

# 2021「中技社AI創意競賽」

## 2021 CTCI Foundation AI Innovation Competition



### 智能蘆筍生長監測系統



國立臺灣大學 生物機電工程學系 / 陳世芳副教授 • 熊顯鋒碩二 • 李世鈺碩二 • 王鼎慈碩一

#### 作品概述

蘆筍是台灣重要的經濟作物，然因照料費工，其栽種作業耗費大量人力。本作品導入人工智能技術，為蘆筍栽培量身打造一套省工系統，在提升產量的同時，盡可能地降低勞力需求與生產成本。

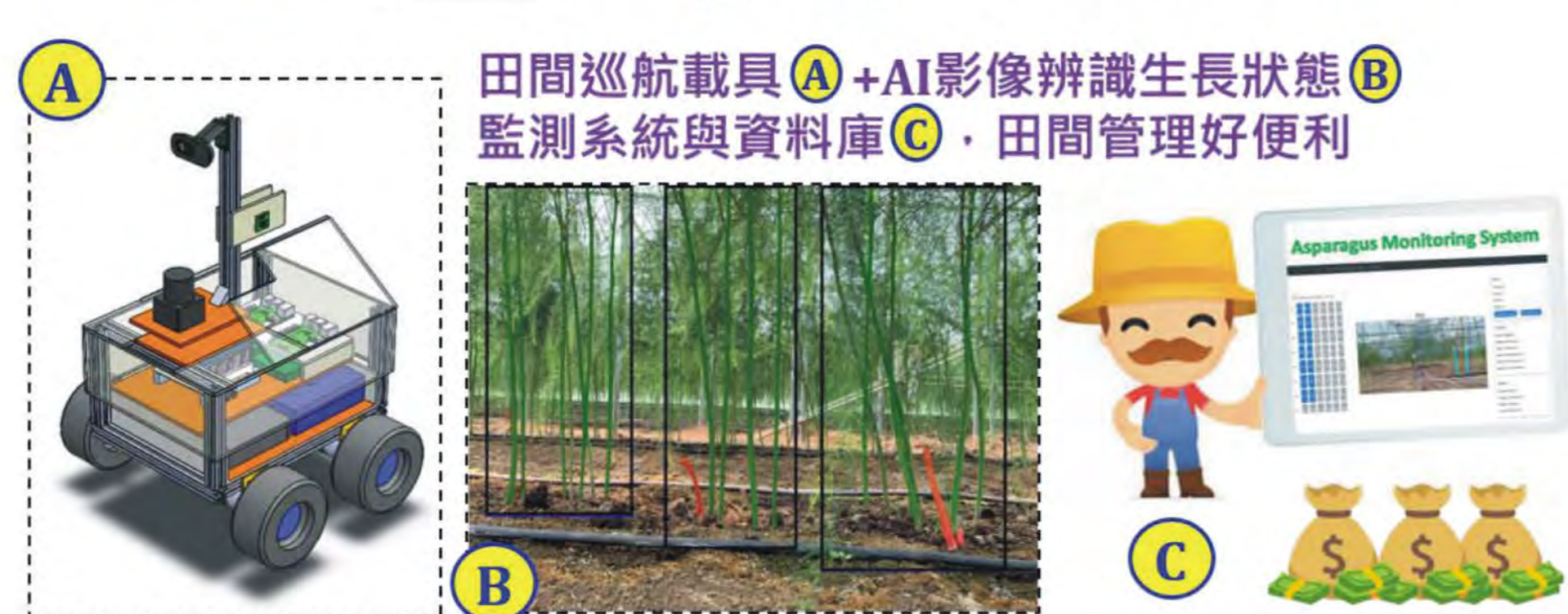
母莖栽培法、常年生產

管理費工、青農老農皆難以負荷



機器人代理巡田

物聯網傳輸、人工智能識別



#### 創意及核心技術

蘆筍生長監測系統創意及核心開發由三部分組成：

##### 田間取像載具車-協助人力巡田

- 機電整合系統：以Raspberry pi作為主開發平台，介接控制馬達控制模組、相機模組與光學雷達，並透過藍芽訊號及自研App控制載具車各項功能。
- 光學雷達：測量各株蘆筍相對深度，以空間幾何及影像焦距推算實際尺寸，取代傳統色相板比例尺轉換。

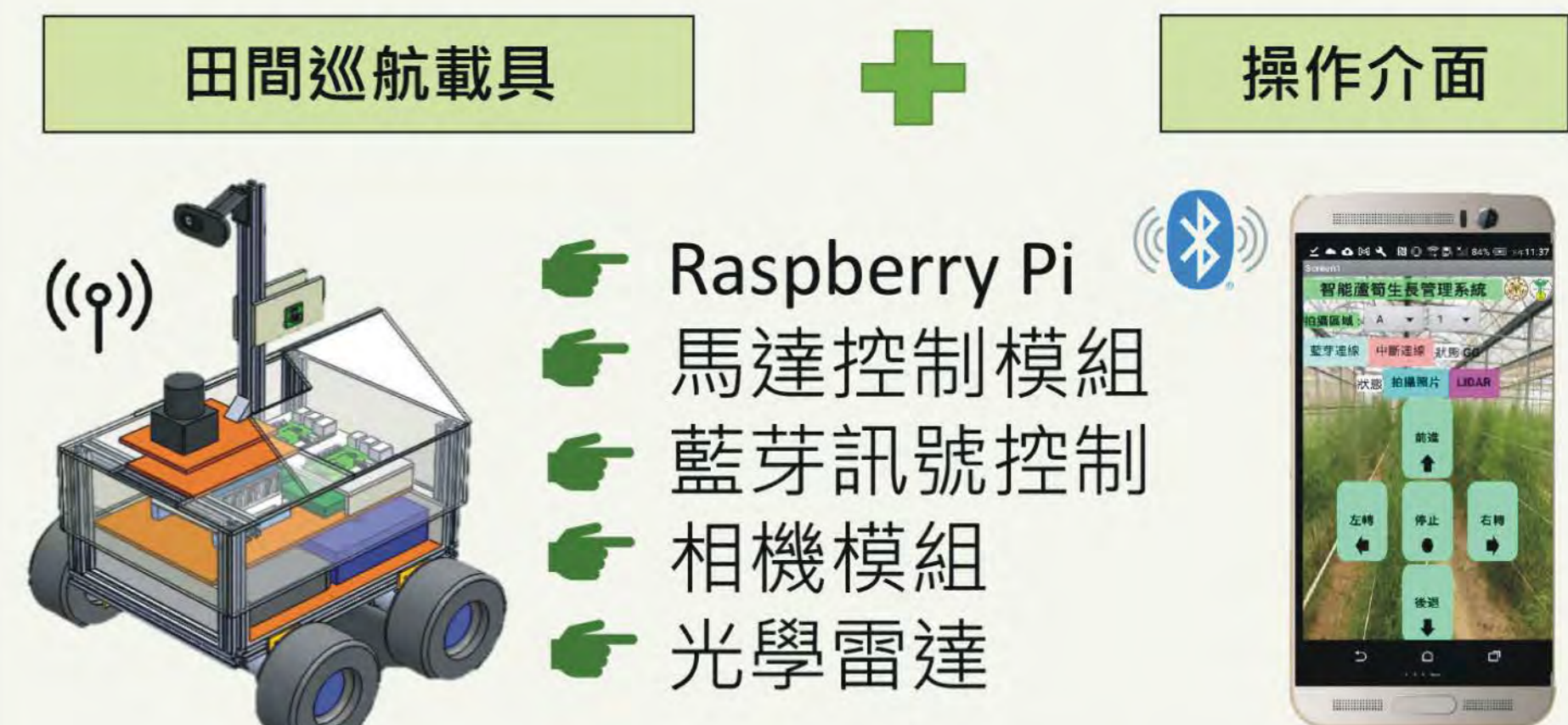
##### 深度學習辨識模型-取代人力辨識、分析植株生長狀態

- 物件識別模型：採用Mask R-CNN模型實現影像實例分割，可有效地從背景分離出單支蘆筍的位置與外形，以作生長狀態評估及場域狀況分析。
- Copy-Paste資料增量法：該資料增量法可平衡資料集母、嫩莖數量，有效提升模型對複雜背景的容忍度。
- 半監督式學習法：有限的人力下，以全監督式學習法訓練出的模型成效有限，故套用半監督式學習法框架，活用未標註資料集訓練出成效更好的模型。

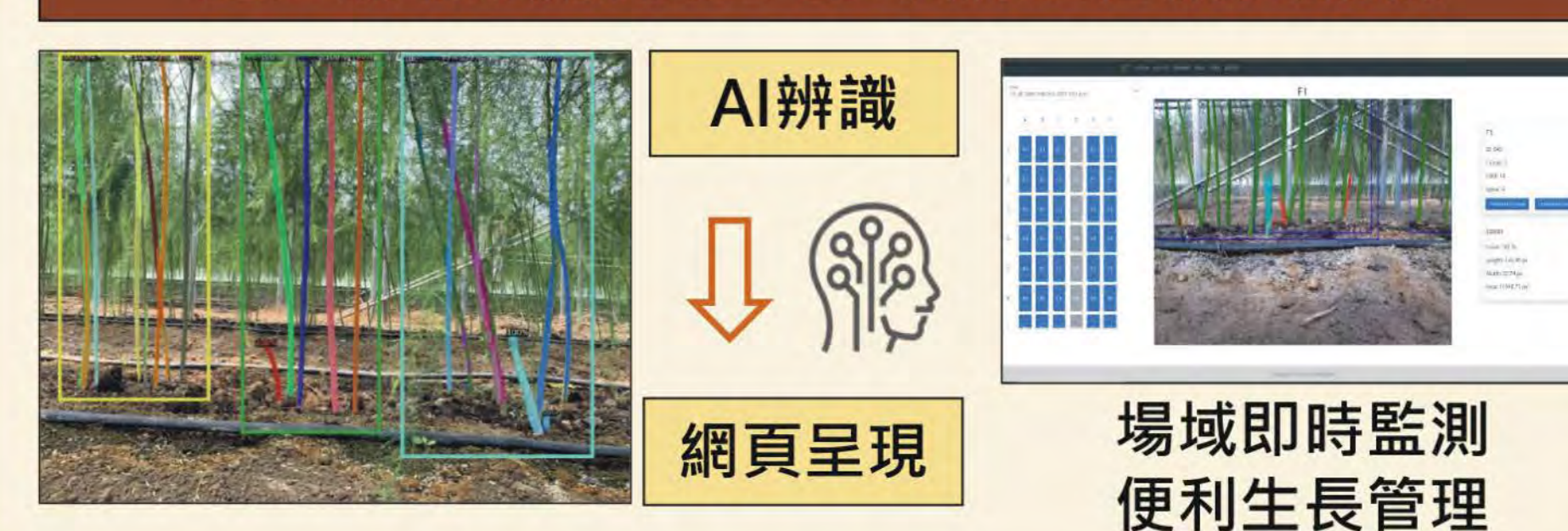
##### 系統資訊整合網頁應用-遠端獲取場域即時資訊及分析結果

- 網頁應用：使用Django架構開發網頁平台，串聯深度學習模型與資料庫系統，蒐集田間取像載具車的影像資料及模型辨識結果，提供紀錄查詢與警示功能。

#### 機器人代理巡田



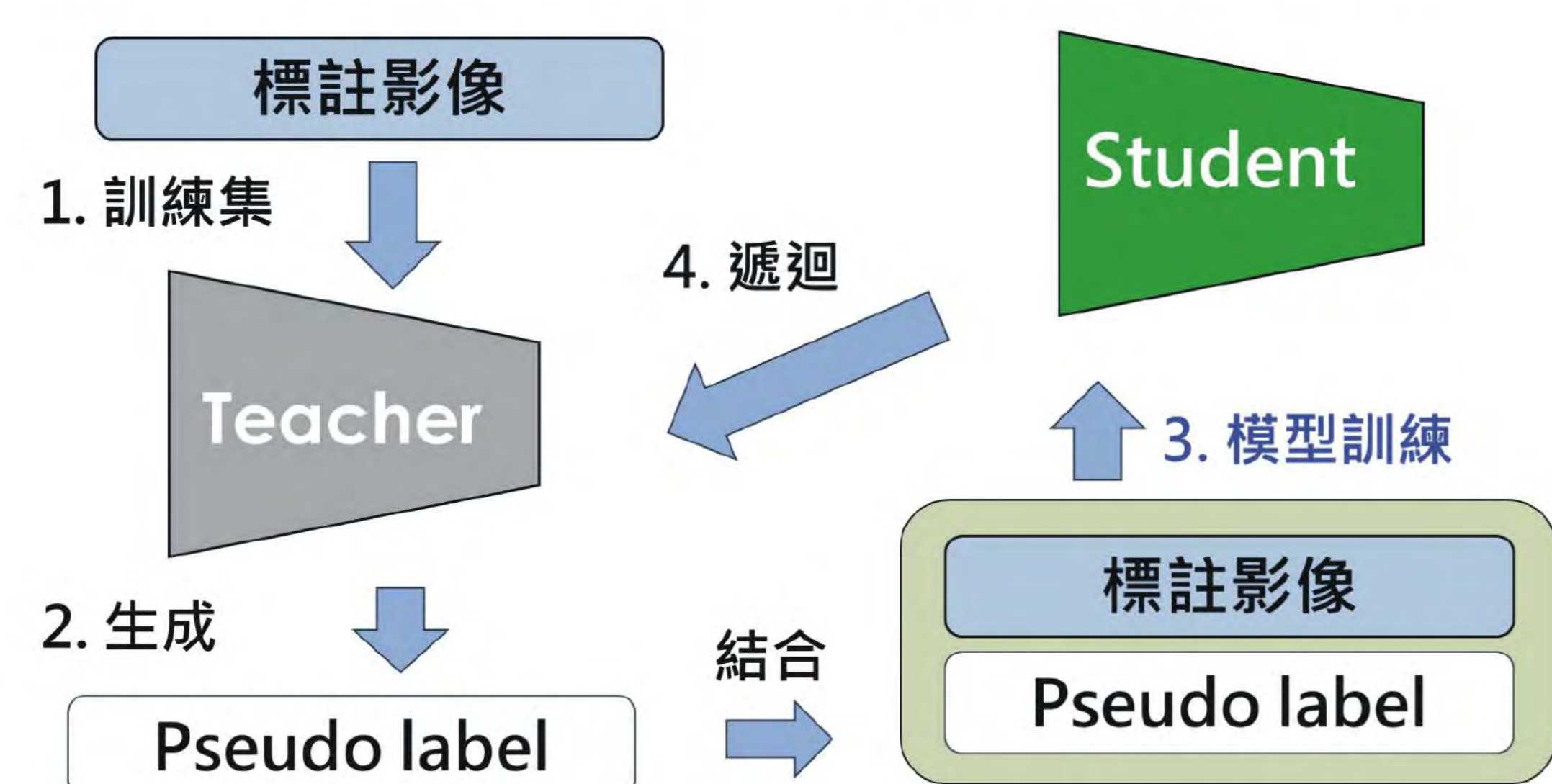
#### 建立影像識別模型 & 系統整合網頁服務



#### AI技術開發與呈現

##### Copy-Paste資料增量法及半監督式學習應用

解決母、嫩莖數量不平衡及提高標記效率之方法。



##### 系統整合網頁建立

以Django 3.1版本串聯資料庫與辨識模型並統計場域生長狀態。

- 目錄選單中點選 Monitor(監測)，可檢視蘆筍生長狀態 -

- 目錄選單中點選 Stats(統計)，查看各區生長統計

**1** 模擬設施蘆筍之田畦排列，使用者可自由選擇欲查看之時間區間及區域影像

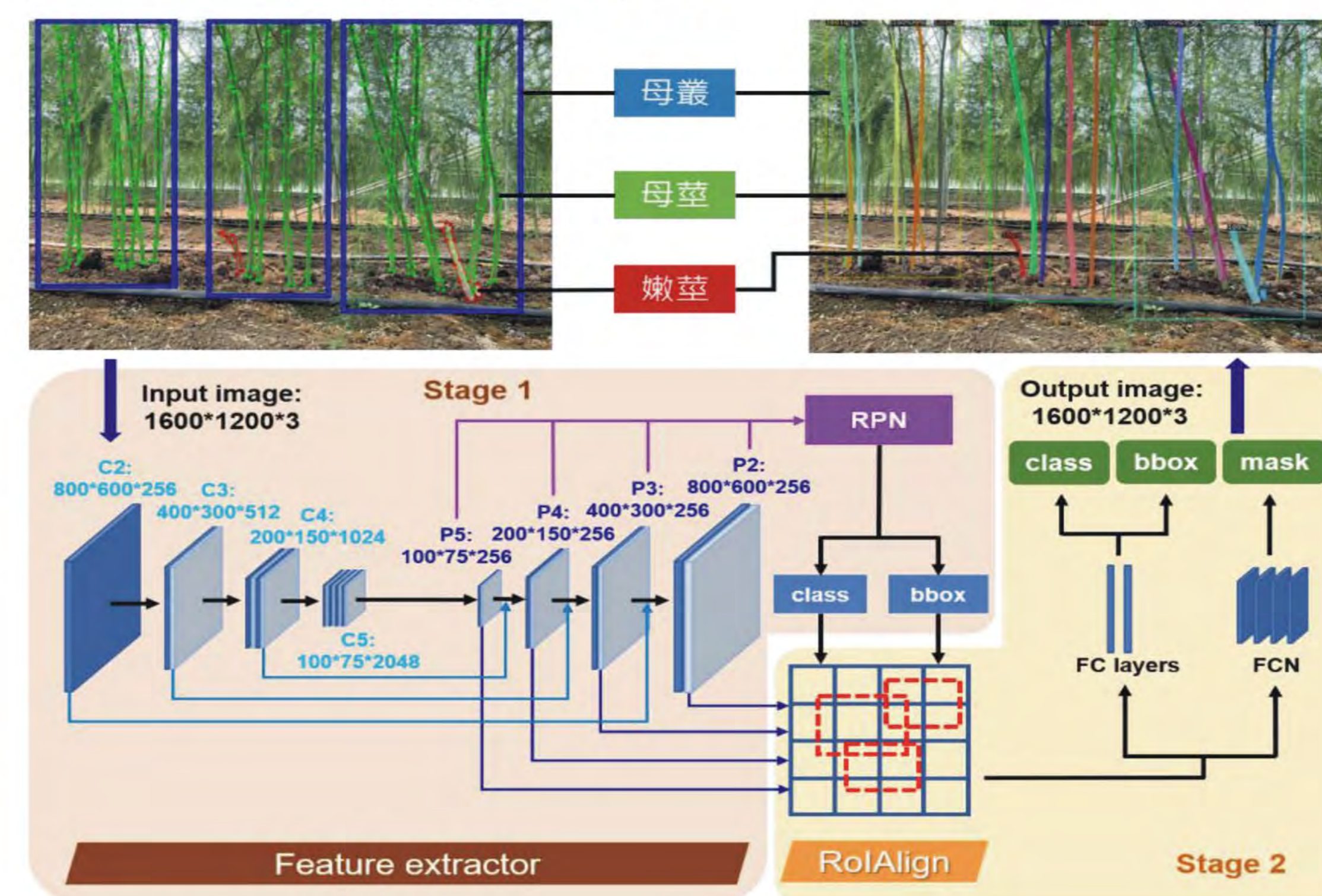
**2** 指定區域辨識結果顯示，可於圖中選擇感興趣之筍莖，於右側[3]顯示其細節

**3** 顯示選定之區域資訊：  
(1) 母莖與嫩莖數量；  
(2) 嫩莖尺寸及1日內預測生長長度

**4** 選擇需檢視之統計區間與目標種類

**5** 依行道分區顯示統計結果

#### Mask R-CNN辨識模型架構



#### 模型辨識成效

類別	母叢	母莖	嫩莖	平均
邊界框 (AP %)	89.34	82.72	75.30	82.35
遮罩 (AP %)	89.34	63.81	75.50	76.22

#### 數量及尺寸估計：

- 容錯 ±1 根情況下，可達**81%**準確度
- 嫩莖長度估計之 $R^2 = 0.9795$
- 實際長度轉換誤差約在**20%~30%**

#### 產業及社會貢獻

##### 人力成本節約：

與從業人員訪談及場域試驗結果，使用本系統替代部分人力巡園，評估約可節約**25%**巡園作業時間。

以略具規模之生產場域**2公頃**農地為例：

- ✓一年中採收期間約**24**週
  - ✓每日需時**16**小時 整理(若僅以單人完成作業計算得)
  - ✓基本工資**160**元/時
- = 2(公頃) × 24(週) × 7(天) × 16(小時) × 160(元) × 25%  
= **215,040** 元

##### 產業行銷：省工後人力、時間可轉為

- ➡ 精進作物品質
- ➡ 產品行銷
- ➡ 品牌經營

**技術擴散：**智能蘆筍生長辨識系統之模式有機會可套用至類似溫室作物，如：洋香瓜、山苦瓜、小黃瓜、聖女番茄等。

致謝：感謝台南區農業改良場義竹工作站工作同仁提供相關背景知識、場域及人員協助試驗進行。



財團法人 中技社  
CTCI FOUNDATION