

森林病虫害智能识别与防治技术研究

潘婧 450702198410278429

摘要

森林病虫害是破坏森林生态系统稳定、威胁林业生产效益的主要灾害之一，传统人工识别与防治模式存在效率低、响应滞后、准确率不足等缺陷，难以适配现代林业大规模精细化管理需求。本文围绕森林病虫害智能识别与防治技术展开研究，梳理了以深度学习、图像识别为核心的智能识别技术发展路径，分析了物联网、大数据结合智能决策在病虫害防治中的应用场景，总结了现有技术落地过程中存在的数据质量、设备适配、成本控制等问题，提出了优化技术集成体系、完善基层推广机制的发展建议，为推动森林病虫害管护向智能化、精准化转型提供参考。

关键词：森林病虫害；智能识别；防治技术；林业智能化

一、引言

森林作为陆地生态系统的核心组成部分，不仅承担着涵养水源、固碳释氧、维护生物多样性的生态功能，还为林业经济发展提供了基础资源支撑，是我国生态文明建设与经济可持续发展的重要保障。根据全国森林资源清查结果显示，我国森林覆盖率已达到 24.02%，森林总面积超过 2.2 亿公顷，人工林面积位居全球第一，大规模连片林业种植基地的形成，在提升森林资源总量的同时，也给病虫害防控带来了更大压力。森林病虫害具有传播速度快、隐蔽性强、危害范围广的特点，一旦爆发不仅会造成大面积林木死亡，还可能引发生态链断裂，带来不可逆转的生态损失与经济损失。

传统的森林病虫害识别主要依赖基层管护人员的人工巡查与经验判断，受限于管护人员专业能力参差不齐、林区地形复杂巡查覆盖范围有限等因素，往往存在病虫害发现不及时、识别准确率低等问题，错过最佳防治窗口期。传统防治模式多采用大面积统一施药的方式，不仅浪费农药资源，还容易造成环境污染，杀伤有益生物，破坏林区生态平衡。

二、森林病虫害智能识别技术发展现状

森林病虫害智能识别的核心目标是通过技术手段自动完成病虫害类型、危害程度的判断，替代传统人工识别环节，提升识别效率与准确率。目前主流的智能

识别技术路径主要分为基于图像的识别技术与基于传感数据的识别技术两大类，其中基于深度学习的图像识别技术应用最为广泛。

基于图像的智能识别技术主要通过前端采集设备获取病虫害叶片、枝干或者整体林木的图像数据，再通过训练好的深度学习模型提取图像特征，完成病虫害分类与危害等级判定。早期的图像识别技术依赖人工设计特征提取规则，只能针对少数几种病虫害实现识别，泛化能力较差，准确率难以满足实际需求。随着卷积神经网络（CNN）在计算机视觉领域的突破，基于深度学习的图像识别模型快速发展，研究人员通过构建包含数千甚至数万张标注病虫害图像的数据集，对 AlexNet、YOLO、ResNet 等经典卷积神经网络模型进行训练，目前对常见叶片病虫害的识别准确率已经可以达到 90% 以上，部分针对特定林区病虫害优化后的模型准确率甚至超过 95%。近年来，随着移动设备算力的提升，不少研究已经实现了将训练好的模型轻量化移植到手机 APP 或者嵌入式终端中，基层管护人员只需要拍摄病虫害部位的照片，就可以在几秒内得到识别结果，大幅降低了识别门槛。

除了图像识别之外，基于多源传感数据的病虫害识别也逐步得到应用。研究发现，林木受到病虫害侵害后，其体内的生理指标会发生变化，进而影响叶片温度、光合作用效率、植被指数等参数，通过物联网传感设备、卫星遥感、无人机多光谱成像等技术，可以获取这些宏观或者微观的生理参数，通过分析参数变化实现早期病虫害识别。

三、智能防治技术的应用与发展

在精准识别病虫害的基础上，结合智能决策与精准施药设备的智能防治技术，正在改变传统统一施药的防治模式，实现精准对症下药、按需施药，在提升防治效果的同时降低防治成本与环境影响。目前智能防治技术主要从智能决策与精准作业两个层面推进。

智能决策是智能防治的核心，基于大数据平台构建的病虫害防治决策系统，可以整合历史病虫害发生数据、气象数据、林区树种分布数据、地形数据，结合实时识别得到的病虫害类型、发生位置、危害程度，通过决策模型自动匹配最优防治方案。例如，系统可以根据病虫害的传播规律预测未来一周的扩散范围，结合气象条件判断最佳施药时间，根据虫害的抗性选择适配的农药种类，根据发生范围计算最优的农药用量，为防治作业提供明确的指导，避免了传统防治中凭经验用药的盲目性。

在精准作业层面，智能设备的发展为精准施药提供了硬件支撑。目前主流的精准作业设备包括自主巡航植保无人机、搭载变量施药系统的地面施药机器人等，

这些设备可以结合智能决策系统生成的作业路径与施药参数,实现只在病虫害发生区域施药,针对不同危害程度调整施药量,避免了无差别施药造成的农药浪费。研究数据显示,采用精准智能施药相比传统大面积施药,可以减少 30%-50%的农药使用量,防治效果提升 15%以上,不仅降低了防治成本,还减少了农药对林区生态的影响。

四、森林病虫害智能识别与防治技术发展建议

针对当前技术发展与应用中存在的问题,未来推动森林病虫害智能防控技术发展,可以从三个方面推进优化:

- 第一,完善公共数据集建设,提升模型泛化能力。由国家林业主管部门牵头,组织各林区、科研机构共同构建标准化、公开化的森林病虫害图像与传感数据集,统一标注规范,覆盖不同地域、不同树种、不同发病阶段的病虫害样本,解决数据孤岛问题。
- 第二,推动技术集成创新,降低应用成本。加强低成本智能设备的研发,针对我国林区的地形特点开发适配性强、价格亲民的轻量化监测与作业设备,推动“卫星遥感-无人机监测-地面巡查”多尺度监测技术的集成,形成高低空搭配、覆盖从宏观到微观的全维度监测体系,同时优化智能决策系统的交互设计,开发操作简便的移动端应用,降低基层人员的使用门槛。
- 第三,完善基层推广体系,提升技术应用覆盖率。建立科研机构与基层林区的对接机制,组织针对基层管护人员的智能技术操作培训,推广“产学研用”一体化的推广模式,根据不同林区的实际需求定制智能化防控方案,推动技术落地,同时出台相应的补贴政策,降低基层单位采购智能设备的资金压力,提升推广积极性。

五、结论

森林病虫害智能识别与防治技术是林业智能化发展的重要方向,相比传统防控模式,智能化技术在识别效率、防控精度、生态友好性等方面都具有明显优势,目前已经在部分林区实现了成功应用,展现出良好的发展前景。尽管当前技术在数据质量、设备适配、推广落地等方面仍然存在一些问题,但随着人工智能技术的不断发展与林业数字化建设的推进,这些问题将会逐步得到解决。未来,智能识别与防治技术将会成为我国森林病虫害防控的主流技术,为保障森林生态安全、推动林业高质量发展提供重要的技术支撑。

参考文献

- [1] 张真, 李典谟. 森林病虫害监测预警研究进展与发展趋势[J]. 林业科学, 2019, 55(1): 135-145.
- [2] 王爽, 李向阳, 于海鸣. 基于卷积神经网络的森林病虫害图像识别研究进展[J]. 中国森林病虫, 2021, 40(3): 1-7.
- [3] 刘惠民, 张会华. 我国森林病虫害防治现状与智能化发展对策[J]. 世界林业研究, 2020, 33(2): 71-75.