

Construction of Digital Management and Control System Integrating Forestry Internet of Things and Big Data

Gaili Hao

Fugu County Forestry Station, Yulin, Shaanxi, 719499, China

Abstract

This study focuses on digital forest management systems, integrating the current advancements in forest IoT and big data technologies. It systematically addresses challenges including data heterogeneity, inadequate terminal deployment, model compatibility issues, and fragmented platform integration during their combined application. The research explores multiple dimensions: optimization of IoT sensing terminals, multi-source forestry data fusion processing, intelligent analytical model development, and integrated management platform integration. Specific technical implementation pathways are detailed, with key implementation challenges systematically identified. The ultimate goal is to establish a modern forestry digital management system featuring comprehensive sensing capabilities, efficient data transmission, accurate analysis, and intelligent control mechanisms. This system provides reliable technical support and practical guidance for refined forest resource protection, scientific disaster prevention, and industrial structure optimization. It enables real-time monitoring of forest resources across entire regions, intelligent ecological risk prediction and early warning systems, significantly enhances management intelligence, accelerates digital transformation efficiency, and drives sustainable forestry development toward green, low-carbon, smart, and eco-friendly pathways.

Keywords

forestry internet of things; big data; digital management and control; data integration; implementation pathways

林业物联网与大数据融合的数字化管控体系构建

郝改丽

府谷县林业工作站, 中国·陕西 榆林 719499

摘要

本文以数字森林管理建设为研究背景, 结合现阶段森林物联网与大数据技术深度融合的发展现状, 针对二者融合应用过程中存在的数据异构、终端部署不足、模型适配性差、平台分散独立等难点问题开展系统性深入研究。研究围绕物联网感知终端优化升级、多源林业数据融合处理、智能分析模型搭建、一体化综合管控平台整合集成等多个维度, 详细探究具体可行的技术实施路径, 梳理并明确技术应用落地过程中的核心关键问题。最终构建集全面感知、高效传输、分析准确、管控智能于一体的现代化林业数字化管控系统, 为森林资源精细化保护、林业自然灾害科学防控、林业产业结构优化升级提供可靠技术支撑与实践指导。系统可实现森林资源全域动态监测、生态风险智能预判预警, 有效提升林业管理智能化水平, 助力林业数字化转型提质增效, 持续推动林业产业朝着绿色低碳、智能高效、生态可持续的方向高质量发展。

关键词

林业物联网; 大数据; 数字化管控; 数据融合; 落地路径

1 引言

随着物联网的迅速发展, 森林资源的实时感知和精确收集, 而大数据的应用为森林数据存储、分析和挖掘提供了一种高效的方法, 两者的深入结合是促进森林数字化的主要动力。林业和草原局明确要求, 要加速林业信息化进程, 建立“空天地人”综合监控系统, 促进物联网、大数据等数字科技与林业生产、经营和保护的全过程紧密结合, 提高林业管理系统和管理能力的现代化。龙江森工集团、福建漳州等

地已经启动了“数智林业”示范项目, 通过物联网和大数据的结合, 对森林资源进行精确监控和有效管理, 为我国的数字林业发展积累了可借鉴的经验。在此模式下, 林业灾害预警、林木生长动态监测、碳汇核算管理等工作愈发精准高效, 大幅降低人工巡查成本与管护难度。同时依托数字化平台实现资源共享、协同管控, 持续推动传统林业向智慧林业转型升级, 助力生态保护与绿色可持续发展长效落地。

2 林业数字化管控体系的现状与融合痛点分析

2.1 物联网终端数据与大数据平台互联互通不足

由于森林地区地理位置偏远, 地形复杂, 导致无线传感器数据的传输不稳定, 容易发生数据丢失和延迟等问题,

【作者简介】郝改丽(1982-), 女, 中国陕西府谷人, 本科, 工程师, 从事林业工程研究。

使数据和大数据平台之间的连接更加困难。目前国内所构建的各种森林生态传感平台缺少一个通用的协作与共享规范,其内在子系统不兼容,数据格式也不统一,这造成了数据的整合和分享方面的障碍,并没有形成顺畅的信息循环^[1]。

2.2 物联网数据采集与大数据分析应用衔接不畅

由于物联网设备所收集到的数据大多是未经过充分的预处理和过滤,因此其数据收集的针对性较差,且存在数据冗余、准确性低、相关性差等问题,已不能直接适应大数据的应用要求。传感器获取的数据(温湿度、光照等)没有经过降噪校正,数据存在巨大的偏差,从而降低了数据的精度。在收集过程中,存在着收集的数据没有进行系统化的统筹,收集的指标无法满足大数据的需要,一些重要的数据(例如:林木长势、土壤肥力等)收集不够,不相关的数据则被过分收集,导致了数据的浪费。

2.3 融合应用未充分发挥管控协同价值

在林业产业管理和生态修复等方面的应用还比较简单,仅限于森林防火和资源监测等基本业务,很难在林业产业管理和生态修复等方面进行有效的整合,无法形成林业产业的整体控制与控制。比如在造林时,由于缺乏对物联网获取的幼苗生长信息和大数据的处理,不能对幼苗的生长环境进行精确控制,从而造成幼苗成活率低,生长质量参差不齐等问题。

2.4 融合所需的技术、人才、政策保障不完善

关键技术瓶颈没有突破,低功耗、高精度、长续航的物联网终端技术有待提高,边远森林地区的网络覆盖技术有待提高,大数据的数据挖掘和智能决策技术与森工企业的匹配程度不够,缺少一套完整的技术体系。由于缺少对物联网终端的接口、数据格式和通信协议等方面的标准化,导致不同设备和不同系统之间的有效兼容性受到限制^[2]。

3 林业物联网与大数据融合的关键技术实现

3.1 物联网终端优化与数据采集技术实现

对终端装置的标准和数据格式进行统一,对森林物联网终端接口、通信协议、数据采集指标等进行统一规范,使不同厂家、不同种类的终端装置能够相互兼容,保证采集到的数据格式和标准规范。比如,对林木生长状况、土壤环境状况、气象条件、病虫害等数据采集的标准进行统一,对采集频率和精度的要求进行统一,以防止数据的重复和形式的混淆。通过“定点+移动”的方法,对核心区进行定点布设传感器、监测设备等,对核心区进行常态化监测,并通过移动部署无人机、移动监控终端等,对偏远地区和重点地区进行辅助监测,建立起“空天地人”三维智慧感应网,全方位涵盖林区管理的方方面面。

强化数据预处理方法的运用,将数据预处理功能集成到数据处理系统中,通过去噪、校正、筛选和压缩等手段去除冗余和异常数据,提高数据的准确性和有效性,减轻数据

的传递和储存负担。比如,利用滤波器消除传感器获取的信号中的噪音,利用校正的方法对信号的错误进行校正,利用数据压缩的方法来降低数据量,保证数据的有效传递。研究基于动态抽样的方法,通过对不同天气条件下的采样次数进行实时调节,例如在下雨的时候,每次取样一次,在晴朗的时候,在10分钟内进行一次取样,这样可以减少50%的能量消耗,达到资料收集和能源消耗的均衡^[3]。

3.2 物联网与大数据的数据融合技术实现

在数据访问方面,本项目通过多种接口自适应技术,实现不同种类的物联网终端数据和不同格式的数据访问,其中包含结构化(如森林指数等)、半结构化(如XML/JSON格式)、非结构化(如监控视频、无人机航拍等),实现各种数据的有效连接。在数据净化方面,利用自动净化的方法,对访问到的数据进行去重、去噪、补全和校正等处理,去除异常和无效的数据,提高数据的品质;比如解决由于传感器的误差引起的异常现象,提出了一种基于异常检测的方法来确定和去除故障。

在资料转化阶段,利用资料规范化的方法,将不同格式的资料转化成一种规范的格式,以达到互相利用的目的。对监测视频中的无结构图像进行结构化处理,实现多个空间坐标之间的相互转化,保证了数据的一致性。在数据相关方面,利用数据挖掘方法,对多个数据源进行分析,例如树木长势、气象、土壤等数据,以及林火数据与地理信息、人员巡逻等数据之间的相关性,建立数据的相关性,完善数据相关性模型,从而达到数据的深层次融合。

3.3 大数据分析模型构建与应用实现

面向林业产业特征的林业产业特征,构建具有较强针对性、高准确性和实用性的林业大数据解析模式,对林业资源、灾情、产业等进行精确解析和智能决策,具有重要的理论和现实意义。以森林资源为研究对象,利用无线传感器获取的树木生长、土壤、气象等数据,利用机器学习和深度学习等方法,建立森林资源的生长预测模型,并进行森林资源储量的预测,为森林资源的合理利用和合理利用,提高森林资源的利用效率。结合气象、地形、土壤等气象要素,建立基于随机森林的林木储量增长预报模型,使之具有很强的预报能力,为我国的林业评价和管理提供理论基础^[4]。

面向森林防火、病虫害防控等关键问题,利用无线传感器获取的温度、湿度、烟雾浓度、病虫害征兆等信息,建立森林火灾预警和防控模型,为森林火灾的早期预警和精确防控提供科学依据。比如,在林火监测方面,利用神经网络等方法,将气象数据、植被覆盖数据和烟雾传感器数据相结合,建立林火风险的预测模型,从而达到对火情的精确辨识和预警,并对火情的发生可能性和影响程度进行预测。在害虫防控方面,利用物联网采集的害虫数据,建立害虫预报模型,对害虫的发生时间、范围和危害水平进行准确的预报,从而为害虫的防控和治理工作提供科学依据。以福

建漳州为例,利用多源信息构建的多要素 AI 早期预警模型能够有效提高防灾减灾效率,实现森林防火工作效率提高 40%,森林覆盖率降低 35%。

将林业产业数据、市场数据和物联网采集的生产数据相融合,建立林业产业优化模型,建立林业产业生产-加工-销售全过程的优化控制模型,提高产业效率。比如在树木栽培方面,通过对土壤肥力和气象条件的综合分析,建立适合造林的最优栽培模式,对水、肥、虫等进行精确调控,提高造林成活率和造林品质。在林产品的营销过程中,将市场需求数据和产品库存数据相融合,建立一个生产和销售的配合模式,对产品的营销战略进行了最优的调整,降低了库存的数量,提高了销售的效率^[5]。

3.4 数字化管控平台开发与集成实现

数据中心主要是对物联网终端数据、历史数据和第三方数据进行访问、存储、清理、融合和共享,从而对数据资源进行统一的管理,并对其它功能进行支持。通过整合各种类型的大数据分析模式,对森林资源、灾情、产业等进行精确的解析和预报,并给出相应的分析结论和相应的政策建议;控制中心功能可以对森林管理的各个方面进行智能化控制,包括资源管理、灾害处理、林木培育、工业管理等,并能够下达控制命令并进行实施。通过可视化的方式,将数据、分析结果和管控状态以图形、地图和视频的方式展现出来,从而达到了森林管控的可视化和透明性,便于管理者对森林的发展状况进行及时的了解。

强化平台一体化的构建,将其与物联网终端、现有林业管理系统(资源管理系统、应急处置系统、工业管理系统)进行无缝整合,突破系统屏障,达到信息共享和协作控制的目的。比如利用物联网设备获取的数据,对当前的森林经营数据进行实时访问,并将其与当前的森林经营数据进行集成,从而达到数据的充分整合。通过与无人机、应急装备等设备的连接,保证控制命令的快速下达和实施。龙江森林公司建立了一个由六大类 19 个功能模块组成的综合性智能指挥系统,拥有 244 万条关键服务信息,达到了指挥可视、命令可达、指挥有据的目的,为森林管理工作提供了有效支持。

4 林业数字化管控体系落地路径

加强对关键技术的研究和开发,鼓励高等院校、科研

院所和林业企业开展协作,着重在低功耗、高精度的物联网终端技术、大数据融合与智能分析、平台整合等方面取得突破,形成适合林业产业特征的融合技术。比如协同研究适用于边远森林地区的低能耗无线传感器及组网方法,以及与森林服务相匹配的大数据分析模式,提高其应用的可行性和可推广性。强化试验与验证,在天然林、人工林和自然保护区等森林生态系统中进行试验,并对试验结果进行归纳,逐步推广应用于“试点先行,分步推广”的发展模式。龙江林业集团和福建漳州森林综合开发试验区的成功经验证明,通过试验和示范,可以对该制度的实施进行有效的检验。加速推进相关技术标准的制订,在物联网的终端设备、数据格式、通信协议和安全保护等领域进行完善,让技术标准化和标准化得到进一步的发展,突破技术屏障,促进不同地区、不同部门之间的协调发展。

5 结语

本文建立的林业物联网与大数据深度融合的林业数字化管控系统,有效整合物联网全面感知优势与大数据精准分析能力,能够切实解决传统林业管理模式效率低下、管理粗放、监测滞后等突出问题,实现对林业资源、森林灾害、林业产业全流程、全天候、智能化动态管控,为森林资源常态化保护、科学防灾减灾以及林业现代化产业升级提供坚实有力的技术支撑。通过龙江森工集团、福建漳州等多个区域试点的实际应用验证,本系统技术成熟、落地可行,能够显著提升森林精细化管理效率,优化林区运营管理模式,在守护生态安全的同时带动林业经济增收,真正实现生态效益、社会效益与经济效益协同共赢的良好发展局面。

参考文献

- [1] 陈国宪. 智慧林业在基层林业管理中的应用研究[J]. 中国林业产业, 2025, (06): 75-76.
- [2] 沈磊, 李非凡, 施斌. 智慧林业在林业管理与林业产业升级中的应用[J]. 中国林业产业, 2024, (12): 52-53.
- [3] 杨妍. 大数据背景下林业单位档案数字化管理建设思考[J]. 办公室业务, 2024, (08): 64-66.
- [4] 张佑国. 新发展格局下的林业管理模式创新[J]. 广东蚕业, 2022, 56(12): 33-35.
- [5] 杨丽华. 基于数字林业技术加强林业管理的研究[J]. 造纸装备及材料, 2022, 51(11): 96-98.