國立嘉義大學資訊管理學系 系統專題報告

麻雀稻這裡一嚇

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 智能偵測驅鳥系統

指導教授 : 李彥賢 教 授

學 生 : 1094528 謝亞璇 1094531 翁心如 1094534 蘇 涵 1094556 王采璿 1094562 吳宜庭

中華民國 112 年 05 月 31 日

摘要

農業對台灣整體經濟發展擁有不可抹滅的貢獻，然而作物在生長過程中會遭遇野生 動物破壞或是病蟲害侵襲，進而減少產量，其中鳥害防治長期以來都是農民植作時必須 正視的問題。鳥害問題長期衝擊農業，而現有驅鳥方式的不便或不當，導致作物遭受鳥 害的情況越發常見。而因近年來的人工智慧、影像辨識技術提升，本專題欲透過追蹤鳥

類飛行軌跡結合仿生學理論，將 OpenCV、多物件追蹤所分析的飛行路徑與物件密度， 以機器學習演算法建立判別鳥類啄食農作物之模型。最後根據符合模型的程度發送訊號 給藍牙喇叭與四旋翼飛行器，藉此完成一套從偵測田中即時景況、辨識並驅趕鳥類的全

自動化驅鳥系統，避免作物成長與收成的過程間遭受鳥類的破壞外，以仿生的物理驅趕 方式將對於鳥類造成的傷害降至最低，並減少傳統驅鳥所需的資源耗損。另外，農業人 口的老化與少子化也使農業缺工日益嚴重，因此本專題希望以最少的投入和資源耗損獲

取最大的產出效益，以無害驅鳥的方式大幅提升農產品的產能，帶動農業生產力升級。 關鍵字:智慧農業、無害驅鳥、自動化驅鳥、影像辨識與追蹤、鳥害

目錄

壹、 研究動機 ----------------------------------------------------------- 1 貳、 系統目的 ----------------------------------------------------------- 2 參、 產品構思 ----------------------------------------------------------- 3 一、 創新之處 ------------------------------------------------------- 3 二、 價值主張 ------------------------------------------------------- 4 (一) 驅鳥時效長 ------------------------------------------------- 4 (二) 易用性高 --------------------------------------------------- 4 (三) 友善生態環境 ----------------------------------------------- 4 三、 核心價值 ------------------------------------------------------- 4 肆、 產品可行性 --------------------------------------------------------- 5 一、 目標市場 ------------------------------------------------------- 5 (一) 初期目標市場 ----------------------------------------------- 5 (二) 後續目標市場 ----------------------------------------------- 5 (三) 目標市場調查 ----------------------------------------------- 5 (四) 估計市場規模 ----------------------------------------------- 6 二、 競爭者分析 ----------------------------------------------------- 8 (一) 競爭定位圖 ------------------------------------------------- 8 (二) 優勢分析 --------------------------------------------------- 8 三、 商業模式 ------------------------------------------------------ 10 (一) 目標客群 -------------------------------------------------- 10 (二) 顧客關係 -------------------------------------------------- 11 (三) 通路 ------------------------------------------------------ 11 (四) 價值主張 -------------------------------------------------- 11 (五) 關鍵活動 -------------------------------------------------- 11 (六) 關鍵資源 -------------------------------------------------- 12 (七) 關鍵合作夥伴 ---------------------------------------------- 12 (八) 收益流 ---------------------------------------------------- 12 (九) 成本結構 -------------------------------------------------- 13 四、 財務評估 ------------------------------------------------------ 14 (一) 研發成本 -------------------------------------------------- 14 (二) 運行成本 -------------------------------------------------- 14 (三) 價格結構 -------------------------------------------------- 18

- 1 -

(四) 客戶終身價值 ---------------------------------------------- 19 (五) 客戶取得成本 ---------------------------------------------- 20 五、 發展產品計畫 -------------------------------------------------- 21 (一) 鄰近市場 -------------------------------------------------- 21 (二) 延伸產品功能 ---------------------------------------------- 21 伍、 技術可行性 -------------------------------------------------------- 22 一、 問題分析 ------------------------------------------------------ 22 (一) 問題定義與理解 -------------------------------------------- 22 (二) 文獻探討 -------------------------------------------------- 22 (三) 解決方案之獨創性與可行性 ---------------------------------- 24 二、 技術整合度 ---------------------------------------------------- 24 (一) 訓練模型 -------------------------------------------------- 25 (二) 追蹤鳥類飛行軌跡 ------------------------------------------ 25 (三) 驅趕鳥類 -------------------------------------------------- 25 陸、 系統分析與設計 ---------------------------------------------------- 27 一、 需求分析 ------------------------------------------------------ 27 (一) 使用需求分析 ---------------------------------------------- 27 (二) 資料需求分析 ---------------------------------------------- 28 (三) 流程需求分析 ---------------------------------------------- 29 二、 系統功能與流程 ------------------------------------------------ 31 (一) 系統功能架構圖 -------------------------------------------- 31 (二) 系統功能介紹 ---------------------------------------------- 31 (三) 系統流程 -------------------------------------------------- 33 (四) 介面設計與操作流程 ---------------------------------------- 34 柒、 系統特色 ---------------------------------------------------------- 36 一、 減少鳥害對作物的影響 ------------------------------------------ 36 二、 無害驅鳥 ------------------------------------------------------ 36 三、 無須人工時時緊盯 ---------------------------------------------- 36 四、 驅鳥時效迅速且持久 -------------------------------------------- 36 五、 低自然資源耗減成本 -------------------------------------------- 36 捌、 系統發展環境 ------------------------------------------------------ 37 一、 軟體 ---------------------------------------------------------- 37 (一) 作業系統 -------------------------------------------------- 37

- 2 -

(二) 開發框架與程式語言 ---------------------------------------- 37 (三) 函式庫 ---------------------------------------------------- 37 二、 硬體 ---------------------------------------------------------- 38 (一) 電腦 ------------------------------------------------------ 38 (二) 行動裝置 -------------------------------------------------- 38 (三) 樹莓派 ---------------------------------------------------- 39 (四) 飛行器 ---------------------------------------------------- 39 三、 網路架構圖 ---------------------------------------------------- 40 玖、 系統測試 ---------------------------------------------------------- 41 一、 整合測試案例 -------------------------------------------------- 41 二、 測試計畫 ------------------------------------------------------ 41 三、 測試結果 ------------------------------------------------------ 43 四、 辨識準確度測試 ------------------------------------------------ 44 五、 相容性測試 ---------------------------------------------------- 44 拾、 專題貢獻 ---------------------------------------------------------- 45 一、 研究貢獻 ------------------------------------------------------ 45 二、 實務貢獻 ------------------------------------------------------ 45 壹拾壹、 參考文獻 ------------------------------------------------------ 46 壹拾貳、 附錄 ---------------------------------------------------------- 52 一、 訪談紀錄 ------------------------------------------------------ 52 (一) 問卷內容統整 ---------------------------------------------- 52 (二) 問卷分析 -------------------------------------------------- 56 (三) 實際問卷 -------------------------------------------------- 57 二、 使用者手冊 ---------------------------------------------------- 63 (一) 登入 ------------------------------------------------------ 63 (二) 註冊 ------------------------------------------------------ 63 (三) 影像畫面 -------------------------------------------------- 64

- 3 -

圖目錄

圖 1: 產品構思圖 --------------------------------------------------------- 3 圖 2: 估計市場規模之由上而下的分析圖 ------------------------------------- 6 圖 3: 競爭定位圖 --------------------------------------------------------- 8 圖 4: 商業模式九宮格圖--------------------------------------------------- 13 圖 5: 客戶終身價值與客戶取得成本之折線圖 -------------------------------- 20 圖 6: 影像辨識結果 ------------------------------------------------------ 25 圖 7: 系統使用案例圖 ---------------------------------------------------- 27 圖 8: 實體關聯圖 -------------------------------------------------------- 28 圖 9: 正規化後的資料庫表格 ---------------------------------------------- 28 圖 10: 智能偵測驅鳥系統之 Context Diagram -------------------------------- 29 圖 11: 智能偵測驅鳥系統之 Level 0 --------------------------------------- 29 圖 12: 智能偵測驅鳥系統之 Level 1-2 ------------------------------------- 30 圖 13: 智能偵測驅鳥系統之 Level 1-3 ------------------------------------- 30 圖 14: 智能偵測驅鳥系統之 Level 1-5 ------------------------------------- 30 圖 15: 系統功能架構圖 --------------------------------------------------- 31 圖 16: 註冊畫面示意圖一 ------------------------------------------------- 34 圖 17: 註冊畫面示意圖二 ------------------------------------------------- 34 圖 18: 登入畫面示意圖 --------------------------------------------------- 35 圖 19: 影像畫面示意圖一 ------------------------------------------------- 35 圖 20: 影像畫面示意圖二 ------------------------------------------------- 35 圖 21: 系統特色 --------------------------------------------------------- 36 圖 22: 網路架構圖 ------------------------------------------------------- 40 圖 23: 性別比例 --------------------------------------------------------- 52 圖 24: 種植作物種類 ----------------------------------------------------- 54 圖 25: 使用過的農務機器 ------------------------------------------------- 54 圖 26: 主要消息來源 ----------------------------------------------------- 55 圖 27: 鳥害是否為嚴重問題之比例圖 ------------------------------------- 55 圖 28: 使用過的驅鳥方式 ------------------------------------------------ 56 圖 29: 農業人口年齡分布圖 ----------------------------------------------- 56 圖 30: 註冊畫面示意圖一 ------------------------------------------------- 63 圖 31: 註冊畫面示意圖二 ------------------------------------------------- 63 圖 32: 登入畫面示意圖 --------------------------------------------------- 63

- 4 -

圖 33: 影像畫面示意圖 --------------------------------------------------- 64

- 5 -

表目錄

表 1: 預估市占率 -------------------------------------------------------- 7 表 2: 開發設備之電腦價格表 --------------------------------------------- 14 表 3: 智能偵測驅鳥系統之配備價格表 ------------------------------------- 15 表 4: 辦公成本項目 ----------------------------------------------------- 17 表 5: 價格結構細項 ----------------------------------------------------- 18 表 6: 客戶終身價值表 --------------------------------------------------- 19 表 7: 客戶取得成本表 --------------------------------------------------- 20 表 8: 指令內容與解釋 --------------------------------------------------- 26 表 9: 系統軟體開發環境 ------------------------------------------------- 38 表 10: 電腦規格 -------------------------------------------------------- 38 表 11: 行動裝置規格 ---------------------------------------------------- 38 表 12: 樹莓派規格 ------------------------------------------------------ 39 表 13: 飛行器規格 ------------------------------------------------------ 39 表 14: 整合測試案例 ---------------------------------------------------- 41 表 15: 測試案例計畫-H001 ----------------------------------------------- 41 表 16: 測試案例計畫-H002 ----------------------------------------------- 41 表 17: 測試案例計畫-H003 ----------------------------------------------- 42 表 18: 測試案例計畫-H004 ----------------------------------------------- 42 表 19: 測試案例計畫-H005 ----------------------------------------------- 42 表 20: 測試案例計畫-H006 ----------------------------------------------- 42

表 21: 測試案例計畫-H007 ----------------------------------------------- 42 表 22: 測試案例計畫-H008 ----------------------------------------------- 43 表 23: 測試案例結果 ---------------------------------------------------- 43 表 24: 年齡分布 -------------------------------------------------------- 52 表 25: 居住縣市分布 ---------------------------------------------------- 53 表 26: 最高學歷分布 ---------------------------------------------------- 53 表 27: 土地面積大小 ---------------------------------------------------- 53 表 28: 平均時長分布 ---------------------------------------------------- 54 表 29: 損失產量比例 ---------------------------------------------------- 55 表 30: 市場調查之受訪者一 ---------------------------------------------- 57 表 31: 市場調查之受訪者二 ---------------------------------------------- 57

- 6 -

表 32: 市場調查之受訪者三 ---------------------------------------------- 58 表 33: 市場調查之受訪者四 ---------------------------------------------- 58 表 34: 市場調查之受訪者五 ---------------------------------------------- 59 表 35: 市場調查之受訪者六 ---------------------------------------------- 59 表 36: 市場調查之受訪者七 ---------------------------------------------- 60 表 37: 市場調查之受訪者八 ---------------------------------------------- 60 表 38: 市場調查之受訪者九 ---------------------------------------------- 61 表 39: 市場調查之受訪者十 ---------------------------------------------- 61 表 40: 市場調查之受訪者十一 -------------------------------------------- 62 表 41: 市場調查之受訪者十二 -------------------------------------------- 62

- 7 -

壹、研究動機

根據行政院委員會於民國 110 年的統計資料，台灣目前的農業就業人口為 54.2 萬，全台農作物種植總面積為 73.5 萬公頃，每年可為台灣賺取 3235.55 億 台幣的收入，農業對於台灣有不可抹滅的貢獻。儘管如此，農作物常因野生動物

的取食而導致收成量減損，除了常見的病蟲害與無脊椎動物之外，哺乳類動物與 鳥類帶來的災害也不容小覷。尤其是鳥類，其取食範圍幾乎包含各類作物，例如 稻作、雜糧作物、葉菜類與經濟水果等。不論是從剛播種的種籽、新生的嫩苗、

乃至於鄰近收成的作物種子、果實，據統計因鳥類取食造成的作物損失率甚至能 高達 50% (郭東禎，2021)，嚴重影響農民收益，因而對鳥類取食而導致莊稼的 產量降低所造成的危害稱之為「鳥害」。

每當作物播種之後，農民就會開始面臨鳥害的問題，尤其當作物成熟之際， 更會吸引大量鳥類前來覓食，導致農民與鳥類經常上演大戰。目前常見的鳥害防 治方式包含稻草人、放鞭炮或手搖旗幟呼喝、及搭建防鳥網等來驅趕鳥類。傳統 稻草人通常會隨著時間失去效力，放鞭炮手搖旗幟呼喝可能有效但需要人力的持 續監看，而防鳥網則往往對不特定鳥類造成傷害。近年來有人提出以飛行器或超 聲波來進行驅鳥的想法，然而前者需要專業飛手來操作飛行器，而後者同樣可能

對不特定鳥類造成傷害。總得來說，目前相對有效的鳥害防制方法通常需要人工 持續監控田間鳥況做出對應行為，或是以物理方法造成不特定鳥類的傷害。 目前的鳥害防制方法仍有相當的改善空間。日本農業研究機構(日本動物行 為管理組，2019) 對於鳥害防制的觀點為:「能夠突破鳥的學習能力，把牠趕走 一勞永逸的作法，現階段還沒有，相關的研究開發也不多。」。因此當減少鳥害、 降低農損和動物保護議題交會時，鳥害防制方法或許應該考量鳥的學習與適應能 力，以求有效解決鳥害問題。仿生學是以辨識、分析與採用生物的結構、功能原 理解決科技問題，透過充分了解大自然的解決策略，模仿其生物的特殊本領研製 創新機械與技術，來彌補及挽救人類所面臨的難題(National Geographic Partners LLC, 2017)。例如低等生物被高等生物捕食是自然界的真理，這種由上而下的捕 食過程形成弱肉強食的生物鏈，躲避天敵是生物的求生本能之一。聲音驅鳥即是 基於聲音學製造聲響嚇阻鳥類，聲音學意旨物體產生的聲波傳播，能被生物所感 知的波動現象(陳金助，2019)。此外有研究指出自然界中有些體型嬌小的鳥類能 夠模仿各式各樣鳥類的警告聲或猛禽叫聲，以營造天敵鄰近之危險氛圍，嚇阻大 型鳥類侵犯，例如褐色刺嘴鶯(鄭宇晴，2015)、叉尾卷尾鳥(林小春，2014)。亦 有研究顯示鳥類在聽到天敵叫聲(例如老鷹)或是同類受傷發出的聲音會感到恐 懼(史鎮康，2016)。

- 1 -

貳、系統目的

為減少持續監控的人力需求以及降低驅鳥時所可能造成的傷害，本專題將基 於仿生學的概念，結合人工智慧深度學習技術，設計、實作、並評估一個有效的 驅鳥機制。進一步來說，本專題期望利用影像辨識與追蹤的人工智慧技術，建構 能夠辨識田間鳥類並追蹤其飛行傾向的深度學習網路，且在偵測到鳥類處於下降 準備取食作物的狀態時，利用佈置於田間的藍牙喇叭，發出能夠讓鳥類感到恐懼 的聲音，例如老鷹叫聲或是同類受傷發出的聲音(史鎮康，2016)。此外由於鳥類 大多有群聚的特性，可能同時間出現大批鳥類來取食農作物。為避免因持續偵測 到鳥類而不斷播放驅鳥音效，降低驅鳥效果，本專題想進一步利用無人機搭配老 鷹叫聲來模擬老鷹，亦即當系統偵測到的鳥類數量/密度達到設定的門檻時，則 會啟動無人機進行田間巡邏，並藉由藍牙喇叭播放音效，讓鳥類以為老鷹出現來 達成驅鳥效果。

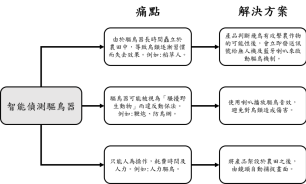
少子化與高齡化的問題嚴重衝擊台灣的農業發展，政府雖大力推廣精緻農業 與機械化生產，然而許多農務工作仍需由人力來進行，鳥害防制則是其中之一。 本專題期望能透過資訊科技來實現全動化驅鳥機制，透過影像辨識與追蹤的人工

智慧技術來判斷田間鳥況，藉由布建於田間的藍牙喇叭與四旋翼無人機來模擬田 間鳥類的天敵，來達成驅鳥的目的。希望可以避免鳥類對生長作物的破壞，亦能 減少傳統驅鳥所需的人力與物力的耗損，並應用聲音學與仿生學的原理以不具傷 害的物理方式驅趕鳥類，提高農民生產效益。

- 2 -

參、產品構思

本系統針對以下三個痛點，提出了適當的解決方案。首先，由於早期的稻草 人總是長時間放置在農田中，導致鳥類早已習慣而不再感到害怕，失去原來的驅 鳥效果。再來，常見的驅鳥器如鞭炮和防鳥網，被視為「騷擾野生動物」而違反 動物保護法，因為鞭炮和防鳥網在操作的過程中，都很容易傷害到鳥類，甚至導 致鳥類死亡。尤其是鞭炮，還需要親自去田裡進行操作，不僅耗時又耗費人力。 為了改善這些情況，本系統利用影像辨識的技術，以鏡頭捕捉農田的景觀， 讓裝置分辨是否為鳥類以及鳥類是否靠近作物，進而判斷是否要播放音效趕走鳥 類。透過藍牙喇叭播放各種使鳥類感到恐懼的聲音，不僅可以令鳥類不易適應而 延長驅鳥效果，還可以盡量避免對鳥類造成更多傷害。另外，為了避免同一時間 出現過多鳥群導致驅鳥器持續播放驅鳥音效而失去驅鳥效果，本系統會派出飛行 器自動前往該區域進行驅鳥。而將鏡頭放置在農田之後，裝置會以錄影的方式自 動捕捉鳥類在田地的狀態，其中包含鳥類接觸作物以及鳥類在田中的其他狀況， 農民皆不需要親自操作裝置。



▲ 圖 1 : 產品構思圖

一、創新之處

本專題運用監督式機器學習運算已標記完成的影像素材，訓練完成的模型載 入至搭載鏡頭的樹莓派中，當鏡頭捕捉到鳥類靠近稻田，藍牙喇叭即播出老鷹的 嘯叫或同類受傷的哀鳴等使鳥類感到害怕的聲音，藉以驅趕鳥類。若同一時間出 現過多飛鳥，為了避免持續偵測到目標物，不斷播放驅鳥音效而降低驅鳥效果， 系統會自動派出飛行器前往該區域進行驅鳥。裝置安裝方式簡易，裝設完畢即可 自行運作，相較於人工驅趕更加省時省力。比起懸掛物品和使用化學藥劑的驅鳥

- 3 -

方式，不僅避免傷害鳥類，且透過偵測結果而播放聲音的設計以及模擬猛禽巡視 的驅鳥方式，使鳥類不易習慣，延續驅鳥效力。

二、價值主張

(一) 驅鳥時效長

透過聲音驅鳥，不會對鳥類造成任何傷害，並且每隔一段時間可以改變 播放的驅鳥音效，此高變動性的特質也讓鳥類不易習慣，以便延續驅鳥效力。

(二) 易用性高

透過鏡頭捕捉農田的景觀，讓裝置自動分辨鳥類是否靠近農作物，進而 判斷是否啟動驅鳥機制以及選擇驅鳥方式。裝置安裝簡易，裝設完畢後即可 自行運作，省去了人力成本。

(三) 友善生態環境

以往的驅鳥產品在使用完成之後，容易產生許多的廢棄物，例如:防鳥 網、鞭炮等，而這些廢棄物最終都會採用火燒的方式銷毀。在現今追求環保 的世代裡，本系統相較於以往的驅鳥方式對於環境更加的合適，不僅可以回 收再利用，還能達到無害驅鳥的效果，也能同時友善的對待整個生態環境。

三、核心價值

本專題的核心價值是希望藉由智能偵測驅鳥系統，減少農民的人力及時間成 本，以有效的方式驅趕鳥類，並降低鳥害對於作物的影響。鳥類在自然界中的角 色，難以被取代，有些鳥類可以在森林中捕食害蟲，有些鳥類則以花蜜為食，進

而可以幫植物將花粉帶到別的地方傳播。不過鳥類還是為社會帶來很多負面影響， 舉凡會對人類生活帶來危害都可以稱作「鳥害」，而鳥害的種類很多且不容小覷， 像是有些疾病會透過鳥類傳染給人類，或是有些鳥類在都市中大量繁殖，造成嚴 峻的公共衛生問題。其中，鳥類對於作物的影響更是不分晝夜、四季都會發生， 並且直接影響到農民的收益。

鳥害之於農作物，影響範圍廣，不僅僅是稻穀，還包括雜糧、經濟水果等等， 都是台灣農業中種植面積占比相當高的種類，並且台灣鳥類種類繁多，會對作物 帶來影響的也不在話下。而在種種原因的加成下，鳥害問題似乎不再只是農夫自 己應該面對的問題，也並非倚靠現有驅鳥方式就能夠完善處理，因此本專題希望 可以透過智能偵測驅鳥系統的開發，協助農民以更有效率的方式解決鳥害問題， 降低農作損失，增加經濟收益。

- 4 -

肆、產品可行性

一、目標市場

（一） 初期目標市場

由於本產品為科技產品，相較於傳統農夫，科技農夫購買的意願會更高， 科技農夫即為使用雲端和數據分析，紀錄作物生長的資料，並且根據感測器 與攝影機收集到的資料提供建議或警示，甚至透過自動機械精準執行動作， 而此客群對於科技較為熟悉且信任，也有使用科技輔助務農的經驗，因此本 專題初期目標市場鎖定於科技農夫，並以此累積經驗，持續改良產品，作為 後續市場的根基。

（二） 後續目標市場

有了先前顧客的實際使用，可做為後續客戶認識本系統的輔證說明，讓 客戶相信此產品是真實有用的，進而提高購買意願。此時期將目標市場擴大 為台灣市場的農夫，無論是種植稻米、雜糧或是經濟水果，皆有可能受到鳥 害的影響，又鳥害影響範圍遍布全台，因此可推得全台農民皆有驅鳥的需求。

（三） 目標市場調查

首先，因為智能偵測驅鳥系統為高科技之創新產品，因此本團隊初期市 場先鎖定科技農夫，因為比較了解科技且願意理解和購買。接著，當獲得足 夠的數據以及一定的品牌知名度，再逐步將市場拓展至全台灣的農夫。

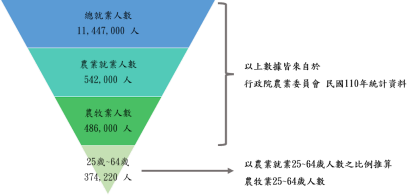
另外，本團隊也訪談多位農民，得知大多農民種植的作物都會受到鳥害 的影響，除了部分作物例如蘿蔔、蘆筍等不會受到鳥害的影響外，無論田地 大小都會受到鳥害的影響，而每位農夫因此減少的收成量大多為 1 至 2 成， 甚至有人受害多達 4 成，而這些農夫幾乎都使用過各種驅鳥方式，如:放鞭 炮、防鳥網、反光 CD 等等，但效果不彰，因此更加讓本團隊確信鳥害是一 個嚴重且急需解決的難題，且根據農業人口數多達至 54.2 萬人可得知此產 品的市場十分廣大。

- 5 -

（四） 估計市場規模

1. 由上而下的分析

根據行政院農業委員會的統計資料可查得民國 110 年總就業人口 數為 1,144 萬人。農業包含農牧業、林業及伐木業與漁業，總計農業就 業人數為 54.2 萬人，其中本專題鎖定之農牧業市場其就業人數為 48.6 萬人。根據比例推算後可得介於 25 至 64 歲之農牧業就業人口共有 37.4220 萬人。

 ▲ 圖 2 : 估計市場規模之由上而下的分析圖

2. 整體市場規模

計算及解釋原理

a.終端使用者數量(110 年 25~64 歲從事農牧業之人口數)：374,220 人 ⇨ 以農業就業人口 25~64 歲占比推算農牧業 25~64 歲之人數

⇨ 110 年農業 25~64 歲就業人數為 418,416 人，約占農業就業人口 77% ⇨ 藉此比例推算 110 年農牧業 25~64 歲人數為 374,220 人

⇨ 486,000 \* 77% = 374,220 人

b.每位終端使用者的營收：906,318 元

⇨ 110 年農耕產值為 272,179,946,000 元

⇨ 110 年農業人口人均產值約為 906,318 元

⇨ 272,179,946,000 / 542,000 = 906317.874 元

c.市場的總規模： 339,162,000,000 元

⇨ 906,318 \* 374,220 = 339,162,000,000 元

- 6 -

3. 總市場的其他重要考慮

(1) 征服市場的時間

舊有的驅鳥產品已存在市場很長的時間，且有驅鳥需求的人對 於現存的驅鳥產品高度熟悉，而本系統的組成與技術對於多數人而 言是相當陌生的，因此想讓市場中的人接受並非易事，所以智能偵 測驅鳥系統在征服市場的時間較長。

(2) 預期市占率

雖然估計終端使用者多達 37 萬 4220 人，但實際上並非全部的 人都會接受本產品，所以並不能達到百分之百的市占率。以下歸納 出具有此三項特質的人，擁有較高機率使用本產品，分別是已有高

中職畢業的學歷(48%)、本身持有智慧型手機(89.2%) 和注重環保、 願意花費更高的金額購買環保產品的人(55%)，藉由以上使用者特 質佔總人口數的比例來推估出本產品的預估市占率，求得預估市占 率為: 48% \* 89.2% \* 55% = 23.54%。

▼ 表 1 : 預估市占率

使用者特質 敘述 比例 高中職畢業接觸較多科技知識，對於科技產品的接受度較 高，並且也較容易理解產品48%

持有智慧型手機有實際使用過科技產品並且經常使用，比較能 透過搜尋和閱讀文字獲取想要的資訊89.2%

環保產品因為注重原料以及生產是否會對環

願意支付較高金額 購買環保產品

境造成傷害，因此製作成本相對較高，販售價 格也提高，導致許多消費者會退而選擇較便宜 的一般產品

55%

預估市占率 23.54%

- 7 -

二、競爭者分析

(一) 競爭定位圖

▲ 圖 3 : 競爭定位圖

(二) 優勢分析

本專題產品-智能偵測驅鳥系統透過聲音驅鳥，不會對鳥類造成任何傷 害，此高變動性的特質也讓鳥類不易習慣，以便延續驅鳥效力。並且驅鳥器 透過鏡頭捕捉農田的景觀，讓裝置分辨鳥類是否靠近農作物，進而判斷是否 要播放能讓鳥類害怕的聲音來進行驅趕。裝置安裝簡易，裝設完畢後即可自 行運作，省去了人力成本。綜上所述，智能偵測驅鳥系統的優勢在於效力時 長以及易用性，因此，以下將透過效力時長及易用性針對各競爭者進行分析。

1. 人工驅鳥

(1) 成效分析

利用人工威嚇的方式使鳥類離開農田，例如利用人工拉動響片 發出聲響驅趕鳥類，但人員難免有怠惰或是注意力不集中的時候， 導致鳥類趁虛而入啄食農作物。因此，人工驅鳥雖然成效迅速但費 時費力。

- 8 -

(2) 易用性分析

農民若親自到農田驅鳥，其花費的時間與人力成本較高，例如： 由於從農民居所到農田有一定的距離，需要考慮通勤的時間與成本； 並且農田廣大，經常需要聘請多位驅鳥人員，在農村缺乏年輕勞動 人口導致缺工的情況下難以招募到人員，而長時間的日曬和體力活 容易使人員疲憊不堪，且雇用人工也所費不貲。

2. 防鳥網

(1) 成效分析

使用防鳥網以四面八方將田地包圍，用於防止鳥類到達某些區 域，並且根據網目的大小不同可防範不同的鳥類，網目大小會和風 雨對防鳥網的影響呈反比，因此需要根據每塊農地的狀況挑選不同 網目大小的網子，而平均使用年限也落在 5~10 年。綜上所述，防 鳥網驅鳥效果佳且持久。

(2) 易用性分析

防鳥網體積大且架設過程複雜，須先經過相關政府機構許可方 可進行安裝，並且還需要請專業團隊到現場架設。而網子也可能導 致鳥類受困、受傷甚至死亡，如果不慎獵捕到保育類動物，將會以 觸犯野生動物保育法移送法辦(城鄉發展分署，2019)。另外，其斷 裂的線在外飄揚可能會導致路過的民眾受傷。綜上所述，防鳥網易 用性低。

3. 鞭炮

(1) 成效分析

為一種聲音驅鳥法，農民朝著田中的鳥群施放沖天炮或燃放田 邊架設的鞭炮，藉由鞭炮產生的巨響嚇走膽小警惕的鳥類，但由於 只有一瞬間的聲響，因此等鞭炮燃放完畢後相隔一段時間，鳥類又

會重新飛回到田地覓食。綜上所述，鞭炮驅鳥效果佳但短暫。 (2) 易用性分析

此種驅鳥方式需要農夫頻繁地巡視田地和施放鞭炮，架設與施 放皆需耗費人力，並且有擾民、影響生態和違反野生動物保育法的 疑慮(城鄉發展分署，2019)，時常傳出沖天炮引發火警等新聞，農 民放鞭炮時更需注意施放地點。綜上所述，鞭炮易用性低。

- 9 -

4. 反光彩條

(1) 成效分析

此驅鳥方式為友善且低成本，兩面不同顏色的彩帶在風和陽光

的幫助下，旋轉與反光使鳥類驚嚇而離開農田。但約 3~5 天鳥類便 會意識到並無威脅，反光彩條即失去效用。綜上所述，反光彩條驅 鳥效力不持久。

(2) 易用性分析

重量輕且體積小，安裝方便，使用壽命為 3 年。綜上所述，反 光彩條易用性高。

5. 稻草人

(1) 成效分析

傳統驅鳥方式之一，將衣物套在紮成束的稻草上做成假人豎立 於田間，假扮農民嚇阻前來啄食稻穗的鳥類，利用鳥類的感官反應 與記憶力，達到驅鳥的目的。但由於鳥類的適應力強，導致稻草人 的驅鳥效果不明顯且不持久。

(2) 易用性分析

現今許多稻草人都是農民手工製成，只需兩根木條以十字交疊 固定，再套上廢棄的舊衣物、斗笠與手套等裝飾，稻草人長期矗立 在田中不動，讓稻草人看起來與農民更加相似，在驅鳥方面的人力 成本也可以減少。綜上所述，稻草人易用性高。

三、商業模式

商業模式是指企業或組織用來創造價值、提供產品或服務，並實現獲利的方 法和策略的總體框架。它描述了企業如何運作、如何與客戶互動、如何產生收入 以及如何構建和維護競爭優勢。以下將以商業模式九宮格介紹本專題之商業模式。

(一) 目標客群

25 到 64 歲從事作物栽培並遭受鳥害的青壯年人口。

- 10 -

(二) 顧客關係

1. 架設網站與顧客互動

本專題為此產品架設了一個販售網站，網站上除了有產品介紹、訂 購商品的功能之外，還留有本團隊之聯絡方式，若顧客在訂購前有任何 問題，都可以隨時詢問。

2. 到府服務

本產品的購買方式為「租用模式」，顧客於網站下單，從裝置運送、 安裝至 APP 使用設定，本團隊會到府完成後再交至顧客，顧客只需輕 鬆享受裝置帶來的功用，而使用完畢也會有專人前去收回裝置，藉由產 品使用的高便利性，增加顧客的回購率。

(三) 通路

若顧客想購買本產品，需在網站上進行註冊後，才可下訂單。若在購買 本產品之前有任何問題，網站上都有提供聯絡方式。而在收到顧客的訂單後， 會使用 email 回寄隨機的交易代碼給顧客進行付款。

(四) 價值主張

1. 驅鳥時效長

透過定期改變驅鳥音效和飛行器的飛行方式，以高變動性的特質讓 鳥類不易習慣，延長驅鳥時效。

2. 易用性高

裝置架設簡易，裝設完畢後即可自行運作，自動化辨識追蹤並啟動 驅鳥機制，還可遠端監控田地狀況，使用者無須在田中反覆奔波。 3. 友善生態環境

裝置全部皆可回收再利用，並且使用再生能源，期望達成資源永續。 本系統選擇採用無害驅鳥方式，同時友善對待整個生態環境。

(五) 關鍵活動

1. 參加農業相關活動

透過參加農業展覽會、農業競賽等農業相關活動，提高產品的曝光 率，讓更多農業相關單位以及企業能夠更深入的了解本產品，與此同時， 與不同人士進行交流，蒐集各方意見以繼續增進自己。

- 11 -

2. 請農會協助宣傳

由於農會為與本產品的顧客最接近且最了解農民作息的相關單位， 深受農夫信任，所以藉由農會的宣傳，能夠更快速的將產品資訊傳達給 顧客。

(六) 關鍵資源

1. 多物件追蹤技術

有別於傳統的驅鳥方式，本系統運用影像辨識及物件追蹤，使驅鳥 作業自動化，透過投入先前收集的素材影像進行模型訓練，並且給予同 一物件相同的 id 編號，以達到追蹤物件於不同幀影像間的位置，藉由 上述行為，讓電腦可以自動偵測鳥類並且追蹤鳥類的飛行軌跡，自動辨 別驅鳥時機。

(七) 關鍵合作夥伴

1. 農會

由於農會屬於接近本專題目標客群的相關單位，所以本產品可以藉 由農會的推廣，提高曝光度觸與潛在客戶機率。

2. 第三方支付平台

顧客到產品網站上訂購租用裝置，之後則是需要透過第三方支付平 台讓顧客支付產品款項。

3. 零件供應商

本產品所需硬體零件包含樹莓派、鏡頭、太陽能板等，各個零件缺 一不可，只要缺少一個零件，本產品就無法使用，所以找到好的零件供 應商很重要。

(八) 收益流

1. 租賃產品

主要收益來自於顧客租用智能偵測驅鳥系統所給付的租金。 2. 自備資金

經由周遭親朋好友募款和尋求天使投資公司獲取資金。 3. 貸款費用

向文策院申請青年創業補助貸款。

- 12 -

(九) 成本結構

1. 設備成本與維護

含括產品的製作材料與更換受損零件。

2. 人事支出

負責核心技術的機器學習工程師、APP 開發工程師、實體推銷的行 銷人員與承當網站管理員的社群經營人員。

3. 行銷費用

各式行銷方式所需的費用，例如 SEO、各大媒體發文之費用。 4. 辦公場地

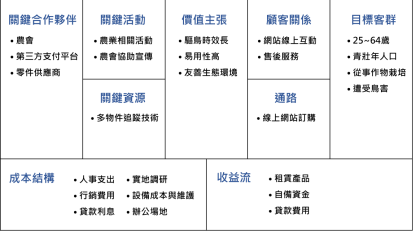
辦公室的房租與水電費等場地必要開支。

5. 實地調研

實際與顧客碰面所需的交通費與文宣資料費用。

6. 貸款利息

定期償還貸款的本金加利息。

▲ 圖 4 : 商業模式九宮格圖

- 13 -

四、財務評估

本專題的財務評估將分為兩階段進行評估，分別為開發產品、測試裝置的研 發階段，為期六個月，以及產品上架實際販售的運行階段。

(一) 研發成本

研發階段將使用一組驅鳥器，以及訓練模型與設定樹莓派需要較高效能 的電腦，總設備成本為 4,124 元。本團隊將聘用三位機器學習工程師與兩位 APP 開發工程師，負責裝置、模型、系統與應用程式的開發、測試及訓練。 行銷方面將聘請兩位行銷人員規劃銷售計畫與前期產品宣傳，以及兩位社群 經營人員在農業相關網路平台宣傳產品與經營社群介紹，總人事成本為 2,220,000 元。辦公成本包含辦公地點的租金、辦公設備和各項支出，金額 為 200,400 元。故本階段總成本為 1,878,620 元。

▼ 表 2 : 開發設備之電腦價格表

設備 規格 價格

CPU Intel i9-12900K 18,000 GPU RTX-3090 64,000 主機板 Z690 9,000 RAM 128G 20,000

硬碟 16TB 40,000 其他 - 8,000 總計 149,000

(二) 運行成本

運行成本是指企業或組織在日常運作過程中所產生的費用，以下將分為 六大項目進行介紹，分別是設備成本、行銷成本、人事成本、辦公成本、實 地調研成本以及還款的利息費用。

1. 設備成本

分為購買裝置零組件的硬體成本，與裝置出租前後檢修的維修成本。 (1) 硬體成本

智能偵測驅鳥系統的本體為樹莓派，一組驅鳥器由六套樹莓派

裝置加上一台 Tello 飛行器組成，而一套樹莓派裝置包含樹莓派、 Webcam 高清鏡頭、太陽能電源管理模組及藍牙喇叭各一，詳細配

- 14 -

備資訊如表 3 所示。智能偵測驅鳥裝置使用 Webcam 蒐集影像，當 辨識到目標物件會發送訊號給藍牙喇叭和 Tello 飛行器，而電力供 應則是依靠太陽能電源管理模組連接太陽能板。每組驅鳥器總硬體 成本為 34,438 元，其使用年限可達五年，因此智能偵測驅鳥系統 的每月平均硬體成本 ( 34,438 / 5 ) / 12 = 574 元。

▼ 表 3 : 智能偵測驅鳥系統之配備價格表

配備 產品名稱 單價 數量 總價 樹莓派1Raspberry Pi 4 model B (4GB) 2,450 6 14,700 鏡頭21080P 電腦高清視訊鏡頭 299 6 1,794

藍牙喇叭3TWS 防水藍牙喇叭 599 6 3,594 太陽能板4 樹莓派太陽能電源管理模組(B)51,620 6 9,720 Type-C 線 5 USB-C/Type-C 傳輸線 25 6 150 Tello 飛行器 Tello EDU 可程式四旋翼飛行器 4,480 1 4,480

總計 34,438

(2) 維修成本

當每次租前後皆會對裝置進行檢測，其中樹莓派與鏡頭為較精 密之設備，較容易因為溫度、氣候等環境因素受損。若是受損嚴重， 其使用年限可能降至三年，而更換鏡頭與樹莓派的費用為 2,749 元， 因此每台智能偵測驅鳥器的每月維修成本為 2,749 / (3 \*12) ≈ 80 元。

1https://24h.pchome.com.tw/prod/DSAJ2B-A900ADLET

2https://shopee.tw/ 當日出貨-免運費 台灣晶片 1080P-視訊鏡頭-網路攝影機-視訊鏡頭 麥克風

webcam-電腦攝影機-電腦鏡頭-i.6837568.9658859210?sp\_atk=c62001ee-ff23-4679-a8f3- 0925f11c42d0&xptdk=c62001ee-ff23-4679-a8f3-0925f11c42d0

3https://24h.pchome.com.tw/prod/DMAF6I-A900BO48J?fq=/S/DMAF6I

4 https://shopee.tw/【莓亞科技】樹莓派太陽能電源管理模組(B)(Solar-10000mAh-3A-含稅 現貨 NT-1188)(19799)-i.36381089.13516390056?smtt=0.12612626-1661933873.9 5https://shopee.tw/TYPE-C-充電線-傳輸線-轉接線-安卓-Android-手機-平板-適用-USB-C-1 公尺-三星-華為-小米-i.15091286.893639464?gclid=CjwKCAjwsMGYBhAEEiwAGUXJabVX3- nOvwdvkkTXIFt6kHuOBDVqDkLN1UY8yKCT4IaxOC1c0yKxmRoCn48QAvD\_BwE

- 15 -

2. 行銷成本

(1) 直接行銷

實體方面，由於大部分農民並沒有接觸過以影像辨識等科技輔 助農業的裝置，因此將聘請兩位行銷人員組成行銷小組，前期將著 重在直接行銷，參加各種農業競賽或展覽與派遣行銷人員到全台各 地的農業相關活動進行實地走訪，透過實際產品演示結合顧客實際 上手操作，讓農民更加了解產品，詳細費用請參考下方人事成本。 (2) 集客式行銷

本專題將採用 SEO、社群媒體行銷及內容行銷等行銷方式讓 消費者透過本團隊在網站上提供的產品相關資訊來了解本產品，並 聘請兩位社群經營人員負責網站資訊的更新和客戶服務。其中，優 化 SEO 讓消費者更容易使用關鍵字搜尋到本產品，而強化社群媒 體行銷及內容行銷則更能提高於其他社群媒體、網路平台的產品曝

光率，以達到快速宣傳的效果。根據平台的數據統計，SEO 每月平 均花費約為 12,000 元，社群媒體行銷每月平均花費約為 25,000 元， 內容行銷每月平均花費約為 30,000 元，因此每月總集客式行銷成 本為 67,000 元。

(3) 網站租用與維護

本團隊將架設一個網站，網站架構包含產品介紹、功能教學和 訂購商品等功能，作為主要提供產品資訊的來源，內容與版面的設 計尤為重要，需要能夠清楚表達產品資訊以及提供客戶方便諮詢的 服務。因此選擇租用共用的網站以及資料庫主機，每月花費成本約

為 800 元。而維護部分則需要定期資安的檢測，每月花費成本約為 4,200 元，故每月總網站架設與維護成本為 5,000 元。

3. 人事成本

本團隊的人事成本占比為 67%，在最初支出中比例最高，隨著產品 數量與成本增加逐年占比下降，其中包含機器學習工程師薪資(1111 人 力銀行，2023)、APP 開發工程師薪資(1111 人力銀行，2023)、行銷人 員薪資(104 人力銀行，2023)與社群經營人員薪資(1111 人力銀行， 2023)。機器學習工程師為團隊的關鍵技術人員，主要負責產品模型、 系統的維護與訓練，薪資以每月新台幣 50,000 元計算，共聘請三位。 APP 開發工程師同為關鍵技術人員，主要負責遠端監控的 APP 開發與

- 16 -

維護，薪資以每個月 47,000 元計算，共聘請兩位。行銷人員負責對顧客 進行實體的銷售與試用，薪資以每月新台幣 33,000 元計算，共聘請兩 位。社群經營人員俗稱為小編，主要負責銷售網站的管理與客戶服務， 並與行銷人員共同於網站上介紹產品，提高產品的曝光度，薪資以每月 新台幣 30,000 元計算，共聘請兩位。因此每月總人事成本為 370,000 元。

4. 辦公成本

智能偵測驅鳥系統需要定期檢修與維護，因此需要實際的辦公地點， 辦公費用中支出最高為租金，以高雄市區商辦月均租金(瑞光不動產， 2021)計算，20 坪的每月租金為 18,000 元。再者，裝潢與設備折舊成本

估計每月 10,000 元。電費部分，辦公室內會有桌上型電腦與筆記型電 腦，以每度 3.76 元的營業用電估算約為 1,070 元，合併冷氣以實際壓縮 機運轉率 70%估算月均電費約為 1,520 元，以及其他設備的零碎費用預 估每月約為 1,500 元，可得知電費月均支出 1,070 + 1,520 + 1,500 = 4,090

元。網路費、電話費、及水費等必要開支每月成本約為 1,300 + 100 + 100 = 1,500 元。由上可知，總月均辦公成本約為 33,590 元，詳細成本 資訊如表 4 所示。

▼ 表 4 :辦公成本項目

辦公成本項目 費用

租金 18,000

裝潢與設備折舊成本 10,000

電費 4,090

網路費 1,300

電話費 100

水費 100

總辦公成本 33,590

- 17 -

5. 實地調研

由於本產品的使用場地為戶外，環境因素的影響大，因此實地觀察

裝置運行所得出的結果較為準確。採取訪談法與觀察法交替使用，藉此

獲取第一手實際運行的近況。每次實地調研費用為 1,500 元，前期為新

顧客且客戶數量少，每月可進行市場調研 2 次，費用為 3,000 元，等到 顧客穩定且數量較多時，改為每月進行市場調研 1 次，費用為 1,500 元。

6. 還款利息費用

根據人文化內容策進院所推動的「文化創意產業、青年創業及啟動

金貸款」(文策院，2022)，符合資格的新創企業者可向文策院申請「青

年創業補助」。本專題預計申請 2,500,000 元，從創業第二年開始還款，

四年內還清帳款，因此每年歸還的本金為 2,5000,000 / 4 = 625,000 元，

以利息為 1.92%計算每年償還利息為 2,500,000 \* 1.92% = 48,000 元。由

上述可知，第二年至第五年的每年還款金額為 625,000 + 48,000 =

673,000 元。

(三) 價格結構

本專題的收入分為租金收益與前期的自備資金及貸款資金，而產品出租

的費用為主要獲利方式。在產品定價方面採用成本定價法，首先考慮產品硬 體與各項營業成本，並推估作物平均收成期一個月，隨後設計問卷向各地農 民進行調查，最終決定以租賃方式提供商品給顧客，而每次租賃金額為新台

幣 2,000 元。另一項收入為前期的自備資金與貸款資金，預計會自籌 400,000 元的資金，經由向周遭親朋好友募款和尋求天使投資公司，獲取資金與相關 經驗，並向文策院申請青年創業補助貸款 2,500,000 元支撐前期研發費用與

創業前期顧客數少、尚未獲利階段，第二年開始還款，並於四年內還款完畢。 透過預估使用者數量計算產品租金收益，將於第三年達成收支平衡，階段利 潤由虧轉盈，並開始回本，累積利潤轉虧為盈，詳細收益資訊如表 5 所示。 ▼ 表 5 :價格結構細項

收益流 研發階段 第一年 第二年 第三年 第四年 第五年 總市場使用者數量 - 374,220 374,220 374,220 374,220 374,220 總市場規模(萬元) - 3,391,620 3,391,620 3,391,620 3,391,620 3,391,620

預估市占率 - 0.5% 1.0% 2.0% 3.0% 5.0% 預估使用者數量 - 1,871 3,742 7,484 11,227 18,711

- 18 -

收益流 研發階段 第一年 第二年 第三年 第四年 第五年 租金收入 - **3,742,200 7,484,400 14,968,800 22,453,200 37,422,000** 貸款資金 2,500,000 - - - - - 自備資金 400,000 - - - - - 階段總收入 2,900,000 3,742,200 7,484,400 14,968,800 22,453,200 37,422,000 階段總成本 2,440,364 6,614,088 8,374,096 10,548,112 12,704,125 17,052,160 階段利潤 **459,636 -2,871,888 -889,696 4,420,688 9,749,072 20,369,840** 累計利潤 **459,636 -2,412,252 -3,301,948 1,118,740 10,867,812 31,237,652**

(四) 客戶終身價值

客戶終身價值(LTV)表示企業能夠從單一客戶合理獲取的總收入指標。

根據行政院農業委員會統計，台灣農戶平均耕地規模為 0.72 公頃(7200 平方 公尺)，模擬為 40\*180 公尺的田地，預計使用一組智能偵測驅鳥器(六套樹 莓派裝置+一台 Tello 飛行器)以達最佳的驅鳥效果，而本產品預估使用年限 為五年。以每次租借一組裝置租金為 2,000 元且平均收成期為一個月預估各 年利潤，並從中得知單一位客戶五年總共可以提供 427.53 元的客戶終身價 值，詳細客戶終身價值(LTV)資訊如表 6 所示。

▼ 表 6 :客戶終身價值表

收益流 第一年 第二年 第三年 第四年 第五年 總市場使用者數量 374,220 374,220 374,220 374,220 374,220 總市場規模(萬元) 33,916,200 33,916,200 33,916,200 33,916,200 33,916,200 預估市占率 0.5% 1.0% 2.0% 3.0% 5.0% 預估使用者數量 1,871 3,742 7,484 11,227 18,711 總租金營收 4,116,420 8,232,840 16,465,680 24,698,520 41,164,200

平均個人營收 **2000 2000 2000 2000 2000** 毛利率 50% 50% 50% 50% 50% 留客率 60% 60% 60% 60% 60% 累計留客率 60% 36% 21.6% 12.96% 7.78%

利潤 **600 360 216 129.6 77.76** 資金成本率 50% 50% 50% 50% 50% 淨現值因素 50.00% 25.00% 12.50% 6.25% 3.13% 淨現值 **300 90 27 8.10 2.43** 顧客終身價值 **427.53**

- 19 -

(五) 客戶取得成本

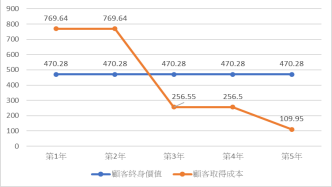
客戶取得成本(CAC)為企業獲取一位新顧客所需花費的成本。客戶取得 成本包括銷售成本與行銷成本，不涵蓋固定生產成本與費用，例如行銷人員、 網站經營人員、網站架設與維護以及相關行銷成本，根據上述預估各年客戶 取得成本(CAC)，詳細客戶取得成本(CAC)資訊如表 7 所示。

▼ 表 7 :客戶取得成本表

收益流 研發階段 第一年 第二年 第三年 第四年 第五年 總市場使用者數量 - 374.22 374.22 374.22 374.22 374.22 預估市占率 - 0.5% 1.0% 2.0% 3.0% 5.0% 預估使用者數量 - 1,871 3,742 7,484 11,227 18,711 行銷人員\*2 396,000 792,000 792,000 792,000 792,000 792,000 社群經營人員\*2 360,000 720,000 720,000 720,000 720,000 720,000 行銷成本 - 648,000 648,000 648,000 648,000 648,000 每年總顧客取得成本 - 1,440,000 1,440,000 1,440,000 1,440,000 1,440,000

當期新顧客數量 - 1,871 1,871 5,613 5,614 13,097 當期新顧客取得成本 - **769.64 769.64 256.55 256.50 109.95**

前期多為新顧客且顧客數量少，因此顧客取得成本(CAC)高於客戶終身 價值(LTV)，代表投入較多資源獲取客戶。隨著新顧客數量增加，顧客取得 成本最終會於第三年低於客戶終身價值(LTV)，符合表 7 中第三年達成收支 平衡、開始營利。



▲ 圖 5 : 客戶終身價值與客戶取得成本之折線圖

- 20 -

五、發展產品計畫

智能偵測驅鳥系統當前的市場鎖定在農業市場，而當產品發展成熟後希望能 夠繼續擴展、增加客群數量，本專題將透過發展鄰近市場以及延伸產品功能，拓 展市場範圍，藉此增加銷售量。

(一) 鄰近市場

禽流感是養殖禽鳥的畜牧業最為嚴重的災情之一，像是雞、鴨、鵝皆為 受害者。禽流感透過候鳥的傳播來到台灣並感染台灣的本土野鳥，這些飛鳥 平時會飛至家禽的養殖棚竊取飼料，而野鳥身上的病毒會藉此傳播導致家禽 染疫，並且除了禽流感還有許多病毒也是藉由野鳥的傳播，例如: 舊型H5N2 亞型病毒、流行性感冒 H5 亞型，而根據行政院農委會 104 年的法規，有可 能染病之禽鳥皆進行撲殺，因此只要在同一個養殖棚的家禽其中有任何一隻 得病，其餘皆須全面撲殺，導致畜牧業者損失千萬，大型養殖棚甚至因此損 失高達上億元。

(二) 延伸產品功能

將智能偵測驅鳥系統的模型加以訓練，除了辨識鳥類外，還能辨識鳥類 物種並收集鳥類活動數據，如此一來，就能透過收集與分析鳥類活動的狀態， 提供相關報告與分析結果，有助於農夫更好地了解鳥類活動的模式和趨勢， 從而制定長期且更有效的驅鳥措施。產生的監控數據也可做為生態保育之用， 透過遠端觀察與記錄，在不打擾野生動物的前提下，收集到更多、更詳盡的 資訊，幫助野生動物的保育工作及自然生態之平衡與維護。

- 21 -

伍、技術可行性

一、問題分析

(一) 問題定義與理解

本專題核心使用技術為影像辨識，為了有效的提高驅鳥效果，本專題將 偵測鳥類分為兩部分進行，分別為辨識何為鳥類以及何種鳥類飛行路徑較有 可能啄食農作物。

首先透過大量的素材收集以及素材前置處理，建立出辨識鳥類的模型， 再利用模型訓練使電腦能自動判斷影像中何為鳥。接著，持續追蹤已成功辨 識為鳥的物件，並且追蹤此物件的軌跡，藉此得知此物件是否有可能啄食農 作物。由於本專題的特點在於唯有對農作物有危害的鳥類進入影像之中，才 會驅動裝置進行驅鳥動作，因此，必須透過飛行路徑來辨別鳥是否有啄食農 作物的可能性，及早啟動裝置進行驅鳥。

(二) 文獻探討

1. 影像辨識技術

影像辨識屬於電腦視覺(computer vision)學科研究的問題，目的在於 研究如何使機器，例如電腦和攝影機，代替人類的肉眼以更快的速度和 效率，識別到影像中的人物、地點和事物等各種目標並進行分類 (classification)、定位(localization)、偵測(detection)、分割(segmentation) 或追蹤(tracking)等動作，並進一步處理成更適合人眼觀察或傳送給儀器

檢測的資料 (Ewan,2019)。影像辨識是近年來深度學習積極發展的領域， 在人工神經網路(artificial neural network, ANN)的基礎下，陸續發展出 深度神經網路（deep neural networks, DNN）、卷積深度神經網路 （convolutional neural networks, CNN）等多層次模型，能夠解決更複雜 抽象的資料的分類和識別，尤其在電腦視覺領域擁有不少成功應用，例 如車輛識別、人臉識別、自動駕駛或即時交通監控等。以下介紹本次訓 練辨識田間鳥類的智能神經網路將會使用到的工具、軟體：

**(1) labelimg**

labelimg 是個影像標記(labeling/annotation)工具，用於標記影

像中要辨識的物體，將標記以 YOLO、CreateML 或 PascalVOC

- 22 -

格式儲存，並將其製作成訓練深度學習的資料集。labelimg 支持多 種程式語言且可跨平台運作，目前支援 Windows、Linux 和 Mac 等作業系統。

**(2) YOLO**

YOLO 是個基於卷積神經網絡的物件偵測演算法，以 darknet 作為架構實作，用途為進行影像辨識訓練並生產模型，而 YOLOv7 和過去版本相比最大改進在於模型架構和模型訓練過程的優化。

YOLO 的優點在於採用一階段式 (one stage) 的物件偵測 (Detection)，將物件定位(Localization)和物件分類(Classification) 一步到位；過往的影像辨識多採用兩階段式(two stage)分工，也就

是使用兩個神經網路，第一個神經網路負責將圖片中的目標物件定 位，利用邊界框(bounding box)標示後再由下一個神經網路負責分 類，而一階段式只會使用一個神經網路，在速度和效率能夠滿足即

時性的要求，因此對於需要即時辨識影像的驅鳥需求較為適合使用。 **(3) OpenCV (Open Source Computer Vision Library)**

OpenCV 是個開源、跨平台且多種程式語言的電腦視覺函式 庫，是由 Intel 公司發起並參與開發，根據 BSD 授權條款來授權 發行，以提供學術界或產業界可以在商業和研究領域中免費使用。 OpenCV 在影像處理方面應用廣泛，可以用來讀取或儲存圖片、影 片、統計數據或矩陣運算等，應用範圍包含物體追蹤、人臉辨識、

紋理分析、動態視訊、提取物體的 3D 模型的影像處理等領域。 2. 多物件追蹤(**Multiple Object Tracking**)

多物件追蹤即在連貫影像中偵測到物件，並且取得各個物件移動路 徑的資訊，可大致分為三步驟:從影像中偵測到要追蹤的所有物件、給 定所有物件獨有編號並從連貫影像中取得物件的移動路徑資訊。 Tracking-by-Detection 是多物件追蹤最常使用的策略，意即要先利用偵 測器(如:YOLO)偵測當前影像中感興趣的物件，並且取得該物件之位 置，再與連續影像中過去偵測過的物件進行比對，得出同一物件的移動 軌跡。

- 23 -

3. 機器學習(**Machine Learning**)

機器學習理論主要是設計與分析讓電腦可以自動學習的演算法，而 機器學習演算法可以透過分析資料來獲得其中的規律，並使用規律來對 未知的資料進行預測。另外，機器學習可以根據不同的資料性質，採取

監督式、非監督式、半監督式、強化式等四種學習模式來得到期望的結 果。而各個模式可以透過使用一種或組合多種演算法來分類、辨識事物 並預測結果，以達到最佳預測的準確性。本專題採用機器學習中的「監 督式學習」技術，利用鳥類向上起飛、向下俯衝等軌跡資料來訓練模型。 「監督式學習模式」會以範例來訓練機器，明確的告訴機器輸入與輸出 的關係，也會將輸出的資料標示為期望的正確結果。利用輸入和輸出的 資料配對，逐步彙整所有資料並決定出相對相似度、差異等邏輯點，最 後期望能夠達到自行預測有關輸入資料的正確解答。

(三) 解決方案之獨創性與可行性

本系統運用影像辨識技術判別即時影像中是否有鳥類以及鳥類之行徑 軌跡是否將啄食農作物，再以播放能使鳥類感到害怕的聲音迫使他們飛離農 田，傳統的驅鳥方式因無法及時偵測與判斷，例如反光彩條、稻草人等，導

致鳥類很快就會發現這些方式並不會對牠們帶來威脅，因此本系統透過偵測 結果再播放聲音的設計，使鳥類不易習慣，延續驅鳥效力。

本專題運用物件偵測與追蹤技術(object detection and tracking)已相當成 熟，其實作方式為先在影像素材中的鳥類標記建立邊框並賦予 id，來完成物 件偵測，接著，追蹤框的移動，依其移動軌跡來達到追蹤鳥類的行徑軌跡， 目前物件追蹤技術已在各方面應用，例如:醫療、交通。

二、技術整合度

為了達成自動化驅鳥，本專題可以大致分為兩大方向進行研究。首先，透 過建立模型以辨別鳥類於農田間的動作是否對農作物具有威脅，其中包含了辨 識影像中物件是否為鳥類、追蹤鳥類的飛行軌跡。其次則為驅趕鳥類，當判斷 結果為鳥類對農作物具有攻擊性時，將立即發出訊號，分別傳送給無人機以及 藍牙喇叭，因此即可啟動驅鳥機制。藉此兩大步驟，本專題預計可以達到無須 人力時時緊盯並且驅鳥成效高的驅鳥系統。

- 24 -

(一) 訓練模型

透過投入大量數據，並且根據監督式機器學習之演算法，訓練出可以自 行判斷物件的模型。首先，本專題自行至農田蒐集大量鳥類飛行於農田以及 飛農作物的影片，並且將影片截成一張張的影像，透過 labelimg 標記鳥類。

接著，利用機器學習其中的演算法-YOLOv7，將標記好的素材分為訓練(train) 及驗證(validation)進行模型訓練。首先，使用訓練的資料，透過不同權重、 不同訓練回合數訓練模型，再利用驗證用的資料，來產出此模型的精確度及 預測率。



▲ 圖 6 : 影像辨識結果

(二) 追蹤鳥類飛行軌跡

本專題使用質心追蹤法(Centroid tracking)來進行物件追蹤。當影像經由 模型偵測過後，會對該物件生成獨有的 id 編號，且會將偵測到的所有物件 加入待追蹤列表中，接著針對每個待追蹤物件讀取 bounding box 之四周邊

界、id 編號以及種類，再透過計算物件的質心，即可以取得同一物件在前後 幀的位置差異，最後再利用 OpenCV 的繪線(line)模組，將前後幀之質心相 連，即可以於畫面上呈現出物件的移動軌跡。本專題將利用質心追蹤法計算

出的物件飛行軌跡，來判讀鳥類飛行軌跡，亦即透過前後幀同一物件質心之 Y 座標的變動量，當 Y 座標變動量為負，代表鳥類飛行軌跡路徑為向下，即 此飛鳥高機率衝向作物，需要立即啟動驅鳥機制。若飛鳥的預測飛行路徑並 非向下(Y 座標變動量為正)，即不需要啟動任何驅鳥機制。

(三) 驅趕鳥類

驅鳥方式分為聲音驅鳥與飛行器驅鳥，由於鳥類可能會一次大量飛來啄 食農作物，導致持續偵測到飛行軌跡下降的鳥類，連帶使藍牙喇叭不斷播放 驅鳥音效，使鳥類容易習慣，因此當鏡頭捕捉到畫面中鳥類密度大於標準時，

- 25 -

則會由樹莓派下達指令啟動飛行器來驅鳥，反之則以藍牙喇叭播放聲音驅鳥， 以下將分為飛行器驅鳥與聲音驅鳥兩大方向闡述。

1. 飛行器驅鳥

本專題採用 Tello EDU 可程式四旋翼飛行器，由 DJI 大疆創新所 研發，其具備視覺定位系統、狀態指示燈、飛行控制、Wi-Fi 以及 720P 500 萬像素的攝影系統，且擁有豐富強大的編程功能與開放的 SDK2.0 軟體開發套件，使用者可利用 Scratch、Swift 或是 Python 輕鬆控制起 降、飛行及翻轉。

a. 樹莓派透過 Wi-Fi 連接無人機，並以 UDP 的方式來完成資料的傳 遞，透過提供樹莓派的 IP address 和 port number 將其與 Tello 連結 起來，進而執行指令完成驅鳥動作。

b. 指令接收與執行可透過 sendto 與 recvfrom 這兩個函數來傳送與接收 資料，並依照資料內容(控制指令)來做出相對應的動作。 c. 藉由無人機所提供的控制指令，使飛行器來達到飛行效果，本專題 設計三種飛行軌跡，在每次飛行器要起飛進行驅鳥作業時，隨機選 取其中一種作為本次驅鳥時的途徑，增加變化性，而此三種飛 行軌跡將透過控制指令的排列組合來完成。

2. 聲音驅鳥

利用物件追蹤技術判斷鳥類飛行軌跡的 Y 座標變動量，若 Y 座標變 動量為負，代表鳥類處於下降準備取食作物的狀態，此時樹莓派則立即 發出訊號通知藍牙喇叭播放驅鳥音效，如炮竹聲、天敵叫聲或是同類受

傷的聲音(史鎮康，2016)。表 8 為樹莓派連接藍牙喇叭指令內容與解釋。 ▼ 表 8 : 指令內容與解釋

指令內容 指令解釋

sudo bluetoothctl 打開藍牙進入命令模式

power on 打開藍牙

scan on 掃描附近藍牙裝置

agent on 打開代理

pair [MAC] 與藍牙配對

trust [MAC] 建立與藍牙裝置之間的信任關係 connect [MAC] 連結裝置

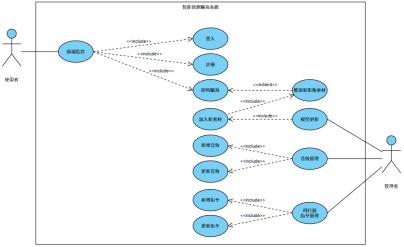
- 26 -

陸、系統分析與設計

一、需求分析

(一) 使用需求分析

此處利用以下使用案例圖，說明智能偵測驅鳥系統與使用者間的互動關 係、使用者的需求以及使用者如何透過此系統滿足需求，如下圖 7 所示。

▲ 圖 7 : 系統使用案例圖

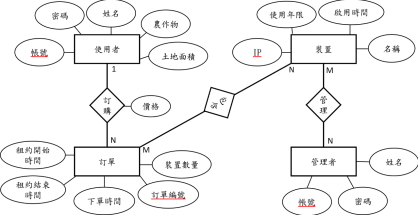
- 27 -

(二) 資料需求分析

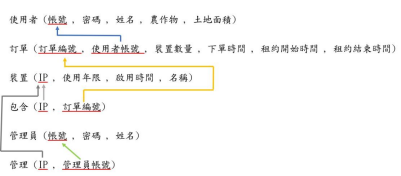
本系統使用實體關聯圖(Entity Relationship Diagram, ERD)及正規化後 的資料表格描述本系統的資料流程與實體間的關係。

1. 實體關聯圖(**Entity Relationship Diagram, ERD)**

此處使用 ERD 表示重要資料實體與實體間的相互關係。

▲ 圖 8 : 實體關聯圖

2. 正規化後的資料庫表格

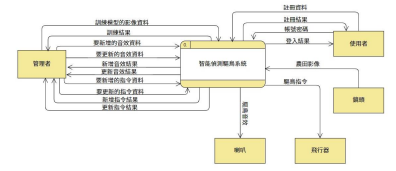
▲ 圖 9 : 正規化後的資料庫表格

- 28 -

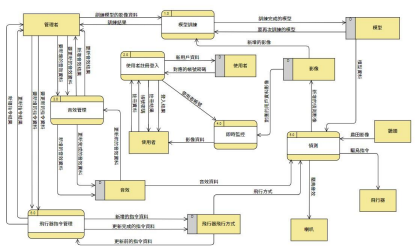
(三) 流程需求分析

此處利用資料流程圖(Data Flow Diagram, DFD)分析智能偵測驅鳥系統 之流程需求。將以環境圖(如圖 10 所示)、Level 0 (如圖 11 所示)以及 Level(如圖 12 到圖 14 所示)，三個層級的資料流程圖，分析智能偵測驅鳥 系統的資料流程。

**1. Context Diagram**

****▲ 圖 10 : 智能偵測驅鳥系統之 Context Diagram

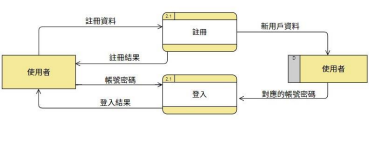
2. **Level 0**

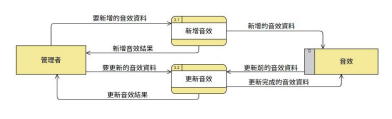
本系統可分為 6 個子系統，分別是音效管理、使用者註冊登入、模 型訓練、遠端監控、即時驅鳥以及飛行器指令管理，如下圖 11 所示。 ▲ 圖 11 : 智能偵測驅鳥系統之 Level 0

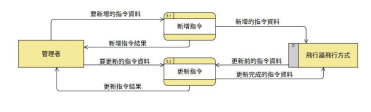
- 29 -

3. **Level 1**

以下將針對 Level 0 (如圖 11 所示)中的 3 個子系統做細部流程說 明(如圖 12 至圖 14 所示)。

▲ 圖 12 : 智能偵測驅鳥系統之 Level 1-2

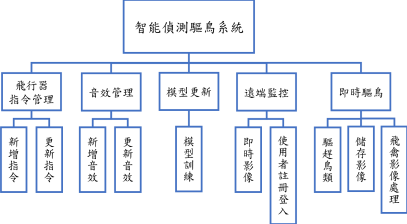
▲ 圖 13 : 智能偵測驅鳥系統之 Level 1-3

▲ 圖 14 : 智能偵測驅鳥系統之 Level 1-5

- 30 -

二、系統功能與流程

(一) 系統功能架構圖

▲ 圖 15 : 系統功能架構圖

(二) 系統功能介紹

1. 即時驅鳥

在即時驅鳥功能中，主要會提供三個子功能，分別是飛禽影像處理、 驅趕鳥類與儲存影像。飛禽影像處理功能是用於分析鏡頭捕捉的影像 中是否為鳥類、鳥類飛行軌跡以及群體密度，鏡頭會自行將畫面傳送至 樹莓派，系統將自動分析回傳影像，並將分析結果自動儲存到固定資料

夾。此外，樹莓派會根據影像分析結果啟用不同驅鳥方針，依據鳥群密 度多寡操控藍牙喇叭發出驅鳥音效亦或操縱飛行器模擬天敵猛禽飛行， 藉此達成驅鳥目的。另外，在實際應用情境中，鳥類的種類與行為可能 超出研發預測，導致辨識準確度下降，因此本組增加了儲存影像的功能， 在戶外運行期間，儲存實際田間影像，重新投入模型訓練，提升辨識查 全度。

- 31 -

2. 模型更新

在模型更新功能中，主要是加入新的影像素材反覆訓練模型。每次 回收出租裝置，系統將取得裝置中自動儲存的實際運行影像，把收集到 的原始影像進行標記，選擇訓練參數與要更新的模型權重檔，訓練素材 就能投入 YOLOv7 中進行模型再訓練。由於裝置實際運行地點在戶外，

環境變因多且難以完全預測，透過每次裝置到戶外實際運行時儲存的影 像投入模型中加以訓練，包括多種鳥類和各式行為狀態，最終成功拓展 模型的辨識範圍與準確程度。

3. 遠端監控

在遠端監控功能中，主要會提供兩個子功能，分別是使用者註冊登 入與即時影像。註冊功能可以讓使用者創建新帳戶，而帳戶資料會存放 於使用者資料庫中，其中資料包含使用者的帳號密碼、聯絡資訊、田地

面積、作物種類、租用裝置 IP 與相關消費資訊。若使用者已有帳號， 即可在登入 APP 後獲取租用裝置之影像畫面。再者，即時影像功能是透 過 APP 提供即時影像，讓並非身處農田的使用者也能即時掌握田地狀

況。樹莓派會透過 Motion 錄影套件所提供的網頁介面連接 Live 串流， 將即時影像連線至網頁上。因此，當確認登入身分後，APP 會從使用者 資料庫中抓取帳戶對應的租用裝置 IP，並對伺服器發出 IP 對應 HTTP Request，而此網站即為傳回樹莓派鏡頭影像之特定路由，爾後使用 Webview 套件在 APP 畫面中顯示網站畫面，讓使用者可以在 APP 上查 看當前農田的即時影像。

4. 音效管理

在音效管理功能中，主要分為新增音效與更新音效兩個子功能。若 是重複播放相同音效時間過長，鳥類可能會因為適應而失去驅鳥效力， 因此定時更新音效會達到更好的驅鳥效果。並且各地區的危害作物鳥種

千差萬別，鞭炮與同類受傷之聲響對於各式鳥類有同等恐嚇效力，而天 敵叫聲則依據當地生態新增音檔，客製化驅鳥音效。音檔存放於樹莓派 中，驅鳥系統會執行程式自動抓取檔案，並使用藍牙傳遞訊號給藍牙喇 叭播放聲音。

- 32 -

5. 飛行器指令管理

在飛行器指令管理功能中，主要分為新增指令與更新指令兩個子功 能。Python 指令可以控制 Tello 飛行器的飛行方式，基礎指令有前進/後 退(forward/back)、向左移/向右移(left/right)、升高/降落(up/down)、旋轉

(cw)，組合以上 7 種基礎指令操控飛行器做出一連串的飛行動作，透過 對指令的更新與修改，提升飛行器的擬真程度。

(三) 系統流程

1. 模型訓練

首先，將拍攝飛鳥於農田的影片截成圖像，接著使用 labelimg 標記 圖像中的飛鳥，反覆做此動作，即可以產生大量模型訓練的素材。接著 將處理過的圖像與標記資料依 75% 和 25% 的比例分為訓練以及驗證， 前者是用來訓練出能辨識飛鳥的模型，後者用於檢驗此模型的預測準 確性。由於最終的模型需要放置於樹莓派中執行，樹莓派本身的效能不 高，又影像辨識需進行大量資料的運算，因此選擇採用 yolov7-tiny 的 訓練模型方法，此方法可以將訓練出的模型大小減少許多，進而讓模型 於電腦中執行時可以保有自動辨識飛鳥的精準度，同時也讓樹莓派執 行時更加順暢。

2. 物件辨識

有了當鏡頭拍攝的影像傳回電腦時，會先切分為一幀一幀的圖像， 接著利用預先訓練好的模型，自動化的偵測圖像中的飛鳥，若辨識出飛 鳥，即會在圖像中飛鳥位置標記出一個 bounding box，此 bounding box

包含物件質心的 X, Y 座標、長寬以及此物件為此類別的分數(confidence scores)，當此分數越高時，則代表此標記物件越高機率為此類別。 3. 物件追蹤

當偵測出圖像中的物件為模型欲偵測的類別時，即給定一個該物件 專屬的編號，當下一幀圖像進入時，也會先經由物件辨識，辨識完後再 判斷與前一幀的圖像中的物件是否為同一物件，若為同一物件，即會將 此幀圖像中的此物件標記上相同的編號，若不相同，則給予一個全新的 編號。當兩幀圖像間具有相同編號的物件時，會藉由質心追蹤法計算出 物件之 bounding box 中的質心，並且將同一 id 編號物件在前後幀的質 心相連，畫出物件移動的路徑。本專題想要找出飛行路徑為向下的飛鳥， 因此會藉由相同物件之後幀的質心 Y 座標減去前一幀的質心 Y 座標之 差值，若差值為負，代表此飛鳥正在向下俯衝。

- 33 -

4. 驅趕鳥類

當物件追蹤結果顯示有飛鳥正在向下俯衝時，即會啟動驅鳥機制， 而本系統的驅鳥機制共分為兩種，分別為聲音驅鳥以及飛行器驅鳥。當 向下俯衝的飛鳥數量較少時，只會使用聲音驅鳥，也就是播放飛鳥畏懼 的聲音，例如天敵老鷹的聲音，或是同伴受傷的聲音，讓飛鳥不敢繼續

停留於此。如果向下俯衝的飛鳥數量過多，則會同時啟動兩種驅鳥機制， 聲音驅鳥與前面所述相同，而飛行器驅鳥方式為繞行農田一周，透過系 統設定，可以預設飛行器的飛行路徑，藉此讓農田四周的飛鳥皆可以感 覺到危險，達到驅鳥的效果。

(四) 介面設計與操作流程

1. 設計理念

以下圖片(如圖 16 至圖 20 所示)為智能偵測驅鳥系統之手機應用 程式介面示意圖，在介面設計上採用直觀的圖像面板，希望使用者能透 過直覺式的按鍵，輕鬆操作此應用程式。

2. 註冊

第一次進入 APP 的使用者須先點擊畫面下方的「註冊」按鈕進入 新進使用者註冊畫面，需填寫使用者基本資料，包括姓名、連絡電話(帳 號)、密碼、土地面積以及種植的作物種類，連絡電話將作為使用者之 帳號，填寫資料完畢並確認資料無誤後，按下「確認」按鈕即使用者註 冊成功，並回到登入頁面。

▲ 圖 16 : 註冊畫面示意圖一 ▲ 圖 17 : 註冊畫面示意圖二

- 34 -

3. 登入

下圖為 APP 之登入畫面，使用者需輸入連絡電話號碼和密碼，輸 入完畢後按下「登入」按鈕，確認輸入資料無誤後將會進到影像畫面。



▲ 圖 18 : 登入畫面示意圖

4. 影像畫面

登入後畫面中會顯示租用裝置拍攝之當前農田影像，可透過點選下 方「切換」按鈕隨意切換到此位使用者所有租用裝置之影像畫面。

 ▲ 圖 19 : 影像畫面示意圖一 ▲ 圖 20 : 影像畫面示意圖二

- 35 -

柒、系統特色

一、減少鳥害對作物的影響

本專題的智能偵測驅鳥系統能有效的驅趕鳥類靠近農田，只要系統辨識出飛 鳥，並且飛鳥的飛行軌跡為衝向農作物，系統將會播放飛鳥天敵的音效，驅趕鳥 類遠離農田，達到保護農作不被啄食的目的。

二、無害驅鳥

本專題強調無害驅鳥，當智能偵測驅鳥系統發現有鳥類靠近農田，採取的驅 鳥方式為播放使其害怕的聲響驅趕，且當鳥群來襲時派出飛行器前往該區域進行 驅鳥，此種方式較不會對生態系統帶來負面的影響。

三、無須人工時時緊盯

本專題的智能偵測驅鳥系統之驅鳥機制為全自動，只有架設時需要人力，其 餘動作皆可以由驅鳥系統自行完成，還可使用手機應用程式遠端監控農田狀況， 減少農夫對於人力的需求及成本。

四、驅鳥成效迅速且持久

本專題的智能偵測驅鳥系統有別以往驅鳥方式，只有辨識出鳥類及確定飛鳥 飛向農作物時，才會進行驅趕，此種方式能大幅降低鳥類適應的速度，藉此提高 本產品的效力維持時長。

五、低自然資源耗減成本

本專題的智能偵測驅鳥系統使用太陽能作為發電來源，且相較於以往驅鳥方 式會產生大量的廢棄物，本產品若不被使用後，可以將其有效的回收利用，降低 資源的浪費，將資源的效益最大化。

▲ 圖 21 : 系統特色

- 36 -

捌、系統發展環境

一、軟體

(一) 作業系統

本專題所使用的作業系統為 Linux、iOS。開發的環境分為三者， Linux 的速度較快，且安全性較好，更重要的是 Linux 為 Open Source，不需要多 餘的成本，因此樹莓派與電腦兩者皆選用 Linux 作為使用的作業系統。而

APP 的開發則使用 iOS 作業系統，雖然 iOS 系統較 Android 作業系統來的 封閉，但相對來說系統環境也較為穩定，因此開發裝置選擇使用 iOS 作業系 統的行動裝置。

(二) 開發框架與程式語言

本專題主要開發重點為影像處理，為此本專題選擇使用 Pytorch 實現 YOLOv7 訓練鳥類辨識模型，而 Pytorch 是一個基於 Python 所開發的 Open Source Machine Learning Framework，主要用於計算機視覺和自然語言處理 等應用。因此本專題所使用的開發框架為 Pytorch，而開發之程式語言為 Python。

而手機應用程式的開發則使用 Node.js，Node.js 是能夠在伺服器上運行 JavaScript 的應用程式開發框架，是為了讓開發者能更容易開發網路服務， 不需要太多複雜的調整及程式修改，就能滿足不同發展階段對效能的要求。 因此本專題開所使用的框架為 Node.js，而開發之程式語言為 JavaScript。

(三) 函式庫

1. **OpenCV**

OpenCV 是一個跨平台的電腦視覺庫，可以應用於物體辨識及運動 跟蹤等等，且 OpenCV 支援多種程式語言進行開發，其中也包括了 Python。因此，本專題使用 OpenCV 作為影像處理的工具。

**2. React Native**

React Native 為一個基於 JavaScript 標準語法的程式庫，是由 Facebook 開發的應用程式架構，編寫方式與 React 相似。React Native 的優點是能同時開發 iOS 和 Android 雙平台的 App，大幅減少開發及 管理時間。

- 37 -

▼ 表 9 : 系統軟體開發環境

系統軟體開發環境

作業系統Linux

iOS

開發框架Pytorch

Node.js

程式語言Python

JavaScript

函式庫OpenCV

React Native

二、硬體

(一) 電腦

▼ 表 10 : 電腦規格

設備 規格

作業系統 Linux

CPU Intel i9-12900K

GPU RTX-3090

主機板 Z690

RAM 128G

硬碟 16TB

(二) 行動裝置

▼ 表 11 : 行動裝置規格

設備 規格

手機型號 iPhone 11

處理器 A13 仿生晶片

記憶體 4GB

儲存空間 256 GB

作業系統 iOS

- 38 -

(三) 樹莓派

本專題選用 Raspberry Pi 4 model B (8GB)作為開發裝置，並且安裝 Linux Ubuntu x86 的作業系統，本專題利用樹莓派上的 USB port 外接 Webcam，即 可拍攝影像，將影像傳回樹莓派中計算，透過植入樹莓派中的模型，即可辨 識物件，並且發出指令讓藍牙喇叭播出音效與讓飛行器起降。 ▼ 表 12 : 樹莓派規格

設備 規格

產品名稱 樹莓派 Pi 4

晶片雙核 GPU 的 Broadcom BCM2837， ARM 的 Cortex-A72 四核處理器

處理速度 1.5 GHz

內存量 8GB

USB2x USB 3.0 ports

2x USB 2.0 ports

SD 卡 MicroSD

電源 換 USB-C - 5V 3A，POE 功能(網路線供電) HDMI 接頭 換 micro HDMI 接頭 X2

(四) 飛行器

本專題採用 Tello EDU 可程式四旋翼飛行器，由 DJI 大疆創新所研 發，其具備視覺定位系統、狀態指示燈、飛行控制、Wi-Fi 以及 720P 500 萬像素的攝影系統，且擁有豐富強大的編程功能與開放的 SDK2.0 軟體開 發套件，使用者可利用 Scratch、Swift 或是 Python 輕鬆控制起降、飛行及 翻轉。

▼ 表 13 : 飛行器規格

設備 規格

產品名稱 Tello EDU 可程式四旋翼飛行器

飛行器尺寸 : 98\*92.5\*41

Wi-Fi，720p

SD 卡 MicroSD

- 39 -

設備 規格 最大飛行距離 : 100 公尺

飛行表現

相機

三、網路架構圖

最高速度 : 8 公尺/秒

最大飛行高度 : 30 公尺 視場 : 82.6 度

影片 : HD720P30

格式 : JPG(照片)、MP4(影片)

採用 client-server 架構，使用者進入應用程式時，需輸入帳號密碼進行會員 登入，應用程式會傳送驗證訊息到人員資料庫中進行身分驗證，當身分驗證無誤 將會回傳該用戶的租用裝置 IP 到應用程式中，應用程式會將 IP 以 HTTP 形式傳 送到 Web Server 中，而 Web Server 會將相對應的影像回傳至行動裝置上。

▲ 圖 22 : 網路架構圖

- 40 -

玖、系統測試

一、整合測試案例

▼ 表 14 : 整合測試案例

| 測試案例編號 | 說明 |
| --- | --- |
| H001 | 確認系統與鏡頭的連接狀況，能夠正常傳遞影像資料。 |
| H002 | 確認透過影像辨識實現鳥類辨識之功能，能夠正確偵測並 辨識鳥類。 |
| H003 | 確認透過多物件追蹤實現軌跡追蹤之功能，能夠正確取得 鳥類移動軌跡，並傳遞正確資訊。 |
| H004 | 確認系統與藍牙喇叭連接狀況，能夠正常傳遞驅鳥訊號， 並播放正確音效。 |
| H005 | 確認系統與飛行器連接狀況，能夠正常傳遞驅鳥訊號，並 依循指令啟動飛行器之飛行路徑。 |
| H006 | 確認系統與電力裝置連接狀況，能夠正常接收電力。 |
| H007 | 確認系統與網路伺服器連接狀況，能夠正常與網頁連接， 並傳遞正確影像資料。 |
| H008 | 確認應用程式與網路伺服器連接狀況，能夠正常與資料庫 做連結，並傳遞正確影像資料。 |

二、測試計畫

▼ 表 15 : 測試案例計畫-H001

| 測試案例編號 | H001 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 系統能成功與鏡頭做連接，並且正確接收影像。 |
| 輸入規格 | 鏡頭拍攝的影像畫面 |
| 輸出規格 | 系統獲取鏡頭拍攝的影像畫面。 |

▼ 表 16 : 測試案例計畫-H002

| 測試案例編號 | H002 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 影像辨識能正確辨識與偵測鳥類。 |
| 輸入規格 | 鏡頭拍攝之農田影像。 |
| 輸出規格 | 系統應根據辨識結果，產生標記資料。 |

- 41 -

▼ 表 17 : 測試案例計畫-H003

| 測試案例編號 | H003 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 多物件追蹤能正確取得鳥類移動軌跡。 |
| 輸入規格 | 鏡頭拍攝之農田影像。 |
| 輸出規格 | 系統應根據追蹤結果，對驅鳥裝置傳遞驅鳥訊號。 |

▼ 表 18 : 測試案例計畫-H004

| 測試案例編號 | H004 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 系統能成功與藍牙喇叭做連接，並正確播放音效。 |
| 輸入規格 | 系統透過藍牙傳遞驅鳥音效。 |
| 輸出規格 | 藍牙喇叭播放驅鳥音效。 |

▼ 表 19 : 測試案例計畫-H005

| 測試案例編號 | H005 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 系統能成功與飛行器做連接，並且以正確飛行路 徑啟動飛行器。 |
| 輸入規格 | 系統透過 Wi-Fi 傳遞飛行器之飛行指令。 |
| 輸出規格 | 飛行器按照飛行指令運行。 |

▼ 表 20 : 測試案例計畫-H006

| 測試案例編號 | H006 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 系統能成功與電力裝置做連接，並正常接收電力。 |
| 輸入規格 | 電力供應 |
| 輸出規格 | 系統獲取電力供應。 |

▼ 表 21 : 測試案例計畫-H007

| 測試案例編號 | H007 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 系統能成功與網路伺服器做連接，並且正常與網 頁傳遞並讀取正確之影像資料。 |
| 輸入規格 | 鏡頭拍攝之農田影像。 |
| 輸出規格 | 在網頁上顯示當前鏡頭拍攝之影像畫面。 |

- 42 -

▼ 表 22 : 測試案例計畫-H008

| 測試案例編號 | H008 |
| --- | --- |
| 測試項目 | 應用程式能成功與網路伺服器做連接，並且讀取 以及下載正確資訊。 |
| 輸入規格 | 應用程式與資料庫間的資料交流。  新增資料:新的資料上傳至資料庫。  更新資料:修改資料庫中的資料。 |
| 輸出規格 | 資料庫接收指令後，能正確新增及更新資料。 新增資料:正確的新增資料。  更新資料:資訊正確更新。 |

三、測試結果

▼ 表 23 : 測試案例結果

| 測試案例編號 | 核可標準 | 測試結果 |
| --- | --- | --- |
| H001 | 系統能成功與鏡頭做連接，且能將鏡頭拍 攝的農田影像正確的傳送到系統中。 | 完成 |
| H002 | 影像辨識功能，能夠成功使用鏡頭拍攝之 影像，正確辨識鳥類，並對驅鳥裝置發送 驅鳥訊號。 | 完成 |
| H003 | 多物件追蹤功能，能夠成功使用鏡頭拍攝 之影像，正確的追蹤鳥類飛行軌跡，判斷 軌跡垂直位移位為負數後，並對驅鳥裝置 發送驅鳥訊號。 | 完成 |
| H004 | 系統能成功與藍牙喇叭做連接，且將正確 的驅鳥音效傳遞給喇叭，使其進行驅鳥動 作 - 播放音效。 | 完成 |
| H005 | 系統能成功與飛行器做連接，且將正確的 飛行方式指令傳遞給飛行器，使其進行驅 鳥動作 - 沿飛行路經飛行。 | 完成 |
| H006 | 系統能成功與電力裝置做連接，且能夠獲 得電力供應，讓系統能夠正常使用。 | 完成 |
| H007 | 系統能成功與網路伺服器做連接，並將鏡 頭所拍攝之農田影像正確顯示在網頁上。 | 完成 |
| H008 | 應用程式能成功與網路伺服器做連接，並 傳遞正確資訊，包含新增、更新等功能。 | 完成 |

- 43 -

四、辨識準確度測試

系統中的影像辨識經由測試 450 幀不同影像後，有 383 次辨識成功、67 次 辨識失敗，影像辨識準確度為 85.1%。

五、相容性測試

經過測試後，Android 9.0 (API level 28) 與 iOS 13.0 以上，並包含行動網路 或 Wi-Fi 連線功能之手機、平板等行動裝置都能進行使用。

- 44 -

拾、專題貢獻

一、研究貢獻

鳥害一直都是農民面臨的嚴重問題，如何有效防制鳥害也成為農業專家積極 研究的課題。在農業人口持續降低並尋求環境永續的年代，需要一個創新的方法 來取代目前需要人力持續監控或以傷害鳥類為手段的防制方法。本專題期望能以 資訊科技來協助進行鳥害防制。本專題基於仿生學的觀點，並結合影像辨識的人 工智慧深度學習技術，提出一套鳥害防制的機制，期望能夠有效進行驅鳥，以降 低鳥類對農作物的損害。透過影像自動化辨識可以完全免除人力監控的需求，藉 由無人機與藍牙喇叭播放聲音來模擬田間鳥類的天敵，以達到驅鳥的效果。本專 題期望此機制能夠有效達成驅鳥的目標，也期望此創新想法是個好的開始，能夠 為鳥害防制方法引發更多不同的創意。

二、實務貢獻

本專題的智能偵測驅鳥系統，欲解決現存驅鳥方式的三大缺陷，包含人力、 時間與生態保護三個面向，期望達到降低農夫在預防鳥類侵害作物的時間與人力， 同時兼顧生態保護的考量下，解決當前農業人口不足的問題，以及因鳥害造成的 農作物收成量損失。同時也希望透過結合生物學與光電原理，降低對生物與環境 帶來的影響，並且自動化之運作方式，減去多餘的操作步驟，以利於對科技不勝

了解的農夫使用。另外，為解決偵測裝置於田間的用電需求，本專題利用太陽能 電源管理模組來維持系統的運作電力，利用永續能源產生電力，減少多餘資源浪 費，此應用不僅有助於保護環境，也一定程度上解決實務使用的問題。

- 45 -

壹拾壹、參考文獻

1. 林大利、呂翊維、潘森識 ( 編 )。吳建龍、林大利 ( 譯 )。2020。臺灣國 家鳥類報告。行政院農業委員會特有生物研究保育中心、社團法人中華民國 野鳥學會。臺灣。取用日期:2022/08/05。取自:

https://www.bird.org.tw/sites/default/files/field/file/report/2020 臺灣國家鳥類報 告\_20210129 修正.pdf。

2. 我會種。2019。農戶防鳥很頭疼？日本果園的這 5 種防鳥措施供你參考。每 日頭條。取用日期:2022/08/12。取自:

https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/amgjy9n.html。

3. 史鎮康。2016。防禽作戰！5 種聲音嚇破鳥膽。TVBS 新聞網。取用日 期:2022/08/12。取自:

https://news.tvbs.com.tw/life/421385。

4. 呂國禎。2015。麻雀不見了 台灣鄉間怪現象。天下雜誌。 取用日期:2022/08/12。取自:

https://www.cw.com.tw/index.php/article/5069024。

5. 海線斑馬。2011。稻農趕麻雀。海線斑馬 zebraer99 的部落格。取用日 期:2022/05/15。取自:

https://blog.udn.com/zebraer99/5384444。

6. 農業經營現況。2022。台北市:行政院農委會。取用日期:2022/08/23。取自: https://www.ey.gov.tw/state/CD050F4E4007084B/0ededcaf-8d80-428e-96b7- 7c24feb4ea0d。

7. 黃有利。2009。麻雀。台灣大百科。取用日期:2022/08/23。取自: https://nrch.culture.tw/twpedia.aspx?id=10847。

8. 陳宛均、柯智仁、林瑞興。2016。麻雀大軍有幾隻?公民科學計畫集眾人之 力監測臺灣生態(下)。繁殖鳥類大調查。取用日期:2022/08/23。取自: https://sites.google.com/a/birds-tesri.twbbs.org/bbs-taiwan/wen-zhang-bao-dao 1/bbs-taiwan-dian-zi

bao063qi?fbclid=IwAR1T1m0mOsZvsU\_Mg4xtwMb2PUYxOE5-958zaJpaLeu HO2sJCR2z9Sjr1E。

9. 張軒哲。2016。空拍機無線感測 助農趕鳥。自由時報。取用日期:2022/08/30。 取自:

- 46 -

https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/1062897。

10. 宋瑞文。2019。用稻草人防止鳥吃稻米？來看看鳥有多聰明。環境資訊中心。 取用日期:2022/08/27。取自:

https://e-info.org.tw/node/219800。

11. 王曉晗晗晗。2019。別以為莊稼種植只會用稻草人趕鳥 還有這些神操作。 每日頭條。取用日期:2022/08/27。取自:

https://kknews.cc/agriculture/k4a3qbb.html。

12. 黃明堂。2020。《台東》放炮驅鳥遭檢舉 5 官警上門嚇到翁。自由時報。取 用日期:2022/08/27。取自:

https://news.ltn.com.tw/news/life/paper/1408614。

13. 陳雅芳。2020。沖天炮驅鳥？織襪原料工廠火警波及 5 部汽機車。NOWnews 今日新聞。取用日期:2022/08/27。取自:

https://today.line.me/tw/v2/amp/article/yYjW3y。

14. 杜蘊潔。2016。趕鳥用毛線空中飄 騎士經過繞頸擦傷。TVBS 新聞網。取 用日期:2022/08/27。取自:

https://news.tvbs.com.tw/travel/621052。

15. 陳興隆。2019。騷擾野生動物行為者依法可以處罰。內政部營建署。取用日 期:2022/08/27。取自:

https://www.cpami.gov.tw/最新消息/即時新聞/34406-騷擾野生動物行為者依 法可以處罰.html。

16. 鄭伊琇、楊慧梅。2021。命懸一線 跨越那張網的死與生。環境資訊中心。 取用日期:2022/09/01。取自:

https://e-info.org.tw/node/232729。

17. 行動電源的使用壽命有多長？。無日期。集比有限公司。取用日期:2022/09/01。 取自:

https://blog.xebe.com.tw/how-long-a-power-bank-life-period/。

18. 太陽能發電系統運作方式。無日期。原生生活。取用日期:2022/09/01。 取自:https://www.initialsolar.com/solar-energy-system。

19. 再生能源發電概況-再生能源發電效益。2021。台灣電力公司。取用日 期:2022/09/01。取自:

https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=204&cid=156&cchk=570dff8b cd5b-43f6-8a98-6136b979635。

20. 太陽能板造成汙染? 綠能真相大公開。2019。中租．全民電廠。

- 47 -

取用日期:2022/09/01。取自:

https://www.finmart.com.tw/Wiki/ALL/solar07。

21. Alexey Bochkovskiy, Chien-Yao Wang, Hong-Yuan Mark Liao。N.d.。 YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection 。 Retrieved Date:2022/09/01。Retrieved From:

https://arxiv.org/pdf/2004.10934.pdf。

22. w\_x\_w1985。2020。深度剖析目標檢測演算法 YOLO V4。IT 人。取用日 期:2022/08/20。取自:

https://iter01.com/568038.html。

23. 張家銘。2021。YOLO V4 產業應用心得整理。臺灣人工智慧學校。取用日 期:2022/08/20。取自:

https://aiacademy.tw/YOLO-v4-intro/。

24. 機器不學習。2020。深入淺出 YOLO V3 和 YOLO V4。每日頭條。取用日 期:2022/08/20。取自:

https://kknews.cc/zh-tw/tech/3yzxlza.html。

25. Jason Chen。2020。[開發工具] 標註自己的影像資料集–LabelImg。Jason Chen’s Blog。取用日期:2022/08/18。取自:

https://jason-chen-1992.weebly.com/home/-labelimg。

26. 麻雀。無日期。耕莘健康管理專科學校。取用時間:2022/10/23。取自: https://lib.ctcn.edu.tw/bird-flower/b6.htm。

27.【鄉間鳥事】形似麻雀的黑嘴嗶仔——斑文鳥。2018。農傳媒。取用時 間:2022/10/23。取自:

https://www.agriharvest.tw/archives/31933。

28. 陳仕泓。2015。奇妙生物 稻禾上的斑文鳥。人間福報。取用時間:2022/10/23。 取自:

https://www.merit-times.com/NewsPage.aspx?unid=416916。

29. 由了心。2018。關於珠頸斑鳩的知識。每日頭條。取用時間:2022/10/23。 取自:

https://kknews.cc/zh-tw/news/b64obko.html。

30. 女神不講理。2022。鳩占鵲巢是真的嗎？斑鳩能吃嗎？為何說吃斑鳩危害很 大？。網易新聞。取用時間:2022/10/23。取自:

https://c.m.163.com/news/a/HGVL2D8S0553TXET.html。

31. 林欣漢。2011。雨走鳥害來 農民無力「趕」。自由時報。取用時間:2022/10/23。

- 48 -

取自:

https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/541578。

32. 行政院農業委員會。2021。民國 110 年農耕土地面積。行政院農業委員 會農糧署統計室。取用時間:2022/10/23。取自:

https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx。 33. 張亦惠、張朝欣。2021。雲嘉種雜糧飽受鳥害 農民嘆收麻雀吃剩的。Yahoo! 新聞。取用時間:2022/10/23。取自:

https://tw.news.yahoo.com/news/%E9%9B%B2%E5%98%89%E7%A8%AE%E 9%9B%9C%E7%B3%A7%E9%A3%BD%E5%8F%97%E9%B3%A5%E5%AE %B3-

%E8%BE%B2%E6%B0%91%E5%98%86%E6%94%B6%E9%BA%BB%E9% 9B%80%E5%90%83%E5%89%A9%E7%9A%84-201000898.html。 34. 行政院農業委員會。2021。民國 110 年雜糧生產狀況。行政院農業委員 會農糧署統計室。取用時間:2022/10/23。取自:

https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx。 35. 火種三農一點號。2018。偷嘴的小鳥來了，為了防鳥，農民伯伯腦洞大開。 壹讀。取用時間:2022/10/23。取自:

https://read01.com/zh-tw/O3jJz5y.html#.Y1S\_53ZBwUE。

36. 行政院農業委員會。2021。民國 110 年果品生產概況。行政院農業委員會農 糧署統計室。取用時間:2022/10/23。取自:

https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx。 37. 生態平衡。2022。維基百科。取用日期:2022/10/22。取自: https://reurl.cc/QWnXy0。

38. 陳信安。2018。窩時事|嘉義民雄傳毒鳥事件 共計 496 隻鳥類死亡 保育類 也遭殃。窩窩。取用日期:2022/10/22。取自:

https://wuo-wuo.com/report/46-latest-news/811-the-current-affairs-of-the-nest chiayi-minxiong-poisonous-bird-incident-a-total-of-496-bird-death-conservation classes-also-suffered。

39. 廖靜蕙。2012。麻雀與農業相互依存 專家教導雙贏撇步。環境資訊中心。 取用日期:2022/10/22。取自:

https://e-info.org.tw/node/75398。

40. 許紘齊、楊水平。2014。台灣的節慶與化學:鹽水蜂炮。台灣化學教育。取 用日期:2022/10/22。取自:

- 49 -

http://chemed.chemistry.org.tw/?p=2370。

41. Zee。2020。顧客終身價值（LTV）怎麼算？ 電商必知的會員管理促購秘訣。 取用日期:2022/11/31。取自:

https://ezorderly.com/blog/2020/06/23/audience-LTV/。

42. 鄭鈺弘。2021。【投書觀點】為什麼你有高度綠色消費意識，卻不買綠色產 品？。國立交通大學經營管理研究所。取用日期:2022/12/10。取自: https://csrone.com/topics/6653。

43. 台灣趨勢研究。2019。台灣智慧農業現況與需求：稻作與雜糧篇【2019】。 取用日期:2022/12/11。取自:

https://www.twtrend.com/trend-detail/smart-agriculture-riceandgrains-2019/。 44. 維基百科。無日期。PyTorch。取自日期:2022/11/30。取自: https://zh.wikipedia.org/zh-tw/PyTorch。

45. CrazyFire。2021。Pytorch Tensors。取自日期:2022/12/09。取自: https://ithelp.ithome.com.tw/articles/10273722。

46. 台灣人工智慧學校。2022。最新的物件偵測王者 YOLOv7 介紹。取用日 期:2022/11/10。取自:

https://aiacademy.tw/YOLOv7/

47. 林欣漢。2011。雨走鳥害來 農民無力「趕」。自由時報。取用時間:2022/10/23。 取自:

https://news.ltn.com.tw/news/local/paper/541578。

48. 維基百科。無日期。Python。取自日期:2022/11/30。取自: https://zh.wikipedia.org/zh-tw/Python。

49. 韋光華(2010)。綠色能源—發電與儲能。科學發展，3(7)，26-31。 50. 郭東禎(2021)。雷射驅鳥裝置開發與鳥害綜合防治。花蓮區農業專訊， 31(8)，10-13。

51. 王人正、江昭皚(2019)。智慧農業技術介紹與應用實例。30(7)，1-21。 52. SAP Insights 電子報。無日期。什麼是機器學習?。取用日期:2023/01/16。 取自:

https://www.sap.com/taiwan/insights/what-is-machine-learning.html。 53. 鄭雨晴。2015。澳洲小鳥模仿警告聲 嚇退入侵大敵。台灣醒報。 取用日期:2023/01/18。取自:

https://anntw.com/articles/20150615-IdSb。

54. 胡啟恩、郭雅諒、王元凱。2018。視覺式行人偵測追蹤技術之發展。

- 50 -

科儀新知 215 期。取用日期:2023/01/19。取自:

https://blog.csdn.net/weixin\_42118657/article/details/117554115。 55. ⊙月。2022。deepsort 原理快速弄懂——時效比最高的。CSDN。取用日期: 2023/01/18。取自:

https://blog.csdn.net/weixin\_42118657/article/details/117554115。 56. 廖允鈞、李偉舜。麥田守護者。修平科技大學。電機工程系實務專題報告書。 取自:

http://ir.hust.edu.tw/bitstream/310993100/6153/1/13-

%E9%BA%A5%E7%94%B0%

E5%AE%88%E8%AD%B7%E8%80%85-

%E5%B0%88%E9%A1%8C%E5%A0%B1%E5%91%8A%E6%9B%B

8.pdf。

57. 姚磊。四旋翼無人機之穩定性控制。國立台北科技大學。電機工程系碩士班 碩士學位論文。取用日期:2023/01/16。

58. RYZE。2018。Tello User Manual v1.4。Retrieved :2023/01/16。from: https://dl-cdn.ryzerobotics.com/downloads/Tello/Tello%20User%20 Manual%20v1.4.pdf。

59. Maker.io Staff。2019。Raspberry Pi Wi-Fi & Bluetooth Setup - How to Configure your Pi 4 Model B, 3 Model B and 3 Model B+ Connectivity。Maker.IO。 Retrieved :2023/01/18。from:

https://www.digikey.com/en/maker/blogs/raspberry-pi-wi-fi-bluetooth-setup-how -to-conf igure-your-pi-4-model-b-3-model-b。

60. National Geographic Partners LLC。2017。仿生展:向大自然界點子。 取用日期:2023/02/01。取自:

https://www.natgeomedia.com/travel/article/content-2101.html。 61. STEAM 教育學習網。無日期。OpenCV 教學。取用日期:2023/02/01。取自: https://steam.oxxostudio.tw/category/python/ai/opencv-index.html。 62. Ewan。2019。WHAT IS IMAGE RECOGNITION?。取用日期:2023/02/01。 取自:

https://deepomatic.com/what-is-image-recognition。

63. juzertech。無日期。RaspberryPi Motion (網路攝影機功能)。取用日 期:2023/05/05。取自:

http://juzertech.com/index.php/2016/09/28/raspberrypi-motion/。

- 51 -

壹拾貳、附錄

一、訪談紀錄

為了解本系統之目標客群與實際需求，製作了一份問卷，共 12 位受訪者。 (一) 問卷內容統整

1. 請問您的性別為?



▲ 圖 23 : 性別比例

2. 請問您的年齡為何?

▼ 表 24 : 年齡分布

| 年齡 | 比例 |
| --- | --- |
| 25 歲以下 | 0% |
| 25-34 歲 | 8.33% |
| 35-44 歲 | 8.33% |
| 45-54 歲 | 50.00% |
| 54-64 歲 | 33.33% |
| 65 歲(含)以上 | 33.33% |

- 52 -

3. 請問您的居住縣市為何?

▼ 表 25 : 居住縣市分布

| 縣市 | 比例 |
| --- | --- |
| 屏東縣 | 33.33% |
| 台南市 | 66.67% |
| 其他縣市 | 0% |

4. 請問您最高學歷為何?

▼ 表 26 : 最高學歷分布

| 最高學歷 | 比例 |
| --- | --- |
| 高中職 | 50.00% |
| 大學 | 25.00% |
| 五專 | 25.00% |

5. 請問您所種植的土地面積大小(畝)?

▼ 表 27 : 土地面積大小

| 田地面積(畝) | 受訪者編號 |
| --- | --- |
| 0.01 | 受訪者十 |
| 0.30 | 受訪者一 |
| 0.40 | 受訪者六、受訪者八 |
| 0.60 | 受訪者十一 |
| 2.00 | 受訪者七 |
| 97.00 | 受訪者四 |
| 97.50 | 受訪者三 |
| 194.00 | 受訪者二、受訪者九、受訪者十二 |
| 250.00 | 受訪者五 |

- 53 -

6. 請問您種植作物種類為何?

 ▲ 圖 24 : 種植作物種類

7. 請問您使用過何種務農機器?

 ▲ 圖 25 : 使用過的農務機器

8. 請問您一天平均待在農田的時長?

▼ 表 28 : 平均時長分布

| 平均時長 | 比例 |
| --- | --- |
| 1-2 小時 | 33.33% |
| 3-4 小時 | 33.33% |
| 5-6 小時 | 8.33% |
| 7-8 小時 | 8.33% |
| 9-10 小時 | 8.33% |
| 11 小時以上 | 8.33% |

- 54 -

9. 請問您獲取農務資訊的主要管道為何?



▲ 圖 26 : 主要消息來源

10. 在農作物生產中，請問您是否認為鳥害是嚴重的問題?



▲ 圖 27 : 鳥害是否為嚴重問題之比例圖

11. 請問您因為鳥害而損失的產量比例?

▼ 表 29 : 損失產量比例

| 損失產量 | 比例 |
| --- | --- |
| 無影響 | 8.33% |
| 1-2 成 | 58.33% |
| 3-4 成 | 16.67% |
| 影響不大 | 8.33% |
| 無法估計 | 8.33% |

- 55 -

12. 請問您曾經使用過何種驅鳥方式?



▲ 圖 28 : 使用過的驅鳥方式

(二) 問卷分析

藉由此問卷歸納出的結論得出本系統可開發的功能與發展方向。 1. 農業人口老化

受訪者主要為 45 至 64 歲的中年人口，代表農業人口老化，而 45 歲以下農業人數驟減，表示年輕勞動力之減少，從農意願低，農業勞 動力高齡化問題將隨著從農者逐漸老化而漸形嚴重。



▲ 圖 29 : 農業人口年齡分布圖

2. 高知識農業人口增多

年齡越小則學歷越高，表對新興科技接受度提高且接受速度快。 3. 科技農業，追求效率

皆使用農務機器輔助農作，農夫已習慣使用科技加速生產效率。 4. 鳥害問題嚴重

超過 8 成的農夫都認同鳥害嚴重影響作物生產量，導致減損的產 量比例多為 1 至 2 成，最多可達 4 成。

5. 頻繁變更驅鳥方式

多數受訪者會持續替換驅鳥方式，主要是因為驅鳥方式的失效， 表示現今驅鳥方式的時效性還有待增強。

- 56 -

(三) 實際問卷

▼ 表 30 : 市場調查之受訪者一

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 施 O 娥 | | | 性別 | 女 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 45-64 歲 |
| 最高學歷 | 五專 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 0.3 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻、紅豆 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 耕地機 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 1-2 個小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 報章雜誌 | |  | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 3-4 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、放鞭炮、反光條/反光 CD、旗幟 | | |

▼ 表 31 : 市場調查之受訪者二

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 李 O 城 | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 45~54 歲 |
| 最高學歷 | 高中職 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 194 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻、紅豆 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 耕地機 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 3~4 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 | | 口耳相傳 | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1~2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、放鞭炮、反光條/反光 CD | | |

- 57 -

▼ 表 32 : 市場調查之受訪者三

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 林 O 川 | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 台南市 | | | 年齡 | 45~54 歲 |
| 最高學歷 | 高中職 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 97.5 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻、玉米 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 耕地機、播種機 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 5~6 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 | | 口耳相傳 | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1~2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 放鞭炮、防鳥網 | | |

▼ 表 33 : 市場調查之受訪者四

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 張 O 洲 | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 台南市 | | | 年齡 | 54~64 歲 |
| 最高學歷 | 高中職 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 97 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 蘆筍、西瓜、玉米、蘿蔔 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 耕地機 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 9~10 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 | | 網路資訊 | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 否 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 影響不大 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 無 | | |

- 58 -

▼ 表 34 : 市場調查之受訪者五

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 侯 O 育 | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 台南市 | | | 年齡 | 54~64 歲 |
| 最高學歷 | 高中職 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 250 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 溫室蔬菜、芝麻、玉米、甜瓜 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 12 小時以上 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 耕地機 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 | | 口耳相傳 | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 無法估計 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、放鞭炮、反光條/反光 CD、旗幟、 防鳥網 | | |

▼ 表 35 : 市場調查之受訪者六

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 陳 O 男 | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 54~64 歲 |
| 最高學歷 | 五專 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 0.4 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 稻米、紅豆 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 動力噴霧器 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 1~2 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 | | 口耳相傳 | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1~2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 無 | | |

- 59 -

▼ 表 36 : 市場調查之受訪者七

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 施 O 燕 | | | 性別 | 女 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 35-44 歲 |
| 最高學歷 | 大學 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 2 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻、紅豆、玉米 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 3-4 小時 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 耕地機、收割機、農藥無人機、動力噴霧器 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 農會 | |  | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 3-4 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、放鞭炮、反光條/反光 CD、人力驅 趕 | | |

▼ 表 37 : 市場調查之受訪者八

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 鄭 O 分 | | | 性別 | 女 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 45~64 歲 |
| 最高學歷 | 高中職 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 0.4 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻、紅豆 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 動力噴霧器 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 1-2 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 | | 網際網路 | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1-2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 無 | | |

- 60 -

▼ 表 38 : 市場調查之受訪者九

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 蔡 O 永 | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 55-64 歲 |
| 最高學歷 | 五專 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 194 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 檳榔、苦瓜 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 耕地機、動力噴霧器 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 7-8 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 網際網路 | |  | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 否 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 無影響 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 無 | | |

▼ 表 39 : 市場調查之受訪者十

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 吳 O 綾 | | | 性別 | 女 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 45-54 歲 |
| 最高學歷 | 大學 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 0.01 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 動力噴霧器 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 3-4 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 農會 | |  | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1-2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、放鞭炮 | | |

- 61 -

▼ 表 40 : 市場調查之受訪者十一

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 陳 O 琪 | | | 性別 | 女 |
| 居住縣市 | 台南市 | | | 年齡 | 25-34 歲 |
| 最高學歷 | 大學 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 0.6 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 耕地機 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 1-2 小時 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 農會 | |  | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1-2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、旗幟、反光條/反光 CD | | |

▼ 表 41 : 市場調查之受訪者十二

| 基本資料 | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 李 O | | | 性別 | 男 |
| 居住縣市 | 屏東縣 | | | 年齡 | 45-54 歲 |
| 最高學歷 | 高中職 | | | | |
| 關於農作 | | | | | |
| 田地面積 | | 194 畝 | | | |
| 種植作物種類 | | 水稻、紅豆 | | | |
| 使用過的農務機器 | | 3-4 小時 | | | |
| 平均一天待在農田的時間 | | 動力噴霧器 | | | |
| 獲得農務資訊的主要管道 口耳相傳 | |  | | | |
| 關於鳥害 | | | | | |
| 是否認為鳥害是嚴重的問題 | | | 是 | | |
| 因鳥害損失的產量比例 | | | 1-2 成 | | |
| 使用過的驅鳥方式 | | | 稻草人、放鞭炮、人力驅趕、旗幟 、反光條/反光 CD | | |

- 62 -

二、使用者手冊

(一) 註冊

第一次進入 APP 的使用者須先 點擊畫面下方 的按鈕 進入新進使用者註冊畫面，需 填寫使用者基本資料，包括姓名、連絡 電話(帳號)、密碼、土地面積以及種植的作物種類，連絡電話將作為使用者 之帳號，填寫資料完畢並確認資料無誤後，按下「確認」按鈕即使用者註冊 成功，並回到登入畫面。



▲ 圖 30 : 註冊畫面示意圖一 ▲ 圖 31 : 註冊畫面示意圖二

(二) 登入

下圖為 APP 之登入畫面，需 輸入電話和密碼，輸入完畢後按 下「登入」按鈕，確認登入資料輸入無誤後，畫面會切換到影像畫面。



▲ 圖 32 : 登入畫面示意圖

- 63 -

(三) 影像畫面

登入後畫面正中央會顯示租用裝置拍攝之當前農田影像，可透過 點 選 下 方 及 按鈕，隨意切換到此使用者所有租用裝置之影 像畫面。





▲ 圖 33 : 影像畫面示意圖

- 64 -