

# 基于计算机视觉与机器学习的城市绿地健康诊断系统

曹传斌 党天骄

陕西服装工程学院, 陕西咸阳, 712000;

**摘要:** 城市绿地作为城市生态系统的重要组成部分, 其健康状态直接影响生态服务功能的发挥与居民福祉的提升。然而, 传统绿地管理依赖人工巡查, 存在响应滞后、管理粗放、评价维度单一等问题。本文基于计算机视觉与机器学习, 构建了“绿维智巡”项目, 该系统通过无人机、街景采集车等多源图像感知平台获取数据, 依托深度学习模型, 实现对绿地覆盖率、植被健康指数、病虫害分布的自动识别与诊断, 构建了多因子综合评估体系与可视化管理平台, 为城市绿地精细化管理提供技术支持。

**关键词:** 计算机视觉; 机器学习; 城市绿地; 健康诊断; 智慧城市

**DOI:** 10.69979/3029-2735.26.04.091

## 引言

城市绿地是城市生态系统中的重要组成部分, 对于维持城市生态系统平衡、调节局部气候、降低碳排放、提升居民身心健康具有重要作用。当前, 我国城市绿地人均面积为 14.87 平方米, 虽然面积呈上升趋势, 但是绿地的利用与维护面临严峻的形式。调研显示, 仅有 56% 的城市建立了相对系统的绿地管护机制, 养护达标率不足 80%, 绿地病虫害预警、防治滞后等问题普遍存在。近年来, 计算机视觉与深度学习技术的快速发展为城市绿地智能化监测提供了新的可能。遥感影像、街景图像、无人机航拍等多源数据的普及, 使得大规模、高时效的城市绿地信息获取成为现实。本文基于计算机视觉与机器学习技术, 提出构建“绿维智巡”城市绿地健康诊断系统, 希望能够实现对城市绿地的精细化、智能化管理。

## 1 基于计算机视觉与机器学习的“绿维智巡”项目目的与意义

### 1.1 “绿维智巡”项目目的

“绿维智巡”项目的实施, 旨在突破传统绿地管理依赖人工巡查、响应滞后的技术瓶颈, 打造“无人感知—数据处理—健康诊断—智能决策”智能诊断系统, 实现城市绿地的精细化、智能化管理。具体目标包括: 首先, 构建多源图像感知与数据采集体系。以无人机、移动街景采集、地面传感器, 构建覆盖地面、空中、近距离等多维角度的绿地监测网络; 其次, 研发基于深度学习的植被识别与健康诊断模型。对街景图像中植被像素精准提取, 构建绿地健康指标评估体系; 再次, 建立多因子动态监测平台, 覆盖绿地, 并纳入生物多样性等

指标, 建立多因子综合评估模型; 最后, 优化智能决策支持与管理响应机制。根据绿地健康诊断数据, 生成巡查任务与养护建立, 推动城市绿地管理智能化与精准化。

### 1.2 “绿维智巡”项目理论意义

从理论层面看, “绿维智巡”项目基于计算机视觉与机器学习理论, 与生态学理论交叉融合, 对于人工智能技术在城市生态中的应用边界进行拓展。一方面, 该项目将深度学习语义分割模型引入城市绿地健康诊断, 改变了绿地健康评估质量评估缺乏的问题, 丰富了城市绿地健康诊断的理论与方法; 另一方面, 通过构建多因子综合评估模型, 将生物多样性、生态系统服务能力等生态学指标纳入评估框架, 推动绿地健康评价从单一指标向多维综合评估转变, 为城市生态学研究提供新的技术路径。

### 1.3 “绿维智巡”项目实践意义

“绿维智巡”项目的时间, 具有生态与经济价值。生态价值方面, 智能化管理有助于改善城市绿地生态系统, 增加城市绿地固碳功能, 同时实现雨水涵养。根据《中国生态环境状况公报(2022)》显示, 全国城市绿地碳汇潜力可达每年 2.1 亿吨 CO<sub>2</sub>。对城市绿地的病虫害进行防治, 能够避免绿地植物大量死亡, 维护城市生物多样性与生态系统稳定性。在经济价值方面, “绿维智巡”系统具有良好的可复制性和推广潜力。该系统采用传感器与移动感知平台相结合, 降低了监测成本, 广泛用于我国中大型城市, 能够显著降低城市绿化管理部门监测成本, 具有良好的应用前景。

## 2 当前城市绿地健康诊断中面临的关键问题

## 2.1 城市绿地数据采集碎片化与实时性差问题

传统城市绿地健康诊断,需要定期依赖人工抽查或者卫星影像监测获得数据,存在监测数据碎片化、覆盖率不完整、监测周期长等问题。基于计算机视觉技术,采用无人机、移动数据采集平台、地面传感器协同工作,构建多源数据采集系统,有效解决以上数据采集问题。该监测系统的应用,构建了覆盖空中、地面、局部地点的立体监测网络,保证监测空间覆盖的完整性,并能够保证数据采集的高频词。此外市政车辆搭载数据采集设备,能够以低成本覆盖城市交通道路主要绿化区域,提升数据获取的时效性,降低数据采集成本。

## 2.2 绿地健康状况识别难度高与误判率大问题

城市绿地健康诊断涉及复杂的生态知识,单纯依赖人工观察,难以达到对城市绿地健康的准确判断。“绿维智巡”项目引进了多光谱、热红外和可见光多模态数据,从植物的光合作用、水分蒸腾、生长外表等多个维度评估植物的健康程度,提升了健康诊断的可靠性。此外,采用机器深度学习,能够运用大规模植物生长数据进行训练,学习健康植物与多模特特征之间的映射关系,降低误判率。经过实践运用,“绿维智巡”项目中的植物健康诊断,准确率达92.3%,与专业树艺师评估结果高度一致。

## 2.3 绿地管理反馈滞后与缺乏动态响应机制问题

传统城市绿地健康诊断,往往从发现问题到提出具体的处置措施,需要较长的时间反馈,叠加具体的恢复方案,往往导致病虫害大规模扩散,导致植被退化后才会受到重视。“绿维智巡”项目通过“实时监测—自动诊断—智能预警—任务派发”的全链条自动化处理,将响应时间从过去的数周缩短至数小时。信息响应速度较传统人工巡查提升超过80%,实现了从被动响应向主动预防的转变。

# 3 “绿维智巡”系统技术架构

## 3.1 建立多源图像采集体系

建立多源感知系统,是实现城市绿地健康诊断的基础。在图像采集系统构建中,通过无人机、移动街头采集、地面传感器三种路径,获得城市绿地高分辨率图像数据。构建三维立体监测网络。无人机航拍平台,配备多光谱相机与高清可见光相机,在不同高度获得绿地影响,特别适合应用到面积范围大、地形复杂的大型绿地,能够定期巡查,及时获得绿地的动态变化数据。移动街景采集平台,可以利用现有的市政车辆,安装数据采集

设备,按照日常市政车辆作业范围采集数据,不仅可以获得绿地的生态图像,还可以同时获取植被的纹理、光谱和温度信息。地面传感器网络,主要分布在重点绿地,通过布设土壤水分传感器、气象传感器和定点摄像头,实时监测微环境变化与植被生长状态。传感器数据通过物联网网关上传至云端,与图像数据融合分析。

## 3.2 建立深度学习模型体系

作为从图像信息中提取植被健康信息的核心,深度学习模型体系分为以下三个层次:一是建立植被分割模型,采用DeepLabV3+和U-Net两种语义分割架构,实现对图像中植被像素的精确提取。二是对植物种类进行识别,基YOLOv8目标检测算法,对图像中的单株植物进行定位和物种分类。对于植物多光谱形象扫描,获得反映植物光合作用强度与绿度数据,并从可见光图像提取颜色、纹理特征,识别叶片病斑、枯萎等异常状态。第三是获得时序分析模型。针对同一监测点的历史图像序列,构建变化检测模型,识别植被覆盖度变化、生长趋势、异常波动等动态特征,为预警提供依据。

## 3.3 开发健康诊断与评估模型

基于提取的绿地健康数据,构建多因子的城市绿地健康评估模型,从而实现健康状态的量化诊断。在模型开发上,采用层次分析法与机器学习相结合的策略。植物健康诊断评估指标包括植被活力维度、胁迫状态维度、生态功能维度指标,各个指标根据生态重要程度确定评分权重。在确定评分权重过程中,以专业园艺师的诊断结果为依据,建立训练模型与健康诊断之间的映射关系,并调整赋分权重,增加模型诊断的准确性。在完成评估模型建立后,要进行健康程度划分。根据绿地健康状态,可以分为“健康”“亚健康”“轻度受损”“重度受损”四个等级,并输出各维度的详细诊断报告,明确存在的问题与可能原因。

## 3.4 开发可视化管理与决策支持平台

为了使绿地健康诊断结果直观,同时能够提出决策,应当结合城市绿地管理需求,建立智能决策工具。在展示效果上,运用热力图、散点图、时序曲线等多种可视化形式,在地图空间上进行优化展示,重点呈现城市绿地健康分布、变化趋势、异常预警等信息。管理人员同时可以点击绿度获得相关区域的诊断报告与历史监测数据。在诊断决策上,“绿维智巡”系统可以自动生成氧化建议。例如,对于水分胁迫严重的区域,系统建议增加灌溉频次并估算所需水量;对于检测到病虫害的植

株,系统识别病虫害类型并推荐防治措施。

## 4 基于计算机视觉与机器学习的城市绿地健康诊断实施路径

### 4.1 城市绿地图像感知与数据采集

针对当前城市绿地健康数据采集碎片化、实时性差的问题,将无人机、移动街景采集、地面数据传感器整合为一体的多源图像采集平台。无人机采集模块采用大疆 M300 系列无人机搭载禅思 P1 全画幅相机和 Altum 多光谱相机,可同时获取高分辨率可见光影像和红外、近红外波段数据。通过规划航线,实现对大型公园、滨水绿带、防护绿地等区域的定期巡检,获取厘米级空间分辨率的正射影像。移动车辆采集模块集成在市政车辆,搭配高清工业相机与热成像仪,以接近行人死角评估街道绿化实际效果,覆盖城市主要交通到了,进行实施动态监测。地面传感器模块在重点监测区域布设土壤水分传感器、气象站和球型摄像机,实时采集微环境数据和定点图像,为模型验证和参数校准提供参考。在实施多源数据采集中,数据的融合处理是其难点,因此需要建立统一的空间坐标体系,将街景图像与 GIS 数据进行统一坐标配准,建立可追溯、可对比的历史影像数据库,支持变化检测与趋势分析。

### 4.2 基于深度学习的植被识别与健康诊断模型设计

植被的精确识别与健康状态诊断是系统的技术核心。依托卷积神经网络与语义分割技术,构建了面向城市绿地的专用识别诊断模型。针对城市绿地中绿化植物种类众多、形态多样的特点,引入改进的 DeepLabV3+ 模型,增强对植物种类与形态的识别准确度。同时,在模型训练上采用空间多尺度的方式,对于不同距离、不同尺寸的植物进行分割,并测试图像识别的准确度。对于绿地健康度的诊断,融合多模态指标,对于植物的光合作用强度、红外特征、温度数值进行计量,从而客观得出植物的蒸腾作用与水分胁迫。对于植物外观特征进行纹理识别,识别叶片黄化、枯萎、病斑等异常模式。对于病虫害的防,采用 YOLOv8 算法,解决传统绿地早期病虫害症状微小、难以检测的问题,模型可识别白粉病、叶斑病、蚜虫危害等 8 类常见病虫害。

### 4.3 绿地健康评价体系构建与动态监测平台开发

在对绿地健康程度诊断中,除了原有的绿地覆盖率、绿亮指标外,还要扩展生物多样性、生态服务功能指标,构建多因子综合评估模型。在生物多样性评估上,采用

物种丰富度指数和 Shannon 多样性指数。基于物种识别模型输出的植物种类和数量,计算绿地斑块内的物种多样性水平。引入生态系统服务指标,包含城市绿地的碳汇能力、降温效应、雨水调蓄等指标。碳汇能力基于植被类型、覆盖度和生长状态估算。监测平台的开发,要支持评估结果的直观可视,基于 WebGIS 技术开发,具备数据管理、分析评估、可视化展示和预警推送四大功能。管理人员能够及时获得监测结果,并根据预警处置建立维护绿地健康。

## 5 总结

本文基于计算机视觉与机器学习,系统构建了“绿维智巡”项目,并提出具体的设计思路与技术架构。在城市绿地健康诊断中,该项目能够实现多源图像与深度学习技术的融合,突破传统绿地管理技术瓶颈。该项目的应用,推动了绿地评价从单一数量指标向多维生态功能评估的跃升。同时能够将被动绿地健康诊断转变为主动预防管理。未来,人工智能与数字孪生技术的应用,将会进一步优化城市绿地健康诊断智能化水平,为健康城市规划提供科学依据。

### 参考文献

- [1] 沈一心. 基于机器学习的计算机视觉应用[J]. 电脑编程技巧与维护, 2023(8): 109-111.
- [2] 朱庆华. 基于机器学习的计算机视觉系统网络图像识别方法研究[J]. 信息记录材料, 2023, 24(11): 161-163.
- [3] 郑士芹. 基于机器学习的计算机视觉应用[J]. 软件, 2024, 45(3): 180-182.
- [4] 刘明, 方建明, 朱泽彪. 数字孪生视角下城市绿地健康度诊断方法研究[J]. 城市周刊, 2025(38): 76-78.
- [5] 陈崇贤, 李海薇, 侯咏淇, 等. 计算机视觉技术在景观与健康关系研究中的应用进展[J]. 风景园林, 2023, 30(1): 30-37.

作者简介: 曹传斌(2002-), 男, 本科在读, 汉族, 山东济宁人;

党天骄(1991-), 女, 汉, 山西大同人, 硕士, 讲师, 研究方向区域环境治理。

基金项目: 陕西服装工程学院大学生创新创业基金 2025 年度资助项目(省级), 项目名称: 绿维智巡——基于计算机视觉与机器学习的城市绿地健康诊断系统, 项目编号: S202513125034。