

机器视觉技术在蓝莓病虫害诊断中的设计研究

祝金辉 石文静 董纹嘉 贺志强 夏祥越 夏卫海
湖州学院智能制造学院, 中国·浙江 湖州 313000

摘要: 随着科学技术的发展, 机器在农业方面的应用逐渐增多, 机器视觉技术逐渐在农业生产范畴中崭露头角, 引领农业智能化改革。机器视觉技术包含了图像识别、特征提取、图像处理等, 可以用于多个领域, 机器视觉技术可以对需要的农产品进行图像识别, 然后进一步对获取的数据进行分析和处理, 并从中获得关键信息, 让农业生产决策更具科学性和前瞻性。文中对机器视觉技术的内在逻辑进行深度剖析, 为提高机器视觉在蓝莓层面的识别效率和准确率, 协助开展蓝莓病虫害防治工作, 提出了构建不同算法的基于机器视觉的蓝莓病虫害图像识别和诊断的方案设计。

关键词: 机器视觉; 图像识别; 蓝莓病虫害; 诊断

Design Research of Machine Vision Technology in Blueberry Pest and Disease Diagnosis

Jinhui Zhu Wenjing Shi Wenjia Dong Zhiqiang He Xiangyue Xia Weihai Xia
School of Intelligent Manufacturing, Huzhou College, Huzhou, Zhejiang, 313000, China

Abstract: With the development of science and technology, the application of machines in agriculture has gradually increased, and machine vision technology has gradually emerged in the field of agricultural production, leading the intelligent reform of agriculture. Machine vision technology includes image recognition, feature extraction, image processing, etc., which can be used in a variety of fields, machine vision technology can identify the image of the agricultural products we need, and then further analyze and process the obtained data, and obtain key information from it, so that agricultural production decisions are more scientific and forward-looking. To improve the recognition efficiency and accuracy of machine vision at the blueberry level, and to assist in the control of blueberry diseases and pests, the design of blueberry disease and pest image recognition and diagnosis based on machine vision based on different algorithms was proposed.

Keywords: machine vision; image recognition; blueberry pests and diseases; diagnostics

0 前言

在全国水果市场的广阔版图中, 蓝莓以其自身独特的风味和特有的保健价值, 逐渐在全国水果市场逐渐占据了属于自己的重要一席。中国是一个以农业为基础的国家, 农业发展对社会经济的持续发展有着非常重要的影响, 病虫害是导致农作物减产降质的一个主要原因。蓝莓的生存条件非常的苛刻, 以致于这给蓝莓产业的发展带来了巨大挑战。传统的蓝莓病虫害诊断方法主要依靠于人工凭借经验去判断, 这一方式在如今这种果园治理体系中无疑是一大挑战。因此, 农作物病虫害是造成作物减产最主要的因素, 及时识别农作物病虫害是保证农作物正常生长的必要措施^[1]。图像识别技术作为一种先进的信息技术, 具有快速、准确、客观等优点, 为蓝莓病虫害诊断提供了新的解决方案。机器视觉技术主要通过算法模型计算目标图像三维信息特征, 自动对目标图像信息进行智能化决策判断, 模拟学习人类视觉处理图像信息的一门科学技术^[2]。

1 图像识别技术基础

基于图像识别技术的蓝莓病虫害诊断系统技术架构见图 1。

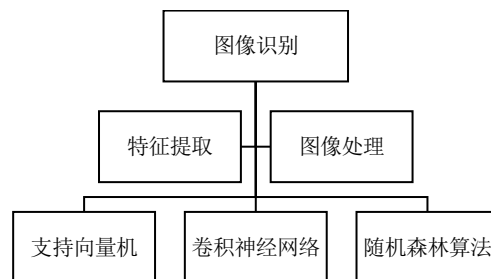


图 1 基于图像识别技术的蓝莓病虫害诊断系统技术架构

在蓝莓病虫害图像识别的研究与应用中, 初始阶段从图像所获取的信息体量极为庞大。鉴于不同病虫害在蓝莓植株上所展现出的症状有着明显区别, 我们必须从如此庞大的数据库里精准提取出真正具有价值的信息, 从而为后续的分析与识别工作奠定坚实基础。因此特征提取是关键步骤^[3], 该项工作聚焦于从采集所得的图像中, 精准提炼出可有效代表蓝莓病虫害特征的关键信息, 为后续的分类判定及识别流程夯实数据基础。常见的特征维度包含形状、大小、颜色等, 其中每种特征皆能从不同层面体现出病虫害的特点。

对于蓝莓病虫害图像中的病斑或害虫形态, 可通过一

系列图形处理算法^[4]来提取形状特征。在图像采集进程中,诸如光斑这类对实验数据产生干扰的不可控因素无法完全规避。故而,运用图形处理算法针对图像开展预处理等关键步骤,可切实增强实验数据的精确程度。边缘检测算法^[5]能够精准地勾勒出病斑或害虫的轮廓,在利用边缘检测方法完成图像边缘提取后,图像的关键信息得以有效留存,这为后续分类算法的深度处理显著减轻了计算负荷。以 Canny 算子为代表的常见边缘检测算子,通过精准计算图像梯度的幅值与方向,可有效识别出图像中灰度急剧变化的边界,从而更加清晰地界定目标图像的边缘。

在蓝莓的种植与培育过程中,各类病虫害对蓝莓的生长有着极为显著的影响。这种影响贯穿蓝莓生长的各个阶段,无论是根系的稳健发育、枝干的茁壮成长,还是果实的孕育成熟,都难以避免地受到波及。例如,蓝莓灰霉病^[6]初期在蓝莓表面表现为淡褐色病斑,在高湿度的环境下,才在病斑周围蔓延出一层厚厚的灰色霉层。而蓝莓炭疽病初期在蓝莓表面由褐色小斑点逐渐扩大加深,最后才变成黑色。不同的病虫害在蓝莓植株上所呈现的颜色各异,这为图像识别提供了重要线索。在提取颜色特征时,通常会将图像从 RGB 颜色空间转换到其他更适合分析的颜色空间,如 HSV (色相、饱和度、明度) 空间。HSV 颜色空间将 H (色相)、S (饱和度)、V (亮度) 当作色值来定位颜色^[7]。

不同的病虫害在蓝莓植株上所展示出的纹理特征有着极大的差异。由于病虫害在蓝莓植株上的症状表现差异显著,这些特征成为识别病虫害类型的关键依据。以蓝莓叶斑病和锈病为例,前者发病时叶片会出现不规则的斑点状纹理,后者则会在叶片表面形成类似铁锈状的粗糙纹理。通过对这些纹理进行深入的数据分析,能够准确判别病虫害类型。在虫害方面,当蓝莓遭受蚜类虫害时,叶片上会出现细小的斑驳状纹理,这与真菌或细菌引发的病虫害所呈现的纹理特征存在明显不同。纹理分析方法^[8]主要包括统计方法、结构方法和频谱方法等。统计方法具有独特的算法,它通过计算图像的灰度共生矩阵、自相关函数等统计量来描述纹理特征,进而实现对纹理特征足够详细的刻画。灰度共生矩阵是纹理分析方法中的核心要素,它能够反映出图像中不同灰度级像素对的空间分布关系,通过计算灰度共生矩阵的能量、熵、对比度等特征值,可以有效地描述纹理的粗细、规则性等特性。频谱方法相对于其他方法,其从频率角度的剖析信号,更关注于信号的变化速率和周期性,频率方法在处理一些纹理特征特别复杂,细节非常多的图像时,能够更精准的找到隐藏的频率信息,这一点同样至关重要。上述三种不同的方法,正是纹理分析方法的显著优势体现。

2 分类算法

分类算法是一种基于数据特征将数据划分到不同类别的机器学习算法。分类算法^[9]在蓝莓病虫害图像识别中起

着核心作用,利用分类算法,可将获取的数据类型与数据库中的数据进行比对。它能够依据提取的特征,对病虫害进行精准分类。分类算法不仅能够识别蓝莓病虫害的种类,还能判断蓝莓病虫害的受损程度,并且可根据蓝莓的受损状态,对病虫害的严重等级予以划分。在一定程度上还能够向蓝莓种植者提供一些防治意见。常见的分类算法如支持向量机 (SVM)、卷积神经网络 (CNN) 等,在病虫害识别领域都有着广泛的应用,在使用分类算法进行图像识别的过程中,大量的实验数据会不断积累,通过对这些数据进行分析,可以了解蓝莓病虫害的发生规律。

支持向量机 (SVM) 是一种基于统计学习理论的二分类模型, SVM 最初应用于二分类问题,有别于传统的模式识别学习方法,其学习样本是有限的,是一种基于结构风险最小化准则的学习器。SVM 学习的基本思想是求解能够正确划分训练数据集并使几何间隔最大的分离超平面^[10]。在处理蓝莓病虫害图像时, SVM 将图像的特征向量作为输入,通过核函数将低维的特征空间映射到高维空间,从而在高维空间中找到一个线性可分的超平面。

卷积神经网络模型是一种前向神经网络和深度学习方法,通过共享权值、局部连接和池化达到网络更优化并降低拟合^[11]。在深度学习的庞大架构下,卷积层、池化层、全连接层等组件紧密协作,搭建起一套精密且高效的特征学习体系。这一体系宛如一位不知疲倦的智能观察者,能够自主且精准地捕捉并学习图像中各类细微特征,为后续的研究夯实了数据根基。在蓝莓病虫害识别领域,卷积神经网络 (CNN) 凭借其独特优势脱颖而出。其中,卷积层发挥着至关重要的作用。层内的卷积核就像高端显微镜的核心元件,能够在蓝莓病虫害图像上进行逐点、细致入微的滑动,同时进行复杂的卷积计算。通过这种方式,能够精确提取病斑形状、大小、颜色等关键局部特征,助力病虫害的精准识别。

基于贝叶斯-随机森林算法构建的模型能够准确识别云粒子相态,识别结果符合云微物理过程^[12]。可以综合蓝莓的生长环境数据、气象数据和外观特征数据等多元信息,通过贝叶斯概率推理,可依据先验知识和新获取的数据,不断更新对病虫害发生可能性的认知;而随机森林凭借对多个特征的综合分析,有效避免单一特征判断的片面性,二者结合为蓝莓病虫害诊断提供了更可靠的决策依据。随机森林算法也是一种常用的分类算法,它是一种基于决策树的集成学习方法。随机森林算法通过构建多个决策树,再对样本进行分类时,每个决策树都给出自己的预测结果,然后对所有决策树的预测结果进行综合投票,得票最多的类别便被确定为最终的分类结果。在蓝莓病虫害图像识别中,存在一些不确定性,有一些病虫害在蓝莓上的症状非常的相似,难以判断究竟是哪一种病虫害,如在蓝莓锈病和霜霉病症状中。贝叶斯-随机森林算法可以对提取的多种特征进行分析,利用决

策树的分裂规则,将图像数据逐步划分到不同的类别中,并通过贝叶斯-随机森林算法进行概率分析,粒子群的计算和分析,能够较准确给出属于某种病害的概率。通过对传统随机森林算法和粒子群优化的随机森林法进行对比,使用粒子群优化的随机森林算法的模型性能有很大提升^[13]。

3 基于机器视觉技术的蓝莓病虫害诊断系统的设计

机器视觉技术是一种将计算机科学与光学、电子学等多种学科融合,并将其应用在农业方面的一种新型技术。在农业病虫害监测中,视觉数据获取是机器视觉技术应用的关键步骤,影响后续图像处理和精度。图像采集包括选择合适的成像设备、确定最优拍摄参数及设计高效的数据采集策略。成像设备通常有高清数码相机、多光谱相机与红外热成像仪,这些可记录作物表面的细微差异^[14]。为了确保采集到的图像清晰、准确,还会配备合适的照明设备,以消除图像中的阴影和反光,避免这些因素对图像分析产生干扰。同时在采集蓝莓植株不同部位的图像时,应确保保证包括叶片、果实、枝干等在内的部位能够捕捉到所有可能出现病虫害的位置。尤其是针对病虫害部位,要能够确保拍摄清楚,能够展示出病虫害的独有特征,如病斑的形状、颜色以及害虫的种类、数量等。

在硬件方面,该系统主要由高清数码相机、性能强劲的计算机以及配套的照明设备组成。这通常涉及无人机、固定摄像头或其他移动设备^[15]。高清数码相机是图像采集的关键设备,其具备高像素和良好的成像质量,能够清晰地捕捉到蓝莓植株上微小害虫的细节信息,为后续的分析提供精准的数据基础。多光谱相机具有特别强大的适应性,能够确保在不同光照条件下都能获取高质量的图像,为后续特征提取提供可靠素材。红外热成像仪就特别注重于事物的温度维度,凭借高灵敏度的摄像头原件,能够捕捉到细微温度差异,能够更早发现病虫害的迹象,为病虫害的早期防控争取宝贵时间。不仅如此,该系统还配备了可调节的照明设备,配备的照明设备的功能也是非常的强大。通过优化光源的强度、角度和颜色等参数,消除图像中的阴影和反光,保证图像的清晰度和一致性,这一套操作下来,将会极大的提高了图像数据的质量和可用性,这些优质的图像数据为后续的分析、特征提取工作提供了一些保障。

软件设计是通过将相机拍摄的图像传输给服务器后,经过存储、预处理、特征提取和特征分析技术获得有效特征^[16]。图像采集环节是整个识别流程的起始点,其采集质量直接影响后续的识别结果,关乎精准度与可靠性。在实际操作时,为实现全面监测,会在蓝莓种植园内科学布局多个高清数码相机。这些相机从不同方位与距离对蓝莓植株进行拍摄,力求完整覆盖植株生长区域。相机的安装位置与角度皆经精心规划,以此保证所获取的蓝莓植株图像清晰、完整,为后续

的分析与研究提供优质的图像资料。为了保证采集到的图像具有一致性和可比性,会对相机的参数进行统一设置,如分辨率、帧率、曝光时间等。在采集过程中,还会根据光照条件的变化,实时调整照明设备的参数,确保图像的清晰度和对比度。在经过图像获取后,软件系统将会将所获得的图像进行存储,形成一次数据库。然后软件系统将对获得的图像进行图像预处理。图像预处理模块是整个软件系统的基础环节,其主要作用是对采集到的原始图像进行优化处理,提高图像的质量和可用性。

在这一模块中,会依次进行灰度化、滤波、二值化等操作。灰度化操作将彩色图像转换为灰度图像,减少数据量,降低后续处理的计算复杂度。滤波则采用高斯滤波、中值滤波等这类经典算法,目的是去除图像中的各类噪声,如椒盐噪声、高斯噪声等,椒盐噪声会在图像上呈现一个个孤立的黑白噪点,而高斯噪声则像是给图像蒙上一层随机的“雾霾”。为了使图像处理后更加平滑清晰。通常还会紧接着进行二值化操作,这一过程需要依据图像的实际情况,设定合适的阈值,将原本灰度图像转换为黑白二值图像,这一转化过程中,害虫的特征和轮廓就会被着重凸显出来。原本隐藏在灰度细节图像里面的一些细节,如纹理、形态等就会变得一目了然。便于后续的特征提取和分析。对预处理后的图像开展特征提取工作,从中抽取出可有效表征病虫害特征的关键信息,进而深入进行特征分析。不同的蓝莓病虫害各自具备独特特征,针对这些特征展开分析,能够让模型更为精准地洞悉病虫害的内在规律,从而显著提升病虫害识别的准确性,为后续防治措施的制定提供有力依据。

4 结语

基于机器视觉的蓝莓病虫害诊断系统的设计是一项具有重大意义价值的研究。通过应用机器视觉技术^[17]、图像识别技术,包括特征提取、图像处理和识别、目标检测和识别等,可以实现对蓝莓病虫害进行精准的识别。在蓝莓种植领域,应用并优化分类算法,能够显著提升算法的准确性与运算性能。这不仅能为农户提供实用的种植建议和病虫害处理办法,还有助于实现蓝莓产量和收益的双增长。不过,当机器视觉技术与分类算法应用于蓝莓种植时,精准度和成本问题成为两大阻碍。一方面,需要深入研究并改进机器视觉技术和分类算法,不断提高其识别的准确度;另一方面,要致力于降低技术成本。例如,选用性价比高的硬件设备,优化算法以减少对高端服务器的依赖,让技术与蓝莓生产的实际需求紧密结合。只有这样,机器视觉技术才能切实为农户创造价值,推动蓝莓产业的蓬勃发展。

参考文献:

- [1] 谢建梅.基于图像处理的农作物病虫害分类算法的研究[J].吉林农业科技学院学报,2021,30(6):9-13.
- [2] 戴军.机器视觉技术在瓜菜检测应用中的研究进展[J].中国瓜菜,2023,36(11):1-9.

- [3] 汪志立,王定成,曹蓉,等.融合注意力机制和二次特征提取的ResNet小样本农作物病虫害识别[J].计算机系统应用,2024,33(9):208-215.
- [4] 陈淇玮.图形处理算法在侧扫声呐图像处理上的应用[J].舰船科学技术,2024,46(24):104-108.
- [5] 陈雅琪,郭晨伟,赵浩宇,等.基于卷积神经网络的边缘检测算法研究[J].信息技术,2024(11):9-15.
- [6] 李更新,臧传江,赵湘江,等.基于HSV的烤烟叶片青杂检测研究[J].农学学报,2024,14(11):1-6.
- [7] 韦再行,蒋强,杨谨瑛.广西蓝莓病虫害防治中农药使用存在的问题与对策探讨[J].南方农业,2024,18(22):38-40.
- [8] 王谔,赵红莉,蒋云钟,等.月尺度农作物提取中GF-1 WFV纹理特征的应用及分析[J].自然资源遥感,2021,33(3):72-79.
- [9] 佳林·海茹拉,李永可.基于改进MobileViTv3的树木叶片图像分类算法研究[J].电脑知识与技术,2024,20(36):10-13+19.
- [10] 袁芊芊,邓洪敏,王晓航.基于超像素快速模糊C均值聚类与支持向量机的柑橘病虫害区域分割[J].计算机应用,2021,41(2):563-570.
- [11] 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(3):26-33.
- [12] 付涛,杨智鹏,陶法,等.基于贝叶斯-随机森林的云粒子相态识别算法[J].应用气象学报,2025,36(1):43-52.
- [13] 朱毓航,李俊,李继斌,等.粒子群优化的随机森林算法在二次润叶参数寻优中的研究[J].软件导刊,2024,23(12):75-81.
- [14] 韩庆江.计算机视觉技术在农作物病虫害监测中的应用[J].南方农机,2024,55(S1):58-60+77.
- [15] 马可.基于图像处理的果园智能除草机器人研究综述[J].南方农机,2024,55(10):57-59.
- [16] 高桓凯,花元涛,张凌飞,等.基于机器视觉技术的南疆小麦病虫害监测系统[J].塔里木大学学报,2019,31(4):73-78.
- [17] 王颖.基于机器视觉的棉花智能采摘机器人技术概述[J].中国棉花,2025,52(1):52-55.
- 作者简介:祝金辉,男,中国河南信阳人,本科,从事智能装备设计及理论研究。