

農業場域中的AI影像應用 – 從了解需求到服務開發

陳世芳 Shih-Fang Chen

國立臺灣大學 生物機電工程學系



● 機器視覺於農業應用



茶樹生長狀態識別
採收期預測



茶樹/瓜類
病蟲害識別



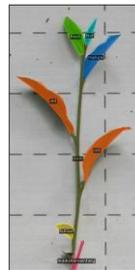
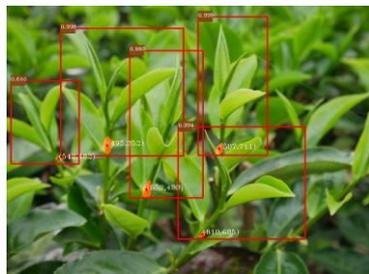
蘆筍生長狀態監測



合作/協助方：茶業改良場、農業試驗所、台南改良場、
台大農藝系、意精研(茶之魔手)、海博特



茶葉採摘點判別、茶菁品質分級系統



乘坐式採茶機輔助駕駛系統



合作/協助方：茶業改良場、好茶堂、長生製茶廠

● 資料科學方法於農產品品質分析應用

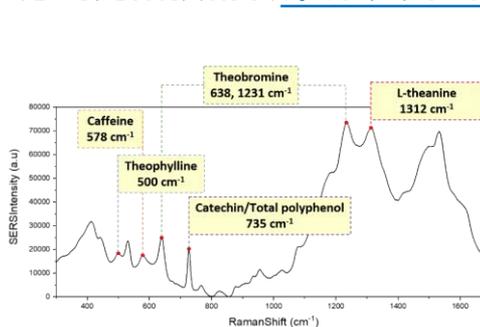


● 安全性
與產品身份

● 品質、風味分析 咖啡風味預測、茶乾成份分析



應用光譜技術於茶葉與中藥材之產地判別、農藥殘留分析



Floral	
Fruity	
Sour/Ferm.	
Vege.	
Other	
Roasted	
Spices	
Nutty/Cocoa	
Sweet	

合作方：工業技術研究院、茶業改良場

開發案例



任務考量

- 目標對象：經濟價值、產值高
- 任務目標：取代勞力密集、重複性高的任務，以自動/智能化降低人力需求
- 具影像可協助的任務內容

茶葉採摘點判別



茶樹病蟲害辨識



Yield loss!



茶葉採摘點判別

Completeness of leaf:

Whole leaf

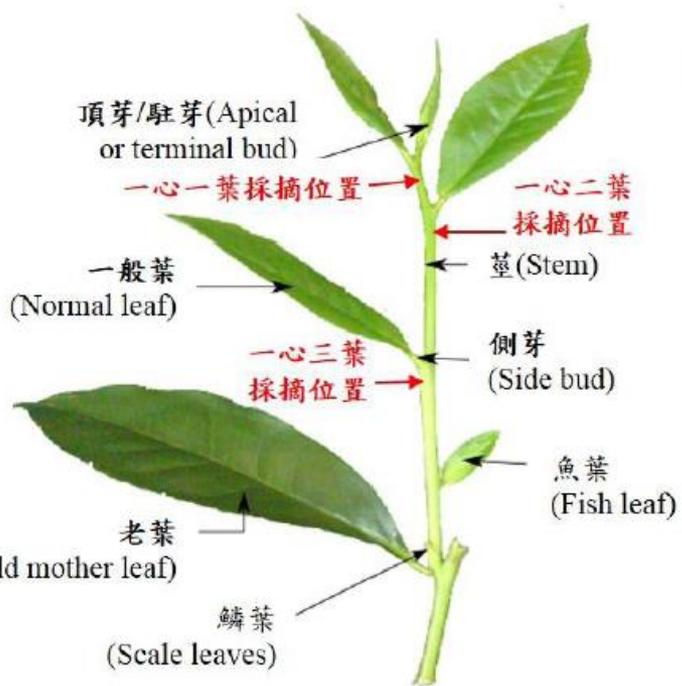
Broken leaf

Fannings

Dust

Price : High

Low

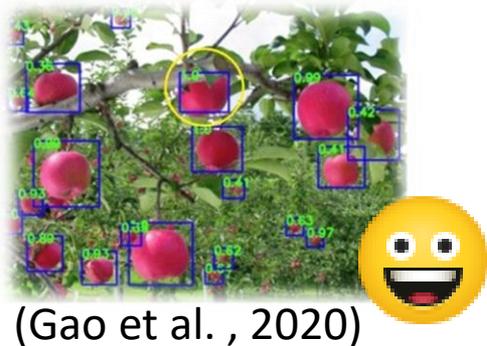


Select the plucking points
One tip two leaf

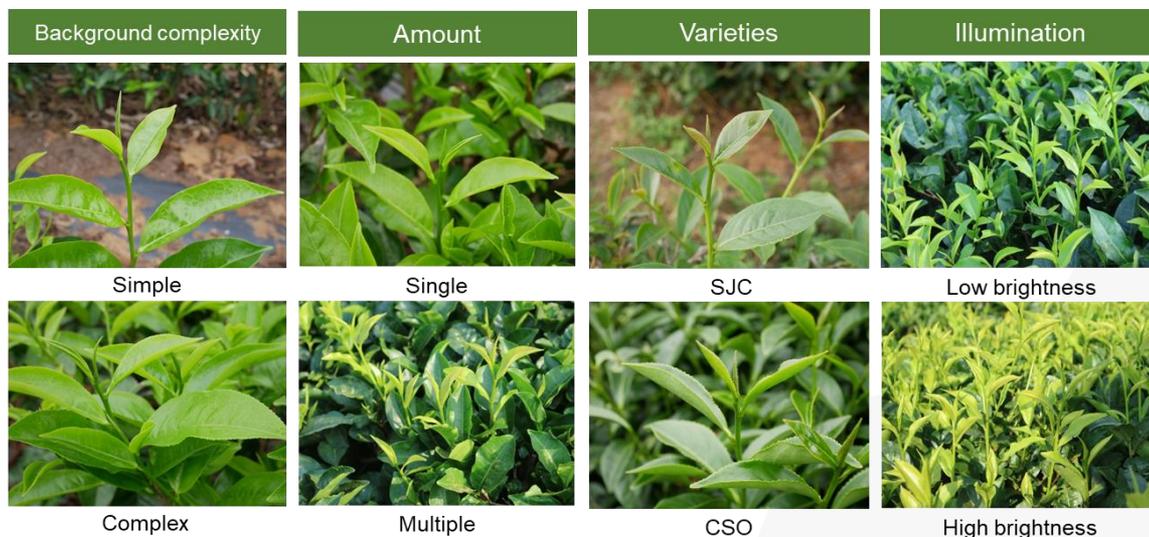
Harvesting efficiency (↑ 12-15x)
Broken leaves

Good quality + Fast harvesting speed ?

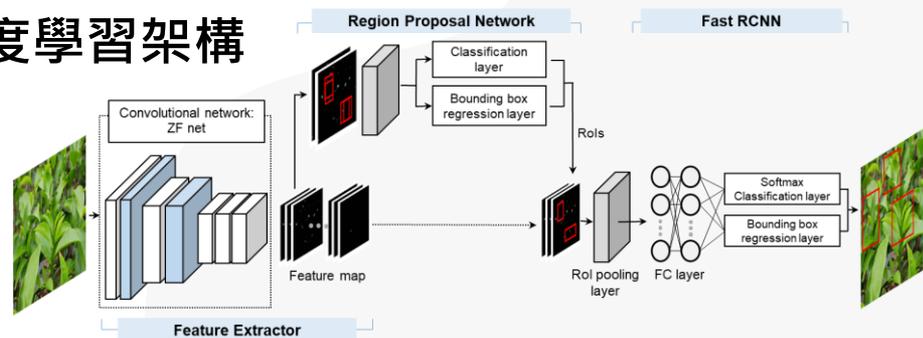
茶葉採摘點判別



▼ 考慮多元狀況蒐集實景影像



▶ 深度學習架構



相關論文發表：

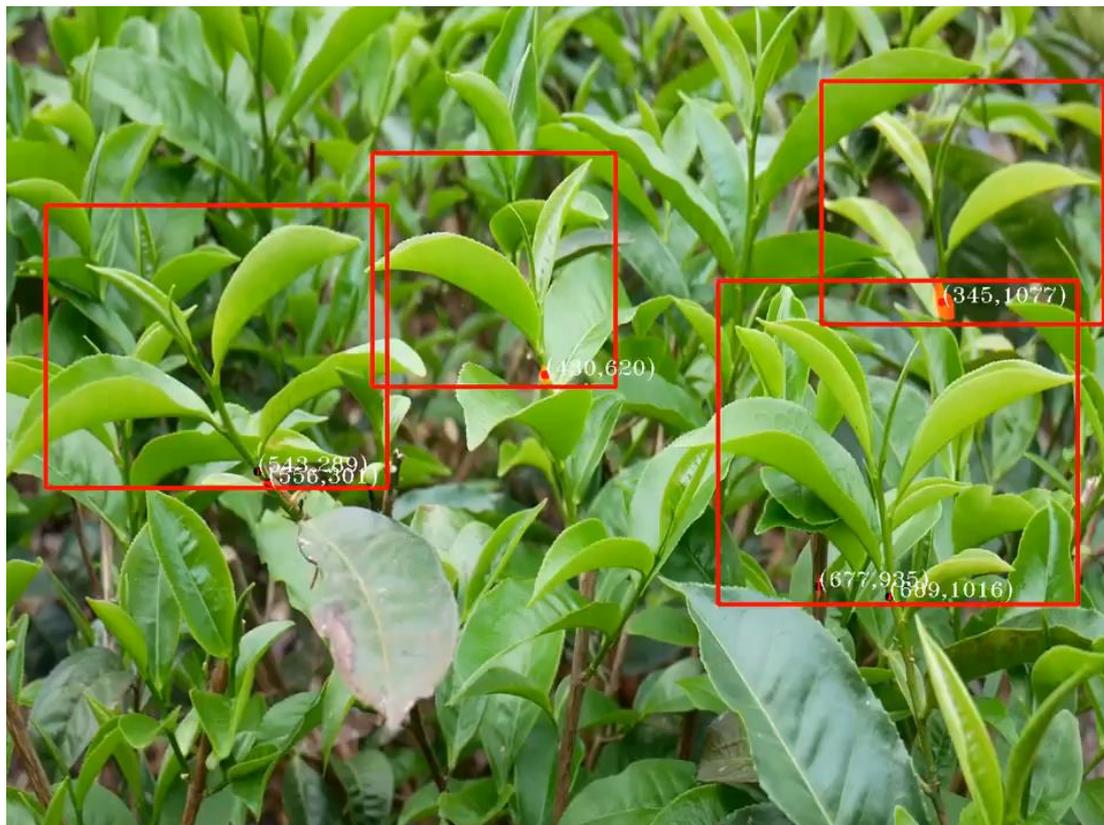
- Chen, Y.T., **Chen, S.F.*** 2020 (Feb). Localizing plucking points of tea leaves using deep convolutional neural networks. Computers and Electronics in Agriculture 171: 105298.

茶葉採摘點判別



▲ 三階段計算
取得採摘點座標

▼ 採摘位置辨識影片範例

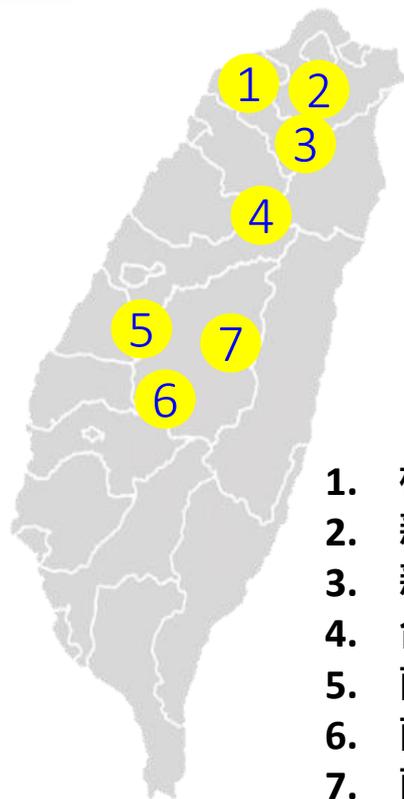


論文發表：

- Chen, Y.T., **Chen, S.F.*** 2020 (Feb). Localizing plucking points of tea leaves using deep convolutional neural networks. Computers and Electronics in Agriculture 171: 105298.

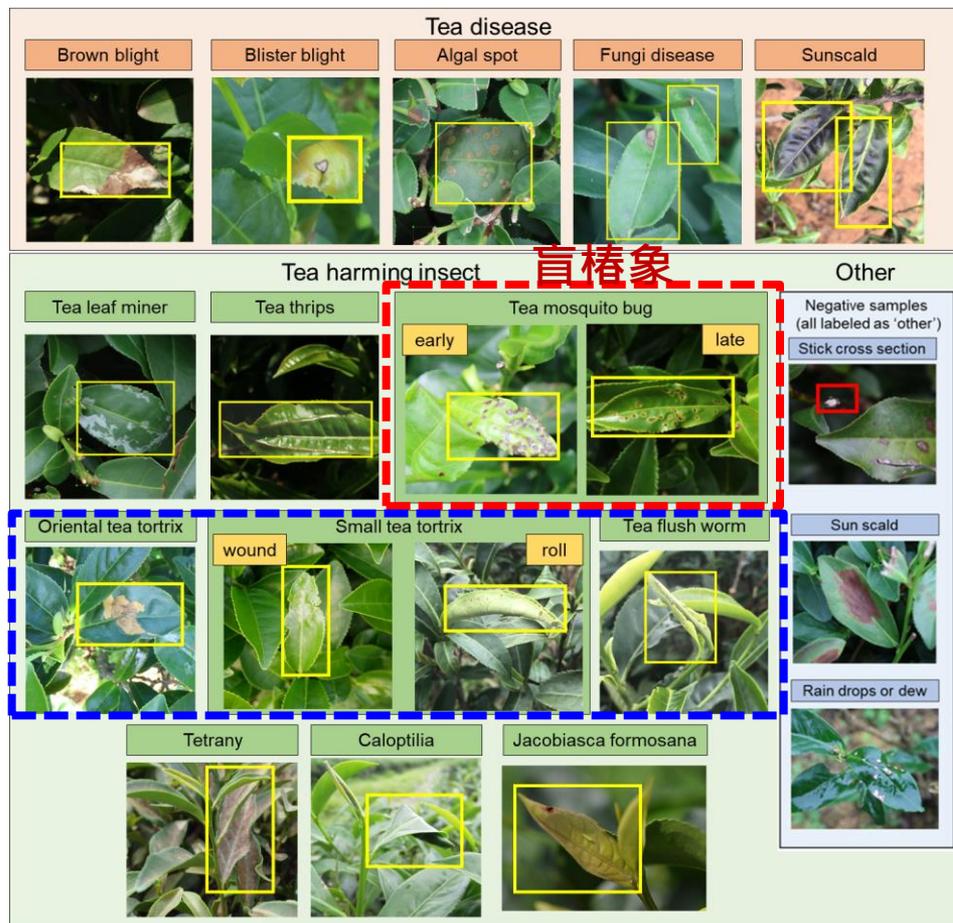
茶樹病蟲害辨識

▼ 自2016年起赴各地茶園，蒐集病蟲害葉片影像逾5000張影像



1. 桃園楊梅
2. 新北石碇
3. 新北坪林
4. 台中梨山
5. 南投名間
6. 南投竹山
7. 南投魚池

捲葉
蛾類



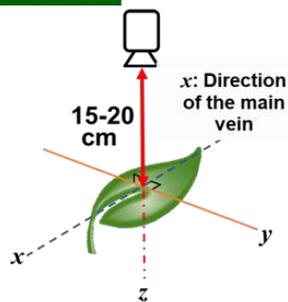
相關論文發表：

- Lee, S.H., Lin, S.R., **Chen, S.F.*** 2020 (July). Identification of tea foliar diseases and pest damage under practical field conditions using a convolutional neural network. *Plant Pathology* 69(9): 1731–1739.

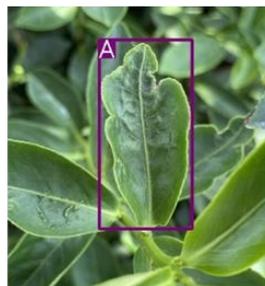
茶樹病蟲害辨識暨智能處方箋系統

葉面病斑型影像建議之拍攝角度

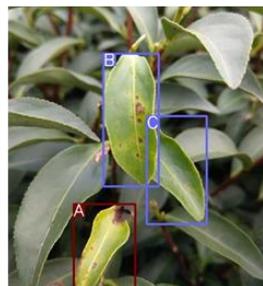
俯視垂直拍攝



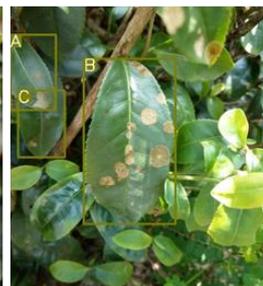
薊馬



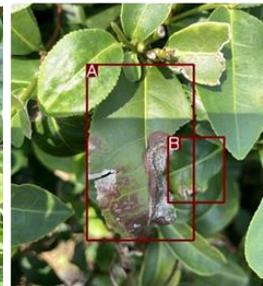
真菌性病害



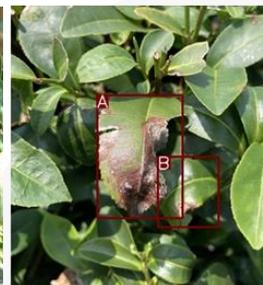
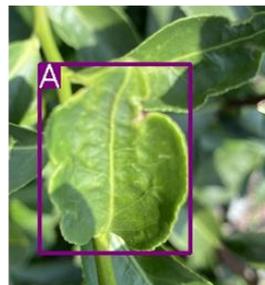
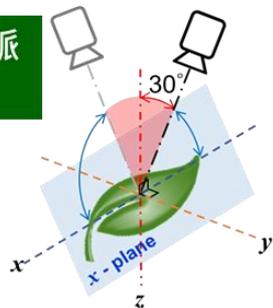
藻斑病



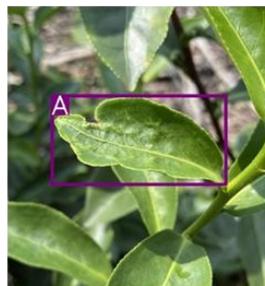
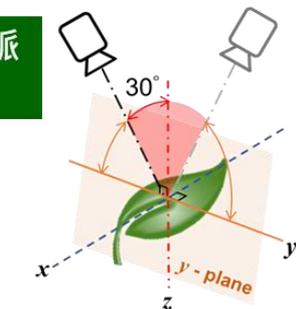
赤葉枯病



平行葉脈方向



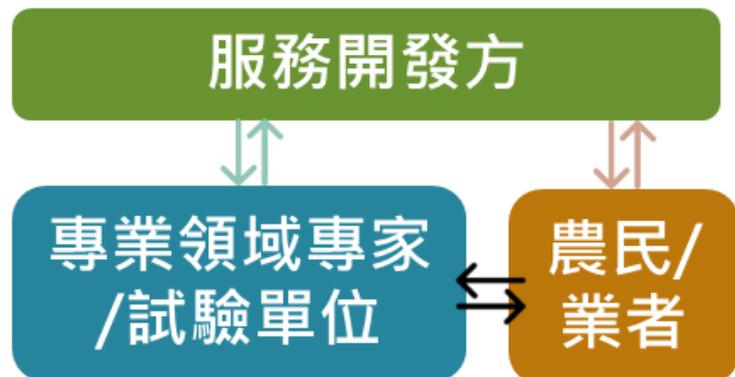
垂直葉脈方向



● 開發案例

任務考量

- 目標對象：經濟價值、產值高
- 任務目標：取代勞力密集、重複性高的任務，以自動/智能化降低人力需求
- 具影像可協助的任務內容
- 實務需求的重要性、普及性
- 可共同合作的研究團隊



乘坐式採茶機輔助駕駛系統

茶樹生長狀態識別及採收期預測

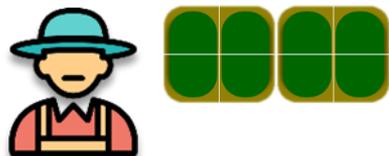
茶菁品質分級

茶樹病蟲害辨識+處方箋

蘆筍生長監測系統

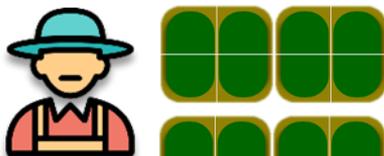
乘坐式採茶機輔助駕駛系統

採摘效率比較



By hand

10-15 kg
/person a day



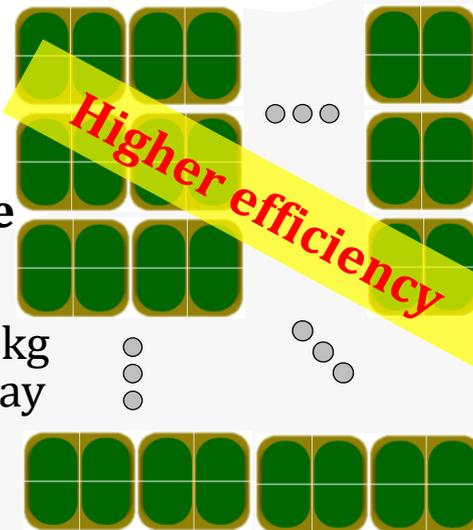
Double-carried
machine

700-1000 kg
/person a day



Riding-type
machine

4000-5000 kg
/person a day

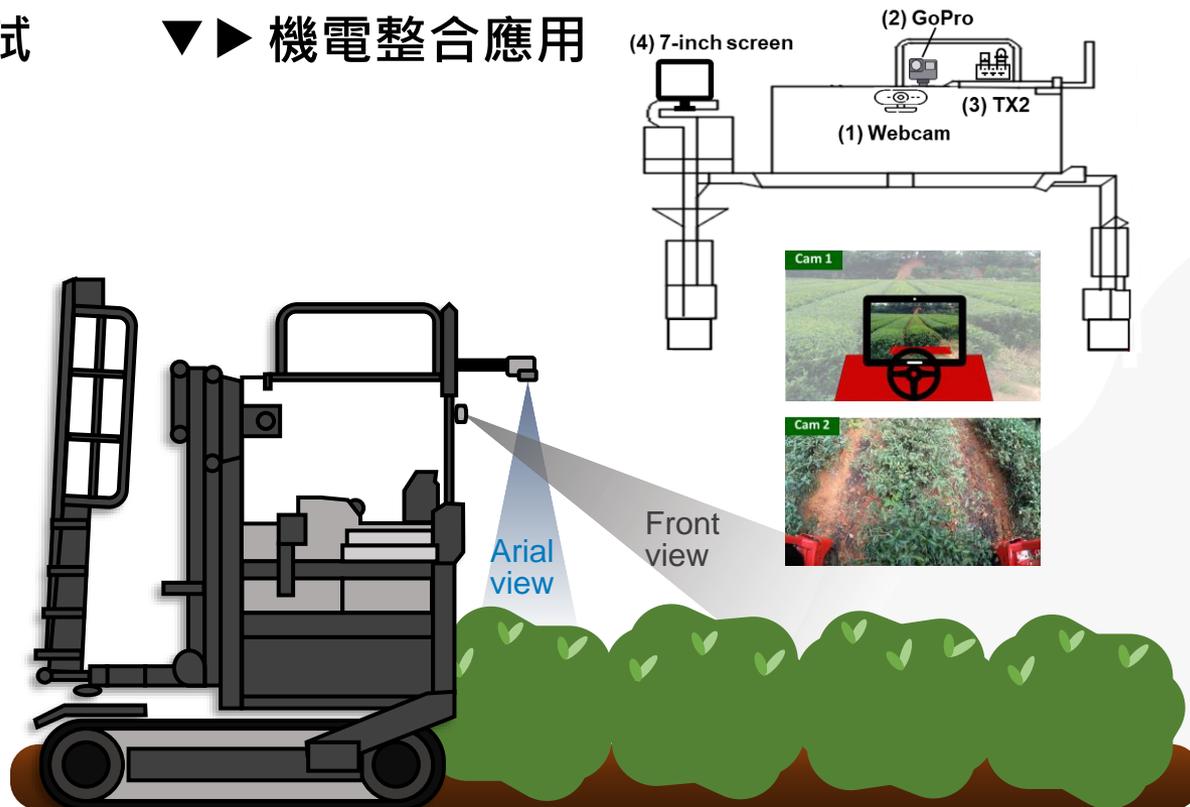


乘坐式採茶機輔助駕駛系統

▼ 茶園影像收集及系統測試



▼▶ 機電整合應用



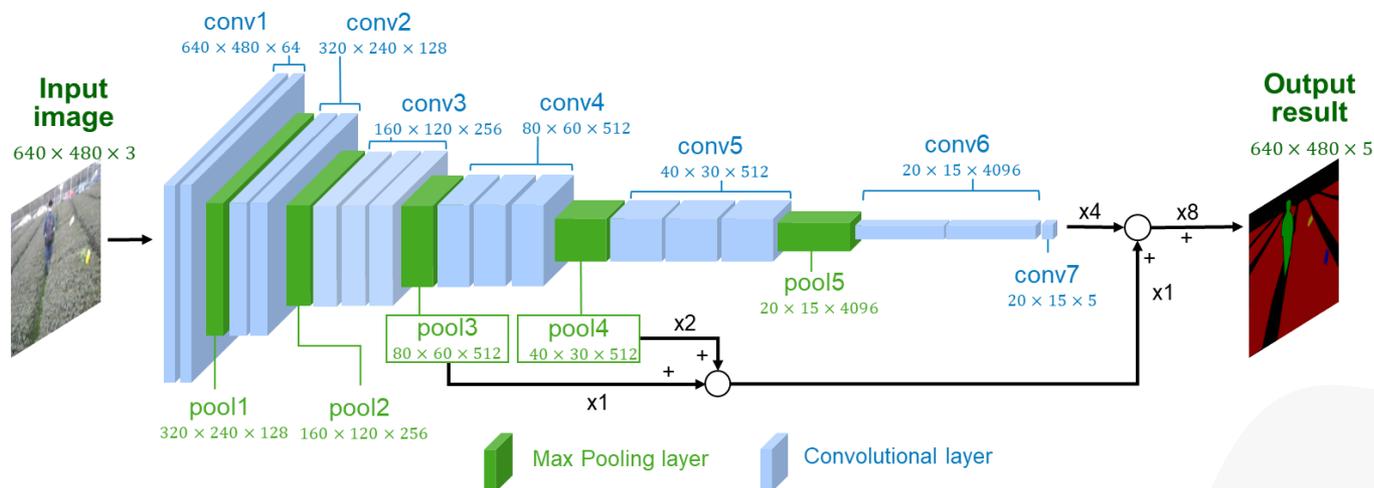
- 導航輔助系統：提供駕駛參考指引線，建議修正方向與角度。
- 附加：同步建立葉冠面之生長狀態地圖。

相關論文發表：

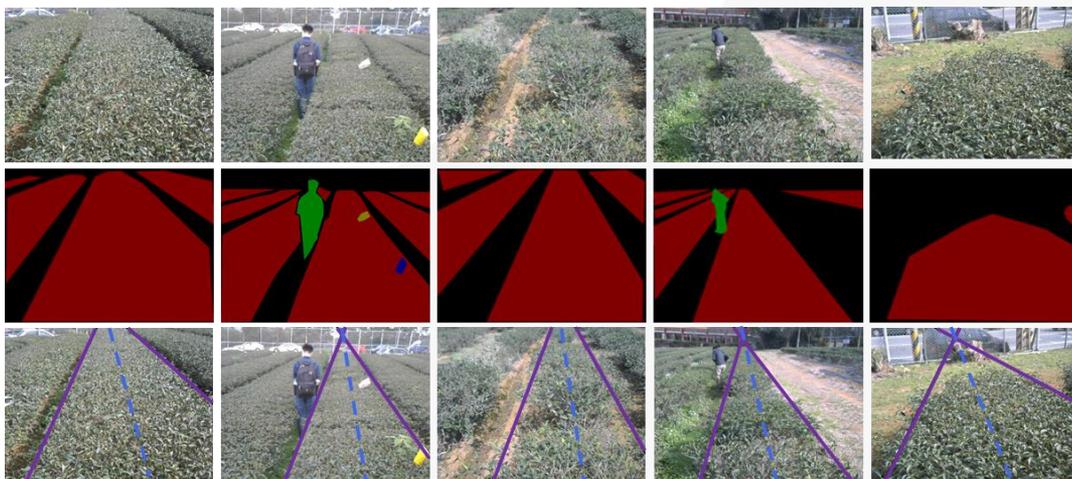
- Lin, Y.K., **Chen, S.F.***, Kuo, Y.K., Liu, T.L., Lee, S.Y. 2021 (Dec). Developing a guiding and growth status monitoring system for riding-type tea plucking machine using fully convolutional networks. Computers and Electronics in Agriculture 191: 106540.

乘坐式採茶機輔助駕駛系統

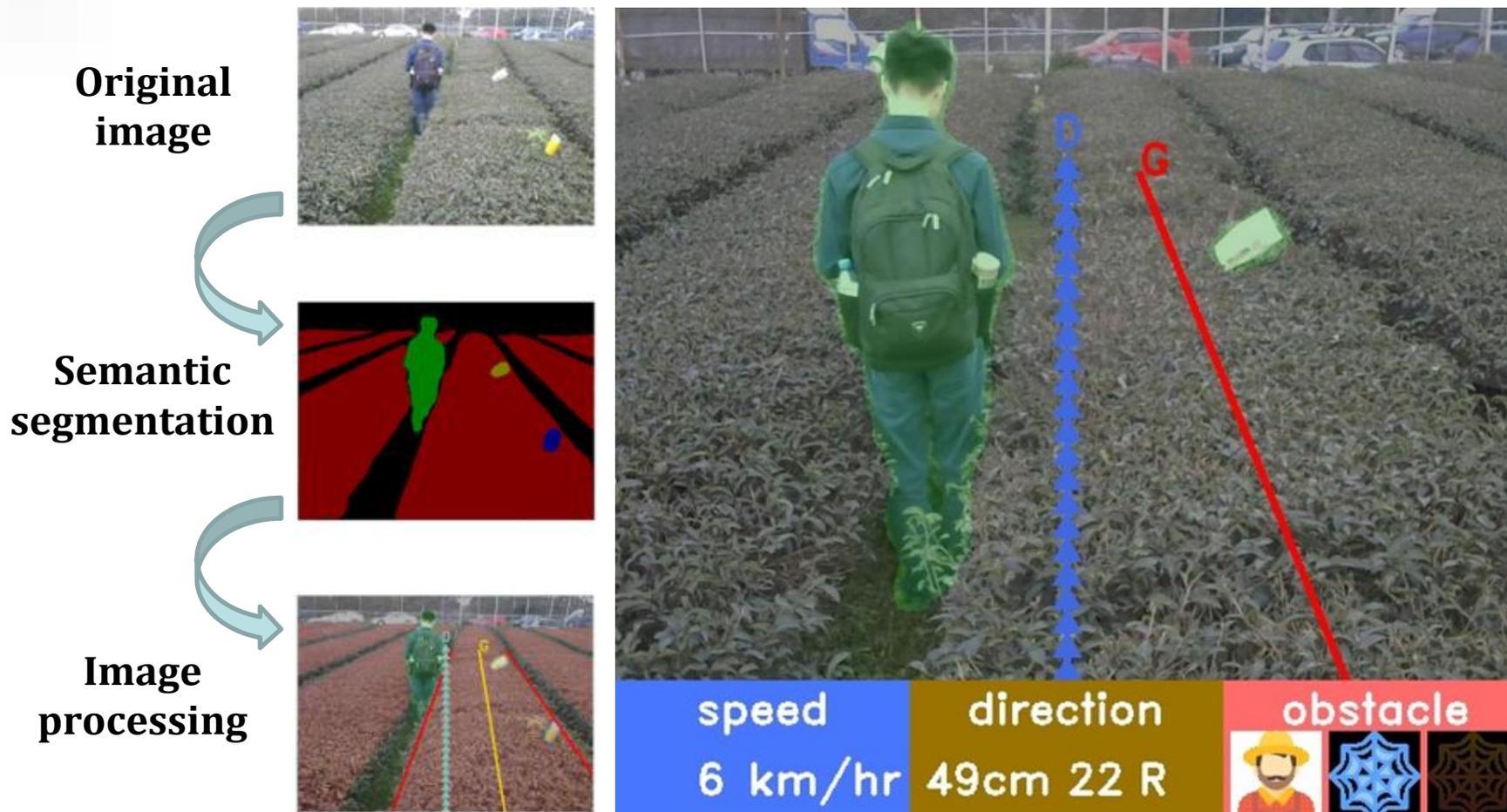
▼ 以物件分割演算法及影像處理方法，進行障礙物識別及偏向偵測



► 考慮茶樹生長疏密及茶道位置，蒐集不同情況下之訓練影像



乘坐式採茶機輔助駕駛系統

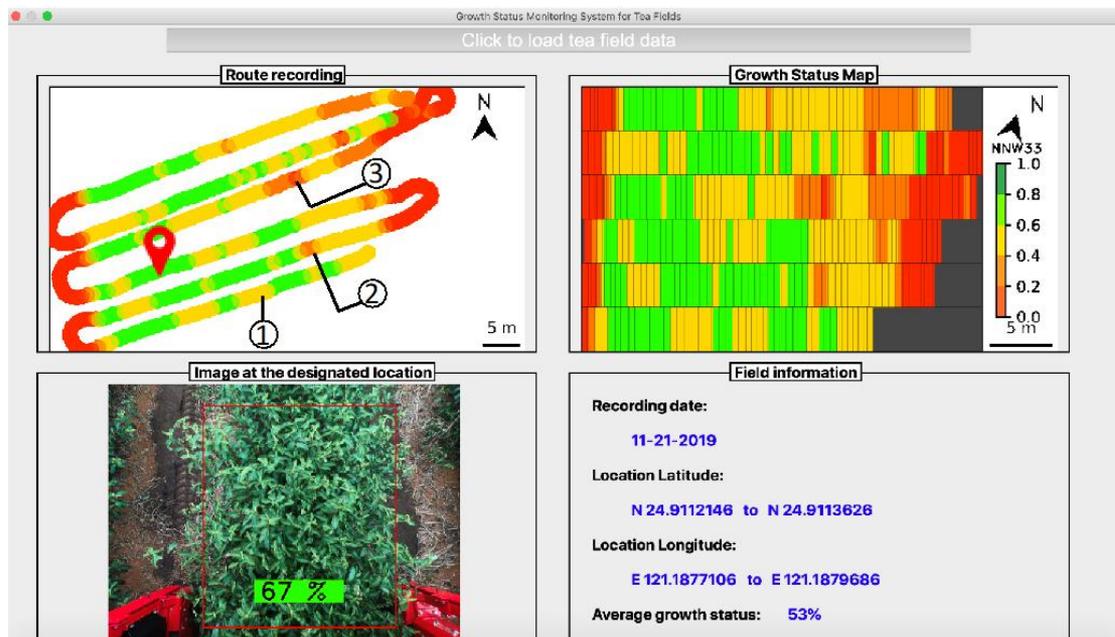
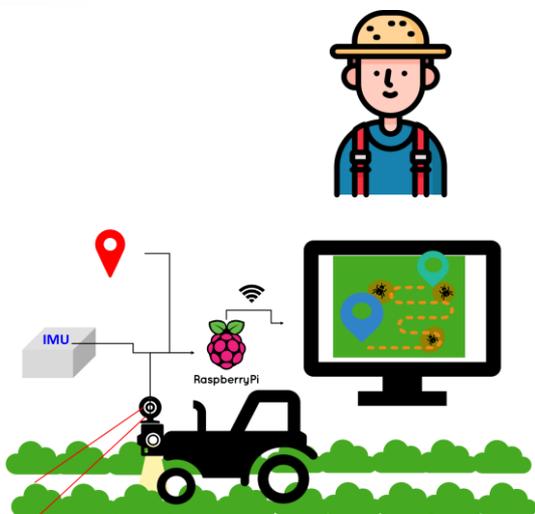


相關論文發表：

- Lin, Y.K., **Chen, S.F.***, Kuo, Y.K., Liu, T.L., Lee, S.Y. 2021 (Dec). Developing a guiding and growth status monitoring system for riding-type tea plucking machine using fully convolutional networks. Computers and Electronics in Agriculture 191: 106540.

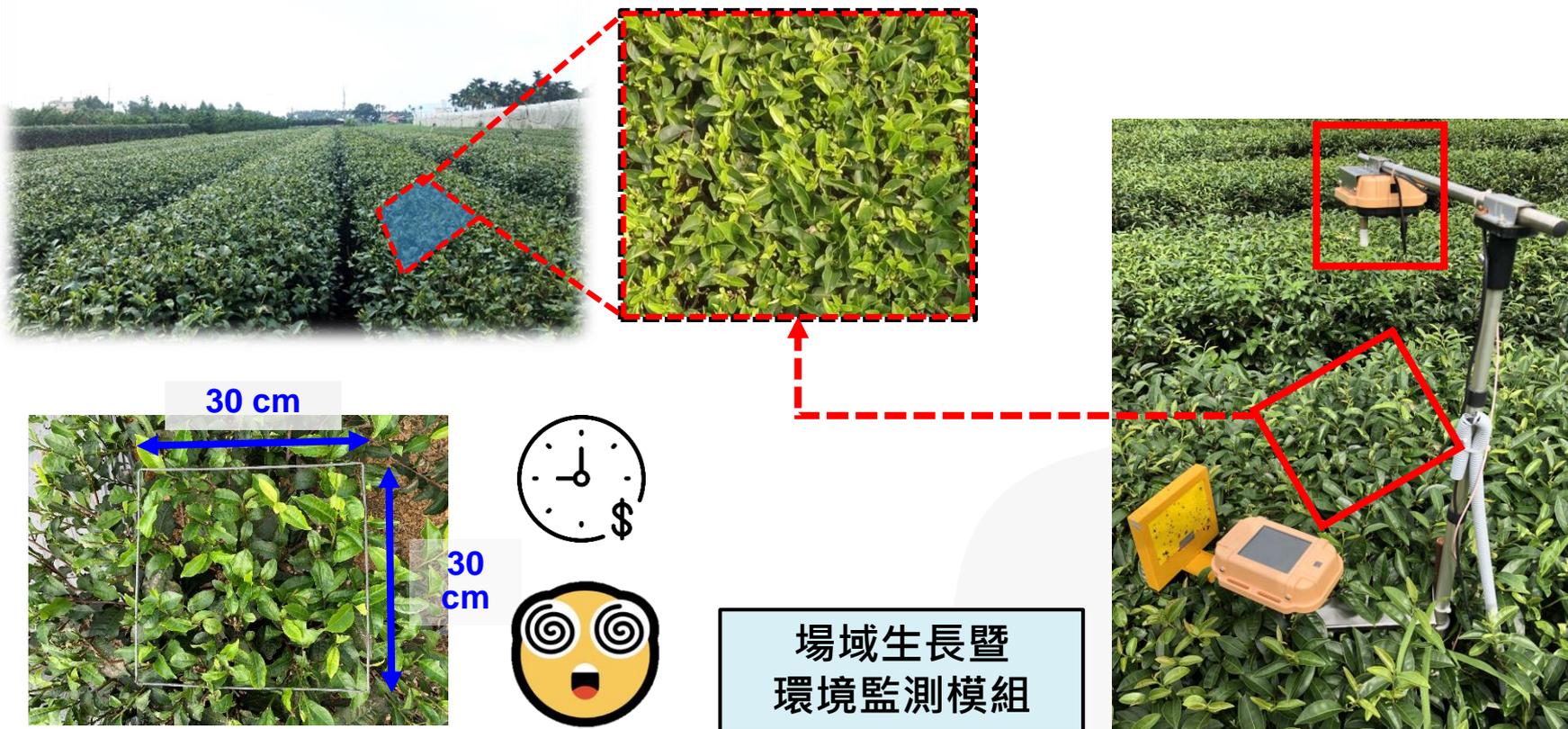
乘坐式採茶機輔助駕駛系統

▼ 場域生長狀態紀錄



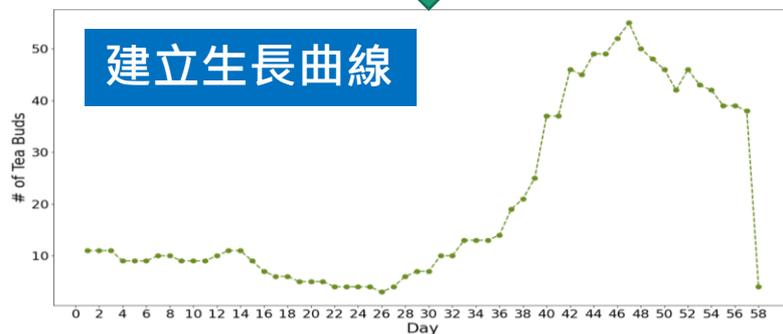
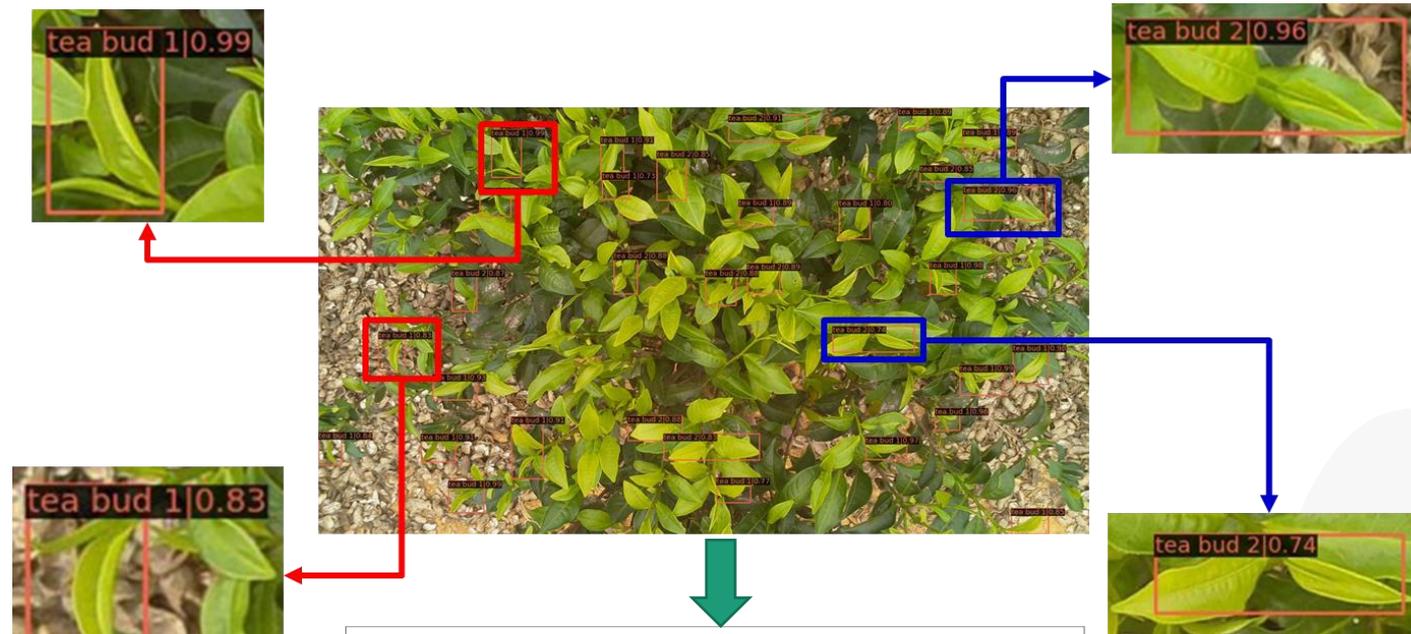
茶樹生長狀態識別及採收期預測

- ◎ 運用IoT技術進行 茶樹生長監測 及 生長參數蒐集，進而應用深度學習演算法開發 茶樹適採期預測模式。



茶樹生長狀態識別及採收期預測

▼ 模型辨識結果



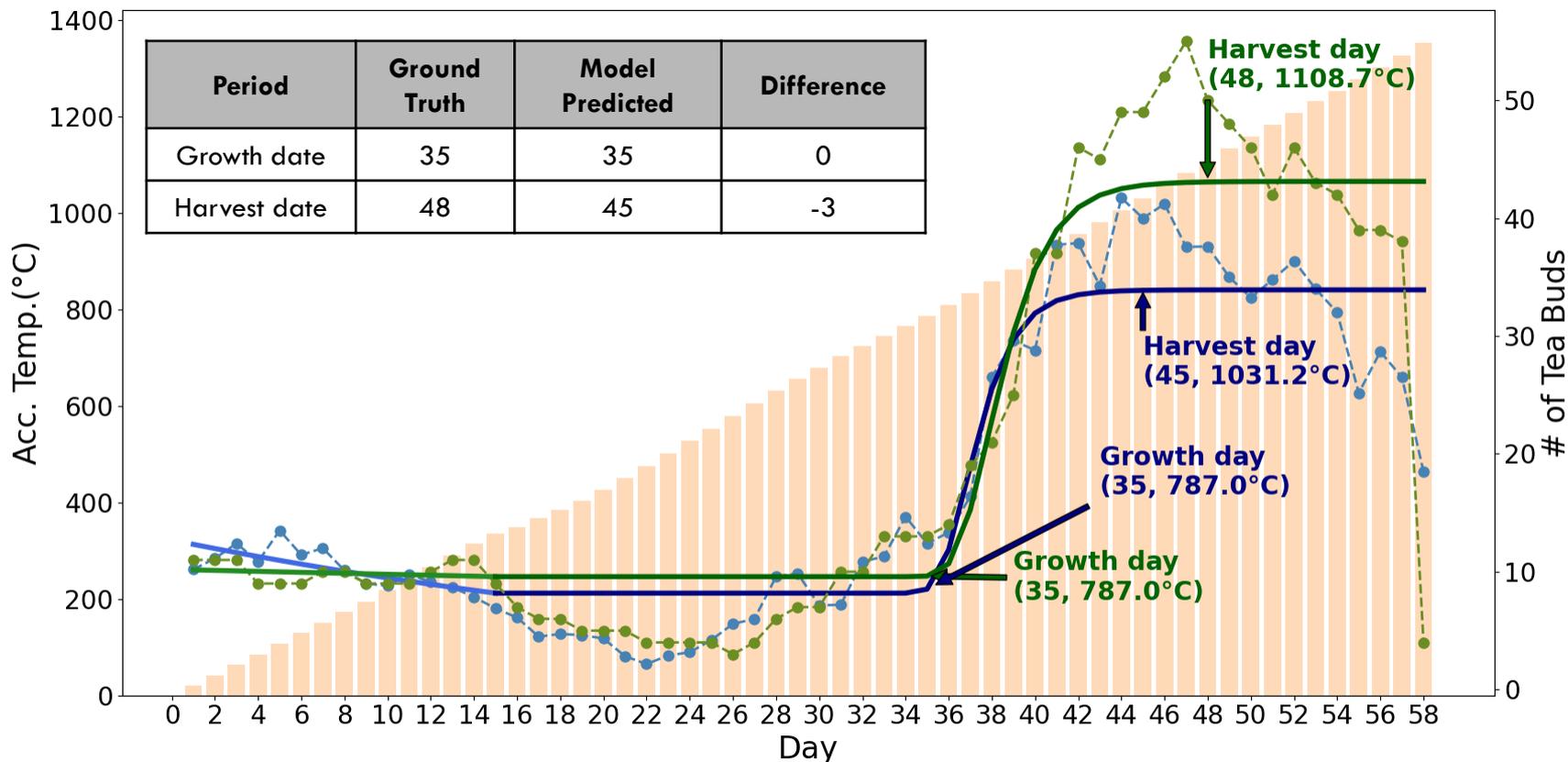
萌芽期

快速生長期

採收期

茶樹生長狀態識別及採收期預測

▼ 以數學+經驗模型預測快速生長期及最佳採收期之起始日



Green: Ground Truth / Blue: Model Predicted / Orange: Accumulative Temperature

商用茶菁品質分級

開發起源

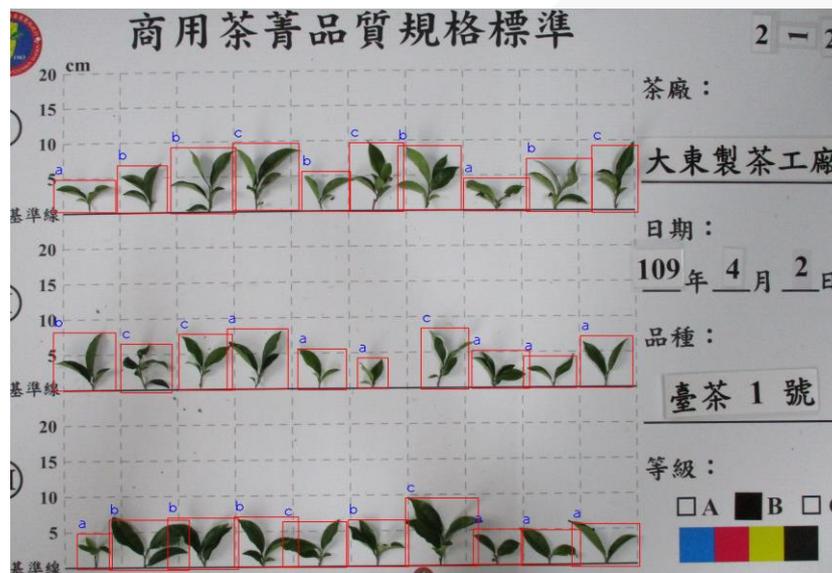
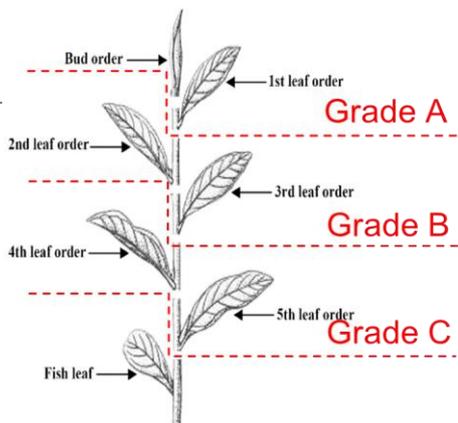
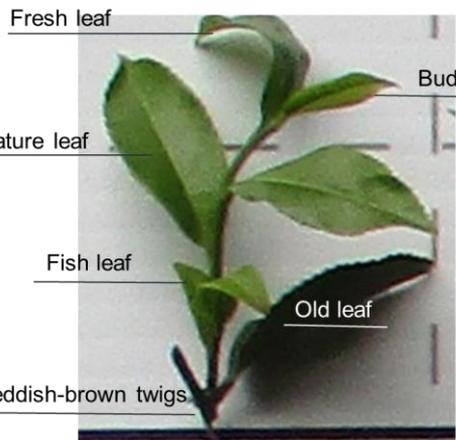
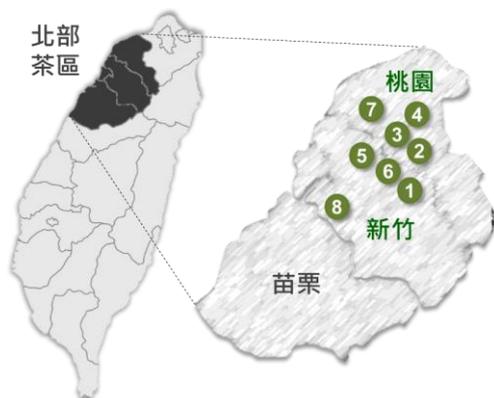
- 2019年底由於北部茶區商用茶菁採摘品質不穩定，而造成採購端的疑慮，爆發茶菁滯銷問題。



- 茶菁品質判斷方式，多依賴人力觀察，缺乏客觀標準。
- 期望**應用機器視覺協助開發商用茶菁採摘標準**，協助提高商用茶菁品質，及幫助茶農與製茶廠間達成銷售價格之共識。
- 透過有效茶菁分級，可節省後續精製加工成本。

茶菁品質分級

- 自2020年起於北部茶區商用茶廠，蒐集每季茶菁樣本及建立相應之等級標準。

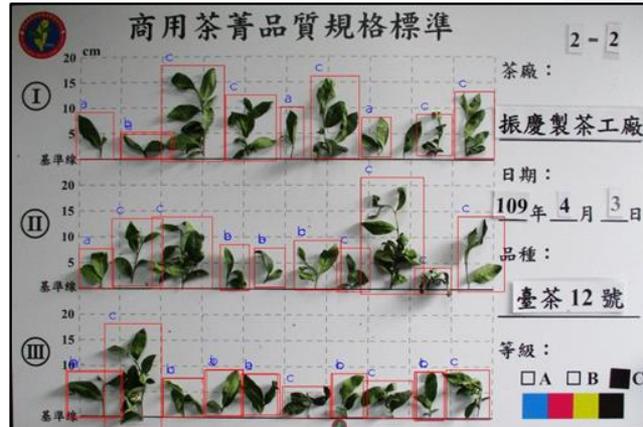


茶菁品質分級

未做資料
增量之模型

對個別單株
茶菁的定位
更準確

增量模型



狀態或取像條件
欠缺的茶菁，
仍可被正確識別

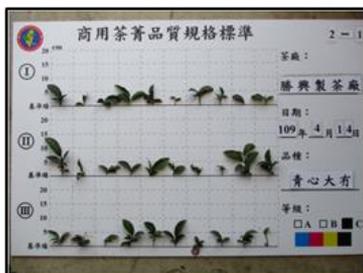
1. 枝條很長

2. 一定程度內
光照不均，
仍可識別

茶菁品質分級

批次茶菁分級分析 / Batch Fresh Tea Shoot Grading Analysis

茶葉影像 Batch: Tea Leaf Image



輸入以下資訊
Type in the following information:

使用者 / User: 勝興

茶種 / Tea Variety: TTES No.1

日期 / Date: 2021-11-08

是否開啟莖葉區域偵測功能

選擇影像
Select an Image

開始分析
Start to Analyze

1

3

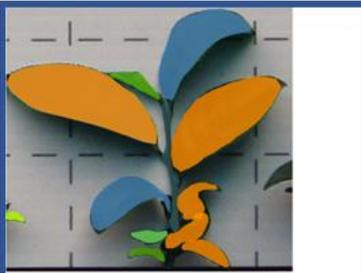
4 辨識結果 Grading Result



點此放大圖片

Grade A	Grade B	Grade C	Total
4	5	20	29
芽長平均 Length avg. (cm)		芽長標準差 Length std. (cm)	
6.5		2.19	
批次等級 前往設定 Batch Grade			
三級			

5 莖葉區域偵測 Regional Identification



心芽 Bud	嫩葉 Fresh	成熟葉 Mature	老葉 Old
0	4	4	5
魚葉 Fish Leaf	紅梗 Red Stalk	節間長 Internode Lengths (cm)	
1	0	[0.72]	

對應圖示功能說明

- 1 選擇欲分析之照片
- 2 輸入茶種、茶種、日期以供查詢使用。
※若勾選開啟莖葉區域偵測功能，
點擊 4 圖中之藍色框，
則可於 5 顯示莖葉區域偵測結果。
- 3 上傳照片及開始分析
- 4 批次茶菁等級辨識結果顯示區
- 5 單株茶菁莖葉區域偵測辨識結果顯示區

● 開發案例

乘坐式採茶機輔助駕駛系統

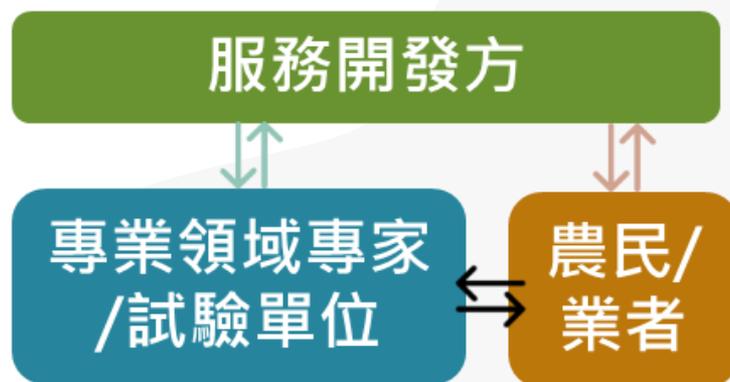
茶樹生長狀態識別及採收期預測

茶菁品質分級

茶樹病蟲害辨識 + 處方箋

蘆筍生長監測系統

影像辨識完成後，後續？



茶樹病蟲害辨識 + 智能處方箋系統



Yield loss!



Pest/Diseases
image database

Robust deep
learning model

Convenient user
interface



茶樹病蟲害影像辨識 及用藥處方箋系統



Expert
prescription

Pesticide
database



茶樹病蟲害辨識 + 智能處方箋系統

辨識出病蟲害後，農民的下一步是？

一般作物病蟲害辨識完成後，多提供連結至



茶 捲葉蛾類

茶捲葉蛾 ▼

姬捲葉蛾 ▼

黑姬捲葉蛾 ▼

防治方法：

- 1.縮短採茶週期，可抑制茶姬捲葉蛾，**黑姬捲葉蛾**之發生危害。
- 2.摘除卵塊，但應保護其中卵寄生蜂。

放入編輯區

進入藥劑編輯模式

<input type="checkbox"/> 全選	藥劑名稱 ▼	每公頃施藥量	稀釋倍數(倍) ▼	施藥方法	注意事項
<input type="checkbox"/>	10.2% 賽安勃 濃懸乳劑 (cyantraniliprole)	0.5公升	3,000	害蟲發生時施藥一次。	採收前21天停止施藥，適用於茶葉。
<input type="checkbox"/>	2.15% 因滅汀 乳劑 (emamectin benzoate)	0.5公升	2,000	害蟲發生時開始施藥。	採收前12天停止施藥。
<input type="checkbox"/>	22% 美氟綜 水懸劑 (metaflumizone)	0.75公升	1,500	害蟲發生時施藥。	1.採收前21天停止施藥。 2.具呼吸中等毒及中度眼刺激性。 3.對水生生物具毒性，勿使用於「飲用水水源水質保護區」及「飲用水取水口一定距離內之地區」。
<input type="checkbox"/>	100 g/L(10%w/v) 氟芬隆 水分散性乳劑 (flufenoxuron)	0.5公升	2,000	害蟲發生時施藥一次。	1.採收前15天停止施藥。 2.具口服中等毒。

15種用藥方式

茶樹病蟲害辨識 + 智能處方箋系統



以同時發生”黑姬捲葉蛾”及”小綠葉蟬”為例

<https://otserv2.tactri.gov.tw/PPM/menu.aspx>

茶 捲葉蛾類

茶捲葉蛾 ▾
 姬捲葉蛾 ▾
 黑姬捲葉蛾 ▾

15種用藥方式

防治方法：
 1.縮短採茶週期，可抑制茶姬捲葉蛾，黑姬捲葉蛾之發生危害。
 2.摘除卵塊，但應保護其中卵寄生蜂。

全選	藥劑名稱	每公頃施藥量	稀釋倍數(倍)	施藥方法	注意事項
<input type="checkbox"/>	10.2% 賽安勃 濃懸乳劑 (cyantraniliprole)	0.5公升	3,000	害蟲發生時施藥一次。	採收前21天停止施藥，適用於茶葉。
<input type="checkbox"/>	2.15% 因滅汀 乳劑 (emamectin benzoate)	0.5公升	2,000	害蟲發生時開始施藥。	採收前12天停止施藥。
<input type="checkbox"/>	22% 美氯鎰 水懸劑 (metaflumizone)	0.75公升	1,500	害蟲發生時施藥。	1.採收前21天停止施藥。 2.具呼吸中等毒及中度眼刺激性。 3.對水生生物具毒性，勿使用於「飲用水水源水質保護區」及「飲用水取水口一定距離內之地區」。
<input type="checkbox"/>	100 g/L(10%w/v) 氟芬隆 水分散性乳劑 (flufenoxuron)	0.5公升	2,000	害蟲發生時施藥一次。	1.採收前15天停止施藥。 2.具口服中等毒。

茶 小綠葉蟬

小綠葉蟬 ▾

防治方法：
 1.改善茶園通風，可減輕該蟲發生。
 2.為兼顧安全用藥，並提高烏龍茶之獨特香味，夏季應減少施藥次數。

29種用藥方式

全選	藥劑名稱	每公頃施藥量	稀釋倍數(倍)	施藥方法	注意事項
<input type="checkbox"/>	24.7%(W/V) 賽速洛寧 膠囊水懸濕劑 (thiamethoxam + lambda-cyhalothrin)	0.25公升	4,000	萌芽初期害蟲發生時施藥。	1.採收前21天停止施藥。 2.具口服呼吸中等毒；蜜蜂劇毒。 3.對水生生物具毒性，勿使用於「自來水水質水質保護區及飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區」。
<input type="checkbox"/>	28.8% 益達胺 溶液 (imidacloprid)	0.1公升	9,000	萌芽初期害蟲發生時施藥。	1.採收前12天停止施藥。 2.具口服及呼吸中等毒、對眼具中度刺激性。
<input type="checkbox"/>	10% 氟尼胺 水分散性粒劑 (flonicamid)	0.35公斤	3,000	萌芽初期害蟲發生時施藥。	1.採收前21天停止施藥。 2.具呼吸中等毒、嚴重眼刺激性及中度皮膚刺激性。
<input type="checkbox"/>	16% 可尼丁 水溶性粒劑 (clothianidin)	0.25公斤	4000	萌芽初期害蟲發生時施藥。	1.採收前21天停止施藥。2.對蜜蜂劇毒。3.對水生生物具中等毒性，勿使用於「飲用水水質水質保護區」及「飲用水取水口一定距離內之地區」。

➡ 如果是植物醫生在現場，會給甚麼建議？

茶樹病蟲害辨識 + 智能處方箋系統

一般用藥
專家建議

用藥與防治資訊	螟蛾類	夜蛾類
第滅寧 (IRAC-3A)	○ (10日)	○ (10日)
丁基加保扶 (IRAC-1A)	☆	☆
庫斯蘇力菌ABTS-351	○	○
黏澤蘇力菌ABTS-1857	○	○
黏澤蘇力菌NB-200	○	○
賽洛寧 (IRAC-3A)		○ (10日)
賜諾特 (IRAC-5)		○ (12日)

↑
專家建議用藥

優先表列
共通用藥

→ 安全採收期

非用藥防治資訊

Name

害蟲/鱗翅目害蟲/螟蛾類
耕作防治
生物防治

耕作防治資訊

採用國際GAP規範進行耕作作業

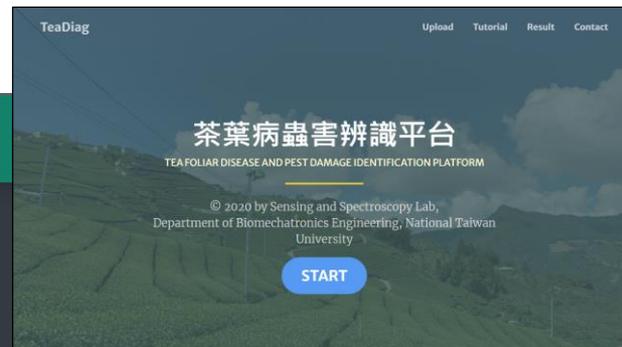
生物防治資訊

利用天敵進行生物防治作業。

- 將open data與專家資料整合成一資料庫。
- 根據用藥繼承關係、安全採收期與作用機制等建立索引。
- 提供病蟲害照片即時辨識、多病蟲害共同用藥資訊、專家建議防治等資訊介面的開發。

茶樹病蟲害辨識 + 智能處方箋系統

Website Service - 'TeaDiag'



TeaDiag

病蟲害檢測結果
Identification Result

Image ID: 95128011

預測結果

重新上傳 REUPLOAD
請回報使用問題

結果分項說明

- A: 赤葉枯病 Brown blight, score: 0.995
 - B: 茶餅病 Blister blight, score: 1.000
- 查看建議用藥

茶樹病蟲害用藥查詢

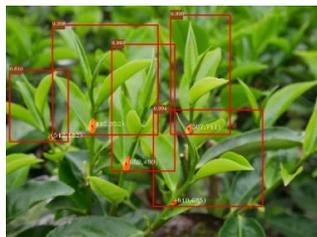
病蟲害名稱:

- 真菌及類菌 赤葉枯病
- 真菌及類菌 茶餅病

新增一列查詢 關鍵字搜尋 照片辨識 顯示劑型與濃度

一般用藥	赤葉枯病	茶餅病
百克敏 (FRAC-11)	○ (21日)	○ (21日)
扶吉胺 (FRAC-29)	○ (12日, 18日)	
三氟派瑞	○ (14日)	
得克利 (FRAC-3)	○ (15日)	
噴硫脒 (FRAC-M9)	○ (20日)	

開發案例



任務考量

- 目標對象經濟價值
- 任務目標：取代勞力密集、重複性高的任務，以自動/智能化降低人力需求
- 分析影像可協助的任務內容

- 實務需求的重要性、普及性
- 可共同合作的研究團隊

服務開發方

專業領域專家
/試驗單位

農民/
業者

早期

1

茶葉採摘點判別

2

茶樹病蟲害辨識 + 智能處方箋系統

3

乘坐式採茶機輔助駕駛系統

4

茶樹生長狀態識別及採收期預測

5

茶菁品質分級

其他應用

6

蘆筍生長監測系統

近期



深度學習好上手嗎？

答：線上有許多開源的資源可供使用，即使是對初期入門者也可以在短時間中建立起自己的專案任務。
(關鍵差別在模型表現的優劣)

開源的深度學習框架 (Deep Learning Framework)



● 深度學習框架之比較



Torch & PyTorch(Python version)：Facebook AI Team開發，較易於理解、使用介面設計良好，目前最多人使用的深度學習框架。



Keras & TensorFlow：由於TensorFlow難上手，而Keras容易使用但使用彈性差，Google於2017年將兩者整合。



Jax：Google團隊2022年最新推出的框架，有很好的應用潛力，但目前絕大多數人還是使用PyTorch 為主



其他：還有許多其他研究團隊所推出的框架，只要覺得用起來合適，沒有哪個一定比較好。





電腦沒有GPU怎麼辦？

(Graphics Processing Unit, 圖形處理器)



Image: Brad Chacos/IDG

答：沒有自建的合適環境及GPU可跑模型訓練時，可先嘗試使用一些線上免費伺服器資源，如：Google提供的Colab、Kaggle notebook等。

但若想長期進行模型訓練，仍以自建伺服器較可提供穩定的訓練環境，免於擔心連線中斷而導致訓練中止。

GPU雲端資源：免費 / 有限度的試用 / 付費使用

colab

kaggle



Google Cloud



Jupyter notebook + GCP



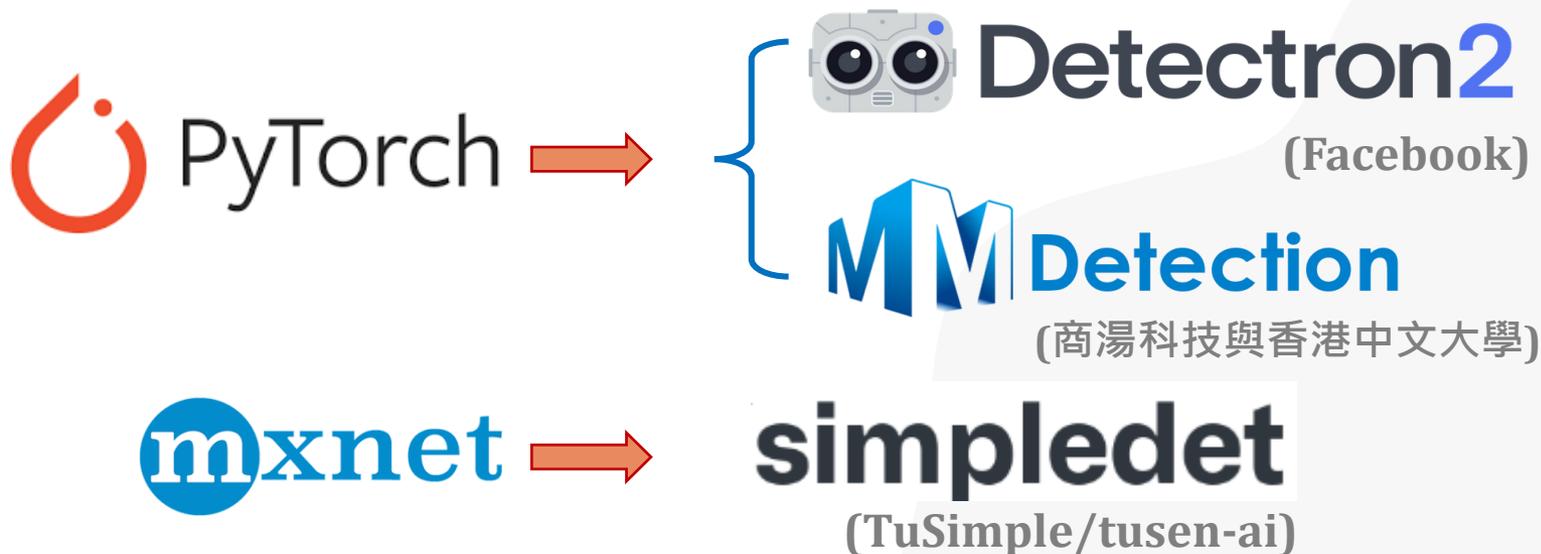
Amazon SageMaker

Amazon AWS



模型的程式碼都要從零開始手刻嗎？
有沒有開源工具可以直接使用他人
已寫好的模型呢？

答：手刻程式碼可奠定程式撰寫實力，並可大幅提升需可調整模型結構的彈性，但門檻較高。線上亦有不少開源工具資源，支援物件辨識的開源工具箱(Toolkit)，如下所示：





影像識別有哪些任務類型及標註方式?

① 影像分類
(Image Classification)



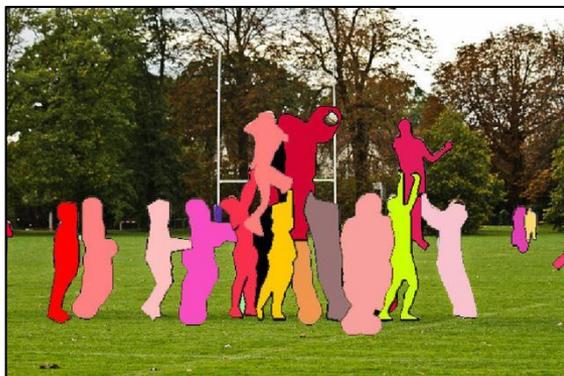
物件偵測 ②
(Object Detection)

③ 語義分割
(Semantic Segmentation)



圖中的每個像素都屬於某個類別

④ 實例分割 = ② + ③
(Instance Segmentation)



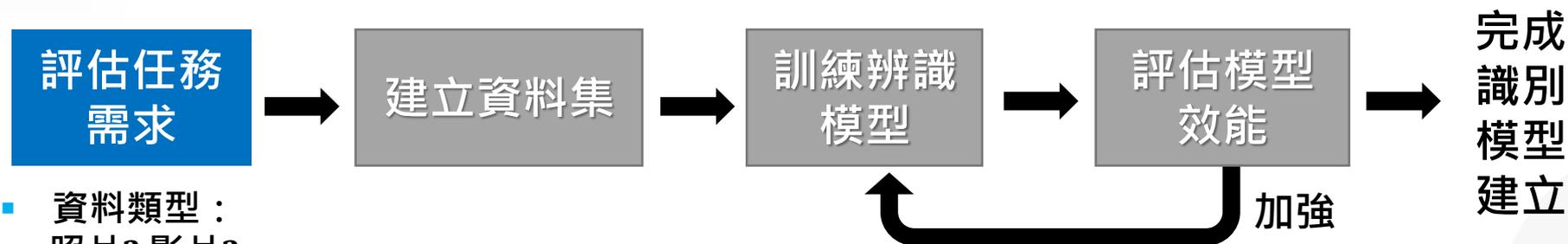
圖中的每個人以不同顏色做區分

⑤ 全景分割 = ③ + ④
(Panoptic Segmentation)



圖中的每個像素都屬於一個類別
並對類別中的子類別做區隔

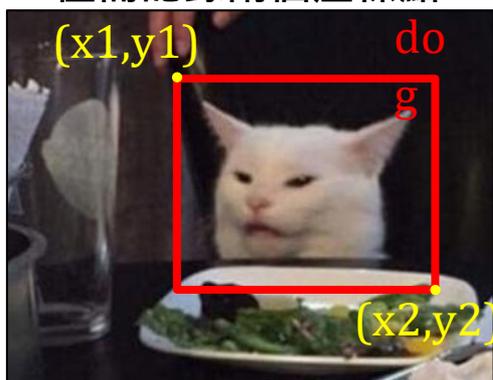
● 影像識別模型建立流程(1/4)



- 資料類型：
照片? 影片?
- 任務類型：
分類或分割?
- 標註方式：
框? 輪廓?
- 識別方法?
- 其他特殊需求?

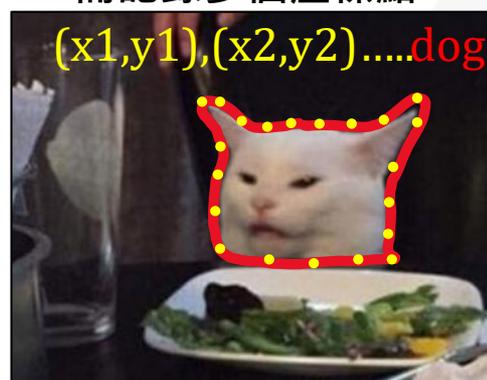
辨識框(矩形, bounding box)

僅需記錄兩個座標點



辨識輪廓(不規則形)

需記錄多個座標點



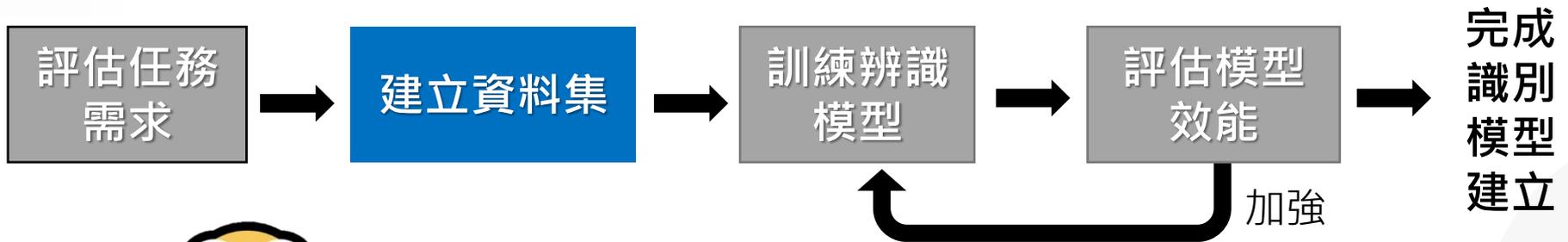
優點 複雜度低, 速度快, 標記容易

具更高的自由度, 可避免框選到其他物體

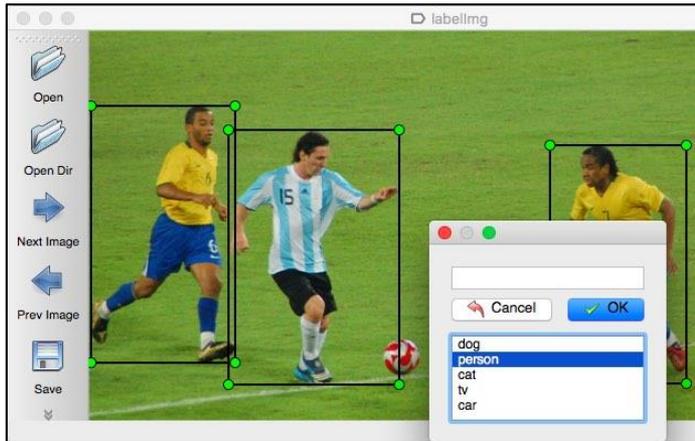
缺點 無法排除辨識框區域內的其他物件

標記耗時, 計算複雜度相對高

影像識別模型建立流程(2/4)



使用標註工具將原始影像集處理為欲進行訓練的資料集



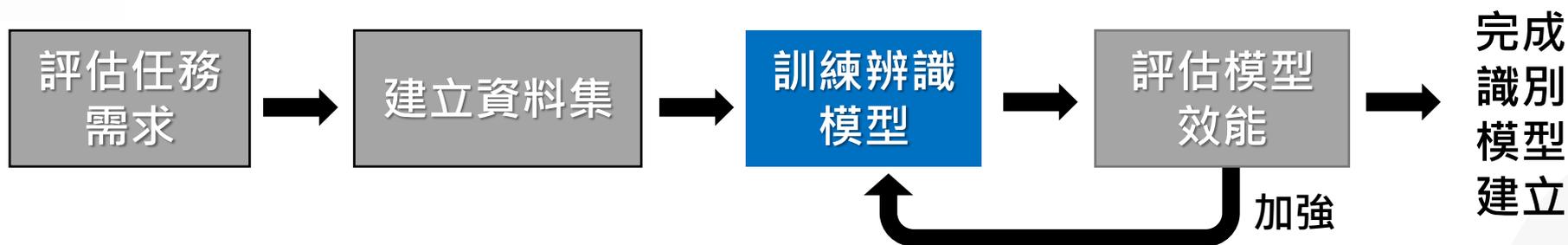
以LabelImg標註矩形框，並輸出XML標註檔



以labelme標註輪廓，並輸出json標註檔



● 影像識別模型建立流程(3/4)



雲端伺服器



開源Toolkit



開Train~

colab

或其他線上資源



Detectron2

或其他函式庫

Detectron2

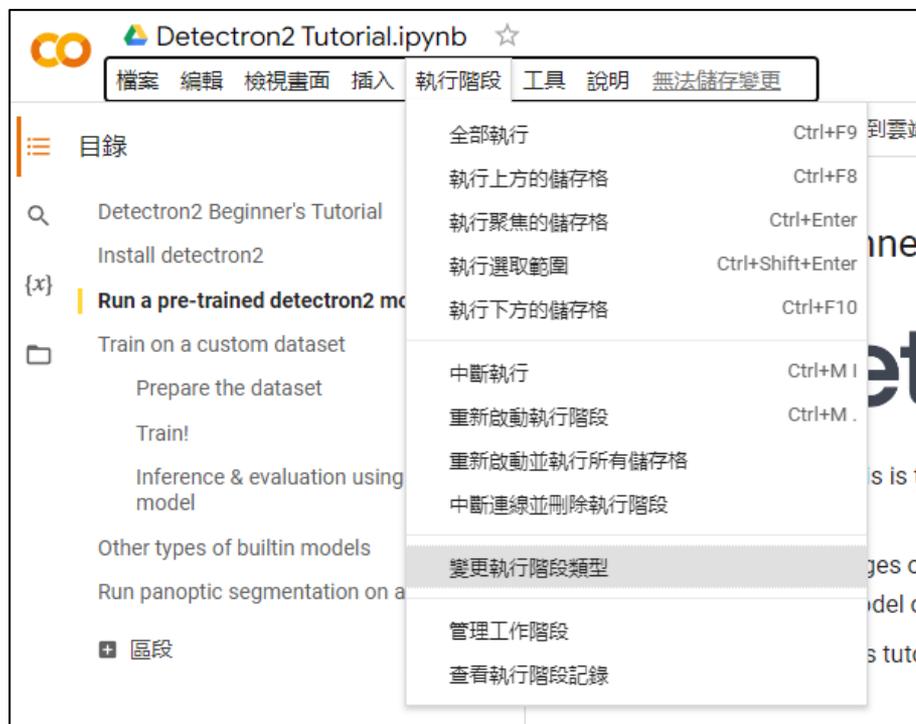
- 提供完善的Colab使用介紹，包含安裝、訓練、demo等。
- 開發快速，有完善的model支援與Dataloader。
- Linux作業系統環境。

● colab 使用

如何在Colab中使用GPU資源?

[執行階段] → [變更執行階段類型] → [GPU]

Colab中可用的GPU包括Nvidia K80、T4、P4和P100，但使用者無法選擇，免費版notebook最長可執行12小時，可使用之記憶體約10GB。





Detectron2 進行模型訓練

<https://github.com/facebookresearch/detectron2>

Step 0 : Import需要的函式庫

Step 1 : 註冊資料集

Step 2 : 配置模型與參數

Step 3 : 開始訓練

1 測試訓練可以先使用內建有註冊的公開資料集做訓練(coco, VOC)。
若是想要使用自己的資料集訓練則需要利用 detectron2 提供的註冊函式 (detectron2/data/datasets)。

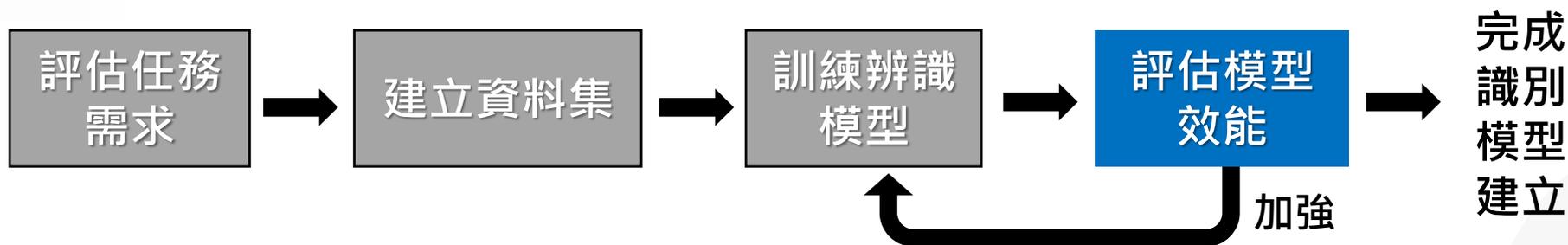
2 .yaml檔:負責設定各項使用者定義參數 (測試時同樣可以不用做修改)。

3 Detectron2在tools中有提供train_net.py，輸入相關參數可以直接開始訓練。
若是希望自由度更高的訓練方式，可選擇自行撰寫訓練程式，Detectron2亦有提供範例程式做為參考(plain_train_net.py)。

MMDetection

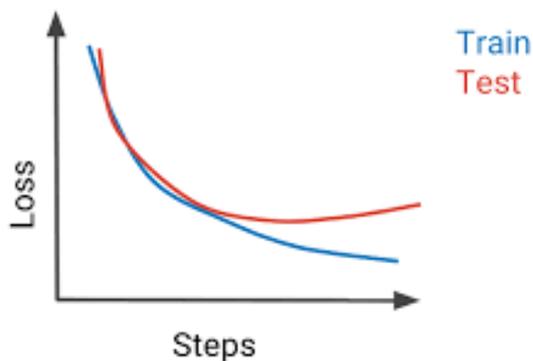
若想使用 MMDetection，流程相近，可於github上找到詳細說明 (<https://github.com/open-mmlab/mmdetection>)。

● 影像識別模型建立流程(4/4)



資料集將切分成訓練集(Training set)與測試集(Testing set)。

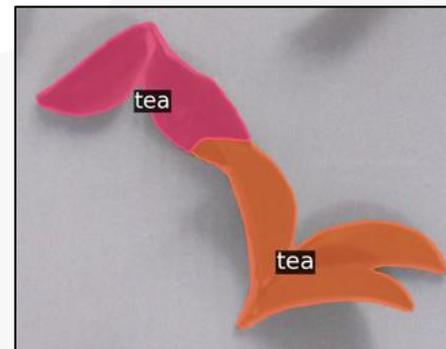
以測試集中的表現評估模型效能，若效果不佳，則考慮可能原因 (影像數量是否足夠、標註是否合適、選用結構的特徵擷取能力)，進行加強。



觀察模型的訓練流程

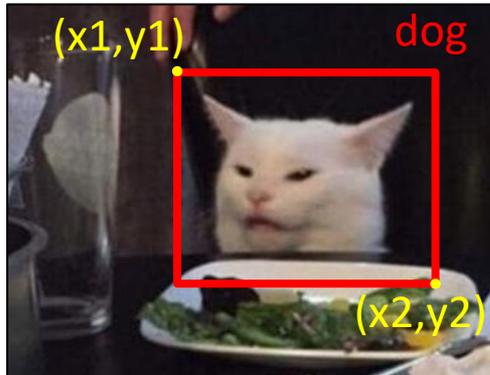
		Actual class	
		1	0
Predicted class	1	True Positive	False Positive
	0	False Negative	True Negative

觀察精準度、召回率等指標



直接觀察模型辨識效果

Can AI Take Over All the Tasks?



Media saying AI will take over the world



My Neural Network



AI will take over soon

<https://pbs.twimg.com/media/Erxtcm4WMAEn2ov.jpg>

感謝經費提供機構、合作單位、
及眾lab成員的努力。



敬請指教！

