

Electronics (MDPI), 2022, 11(6): 951

AlexNet Convolutional Neural Network for Disease Detection and Classification of Tomato Leaf

基於 AlexNet 之番茄葉片疾病偵測與分類卷積神經網路模型

Hsing-Chung Chen, Agung Mulyo Widodo, Andika Wisnujati,
Mosiur Rahaman, Jerry Chun-Wei Lin, Liukui Chen, Chien-Erh Weng




課程：數位影像處理 報告者：周達弘



論文核心重點

本論文的主要貢獻在於針對行動裝置（Android）的硬體限制，修改並簡化了傳統的 AlexNet 結構，將其從原有的 11 層結構精簡為包含 3 個卷積層與 3 個全連接層的架構

該模型在處理包含健康與 9 種疾病共 10 類的番茄葉片影像時，達到了 98% 的平均準確率，並成功嵌入手機 App 中，協助農民進行即時病害監測



Introduction

背景與動機

雖然番茄病害可透過葉片辨識，然而農民多半缺乏病害診斷的專業知識，容易因誤判而採取不當的防治措施，進而影響作物產量與品質

解決方案

本研究採用 CNN 進行番茄葉片影像分析，以實現病害的自動化偵測與分類

Introduction

挑戰

AlexNet 原始模型超過 6,200 萬個參數，且以 224×224 影像作為輸入，對於行動裝置而言，在記憶體與運算效能上限制了手機端的實際應用

研究目標

本研究透過修改並輕量化 AlexNet 架構，使其能部署於 Android 行動裝置，在降低模型複雜度與資源需求的同時，仍維持良好的病害辨識準確率



Related Works




研究趨勢

- CNN 已廣泛應用於植物葉片病害辨識
- 可有效提升疾病偵測準確率與農作物品質

限制

然而多數 CNN：

- 參數數量龐大
 - 計算成本高
 - 不利於行動裝置部署
- 

Related Works

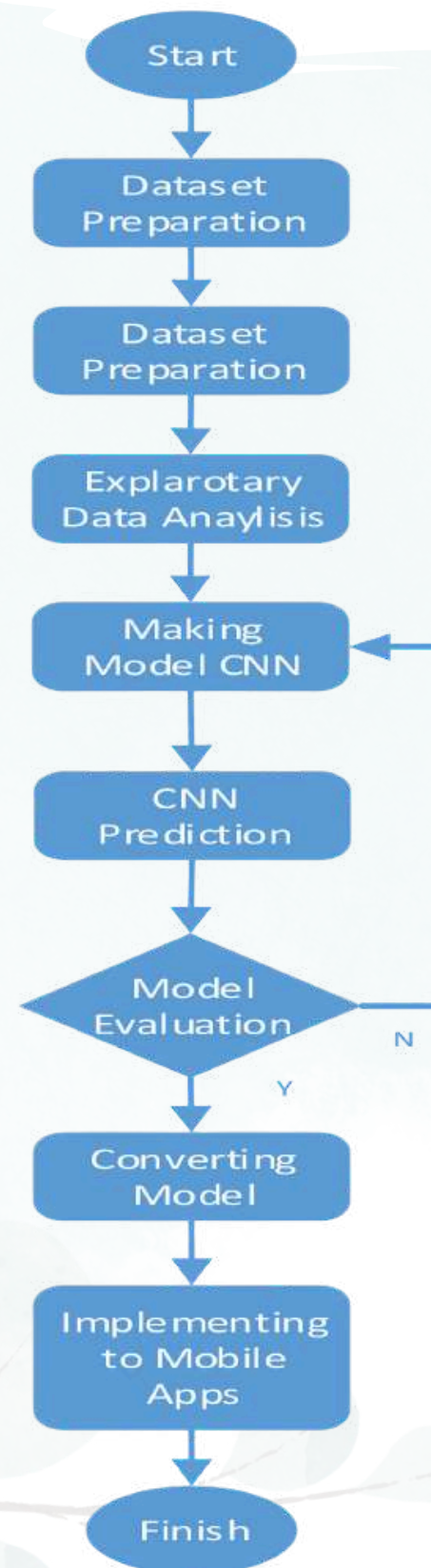
輕量化方向

- 深度卷積 (Depthwise Convolution)
- 可分離卷積 (Separable Convolution)
- MobileNet 系列

進階研究

- ResNet、SENet 等深層模型

Methods



- Dataset Preparation
- Exploratory Data Analysis
- Making Model CNN
- CNN Prediction
- Model Evaluation
- Converting Model
- Implementing to Mobile Apps

資料處理 → 模型建立與驗證 → 行動裝置部署

Methods

資料
來源

從 Kaggle 下載之番茄葉片數據集

數據
規模

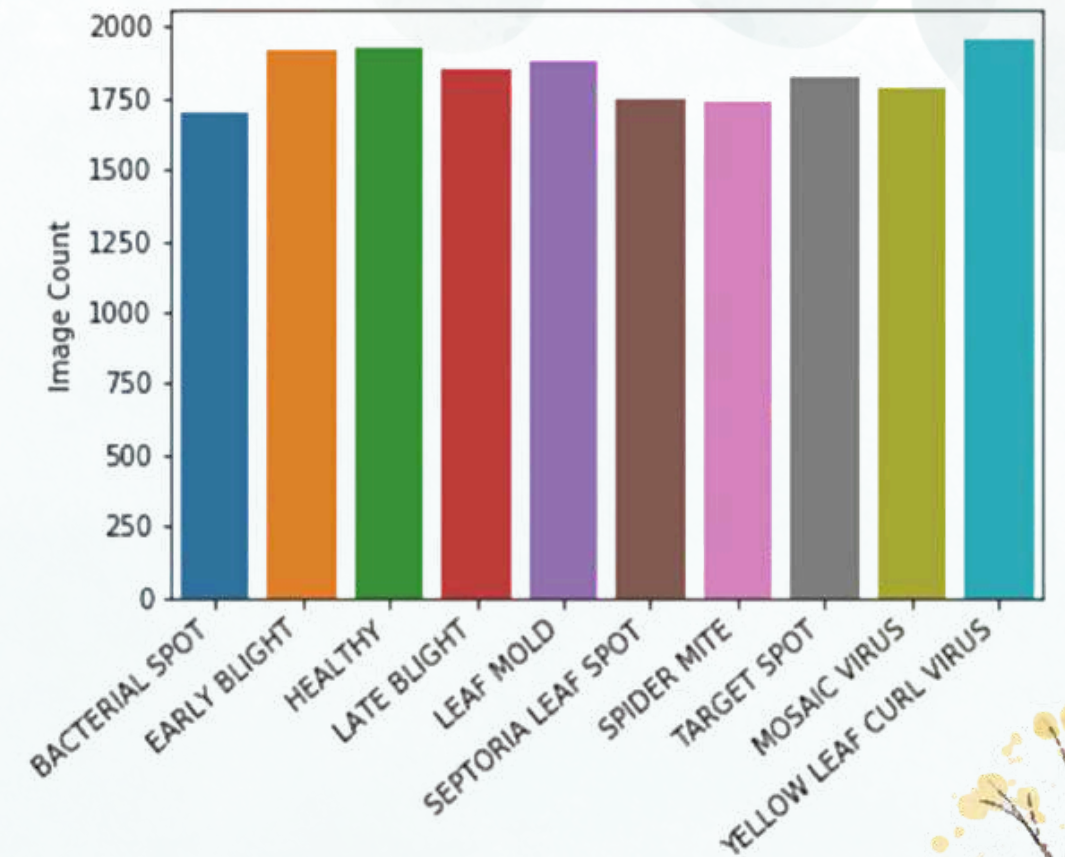
訓練資料 18,345 張，測試資料 4,585 張

類別
標籤

共有 10 類，包含健康葉片以及細菌性斑點、晚疫病、黃化捲葉病毒...等 9 種疾病

影像
規格

所有影像被統一處理為 64×64



Methods

本研究將原始架構簡化為 6 個層級：3 個卷積層和 3 個全連接層

輸出尺寸計算
$$\text{Output size} = \frac{N - F + 2P}{S} + 1$$

N 為輸入尺寸、F 為卷積核尺寸、P 為補零 Padding、S 為步長 Stride

ReLU 激活函數
$$f(x) = \max(0, x)$$

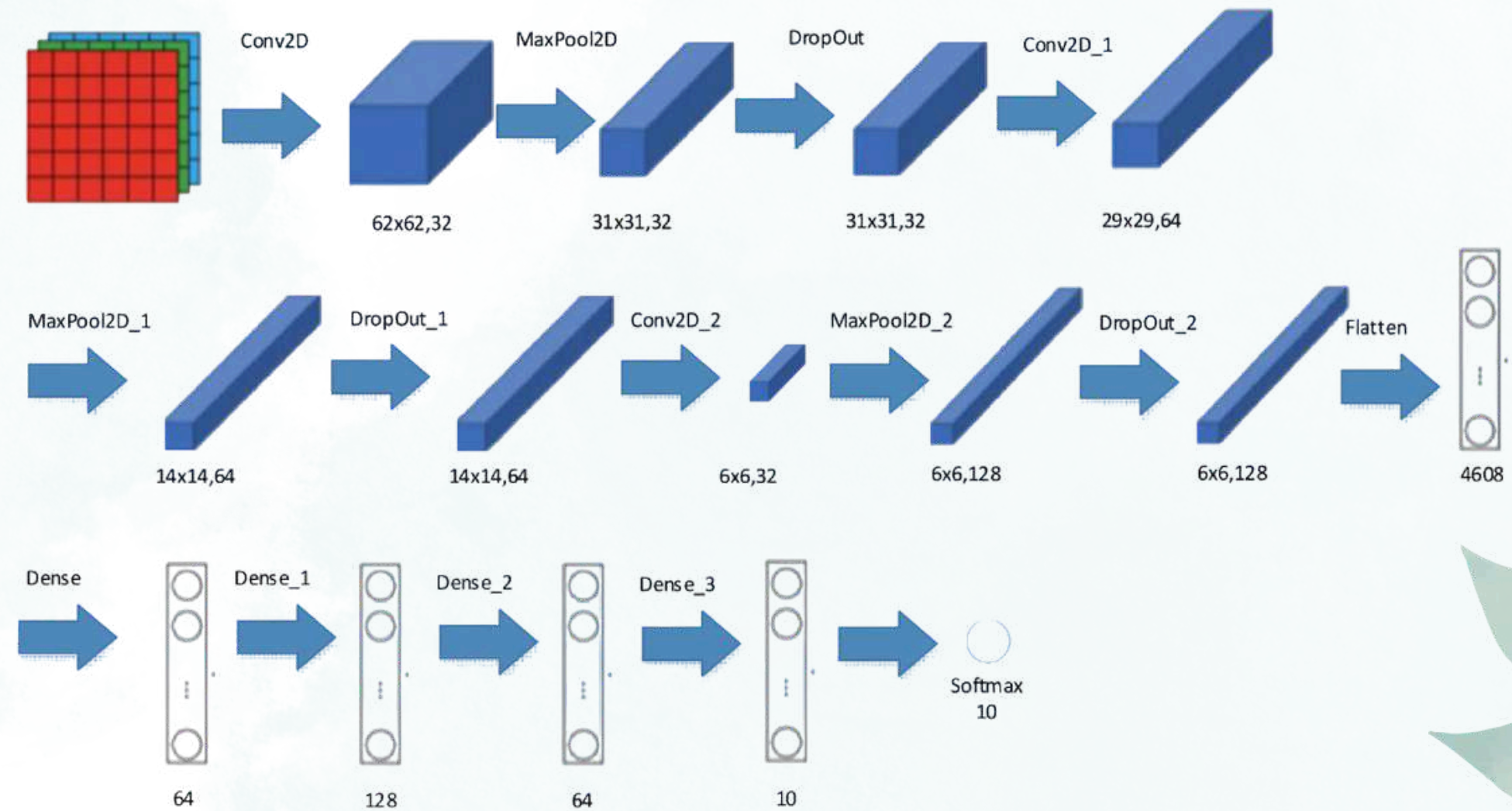
若 $x < 0$ 輸出為 0，否則輸出為 x

Softmax 輸出函數
$$\sigma(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^N e^{z_k}}, j = \{1, 2, \dots, N\}$$

j 為元素索引，N 為總類別數

Methods

- 輸入：64×64 番茄葉影像
- 透過卷積層與池化層進行特徵擷取
- 使用 Dropout 以降低過度擬合問題
- 以全連接層進行影像分類
- 透過 Softmax 輸出 10 種類別結果



- 週期 Epochs: 75
- 優化器 Optimizer: Adam (學習率: 0.0005)
- 批次大小: 128
- 損失函數 Loss function: Categorical Cross Entropy (類別交叉熵)
- 正則化 Dropout: 在卷積層後分別使用 0.2、0.2、0.4 的值防止過擬合

Results and Discussion

No	Disease	Precision	Recall	F-Measure	Accuracy
1	Bacterial Spot	0.98	0.96	0.97	0.96
2	Early blight	0.94	0.94	0.94	
3	Late blight	0.95	0.95	0.95	
4	Leaves mold	0.98	0.97	0.97	
5	Septoria leaf mold	0.95	0.95	0.95	
6	Spider mites	0.95	0.96	0.96	
7	Target spot	0.93	0.94	0.94	
8	Yellow leaf curl virus	0.97	0.99	0.98	
9	Tomato mosaic virus	0.98	1	0.99	
10	Healthy	1	0.97	0.98	



Results and Discussion

部署實作與實際測試案例




Image with JPG Size 64 × 64	:	
Classification result	:	Bacterial Spot
Accuracy	:	0.9999993


Image with JPG Size 64 × 64	:	
Classification result	:	Spider_mites
Accuracy	:	0.9893751



Image with JPG Size 64 × 64	:	
Classification result	:	Healthy Leaf
Accuracy	:	1

Image with JPG Size 64 × 64	:	
Classification result	:	Septoria leaf spot
Accuracy	:	1

Conclusions

有效性

研究所提出之修改版 AlexNet 在維持高分類準確率的同時，能有效降低模型複雜度，適合部署於記憶體容量有限的 Android 行動裝置

實用價值

該系統可協助農民進行番茄葉片病害之早期辨識，進而提升病害管理與防治效率

未來展望

後續研究可嘗試導入 GoogLeNet、ResNet 等更進階的深度學習架構，以進一步提升模型效能與訓練效率



Thank You