

智慧型蘭花影像病蟲害偵測技術

Techniques Development for Orchid Disease Detection based on Image Features

蘇家輝¹、張為義²、彭永興³、陳韋仲³、曾新穆²

¹開南大學資訊管理學系

²成功大學資訊工程學系

³財團法人資訊工業策進會創新應用服務研究所

¹bb0820@ms22.hinet.net

²tsengsm@mail.ncku.edu.tw

³pengyh@iii.org.tw

摘要

台灣氣候溫暖，緯度適中，非常適合各類蘭花之生長。由於此有利之生長條件，加上高水準的育種技術，使得蘭花產業漸漸在世界立足。目前台灣的蘭花業者雖已能將成長記錄(包含病蟲害檢測結果)進行電子化，卻仍未能將記錄動作自動化，尤其是病蟲害檢測幾乎都是藉由人力進行定時抽檢。人力抽檢的潛在問題之一，在於評判標準不一致。除了不同的工作者之間的評判標準不同，同一位工作者在不同的時間亦可能對同一蘭苗有不同的評判意見。其次，由於人力有限，抽檢頻率便會受到限制，常常無法在蘭苗發病的第一時間就發現並做處理。如同上述所言，蘭花的栽植往往需耗費相當多的人力與時間成本，為了確保每株蘭花能健康且正常的孕育與生長，因此，發展蘭苗的病蟲害監控技術是相當有需求與幫助的。於是，本論文針對上述蘭花疾病自動偵測之需求，提出一套針對溫室環境之蘭花病蟲害影像辨識技術，可根據蘭花在影像上的資訊，研判蘭花是否得到病蟲害，節省人工之時間，簡化檢查過程。實驗顯示，我們所提出的方法的確能有效偵測出蘭花之疾病。

關鍵詞：蘭花疾病、影像處理、影像辨識、機器學習

1. 前言

台灣地處亞熱帶區域，地勢高低起伏頗為複雜。由於溫帶氣候之中海拔地區，及高山寒帶氣候之高海拔地區分佈極廣，非常適合蘭科植物的孕育與生長，目前在台灣的蘭科植物品種約有數百種[3]。此外，近年來，多個蘭科品種(如文心蘭、蝴蝶蘭東亞蘭、嘉德麗亞蘭等品種)也陸續被引進。其中，蝴蝶蘭(Phalaenopsis)為蘭科植物中最具觀賞性的蘭花之一，如圖1所示，因此，蝴蝶蘭在台灣的栽種面積最廣，約有25公頃，多集中於彰化以南與台東地區。

如上述所言，蘭花具有高度的經濟價值，因此，我國政府非常關注蘭花的生產與孕育等相關技術。經過多年來政府大力的技術輔導，目前我國已是全球蝴蝶蘭產業的主要供應地區之一。目前，對於蝴蝶蘭的栽培方式，仍多以在溫室中進行栽培，主要是考量溫度、溼度、日照、灌溉及施肥等因素，而這些因素對於蘭花的生長的影響其實相當的重要。因此，目前蝴蝶蘭的栽培方式多採用溫室方式來控制這些因素的影響；同時，也採用組織培養的技術來快速繁殖蘭花。然而，溫室內的溫暖潮濕環境是相當適合細菌的

生長，加上組織培養技術的採用，使得病毒能更容易延續與擴散。平時常見的病蟲害包括了七項病害與三項蟲害[3][5][6][7][8][10]，其中，七項病害包括葉斑病、軟腐病、褐斑病、白絹病、灰黴病（花）、炭疽病與疫病，如圖 2 所示；而三項蟲害則包括了薊馬(花)、介殼蟲與蚜蟲，如圖 3 所示。



圖 1：蝴蝶蘭。



圖 2：常見的七種病害。



圖 3：常見的三種蟲害。

對於上述病蟲害的防治，大多以針對各個病蟲害去加以防範，例如，白絹病 (*Sclerotium Rolfsii* Sacc.) [1][2][4]的防範可考慮種植前，介質以蒸氣消毒，並存放於陽光充足的地區，溫室也必須保持良好的通風，並且植株的密集程度與空氣濕度不可過高，最重要是田間必須保持衛生。藉由不同病蟲害的不同防範措施，將可有效降低蘭苗被感染的機會。然而，在一密閉式溫室內[14]，如管理不善、通風不良，常使溫室長時間處於高溫多濕的狀態，雖然適合蝴蝶蘭的生長，但也助長病原菌滋生，同時，若再加上植株密植與光線不足等狀況，將使蘭苗的抵抗力降低，進而導致病害的發生及蔓延等狀態。

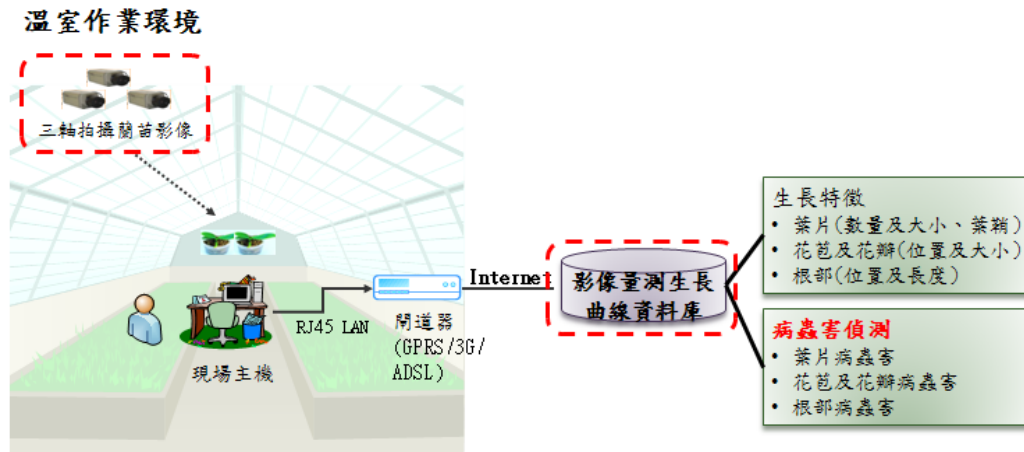


圖 4：農業智慧環控之病蟲害預警系統概念圖。

目前台灣的蘭苗業者雖已能將成長記錄(包含病蟲害檢測結果)進行電子化，卻仍未能將記錄動作自動化，尤其是病蟲害檢測幾乎都是藉由人力進行定時抽檢。人力抽檢的潛在問題之一，在於評判標準不一致。除了不同的工作者之間的評判標準不同，同一位工作者在不同的時間亦可能對同一蘭苗有不同的評判意見。其次，由於人力有限，抽檢頻率便會受到限制，常常無法在蘭苗發病的第一時間就發現並做處理。如同上述所言，蘭花的栽植往往需耗費相當多的人力與時間成本，為了確保每株蘭花能健康且正常的孕育與生長，因此，發展蘭苗的病蟲害監監控技術是相當有需求與幫助的。為解決上述之長久潛在問題，本論文提出一套以影像處理與人工智慧技術為基礎的蘭苗病蟲害自動偵測技術，此技術可運用至農業智慧環控之病蟲害預警系統，以及蘭苗成長履歷自動記錄。希望能透過影像處理技術，將既有的蘭苗病蟲害肉眼辨識法則進行自動化，並建立蘭苗病蟲害知識庫，發展客觀且有效的蘭苗病蟲害偵測方法，以期能夠解決上述之評判標準不一，以及人力有限之問題，圖 4 為整個智慧環控之病蟲害預警系統概念圖。

2. 文獻探討

在影像處理技術上，目前分析一張圖片會將其低階特徵值擷取出來，再藉由各種特徵值的表現，可以用來比較圖片間的相似程度，來做圖片的分析、針測或比對。其中最常用的低階特徵值為：色彩佈局(Color Layout)、可調色彩(Scalable Color)、顏色結構(Color Structure)、齊次性紋理 (Homogeneous Texture)、邊界直方圖(Edge Histogram)及區域形狀(Region Shape)。其中色彩佈局、可調色彩、顏色結構是屬於色彩類的特徵值；齊次性紋理、邊界直方圖屬於紋理類的特徵值；而區域形狀則是屬於形狀類的特徵值。

除了擷取影像低階特徵值外，相關的影像處理技術即為影像分割(image segmentation)技術。最具代表性的有：JSEG [13]、NCut [20] 與 Blobworld [9]。JSEG 是一種區域擴張及熔合的影像分割方法；NCut 是一個正規化切割的圖型理論影像切割方法；Blobworld 則是使用顏色以及材質做為分割基準的影像分割及查詢系統。此三種技術雖可將圖片分割成數個物件，然其用於此篇論文所針對的特殊蘭花疾病，並無法有效將病徵分割出來。

此外，在樣式辨識問題的相關研究裡[11][12] [15][16][17][18][19]，針對探討關於如何辨識蘭花種植病害的相關研究仍為少數，其中，黃等學者在 2007 年提出利用圖片顏色與條紋的特徵值並結合類神經網路(artificial neural network)分析方法來偵測蘭花的三種病害[17]，亦即是軟腐病(Bacterial Soft Rot, BSR)、褐斑病(Bacterial Brown Sport, BBS)與疫病(Phytophthora Black Rot, PBR)等三種病害；同時，該類神經網路所建構的蘭花病

害預測模組，對於所預測的結果，並無法提供有效的規則解釋。

3. 研究方法

3.1 方法架構

本論文所提出之智慧型蘭花病蟲害影像辨識技術主要包含以下之主要元件: 1) 影像特徵擷取元件; 2) 影像分割元件; 3) 影像辨識元件。圖 5 說明本計畫主要的流程，透過影像設備去觀察蘭花的生長情形，定期將影像傳送至病蟲害偵測系統，經由本計畫中的智慧型病蟲害影像辨識技術，將影像儲存並且擷取影像特徵值，最後透過影像辨識元件，去判定目前蘭花是否有病蟲害的情形發生。本計畫之影像辨識元件，將藉由不同之影像分類與註解技術之特性，增加病蟲害偵測的準確度。圖 6 為整個研究方法的細部流程圖。

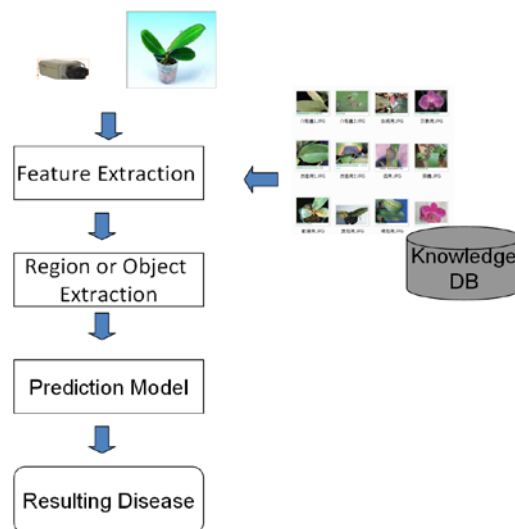


圖 5：病蟲害偵測系統流程。

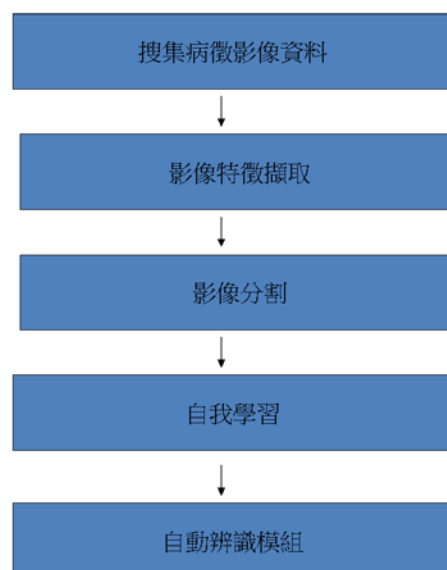


圖 6：智慧型病蟲害影像辨識技術研究步驟。

3.2 病蟲害影像辨識技術

基於自動化的需求，在偵測病蟲害之前必須先：1) 將前景與背景分離；2) 將蘭花葉片從前景擷取出來。以下將針對此二步驟做一詳述。

步驟一、分離前景與背景

如圖 7 所示，當一張原圖輸入後，系統首先會將像素之低階特徵值(RGB)取出。接著，利用以下公式 1，將原圖轉成灰階， $RGB=(Y, Y, Y)$ 。

$$Y = (\text{Red} * 0.299) + (\text{Green} * 0.587) + (\text{Blue} * 0.114) \quad (\text{公式 1})$$

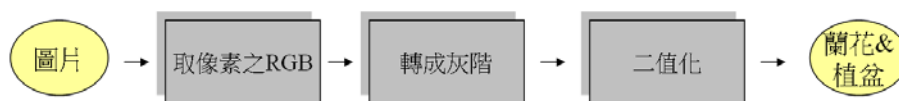


圖 7：分離前景與背景流程圖。

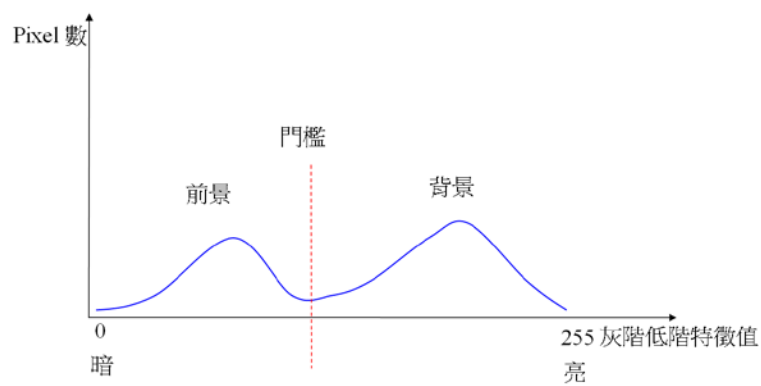


圖 8：二值化原理。

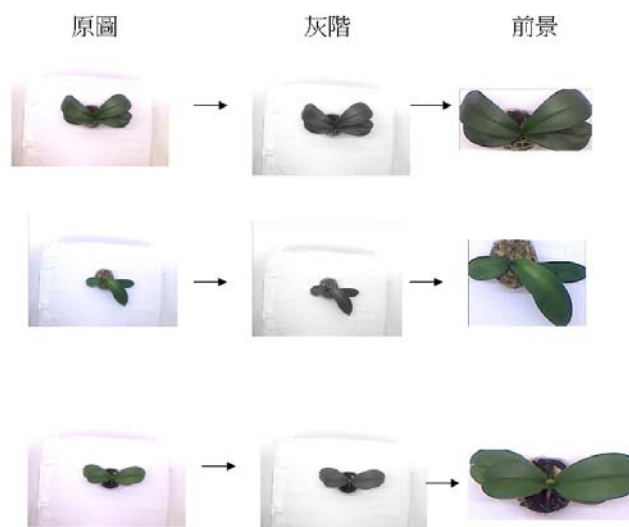


圖 9：前景與背景分離之結果範例。

將轉完後的灰階圖，分析它的分布情況，可得如圖 8 所示之分佈曲線圖。找出門檻值，將大於門檻值的區域視為背景，小於門檻值的區域視為前景。最後，將不需要之背景去掉，如圖 9 所示，在原圖背景去掉後，僅留下前景的部分。

步驟二、分離葉片與植盆

在取出前景後，此步驟即將不需要之植盆從前景去除。其流程如圖 10 所示，我們根據公式 2 至公式 8，將前景圖之色調(HUE)取出來。接著，我們訂義一個上下限 (maxi_Hue, Mini_Hue)，當像素裡的 Hue 值介於上下限之間， $Mini_Hue \leq Pixel_Hue \leq maxi_Hue$ ，就會保留原來的 RGB 值；反之，則捨去原有的 RGB 值。

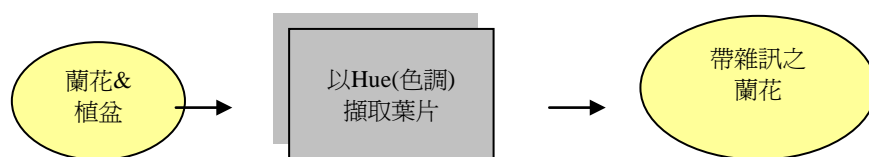


圖 10：分離植盆與葉片流程圖。

$$r / 255 = R, g / 255 = G, b / 255 = B \quad (\text{公式 2})$$

$$R' = (((\text{Max}(R,G,B) - R) / 6) + (X / 2)) / X \quad (\text{公式 3})$$

$$G' = (((\text{Max}(R,G,B) - G) / 6) + (X / 2)) / X \quad (\text{公式 4})$$

$$B' = (((\text{Max}(R,G,B) - B) / 6) + (X / 2)) / X \quad (\text{公式 5})$$

$$H = B' - G', \text{ 當 } R = \text{Max}(R,G,B) \quad (\text{公式 6})$$

$$H = (1 / 3) + R' - B', \text{ 當 } G = \text{Max}(R,G,B) \quad (\text{公式 7})$$

$$H = (2 / 3) + R' - G', \text{ 當 } B = \text{Max}(R,G,B) \quad (\text{公式 8})$$

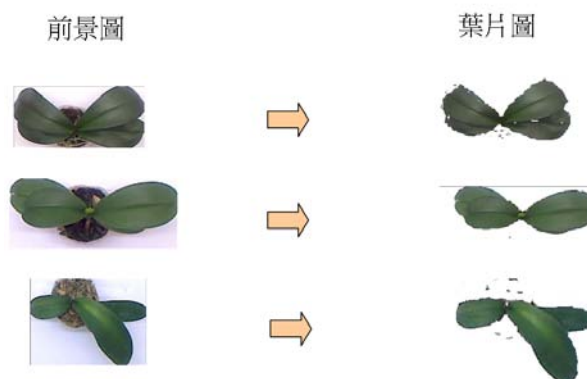


圖 11：分離植盆與葉片結果示意圖。

步驟三：去除雜訊

圖 11 為分離植盆與葉片結果示意圖，圖中顯示，植盆已被去除，但仍有雜訊。如圖 12 所示，接下來我們以群集的方式，算出面積，藉以去除雜訊。圖 13 為一方法示意圖，圖中每一格子代表一個像素(pixel)，其中編號 1 為葉片區域，其餘編號 2 與編號 3 為雜訊。所以，我們將有連結的像素編為同一碼，最後將面積小的區域視為雜訊，將其去除，最後留下純葉片部分，如圖 14 所示。

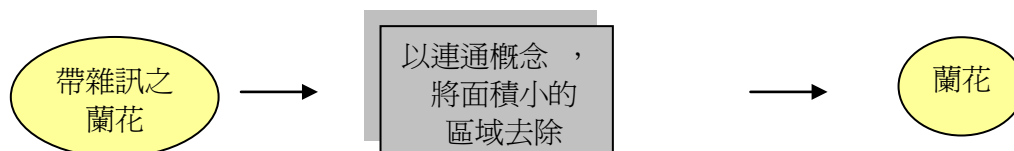


圖 12：去除雜訊流程圖。

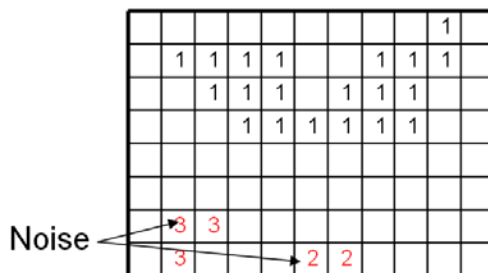


圖 13：去除雜訊概念示意圖。

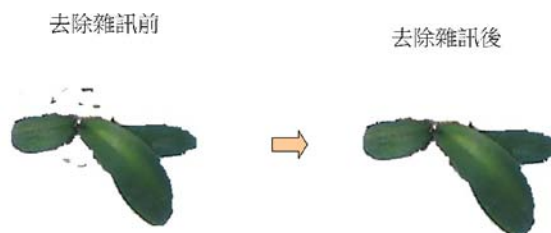


圖 14：去除雜訊結果示意圖。

步驟四：截取病徵

在成功分離植盆及去除雜訊後，我們可得到純葉片的區域。接著，在此步驟，我們要把葉片中的病徵分離出來。關於此步驟，如圖 15 所示，基本上可在細分為以下兩個子步驟：

步驟四之一：決定葉片範圍

此子步驟主要係將葉片的輪廓邊緣找出來，以便偵測可疑病徵。

步驟四之二：找出病徵

此子步驟主要係將葉片的區域範圍內的可疑病徵抓出來，當可疑區域大於 k 個像素時，即判定為罹病，反之，則視為正常。圖 16 為步驟四之結果示意圖。



圖 15：截取病徵概念示意圖。



圖 16：截取病徵結果示意圖。



圖 17：病徵辨識偵測流程。

步驟五：病蟲害辨識分類

在找出葉片後，我們會利用各病徵樣本，訓練成不同的辨識模組，如圖 17 所示，當系統收到一張未知的圖片後，首先，系統會將葉片中可疑的區塊取出，接著將取出之可疑區塊傳給辨識代理人(Detection Engine)，再來，辨識代理人會將可疑區塊傳給各個

模組，最後，各代理人會將辨識的信心度(Confidence)傳回辨識代理人，最後由辨識代理人決定結果，並將結果回傳給使用者。

4. 實驗分析

在上述章節中，我們已詳細介紹我們所發展的「智慧型蘭花影像病蟲害偵測技術」。在此節我們針對我們所提供的方法以實際影像資料做一實驗評估。整個實驗是以 C++ 在作業系統為 Windows7，硬體環境為 2.83GHz、6GMB RAM 的個人電腦上完成的。實驗資料共 94 張，一部分從網路上搜尋所得到，另一部分則是來自於「資訊工業進會創新應用服務研究所」在高雄軟體園區所設立的研究團隊實際拍攝之圖片，圖片大小不一。

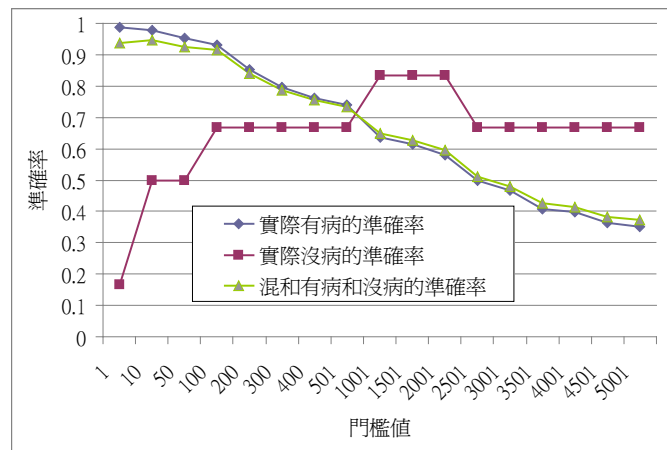


圖 18：辨識準確率。

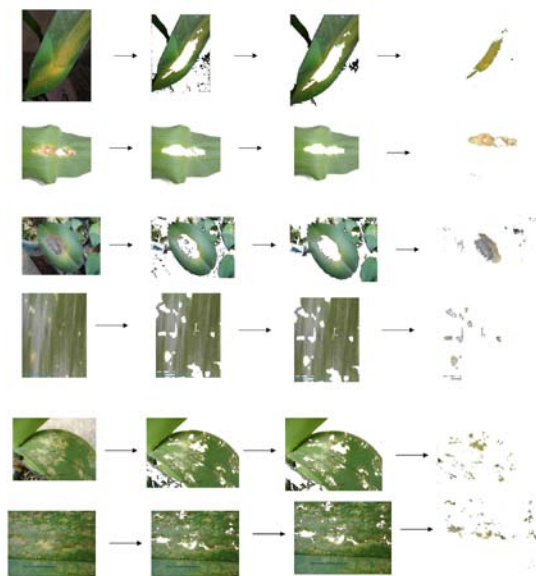


圖 19：辨識結果示意圖。

圖 18 及圖 19 為實驗結果。其內容包含 3 種結果 1.) 實際有病的蘭花影像辨識準確率；2.) 實際沒有病的蘭花影像辨識準確率；及 3.) 整體準確率 (混合有病及正常的蘭花影像)。其門檻值為第三節方法步驟四之二所定義之 k 值。由實驗結果，我們有以下實驗發現：1.) 門檻與準確率有極大的關係，門檻愈大，病徵須愈明顯才會被偵測為罹病。

但是，太大的門檻值將導致有病的被誤判成正常，反之，過小的門檻值，會導致正常的被誤判為罹病。所以，很明顯的，門檻值的決定對準確率來說是一個重要因素。2.) 整體準確率在 k 設為 10 時最高，而 k 設為 200 時，整體準確率仍可達 80%，其結果顯示本方法可有效辨識蘭花的病蟲害。

5. 結論與未來發展

目前政府對蘭花產業的重點在於科技化的生產、育種、研發，以及防疫。南投縣和台南縣為台灣高級花卉的主要產區，將負責整合既有的重點花卉產區，結合當地觀光休閒資源，提昇花卉產銷及研發機能，以增加台灣花卉在國際花卉市場的競爭力。然而，參考國際蘭花栽培趨勢，目前已走向大型全自動化的蘭花工廠，在自動化的過程中，如何減少人力成本，提高產量，是一個重要的課題。目前荷蘭是我國在蘭花主要的競爭國家，其內容以朝向大型全自動化的蘭花工廠。其中病蟲害防治是一重點，故要提升本國在國際花卉市場的競爭力，自動化的蘭花工廠是未來的趨勢。

在本篇論文中，我們提出了一套有效的智慧型蘭花影像病蟲害偵測技術。此系統雖然仍建立在影像內容為基礎的方法上，卻有別於一般傳統影像內容技術。目前技術主要是影像辨識技術來擷取植物葉片，再分析葉片找出病徵，然後判斷葉片是否有病蟲害，但仍有以下問題待解決。

1. 從影像中取出葉片/花的方法，是利用圖片顏色和條紋來進行辨識，其複雜度高，計算所需時間相當久，造成執行效率低。
2. 需要事先建立大量葉片/花的影像來進行訓練，建置耗時、成本高、變異性較大。
3. 分析需要花費大量時間，無法立即顯示分析結果。

為了解決上述之問題，我們提出「智慧型病蟲害影像辨識技術」，利用植物具有特定「色調」之特性，快速找出「葉片」影像，再以多種分類器(用以辨識病蟲害在葉片上的特徵)，判定目前葉片上是否有病蟲害的情形發生，以及是哪一種病蟲害。此技術主要包含以下幾項特色：

1. 利用二值化技術分離前景背景
2. 將 RGB 轉成色調，並定義葉片之色調區間，進而分離植盆
3. 利用連通原理，將雜訊去除，成功取出葉片
4. 低成本，只需中等價位之高解析度 Camera
5. 高辨識率
6. 高執行效率，可在 1 秒內取出葉片

由於本技術現正處於初步完成階段，為使效果更加完美，許多子技術仍有改進空間，我們將以更多類型之實際影像資料進行測試分析並實作出一個方便使用之「智慧型病蟲害影像辨識系統」，並進一步地推廣到實際蘭園上，希望在使用與管理上要求達到系統的高品質要求。

致謝

本研究依經濟部補助財團法人資訊工業策進會「100 年度資訊應用與整合技術開發第二期計畫」辦理。

參考文獻

1. 力新政、劉嵒恩，1988「尿素等含氮化合物在土壤中對白絹病菌菌核發芽與存活之影響與土壤微生物之關係」，植保會刊 30:235-244。
2. 力新政、劉嵒恩，1989「尿素在土壤中抑制白絹病菌之機制」，植保會刊31:163-172。
3. 張清安。1995「花卉病害(1)蘭花病害」，臺灣農家要覽，農作篇(三)，豐年社，臺北，500頁。
4. 劉嵒恩、吳龍溪，1972「熱帶植物病害-白絹病菌」，科學農業20:213-228,313-338。
5. Ann P.J., Phytophthora diseases of orchids in Taiwan. *Plant Pathol. Bull.* 4 (4), 152–162, 1995.
6. Ark P.A., Starr M.P., “Bacterial diseases of orchids” *Plant Dis. Rep.* 35 (1), 42–43, 1951.
7. Ark P.A., Thmas H.E., “Bacterial leaf spot and bud rot of orchids caused by *Pseudomonas cattleyae*” *Phytopathology* 36, 695–698, 1946.
8. Aycock R., “Stem and other diseases caused by *Sclerotium rolfsii* or the status of Rolf's fungus after 70 years” N. C., 1966.
9. Carson C., Belongie S., Greenspan H. and Malik J., “Blobworld: Image Segmentation Using Expectation Maximization and Its Application to Image Querying” *IEEE Trans. PAMI*, pp. 1026-1038, 2002.
10. Chen J.S., Hsieh S.P.Y., “Phytophthora black rot of *Phalaenopsis* in Taiwan” *Plant Prot. Bull.* 20 (2), 161–170, 1978.
11. Cho S.I., Lee D.S., Jeong J.Y., “Weed–plant discrimination by machine vision and artificial neural network” *Biosyst. Eng.* 83 (3), 275–280, 2002.
12. Duff J. D., and Connelly M.I., “Effect of solarisation using single and double layers of clear plastic mulch on *Pythium*” *Phytophthora and Sclerotium species in a nursery potting mix. Aust. Plant Pathol.* 22 (1):28-35, 1993.
13. Deng Y., Manjunath B.S., and Shin H., “Color Image Segmentation” *IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Vol. 2, pp. 1 - 451, June 1999.
14. Erwin D.C., Ribeiro O.K., “Phytophthora Diseases Worldwide” *APS Press, St. Paul, MN*, 1996.
15. Guyer D., Yang X., “Use of genetic artificial neural networks and spectral imaging for defect detection on cherries” *Computers and Electronics in Agriculture* 29, 179–194, 2000.
16. Hsieh C.L., Cheng S.F., Lin T.T., “Application of image texture analysis and neural network on the growth stage recognition for head cabbage seedlings” *J. Agric. Mach.* 6 (2), 1–13 (in Chinese), 1997.
17. Huang K.Y., “Application of artificial neural network for detecting *Phalaenopsis* seedling diseases using color and texture features” *Computers and Electronics in Agriculture* 57, 3–11, 2007.
18. Moshou D., Bravo C., West J., Wahlen S., McCartney A., Ramon H., “Automatic detection of yellow rust in wheat using reflectance measurements and neural networks” *Computers and Electronics in Agriculture* 44, 173–188, 2004.
19. Park S.B., Lee J.W., Kim S.K., “Content-based image classification using neural network” *Pattern Recogn. Lett.* 25, 287–300, 2004.
20. Shi J., and Malik J., “Normalized Cuts and Image Segmentation” *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, Issue 8, pp. 888 – 905, August 2000.