

二、研究計畫內容：

(一) 摘要

隨著全球農業自動化的快速發展，許多農場開始尋求降低人力成本並提升作業效率的方法。在番茄種植過程中，採摘階段往往是最仰賴人力且具挑戰性的工作之一，尤其在狹窄的農道環境下，工人需要來回移動並手動挑選成熟的番茄，這不僅增加了勞動強度，也可能影響採收效率與準確性。此外，現今農業勞動力短缺的問題愈發嚴重，促使我們思考如何透過科技來解決這一挑戰。我們希望結合深度學習技術、影像辨識、輪型機器人與機械手臂，設計一套自動化番茄採摘系統。其中，我們計畫運用 YOLOv7 物件偵測技術，即時辨識並定位成熟番茄，並搭配機械手臂進行精確摘取，以取代部分人工作業，提升採收的效率與準確度。透過此研究，我們希望為農業機器人領域提供更有效的技術方案，進一步推動智慧農業的發展。

(二) 研究動機與研究問題

研究動機：

有一次回鄉下，我看到親戚們在採番茄，他們蹲在地上，一顆一顆慢慢摘。我站在旁邊看了一會兒，發現這工作不只累，還很傷身體。長時間彎腰或蹲著，對腰、膝蓋的負擔很大，尤其是年紀大一點的長輩，更是吃不消。當下我就在想：為什麼這不能交給機器來做？如果有一台自動採番茄的車，不就能省時省力，還能保護農民的健康嗎？現在農業勞動力越來越少，靠人工採收不只慢，還要花很多錢請工人，遇到人手不足的時候，還可能錯過最佳採收時間。親戚就跟我抱怨過，說人不好請，而且蹲一整天，回家腰都直不起來。我聽了真的覺得，如果能讓機器幫忙，應該能改善這些問題。所以，我決定設計一台自動採摘番茄的輪型車。這台車會用影像辨識技術來找出成熟的番茄，再用機械手臂或夾取裝置來精準採摘，最後搭配輪型移動系統，讓它可以在農田裡靈活行走。我希望這樣的機器能減少農民的工作負擔，提高採收效率，甚至降低人力成本。最重要的是，我希望有一天，當親戚們再進到田裡，不用再蹲得腰酸背痛，而是輕鬆看著機器來回運作，讓農業採收變得更輕鬆、更智能！

研究問題：

1. 如何運用 YOLOv7 技術精確辨識並定位成熟番茄，以確保機械手臂能夠順利進行採摘
2. 在狹窄農道環境下，如何設計合適的輪型機器人來移動與調整機械手臂的採摘位置
3. 如何最佳化機械手臂的動作，以確保採摘過程穩定且不損傷番茄
4. 在不同光照、遮蔽物（如葉片）與番茄成熟度條件下，YOLOv7 的辨識準確率與適應性如何提升
5. 如何整合影像辨識、機械手臂與輪型機器人，使系統能夠自主規劃行動並進行高效採摘

(三) 文獻回顧與探討

1. YOLO 物件偵測技術

YOLO 在物件偵測的領域中是非常熱門的模型之一作者

Allen Tzeng 在論文[1] Allen Tzeng, You Only Look Once : Unified, Real-Time Object Detection 中提到 YOLO 是一個非常快速且用於圖像辨識的技術，利用 GPU 的運行，對整張圖片進行全面性的推導，相較於 DPM 及 R-CNN 有更傑出的表現，並且 YOLO 可以學習到物件的特徵以利於後續在訓練/測試上，雖然精準度還不能達到第一流的等級，但程式碼完全開源，在使用上也有需多預訓練的模型可供使用。

2. YOLO 運用於智慧農業

根據農業部統計[2]，台灣的農業人口從 2016 年開始逐年減少，作者 Ming-Wei Xu 在論文[3] Digital Imaging System Applied to Smart Agricultural Crops 中提到隨著人工智慧、物聯網、大數據的技術普及，全球農場逐漸走向智慧農業發展，來解決現今農業面對的挑戰，使用 OpenCV 分析攝像機拍攝的萵苣影像，計算葉面積並提供成長數據；同時透過 YOLO 進行影像辨識，區分作物的生長階段（初期、成長期、成熟期）、相似品種、多種類作物、作物疾病及蟲害類型，協助使用者全面掌握作物生長與健康狀況。凸顯了對於 YOLO 使用在智慧農業上的可行性。

3. 採收機器人之技術現況

隨著機器人以及人工智能的發展文章[4]【智慧農業】採收機器人之視覺技術現況中提到採收機器人（HarvestBot）主要技術包含幾大部份：自走車（導航、定位）、機器視覺（果實空間 XYZ 位置、果實成熟度）、機器手臂（摘取、置放）等。這篇文章對於本專題提供了在機械手臂上的製作發想以及提前預知了可能會遇見的問題。其中文中展示了許多不同蔬果的採收機器人，使本組對於未來作品成形有了提前的發想。

(四) 研究方法及步驟

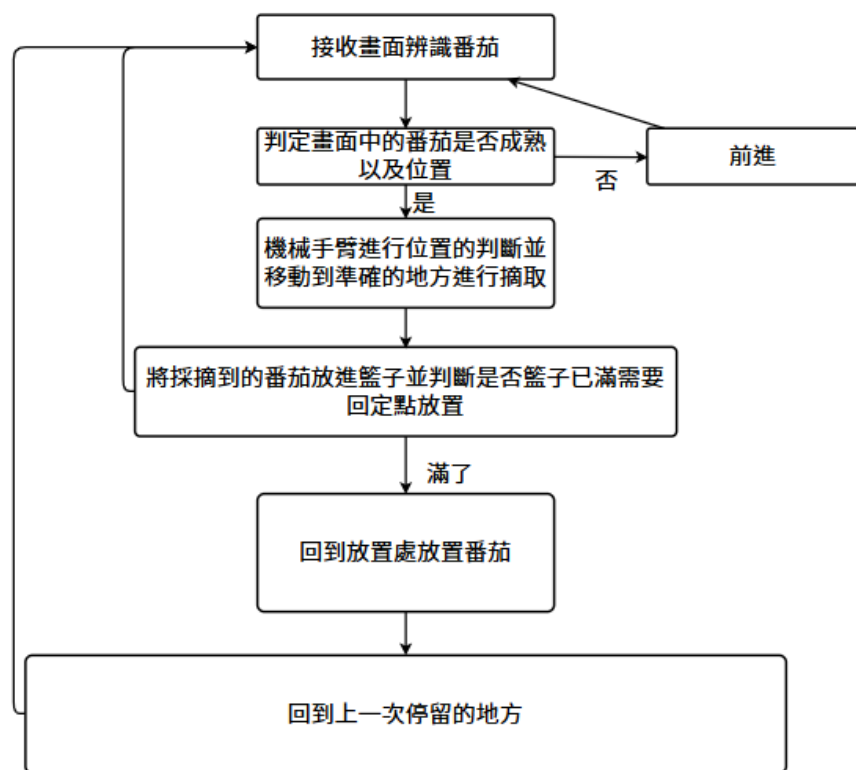
研究方法：

1. 本組用於訓練模型的資料集採用自家種植小番茄，更能模擬出各式環境和障礙下的情境。
2. 本系統預計採用嵌入式平台實作，使用 YOLOv7 當作物件偵測的研究方法，加速 YOLO 在硬體上的效率。
3. 本系統將採用輪型車模式來帶動整個硬體做移動，並使用萬象輪增加輪型車在農地上行走的可行性，並試著突破不平整道路帶來的移動困難。
4. 本系統在摘取番茄方面將嘗試克服機械手臂在切割番茄蒂頭產生力量不夠的重大問題，將尋找代替切割的方法，並在不傷害到其餘果實的情況下成功摘取目標物。
5. 本組預計在輪型車的續行方面使用可以重複充電的電池，並試著提高輪型車的續航能力，試著減少各方面的耗能，減少不必要的功耗

研究步驟：

1. 利用自家的番茄樣本蒐集大量的資料集，並根據不同情況打上標籤，用以豐富訓練時的樣品數量以及種類。

2. 利用標籤好的資料集訓練 AI 模型，使 AI 模型能夠判斷在不同情況下的番茄成熟度以及番茄蒂頭位置所在，以利後續方便進行採齋的動作。
3. 研究逆向運動學與機械手臂的運作，用來後續控制機械手臂到達定點並採摘成熟番茄。
4. 研究不同環境下的番茄對於模型判定的影響並調整模型參數使其不會造成太大的錯誤。
5. 設計硬體結構使其可以承載所需的重量以及能在農地中行走。
6. 將上述提到的影像辨識，機械手臂以及輪型車結合起來並進行測試。
7. 根據遭遇到的問題進行適度的調整。



圖(一) 系統流程圖

(五) 預期結果

這項研究的目標是開發一台能夠在狹窄農地靈活運行的番茄自動採摘機器人，取代人工採摘，提高效率，減少人力成本。這台機器人會搭載 YOLO 影像辨識技術，能夠精準識別成熟的番茄，並透過機械手臂輕柔地摘取，確保不會傷害到其他未成熟的番茄或植株。我們希望機器人不只是單純地採番茄，而是能夠自主移動，在農地內根據規劃好的路線前進，遇到成熟番茄時停下來進行採摘。摘下的番茄不會隨意丟棄，而是會有系統地放入存放區，等到達一定數量後，再自動運送到指定地點，減少人力搬運的負擔。此外，機器人還需要具備長時間運作的能力，不能只跑幾小時就沒電，還要能適應不同環境，例如光線變化、葉子遮擋等情況，確保在各種條件下都能順利辨識並採摘番茄。我們最終的目標是讓這台機器人真正能夠高

效、穩定地運作，完全取代人工採摘，減少農場對人力的依賴，提升採收效率，推動智慧農業的發展。

(六) 需要指導教授指導內容

1. YOLOv7 的調適方式，以及增強模型的判斷能力，如何減少模型的運作時間。
2. 機器手臂的運用，如果使機械手臂有足夠的力使番茄從莖分離，但卻不損害其餘個體。
3. 如何完美的結合各項功能並使其不會崩潰。

(七) 參考文獻

[1] Allen Tzeng, You Only Look Once : Unified, Real-Time Object Detection

[2] 農業部.(2018).108 年農業人口下降趨勢.取自

https://kmweb.moa.gov.tw/theme_data.php?theme=news&sub_theme=agri_life&id=55188

[3] Ming-Wei Xu, Digital Imaging System Applied to Smart Agricultural Crops

[4] 許哲豪 Jack 取自

<https://makerpro.cc/2018/10/vision-tech-for-harvest-robot/>

編排注意事項：

版面設定：A4 紙，即長 29.7 公分，寬 21 公分。

格式：中文打字規格為每行繕打（行間不另留間距），英文打字規格為 Single Space。

字體：以中英文撰寫均可。英文使用 Times New Roman Font，中文使用標楷體，字體大小以 12 號為主。

頁數：研究計畫內容以 10 頁為限（參考文獻不計）。