

FCU



ePaper

逢甲大學學生報告 ePaper

水果成熟度檢測

Fruit Ripeness Detection

作者：吳志傑、林立宸、李育誠、潘宇浩

系級：人工智慧技術與應用學士學位學程三年級

學號：D1047112、D1017598、D1017571、D1047333

開課老師：林峰正, 蔡明翰, 梁詩婷, 王通溫

課程名稱：智慧辨識檢測與應用

開課系所：資電學院綜合班

開課學年：112 學年度 第一 學期



中文摘要

目的

傳統檢測方法通常是仰賴經驗老道的人肉眼觀察，或是使用一些設備儀器(如硬度檢測儀、屈折度計等)，但上述儀器的檢測方式大多數都會破壞到被檢測水果的外表完整性，直到近年來(西元2021年)才出現可以在不破壞水果外表完整性的情況下偵測其成熟度:近紅外光譜儀，但由於其尚未商業化量產，尚無法幫助臺灣本地番茄農民檢測番茄成熟度，因此我們決定使用圖像辨識來幫忙解決這一難題。

過程及方法

本專題使用 YOLOv7 與 DETR 模型進行水果的成熟度辨識，使用 tomatOD 資料集訓練與測試模型，接著使用自行去番茄園拍攝的照片資料集來依序進行成熟度區分、訓練集和測試集依照 8:2 比例分配、標註各種成熟度出現比例。

下一步是進行模型訓練，分別使用 YOLOv7 與 DETR 來訓練，比較兩邊的特色、訓練參數、損失值曲線、F1-score Confidence 曲線、Precision Recall 曲線等，得出 YOLOv7 與 DETR 兩者的優劣。

結果

根據得到的評估指標，YOLOv7 除了 Precision 略差一點以外，其他三項指標都明顯優於 DETR，所以我們認為 YOLOv7 在判斷番茄成熟度上的成效較 DETR 優秀。若能結合物聯網進行遠端監測及使用更多台灣本地番茄資料來訓練的話，有望造福台灣本地的番茄農民可以更加便利的照顧與採收番茄。

關鍵字：番茄、水果、成熟度、圖像識別



Abstract

Traditional detection methods usually rely on naked eye observation by experienced people, or use some equipment (such as hardness testers, refractometers, etc.). However, most of the above-mentioned detection methods will damage the appearance integrity of the fruits being tested. It was not until recent years (2021 AD) that a near-infrared spectrometer appeared that could detect the ripeness of the fruit without damaging its appearance integrity. However, because it has not yet been commercialized and mass-produced, it is not yet able to help local tomato farmers in Taiwan detect tomato ripeness. degree, so we decided to use image recognition to help solve this problem.

Process and Methods

This topic uses the YOLOv7 and DETR models to identify fruit maturity, uses the tomatOD data set to train and test the model, and then uses the photo data set taken by myself in the tomato garden to sequentially distinguish the maturity, training set and test set according to 8: 2 Proportional distribution and marking of the occurrence proportions of various maturity levels.

The next step is to conduct model training, using YOLOv7 and DETR to train respectively. Compare the characteristics, training parameters, loss value curves, F1-score Confidence curves, Precision Recall curves, etc. of both sides to get the advantages and disadvantages of YOLOv7 and DETR.

Conclusion

According to the obtained evaluation indicators, except that Precision is slightly worse, the other three indicators of YOLOv7 are significantly better than DETR, so we believe that YOLOv7 is better than DETR in judging tomato maturity. If the Internet of Things can be combined with remote monitoring and more local tomato data in Taiwan can be used for training, it is expected to benefit local tomato farmers in Taiwan and make it easier to care for and harvest tomatoes.

水果成熟度檢測

Keyword :

Fruit 、 Ripeness 、 Image Identification 、 YOLOv7 、 DETR



目次

圖目錄		5
第一章	摘要	6
第二章	研究動機	6
第三章	實驗流程	7
第四章	實驗方法	7
4.1	資料集	7
4.1.1	資料集蒐集	7
4.1.2	成熟度分類	8
4.1.3	資料集結構	9
4.1.4	資料集的類別分布	10
4.2	模型訓練	10
4.3	模型測試	12
4.4	模型成效評估	13
4.5	結論	14
第五章	實驗成果	15
第六章	未來展望	16
6.1	模型調整	16
6.2	未來應用	16

圖目錄

圖 1 屈折度計和近紅外光譜儀

6

圖 2 流程圖

7

圖 3 資料集照片

8

圖 4 番茄三種成熟度

9

圖 5 訓練集與測試集分配比例

9

圖 6 Annotated boxes 示意圖

9

圖 7 標註物件的數量與比例

10

圖 8 YOLOv7 與 DETR 的提出年份及特色比較

11

圖 9 YOLOv7 與 DETR 的訓練參數比較

11

圖 10 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的 Loss 曲線

12

圖 11 YOLOv7 的 Ground truth(正確答案)(左) 和測試結果(右)

12

圖 12 DETR 的 Ground truth + 測試結果(左) 和測試結果(右)

13

圖 13 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的 F1-score Confidence 曲線

13

圖 14 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的 Precision Recall 曲線

14

圖 15 DETR 的 Precision Recall 曲線 與 Recall Confidence 曲線

14

圖 16 YOLOv7 與 DETR 的結果比較

15

圖 17 實地取景照片

15

圖 18 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的成果展示

16

第一章 摘要

本專題使用 YOLOv7 與 DETR 模型進行水果的成熟度辨識，使用 tomatOD 資料集訓練與測試模型，接著使用自製資料集預測，最後比較 YOLOv7 與 DETR 兩者的優劣。

第二章 研究動機

傳統檢測方法通常是仰賴經驗老道的人肉眼觀察，或是使用一些設備儀器(如硬度檢測儀、屈折度計等)，但上述儀器的檢測方式大多數都會破壞到被檢測水果的外表完整性，直到近年來(西元 2021 年)才出現可以在不破壞水果外表完整性的情況下偵測其成熟度:近紅外光譜儀，但由於其尚未商業化量產，尚無法幫助臺灣本地番茄農民檢測番茄成熟度，因此我們決定使用圖像辨識來幫忙解決這一難題。



圖 1 屈折度計和近紅外光譜儀

第三章 實驗流程

本實驗先由網路收集作為模型訓練所需的資料集，接著重複模型的訓練、測試、評估的步驟，直到達到我們滿意的成果。最後再下本實驗的結論

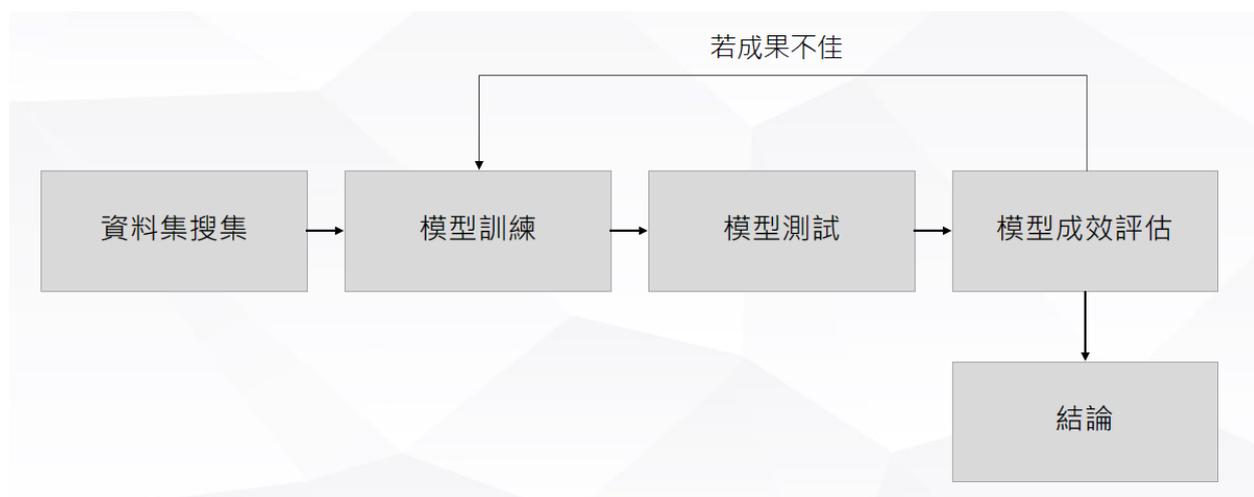


圖 2 流程圖

第四章 實驗方法

4.1 資料集

在實驗開始前，最重要的就是蒐集資料，我們將資料蒐集到分類分為以下四項逐一說明。

4.1.1 資料集蒐集

首先，我們從以下網址蒐集資料，總共有 277 張照片，其中包含 2418 顆番茄，圖片大小都固定為 1000 x 1000 像素

Tsironis V., Bourou S., Stentoumis C. (2020). tomatOD: Evaluation of object detection algorithms on a new real-world tomato dataset. In ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Available from

<https://github.com/up2metric/tomatOD>



圖 3 資料集照片

4.1.2 成熟度分類

我們先將番茄成熟度區分成三種等級：unripe(未成熟)、semi-ripe(部分成熟)、fully-ripe(完全成熟)，不過由於未成熟番茄(綠色)跟背景顏色頗為接近，因此我們將目標放在辨識出完全成熟的番茄。



圖 4 番茄三種成熟度

4.1.3 資料集結構

為了提高訓練程度，我們將訓練集與測試集以 8:2 的比例進行分類

	Train	Test
Images	222	55
Annotated boxes	1952	466

圖 5 訓練集與測試集分配比例

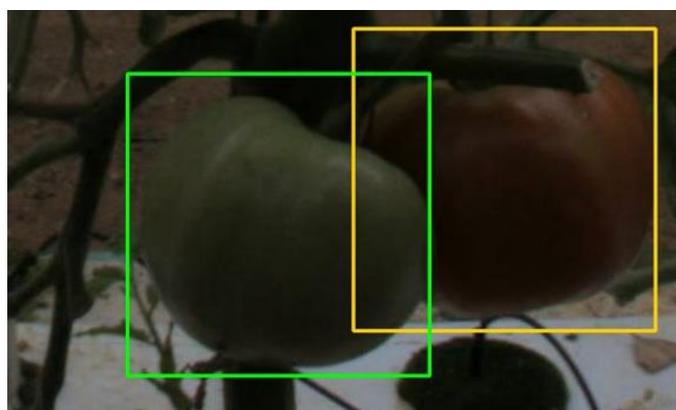


圖 6 Annotated boxes 示意圖

4.1.4 資料集的類別分布

tomatoD 資料集的類別分佈不平均，但這三類的比例與現實場景出現的數量一致。

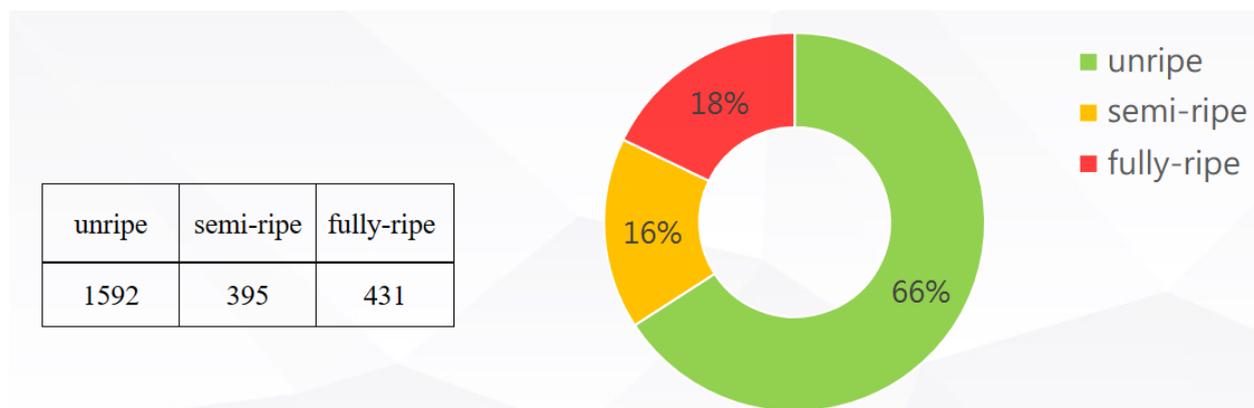


圖 7 標註物件的數量與比例

4.2 模型訓練

本專題使用 YOLOv7 與 DETR 模型。YOLOv7 於 2022 年提出，特點是模型快又輕，是目前比較主流的物件辨識技術；DETR 於 2020 提出，使用近年熱門技術—Transformer。圖 9 為訓練時使用的參數。

MODEL	YOLOv7 (You Only Look Once)	DETR (Detection with Transformer)
提出年代	2022	2020
特色	特點是模型快又輕，是目前比較主流的物件辨識技術	使用近年熱門技術—Transformer

圖 8 YOLOv7 與 DETR 的提出年份及特色比較

MODEL	YOLOv7 (You Only Look Once)	DETR (Detection with Transformer)
epoch	150	500
Batch-size	1	2
Learning rate	1e-3	1e-5

圖 9 YOLOv7 與 DETR 的訓練參數比較

由下圖可知，經過多次訓練，YOLOv7 與 DETR 的 LOSS 都有收斂

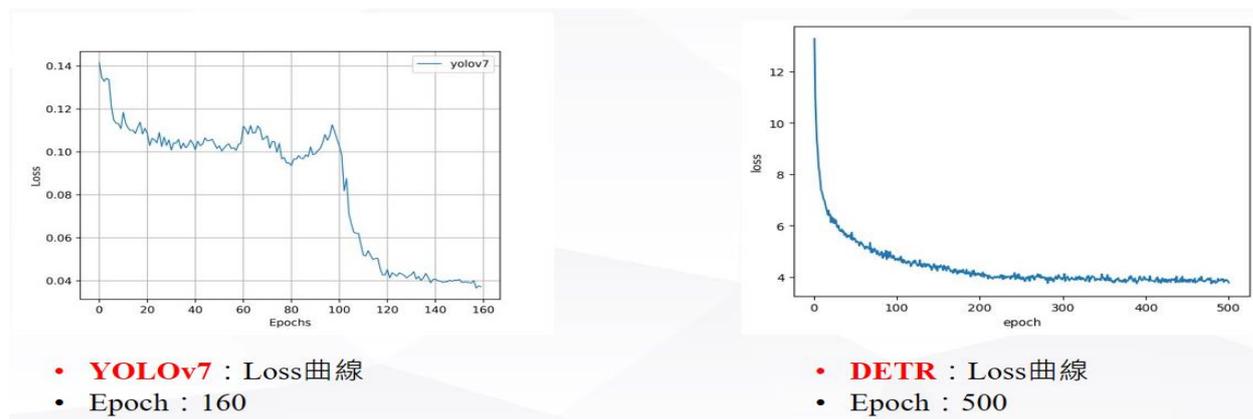


圖 10 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的 Loss 曲線

4.3 模型測試



圖 11 YOLOv7 的 Ground truth(正確答案)(左) 和測試結果(右)

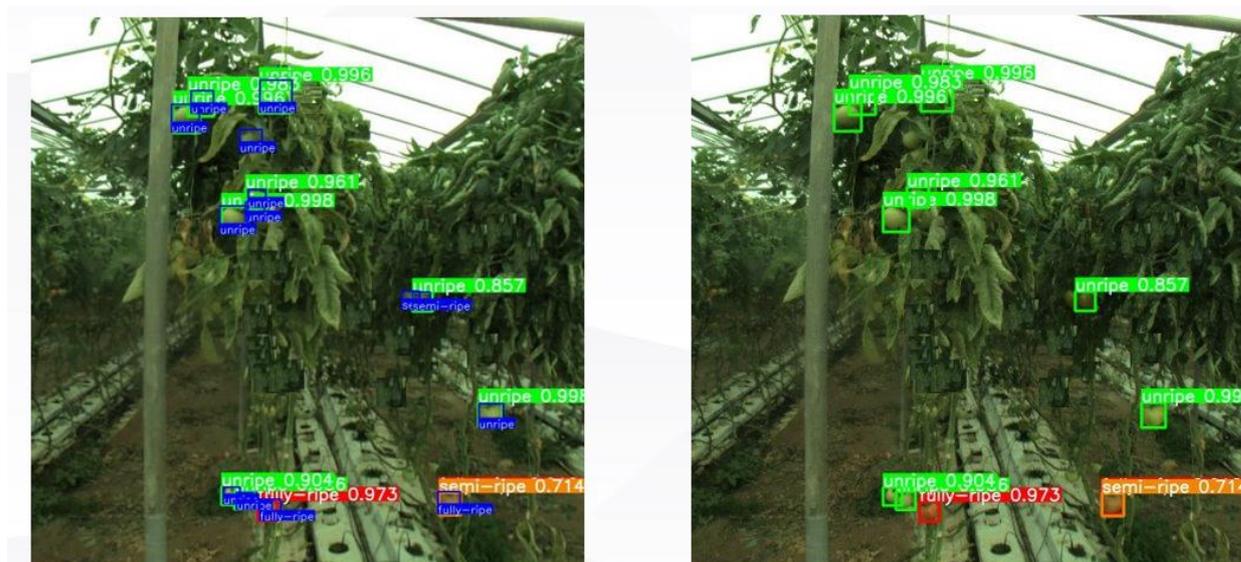


圖 12 DETR 的 Ground truth + 測試結果(左) 和測試結果(右)

4.4 模型成效評估

由圖 13 可知：YOLOv7 模型辨識成熟番茄時的 F1 score 最高為大約 0.8，其 Confidence 為 0.3。DETR 的 F1 score 則為 0.2，其 Confidence 為 0.1

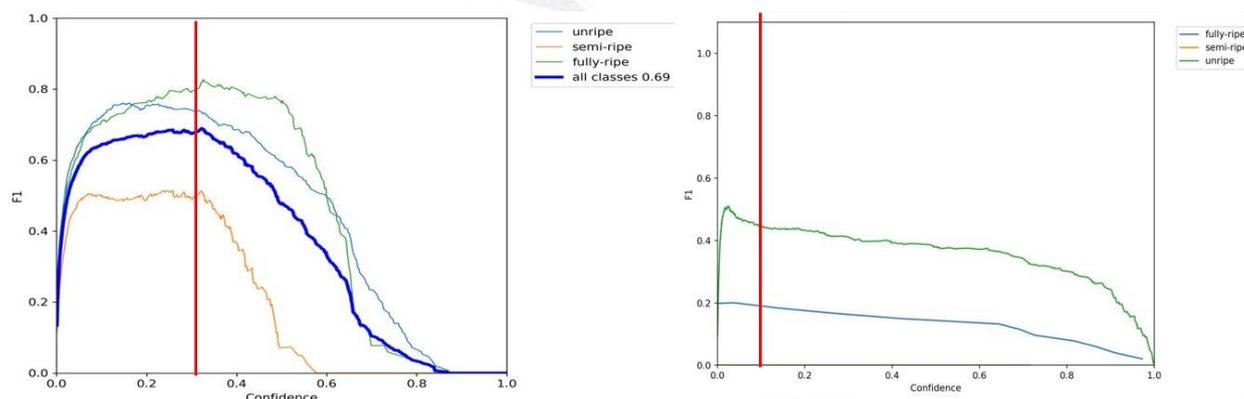


圖 13 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的 F1-score Confidence 曲線

由圖 14 可知，YOLOv7 的 Precision 為 0.7，Recall 為 0.9。DETR 的 Precision 為 1.0，Recall 為 0.1。圖 14 中 DETR 的 fully-ripe 有斷層的原因是根據圖 15，其 Recall 最高值為 0.2，所以才會呈現出 Precision Recall 曲線中的斷層。

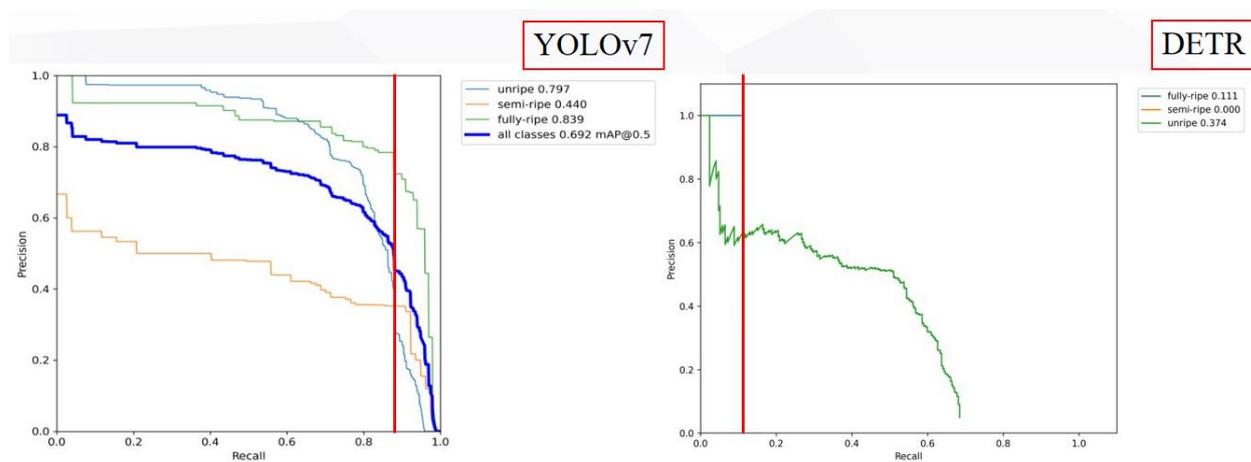


圖 14 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的 Precision Recall 曲線

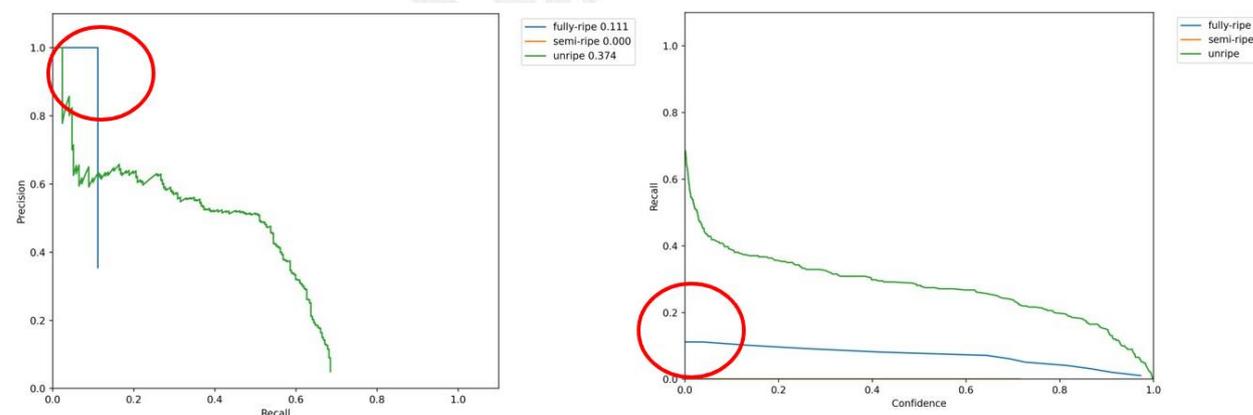


圖 15 DETR 的 Precision Recall 曲線(左)與 Recall Confidence 曲線(右)

4.5 結論

最後根據評估指標與測試結果，我們認為 YOLOv7 在判斷番茄上的成效較 DETR 優秀。

Model	Best F1-score	Precision	Recall	對應 confidence
YOLOv7	0.81	0.7	0.9	0.32
DETR	0.20	1.0	0.1	0.10

圖 16 YOLOv7 與 DETR 的結果比較

第五章 實驗成果

我們使用位於台中市南屯區同安南巷 25-99 號的番茄園(金龍村玉女番茄)的番茄照片(組員親身前往拍攝)作為資料集進行預測。



圖 17 實地取景照片

預測成果如下圖所示，YOLOv7 在辨識類別時較 DETR 優秀；而 DETR 僅在辨識物件比 YOLOv7 優秀。



圖 18 YOLOv7(左) 與 DETR(右) 的成果展示

第六章 未來展望

模型調整：

- YOLOv7：提升訓練次數至 200 次以上。
- DETR：增加資料集數量至 1000 張以上。

未來應用：

- 使用自製資料集訓練，使模型更符合台灣環境
- 將偵測連結物聯網進行遠端偵測
- 可以偵測更多種類水果，不局限於番茄
- 可以顯示水果成熟度更詳細的情報(如：幾天後會成熟)

參考文獻

- [1] 農傳媒 - 非破壞性檢測技術 輕鬆掌握水果成熟度和品質
[非破壞性檢測技術 輕鬆掌握水果成熟度和品質 - 農傳媒 \(agriharvest.tw\)](#)
- [2] github - WongKinYiu. (2023). yolov7
[GitHub - WongKinYiu/yolov7: Implementation of paper - YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors](#)
- [3] Medium - 實作 YOLO v7 — 訓練自己的資料集
[實作 YOLO v7 — 訓練自己的資料集. YOLO... | by Tedddd | Medium](#)
- [4] CSDN - yolov7 模型训练结果分析以及如何评估 yolov7 模型训练的
效果
[yolov7 模型训练结果分析以及如何评估 yolov7 模型训练的效果_yolo 训练结果-CSDN 博客](#)
- [5] CSDN - yolov7 测试不出检测框
[yolov7 测试不出检测框_yolov7 训练的模型无法识别-CSDN 博客](#)
- [6] 知乎 - 十分钟理解 Transformer
[十分钟理解 Transformer - 知乎 \(zhihu.com\)](#)
- [7] github - facebookresearch. (2023). detr
[GitHub - facebookresearch/detr: End-to-End Object Detection with Transformers](#)
- [8] guthub - up2metric. (2023). tomat0D

[GitHub - up2metric/tomatOD: tomatOD dataset for tomato fruit localizatin and ripening classification](#)

[9] github - rafaelpadilla. (2023). Object-Detection-Metrics

[GitHub - rafaelpadilla/Object-Detection-Metrics: Most popular metrics used to evaluate object detection algorithms.](#)

[10] github -

kaanakan. (2023). object_detection_confusion_matrix

[GitHub - kaanakan/object_detection_confusion_matrix: Python class for calculating confusion matrix for object detection task](#)

