

# 人工智慧於農業領域的應用

蔡耀全、周瑞祥

國立中興大學 生物產業機電工程學系

yctsaii@dragon.nchu.edu.tw

## 摘要

番茄的果實數量眾多且密集，難以藉由人工計數得知產量，因此本研究提出自動化的番茄產量與成熟度評估系統，番茄成熟度演算法首先基於影像處理技術，將影片轉換為涵蓋整排番茄的照片，接著偵測模型能夠辨識出六個分級的番茄，並利用Grad-cam輸出模型關注的區域，根據熱力圖優化模型，準確度達76%。建立LINEBOT伺服器，讓農民能夠利用AI技術進行耕作策略的調整。

**關鍵詞：**深度學習、影像處理、番茄、成熟度、產量

## 前言

番茄是一種重要的農作物，在臺灣年產量達93,131公噸，產值42.5億元，本研究將針對大果番茄的成熟度與產量進行研究。番茄生長與種植周期如圖1所示，大約從第13週便會開始陸續有成熟的番茄可以採收，收成期會持續約兩個月，在這段時間內，每天可採

收的番茄數量會被氣候、耕作策略所影響，農民需要根據數量及成熟度規劃銷售管道，避免滯銷，因此番茄的產量對農民來說非常重要，但由於番茄的果實數量龐大且密集，難以人工計數得知準確的番茄產量，因此本研究設計自動化番茄成熟度與產量預測系統 [1]，提供農民精準的番茄產量指標。

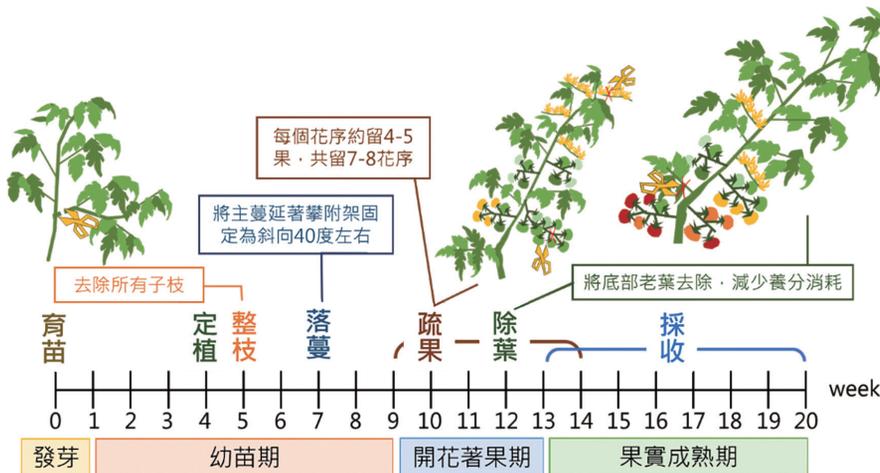


圖1. 番茄種植周期



## 材料與方法

### (一) 研究架構

本研究將建立一套系統如圖2所示，農民

利用手機沿著一排番茄拍攝影片並上傳，伺服器將下載影片，並於伺服器裡進行番茄成熟度的運算，而後再將結果回傳至農民的手機。

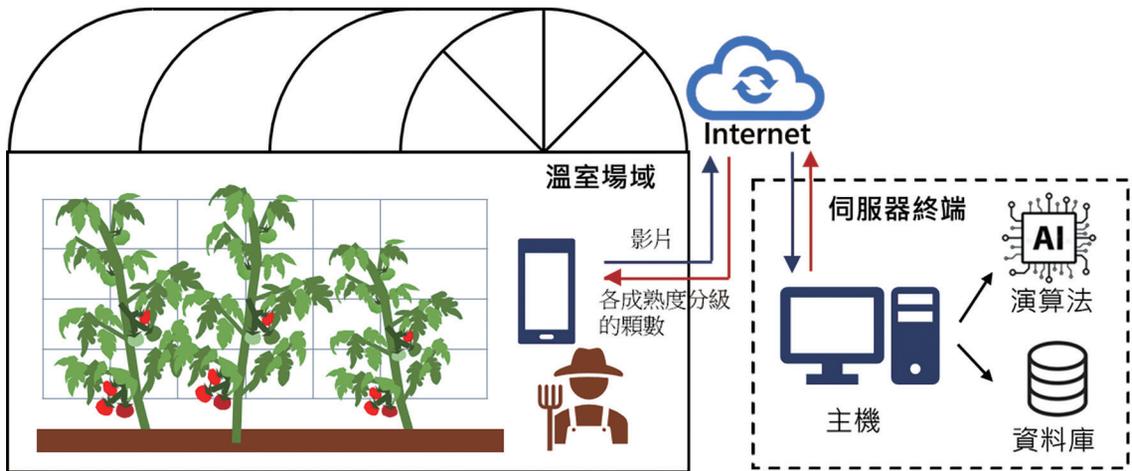


圖2. 系統架構圖

### (二) 番茄分級介紹

根據美國農業局發布的番茄分級標準，番茄依照顏色被分為六類Green, breaker, turning, pink, lightred, red本研究參考美國農

業局提供的分級顏色標準如圖3所示，將番茄標註為六個分類，以進行後續偵測模型的訓練。

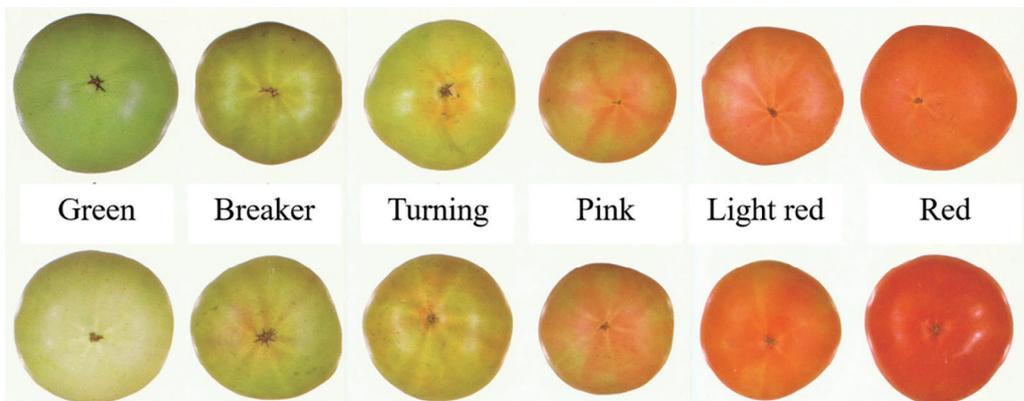


圖3. 番茄分級標準[2]

### (三) 影像前處理

在進行番茄偵測前，需要進行前處理，流程如圖4所示，首先先將農民的影片逐幀轉

為照片，接著利用特徵比對的方式，將照片縫合成一張涵蓋一整排番茄的照片如圖5所示。

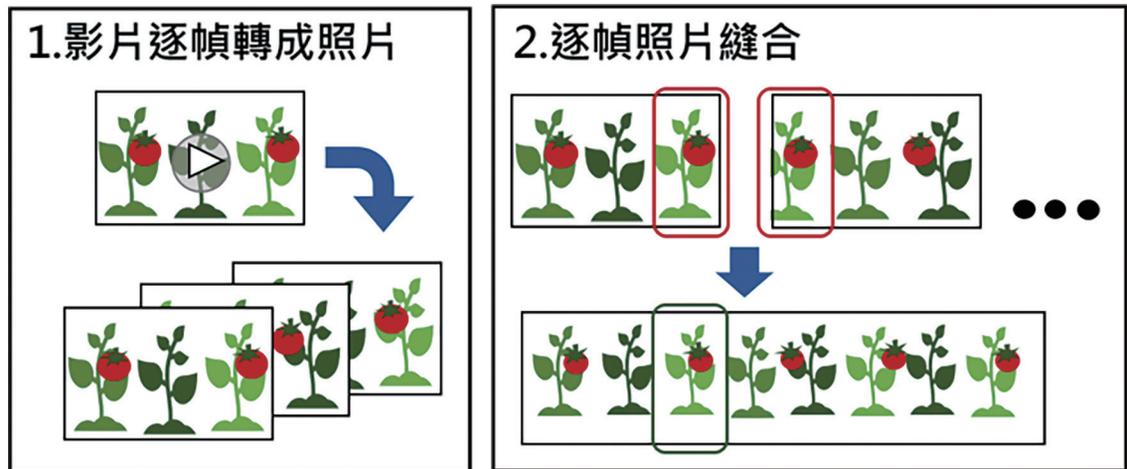


圖4. 影像前處理流程

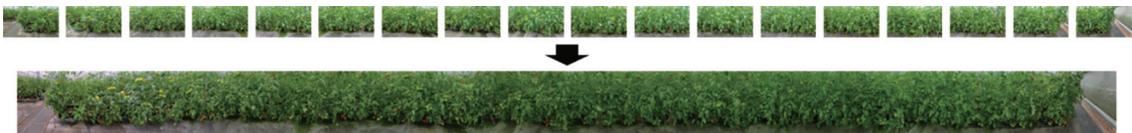


圖5. 影像拼接完成圖

### (四) 圖像裁切

由於番茄在畫面中很小，統計圖如圖6，隨機取樣10張圖片進行評估，原始標註框平均寬度大約為18 pixels，最小達到約8 pixels，不適合深度學習模型偵測，因此本研究將圖資裁切並放大，提高標註框於圖片中的大小，調整後的平均大小約34 pixel。

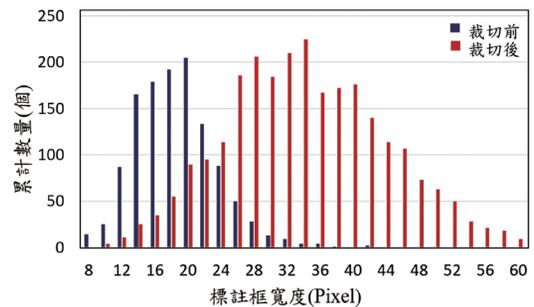


圖6. 標註框寬度統計

### (五) 圖像增強

圖像增強能夠提高模型的泛化程度，對於新辨識資料集的辨識效果提升，本研究將訓練集圖資進行多種圖像增強效果，分別是

旋轉15度、垂直與水平翻轉、加入噪點、剪切15度等，如圖7所示，最終資料集大小為：訓練集582張，驗證集55張，測試集55張。

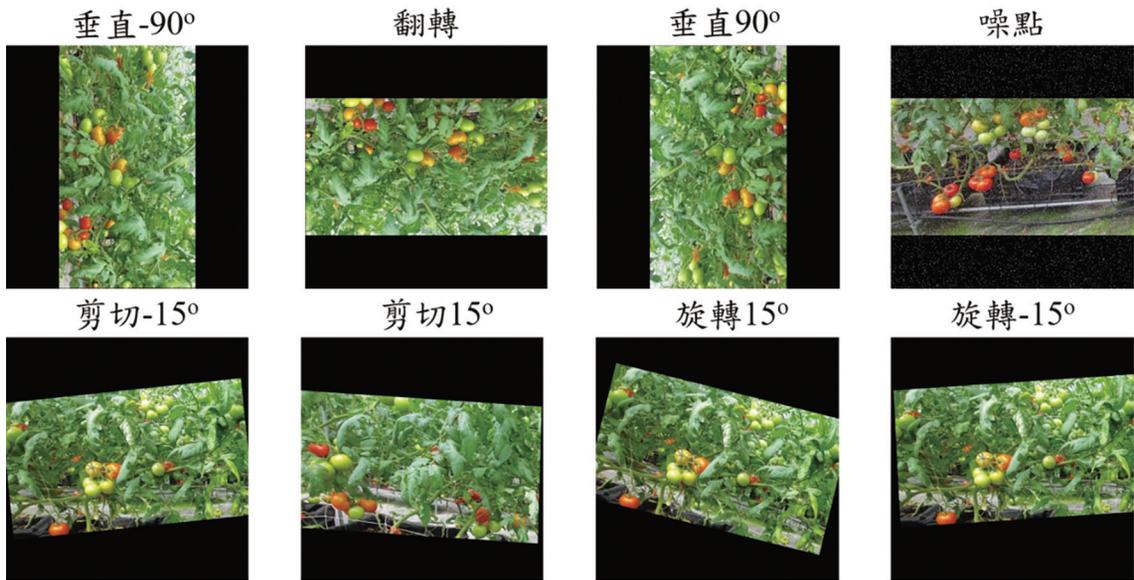


圖7. 圖像增強

## 結果與討論

### (一) 番茄偵測模型

本研究使用3種較新穎的物件偵測模型進行訓練，分別為YOLOv7, GELAN, YOLOv9，並且搭配三組不同資料集，分別為原始圖資、優化1: 裁切放大標註框圖資、優化2: 經過圖像增強的圖資，進行訓練，以下將討論訓練結果，並探討模型專注度。

### (二) 訓練結果

經過兩種優化處理後的訓練結果如表1所示，原始資料集的準確度，yolov7為0.39，Gelan為0.58，Yolov9為0.60；而經過優化1，裁切使標註框放大後，yolov7的準確度提升了0.3，Gelan與yolov9提升了0.15，大幅提高了偵測準確度；最後經過優化2，圖像增強後，三種模型準確度只有些微的提升約0.02最終訓練結果，Yolov7為0.71，Gelan為0.76，Yolov9為0.76。

表1. 模型準確度

	原圖	裁切圖像		圖像增強	
Yolov7	0.39	0.69	+0.30	0.71	+0.02
Gelan	0.58	0.74	+0.15	0.76	+0.02
Yolov9	0.60	0.75	+0.15	0.76	+0.01

### (三) 模型專注度熱力圖探討

本研究使用Grad-CAM分析辨識模型的專注度如圖8所示，在經過優化1後，可以看到三種模型的專注度，都更加集中在標註框

內，紅色的區域也更小，經過優化2後，雖然準確度僅僅提升了2%，但在熱力圖中可以明顯看到，淺綠色的噪點降低許多，表示圖像增強對於模型的穩定度有顯著提升。

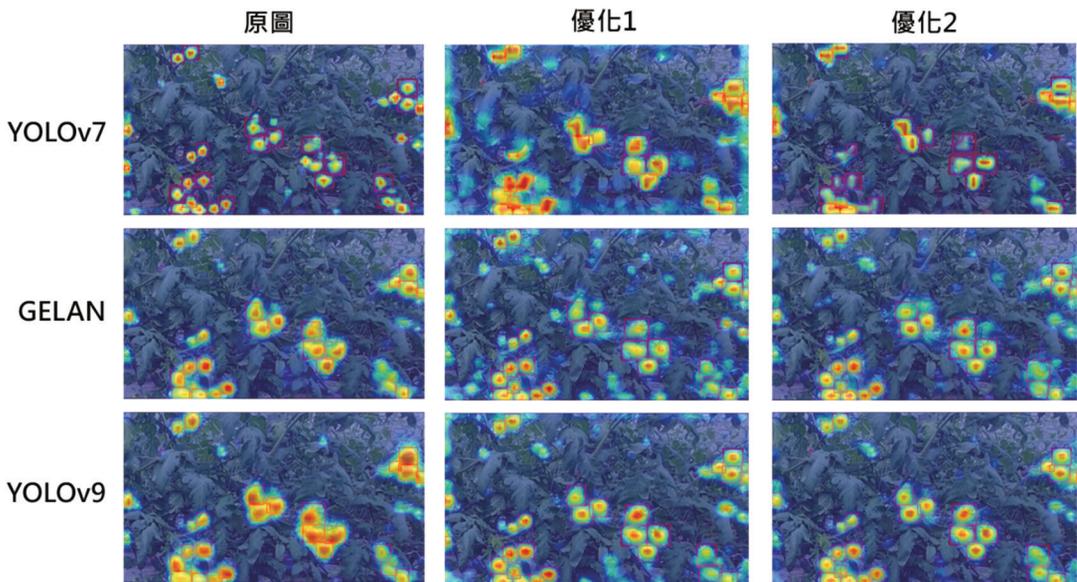


圖8. 模型專注度熱力圖

### (四) Line-BOT系統

本研究最後設計LineBOT系統如圖9所示，建立伺服器並將演算法嵌入其中，農民只需錄影後經由常見的通訊軟體LINE上傳，

伺服器將自動接收影片並進行運算，最後將結果回傳給農民。這套系統能夠讓農民能夠使用AI演算法預測番茄的產量與成熟度，降低產銷規劃錯誤造成的滯銷損失。



圖9. Line-BOT系統



## 參考文獻

1. J. Chen, B. Ma, J. Hao, J. Zhang, Q. Feng d, X. Liu, Y. Li, “Apple inflorescence recognition of phenology stage in complex background based on improved YOLOv7,” *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 211, 2023, pp. 108048
2. <https://www.ams.usda.gov/grades-standards/tomato-grades-and-standards>