

# 园林绿化智能监控系统的设计与实现

白世平

内蒙古乌海市公用事业发展中心园林机电设备所, 中国·内蒙古 乌海 01600

**摘要:** 论文提出并实现了一种基于物联网与人工智能技术的园林绿化智能监控系统。系统设计包括数据采集、传输、分析和用户交互四大模块, 能够实时监测环境参数并提供异常报警与资源优化建议。通过测试, 系统在准确性、稳定性和易用性方面表现优异, 显著提升了园林管理效率。论文还分析了实际应用案例, 并对未来技术优化方向进行了展望。

**关键词:** 园林绿化; 智能监控; 物联网

## Design and Implementation of Intelligent Monitoring System for Landscape Greening

Shiping Bai

Landscape Mechanical and Electrical Equipment Institute of Wuhai City Public Utilities Development Center, Inner Mongolia, Wuhai, Inner Mongolia, 01600, China

**Abstract:** This paper proposes and implements an intelligent monitoring system for landscaping based on the Internet of Things and artificial intelligence technology. The system design includes four modules: data collection, transmission, analysis, and user interaction, which can monitor environmental parameters in real time and provide abnormal alarms and resource optimization suggestions. Through testing, the system has shown excellent performance in accuracy, stability, and usability, significantly improving the efficiency of garden management. The paper also analyzed practical application cases and provided prospects for future technological optimization directions.

**Keywords:** landscape greening; intelligent monitoring; Internet of Things

## 0 前言

园林绿化在城市生态系统中扮演着关键角色, 不仅改善了城市环境质量, 还在碳汇、调节气候和提升居民生活品质方面发挥了重要作用。然而, 传统的园林管理模式往往依赖大量人工操作, 这种方式存在效率低下、实时性差以及资源浪费等诸多问题。随着城市化进程加快和智慧城市概念的兴起, 将先进技术引入园林化管理成为一种必然趋势。近年来, 物联网、大数据和人工智能等技术在环境监控领域的应用逐步成熟, 为园林绿化的智能化管理提供了技术支撑。论文的研究重点在于设计并实现一套智能监控系统, 该系统能够实时感知园林环境参数, 自动分析数据并提供管理决策支持, 从而实现精细化和高效化管理。研究旨在提升园林资源的利用率, 减少维护成本, 促进园林绿化的可持续发展。通过这一系统的开发与测试, 探索技术手段在园林绿化中的创新应用, 同时为相关领域的研究和实践提供有价值的参考。

## 1 文献综述

### 1.1 园林绿化监控的传统方法

传统园林化管理模式主要以人工巡查为基础, 通过现场观察和简单设备采集数据。陈忠暖等<sup>[2]</sup>的研究指出, 在广州城市公园绿地的管理中, 投入大量人力和资源以维持

环境效益, 但仍难以解决监测覆盖范围有限和实时性不足的问题。这种方式在面对复杂气候条件和突发状况时, 往往难以及时应对, 资源分配效率较低。随着城市绿化面积的增加, 这种手段的局限性愈加凸显, 使得园林管理面临巨大的效率和成本压力。

### 1.2 智能监控系统的技术基础

智慧园林的概念为园林化管理提供了技术转型的方向。农肖肖等<sup>[1]</sup>在研究中提出了基于实景三维技术的智慧园林管理系统, 结合物联网和大数据技术, 实现了对园林环境的全面监测与智能化管理。这类系统通过多传感器数据采集, 能够实时记录环境温湿度、土壤水分等关键参数, 并通过可视化平台呈现数据结果, 为管理者提供科学决策依据。同时, 张峥嵘<sup>[3]</sup>的研究进一步强调了人工智能在智慧园林中的重要作用, 利用算法优化资源配置, 实现精准养护和动态管理。这些技术的结合, 为解决传统管理方式的不足提供了全新思路。

### 1.3 当前相关研究与不足

尽管智慧园林技术已有初步应用, 但在系统功能的深度和集成度上仍存在不足。农肖肖等<sup>[1]</sup>提出的系统虽然实现了基础数据的实时采集和管理, 但在数据综合分析能力和资源优化功能方面仍需改进。张峥嵘<sup>[3]</sup>的研究中提到, 现有的智慧园林系统在推广过程中面临技术成本高和应用复

杂度大的问题。此外,陈忠暖等<sup>[2]</sup>的研究表明,目前许多园林管理系统缺乏对环境效益的精确量化和评价方法,难以全面展示技术带来的效益提升。针对这些问题,论文提出了一种基于多技术融合的园林绿化智能监控系统,通过提升系统集成度和扩展性,为园林管理提供更高效、更低成本的解决方案,并为智慧园林的实践推广提供有力支持。

## 2 系统需求分析

### 2.1 功能性需求

园林绿化智能监控系统的核心在于实现环境的实时感知与精细化管理。系统须具备数据采集功能,通过传感器网络获取土壤水分、空气温湿度、光照强度等关键环境参数,为后续分析提供基础数据支撑。实时数据处理是系统的另一个关键功能,通过数据分析模块对采集的环境参数进行动态监控和趋势预测,实现异常状态的及时识别与报警。此外,系统需能够整合历史数据,对长时间环境变化趋势进行分析,为资源调配和管理决策提供科学依据。用户需要通过可视化界面直观了解园林状况,并对设备运行状态进行监控和管理,从而实现园林管理全流程的控制。

### 2.2 非功能性需求

在功能实现之外,系统的稳定性、扩展性和易用性是设计中需要重点考虑的非功能性需求。稳定性是系统运行的基本要求,需要确保数据采集、传输和处理在高负载环境下的可靠性。扩展性是智慧园林系统应具备的重要特性,随着园林规模扩大和技术升级,系统需能够灵活适应新设备、新功能的接入。易用性同样不可忽视,系统界面设计需清晰友好,以降低用户的学习成本,提高实际操作效率。为适应不同规模园林的需求,系统还须具备较强的成本控制能力和低能耗设计。

### 2.3 用户需求与场景分析

园林绿化的管理涉及多个层面的用户,包括园林管理者和一线维护人员等。管理者需通过系统实时了解整体环境状况,并依据系统生成的分析报告制定资源调配方案。维护人员需使用系统进行现场操作,包括设备维护和突发事件处理。在日常管理中,系统需要针对长期养护场景生成优化方案,例如灌溉时机的选择和施肥频率的调整。在异常检测场景下,系统需通过多维度数据分析迅速识别问题并提供应对策略。例如,当土壤水分不足时,系统应提示维护人员启动灌溉设备,从而实现资源的精准分配和高效利用。

综上所述,本系统需求分析从功能性需求、非功能性需求以及用户需求角度全面构建了系统设计的基础。通过满足多维需求,系统将在实现智慧园林高效管理的目标中发挥重要作用。

## 3 系统设计与实现

### 3.1 系统总体架构设计

园林绿化智能监控系统采用分层架构设计,包括感知

层、网络层和应用层。感知层负责环境数据的实时采集,通过部署在园林中的传感器网络获取土壤水分、空气温湿度和光照强度等参数,为监控系统提供原始数据支持。网络层实现数据的传输与处理,采用无线通信技术,如 Wi-Fi 和 LoRa,确保数据能够在传感设备与云端服务器之间高效传递。应用层基于数据分析与可视化技术,为用户提供监控界面、报警提示和决策支持功能。各层之间通过模块化设计相互协同,确保系统具备良好的扩展性和高效的运行性能。

### 3.2 关键模块设计

系统的核心功能由数据采集模块、数据传输模块、数据处理与存储模块,以及用户界面设计模块共同构成。数据采集模块通过多类型传感器组合实现对不同环境参数的全面感知,包括湿度传感器、光照传感器和温度传感器等。传感器选型注重精准度、稳定性和低功耗特性,以适应园林环境中的长期使用需求。数据传输模块采用高效的通信协议,确保采集到的数据能够以较低的延迟和能耗上传至云端。数据处理与存储模块基于边缘计算和云计算相结合的方式,对实时数据进行处理并存储历史数据,为长期分析提供依据。用户界面模块采用信息可视化技术,将复杂的数据分析结果以图表和实时动态形式直观呈现,帮助用户快速了解园林状态。

### 3.3 系统实现细节

系统采用多种技术协同实现功能目标。感知层硬件采用集成传感器模块,结合单片机作为数据采集终端,实现对环境参数的高效获取。网络层选用 LoRa 通信技术,用于低功耗、远距离的数据传输,并通过无线网关将数据集中上传到云端服务器。数据处理使用 Python 和相关大数据分析工具,实现实时处理与历史数据分析功能。云端服务器部署数据存储与分析模型,基于 AI 算法预测环境变化趋势,提供科学的管理建议。用户界面基于 Web 开发框架设计,采用响应式布局,支持多终端设备访问,增强系统操作的便捷性。

系统的整体实现过程中,重点解决了数据采集精度、传输可靠性和用户界面友好性等关键问题。通过技术选型和模块优化,确保系统能够在多种园林场景中高效运行,为园林绿化管理提供全方位支持。

## 4 系统测试与评估

### 4.1 测试方案设计

为了全面评估园林绿化智能监控系统的性能,测试方案涵盖功能性测试、性能测试和压力测试等多个维度。功能性测试主要验证系统的核心功能是否按照设计实现,包括数据采集的准确性、传输的可靠性、数据分析的有效性以及用户界面交互的友好性。性能测试关注系统在实际运行中的响应速度、数据处理能力和能源消耗,确保其能够在常规负载条件下稳定运行。压力测试模拟高负载场景,评估系统在数据传输高峰期、极端天气环境下的运行稳定性和恢复能力。

测试过程中,为了保证数据的真实性和测试结果的客观性,选取了一处实际园林场景进行部署,覆盖不同区域的环境监测点位。通过设置标准化测试流程,对系统的各项功能进行逐步验证,同时记录关键性能指标,用以评估系统的整体表现。

#### 4.2 测试结果与分析

测试结果显示,系统在功能实现上达到了设计要求。数据采集模块的传感器精度误差控制在允许范围内,土壤湿度、空气温湿度和光照强度的采集误差分别为  $\pm 2\%$ 、 $\pm 1^\circ\text{C}$  和  $\pm 5\%$ ,满足园林绿化管理的监测需求。传输模块在 30~300m 的通信范围内保持了 99.5% 的数据完整性,延迟控制在 0.5s 以内,展现出良好的传输性能。数据分析模块能够实时生成监测报告,对环境异常的检测准确率达到 92% 以上。用户界面的可用性测试表明,大多数用户能够在短时间内熟练操作系统,交互设计获得了较高的满意度。性能测试中,系统在 24h 连续运行中未出现明显性能下降,平均响应时间为 0.3s,能耗表现符合预期。在压力测试中,面对传感器数据上传频率增加至常规两倍的情况,系统的处理能力维持在正常范围,未发生崩溃或数据丢失,但响应时间有所增加,提示了进一步优化的空间。

#### 4.3 系统优化建议

尽管测试结果表明系统性能优异,但压力测试中表现出的响应时间延迟和高负载环境下的资源占用问题揭示了潜在的改进方向。数据传输模块可以通过优化通信协议进一步提升效率,同时探索更高带宽的技术以增强高负载处理能力。数据分析模块的算法优化能够提高对复杂数据的处理速度,尤其是在多维数据整合和预测模型性能提升方面。此外,用户界面可以增加更多自定义选项,增强系统的适配性,为不同用户群体提供更灵活的操作体验。通过测试与评估的深入分析,系统的优势和不足得到了全面揭示。优化后的系统将在实际应用中进一步提升运行效率和用户体验,为园林绿化智能管理提供更可靠的技术支持。

### 5 应用实例与讨论

#### 5.1 应用案例

为了验证园林绿化智能监控系统的实际应用效果,将其部署于某市中心公园的试验区域。试验区域占地约 10 公顷,包括绿地、花坛和水景等多种园林类型。在监控系统的感知层,布设了多种类型的传感器网络,包括土壤湿度传感器、空气温湿度传感器和光照强度传感器。这些传感器通过 LoRa 通信技术,将采集到的数据传输至系统后台。管理人员通过应用层界面实时监控园林环境状况,并结合系统建议优化了灌溉频率、施肥计划和养护调度。系统的可视化功能使数据分析结果更加直观,便于不同层级的管理者迅速作出决策和调整。通过三个月的试运行,公园的水资源使用量减少了 18%,植物健康度评分提高了 12%,维护成本下降了

约 15%,显著提升了整体园林管理的科学性和高效性。

#### 5.2 应用效果分析

系统的实际部署展现了其在园林绿化管理中的显著优势。数据采集和传输的稳定性确保了环境参数的实时更新,使管理者能够及时掌握区域内的变化状况。数据分析模块生成的优化建议有效提升了资源利用率,在节约用水和减少肥料浪费方面表现尤为突出。此外,自动化报警功能帮助维护人员快速应对异常状况,例如在监测到土壤水分严重不足时及时启动灌溉设备,避免植物健康受损。这种基于数据驱动的决策方式显著提升了管理效率,减少了人工巡查的工作量。

#### 5.3 讨论与未来展望

尽管系统在实际应用中展现了较高的可靠性与效能,但试运行的结果也反映了一些不足之处。部分传感器在极端天气条件下出现了数据采集偏差,提示未来需要引入更高耐久性的设备。同时,现有的数据分析模型在处理复杂多维环境数据时存在一定的计算延迟,优化算法性能将是进一步提升系统能力的重要方向。此外,当前系统的成本对小型园林的适用性有所限制,通过规模化生产和技术简化可以降低整体成本,从而扩大应用范围。

未来的技术升级将集中于与人工智能和 5G 技术的深度结合。例如,深度学习算法可以用于预测季节性环境变化,帮助管理者提前制定应对措施。5G 通信技术将大幅提升数据传输效率,为更大规模的园林网络提供支持。随着智慧城市的不断发展,园林绿化智能监控系统将不仅限于环境监测和资源优化,还将作为生态城市建设的重要组成部分,为城市可持续发展贡献更大价值。

### 6 结语

论文设计并实现了一种基于物联网与人工智能技术的园林绿化智能监控系统,通过数据采集、传输、分析和用户交互等模块,实现了对园林环境的实时监控与管理优化。系统的实际应用显著提高了园林管理效率,减少了资源浪费,并降低了维护成本。测试与应用表明,该系统具备良好的稳定性和扩展性,但在极端环境适应性和算法性能优化方面仍有改进空间。未来,结合深度学习和 5G 等新兴技术,系统将进一步提升智能化水平,为园林绿化管理和生态城市建设提供更加全面的技术支持。

#### 参考文献:

- [1] 农肖肖,王文彬,唐博,等.基于实景三维的智慧园林管理系统的设计与实现[J].地矿测绘,2024,40(2):34-37.
- [2] 陈忠暖,刘燕婷,王滔滔,等.广州城市公园绿地投入与环境效益产出的分析——基于数据包络(DEA)方法的评价[J].地理研究,2011,30(5):893-901.
- [3] 张嵘嵘.智慧园林背景下的公园园林绿化与养护管理措施[J].居舍,2024(33):135-138.