

人工智能在农作物病虫害检测中的应用

许靖舸 潘宇梁

昆明学院农学与生命科学学院，云南 昆明 650214

大邱加图立大学，韩国 庆尚北道庆山 38430

摘要：人工智能（AI）技术通过图像识别与计算机视觉技术、深度学习、物联网等手段，显著提升了作物病虫害检测与预测的效率和准确性。AI 在提高病虫害检测精度、缩短检测时间、降低人工成本等方面的显著优势。研究系统梳理了 AI 在农业病虫害防治中的核心技术，结合国内外实际应用案例，分析其技术优势、应用场景及局限性，并展望未来发展方向，旨在为智慧农业的实践与研究提供参考。

关键词：人工智能；病虫害监测；计算机；智慧农业

引言

农作物病虫害是全球农业生产中面临的重要挑战之一。植物病虫害的侵染不仅会影响农作物的生长和发育，还可能导致农作物产量和品质的下降，给农业经济效益带来巨大损失^[1]。传统的植物病虫害检测方法主要是人工观察和经验判断，然而这种方法存在诸多局限性。人工观察需要耗费大量时间和人力，容易受到观察者的主观因素影响，影响检测结果的准确性和可靠性。而且传统方法难以实现对病虫害的早期预警和精准定位，从而错过了防治病虫害的最佳时机。

近年来，人工智能技术的快速发展引起了人们的关注，其在用于农作物病虫害方面也逐渐受到广泛应用。人工智能技术具有强大的数据处理和分析能力，能够从海量的数据中提取有价值的信息，并实现对病虫害的精准识别和预测。它利用人工智能来收集植物种子和病害信息，从而解决现存问题^[2]，提高检测的准确性和效率，为农业生产提供更加科学、精准的支持。

1 人工智能在农作物病虫害检测中的应用优势

人工智能在农业病虫害监测中的应用，是

基于深度学习和计算机视觉技术，对农作物病虫害进行实时监测、精准识别和预警的过程。这一应用通过集成高精度传感器、高清摄像头、大数据分析、机器学习算法等技术，实现了对农田环境的全面监控和病虫害的智能化管理。人工智能的病虫害监测方式，提高了监测的效率和准确性同时，还降低了人工巡检的成本和劳动强度，为现代农业的可持续发展注入了新的活力。

1.1 实时监测与精准识别

AI 技术能够 24 小时不间断地监测农田环境，通过高清摄像头和物联网传感器等硬件设备，AI 系统能够全天、不间断地监控农田环境，实时捕捉作物生长状态及病虫害发生情况。利用先进的图像识别算法，AI 可以快速准确地识别不同种类的病虫害，甚至能区分害虫的不同生长阶段，为制定针对性的防治措施提供科学依据。AI 借助先进的图像识别与机器学习算法，能够实现对病虫害特征的深度学习与分析^[3]。这种高精度的识别能力，为农业生产者提供了及时、准确的病虫害信息，为制定针对性的防治措施奠定了坚实基础。

1.2 数据分析与预警

AI 系统在收集大量农田数据的基础上，还能进行深度分析，挖掘出数据背后的隐藏规律。AI 能通过对作物生长环境、病虫害发生历史等数据的综合分析，预测病虫害的发展趋势，提前发出预警信息。这种基于数据的预警机制，使得农业生产者能够在病虫害尚未大规模爆发前，就采取预防措施，有效遏制病虫害的扩散和危害。此外，AI 还能根据历史数据，构建病虫害发生模型，为农业生产者提供长期的病虫害防控指导。这不仅有助于农业生产者制定科学的种植计划，还能在病虫害高发期前提前调整种植结构，降低病虫害对农作物的影响。

1.3 智能决策支持与精准管理

基于 AI 的分析结果，系统可以为农业生产提供智能决策支持^[4]。例如，在病虫害预测的基础上，AI 可以推荐最佳的防治措施，包括农药使用种类、用量和时间等。这种基于数据的决策支持，不仅提高了防治措施的针对性和有效性，还减少了化学农药的过度使用^[5]，降低了农产品中的农药残留，提高了农产品的质量和安全性。人工智能还能帮助农民优化农作物的种植结构，通过调整施肥方案，实现精准管理^[6]，帮助农民提高农业生产效率，降低生产成本。

1.4 降低人力成本与提升农业生产效率

传统的病虫害监测方法主要依赖人工观察，不仅耗时费力，且效率低下^[7]。而 AI 技术的应用则大大减轻了人力负担，使得农业管理者能够更快速地做出应对措施，有效控制害虫灾害。AI 系统能够自动完成病虫害的监测和识别工作，提供实时的监测数据和预警信息，使得农业生产者能够迅速响应，采取有效的防治措施^[8]。

2 人工智能在农作物病虫害检测中的应用技术

2.1 图像识别与计算机视觉技术

计算机视觉技术是利用图像处理和分析技术，实现对图像和视频的理解和分析^[9]。在农作物病虫害检测中，主要应用于病虫害图像的预处理、特征提取和识别等方面。以 RGB 与多光谱成像为基础，结合 HSV 色彩空间分割技术，可精准定位叶片病斑区域。例如，中国农科院开发的“AI 植保系统”采用改进的 Mask R-CNN 模型，对小麦条锈病病斑实现像素级分割，准确率达 96.7%。在图像预处理阶段，计算机视觉技术可以对病虫害图像进行去噪、增强等操作，提高图像的质量和清晰度。计算机视觉技术还可以与其他技术相结合，如无人机遥感技术等，实现对病虫害的大范围监测和预警。通过无人机搭载高分辨率相机或多光谱相机，可以实现对农田的实时监测和数据采集。然后利用计算机视觉技术对采集到的图像进行分析和处理，及时发现病虫害的迹象并进行预警。例如德国公司 AgriCircle 利用 Sentinel-2 卫星的 10 米分辨率多光谱数据，结合地面无人机影像，构建玉米锈病三维分布模型，误差率低于 5%。

2.2 深度学习技术

深度学习技术是通过构建深度神经网络模型，对数据的自动特征提取和分类。在农作物病虫害检测中，深度学习技术主要应用于病虫害图像的识别和分类^[10]。卷积神经网络（CNN）是深度学习中的一种常用模型，CNN 可以使用多个层和池从这些数据中提取疾病数据和图像，实现对病虫害图像的精准识别。此外，循环神经网络（RNN）也在病虫害时间序列分析中发挥了重要作用。RNN 能够捕捉时间序列数据中的时序依赖性，以预测疾病和病虫害的发生。

2.3 物联网技术

物联网技术是一种将各种信息传感设备与互联网相结合的技术，在农作物病虫害检测中，物联网技术主要应用于农田环境的实时监

测和数据采集。

监测农田环境参数的变化情况可以通过在农田中部署各种智能传感器,如温度传感器、湿度传感器、光照传感器等方法实现。这些传感器采集到的数据可以通过物联网技术传输到云端服务器或数据中心进行存储和分析。然后利用机器学习或深度学习算法对这些数据进行处理,发现病虫害发生的规律和潜在风险因素。例如荷兰公司 Pessl Instruments 的田间传感器可检测孢子浓度(精度 ± 5 个/立方米)、叶片湿度(误差 $<2\%$),该系统在识别精度和效率方面均表现出明显的优势。

3 应用案例分析

中国科学院“慧眼”天空地植物病虫害智能监测预警系统由中国科学院空天信息创新研究院联合多家高校研发,是全球首个实现“近地-低空-区域”多尺度协同的智能监测平台,核心技术包括近地智能探测、低空无人机遥感、和区域预警体系,近地智能探测是研发芯片级病虫害检测装置,融合图谱信息与 AI 算法,实现田间场景下病虫害快速识别(如小麦赤霉病、稻飞虱等),检测精度达 95%以上,响应时间缩短至 5 秒内。低空无人机遥感配备多光谱成像设备,动态监测地块级病虫害分布,支持无人机自主路径规划与实时数据分析,单次飞行可覆盖 100 亩农田,图像分辨率达 0.5cm/pixel。区域预警体系整合 Sentinel 卫星

(10 米分辨率)、气象数据与历史病虫害数据库,构建“全球-全国-热点区域”多层次预警模型,支持 20 余种重大病虫害动态预测,预警时效性提升 3 倍。

3.1 实际应用与成效

2024 年春季,山东省在进行小麦锈病防控中,通过无人机图像识别与卫星数据融合,提前 14 天预警小麦锈病爆发风险。结合 AI 推荐的生物农药精准喷洒方案,病害发生率从 18%降至 3%,农药用量减少 40%,挽回经济损失约 1200 万元。江苏省蔬菜基地在番茄种植区,系统利用地面传感器监测土壤湿度异常($\pm 2\%$ 误差)与高光谱图像分析,发现蚜虫早期侵染,指导农户采用天敌昆虫防控,农药残留降低 50%,产品通过欧盟有机认证,出口单价提升 25%。

总结

人工智能技术通过深度学习、计算机视觉及物联网技术的融合应用,可以实现对病虫害的精准识别和预测,为农业生产提供更加科学、精准的支持和指导。实际案例表明,这些技术能够显著提高病虫害检测的准确性和效率,降低人工成本和时间成本,提高农业生产效益。未来需要不断探索新的技术手段和方法,加强数据共享和合作和政策支持,以推动人工智能发展。

参考文献

- [1]张卫华. 农业无人机技术在病虫害监测中的应用[J]. 农村科学实验, 2024, (10): 73-75.
- [2]严陈慧子. 基于改进 YOLOv4 的水稻主要病害在线识别方法研究[D]. 黑龙江八一农垦大学, 2023.
- [3]贾少鹏,高红菊,杭潇. 基于深度学习的农作物病虫害图像识别技术研究进展[J]. 农业机械学报, 2019, 50(S1): 313-317.
- [4]崔云. 数字技术促进新质生产力发展机制分析[J]. 中国工业和信息化, 2024, (06): 14-19.
- [5]周艾君. 北方地区山杏、大扁杏病虫害综合治理技术创新与实践[J]. 河北农机, 2024, (03): 148-150.

- [6]董丽叶. 小麦种植机械化关键技术研究与应用[J]. 河北农业, 2024, (11): 44-45.
- [7]赖世红. 现代技术在森林病虫害防治中的应用与效果评估[J]. 中国林业产业, 2024, (06): 52-54.
- [8]秦兵帅. 气象观测在伊犁州农业生产中的应用[J]. 南方农业, 2023, 17(24): 88-91.
- [9]张晓闯. 计算机图像处理技术的发展与未来创新[J]. 家庭影院技术, 2023, (14): 76-81.
- [10]谭智峰, 贺志磊, 张磊, 等. 深度学习技术在农作物病虫害识别中的应用综述[J]. 河北农业, 2024, (01): 30-32.

作者简介:

1. 许靖舫, 昆明学院, 硕士研究生, 河南郑州, 资源利用与植物保护 (通讯地址: 云南省昆明市官渡区昆明经济技术新开发区浦新路 2 号昆明学院, 邮箱 xu20012345@163.com)
2. 潘宇梁, 大邱加图立大学, 硕士研究生, 山东日照, 医疗工程