# **1.1 題目**

基於 EfficientNet‑V2 微調之 EuroSAT 衛星影像分類模型

# **1.2 Introduction**

## **1.2.1 動機**

隨著遙測技術和地理資訊系統（GIS）的快速發展，衛星影像在環境監控、城市規劃及資源管理等多個領域中扮演重要角色。然而，傳統的影像分類方法依賴人工標註及手動特徵工程，耗時且不易推廣。深度學習特別是遷移學習技術，能有效利用預訓練模型權重，提升小樣本影像分類的效率與準確度。因此，本專題希望透過微調EfficientNet‑V2模型，建構高效且準確的衛星影像分類系統。

## **1.2.2 目的或做完此專題，要解決的問題**

• 建立一套基於EfficientNet‑V2架構的衛星影像分類模型，適用於 EuroSAT 資料集中的10類地表影像。  
• 運用遷移學習與微調技術，提升分類準確率並縮短訓練時間。  
• 分析各類別的分類表現（Precision、Recall、F1-score），驗證模型的實用性與穩定性。

# **1.3 文獻探討（別人的方法，優缺點）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **研究方法** | **優點** | **缺點** |
| 傳統特徵工程 + 分類器 | 理解簡單，運算資源需求低 | 需人工設計特徵，無法有效捕捉高階抽象資訊 |
| ResNet 等卷積網絡 | 深度模型具強大特徵學習能力，分類準確率較高 | 模型龐大，訓練時間長，資源需求高 |
| EfficientNet 系列 | 使用複合縮放策略平衡模型大小與效能，訓練更快且準確 | 較新模型，微調及參數調整需較多經驗 |
| Vision Transformer | 利用自注意力機制，具全局特徵捕捉能力 | 需要大量資料和計算資源，對小資料集表現不佳 |

本專題選用 EfficientNet‑V2，因其結合了效能與運算速度，適合衛星影像這類尺寸較小、資料量中等的分類任務，且已有相關研究驗證其遷移學習效果優秀。

# **1.4 你的方法**

本研究採用 PyTorch 框架，使用 torchvision 提供的 EfficientNet‑V2 三種變體（S/M/L），並針對 EuroSAT 衛星影像資料集進行微調。主要步驟包括：

• 資料前處理與增強：將影像從64×64尺寸動態調整至224×224，並使用隨機裁切、水平翻轉及標準化來提升模型泛化能力。  
• 模型調整：將EfficientNet‑V2預訓練模型的最後分類層替換為適合10分類的全連接層。  
• 訓練策略：採用 AdamW 優化器及 ReduceLROnPlateau 學習率調整器，結合 EarlyStopping 以防止過度擬合。  
• 混合精度訓練：運用 PyTorch 自動混合精度 (AMP) 技術，提高訓練速度與顯存利用效率。  
• 評估方法：透過整體準確率及每類別 Precision、Recall、F1-score 指標評估模型效能。

# **1.5 實驗結果**

• 訓練與驗證表現  
模型在訓練期間準確率持續提升，最佳驗證準確率達92%以上，訓練過程中利用 EarlyStopping 降低過擬合風險。  
• 分類報告  
各類別的 Precision、Recall 與 F1-score 表現均衡，顯示模型具備良好的辨識能力。  
• 效能曲線  
損失函數與準確率曲線呈現穩定收斂，證明訓練流程及調參策略有效。  
• 模型儲存  
最佳模型權重已保存，便於後續部署與推論。

# **1.6 參考資料**

1. Tan, M., & Le, Q. (2021). EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training. International Conference on Machine Learning (ICML).  
2. Helber, P., Bischke, B., Dengel, A., & Borth, D. (2019). EuroSAT: A Novel Dataset and Deep Learning Benchmark for Land Use and Land Cover Classification. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 12(7), 2217-2226.  
3. PyTorch Documentation: https://pytorch.org  
4. Torchvision EfficientNet Implementation: https://pytorch.org/vision/stable/models.html#efficientnet-v2  
5. Kingma, D. P., & Ba, J. (2015). Adam: A Method for Stochastic Optimization. International Conference on Learning Representations (ICLR).