

2025

CAE

SUMMER

INTERNSHIP



CAE

基於合成孔徑雷達與多源數據應用之 歷史洪水範圍重建

利用ML4Flood進行洪水範圍預測

指導老師 | 汪立本

專案經理 | 陳彥呈

實習生 | 游常心

研究背景

淹水災害是全球常見且嚴重的自然災害之一，為了要即時掌握災情、規劃防災應變，遙測技術在災後監測中扮演關鍵角色。目前常見的遙測淹水檢測方法主要包括合成孔徑雷達 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 影像與光學衛星 (Optical) 影像。

目前常見的遙測淹水檢測方法主要包括合成孔徑雷達 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 影像與光學衛星 (Optical) 影像。

SAR為主動式遙測，可穿透雲層與降雨，具備全天候、全天時觀測能力，能有效辨識水體的低後向散射特性，因此在颱風或豪雨期間尤為適用。而光學影像雖具備高解析度與真實色彩，但受限於天候條件，常在關鍵時刻無法獲取有效觀測資料。兩者各有優劣，整合兩者或針對應用選擇合適來源為淹水檢測的重要課題之一。

SAR

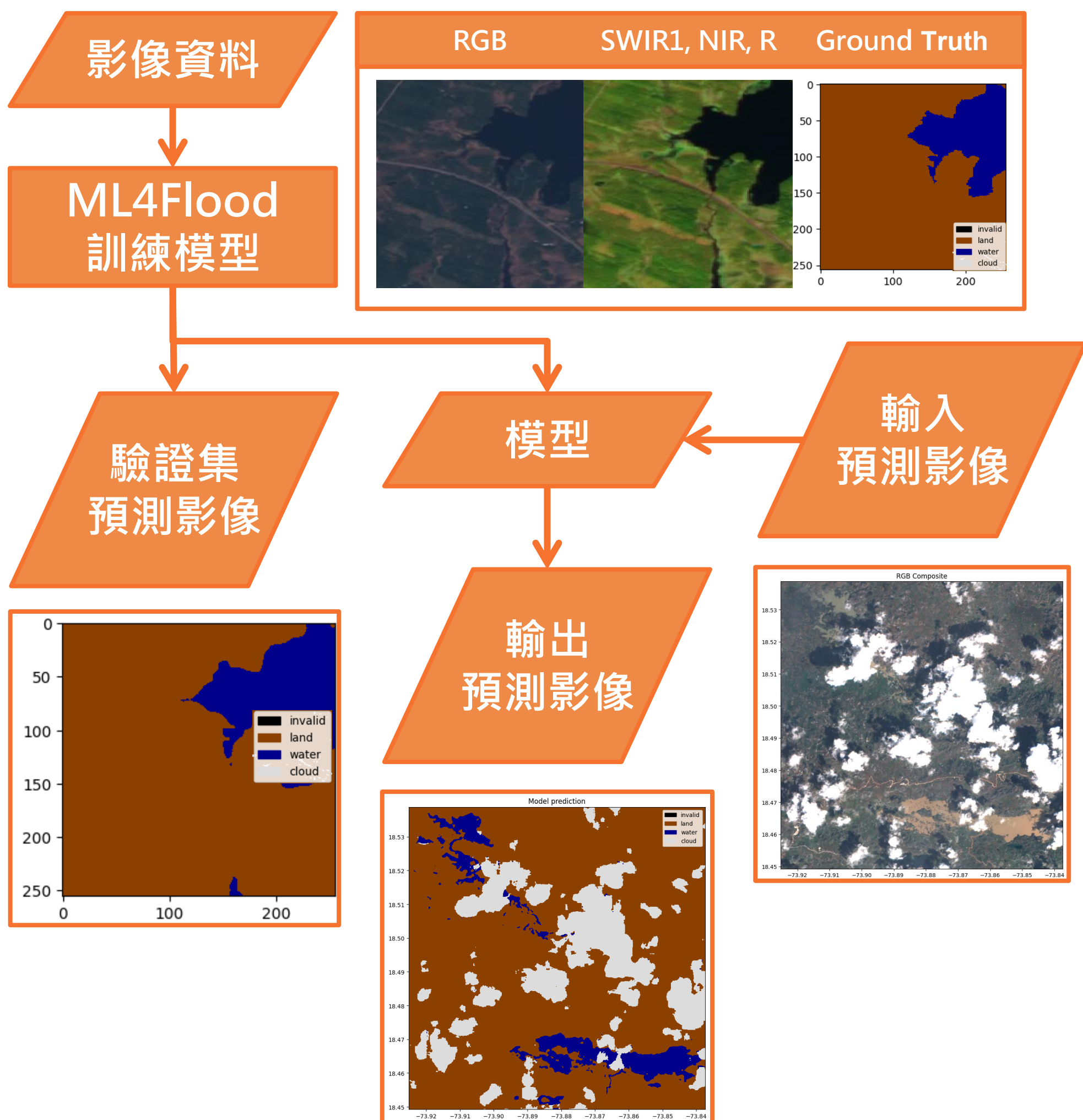
- 主動式遙測
- 全天候、全天時觀測
- 對水體散射低，易識別淹水區
- Sentinel-1
- 缺點：Speckle noise需處理

Optical

- 被動式遙測
- 高解析度與真實色彩
- 可透過多光譜波段計算指標
- Sentinel-2
- 缺點：易受天氣影響、雲層遮蔽

研究方法

本研究使用 ML4Flood (機器學習用於洪水檢測與預測) 開源架構進行模型的訓練，蒐集多源遙測影像 (光學影像與SAR影像資料)。使用U-Net深度學習模型進行洪水淹沒區分割與分類。最後以多組測試資料集驗證模型在不同區域與時段的泛化能力。

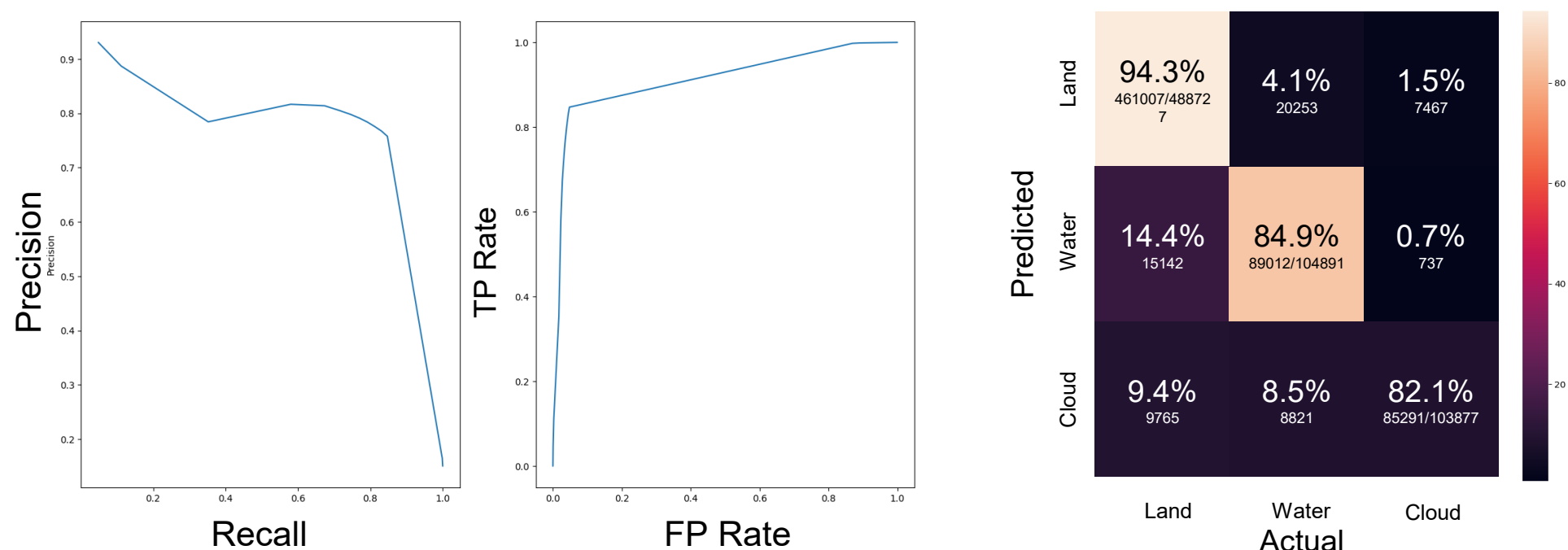


研究成果

在所有測試事件中，平均 Recall_land 達 91.07%、Recall_water 為 75.88%、Recall_cloud 為 84.21%，顯示模型對陸域與雲層具有較高的召回率，而水體辨識仍有進一步提升空間。

平均 IoU 方面，陸域達 86.70%、水體為 64.17%、雲層為 39.00%。

整體而言，模型在不同地區與事件中對陸域與水體檢測的穩定性較高，但雲層分割在部分場景下仍需改善。



code	Recall_land	Recall_water	Recall_cloud	IoU_land	IoU_water	IoU_cloud
EMSR271	74.916654	98.044537	94.981491	74.749456	25.325382	57.421094
EMSR279	90.390564	78.644563	83.718383	83.625071	31.822298	79.073536
EMSR280	99.289434	90.357867	62.611843	97.841381	86.393608	45.232043
EMSR287	99.600866	72.452830	9.155767	98.828150	63.189744	7.156134
RS2	96.338844	83.488766	81.441063	90.702567	56.572025	78.517672
ST1	99.063790	60.052568	90.786479	95.849295	56.723140	87.732300

未來展望

由於 SAR 與 Optical 影像需在同一天取得，且 Optical 影像必須雲量遮蔽極少才能作為有效觀測資料，因此符合條件的資料較難取得。後續將持續事件蒐集與篩選，整合開源模型與多源數據建立洪水資料庫，以支撐模型的實際部屬。未來計畫透過 Streamlit 以及 Geemap 開發互動式網頁平台，用於洪水預測與即時視覺化分析，提升資料應用效率與決策支持能力。

Reference

- [1] E. Portalés-Julià, G. Mateo-García, C. Purcell, and L. Gómez-Chova, "Global flood extent segmentation in optical satellite images," Sci. Rep., vol. 13, no. 1, Nov. 2023, doi: 10.1038/s41598-023-47595-7.
- [2] F. Fakhri and I. Gkanatsios, "Quantitative evaluation of flood extent detection using attention U-Net case studies from Eastern South Wales Australia in March 2021 and July 2022," Sci. Rep., vol. 15, no. 1, p. 12377, Apr. 2025, doi: 10.1038/s41598-025-92734-x.