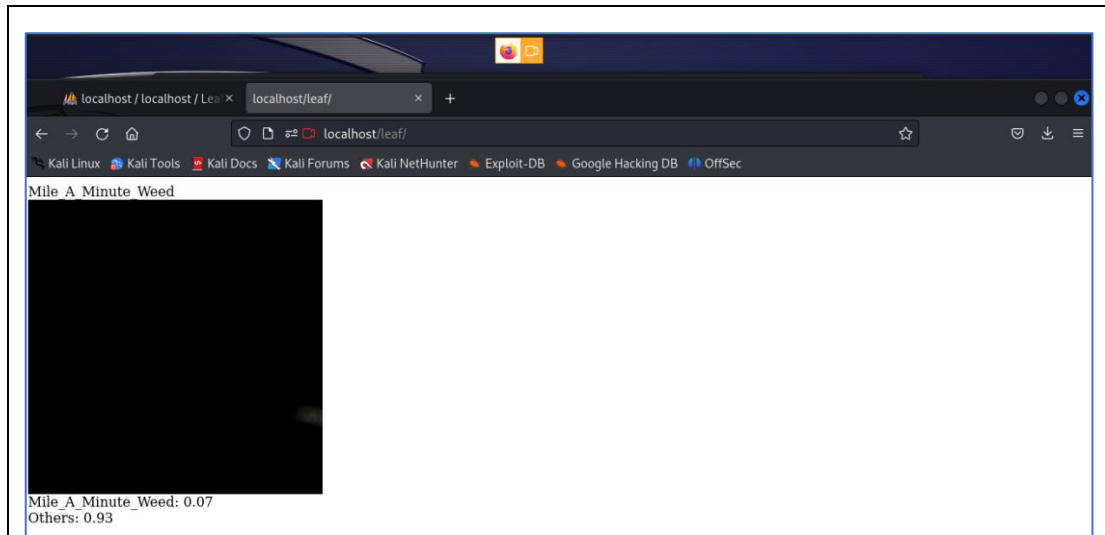
作用說明：

- 1.裝置上電後會自行啟用 Apache 與 MySQL 服務，在完整進入桌面後會打開辨識頁面自動擷取鏡頭辨識。
- 2.當辨識結果產生，會根據其辨識項目填入不同的資料表。
- 3.本地 MySQL 和外部 MySQL 在預設情況下都會是相同的資料，惟若網路訊號不佳時，可能導致外部資料庫有缺失。
- 4-1.當確認為小花蔓澤蘭的辨識結果在 80%以上時，會向 Line 發出群播通知，只要使用者有在通知群內，就會即時收到告警資訊。

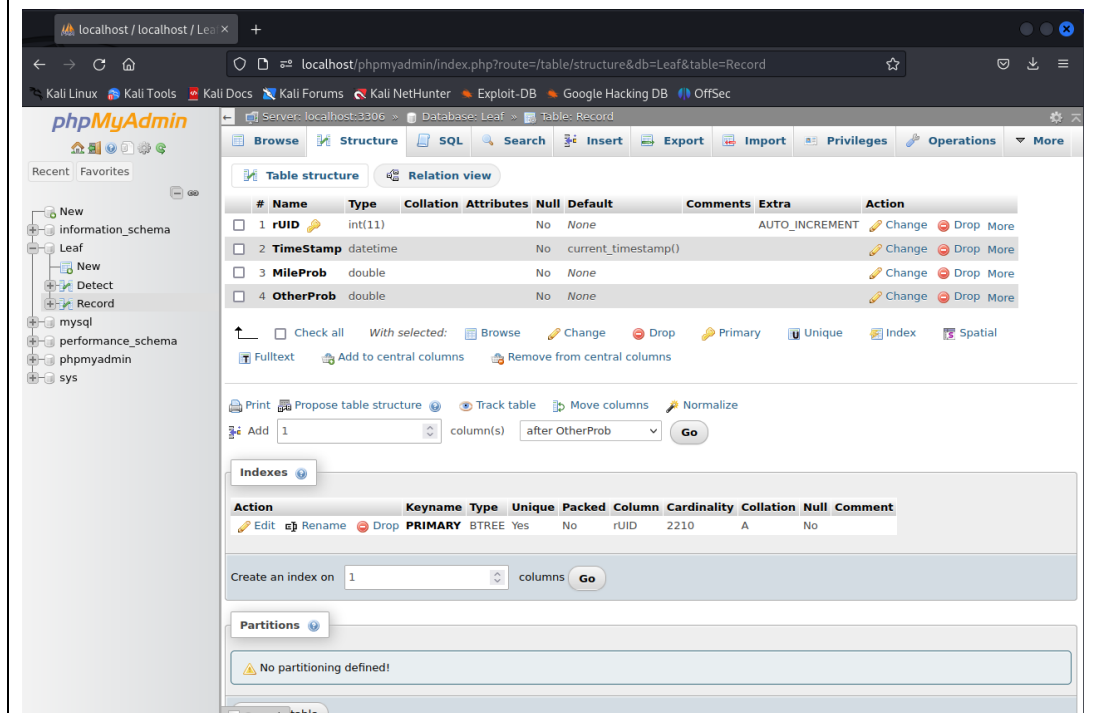
4-2.針對土壤與空氣感測器，則不論其結果為何，皆會向 Line 發出群播通知。

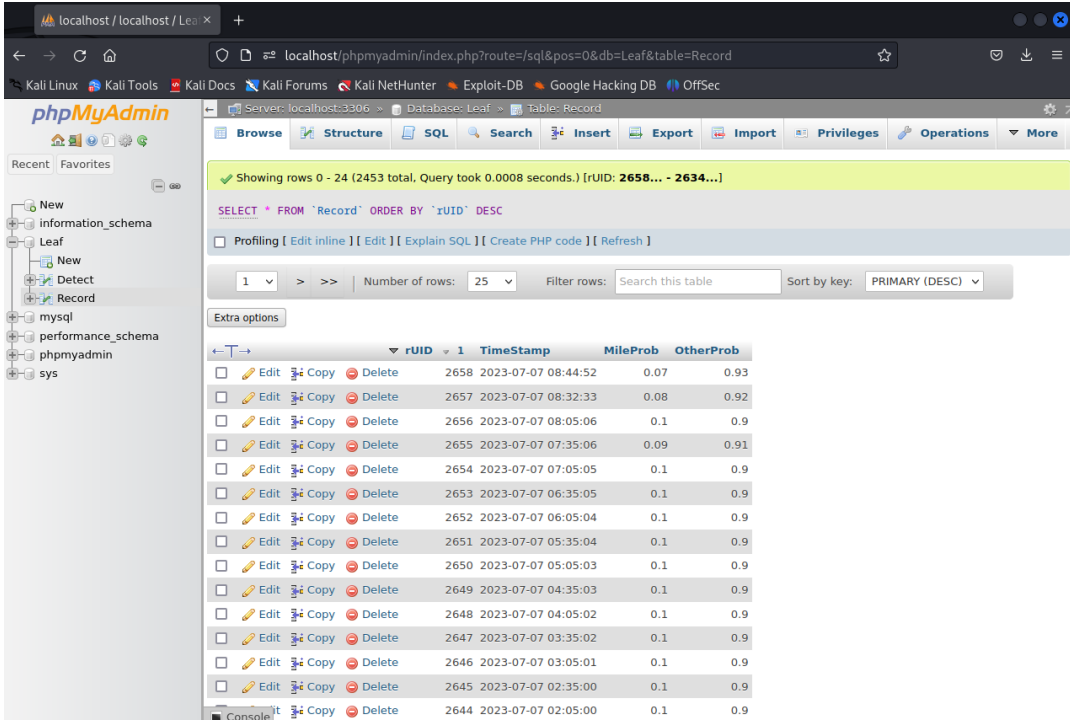
表 12 演示圖片集

 <pre> 1 ==start apache server== 2 sudo service apache2 start 3 4 =>apache file path 5 \var\www\html 6 7 ==start mysql server== 8 sudo service mysql start 9 10 => login to local mysql 11 (as a root, using prompt) 12 sudo mysql -u root -p 13 (no password required) 14 15 => login to local mysql 16 (all privileges, using phpmyadmin) 17 username:kali 18 password:kali 19 allowed_database:All 20 21 => login to local mysql 22 (only with select_insert_update privileges, using php code) 23 username:kali@kmu 24 password:kali@123 25 allowed_database:Leaf 26 27 => login to external mysql 28 (only with insert privileges, using php code) 29 username:kali@remote 30 password:kali@123 31 allowed_database:Leaf 32 33 ==phpmyadmin== 34 password: kali 35 </pre>	系統相關指令與帳號密碼
辨識系統頁面：	



內外部 MySQL 資料表結構及資料樣貌 1 (小花蔓澤蘭辨識結果)





Showing rows 0 - 24 (2453 total, Query took 0.0008 seconds.) [rUID: 2658... - 2634...]

```
SELECT * FROM `Record` ORDER BY `rUID` DESC
```

Number of rows: 25 Filter rows: Search this table Sort by key: PRIMARY (DESC)

	rUID	TimeStamp	MileProb	OtherProb
☐	2658	2023-07-07 08:44:52	0.07	0.93
☐	2657	2023-07-07 08:32:33	0.08	0.92
☐	2656	2023-07-07 08:05:06	0.1	0.9
☐	2655	2023-07-07 07:35:06	0.09	0.91
☐	2654	2023-07-07 07:05:05	0.1	0.9
☐	2653	2023-07-07 06:35:05	0.1	0.9
☐	2652	2023-07-07 06:05:04	0.1	0.9
☐	2651	2023-07-07 05:35:04	0.1	0.9
☐	2650	2023-07-07 05:05:03	0.1	0.9
☐	2649	2023-07-07 04:35:03	0.1	0.9
☐	2648	2023-07-07 04:05:02	0.1	0.9
☐	2647	2023-07-07 03:35:02	0.1	0.9
☐	2646	2023-07-07 03:05:01	0.1	0.9
☐	2645	2023-07-07 02:35:00	0.1	0.9
☐	2644	2023-07-07 02:05:00	0.1	0.9

內外部 MySQL 資料表結構及資料樣貌 2 (土壤與空氣辨識結果)

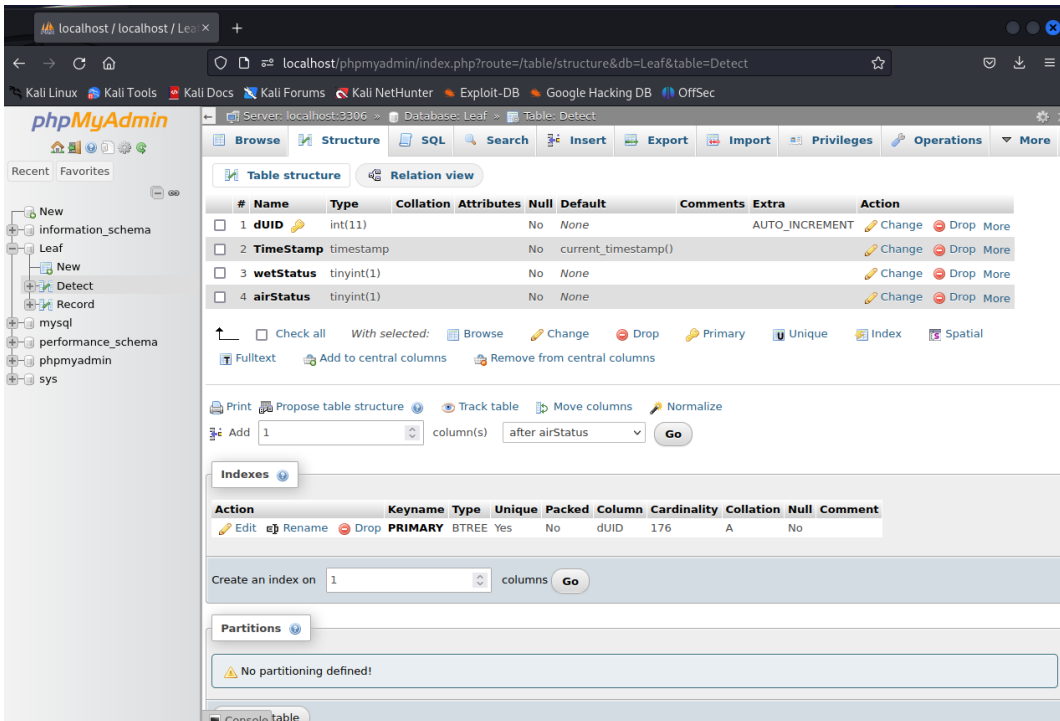


Table structure

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	dUID	int(11)			No	None		AUTO_INCREMENT	Change Drop More
2	TimeStamp	timestamp			No	current_timestamp()			Change Drop More
3	wetStatus	tinyint(1)			No	None			Change Drop More
4	airStatus	tinyint(1)			No	None			Change Drop More

Indexes

Action	Keyname	Type	Unique	Packed	Column	Cardinality	Collation	Null	Comment
Edit Rename Drop	PRIMARY	BTREE	Yes	No	dUID	176	A	No	

Create an index on 1 columns [Go](#)

Partitions

No partitioning defined!

[注意]土地之檢測結果(0 為有達到濕度，1 則反之)；空氣之檢測結果(0 為有 CO2 嚴重，1 則反之)

Showing rows 0 - 24 (176 total, Query took 0.0008 seconds.) [dUID: 176... - 152...]

SELECT * FROM `Detect` ORDER BY `dUID` DESC

Profiling | Edit inline | Edit | Explain SQL | Create PHP code | Refresh

1 > >> | Show all | Number of rows: 25 | Filter rows: Search this table | Sort by key: PRIMARY (DESC)

Extra options

	dUID	TimeStamp	wetStatus	airStatus
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	176	2023-07-07 08:05:04	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	175	2023-07-07 08:05:03	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	174	2023-07-07 07:35:02	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	173	2023-07-07 07:05:00	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	172	2023-07-07 06:34:59	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	171	2023-07-07 06:34:59	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	170	2023-07-07 06:04:58	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	169	2023-07-07 05:34:56	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	168	2023-07-07 05:34:56	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	167	2023-07-07 05:04:55	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	166	2023-07-07 04:34:54	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	165	2023-07-07 04:04:53	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	164	2023-07-07 03:34:52	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	163	2023-07-07 03:04:51	1	1
☐ Edit ☐ Copy ☐ Delete	162	2023-07-07 02:34:50	1	1

土壤溼度與空氣品質監測執行演示畫面

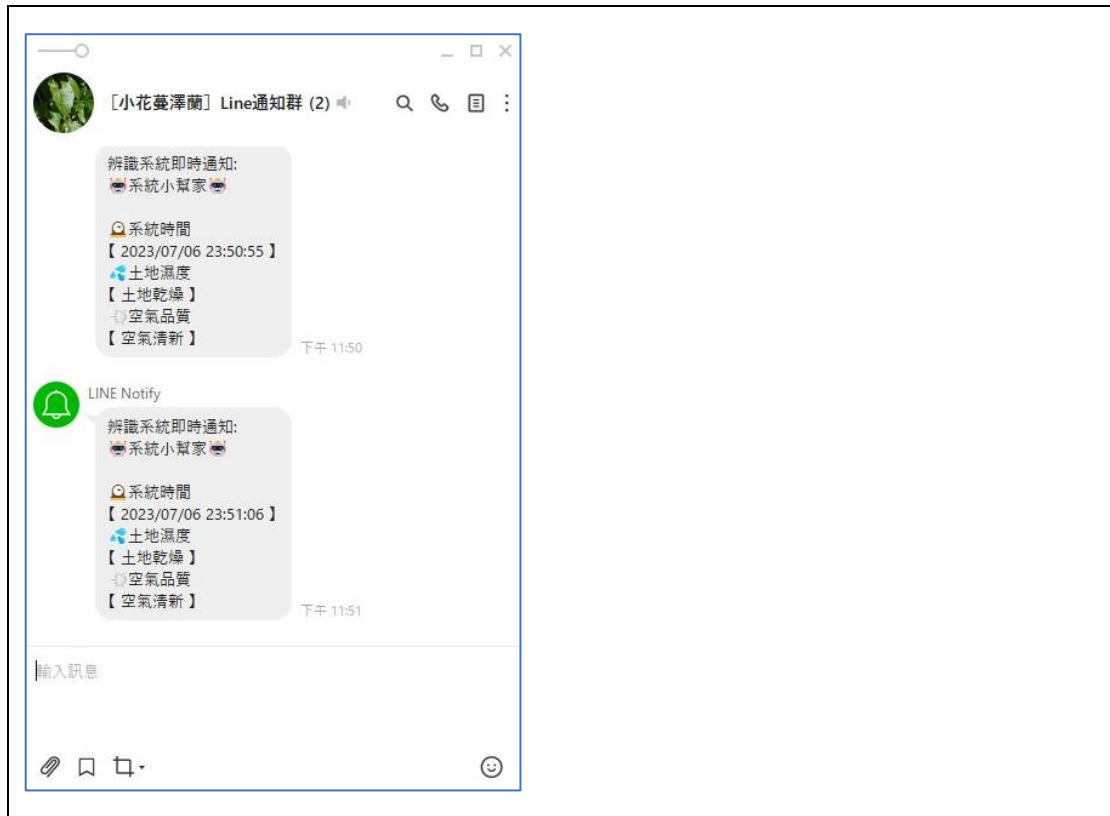
```

kali@kali-raspberry-pi: ~/Desktop/Python
File Actions Edit View Help

(kali@kali-raspberry-pi)-[~]
$ cd Desktop/Python

(kali@kali-raspberry-pi)-[~/Desktop/Python]
$ sudo python gpio_check.py
The Ground is dry.
The Air isn't clean.

```



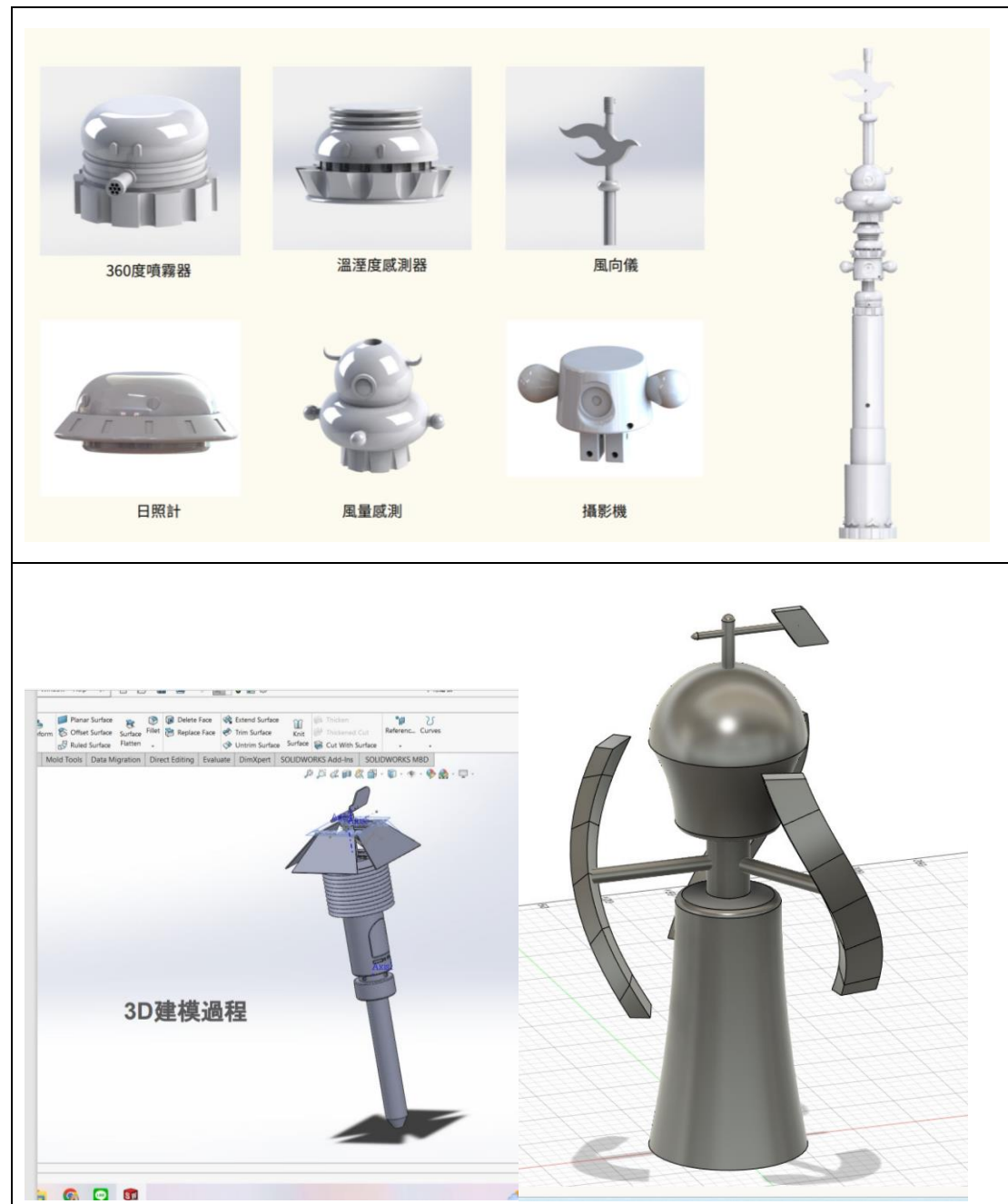
辨識效果影片請參閱以下位址：

<https://drive.google.com/drive/folders/1tr9MrhTKFJnqWnBP2QhI5Kq4pdXRTlII?usp=sharing>

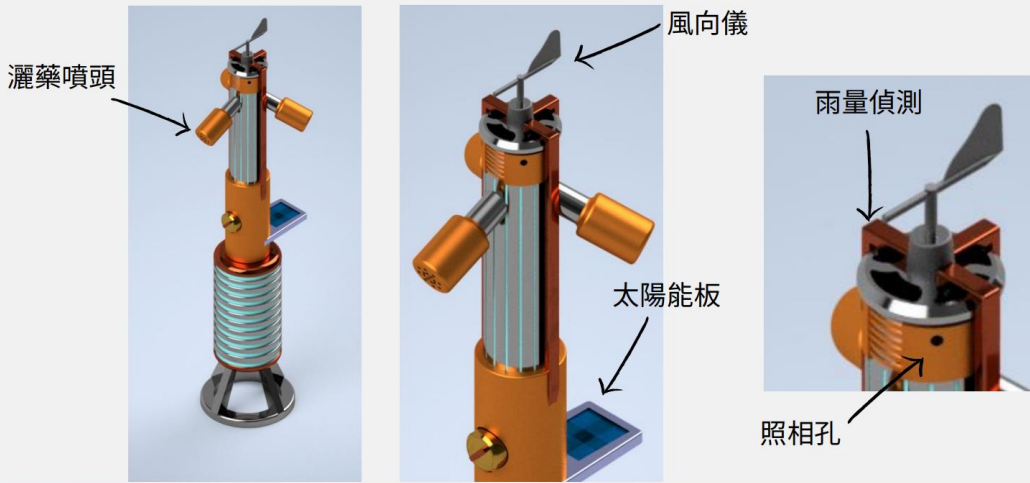
3.4 3D模型試作

經過模擬設計與分析，接下來進行 3D 建模與縮小版 3D 列印，以驗證整體設計是否適切與可行性。

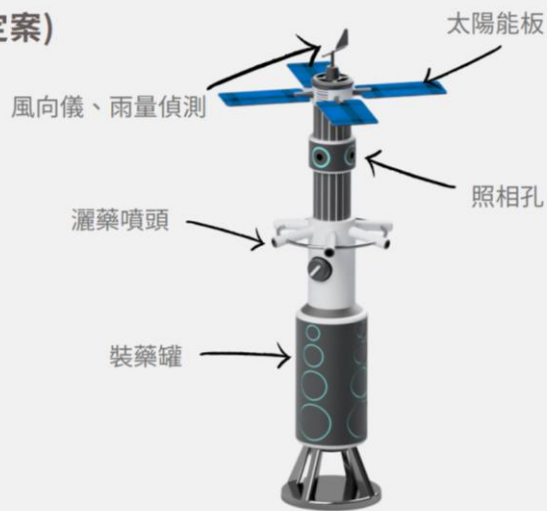
表 13 數款 3D 建模示意圖



氣象站3D建模



氣象站3D建模 (最終定案)



外觀風格

- 設計旨在呈現太空科技感與接收器感。
- 整體風格偏向高科技，強調現代感和科技感。

色調

- 主要以黑白色為主色調，營造出科技感和未來感。
- 藍色作為輔色，用於突出特定元素或提供視覺對比。

太陽能板

- 頂部設有太陽能板，彷彿能夠發射和接收訊號。
- 太陽能板的存在增加了可持續能源的元素，也突出科技感。

電容器外觀

- 下半部展現出電容器的外觀，為整體裝置增添科技感。
- 電容器的設計可以呈現代且抽象的，符合高科技風格。

功能

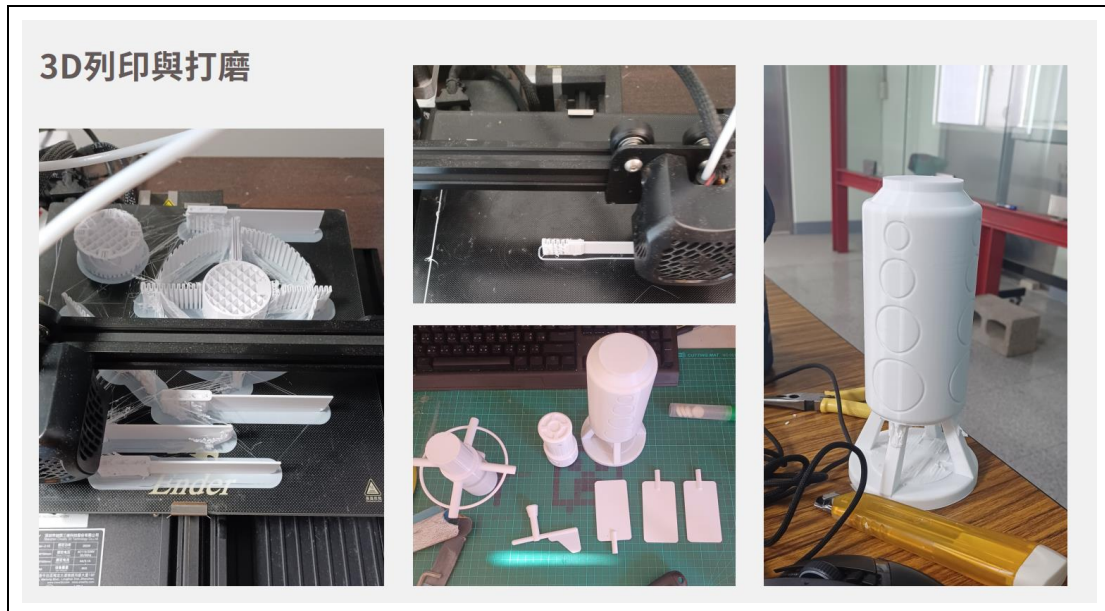
- 裝置實際上是一個氣象站，能夠收集氣象資料並提供給使用者。
- 同時具備噴灑藥劑的功能，專門對付小行星落塵這種有害植物。
- 裝置的多功能性能幫助農業生產更加高效和環保。

農業意義

- 提供準確的氣象和植物狀態數據，協助農民了解作物生長環境。
- 支援針對性噴灑藥劑，有效控制有害植物，保護作物健康。
- 幫助農民做出科學決策，調整灌溉、施肥和防治蟲害措施，提高農業生產效率和品質。
- 推動農業現代化和可持續發展，吸引年輕人投身農業領域。

表 14 數款 3D 列印示意圖

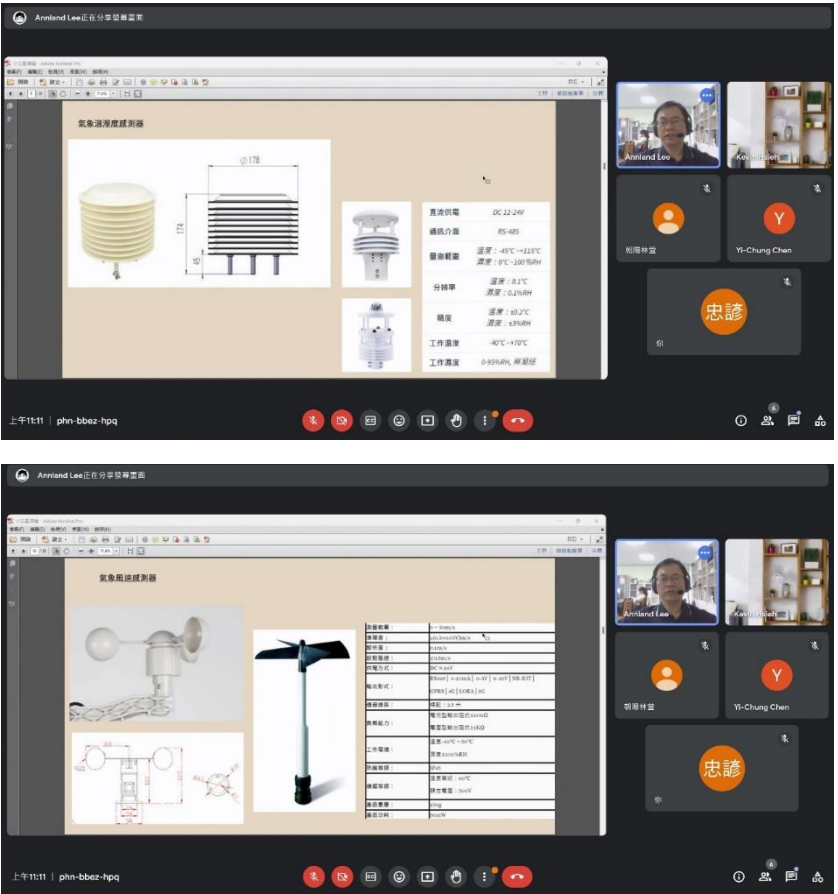




3.5 廠商會議討論及製作過程

在經過模擬設計、系統架構分析、草圖繪製後，與廠商共同討論可行性。以下為線上討論、設計架構討論、初樣製作過程等照片紀錄。

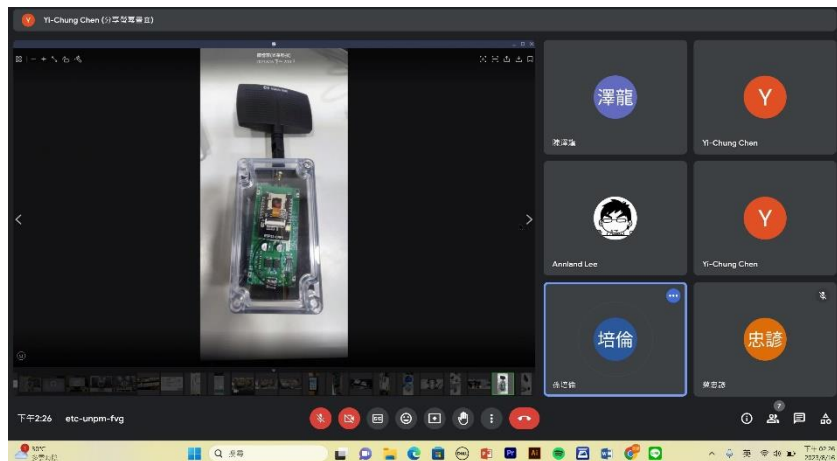
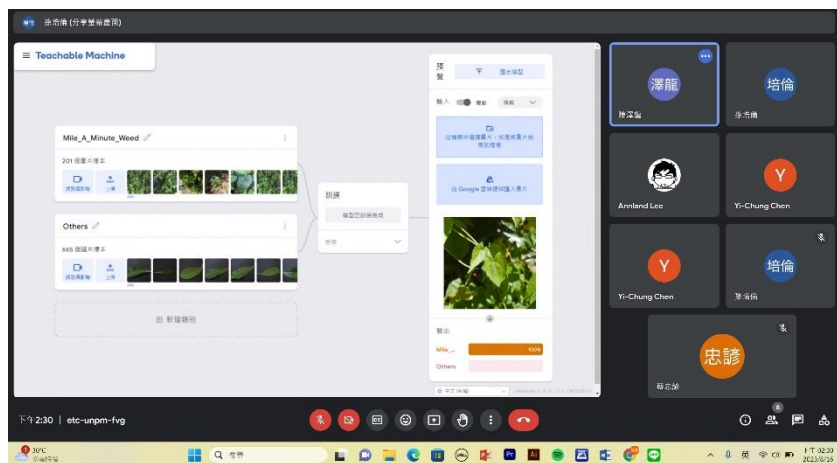
表 15 廠商討論會議

111/10/1 小花蔓澤蘭開 案討論會議	 The screenshot shows a Zoom meeting interface. The main window displays a presentation titled '氣象測站規格書' (Weather Station Specification Book). The presentation includes a diagram of a weather station and a table of specifications. The table lists the following details: <table border="1"><thead><tr><th>項目</th><th>規格</th></tr></thead><tbody><tr><td>直流供電</td><td>DC 12-24V</td></tr><tr><td>通訊介面</td><td>RS-485</td></tr><tr><td>溫度範圍</td><td>溫度：-45°C ~ +125°C 濕度：5% ~ 100%RH</td></tr><tr><td>分頻率</td><td>溫度：0.1°C 濕度：0.1%RH</td></tr><tr><td>精度</td><td>溫度：±0.2°C 濕度：±0.5%RH</td></tr><tr><td>工作溫度</td><td>-40°C ~ +70°C</td></tr><tr><td>工作濕度</td><td>0-95%RH, 非凝結</td></tr></tbody></table> The right side of the Zoom window shows a grid of participants, including 'Ameland Leo' and 'Yi-Chung Chen'. The bottom status bar indicates the time as '上午11:11' and the user 'phn-bbez-hpq'.	項目	規格	直流供電	DC 12-24V	通訊介面	RS-485	溫度範圍	溫度：-45°C ~ +125°C 濕度：5% ~ 100%RH	分頻率	溫度：0.1°C 濕度：0.1%RH	精度	溫度：±0.2°C 濕度：±0.5%RH	工作溫度	-40°C ~ +70°C	工作濕度	0-95%RH, 非凝結
項目	規格																
直流供電	DC 12-24V																
通訊介面	RS-485																
溫度範圍	溫度：-45°C ~ +125°C 濕度：5% ~ 100%RH																
分頻率	溫度：0.1°C 濕度：0.1%RH																
精度	溫度：±0.2°C 濕度：±0.5%RH																
工作溫度	-40°C ~ +70°C																
工作濕度	0-95%RH, 非凝結																
6/7																	
6/21 與廠商討論設 計架構	 The photo shows three people sitting around a table in a workshop or laboratory setting. Two men and one woman are gathered around a laptop, looking at the screen and discussing the design. The man on the left is pointing at the screen. The woman on the right is also looking at the screen. The background shows various equipment and materials on shelves.																

8/11
牛樟森林辦公室
現地調查、
討論



8/16
線上會議



8/30
基礎架構建立



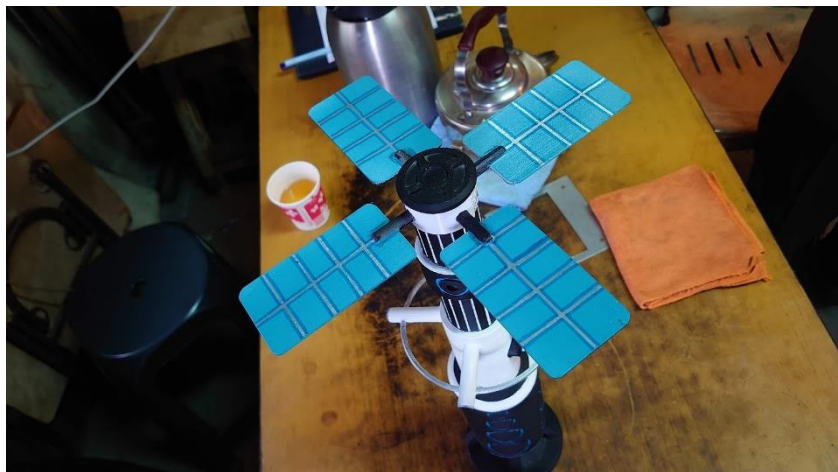
9/25
樣品製作討論

2023/9/25 樣品製作

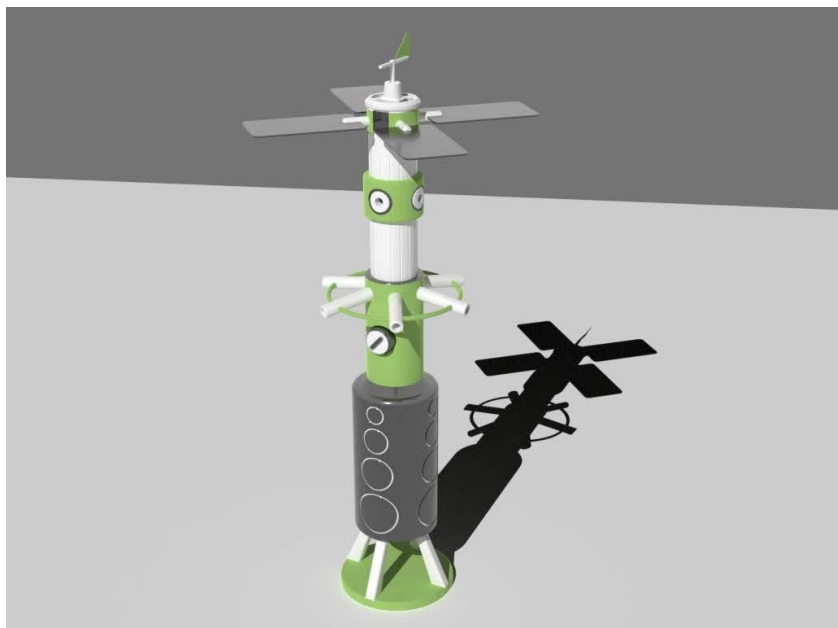


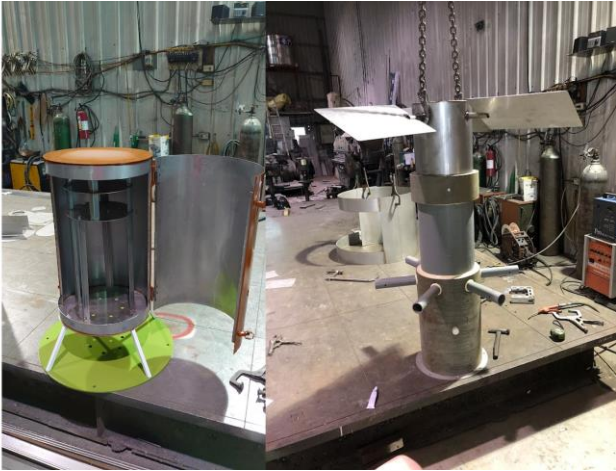
9/27
樣品製作討論

2023/9/27討論



10/6
色彩計畫



	
10/16 樣品組立	
10/27 樣品組立	2023/10/27 樣品組立 

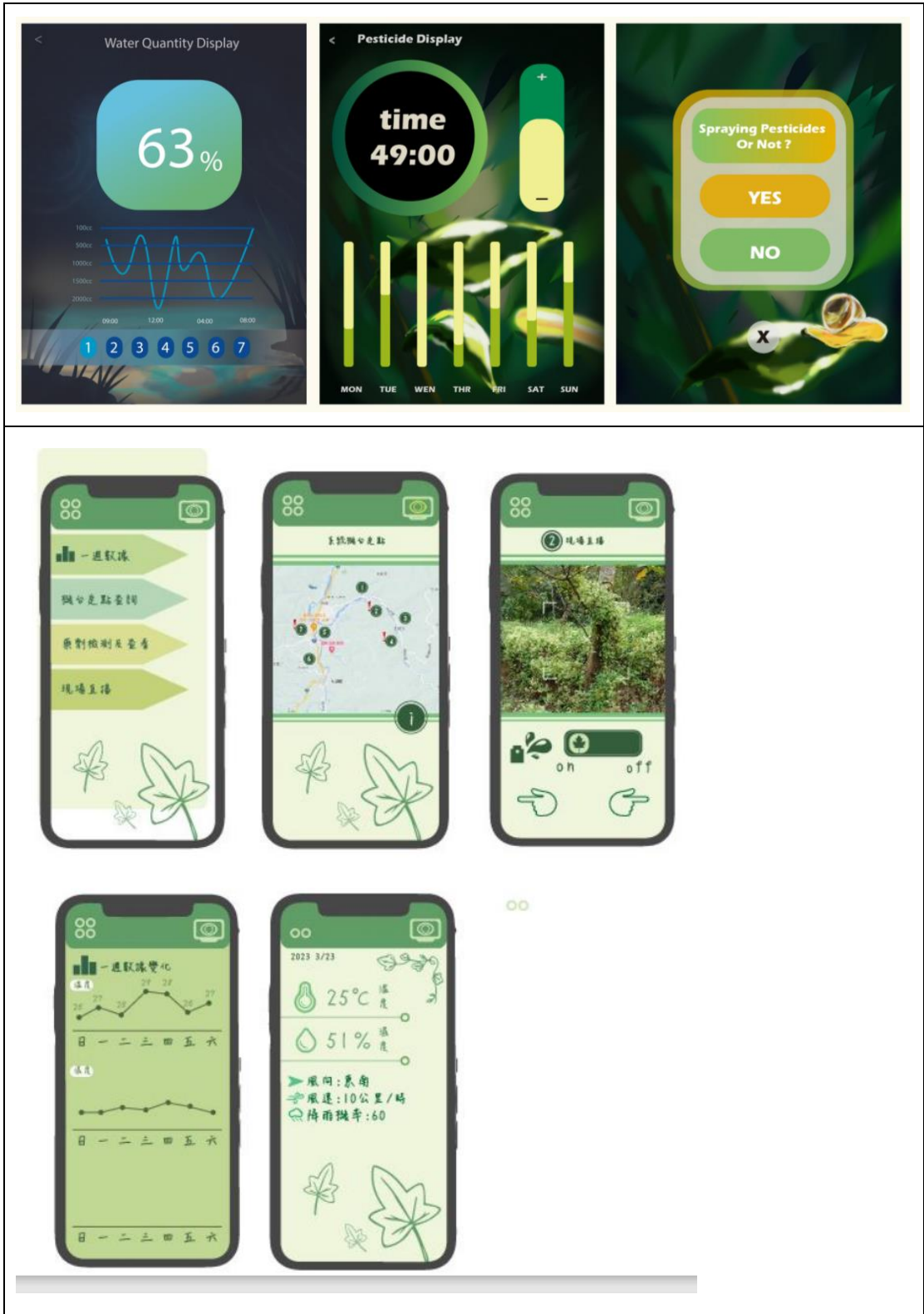
3.6 使用者介面設計

User Interface（使用者介面）主要說明使用者在應用程式中看到和互動的視覺元素。強調設計介面上功能是否符合便利性和美學等，只應用於數位產品。本計畫使用 Figma 軟體進行使用者介面模擬設計，以下為共同主持人林萱副教授於課程中，與同學們開發出數款使用者介面設計示意圖及可實際操作的 Figma 位址連結。

表 16 數款使用者介面設計示意圖









今日現況:

可以查看地點和當天的藥劑剩餘量；溫、濕度；風向、風速及降雨機率的資訊。



主選單:

可以選擇想前往察看的頁面



現場近況:

可透過app直接看到現場的狀況並在發現小花蔓澤蘭時點擊下方按鈕便可噴灑藥劑

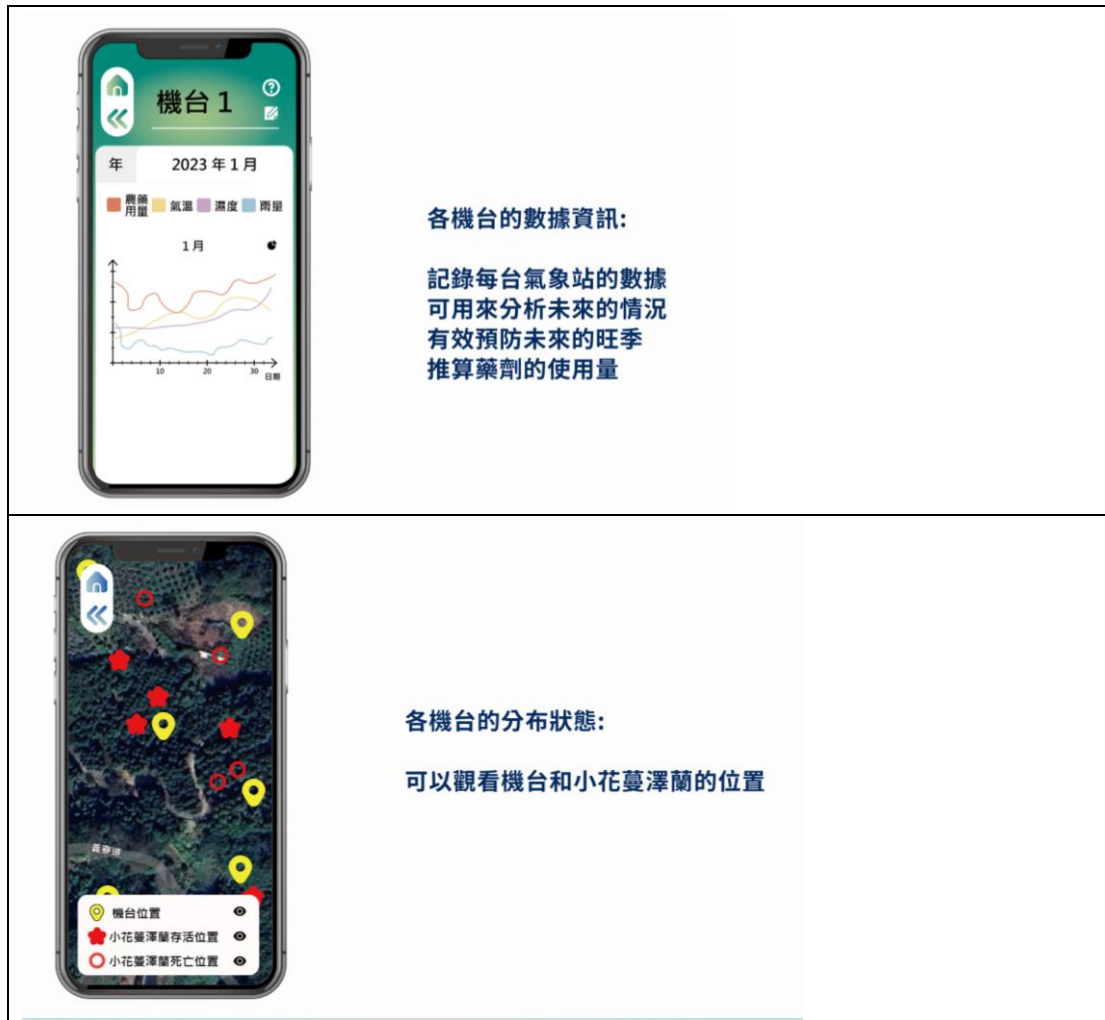


表 17 數款可實際操作的防治機 Figma 位址連結

學生	防治機 Figma 位址連結
11013003 陽慧瑾	https://www.figma.com/proto/bCeqVFwIojhB0tFg9lRbIa/Untitled?type=design&node-id=18-119&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=18%3A119&show-proto-sidebar=1
11013001 王子予	https://www.figma.com/proto/Q7PHfD55KtgWtaxdEbIuEJ/%E8%BE%B2%E6%9D%91%E5%9C%B0%E5%8D%80%E6%A3%B2%E5%9C%B0%E6%99%BA%E6%85%A7%E7%94%9F%E6%85%8B%E9%98%B2%E6%B2%BBAPP%E8%A6%8F%E5%8A%83%E8%88%87%E8%A8%AD%E8%A8%88?type=design&node-id=1-6&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A6
11013049	https://www.figma.com/proto/75TthigtGn6jUnxPg0z9EV/%E5%B0%8F

張雅筑	%E8%8A%B1%E4%BB%8B%E9%9D%A2%E5%AE%8C%E6%88%90?node-id=1-2&starting-point-node-id=1%3A2
11013025 陳佑昇	https://www.figma.com/proto/a2n9tGWSrj6gB5Uk14BIeX/Untitled?type=design&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&node-id=1-2
11013059 陳薇	https://www.figma.com/proto/wlFtU2k01bnssyx0NkYaCj/Untitled?type=design&node-id=2-4&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=2%3A4&show-proto-sidebar=1
11013073 吳亞宸	https://www.figma.com/proto/pKVWA4kcXUzUfnZuJV6LG3/%E5%B0%8F%E8%8A%B1%E8%94%93%E6%BE%A4%E8%98%AD?page-id=0%3A1&type=design&node-id=145-2&viewport=295%2C362%2C0.28&scaling=scale-down&starting-point-node-id=145%3A2
11013105 陳維恩	https://www.figma.com/proto/OIzNKwrKWlYAvjWDyx76ir/Untitled?type=design&node-id=2-4&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=2%3A4&show-proto-sidebar=1
11013117 林佳俊	https://www.figma.com/proto/JQN20FFKuKQvx421oQUYS5/%E6%B0%A3%E8%B1%A1%E7%AB%99?type=design&node-id=1-2&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=104%3A3917
11013119 廖于萱	https://www.figma.com/proto/W4rj6xwD7yBJkhsMeSucje/Untitled?type=design&node-id=42-519&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=42%3A519&show-proto-sidebar=1
11013002 廖婕樺	https://www.figma.com/proto/9M1vwPtDPTTrRaSapiL02Bh/11013002---%E5%BB%96%E5%A9%95%E6%A8%BA?type=design&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&show-proto-sidebar=1&node-id=4-21
11013004 王薇臻	https://www.figma.com/proto/yPs6dZhndR0vD6DriNOVk8/Untitled?type=design&node-id=109-50&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=109%3A50&show-proto-sidebar=1
11013054 李宜潔	https://www.figma.com/proto/7YdCCxm94epMOoxoRjSN2y/Untitled?type=design&node-id=12-103&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=12%3A103
11013072 鄭伊廷	https://www.figma.com/proto/9an2oGENMKc4QaU06tufNn/11013072---%E9%84%AD%E4%BC%8A%E5%BB%B7---%E5%B0%8F%E8%8A%B1%E8%94%93%E6%BE%A4%E8%98%AD

	?type=design&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&node-id=1-2
11013076 楊曼慈	https://www.figma.com/proto/TF1r8px5rVv4xRK5Z09zA6/11013076-%E6%A5%8A%E6%9B%BC%E6%85%88?type=design&node-id=45-2&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&show-proto-sidebar=1
11013080 陳柏延	https://www.figma.com/proto/QsxnvnqbuODYYYOAoDEaFqa/Untitled?page-id=0%3A1&type=design&node-id=1-3&viewport=292%2C448%2C0.29&scaling=scale-down&starting-point-node-id=21%3A204
11013084 何采葳	https://www.figma.com/proto/V4fhsQ1LSg0Bh3ZuWRr9yX/11013084-%E4%BD%95%E9%87%87%E8%91%B3?type=design&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&node-id=1-2
11013098 楊子菽	https://www.figma.com/proto/uVbnS2YbbAuut4vJdMqffK/Untitled?type=design&node-id=44-31&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=44%3A31
11013106 莊子葳	https://www.figma.com/proto/GOCz7sH78Q3SX5xMe9AIwp/Untitled?type=design&node-id=1-2&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2
11013114 許絜茹	https://www.figma.com/proto/DT4HivfDQ8je3anQAEaE6K/11013114-%E8%A8%B1%E7%B5%9C%E8%8C%B9%E5%B0%8F%E8%8A%B1%E8%94%93%E6%BE%A4%E8%98%ADAPP?type=design&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&show-proto-sidebar=1&node-id=1-2
11013126 余俐琿	https://www.figma.com/proto/sBMrKviif4M9Xd7KzB1UuT/11013126-%E4%BD%98%E4%BF%90%E7%91%A2?type=design&node-id=4-4&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A2&show-proto-sidebar=1
11013132 謝欣穎	https://www.figma.com/proto/X3GKUw1RzYpWzK0MQIx9bL/Untitled?type=design&node-id=1-5&scaling=scale-down&page-id=0%3A1&starting-point-node-id=1%3A5

3.7 中藥測試結果

只要有一杯水，小花蔓澤蘭就可以長得很好了，並會在節點開始生根。實驗一開始將五倍子及丁香濃縮液噴灑於小花蔓澤蘭的葉面，結果並不理想，經過一星期連續的噴灑都不見效果，僅在葉面產生皺摺，根部並沒有影響。於是將濃縮液加入水中，經過 10 天後整株都枯萎了。

經過這次實驗發現，將濃縮液噴灑於小花蔓澤蘭葉面並不會阻止其生長，而是要加於根系之中。因此，本研究原定噴灑於葉面，調整為噴灑於根部區域，以控制小花蔓澤蘭生長。

另外，也因這次實驗結果，將調整針對小花蔓澤蘭攀爬到樹上，做為提醒農民上山拔除的依據，偵測系統將偵測是否有植物攀爬，並判定是否為小花蔓澤蘭，如果是，則傳送照片給農民，農民決定噴灑濃縮液於根部或上山拔除。

表 18 中藥測試結果

描述	生長情形	
取自場域的小花蔓澤蘭，水耕於杯子內。 調製五倍子與丁香混和液，噴灑於葉面，經一星期的噴灑，葉面僅出現皺褶，小花蔓澤蘭仍持續生長。		

	
直接將五倍子與丁香混和液溶於種植水中，小花蔓澤蘭出現枯萎現象。	
經過3天，小花蔓澤蘭葉片開始往下垂。	



3.8 安裝測試

將於 11 月中前往牛樟森林裝機，安裝測試結果將呈現於結案報告之中。

3.9 使用者回饋意見

由於裝機時間為 11 月，需要觀察半年瞭解效果，因此尚未能統計出有效的數值，初步訪談青農結果整理如下：

- 1.能有這套 IOT 檢測系統很好，可以減少上山次數。
- 2.測試結果還算順利，可以利用手機觀察農場狀況很好。

- 3.傳送農園照片很好，直接就可以在手機上面做辨識。
- 4.基於環境與生態的保育與根除效果，還是會定期派員上山拔草。

第四章 結論

第一節 結論

本研究發現小花蔓澤蘭在台灣散播情形已將相當嚴重，甚至生長期都演變為一年四季都可以在野外看到。本研究希望透過生物防治的技術，能防止小花蔓澤蘭攀爬上樹。

經過研究團隊與專家討論結果，擬定對策，藉由 IOT 的技術分析，能阻止小花蔓澤蘭擴散於青農的果園，並經由六個步驟來達到目標，分別是 1.組織團隊。2.可應用技術分析。3.系統架構分析。4.防治機產品專案設計。5.產品初樣製作。6.產品投放試驗。

在執行步驟方面，經過現地調查中發現，小花蔓澤蘭的擴散問題比想像中來得複雜及嚴重。為此投入數個老師及課程專門研究防治機的產品設計、人機介面設計、3D 列印模擬設計等課程，達到全面考慮、深入研究。在研究架構擬定後，安排廠商製作初樣，並將小花蔓澤蘭防治機設計、製作完畢、安裝架設。主要的研究結論有：

- 1.完成以小花蔓澤蘭防治的產品設計課程，人機介面課程等，深入探討如何防治小花蔓澤蘭。
- 2.完成小花蔓澤蘭防治機設計製作，並安裝於定點，以專用機的設計步驟，達到可量產的目標。
- 3.使用本防治機可以減少農民上山次數，達到較少人力即可防治

小花蔓澤蘭。

4.完成天然生物防治濃縮液實驗，並發現噴灑於葉面並不能使小

花蔓澤蘭枯萎。

5.完成 IOT 系統設計，具有即時監控，定時回傳相片及各式數據

分析。

第二節建議

本研究結果可將此技術運用於其他外來入侵植物，如：「國際毒草」銀膠菊等，並有以下數點建議。

1.以五倍子、丁香的濃縮液效果有限，仍待化學相關領域專家投入

研究，以收更加的生物防治效果。

2.以 IOT 技術結合工業設計技術，設計相關防治產品，將可以實

際量產該防治機，可避免淪為一般研究報告。

3.安裝測試仍需要長期觀測、分析，以評估防治機的效益。

參考文獻

1. Yang, Q., Feng, H., Ye, W., Cao, H., Deng, X., & Xu, K. (2003). An investigation of the effects of environmental factors on the flowering and seed setting of *Mikania micrantha* HB K (Compositae). *Journal of Tropical and Subtropical Botany*, 11(2), 123-126.
2. Cronk, C. B. and J. L. Fuller. 1995. *Plant Invaders: The Threat to Natural Ecosystems*. Chapman and Hall. UK. 15-59
3. Willis, M., Zerbe, S., & Kuo, Y. L. (2008). Distribution and ecological range of the alien plant species *Mikania micrantha* Kunth (Asteraceae) in Taiwan. *Journal of Ecology and Environment*, 31(4), 277-290
4. 黃士元、葉素春、彭仁傑(2004)，小花蔓澤蘭之生態習性及蔓延監測，農政與農情，第 145 期。資料來源：
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=7564>
5. 彭國棟、秋美蘭編，2006，綠滿鄉野：農村社區常見植物解說手冊，南投縣：行政院農委會特有生物研究保育中心。
6. 陳朝圳，2001，小花蔓澤蘭空間分布之監測。行政院農業委員會林務局委託計畫成果報告，p.29
7. 黃忠良、曹洪麟、梁曉東、葉萬輝、馮惠玲、蔡楚雄(2000)，不同生境和森林內薇甘菊的生存與危害狀況。熱帶亞熱帶植物學報 8(2)：131-138
8. 魏佐育(2003)，以地理資訊系統探討小花蔓澤蘭入侵之空間分布，

- 國立屏東科技大學森林系碩士班學位論文，屏東縣。
9. 黃士元、彭仁傑、郭曜豪(2003)，小花蔓澤蘭在台灣之蔓延及監測，小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊。
 10. 陳昱伶(2020)，小花蔓澤蘭空間分布與地景空間格局之關係，國立台北大學自然資源與環境管理研究所碩士論文，台北市。
 11. 陳滄海、陳仁昭、汪慈慧、王均琍、趙永椿(2003)，小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*)之生物防治，小花蔓澤蘭危害與管理研討會專刊。
 12. 詹存勤(2016)，感測網路應用於灌溉系統之節能與灑水效率之研究，國立中央大學通工程學系碩士班學位論文，桃園市。
 13. 黃煜勝(2020)，傳統農殖產業鏈下導入 AIOT 發展策略之研究——以立川漁場為例，天主教輔仁大學科技管理碩士學位學程在職專班碩士論文，新北市。
 14. 楊國維(2020)物聯網科技用於改善文旦柚園生產管理之研究，明新科技大學管理研究所碩士學位論文，新竹縣。
 15. 劉政佳(2019)，利用 Petri Net 預測和物聯網自動化農業環境參數監測系統，明志科技大學電子工程系碩士學位論文，新北市。

附錄

附錄一、期中審查會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
報告內容審查意見：		
一	計畫研究內容雖以小花蔓澤蘭為標的，進行棲地智慧生態防治 IOT 系統設計與產品開發，然研究計畫標題為「農村地區棲地智慧生態防治 IOT 系統設計」，因此，在研究緒論中除了對小花蔓澤蘭的危害與防治因應問題與現況加以描述之外，仍應補充對各類棲地智慧生態防治的現況與問題之探討論述，期能呼應研究計畫標題。	感謝委員意見，各類棲地智慧生態防治的現況補充於第一章第五節，請參閱內文 P 1-14。
二	針對青農訪談結果(P2-16表 5)，除了針對 12 題訪談問項透過逐字稿的整理呈現與輔以相關說明之外，應就本研究預期成果(圖 6)四大面向與 P2-3~2-4 所列出之 6 項成果等內涵進行連結論述，以呈現本研究之棲地智慧生態防治 IOT 系統設計確實可對接青農在實務現場	感謝委員意見，依照委員意見，將青農需求與預期成果對照表呈現在表 8 之中，請見 P3-12 青農需求與預期成果對照表。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	的問題解決需求。	
三	關於系統架構分析的說明(P2-10~2-11)，應與圖 8 的防治機器運作之標示一致；然圖 8 的 ESP8266 連結至 DHT22 構成環境感測器，但文字說明卻是 ESP32 且也與圖 9 不同，因此，應對圖文說明的正確性再予檢視。另關於模組以太陽能作為電力系統的穩定性，或有無備用電源之需求等，皆應再予補充論證。	感謝委員意見，文字說明修改為 ESP8266。ESP32 負責影像擷取回傳到伺服器，ESP8266 用來抓 DHT22、風力風向、控制噴霧機。請見第二章第一節，P2-7。
四	在產品人機介面設計的呈現，應對至為關鍵的小花蔓澤蘭不同生長時期的狀態(生長旺盛期、開花期、結果期)圖示之可辨識程度加以檢核，以確認圖示之餘，是否需標註相關資訊？又此與 P2-43~2-48 呈現的使用者介面設計之關聯為何？以上皆應提供更完整的交待說明。	感謝委員意見，目前的測試結果會以小花蔓澤蘭是否攀爬上樹做為檢核。使用者介面設計會提供農民農場狀況的參考，並傳輸至手機介面，因此於課程之中模擬介面設計。
五	以計畫交付項目而言，預計彙整於期中、期末報告書及成果報告等報告中之產品	感謝委員意見，相關資料加註於第三章第二節 P3-3 計畫交付項目之中。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	(系統)設計圖、初樣製作的配件圖及模型圖、系統介面設計圖及其操作模擬腳本、產品(系統)使用或操作手冊、系統測試調查報告等，應在檢核交付項目的備註欄進行標示，以確認計畫交付的完整程度。	
六	有關使用者調查，例如：介面操作、資訊判讀、多元功能運用及防治作為等系統使用性與表現度，以及經實地調查所選定不同防治監測點之防治情形等調查規劃，應予補充。	感謝委員意見，關於使用者調查，資料補充於第三章第三節 P3-22, P3-38，調查結果將於後續擴大應用時參考。
七	請於後續報告補上結論與建議。	感謝委員意見，已經補上結論與建議，請見 P4-1。
八	請補上操作場域之青年之回饋，並說明後續如何擴大及相關應用方法。	感謝委員意見，關於場域回饋意見，補充於第三章第三節 3.9 P3-47 使用者回饋意見之中。
九	以中藥汁做為小花蔓澤蘭防治的依據及原理為何，建議收集相關資料於文獻回顧中補充說明。	感謝委員意見，補充防治依據於參考文獻 11.陳滄海、陳仁昭、汪慈慧、王均琄、趙永椿(2003)，小花蔓澤蘭(Mikania micrantha)之生物防治，小花蔓

項次	審查意見	回覆辦理情形
		澤蘭危害與管理研討會專刊。
十	本研究利用各類中藥汁測試對小花蔓澤蘭種子發芽及株齡一個月的苗生長的影響，藉此找出防治力強的配方，惟預期成果中，該產品是設定在小花蔓澤蘭開花期來噴灑，與實驗所做的種子及一個月苗不同，是否可得到理想結果，可能需要更多佐證。另該中藥汁對與小花蔓澤蘭的宿主是否也有負面生長影響，亦應有充份實驗，以免救樹不成反而造成樹木受傷。	感謝委員意見，目前測試的結果與該中藥汁研究結果不同，噴灑於葉面上僅能使葉面產生皺褶，並無法使小花蔓澤蘭枯萎，相關資料補充於第三章第三節 3.7 P3-45 中藥測試結果之中。
十一	本研究主要在討探生態防治系統，在 1-13 頁探討市售小花蔓澤蘭產品的目的為何？	感謝委員意見，本計畫將刪除小花蔓澤蘭產品章節。
十二	目前系統運作流程是從偵測小花蔓澤蘭開始，但目前計畫中說明如何進行判視，僅提到辨識結果到 80% 以上時會發出通知，可能要有更完整的論述來支撐這套系統未來運作的可行性。另，使	感謝委員意見，經實際場域討論測試，修正為偵測小花蔓澤蘭是否攀爬上樹，受限於攝影機的辨識度與可拍攝範圍。

項次	審查意見	回覆辦理情形
	用網路攝影機做為辨識影像的來源，可拍攝的範圍有多少？如果過於狹窄，又要整個園區佈設，未來運作的成本可能也需要事先的評估。	