

# 基于深度学习的苹果树病虫害识别技术

王琛瑜 周金和

北京信息科技大学 信息与通信工程学院

DOI:10.12238/acair.v3i2.13542

**[摘要]** 由于农民的学习能力和经验的局限性,导致在病虫害识别方面,只能靠传统的目测实现。本文将苹果树的树叶病虫害为例,寻求最为简单、便捷、快速、准确的识别病虫害的方法。通过机器学习的图像识别和数据分析技术,利用卷积神经网络的自动提取图像特征的功能,可以解决传统病虫害识别方法的很多缺点,如:泛化能力差,识别的准确率低。本文介绍了两种卷积神经网络AlexNet和VGG,最终选择了利用VGG19进行病虫害识别,并发现了一些存在的问题,提出了相关对策,帮助农民快速准确的识别病虫害,为农民减少了经济损失。

**[关键词]** 病虫害; 机器学习; 图像识别

**中图分类号:** TN911.73 **文献标识码:** A

## Apple tree pest identification technology based on deep learning

Chenyu Wang Jinhe Zhou

School of Information and Communication Engineering, Beijing Information Science & Technology University

**[Abstract]** Due to the limitations in farmers' learning abilities and practical experience, traditional pest and disease identification in agriculture still heavily relies on visual inspection. This study focuses on pest and disease recognition in apple tree leaves, aiming to identify the most simple, convenient, fast, and accurate method. By employing image recognition and data analysis techniques based on machine learning—particularly the automatic feature extraction capabilities of convolutional neural networks (CNNs)—many shortcomings of traditional identification methods, such as poor generalization and low accuracy, can be effectively addressed. This paper introduces two CNN architectures, AlexNet and VGG, and ultimately adopts VGG19 for pest and disease recognition. Through experimentation, several issues are identified, and corresponding solutions are proposed to assist farmers in quickly and accurately diagnosing plant diseases and pests, thereby reducing economic losses.

**[Key words]** Pests and Diseases; Machine Learning; Image Recognition

### 引言

由于苹果树在日常生产生活中的种植管理技术报道相对于其他农作物来说较少,因此对于很多新手果农缺乏管理经验,当遇到病虫害的侵扰时,不能及时治理,找不到苹果树的病因,分不清到底是什么害虫,从而无法“对症下药”,轻者导致当年结果数目少得可怜,重者导致苹果树的死亡<sup>[1]</sup>。即便是经验丰富的果农们也仅仅是靠肉眼观测,目测病因,他们通过观察果树的外部形态,从树叶、树枝、树根、树皮等部位识别病虫害,也会有判断失误和无法判断的情况,因此只能求助果树专家,但是由于时间路程等问题,专家往往不能及时到达现场,这就给种植生产上带来了很大的麻烦<sup>[2]</sup>。

本文研究的动因是:为了避免错判漏判病虫害类型,提高农业生产效率,解决果农们在种植上的困难,减少病虫害所带来的经济损失,降低农民因不识病虫害种类而“病急乱投医”

的频繁用农药造成的环境污染问题,使得他们可以省时省力,因此研究如何简单便捷快速识别病虫害的类型成了迫在眉睫的问题。

### 1 基于机器学习的苹果树病虫害识别

1.1神经网络模型AlexNet。随着时间的推移,Lenet网络诞生了。虽然Lenet较CNN做了很大的创新,但是仍存在很多弊端,后来经过改进,采用relu作为激活函数,并且有了局部响应归一化功能的norm层,即AlexNet神经网络模型<sup>[3]</sup>。AlexNet网络模型深度8,大小227MB,参数61M。

1.2神经网络模型VGG。AlexNet网络模型识别的准确率并不高,基于AlexNet,谷歌公司做出了创新,做出VGG系列。这是一个深度的卷积神经网络,具备卷积神经网络CNN的所有功能,经常用来提取特征图像,VGG网络在定位和分类任务上都取得了非常大的成就<sup>[4]</sup>。VGG网络的提出者对VGG网络提出了从A-E一共7

种不同的程度的,不同层数的网络结构,层数对应了11层到19层。在VGG系列中,应用最广泛的为VGG16和VGG19。

1.3 AlexNet和VGG的区别与联系。VGG网络和AlexNet网络相比,大大减少了参数量,这是因为VGG网络通过堆叠3个的卷积核可以代替一个的卷积核,通过堆叠2个的卷积核可以代替一个的卷积核。

1.4 苹果树叶图片特征提取。该系统的输入为一张彩色图片,输出是该图片的分类。以输入图1为例,这是一张苹果树黑斑病的图片,作为卷积层的最外层输入,可以将图1分解为三个通道,即R(Red)、G(Green)、B(Blue),同一位置的像素经3个通道灰度值叠加形成一个彩色像素,分解后各通道的单一化灰度图如图2所示。



图1 苹果树黑斑病原图

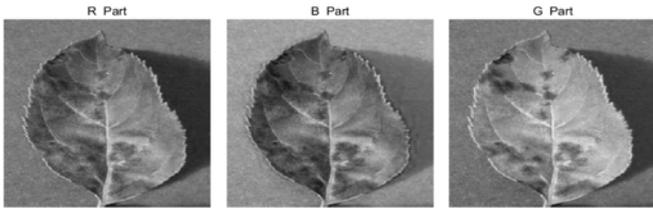


图2 苹果树黑斑病原图

从图2中可以看到从G通道能更容易的从叶片上区分黑色的病灶,而从蓝色或者红色通道来看相对比较难以分辨,这是因为健康的树叶为绿色如果出现黑色的病灶那么病灶区亮度值与周围健康的叶片会有较大的差异所以肉眼上能很容易分辨,而绿叶上的蓝色像素和红色像素成分相对较少所以该位置上的亮度值也较低,当黑色病灶出现时也难以区分。

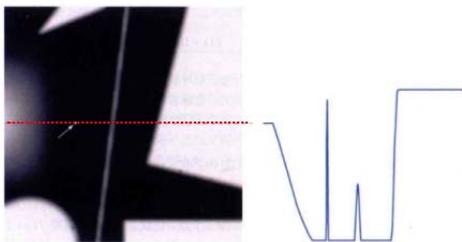


图3 苹果树黑斑病原图

1.4.1 图像识别中常见的特征提取方法。得到一张完整的图片首先需要做的是提取较为单一简单的特征,边缘特征提取就是最典型的基础特征之一,图像的边缘也就是图像中像素灰度值发生变化的像素点的集合<sup>[5][6][7]</sup>。对于一幅图像,如果我们将图像像

素的每一行和每一列的灰度值都描述成一个函数如图3,那么就可以通过计算函数导数的方式来找到灰度值发生变化的点。导数值大,则说明灰度值变化大;导数值等于0,则说明灰度值没有发生变化;导数值小,则说明灰度值变化小。图像边缘也就是对应着灰度函数图像中函数值发生突然改变的区域(点的集合)。

梯度的表达式:

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial x} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{f(x+\epsilon,y) - f(x,y)}{\epsilon} \quad (1)$$

$$\frac{\partial f(x,y)}{\partial y} = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{f(x,y+\epsilon) - f(x,y)}{\epsilon}$$

将微分导数的概念引入到图像处理,  $X$  代表像素点的位置,那么当前像素沿轴的灰度梯度值就等于后一个像素的灰度值减去当前像素的灰度值(前向差分):

$$\frac{\partial f}{\partial x} = f'(x) = f(x+1) - f(x) \quad (2)$$

二阶导数是一阶导数的导数,描述一阶导数的变化趋势,因此,我们可以根据一阶导数推出:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f(x)}{\partial x^2} &= f''(x) = f'(x+1) - f'(x) = [f(x+1) - f(x)] - [f(x) - f(x-1)] \\ &= f(x+1) + f(x-1) - 2f(x) \end{aligned} \quad (3)$$

1.4.2 常见算子。Roberts交叉算子,以对角差分为例,即Robert交叉算子,它可以描述为使用两个2x2的卷积模板对影像进行处理:

$$G_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} * f, G_y = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix} * f \quad (4)$$

由公式4展开:

$$\begin{aligned} g_x &= \frac{\partial f}{\partial x} = f(x+1,y) - f(x,y) \\ g_y &= \frac{\partial f}{\partial y} = f(x,y+1) - f(x,y) \end{aligned} \quad (5)$$

算子矩阵:

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Prewitt算子,Prewitt算子是一种一阶微分算子的边缘检测,利用像素点上下、左右邻点的灰度差,在边缘处达到极值检测边缘,去掉部分伪边缘,对噪声具有平滑作用。其原理是在图像空间利用两个方向模板与图像进行邻域卷积来完成的,这两个方向模板一个检测水平边缘,一个检测垂直边缘。Prewitt算子定义:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} * f, G_y = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * f \quad (6)$$

## 2 实验结果及分析

VGG19比AlexNet识别果树病虫害的准确率更高。本课题采用的数据集为AI\_challenger大赛的果园的病虫害的比赛数据。利用matlab软件运行代码后出现随机选取数据集中的20张图片如图4所示。

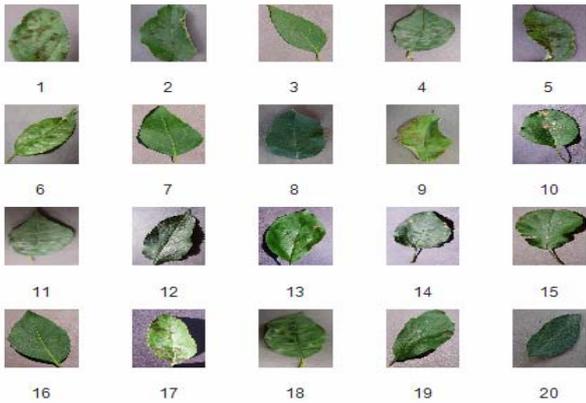


图4 随机选取数据集中的20张图片

历时413分53秒(约7小时), 每轮33次迭代, 共计30轮, 完成了990次迭代, 训练结束, 训练结果如图5所示:

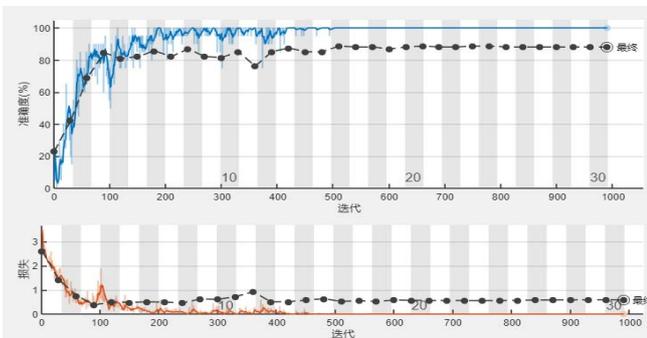


图5 训练结果

模型训练好, 下面开始模型测试, 即选取任意一张图片, 进行识别, 测试结果如图6所示:



图6 测试结果

### 3 结论

本文通过深度学习卷积神经网络VGG19来识别苹果树叶病虫害, 打破了传统的人工提取图像特征的瓶颈, 提高了模型的训练精度, 降低了数据收集的门槛。通过训练结果可以发现, 卷积神经网络对于识别病虫害的准确率很高, 但仍然存在少量的图片测试出现错误, 这表明, 我们还要不断地提高模型的精度, 并且不断地补充更多的数据, 以此达到训练网络模型, 提高网络的性能。

#### [参考文献]

- [1]张秋菊.苹果树病虫害智能识别系统设计与实现[J].农业工程技术,2022,42(30):23-24.
- [2]李玲,李艳乐,郭海丽,等.基于卷积神经网络的苹果树病虫害识别[J].南方农机,2022,53(08):16-19.
- [3]杨勇.苹果树病虫害智能识别系统设计与实现[J].农业工程技术,2022,42(09):36-37.
- [4]边柯橙,杨海军,路永华.深度学习在农业病虫害检测识别中的应用综述[J].软件导刊,2021,20(03):26-33.
- [5]李疆,郝梦洁,任显丞.机器学习在农作物病虫害识别上的应用综述[J].河南农业,2021(05):49-50.
- [6]计雪伟,霍兴赢,薛端.基于深度学习的农作物病虫害识别方法[J].南方农机,2020,51(23):182-183.
- [7]李哲,潘维,张赞.基于深度卷积神经网络的植物病虫害识别[J].电子技术与软件工程,2020(23):194-195.

#### 作者简介:

王琛瑜(1998--),女,山东烟台人,北京信息科技大学,信息与通信工程学院,2022级硕士研究生。

周金和(1996--),男,湖北黄陂人,1991年获博士学位,现为教授,主要研究方向为绿色网络通信。