

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

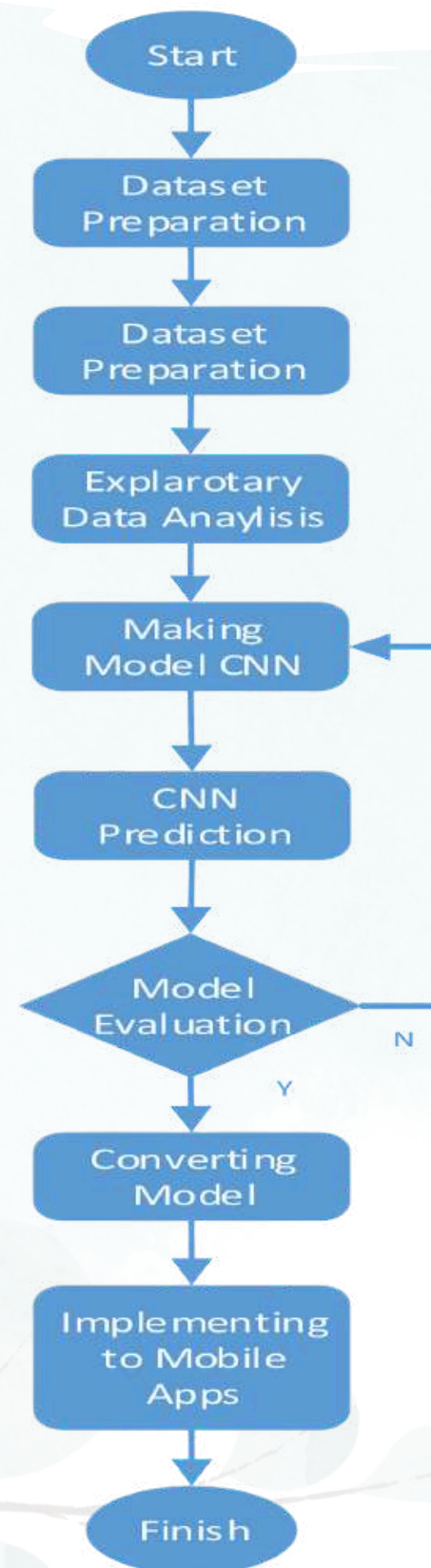
輕量化方向

- 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

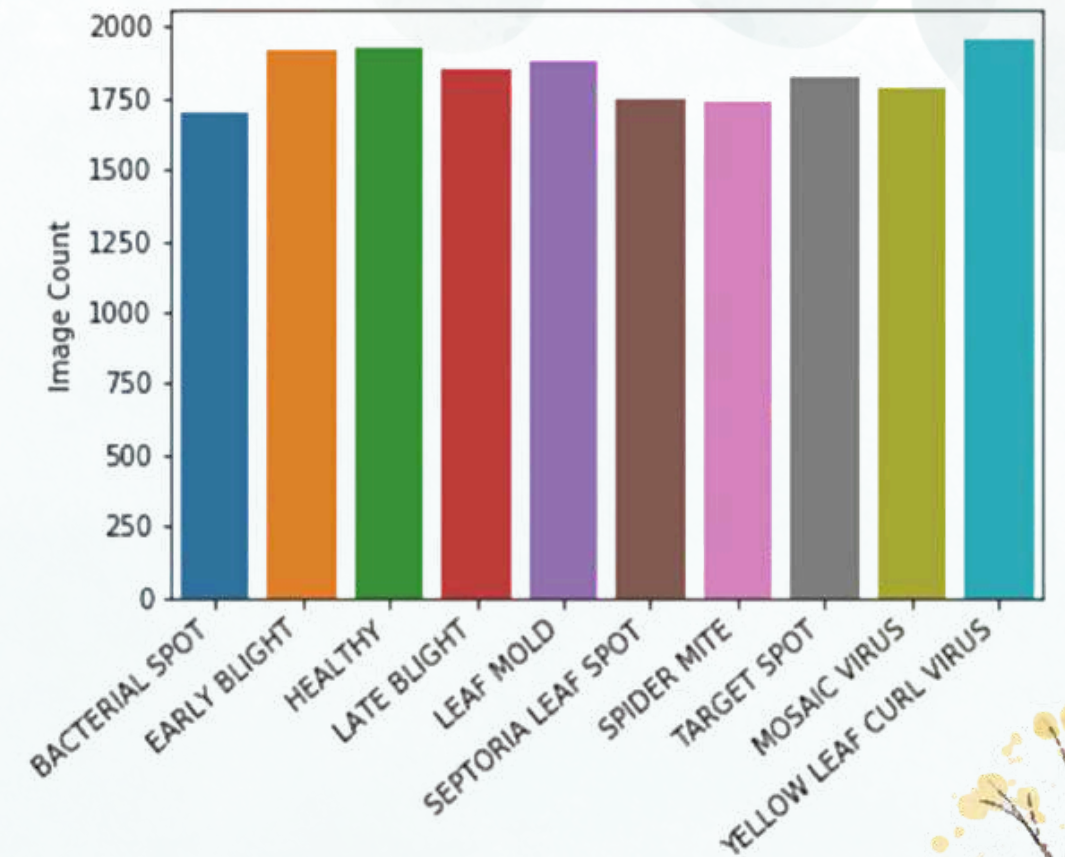
訓練資料 18,345 張，測試資料 4,585 張

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
$$f(x) = \max(0, x)$$

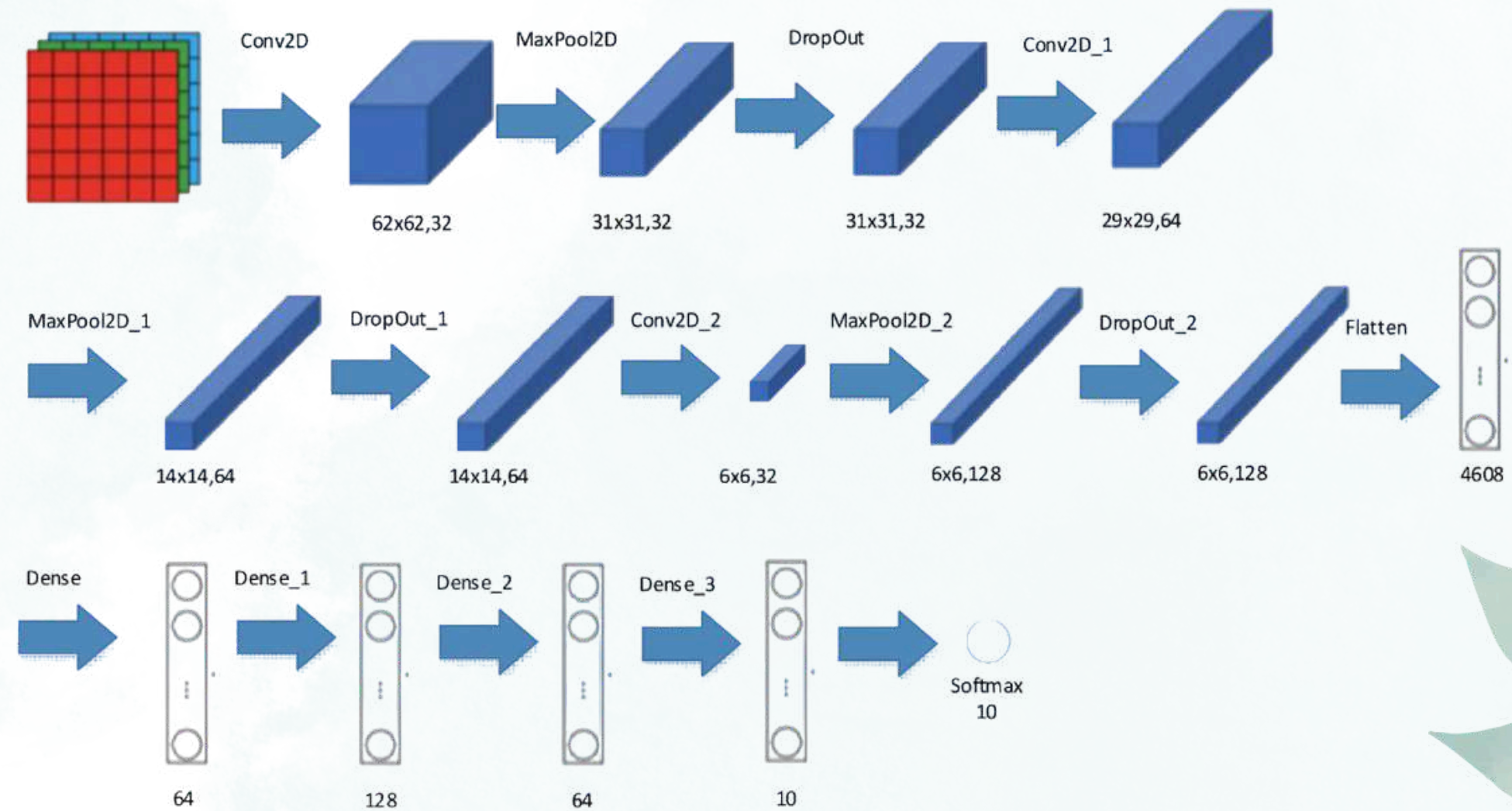
若 $x < 0$ 輸出為 0，否則輸出為 x

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	

98%

總體平均準確率 (Accuracy)

0.98

精確率 (Precision)

0.99

召回率 (Recall)

0.98

F1-Score

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

A watercolor illustration featuring various green leaves, yellow berries, and pink flowers. The leaves are in different shades of green, some with fine veins. The yellow berries are small and clustered. The pink flowers have five petals and a visible center. The background is a light blue and white watercolor wash. The text "Thank You" is centered in a dark teal color.

Thank You