

害蟲防治系統之設計與實作

Design and Implementation of a Pest Control System

蘇宥睿¹ 吳政原² 陳宥融³

SU, YU JUI¹ WU, ZHENG-YUAN² CHEN, YOU RONG³

¹國立屏東高級中學 學生

¹ National Pingtung Senior High School Student

E-mail: edwardsu5416@gmail.com

²國立屏東高級工業職業學校 電機系 學生

² National Pingtung Senior Industrial Vocational School Student of Electrical Engineering

Department Student

E-mail: a7621269@gmail.com

³國立屏東高級中學 學生

³ National Pingtung Senior High School Student

E-mail: chenyourong0219@gmail.com

摘要

本研究針對蝗蟲引發的蝗災問題，提出一套基於機器視覺與深度學習演算法的自動蝗蟲監控與防治系統。該系統使用攝影機捕捉現場影像，藉由影像辨識技術精準識別蝗蟲及其他相關昆蟲，並根據蝗蟲發生頻率與分布特性，判斷出最佳防治時機。實驗結果顯示，在蝗蟲辨識準確率、實時反應性以及系統穩定性方面，此系統均達到可供商業應用的標準。此外，系統能與現有的自動濕度調整及防蟲設備無縫整合，有效提升蝗災防治效率。未來研究將朝向邊緣運算、低功耗設計及多感測器融合等方向進一步延伸，以應對更為複雜多變的蝗災防治需求。

關鍵詞：昆蟲監控、自動防治、農業智慧化、農業使用、害蟲問題、糧食危機

Abstract

This research addresses the problem of locust disasters caused by locust outbreaks by proposing an automated locust monitoring and control system based on machine vision and deep learning algorithms. The system uses cameras to capture on-site images, employing image recognition technology to accurately identify locusts and other related insects, and it determines the optimal control timing based on the frequency and distribution characteristics of locust occurrences. Experimental results indicate that the system meets commercial application standards in terms of locust recognition accuracy, real-time responsiveness, and system stability. Additionally, the system can seamlessly integrate with existing automatic humidity adjustment and insect control equipment, effectively enhancing the efficiency of locust disaster control. Future research will extend towards edge computing, low-power design, and multi-sensor fusion to tackle increasingly complex and dynamic locust disaster control needs.

Keywords: Insect monitoring, automated control, smart agriculture, agricultural applications, pest issues, food crisis.

壹、前言

現今有許多方式可以預病害蟲啃食作物，例如：噴灑化學藥劑、基因改造農作物，但這些方式大多對環境有害且對人體的傷害也是一個未知數，為了減少上述可能我們透過網路找出一種名為黑殭菌的真菌，它以分生孢子感染昆蟲，當分生孢子接觸昆蟲表面會形成酵素分解表皮細胞，進入昆蟲的體內達到感染的效果。但黑殭菌的缺點也很明顯，昆蟲從感染黑殭菌到完全死亡需要一段時間，且在溼度高的環境下它的活性會比較高使用上效果也會更加顯著，而我們的作品則是要根據黑殭菌的特性，製作完整的滅蟲系統並實際運用在農業上。

貳、文獻探討

一、「蝗蟲」所帶來的影響

(一)蝗蟲的基本生態特性

蝗蟲 (Locusts) 是蝗科 (Acrididae) 昆蟲的一種，具有獨特的生態特性，特別是在特定環境條件下會形成大規模的蝗災。

1. 高度繁殖：蝗蟲的繁殖速度極快，雌蟲一次可產下數百顆卵，且在適宜的環境條件下，數週內即可孵化並成長為成蟲。
2. 遷徙能力強：蝗蟲具有強大的飛行能力，能夠日行數十至數百公里，跨越國界和自然障礙，對農業生產造成廣泛影響。
3. 食性廣泛：蝗蟲是多食性昆蟲，幾乎所有綠色植物都可作為食物，蝗災期間，牠們會吞噬農作物、草地和森林植被，導致嚴重的農業損失和生態破壞。

(二)農業與糧食安全的影響

在蝗災期間，因蝗蟲以農作物為食，群聚時可在短時間內摧毀大片農田，導致糧食產量驟減，進而影響當地人民的糧食供應。

1. 糧食進口依賴度增加：受災國家可能需增加糧食進口以彌補國內供應不足，增加對外部市場的依賴，影響國家糧食安全。
2. 營養不良與健康問題：糧食短缺不僅減少食物的數量，也影響其多樣性和營養價值，當人們無法獲得足夠的蛋白質、維生素和礦物質時，也可能導致「免疫力下降」、「慢性疾病風險增加」等等問題。

(三)經濟與社會的影響

經濟層面上，蝗災直接摧毀農作物，導致糧食供應短缺，進而推高糧價，對農民生計造成嚴重打擊。此外，政府為應對蝗災需投入大量資源進行監測、防治與救災工作，增加公共支出，並可能影響其他經濟發展計劃的推行。

參、研究實施與設計

一、研究方法

(1)光線感應模組

本系統使用光敏電阻來偵測當前環境的狀態，在不同光線下來判斷所適合的模式。

(2) LED 燈條模組

蝗蟲會被 UVA 紫外線吸引，於是我們在系統上裝了紫外光燈條，達到吸引蝗蟲的效果。

(3)揚聲器模組

蝗蟲會被蝗蟲求偶的聲音吸引，所以我們加裝了揚聲器來吸引蝗蟲。

(4)濕度調變模組

黑殭菌是一種對於濕度要求較高的一種真菌，我們運用了濕度偵測模組與抽水馬達來控制濕度。

(5)太陽能板模組

考慮到需要使用本系統的地區可能會供電不易，我們使用太陽能板來自主發電。

(6)系統流程圖(圖1)

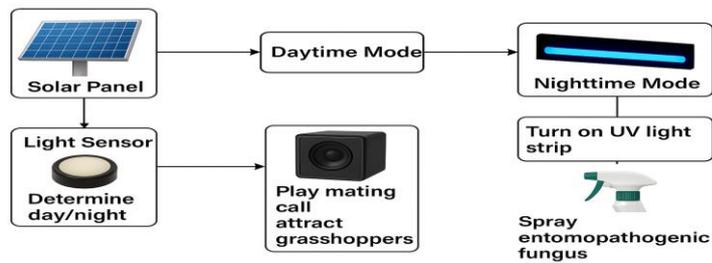


圖1.

二、研究工具

使用 Arduino UNO 與 ESP32 作為主控板於我們所製作的滅蟲裝置，透過 DFPlayer 與 LED 燈條吸引害蟲。(圖2~圖3)



圖2. 滅蟲裝置



圖3. Arduino UNO 與 ESP32

肆、結果與討論

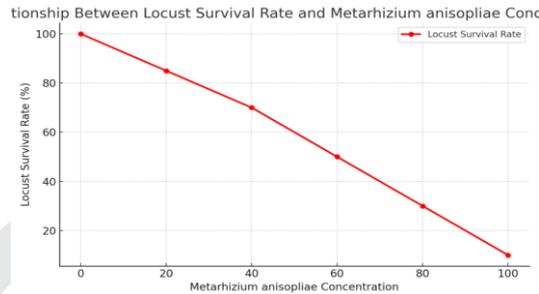
一、蝗蟲與黑殭菌的關係

在研究中，我們觀察到不同濃度的黑殭菌 (*Metarhizium anisopliae*) 對蝗蟲存活率的影響。從表(表一) 可以明顯看出，隨著黑殭菌濃度的提升，蝗蟲的存活率明顯

下降。例如，在濃度為0的情況下，蝗蟲的存活率接近100%；而當濃度隨之提高至100時，存活率降至約5%左右。整體趨勢呈現負相關關係，顯示黑殭菌在濃度較高時對蝗蟲具有更強的致死效果。

二、黑殭菌與化學藥劑的比較

黑殭菌作為生物防治劑，對於非目標生物的影響較小，使得在環境保護方面具有優勢。而化學藥劑、農藥的過度使用可能導致害蟲產生抗藥性，降低防治效果。相反的黑殭菌是透過感染宿主並在其體內做繁殖的方式，對蝗蟲具有持續的致死效果，有助於減少抗藥性的產生。



(表一)濃度與存活率關係圖

伍、未來展望

一、配合 AI 辨識調節藥劑

在未來的發展中，加裝 AI 影像辨識技術裝置透過此技術自動判別不同種類的害蟲，並連接至內建的資料庫，選擇對應的專用藥劑配方。裝置內部將設有自動調配機制，能根據辨識結果自動混合適當劑量的藥劑，並直接進行精準噴灑作業。此系統不僅能提高防治效率，減少人力成本，也能避免過量用藥造成的環境汙染，達到更智慧且環保的病蟲害管理目標。

二、防止裝置受外部影響

為了能有效保護裝置本體免於風吹雨淋與環境腐蝕，同時避免農作區域因裝置佔用而影響作業與空間使用。因此設計出一套可埋設於地表下的害蟲防治裝置，當系統偵測或經由外部指令發現蝗蟲群等大量害蟲接近時，裝置可自動或遠端控制從地面升起，啟動辨識與防治作業。

參考文獻

- [1] 高穗生、蔡勇勝 (1996)。蟲生病原真菌在害蟲防治上之利用 [藥試所專題報導]。
- [2] 葉哲豪 (2002)。黑殭菌素的回收與純化之探討 [碩士論文，朝陽科技大學應用化學研究所]。
- [3] 蕭玟聖 (2021)。利用二氧化碳與 LED 紫外光線誘捕蚊蟲之系統設計與研究 [碩士論文，國立高雄科技大學]。