

机器学习技术的农业病虫害智能识别与精准防治系统的应用研究

刘洪波 刘明刚 张蕊

哈尔滨金融学院 计算机与数学学院

DOI:10.12238/as.v8i3.2801

[摘要] 本研究聚焦农业病虫害智能识别系统设计,旨在凭借先进技术精准、高效识别病虫害种类,为防治工作筑牢根基。系统架构采用分层模式,数据采集层借助高清摄像头、无人机及各类传感器,广泛收集病虫害图像与环境数据;数据处理层通过清洗、归一化及数据增强,提升数据质量与多样性;模型训练层依据数据特性选用卷积神经网络、支持向量机等算法训练模型;识别应用层部署模型实现精准识别。

[关键词] 机器学习; 农业病虫害; 智能识别; 精准防治

中图分类号: S43 文献标识码: A

Application research of intelligent identification and precise control system of agricultural pests and diseases based on machine learning technology

Hongbo Liu Minggang Liu Rui Zhang

HarbinFinanceUniversity,School of Computer Science and Mathematics

[Abstract] This study focuses on the design of intelligent identification system for agricultural diseases and pests, aiming to accurately and efficiently identify the types of diseases and pests with advanced technology, and lay a solid foundation for prevention and control work. The system architecture adopts a layered mode, and the data acquisition layer collects disease and insect images and environmental data extensively with the help of high-definition cameras, drones and various sensors. The data processing layer improves data quality and diversity through cleaning, normalization and data enhancement; The model training layer uses convolutional neural network, support vector machine and other algorithms to train the model according to the data characteristics. Identify the application layer deployment model for accurate identification.

[Key words] Machine learning; Agricultural pests and diseases; Intelligent recognition; Precise prevention and control

引言

农业作为全球经济的根基,其稳定产出是保障粮食安全、维系社会平稳运行的关键。但长期以来,农业病虫害肆虐,严重威胁着农业生产。联合国粮农组织数据显示,全球每年因病虫害致使农作物减产幅度达20%~40%,经济损失达千亿级别。

传统的病虫害防治模式,主要依赖人工巡查来识别病虫害,凭借经验用药。这种方式需投入大量人力、物力,效率不高,识别准确性也欠佳。并且,过度施用化学农药,不仅破坏生态环境,还致使农产品农药残留超标,影响消费者健康。

随着信息技术的突飞猛进,机器学习技术为农业病虫害防治开辟了新路径。它能够对海量病虫害数据进行深度分析与学习,实现病虫害的智能精准识别。借助该技术,可依据病虫害实际情况,及时、精准地采取防控手段,降低病虫害造成的损失,推动农业生产向智能化迈进,提升农业可持续发展能力。因此,将机器学习技术应用于农业病虫害防治,对保障粮食

供应、守护生态环境意义非凡,是农业领域亟待探索与实践的重要方向。

1 机器学习技术基础

1.1 机器学习概述

机器学习是一门多领域交叉学科,它让计算机通过数据学习模式,从而自动执行特定任务,无需被明确编程。其核心在于算法,通过对大量数据的分析,挖掘数据中的潜在规律和模式。

在农业病虫害防治中,机器学习可对病虫害图像、环境数据等进行学习。例如,基于病虫害图像数据,机器学习模型能自动识别不同病虫害类别,突破传统人工识别效率低、准确性差的局限;分析环境数据时,可预测病虫害发生的可能性,助力提前预防。机器学习技术凭借对海量数据的处理能力,为农业病虫害的智能精准识别与防治提供了有力支持,成为推动农业智能化发展的关键技术。

1.2 常用机器学习算法

在农业病虫害防治范畴,常用的机器学习算法各展其长。支持向量机(SVM)以寻找最优分类超平面为核心原理。在处理病虫害数据时,将病虫害的各类特征映射至高维空间,通过构建超平面,实现不同病虫害类别的精准划分。尤其是在小样本、非线性数据的分类任务中,SVM表现卓越,可有效区分具有相似特征的病虫害种类^[1]。

随机森林(RF)属于集成学习算法,由众多决策树组成。训练过程中,对原始训练数据集进行有放回的随机抽样,构建多个子集,分别用于训练决策树。最终,综合所有决策树的投票结果得出分类结论。该算法在处理高维数据时优势显著,对噪声和异常值具备较强的鲁棒性。在分析病虫害与环境因素等多源数据时,能够挖掘出影响病虫害发生的关键因素,为防治策略的制定提供有力依据。

卷积神经网络(CNN)专为处理图像数据而设计。其独特的结构包含卷积层、池化层和全连接层。卷积层利用卷积核在图像上滑动,提取局部特征;池化层对特征图进行降维,减少数据量;全连接层则完成最终的分类任务。在农业病虫害图像识别领域,CNN能够自动学习病虫害图像中的颜色、纹理、形状等复杂特征,精准识别病虫害,助力农业从业者及时发现病虫害并采取防治措施^[2]。

这些机器学习算法通过对病虫害相关数据的深入学习与分析,为农业病虫害智能识别系统提供了核心技术支持,有力推动了农业病虫害防治向智能化、精准化方向发展。

2 农业病虫害智能识别系统设计

农业病虫害智能识别系统的设计致力于为农业生产提供高效、精准的病虫害识别方案,助力农业从业者及时应对病虫害威胁,保障农作物健康生长。

2.1 系统架构设计

在系统架构设计上,采用分层架构模式,以实现功能的高效整合与协同运作。数据采集层作为信息源头,发挥着关键作用。高清摄像头可近距离捕捉病虫害在农作物上的细微症状,如病斑的形状、颜色、大小等特征,无人机则能从高空俯瞰,获取大面积农田中病虫害的分布情况,全面记录病虫害的空间特征^[3]。各类传感器,如温湿度传感器、光照传感器等,实时采集农田环境数据,这些环境因素与病虫害的发生、发展密切相关,为后续分析提供丰富的环境背景信息。

2.2 数据采集与预处理

采集到的原始数据需经过数据处理层的加工。首先进行数据清洗,去除因设备故障、传输干扰等产生的噪声数据,纠正错误标注,确保数据的准确性与可靠性。接着,对数据进行归一化处理,将不同量级、不同单位的数据统一到相同尺度,使模型能够更有效地学习数据特征。同时,运用数据增强技术,对病虫害图像进行旋转、缩放、裁剪、翻转等操作,增加数据的多样性,扩充数据集规模,从而提升模型的泛化能力,使其能够更好地应对复杂多变的实际场景。

2.3 特征提取与选择

特征提取与选择是系统设计的关键环节。从病虫害图像中提取颜色、纹理、形状等视觉特征,这些特征能够直观反映病虫害的形态特点,有助于区分不同种类的病虫害。对于环境数据,则提取温度、湿度、光照强度等关键特征,分析它们与病虫害发生之间的潜在关联。为了去除冗余特征,提高模型训练效率与识别准确率,采用卡方检验、信息增益等算法进行特征选择,筛选出对病虫害识别最具影响力的特征子集。

2.4 模型训练与优化

模型训练层选用合适的机器学习算法构建识别模型。针对病虫害图像识别任务,卷积神经网络(CNN)凭借其强大的图像特征自动提取能力,成为主流选择。通过卷积层、池化层和全连接层的层层处理,CNN能够学习到病虫害图像中的复杂模式与特征,实现精准分类。支持向量机(SVM)和随机森林(RF)等算法在处理多源数据融合以及小样本数据时具有优势,可根据实际数据情况灵活选用。在模型训练过程中,运用交叉验证、正则化、超参数调优等方法,不断优化模型性能,提高模型的准确性、稳定性和泛化能力。

最终,识别应用层将训练好的模型部署到实际应用场景中。农业从业者只需通过简单操作,上传病虫害相关图像或输入环境数据,系统便能快速调用训练好的模型进行分析,准确识别病虫害种类,并提供相应的防治建议,为农业病虫害的及时防治提供有力支持,有效提升农业生产的智能化水平与病虫害防控能力。

3 农业病虫害精准防治系统构建

3.1 防治策略制定

在农业病虫害精准防治系统构建中,防治策略制定涵盖预防、监测与治理三大关键环节。

3.1.1 预防策略

在预防策略方面,合理轮作是有效手段之一。不同农作物对病虫害的易感性不同,通过合理安排轮作顺序,可打乱病虫害的生存周期,减少其在土壤及田间的积累。例如,豆类作物与禾本科作物轮作,能降低特定病虫害的发生几率^[4]。科学施肥也至关重要,依据土壤肥力与作物需求精准施肥,增强作物自身抵抗力,使其更能抵御病虫害侵袭。此外,选用抗病品种从源头降低病虫害发生风险,如一些抗稻瘟病的水稻品种,能在病害高发地区显著减少损失。

3.1.2 监测策略

监测策略依靠物联网与传感器技术。在田间部署温湿度、光照、土壤墒情等传感器,实时收集环境数据,同时利用高清摄像头、无人机定期采集农作物生长状态图像。借助智能分析算法,将采集数据与病虫害特征数据库比对,一旦发现环境参数异常波动或农作物出现疑似病虫害症状,系统即刻发出预警,为防治争取宝贵时间。

3.1.3 治理策略

治理策略需综合考量病虫害种类、发生程度及作物生长阶段。对于化学防治,精准把控农药使用剂量与时机,优先选用高

效、低毒、低残留农药,降低对环境与农产品的危害。生物防治则利用害虫天敌、有益微生物等抑制病虫害,如释放赤眼蜂防治玉米螟,既环保又能长期维持生态平衡。物理防治手段,像设置防虫网、诱虫灯等,可直接捕杀害虫,减少虫口密度。通过多种防治手段有机结合,实现农业病虫害的精准治理^[5]。

3.2 决策支持系统设计

在农业病虫害精准防治体系中,决策支持系统设计起着核心支撑作用。

3.2.1 知识库构建

知识库构建是基础。广泛收集农业病虫害领域的专家知识,涵盖各类病虫害的特征、发生规律、防治方法等专业内容。同时,整合大量历史防治数据,包括不同地区、不同年份病虫害发生的实际情况及对应的防治措施与效果。将这些知识和数据进行结构化处理,存储于知识库中,为后续决策提供丰富的信息储备。

3.2.2 推理机制设计

推理机制设计决定了决策的科学性与准确性。基于规则推理,依据知识库中既定的病虫害特征与防治规则,当系统获取到病虫害相关信息后,通过匹配规则来推导合适的防治策略。比如,若识别出某病虫害为特定类型且处于特定发生阶段,系统依据规则给出相应的化学、生物或物理防治建议^[6]。案例推理则是检索知识库中相似的历史病虫害案例,参考以往成功的防治经验,为当前病虫害防治提供决策参考。例如,当遇到类似症状的病虫害时,借鉴以往案例中有效的防治手段,结合当前实际情况进行调整。

3.2.3 用户界面设计

用户界面设计注重易用性。设计简洁直观的操作界面,方便农民及农业工作者使用。用户可便捷地输入病虫害相关信息,如病虫害图像、症状描述、环境数据等。系统迅速处理后,以清晰易懂的方式呈现防治决策结果,包括推荐的防治方法、用药剂量、操作步骤等,让用户能够轻松理解并执行,从而有效提升农业病虫害防治效率。

4 结论与展望

本研究构建的农业病虫害精准防治系统,通过科学制定预防、监测与治理策略,取得了显著成效。预防策略中,合理轮作、科学施肥以及选用抗病品种从源头上降低了病虫害发生几率,增强了作物自身抵御能力,有效减少了病虫害前期积累。监测策略借助物联网与传感器技术,实现了对农田环境及农作物生长状态的实时、全面监测,智能分析算法的运用确保了病虫害的及

时预警,为精准防治争取了宝贵时间。治理策略综合运用化学、生物、物理等多种手段,依据病虫害实际情况精准施策,在降低对环境与农产品危害的同时,有效控制了病虫害,提升了防治效果。

然而,当前防治策略仍存在一定不足。在模型泛化能力方面,面对复杂多变的田间环境及新出现的病虫害种类,智能监测模型的准确性有待进一步提高。数据收集与标注工作也面临挑战,海量数据的处理及精准标注耗费大量人力物力。未来,应着重优化机器学习模型,提升其对不同场景的适应能力。加大对数据采集技术的研发投入,利用自动化、智能化手段提高数据收集效率与标注精度。同时,加强农业病虫害防治知识的普及与推广,提高农民对精准防治策略的认知与应用水平,促进该系统在更大范围内的有效应用,持续推动农业病虫害防治工作向智能化、精准化方向发展。

[课题项目]

2022年度黑龙江省省属本科高校基本科研业务费科研项目《基于机器学习的金融资产收益率预测研究》项目编号:2022-KYYWF-E006。

[参考文献]

- [1]赵艳丽.农业大数据环境下的农作物病虫害智能化监测预警[J].农业与技术,2021,41(10):41-43.
- [2]魏倩,龚骏毅.基于CNN卷积神经网络的病虫害图像识别应用技术综述[J].数字农业与智能农机,2023,(03):23-25.
- [3]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.
- [4]张梅云.农作物病虫害防治技术探究[J].广东蚕业,2024,58(06):100-102.
- [5]刘静.农作物高产栽培与病虫害防治技术研究[J].农业开发与装备,2020,(12):184-185.
- [6]袁涛,马超,金剑锋,等.基于案例推理的水稻病虫害诊断专家系统研究[J].农业网络信息,2009,(12):22-24.

作者简介:

刘洪波(1989--),男,汉族,黑龙江省青冈县人,中级,工学硕士,研究方向:图像处理、机器学习、深度学习。

刘明刚(1977--),男,汉族,黑龙江齐齐哈尔人,硕士研究生,副教授,研究方向:人工智能、软件开发。

张蕊(1994--),女,汉族,黑龙江省大兴安岭人,研究生,中级,研究方向:嵌入式方向。