

使用 Teachable Machine 建構 UC Merced Land Use 遙感影像分類模型

第六組：黃奕瑋、陳霆嘉、陳奕均、陳薇婷、王翊勳、江佳叡、謝瑋倫

[Teachable Machine](#)



[Colab –
YOLO11x-cls](#)



OUTLINE

1. Introduction
2. Method
3. Results & Discussion
4. Conclusion
5. Reference
6. Division of Work Table
7. Q & A

01

Introduction

Introduction (1/8)

◆ 前言-遙感影像介紹

什麼是遙感影像？

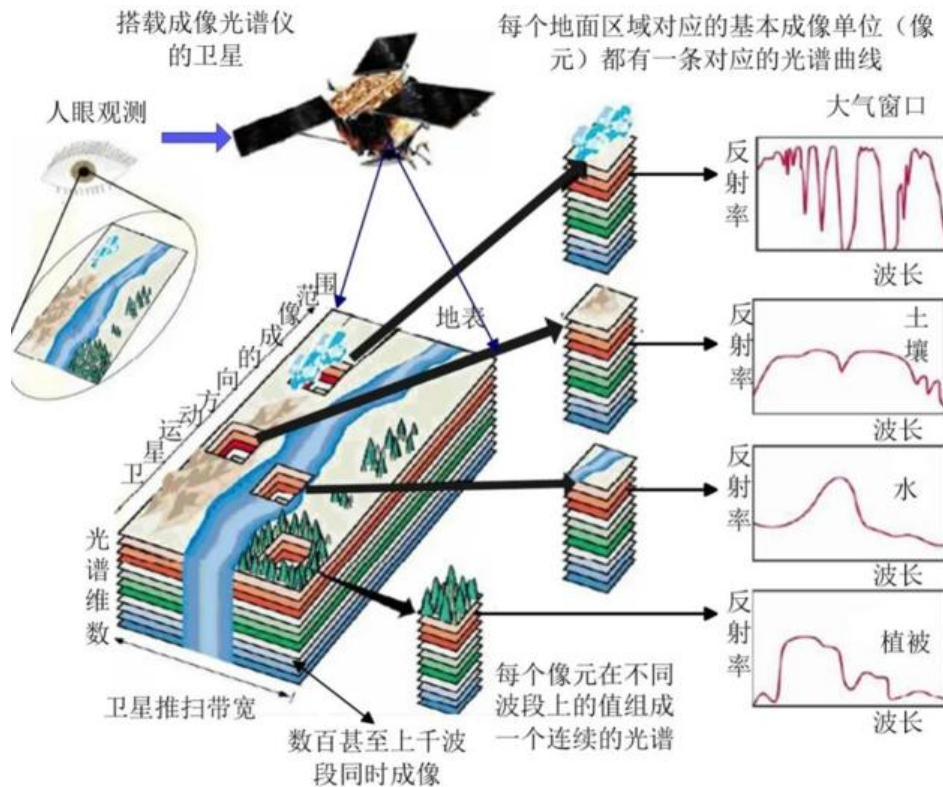
- 遙感（Remote Sensing），係指不直接接觸地表物體的情況下，利用感測器從遠距離蒐集地球表面資訊的一種技術。
- 遙感影像，即是藉由感測器接收並記錄反射的電磁波，再轉換為影像或資料提供進一步分析。

Introduction (2/8)

◆ 前言-遙感影像介紹

來源涵蓋：

- ✓ 衛星 (Landsat、Sentinel)
- ✓ 無人機 (UAV)
- ✓ 高空飛機與地面雷達

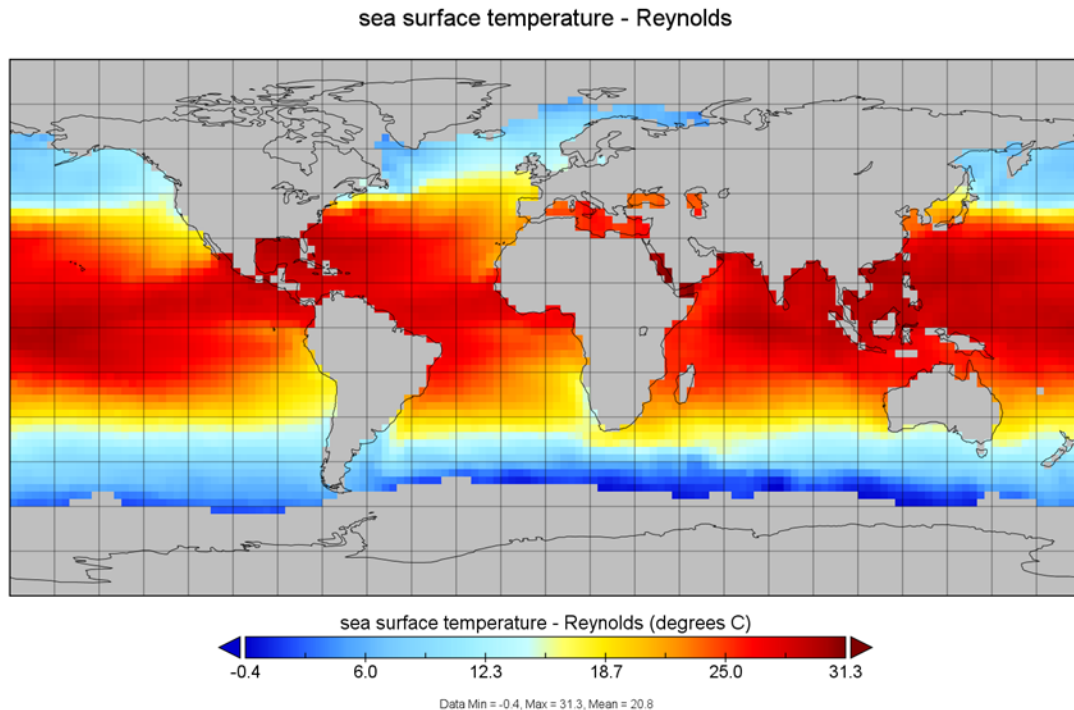


上圖為多源多譜遙感數據[1]

Introduction (3/8)

◆ 前言-遙感影像介紹

- 遙感衛星觀測得到
1987年7月海表溫度[1]



Introduction (4/8)

◆ 前言 - 遙感影像分類

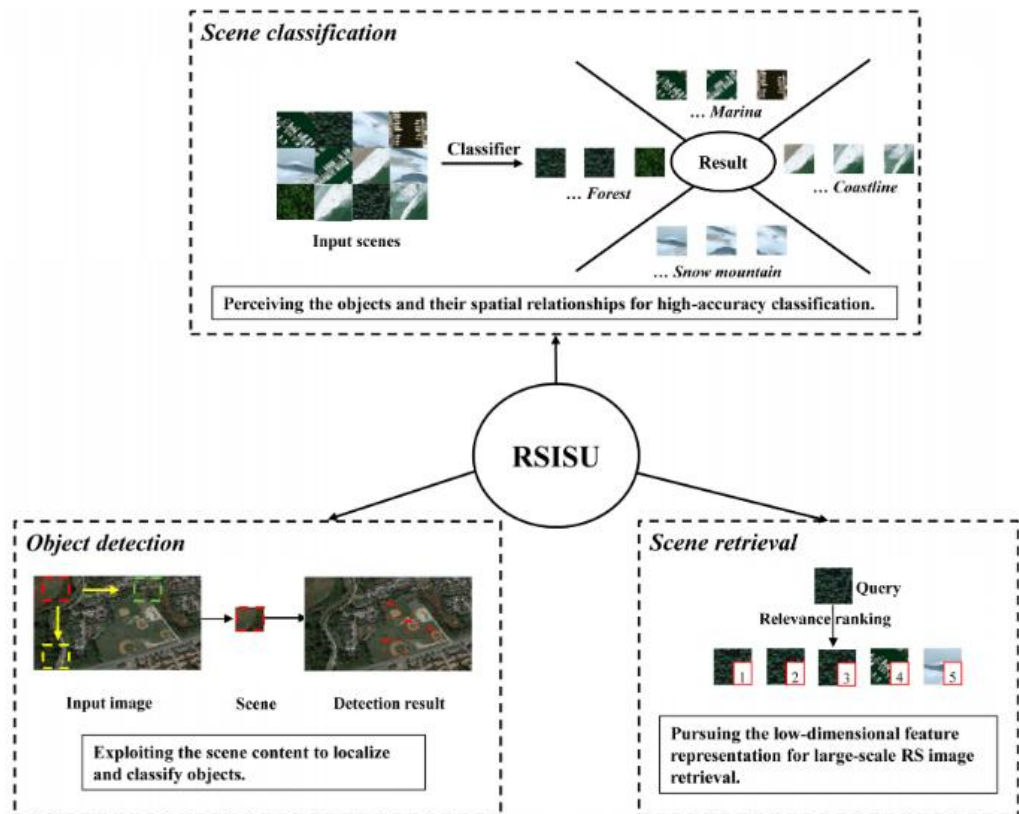
遙感影像分類模型開發

- 遙感影像場景理解（Remote Sensing Image Scene Understanding, **RSISU**），是近年來地理資訊科學與人工智慧交會下的重要研究議題之一。
- 藉由自動化的影像處理與場景分類技術，政府部門與產業界就得以高效地完成土地覆蓋監測、都市發展分析以及災害預警等重要任務。

Introduction (5/8)

◆ 前言 - 遙感影像分類

- 遙感影像場景理解 (RSISU)
方法分類示意[2]



Introduction (6/8)

◆ 研究背景

遙感影像資料集

- **Yang** 學者等人[3]，發布了 **UC Merced Land Use Dataset** (UCM)，此資料集收集的遙感影像具備相當高的標註完整和有效性，打下堅實的研究基礎。

遙感影像分析的研究趨勢

- **Mehmood** 學者等人[4]，提出關於遙感影像的綜合研究綜述及應用，證實當前遙感影像分析的最佳方法，以深度學習模型為主要趨勢。

Introduction (7/8)

◆ 開發目標

專注於 RSISU，達成以下兩個目標：

1. 以簡易的機器學習平台 — **Teachable Machine**，基於 UCM 資料集建立 **高效率遙感影像分類模型**。
2. 針對 21 類土地使用場景**驗證模型辨識能力**，並且與主流 **YOLO11x** [5] 的 cls 分類任務模型**比較實際效能**，探討低門檻平台下的可行性與應用潛力。

Introduction (8/8)

◆ 預期成效

藉助遙感影像的**大範圍**、**高頻率**、**可量化優勢**，並結合模型的**低運算成本**、**高分類準確度**特性，此專案可廣泛應用於：

- ✓ 土地覆蓋分類（Land Cover Classification）
- ✓ 都市擴張監測與規劃
- ✓ 災害預警與應變（洪水、火災、地震等）
- ✓ 氣候與環境變遷分析等



02

Method

Method (1/4)

◆ 資料蒐集與處理

UC Merced Land Use Dataset

- 資料量：21 類地景，共 2100 張高解析航照影像
- 影像尺寸：256 x 256 pixels (RGB)
- 類別範圍，涵蓋以下三大種：
 1. 城市基礎設施（機場、停車場、港口...）
 2. 自然環境（森林、農地、沙漠...）
 3. 居住環境（密集住宅、稀疏住宅、行人區...）



↑ 資料集所涵蓋的 21 類遙感影像（每類 100 張）

Method (2/4)

◆ 資料蒐集與處理

資料預處理

- 針對 Teachable Machine 的輸入需求，調整圖片尺寸為 224 x 224 pixels
- 從每一類別中隨機抽取 20% 作為測試資料 (Test set)
 - 剩餘 80% 依比例 85% : 15% 分為訓練集與驗證集，依不同類別上傳至 Teachable Machine 進行訓練 (官方固定比例，無法調整)
- YOLO11x-cls 採用相同預處理策略 (可於 [Colab](#) 查看源碼)

Method (3/4)

◆ 模型訓練

模型建構

➤ Teachable Machine :

- 選擇 **Image Project** 分類模型
- 此為遷移式學習應用
- 基準模型為 MobileNetV2 (Pre-Trained on ImageNet) [6]
- 實際上是 **Task-specific 的 Fine-tuning 任務**

■ Teachable Machine 僅微調 MobileNetV2 的 Classification Head

- 初始訓練參數採用 : Epochs=**50** / BatchSize=**16** / LearningRate=**0.001**

Method (4/4)

◆ 模型訓練

模型效能評估方式

➤ 訓練評估指標：

- 損失 (Loss) 函數：基於 **Class** 的 **Cross Entropy Loss**
- 準確率 (Accuracy) 計算：正確預測類別張數 / 總預測張數
- 混淆矩陣 (Confusion Matrix) **檢驗** 具體至每一類的 **分類效果**

➤ 即時推論：

- ✓ 藉由模型推論的實機效果，提供 **直觀且視覺化** 的評估方式

03

Results & Discussion

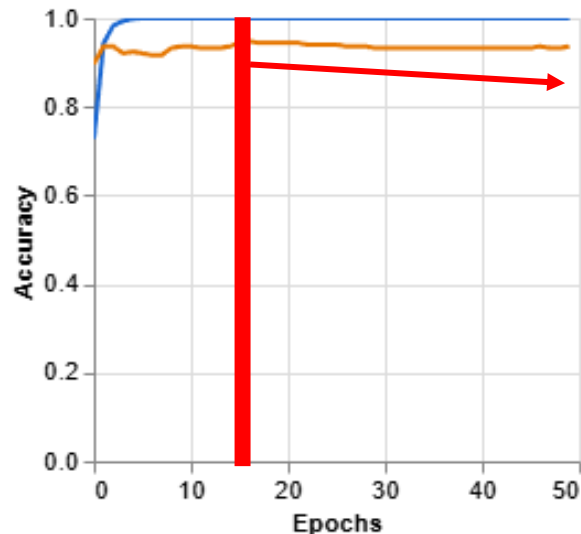
Results & Discussion (1/10)

◆ 各項訓練指標結果

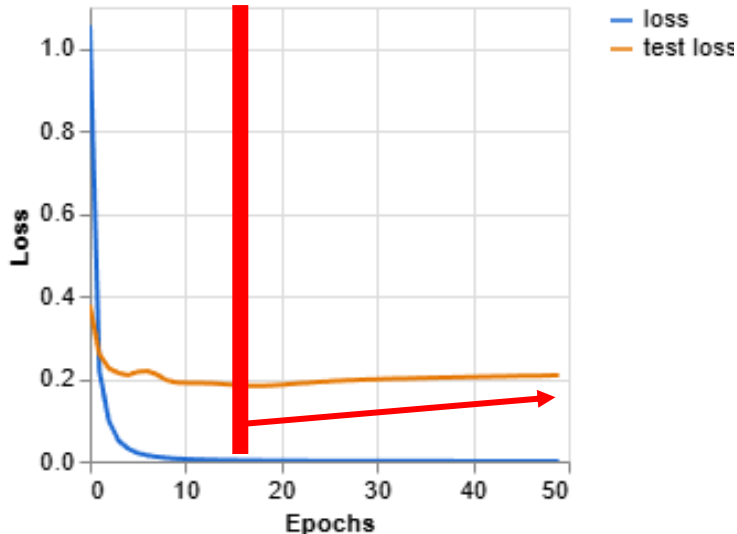
Teachable Machine

經過約 15 個 Epochs 的訓練後，
Test Loss 不降反升 -> **Overfitting**

Accuracy per epoch



Loss per epoch



最終 Test Accuracy 為 93.651%

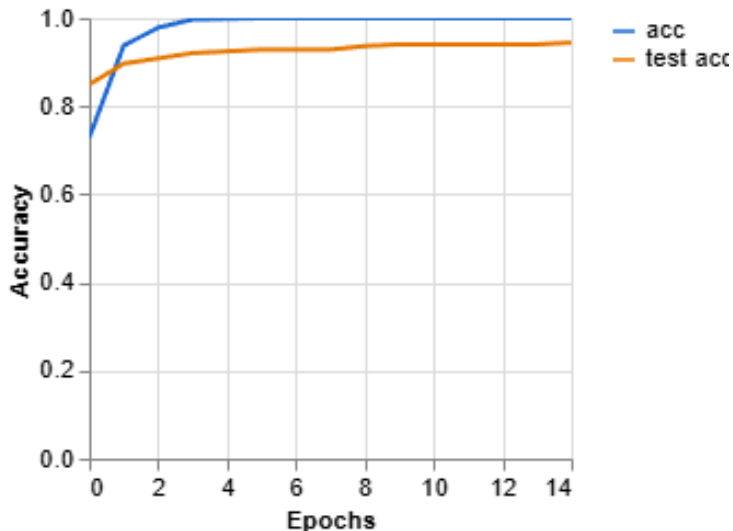
Results & Discussion (2/10)

◆ 各項訓練指標結果

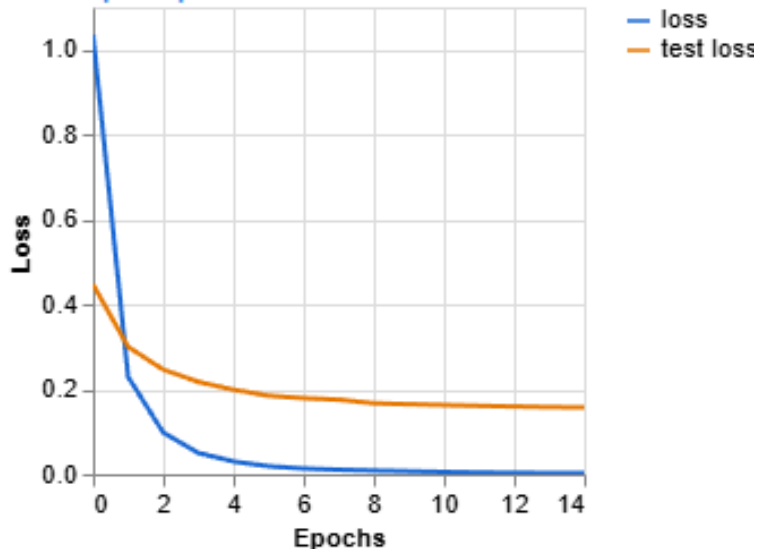
Teachable Machine (提前中止)

提前於 Epochs=15 中止訓練後，
模型已**正確收斂**！

Accuracy per epoch



Loss per epoch



最終 Test Accuracy **提升至 94.444% (+0.793%)**

Results & Discussion (3/10)

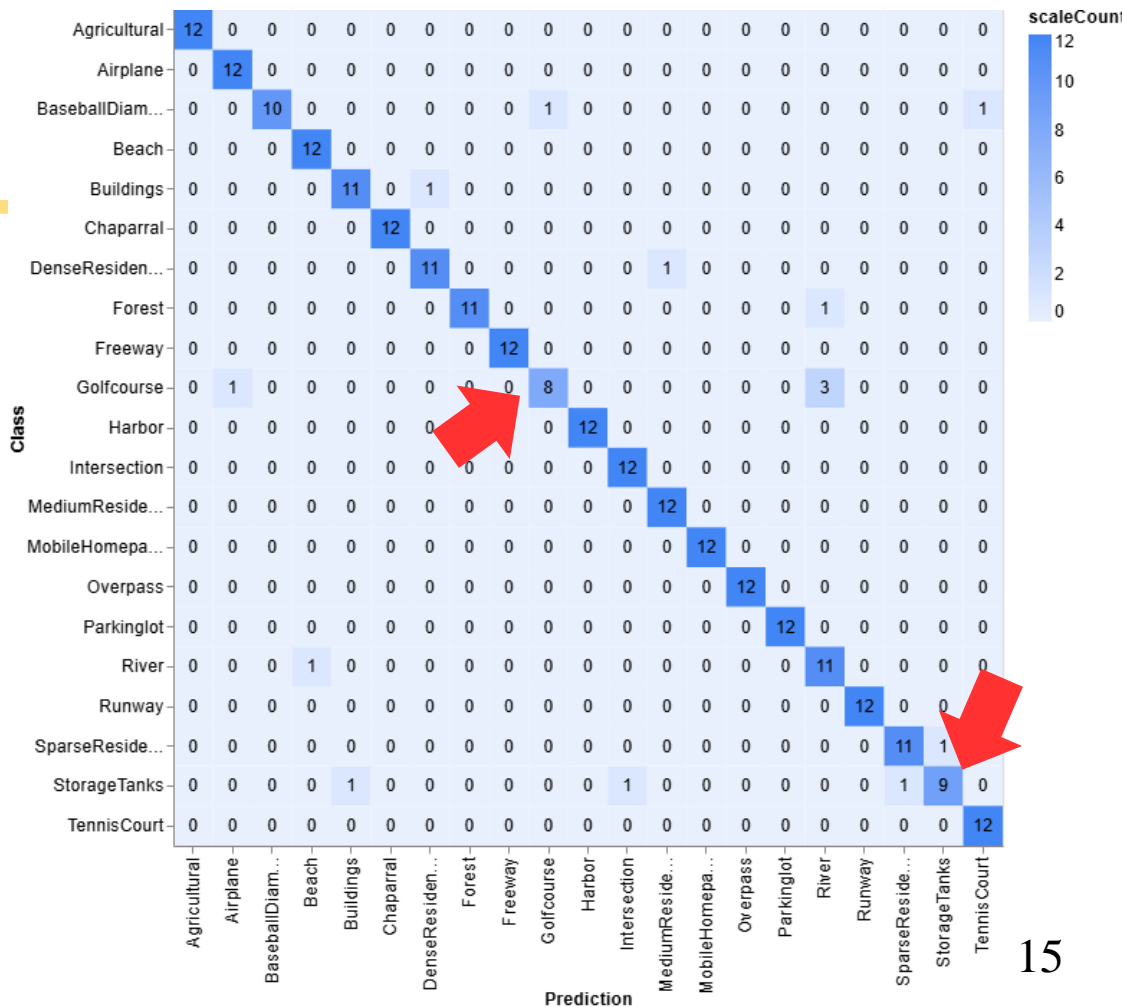
◆ 各項訓練指標結果

Teachable Machine – 混淆矩陣

[點此進入模型 Preview](#)

整體準確率可達 **94.444%**，
但在**部分類別辨識率較差**。

特別是以下 2 種類別：
Golfcourse（高爾夫球場）
StorageTanks（儲存槽）



Results & Discussion (4/10)

◆ 各項訓練指標結果

Teachable Machine – 實機展示1

➤ 右圖為 **denseresidential05** 的辨識結果：

- 模型**正確**且以 **98%** 的**高信心度**辨識出**密集住宅區**
- 與模型混淆矩陣結果相同，對此類別較強

✓ **符合期望**



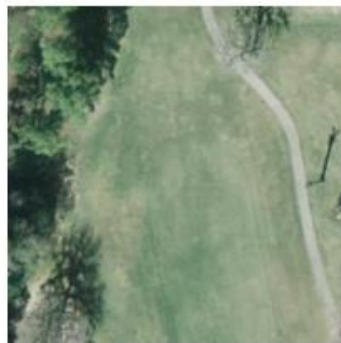
Results & Discussion (5/10)

◆ 各項訓練指標結果

Teachable Machine – 實機展示2

➤ 右圖為 golfcourse77 的辨識結果：

- 即使**正確**辨識出類別，但**信心度低**，僅 **66%**
- 模型**易混淆**「高爾夫球場」和「棒球場」
- 結果符合混淆矩陣預期，對此類別較弱



Results & Discussion (6/10)

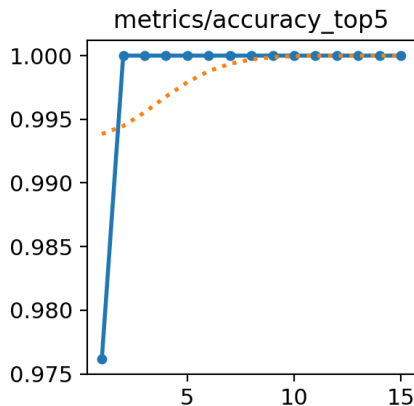
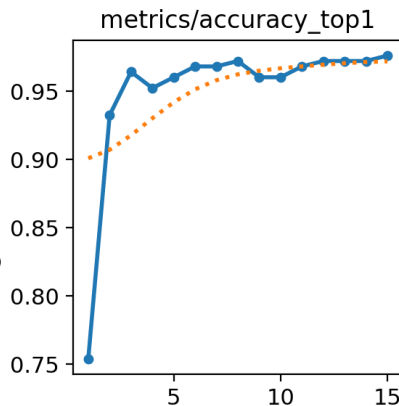
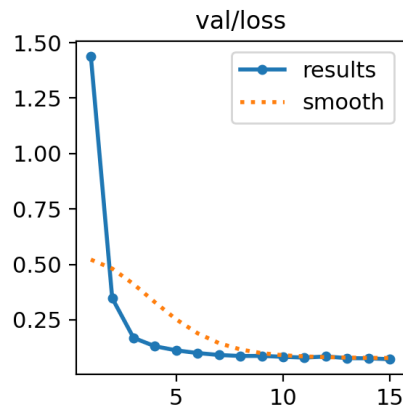
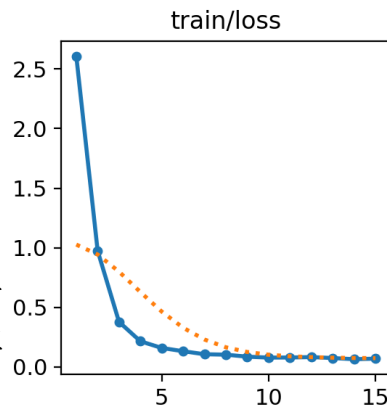
◆ 各項訓練指標結果

YOLO11x-cls

➤ 訓練參數套用 freeze=10（凍結主幹），其餘採 YOLO 自適應最佳參數

➤ 使用相同 Early Stopping 策略，於 Epochs=15 中止且正確收斂

➤ 最終 Accuracy(Top1) 高達 97.619%



Results & Discussion (7/10)

◆ 各項訓練指標結果

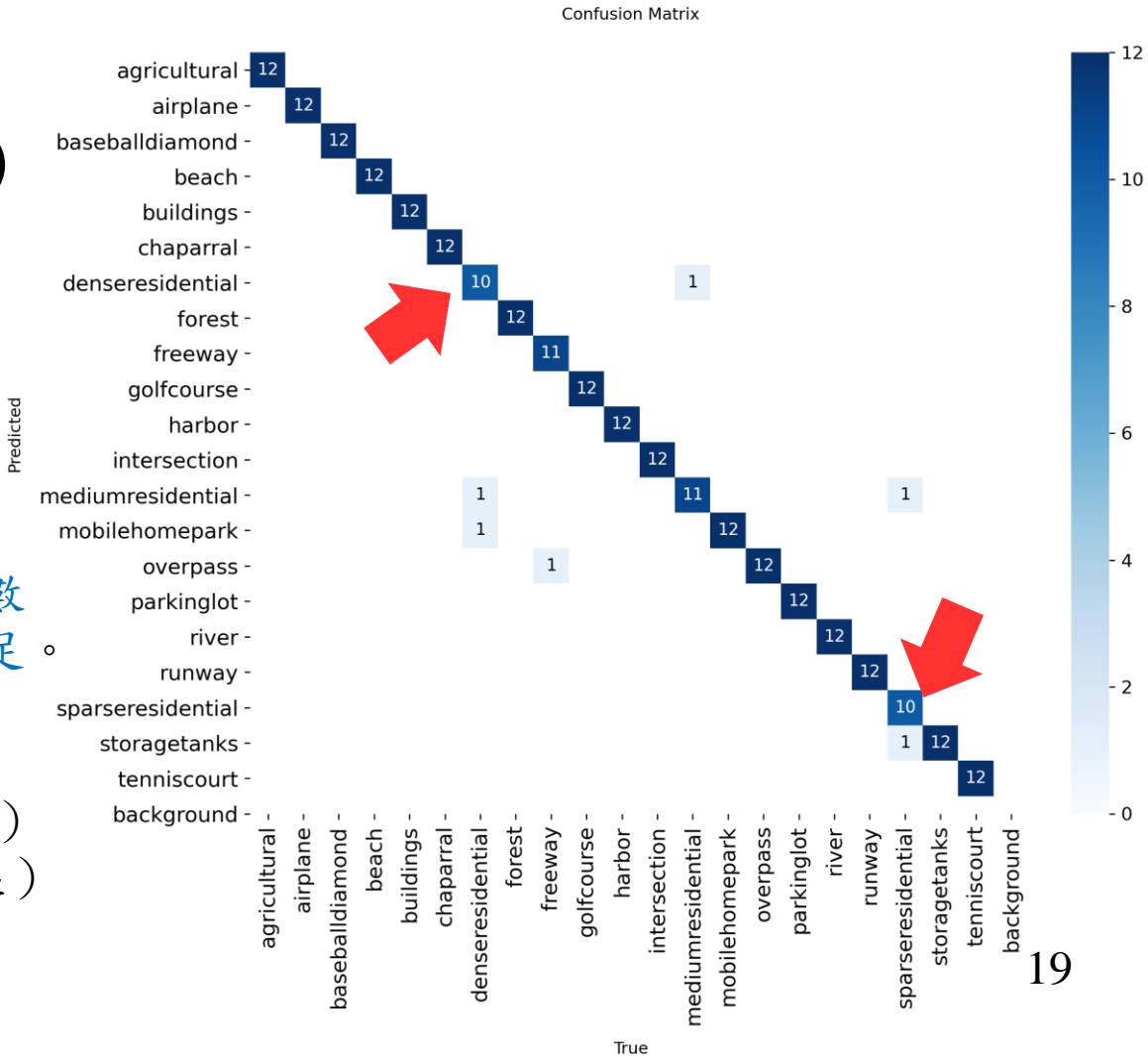
YOLO11x-cls – 混淆矩陣

Colab 源碼 & 訓練流程

整體準確率達 97.619%，僅少數「住宅區」類別辨識率稍顯不足。

特別是以下 2 種類別：

DenseResidential (密集住宅區)
SparseResidential (稀疏住宅區)



Results & Discussion (8/10)

◆ 各項訓練指標結果

YOLO11x-cls – 實機展示1

➤ 以較弱的類別 denseresidential50 展示辨識結果：

- 模型**正確**且以 **87%** **信心度**辨識出密集住宅區
- 即便是模型弱項，但信心度依舊不低
- 整體**模型效果更強**於 Teachable Machine



denseresidential50.tif: 224x224 denseresidential 0.87, mobilehomepark 0.03, sparseresidential 0.03, mediumresidential 0.02, buildings 0.01

Results & Discussion (9/10)

◆ 各項訓練指標結果

YOLO11x-cls – 實機展示2

➤ 以另一模型較差的 golfcourse77 展示辨識結果：

- 模型**正確**且以 **99%** **信心度**辨識出高爾夫球場
- 模型以絕對的信心完成辨識
- 在**強項**部分也有**更強**的表現

Predicted: golfcourse



```
golfcourse77.tif: 224x224 golfcourse 0.99, river 0.00, baseballdiamond 0.00, sparseresidential 0.00, beach 0.00
```

Results & Discussion (10/10)

◆ 模型指標對比列表

| Comparison \ Model | Teachable Machine (MobileNetV2) | YOLO11x-cls | Difference |
|------------------------------------|------------------------------------|----------------|------------|
| Accuracy (Higher better) | 94.444% | 97.619% | -3.175% |
| Loss (Lower better) | 0.15744 | 0.07003 | -0.08741 |

Teachable Machine 相較主流模型仍有差距，但效能對於初學者已足夠優秀

Video DEMO



<https://youtu.be/QJ3WTtQCjB0>



04

Conclusion

Conclusion (1/2)

◆ 總結與未來展望

成功開發遙感影像分類模型

➤ 我們**成功建置**「高效能」且「高準確率」的**遙感影像分類模型**，未來期望能夠**進一步應用在**：

- ✓ 土地覆蓋分類（Land Cover Classification）
- ✓ 都市擴張監測與規劃
- ✓ 災害預警與應變（洪水、火災、地震等）
- ✓ 氣候與環境變遷分析等項目

Conclusion (2/2)

◆ 總結與未來展望

關於 Teachable Machine

- 此專案亦**成功驗證** Teachable Machine 可應用於遙感影像分類
- 模型建立簡單便利，**適合教育與快速概念驗證**：
 - 相較之下，其他模型的建立需有一定的專業知識基礎
- 受限於平台特性，**效能與彈性較差**，但**已足夠優異**：
 - 可調參數較少、受限較大，且準確率與先進主流有一定差距
 - 但其價值在於「簡單」和「快速」，以此為目的**非常優秀**

05

Reference

Reference (1/1)

◆ 參考文獻

1. Chinese Society for Geodesy Photogrammetry and Cartography, 遥感技术介绍及展望, 檢自<https://reurl.cc/OYKedX>
2. Gu, Yating, Yantian Wang, and Yansheng Li. "A survey on deep learning-driven remote sensing image scene understanding: Scene classification, scene retrieval and scene-guided object detection." Applied sciences 9.10 (2019): 2110. doi: [10.3390/app9102110](https://doi.org/10.3390/app9102110) (Citation: 164)
3. Yang, Yi, and Shawn Newsam. "Bag-of-visual-words and spatial extensions for land-use classification." Proceedings of the 18th SIGSPATIAL international conference on advances in geographic information systems. 2010. doi: [10.1145/1869790.1869829](https://doi.org/10.1145/1869790.1869829) (Citation: 3192)
4. Mehmood, Maryam, et al. "Remote sensing image classification: A comprehensive review and applications." Mathematical problems in engineering 2022.1 (2022): 5880959. doi: [10.1155/2022/5880959](https://doi.org/10.1155/2022/5880959) (Citation: 146)
5. Khanam, Rahima, and Muhammad Hussain. "Yolov11: An overview of the key architectural enhancements." arXiv preprint. (2024) [arXiv:2410.17725](https://arxiv.org/abs/2410.17725) (Citation: 517)
6. Sandler, Mark, et al. "Mobilenetv2: Inverted residuals and linear bottlenecks." Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. 2018. doi: [10.1109/CVPR.2018.00474](https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00474) (Citation: 29541)

06

Division of Work Table

Division of Work Table (1/1)

◆ 分工表

| 組員 \ 項目 | 分工 | 貢獻度 |
|---------|--|-----|
| 陳霆嘉 | PPT 插圖製作、上台報告、影片 DEMO 剪輯和製作 | 25% |
| 黃奕璋 | 資料收集與處理、YOLO11x-cls & Teachable Machine 模型訓練、文獻搜索、PPT 構想 & 製作 & 最終編修 | 30% |
| 陳奕均 | PPT 重點標示、專案內容優化建議 & 調整 | 15% |
| 陳薇婷 | PPT 偕同製作、參與討論 | 8% |
| 王翊勳 | 上台報告、參與討論 | 10% |
| 江佳叡 | 參與討論 | 7% |
| 謝瑋倫 | 參與討論 | 5% |



07

Q & A

Thank you for listening
