

利用機器視覺輔助水稻 (*Oryza sativa* L.) 種子幼苗評鑑

The Application of Machine Vision on Paddy (*Oryza sativa* L.) Seedling Evaluation

陳易徵¹、鄭若蘋²、蔡維中³、周伯頤³、黃國益⁴

一、前言

水稻 (*Oryza sativa* L.) 為我國主要糧食作物，亦為農業部種苗改良繁殖場 (後簡稱種苗場) 種子檢查室重要檢測作物之一。種苗場配合農糧署良種執行繁殖計畫，為水稻優良推廣品種之原原種、原種及採種圃種子的品質把關。經取樣後之稻種，由種子檢查室的檢測人員進行容重量、水分含量、潔淨度檢測及發芽試驗等各項品質檢測。每年經種子檢查室檢測之水稻種子，可提供逾 60% 國內生產所需。但因我國水稻原種生產集中於一期作，收成後稻種之品質檢測工作受限於試驗期程及人力，時常於二期作育苗前無法取得檢測結果，提高生產風險。且發芽試驗的最重要工作項目為幼苗評鑑 (seedling evaluation)，現今全依賴人力目視方式判別，存在不足變異 (underdispersion) 的風險，即檢測者會因先前調查結果影響後續幼苗評鑑判定，進而

影響檢測結果。

為因應人力緊縮及落實智慧農業推廣及應用，種苗場積極投入影像辨識技術輔助各項種子品質檢測工作相關研究。本研究自 106 年起與國立中興大學合作，期望能導入機器視覺及類神經網路分類器輔助種子幼苗評鑑之檢測工作。

二、利用機器視覺輔助水稻種子幼苗評鑑

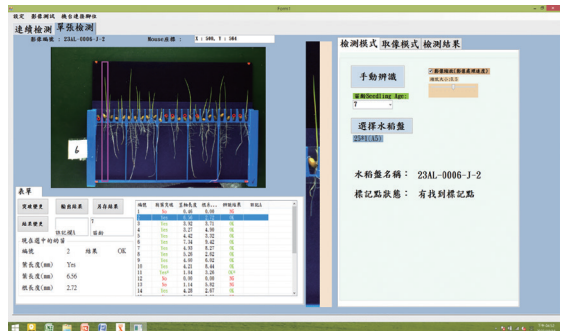
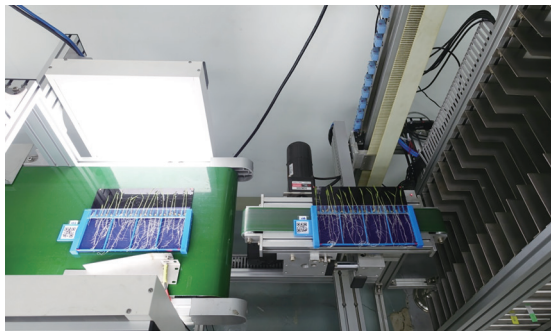
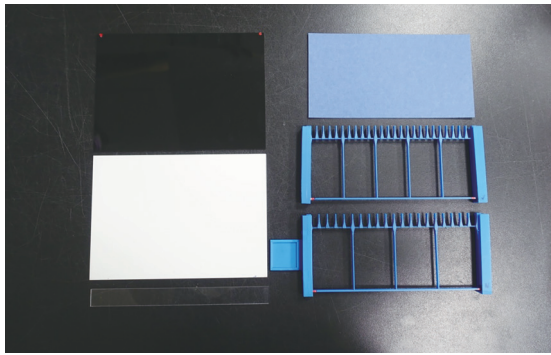
本研究以良種繁殖計畫各縣市申請檢查之原原種及原種之水稻種子為材料，供試品種涵蓋我國水稻優良推廣品種。為正確擷取幼苗影像，需將種子播種於特殊設計之發芽容器，發芽容器使用之生長介質為 A5 尺寸之濾紙，以 RO 水潤濕濾紙後，將種子置入以 3D 列印製作之水稻發芽盤 (圖 1)，目前每個發芽盤可放置 20-25 粒種子。播種完成後將發芽盤裝入夾鏈袋，於 20~30°C 生長箱進行發芽試驗，試驗期間

¹ 種苗改良繁殖場種苗檢驗科 助理研究員

² 新竹縣關西鎮公所 技士

³ 國立中興大學生物產業機電工程學系 碩士

⁴ 國立中興大學生物產業機電工程學系 教授



添加適量 RO 水保持濾紙濕潤。

幼苗影像於苗齡 7 - 14 日期間，使用水稻幼苗數位化影像評鑑系統進行影像擷取、判讀並與受訓合格之檢查人員判別結果進行比對 (圖 2- 圖 4)。截至 2023 年 9 月，共擷取幼苗影像 7,760 張，其中經機器視覺分析可正確萃取幼苗影像特徵之影像為 7,257 張，特徵萃取正確率為 93.5% (表一)。

進一步分析機器視覺與人力判讀結果之異同，將兩者判別結果以混淆矩陣 (Confusion matrix) (Bradley, 1997) 進行評估，並將兩者比對結果分成四類：TP、FP、TN、FN (表二) 後，計算準確率 (Accuracy)、精確率 (Precision) 及召回率 (Recall) 等三項指標。準確率 (Accuracy) 為機器視覺與人

力判讀之一致性；精確率 (Precision) 為機器視覺判定為正常苗的影像符合人為判定正常苗標準之比例而召回率 (Recall) 則為機器視覺可正確判讀人為判定正常苗影像的比例，其計算公式如下：

$$\text{Accuracy} = (\text{TP} + \text{TN}) / (\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN})$$

研究成果

表一、不同苗齡之水稻幼苗影像數量、擷取正確之影像數量及正確率

苗齡 (日)	單一幼苗影像數量 (張)	擷取正確之幼苗影像數量 (張)	影像擷取正確率 (%)
7	1,160	1,064	91.7
8	720	648	90.0
9	660	599	90.8
10	1,220	1,141	93.5
11	700	674	96.3
12	820	784	95.6
13	1,200	1,122	93.5
14	1,280	1,225	95.7
合計	7760	7257	93.5

表二、利用混淆矩陣 (Confusion matrix) 分類水稻幼苗影像判讀及人力比對結果

模型預測 (電腦判讀結果)			
		OK	NG
真實情況 (人工判讀結果)	OK	True positive (TP) 正常苗被正確判為 OK	False negative (FN) 正常苗被誤判為 NG
	NG	False positive (FP) 不正常苗或未發芽種子被誤判為 OK	True Negative (TN) 不正常苗或未發芽種子被正確判為 NG

表三、不同水稻苗齡影像之 Accuracy、Precision、Recall 變化

苗齡 (日)	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)
7	84.0	75.1	87.5
8	85.5	86.8	89.9
9	91.7	96.3	92.5
10	91.8	95.9	94.1
11	94.4	98.1	95.5
12	95.4	98.8	96.0
13	95.9	98.5	96.9
14	97.1	98.8	98.0
平均	92.0	93.5	93.8

三、結語

本研究以特殊設計之發芽容器，配合機器視覺進行幼苗影像之特徵萃取及評鑑，其影像萃取之正確率及與人工判讀結果比對之準確率、精確率及召回率等指標皆達 90% 以上，且機器視覺分析 20 個影像僅需 10 秒，所需時間僅人工之 1/5。本

技術後續若要應用於常規種子檢查，仍需以機械化播種提升樣品製備效率，且使用之發芽容器仍待改善設計，提升發芽介質之單位面積播種密度，以增加空間利用效率，期使試驗規模符合 ISTA 國際種子檢查相關規範。