

蝦苗計數系統

郭秋廷^{1*} 黃馨盈² 王儷陵² 柯沛涵² 林安懷²

¹實踐大學 資訊科技與通訊學系 副教授

²實踐大學 資訊科技與通訊學系 學生

摘 要

隨著人們越來越重視休閒活動，觀賞水族產業的需求也是日益增加。觀賞蝦更為其中一重要元素。數蝦作業屬於帶水作業，且觀賞蝦苗數量多、個頭小，準確計數不但複雜且困難。每年，在全球各地種苗場與養戶交易過程中，因為數蝦苗而花費了大量人力物力。耗費的人力不說，觀賞蝦常在這樣一次又一次的折騰中死亡。用數位科技取代人工，不但降低成本，也能確保蝦苗品質。

現今社會中，電腦視覺已被大量應用在生活各處，本研究便是採用 OpenCV 此種電腦視覺常用的技術，搭配外接鏡頭對桶內的蝦苗進行及時拍攝，同步使用基於 OpenCV 平台開發的演算法，對桶內影像進行及時運算，再將影像處理後的結果上傳至雲端，方便串連其他資訊系統。本研究製作一低成本，高性能和高精確度之蝦苗計數系統，準確率高達 97% 以上，並減少人力資源及時間。

關鍵詞：觀賞蝦、電腦視覺、OpenCV

DIO：10.6425/JNHUST.202303_37(1).0001

*聯繫作者：實踐大學資訊科技與通訊學系，高雄市內門區大學路 200 號。

Tel: 07-6678888-4331

Fax: 07-6679999

E-mail: ctguo@g2.usc.edu.tw



Shrimp Counting System

**Chiou-Ting Guo^{1*} Sin-Ying Huang² Li-Ling Wang²
Pei-Han Ko² An-Huai Lin²**

¹Department of Information Technology and Communication, Shih Chien University,
Kaohsiung Campus, Associate Professor

²Department of Information Technology and Communication, Shih Chien University,
Kaohsiung Campus, Student

Abstract

With the increasing emphasis on leisure activities, the demand for the ornamental aquarium industry is also increasing. Ornamental shrimp is one of the more important elements. Counting shrimp is an operation with water, and the number of ornamental shrimp fry is large and small, so accurate counting is not only complicated and difficult. Every year, in the process of trading between seedling farms and farmers around the world, it takes lots of manpower and material resources because of counting shrimp fry. Not to mention the labor-intensive, ornamental shrimp often die in such tossing again and again. Replacing labor with digital technology not only reduces costs, but also ensures the quality of shrimp fry.

In today's society, computer vision has been widely used in all parts of life. In this study, OpenCV, a commonly used computer vision technology, is used with an external lens to shoot shrimp fry in a bucket in time, and the algorithm developed based on the OpenCV platform is used simultaneously. The method is used to calculate the images in the bucket in time, and then upload the image processing results to the cloud, which is convenient for connecting to other information systems. In this study, a low-cost, high-performance and high-accuracy shrimp fry counting system was fabricated, with an accuracy rate of over 97%, and reduced human resources and time.

Keywords: ornamental shrimp, computer vision OpenCV

DIO : 10.6425/JNHUST.202303_37(1).0001

*Corresponding Author : Department of Information Technology and Communication,
Shih Chien University, 200 University Road Neimen, Kaohsiung 84550 Taiwan.

Tel: 07-6678888-4331

Fax: 07-6679999

E-mail: ctguo@g2.usc.edu.tw



壹、緒論

依據漁業署數據公告（圖 1），顯示臺灣負責養殖魚蝦的地區主要集中於高屏地區，因為近幾年觀賞蝦市場需求大量增加。水族商業公會統計，臺灣自 2010 年起，每年觀賞蝦出口超過 1,800 萬隻，全球每 10 隻觀賞蝦，就有 6 隻是來自臺灣。如此大量的需求，以致需要降低計數的錯誤率及減少所需時間[1]。

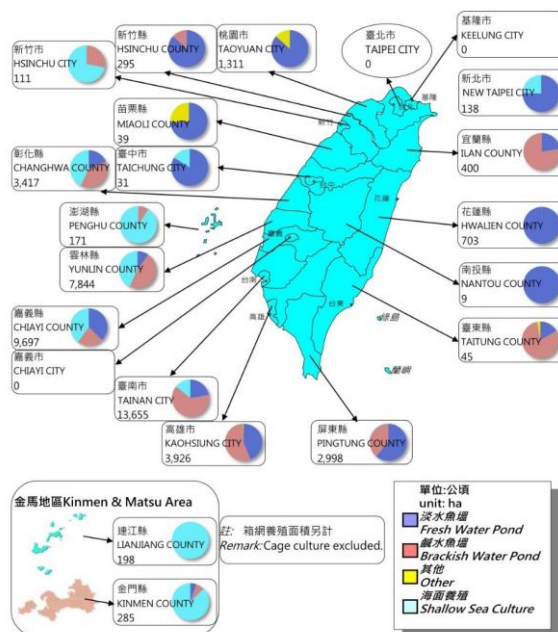


圖1 臺閩地區養殖面積圖[1]

用人工數30萬隻約一公分大小的蝦子，耗時又耗力，如果把國際貿易的流程算進來，水晶蝦農場、貿易商、美國進口商、大賣場或水族館，每一個環節都要清點數量一次。耗費的人力不說，蝦隻常在這樣一次又一次的折騰中死亡，用數位科技取代人工，不但降低成本，也能確保水晶蝦品質[2-11]。

大多數計數技術都涉及到人工，傳統計數方法多採用杯、碗、桶等取樣，以人工肉眼的方法計數，用此方法存在很大誤差、耗時耗力且對蝦苗有一定程度的損傷，不利於蝦苗養殖大規模的發展。近年來研製的各類蝦苗光電計數器、魚蝦苗計數儀等雖方便，但易受通道尺寸及蝦苗大小的影響，且價格昂貴。人工計數的局限性使研究人員對基於電腦技術的計數技術產生了興趣。目前研究開發的各種計數演算法多是對靜態圖像進行識別計數，在對魚蝦苗圖像進行自動計數時，計數誤差會隨著魚類數量的增加而增加，其主要是由魚蝦苗重疊造成的。吳家賢研發簡易型電腦魚苗計數機[12]。林宜弘研究機器視覺應用在魚苗計數之可行性[13]。林榮華研究魚苗自動計數機之試驗[14]。黃建華設計簡易魚苗自動點算系統[15]。黃谷松研究以影像處理技術計算魚隻數量[16]。侯宏昇應用深度學習和影像辨識方法自動計算魚蝦苗數量之研究[17]。王寶舫[8]對蝦苗光電計數器做理論分析，但是光電計數器僅適用於體長為0.6~1.2釐米的清水中各種蝦苗和魚苗



的計數，不適用於現階段下蝦苗的研究。薛志寧等[18]提出了日本對蝦使用重量法計數方法，但是該方法對於大小不均的蝦苗計數存在很大誤差。因此魚蝦苗粘連的分割在計數中至關重要[15-26]。同樣，蝦苗也是如此。對蝦養殖管理的一個主要因素是保持適當的飼養密度。蝦苗的積壓會導致各種問題，如疾病率的增加。因此，控制蝦病的關鍵方法之一是通過控制每個區域的蝦數量來維持水質，由此可見對蝦苗的準確計數在蝦苗飼養以及蝦病控制方面有很大作用。因此，在水產養殖中，對蝦苗的精確計數是實現科學投餌、養殖密度控制、蝦苗存活率評估以及蝦苗購銷等養殖規範化管理的重要保障。本研究開出一種簡易可攜帶型之自動蝦苗計數系統，利用動態影片方式取代靜態單張圖片，並利用常態分佈取得數量最有可能的數值（避免因過度重疊問題而影響計數真實數），減少人力資源及時間。

貳、研究方法

本研究系統流程如圖2：

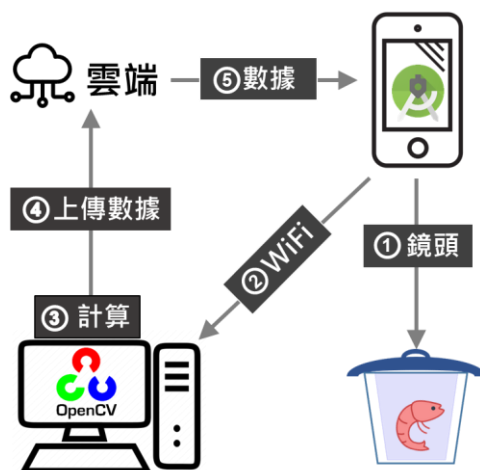


圖2 系統架構圖

將要計數的蝦放入桶中並蓋上蓋子以形成隔離環境，通過LED控制光強度。使用鏡頭（此影像來源種類眾多，可連上WiFi使用手機鏡頭，也可以使用USB鏡頭的方式等等），將鏡頭放置在桶蓋上的洞，使之能完全觀察到桶內的情況。

利用演算法計數，執行過程如下：

1. 本研究使用動態影片方式取代靜態單張圖片，目的在於取得大量數據，避免數據不足，影響正確性。未避免蝦苗重疊而影響系統計數問題，在蝦苗倒入桶子時，桶子裡面盛裝蝦苗為平面板設計。
2. 先把原圖擷取出ROI（Region of Interest）影像中的一個後續的程式需要單獨處理矩形區域。對圖像的分析就是對圖像特定ROI的分析與理解，對圖像來說，ROI提取正確才可以進行後續的分析、測量、計算密度等，而且這些ROI

區域往往不是矩形區域，一般都是不規則的多邊形區域。本研究在此使用`fc`的變數，代表一幀（frame），將`fc`擷取ROI的範圍保存至`resize_f`（圖3）。

3. 顏色空間轉換，擷取出遮罩。HSV色彩空間對人類來說比較容易理解，它將亮度值（V）與彩度（chrominance）從色彩中分離出來，彩度又可以分為色度（H）與飽和度（S），由於元素之間的相關性較小，所以非常適合做影像處理使用。將HSV圖與目標顏色區間的下限（lower）跟上限（upper），利用`inRange`函數得出遮罩（圖4、5）。



圖3 擷取出ROI

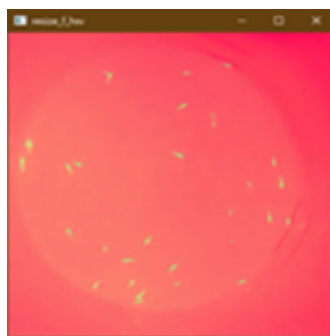


圖4 顏色轉換

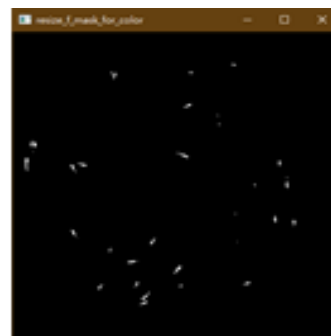


圖5 擷取出遮罩

4. 利用模糊化的目的在於高斯模糊（Gaussian Blur），也叫高斯平滑，是在 Adobe Photoshop、GIMP 以及 Paint.NET 等圖像處理軟體中廣泛使用的處理效果，通常用它來減少圖像雜訊以及降低細節層次。圖像與圓形方框模糊做卷積將會生成更加精確的焦外成像效果。在此利用 `GaussianBlur` 函數進行模糊化（圖6）。
5. OpenCV 中閾值化操作和自我調整閾值化，二值化操作。閾值化圖像其實就是對灰度圖像進行二值化操作，根本原理是利用設定的閾值判斷圖像圖元為 0 還是 255，所以在圖像二值化中閾值的設置很重要。圖像的二值化分為全域二值化和局部二值化，其區別在於閾值是否在一張圖像進行統一。在二值化圖像時把大於臨界灰階值得圖元灰階設為灰階最大值，把小於這個值的圖元設為灰度極小值，進而實現二階化。得到二階化影像後，影像的集合性質就只與圖元值為 0 或 225 的點為有關，使得影像處理變得簡單，設置閾值 t 可以得到一幅二階影像 $ft(x, y)$ ，因為灰階影像所需要的影像處理時間較長，但成效不一定是比較好（相較於二值化影像）。所以大部分常用的電腦都是以二值化影像為主，灰階影像為輔（圖7）。
6. 計算其輪廓、面積等並計算數量（並結合蝦苗肝胰囊來辨識數目）。把原圖與遮罩傳入 `count` 的函數裡，可以獲得數量（圖8、9）。動態影片方式取代靜態單張圖片，並利用常態分佈取得數量最有可能的數值，每次計算都是等重複計算出現的數字達到 100 次後，來計數產生出來的結果。
7. 計數完成後將計算數據上傳至 Firebase，最後從 Firebase 抓取數據，並至手機上開啟 APP 查看計數結果。

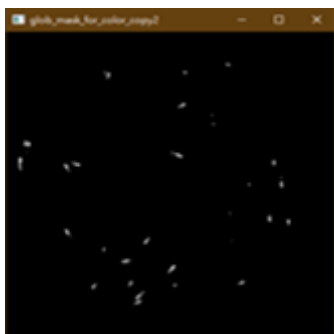


圖6 模糊化

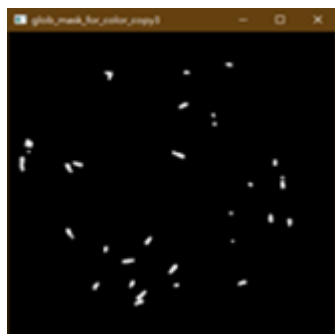


圖7 二值化

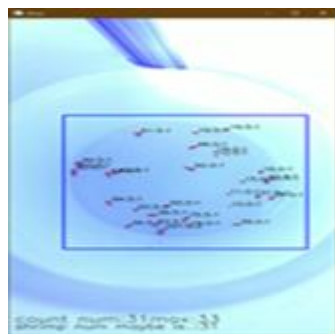


圖8 計算數量

```
def count(row_img,mask):  
    global old_mask,cccccccccccccccccc  
    ..  
    try:  
        if (mask==old_mask).all():  
            #return 0  
            pass
```

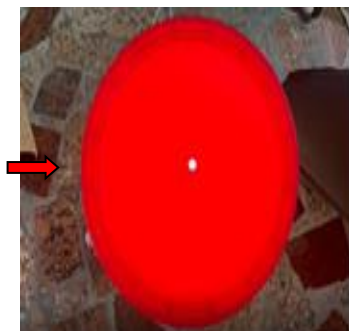
圖9 計算數量計算數量之程式碼

參、結果與討論

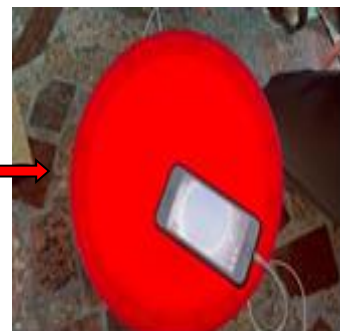
採用不透光的廢棄油漆桶加上另一個半透明桶子，使用LED光條，提供最佳的光學強度，由筆電透過鏡頭進行即時監控頭拍攝，然後在筆電進行運算並將結果傳回至雲端，再由APP抓取數據顯示給使用者。本研究成果如下:倒入蝦苗並蓋上蓋子，放置鏡頭，系統計算，使用手機APP查看蝦苗數量（圖10）。桶子裡面盛裝蝦苗為平板設計，水深剛好浸沒單層的魚苗，將蝦苗均勻分散開來，並避免上下重疊。



倒入蝦苗



蓋上蓋子



放置鏡頭





圖10 使用流程

目標使用對象為臺灣觀賞蝦業者的進出貨數蝦人員，通常以正常流程進貨、放入倉庫、出貨、每日點貨，目前希望以蝦苗計數系統來幫助點貨。以減少了人工方式來點數，進出貨數蝦人員只需操作手機以及APP，便可獲得蝦苗數量。

一般狀態下在拍攝影像時，容易有水面反光的問題，且反光會影響系統的計算結果。為不受外在環境影響避免反光發生，外層桶子選用不透光的，能隔絕外部光線干擾，內部的話，外層桶子與內層桶子間有LED燈條提供光源。數蝦桶將外在因素排除，在任何環境下都可使用。

遇到蝦苗計數的第一個問題是如何從相機獲得的尺寸框架中提取物體（蝦）。然後，將背景減法算法應用於幀。首先，使用HSV（色調，飽和度，值）表示模型繪製蝦樣本的直方圖。將Value的模式設置為中心點，並指定上下範圍，然後應用於範圍閾值操作來分離前景和背景。

斑點輪廓計數發生用於斑點輪廓檢測的OpenCV例程以及每個斑點像素區域的計算。在斑點具有大於給定閾值的面積的情況下，它可以在大斑點中代表蝦或多個蝦並且移除小於給定閾值Statistical Process Control (SPC) 的那些斑點的區域。之後，考慮到斑點區域的大小，決定輪廓是表示填充還是多次填充。第一個問題是如何確定蝦的面積。本研究中簡單地將斑點輪廓的所有封閉區域分成兩組。數量較多的群體，一隻蝦，被認為為蝦，而另一群蝦，更多的蝦，被認為是多個蝦。對於一個蝦組，蝦的面積由該組的中位數決定。它計算更多的蝦組的每個元素的捨入整數運算。

由於在使用蝦苗計數系統的時候，蓋子會蓋上，所以使用了LED燈條來為桶子內部提供光源，而水面會因為反射光線，以致於用鏡頭拍攝時會產生光圈影響蝦苗的辨別。為處理此問題，本研究試了各種高度不一的透明支柱，並調整LED燈條的擺放位置，讓整體不會溢光太嚴重影響數蝦計算準確率。

解決蝦隻重複計算，首要面對的問題是如何決定一隻蝦子的面積，因為是蝦苗，所以在跟蝦場買進時就會有固定尺寸的要求，所以同一批要計算的蝦子，長度是接近的，所以面積也是接近，但因為生物會有聚集的習性，所以會有重疊的情形發生，如何動態決定一隻蝦子的面積是很重要的問題。為避免單張靜態圖片

數據不足，本研究使用大數據分析的方法，使用動態影片方式取代靜態單張圖片，並利用常態分佈取得數量最有可能的數值。

此項研究希望達到了最低要求，包括低成本，高性能和高精確度，在表1中列出了建議應用中使用的硬體設備，說明它的功能並計算成本，顯示了每個組件的功能和成本。計算下來整個申請的總費用僅需300元臺幣左右。

表1 數蝦桶的工具及成本

數蝦桶		
項目	功能	價格 (NT\$)
水桶 (外桶)	遮蔽環境光線	200
水桶 (內桶)	放置蝦苗	50
LED燈條2條	提供光源	50

為避免蝦苗重疊而影響系統計數問題，在蝦苗倒入桶子時，桶子裡面盛裝蝦苗為平板設計，數目可超過200隻蝦苗。動態影片方式取代靜態單張圖片，並利用常態分佈取得數量最有可能的數值，每次計算都是等重複計算出現的數字達到100次後，根據程式影像流計算每值的蝦子數量，並統計其結果取得的眾數/（信賴區間65%）總值數，大約等於準確度，因其水流速度以及重疊狀態仍會有導致準確度上的些許誤差（此誤差可以在容許範圍內），產生出來的結果如表2所示，花費時間平均10秒，而且準確率達97%以上。

表2 研究結果

計算數量 (隻)	實際數量 (隻)	準確度	花費時間
30	30	100%	10s
31	30	97%	10s
29	30	97%	10s
51	50	98%	11s
50	50	100%	11s
99	100	99%	11
197	200	98%	11

表3是以人工數蝦苗和使用蝦苗計數系統數蝦苗所花費時間之比較，以數180萬隻蝦苗為例。舊有的人工數蝦流程（目前人工大部分以目視來算數目，每次以碗撈取約30隻蝦苗），每次約15秒，180萬隻蝦苗需要耗費250小時，並且需要數4次，總共需花費1000小時。而蝦苗計數系統1（每次以碗撈取30隻蝦苗），及蝦苗計數系統2（每次以碗撈取增加到200隻蝦苗），其相對數字更可低至只需要花費167小時（系統1）至25小時（系統2），大大減少許多人力資源和時間。



表 3 人工數蝦苗和蝦苗計數系統時間比較 (180 萬隻蝦苗)

人工流程	蝦苗計數系統1	蝦苗計數系統2
60000次的計算 (每次算30隻)	60000次的計算 (每次算30隻)	9000次的計算 (每次算200隻)
↓	↓	↓
60000*15秒 (人工)	60000*10秒 (系統)	9000*10秒 (系統)
↓	↓	↓
250小時	大約167小時	大約25小時
250小時*總共需要數4次 =1000 (小時)	167小時*總共需要數1次 =167 (小時)	25小時*總共需要數1次 =25 (小時)

肆、結論

本研究採用OpenCV電腦視覺的技術，搭配外接鏡頭對桶內的蝦苗進行及時拍攝，使用動態影片方式取代靜態單張圖片，取得大量數據，避免數據不足，影響正確性。同步使用基於OpenCV平台開發的演算法，對桶內影像進行及時運算，再將影像處理後的結果上傳至雲端，方便串連其他資訊系統。除了解決耗費的人力不說，蝦隻常在這樣一次又一次的折騰中死亡，用數位科技取代人工，不但降低成本，也能確保蝦品質本研究製作一低成本，高性能和高精確度之蝦苗計數系統，準確率高達97%以上，並減少人力資源及時間。

參考文獻

1. 漁業署臺閩地區養殖面積圖，
<https://www.fa.gov.tw/cht/Infographics/content.aspx?id=1&chk=57b64b53-9418-4da7-904f-8a94f14b91d1¶m=pn%3d2>.
2. 林享曇、張嘉孟、方 煒、朱元南(2006)。應用機器視覺的養殖池魚類自動計量分析系統。《農業機械學刊》，15(1)，25-36。
3. 曾啟軒(2019)。利用深度卷積類神經網路偵測及計算影片中魚體並測量魚體長〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣大學生物產業機電工程學研究所。
4. 謝竣宇(2017)。蝦苗自動計數系統之開發〔未出版之碩士論文〕。國立屏東科技大學機械工程系所。
5. 王紹義(2015)。影像處理輔助無人搬運車走行輪磨耗量測研究〔未出版之碩士論文〕。國立中興大學機械工程所。
6. 王婭(2017)。血液紅細胞圖像自我調整標記分水嶺分割演算法。《中國圖像圖形學報》，22(12)，1779-1787。
7. 王婭、周海林、葉建兵(2017)。梯度分層重構的彩色圖像分水嶺分割。《中國圖像圖形學報》，22(6)，807-814。
8. 王寶舫(1990)。蝦苗光電計數器電路設計與分析。《漁業現代化》，40-42。



9. 巨志勇、李開亮、毛穎穎(2018)。基於 K-means 聚類與二次分水嶺的果蔬圖像分割方。 *法軟體導刊*，17(6)，217-219。
10. 呂冠霆(2021)。基於影像處理之機械手臂抓取定位補償〔未出版之碩士論文〕。國立中正大學工學院電機工程研究所。
11. 吳冠賢、楊孟霖、陳佳瑜、黃沂訓(2015)。臺灣淡水觀賞蝦之培育技術發展概況。 *農業生技產業季刊*，43，49-55。
12. 吳家賢(2007)。簡易型電腦魚苗計數機之研發〔未出版之碩士論文〕。國立中興大學生物產業機電工程學系。
13. 林宜弘(1995)。機器視覺應用在魚苗計數之可行性研究。 *農業機械學刊*，第4(2)，37-45。
14. 林榮華(2003)。魚苗自動計數機之試驗研究〔未出版之碩士論文〕。國立中興大學生物產業機電工程學系。
15. 黃建華(2002)。簡易魚苗自動點算系統設計〔未出版之碩士論文〕。國立中山大學海洋生物研究所。
16. 黃谷松(2006)。以影像處理技術計算魚隻數量之研究〔未出版之碩士論文〕。國立屏東科技大學機械工程系。
17. 侯宏昇(2021)。應用深度學習和影像辨識方法自動計算魚蝦苗數量之研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺北科技大學電機工程系。
18. 薛志寧、段吉旺(2000)。應用重量法計量出池日本對蝦苗的研究。 *河北漁業*，5，11-12。
19. 侯慧、石躍祥(2016)。基於距離變換的改進分水嶺分割演算法在白細胞圖像分割中的應用。 *計算技術與自動化*，35(3)期，81-84。
20. 陳寶仁(2020)。電腦視覺辨識用於集水井之變形與變位可行性研究〔未出版之碩士論文〕。國立中興大學土木工程學系。
21. 張志禹、孟令輝、雷濤(2014)。自我調整梯度重建分水嶺分割演算法。 *中國圖像圖形學報*，19(10)，1430-1437。
22. 黃之暘(2015)。觀賞水族貿易流通途徑現況與趨勢。 *農業生技產業季刊*，43，14-19。
23. 漆鵬傑、劉秀波、仲兆准(2015)。顯微細胞圖像有形成分自動識別。 *電腦系統應用*，24(5)，11-18。
24. 齊龍、蔣郁、李澤華(2015)。基於顯微影像處理的稻瘟病菌孢子自動檢測與計數方法。 *農業工程學報*，31(12)，186-193。
25. 劉世晶、王帥、陳軍(2017)。基於改進主成分分析和 AdaBoost 演算法的運動蝦苗識別方法。 *農業工程學報*，1，212-218。
26. 賴昀瑋(2021)。基於影像處理與光學字元辨識之自動定位系統開發研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺灣科技大學自動化及控制研究所。

