

关于人工智能技术在果树病虫害防治中的应用与探讨

吴勇志

茂名职业技术学院，广东 茂名 525000

DOI:10.61369/ECE.2025150015

摘 要： 传统防治手段存在识别滞后、精准度低、生态代价大等局限，而人工智能技术凭借深度学习、大数据分析、物联网融合等优势，在病虫害智能识别、动态监测、精准防控等方面实现突破性应用。本文系统阐述人工智能技术在果树病虫害防治中的核心应用场景，分析典型技术案例与实践成效，探讨当前面临的技术瓶颈与发展制约，提出针对性优化路径，为推动果树产业绿色高效发展提供技术参考与实践借鉴。

关 键 词： 人工智能技术；病虫害识别；防治瓶颈突破

Application and Discussion of Artificial Intelligence Technology in the Prevention and Control of Fruit Tree Pests and Diseases

Wu Yongzhi

Maoming Polytechnic, Maoming, Guangdong 525000

Abstract： Traditional prevention and control methods have limitations such as delayed identification, low accuracy, and high ecological costs. In contrast, artificial intelligence (AI) technology, relying on advantages including deep learning, big data analysis, and Internet of Things (IoT) integration, has achieved breakthrough applications in intelligent identification, dynamic monitoring, and precise prevention and control of pests and diseases. This paper systematically elaborates on the core application scenarios of AI technology in the prevention and control of fruit tree pests and diseases, analyzes typical technical cases and practical effects, discusses the current technical bottlenecks and development constraints, and proposes targeted optimization paths. It aims to provide technical reference and practical experience for promoting the green and efficient development of the fruit tree industry.

Keywords： artificial intelligence technology; pest and disease identification; breakthrough in prevention and control bottlenecks

引言

农业农村部关于印发《全国智慧农业行动计划（2024—2028年）》的通知当中明确指出组织国家智慧农业创新中心、优势科研单位和科技领军企业，聚焦全国重点区域与品种，集成推广可实现大面积单产提升的数字化种植技术方案。鼓励各地结合实际，推进水肥一体化智慧管控、信息化监管设备等数字农田建设，探索完善建设标准，持续优化国家、省、市、县四级耕地质量监测网络。加快农机装备数字化升级步伐，引导配备北斗辅助驾驶等终端系统，提升农机精准作业能力。支持有条件的地区整域建设田间气象、作物长势、土壤墒情、病虫害等监测预警网络，构建全域覆盖的一体化监测体系。同时鼓励具备条件的农业社会化服务主体，拓展智慧农业服务范畴，为小农户等经营主体提供全生产周期的农事指导、市场信息、防灾减灾等多元化信息服务，全方位夯实农业数字化发展基础^[1]。基于此，本文通过人工智能技术，来实现果树病虫害的智能监测、精准识别与科学防治管理。

一、人工智能技术在果树病虫害防治中的核心应用场景

（一）智能监测与早期预警

借助物联网设备与计算机视觉算法的深度融合，搭建起覆盖整个果园的实时监测网络。其中，传感器网络承担着采集环境参

数的任务，能获取果园内的温度、湿度、光照等数据。将这些数据与历史病虫害数据库、气象模型相结合，再运用机器学习算法，就能对病虫害爆发风险做出预测。计算机视觉系统则借助部署在果园的摄像头或者无人机，捕捉果树叶片、果实出现的细微变化。随后利用深度学习模型，对这些变化进行分析，识别出早期病害特征，像病斑的形状、颜色的分布情况等，进而实现病虫

害的提前发现与预警^[2]。

（二）精准识别与分类诊断

依托多模态数据融合与迁移学习技术，人工智能实现了对病虫害的精准分类。该系统能够同时对可见光图像、红外热成像、多光谱数据等进行分析，从中提取出病害特有的生理特征，例如，叶片温度异常、光谱反射率变化等^[3]。深度学习模型经过大量标注数据的训练后，可以区分具有相似症状的不同病害，甚至能识别出肉眼难以发现的早期病变。

（三）智能决策与防控方案生成

人工智能技术可通过强化学习算法的方式，来模拟不同防控措施的效果，从而更好地节约成本与时间；可针对不同的果树情况，制定不同的个性化防控方案，从而更好地优化农药的使用种类、剂量与喷洒时间；可系统分析昆虫栖息环境的需求，并提供生态的调控建议。

（四）动态优化与知识迭代

人工智能技术通过持续学习机制，实现了病虫害防治知识的动态更新。系统可自动收集防控过程中的反馈数据，如农药效果、病虫害抗性变化等，通过在线学习算法优化模型参数^[4]。果农的实践经验也可通过交互界面输入系统，形成“专家知识+机器学习”的协同优化模式。这种知识迭代机制使得 AI 系统能够适应不同地区、不同季节的病虫害变化，提升了防治方案的长期有效性。

二、典型技术案例与实践成效

（一）计算机视觉在病害识别中的应用

地区引入基于计算机视觉的病害识别系统后，果农只需用手机拍摄叶片照片，就能快速获得诊断结果。该系统运用卷积神经网络模型，经过对大量标注图像进行训练，具备了识别多种常见病害的能力，像苹果锈病、柑橘溃疡病等都在其识别范围内。实践结果显示，此系统在早期病害识别方面的准确率明显高于人工诊断，而且诊断时间大幅缩短，从原本的数小时压缩至分钟级，为及时开展病害防控工作提供了有力支撑^[5]。

（二）多模态数据融合在虫情监测中的实践

果园中部署了结合可见光与红外热成像的虫情监测系统。红外传感器能够捕捉害虫活动所引发的温度异常情况，再结合可见光图像中呈现的虫体形态特征，该系统可以准确识别害虫种类，并估算出害虫的种群密度。与单一传感器方案相比，多模态数据融合的方式增强了虫情监测的鲁棒性，即便在夜间或者复杂光照条件下，依然能够保持较高的识别率，为实施生物防治措施提供了精准的数据支持^[6]。

（三）强化学习在防控方案优化中的探索

农业科技企 业利用强化学习算法开发了智能防控决策系统。系统以病虫害控制效果、农药使用成本、环境影响为优化目标，通过模拟不同防控策略的效果，生成最优方案。在试点果园中，该系统较传统经验防控减少了农药使用量，同时提升了防治效果，验证了 AI 决策在农业领域的可行性，使果树更好地成长^[7]。

（四）知识图谱在病虫害知识管理中的创新

研究团队将病害症状、传播规律、防控方法等知识进行结构化的存储，从而更好地建立起关于病虫害的知识图谱；果农通过自然语言不仅能够获取针对性的建议，也能够更好地获得相关的防治案例，从而更好地针对果树的情况进行对症下药。这样的应用，不仅提升了防病虫害知识的传播性，还使缺乏专业经验的果农获得了一定的指导。

三、当前面临的技术瓶颈与发展制约

（一）数据质量与标注难题

一方面，果树病虫害的数据存在着分布不均和数据标准不统一等问题，这导致人工智能在采集数据进行训练的时候质量存在着一定的问题；另一方面，不同地区、不同品种的果树病害具有明显的差异，这导致专业的标注人员在标注的过程中投入的成本较高，制约了人工智能的广泛应用^[8]。

（二）模型复杂度与硬件适配矛盾

深度学习模式虽提升了识别的精度，但对计算资源的需求也有一个明显的增加。果园环境复杂，网络覆盖的范围有限，这导致云端计算模式存在着延迟的问题；边缘设备算力有限的问题，也导致了复杂的模型不能运行，从而影响了实时检测与决策的效率^[9]。

（三）多源数据融合与协同机制缺失

系统需要对果树病虫害中的环境、气象、生物等数据进行分析，才能够更好地提出针对性的措施。现如今，不同数据之间的关系没有被充分地挖掘，这不仅使预警模型的准确性受到一定的限制，也阻碍了防治方案的优化整合。

（四）果农技术接受度与培训体系滞后

一是果农年龄较大，技术接受程度较低，这导致新技术推广应用面临着较大的阻碍；二是果农的培训多集中于理论层面，缺少实践性的指导，这导致果农对 AI 系统的使用信心不足；三是技术更新速度快与培训内容更新滞后制约了 AI 技术的长期推广效果。

四、当前面临的技术瓶颈与发展制约应用策略

（一）构建开放共享的病虫害数据平台

采用政府指导、企业主导方式，建设跨区域、跨品种的果树病虫害数据共享平台；建立统一的数据标注规范，采用众包模式以降低标注成本；使用联邦学习方法，使得数据“可用不可见”，在不泄露隐私的情况下增加模型训练数据来源多样性，增强模型泛化性能。本平台可以汇集多方数据资源，消除数据孤岛，实现跨地区、跨研究所数据的融合使用；统一的标注标准能够保障数据的质量一致性，众包模式可以通过吸引众多果农及爱好者的加入进行数据标注，减少因专业标注人员不足而产生的成本压力。联邦学习方法可以在不暴露原始数据的前提下，合理利用数据优势，让模型训练更加充分、精准，并提高对不同病虫害状况的适

应性^[10]。

（二）开发轻量化 AI 模型与边缘计算方案

在果园硬件方面，研究小规模深度学习算法，在不牺牲太多准确率的前提下，实现模型的压缩以及量化等操作来节省计算量；利用边缘计算模式，把部分运算放到边缘端完成，从而减少通信传输过程中的瓶颈；设计适合果园环境使用的 AI 芯片或者 AI 终端，增强边缘节点的运算能力，以期能够实现实时的数据分析及处理。高效算法能够保证轻量级模型能够在低算力条件下工作，并实现监测过程的实时化；基于边缘计算的数据分析模式可以降低数据传输延迟并加快决策响应速度；基于 AI 芯片或者智能设备的果树病虫害防控应用开发能够定制相关硬件平台以适应复杂果园场景下的病虫害实时监测和决策系统运算。

（三）建立多源数据融合与协同分析框架

设计基于环境、气象、生物等大数据信息的一体化处理系统，并采用知识图谱方法获取这些数据之间的相关性规律。如将历史发生的病虫害灾害与天气状况相结合，对未来的发展情况进行预测预报；将害虫天敌与害虫的发展情况进行联系，指导天敌防控等。另外，应实现各 AI 软件之间系统的统一接入标准，实现防治方案的整合优化。多源数据融合分析平台可以对多种类型的数据进行充分整合，而基于知识图谱的技术则能够进一步挖掘出

数据背后隐藏的相关关系，从而为预警和防治提供更多、更好的依据。

（四）完善果农技术培训与支持体系

对不同层次的果农进行分类培训，并利用 VR 技术演示 AI 软件的功能来增强果农的学习兴趣；设立网络服务平台，及时解决果农提出的技术问题并提供远程服务；鼓励青年果农学习使用人工智能软件。优化果农年龄结构，提高果农的整体技术接受程度；分级分类培训能够满足不同果农需求，使得培训更有针对性；VR 技术能够让果农在虚拟空间内进行操作演练，增加果农培训过程中的直观感和趣味性；线上技术服务平台可以对果农应用过程中出现的问题进行及时处理；政策鼓励可以让年轻人加入果树种植及 AI 应用行业中来。给果树病虫害防治工作带来新动力。

五、结束语

人工智能技术凭借智能监测、精准识别与科学防治等优势，有效提升了防治效率与质量，减少农药使用，保障果树健康生长与果品安全。未来，随着技术持续创新与完善，人工智能在果树病虫害防治领域的应用将更加广泛深入，为果树产业的可持续发展 and 果农增收致富注入源源不断的动力。

参考文献

[1] 库尔班·霍加合买提. 伊宁县主要林果树种及其常见病虫害、冻害的防治 [J]. 新疆林业, 2024, (04):41-43.

[2] 张金波. 果树病虫害生物防治技术的农户接受度与推广障碍分析 [J]. 新农民, 2024, (12):84-86.

[3] 关凤伟. 冀东北果树病虫害发生现状及防治策略 [J]. 河北果树, 2024, (02):54.

[4] 金新梅, 方云峰, 姚张良. 植保无人机在桃李病虫害防控中应用的可行性分析 [J]. 上海农业科技, 2024, (01):140-142.

[5] 高学华. 生物防治技术在果树病虫害防治中的实践应用 [J]. 河北农机, 2023, (24):126-128.

[6] 崔丽芹, 齐修云, 翟所明. 鲁中山区果树病虫害防治成果服务乡村振兴战略的探索与实践 [J]. 特种经济动植物, 2023, 26(11):183-185.

[7] 刘学芳. 设施果树栽培中病虫害发生特点与综合防治技术 [J]. 农业工程技术, 2023, 43(27):51-52.

[8] 李丽, 李辉, 刘威加. 果树绿色高效栽培与农业信息化集成技术应用——评《果树高质高效栽培与病虫害绿色防控》[J]. 科技管理研究, 2023, 43(18):252.

[9] 曹秀虹. 浅析果树病虫害综合防治确保果业高效优质 [J]. 中国农业综合开发, 2023, (08):62-63.

[10] 尹海华, 贾让虎. 果树病虫害防治中的农药污染及治理途径创新研讨 [J]. 农村实用技术, 2023, (08):95-96+98.