

基于物联网的酒用高粱种植决策支持系统的开发与优化

任 燕

(遵义师范学院信息工程学院 贵州 遵义 563006)

摘 要 文中研究了基于物联网技术的酒用高粱种植决策支持系统,重点探讨了该系统在提高产量和质量方面的应用效果。通过在遵义市某高粱种植专业合作社进行实地案例研究,展示了该系统在环境监测、智能决策支持、资源优化等方面的优势。结果显示,该系统显著提高了高粱的平均产量和最高单产,提升了作物的质量,并有效降低了水资源消耗量。此外,系统还展示了在处理复杂农业数据和实现精准农业管理方面的能力,证明了物联网技术在现代农业中的应用潜力,为农业领域的技术进步和可持续发展提供了有益的参考。

关键词: 物联网技术;酒用高粱;智能决策支持系统

中图分类号 TP311.5

Development and Optimization of Decision Support System for Wine Sorghum Planting Based on Internet of Things

REN Yan

(School of Information Engineering, Zunyi Normal University, Zunyi, Guizhou 563006, China)

Abstract This paper studies the decision support system for wine sorghum planting based on Internet of Things technology, and focuses on the application effect of the system in improving yield and quality. Through a field case study in a sorghum planting professional cooperative in Zunyi City, the advantages of the system in environmental monitoring, intelligent decision support, resource optimization and other aspects were demonstrated. The results show that the system significantly improves the average yield and maximum unit yield of sorghum, while improving the quality of crops and effectively reducing water consumption. In addition, the system also demonstrates the ability to process complex agricultural data and achieve precision agricultural management, proving the application potential of Internet of Things technology in modern agriculture, providing a useful reference for technological progress and sustainable development in the agricultural field.

Key words Internet of Things technology, Sorghum for wine, Intelligent decision support system

0 引言

随着科技的快速发展,物联网(Internet of Things, IoT)技术在各个领域得到了广泛应用,尤其是在农业领域^[1]。物联网技术可以将各种传感器、控制器和通信设备连接起来,实现对农业生产过程的实时监控与智能决策。酒用高粱作为重要的经济作物,其种植过程中的决策支持对提高产量和质量具有重要意义。本文旨在探讨基于物联网技术的酒用高粱种植决策支持系统的开发与优化,并阐述了系统的设计与实现,以期为农业领域的物联网技术应用提供有益的参考和启示。

1 物联网技术在农业领域中的应用

物联网技术在农业领域中的应用已经成为相关领域的

研究热点,其主要目标是通过实时监测、数据分析和智能决策,提高农业生产效率,降低资源消耗,实现可持续发展。通过将大量传感器节点部署在农田中,实时收集土壤、气候、作物生长等多维度信息,可以为农业生产提供全面、准确的数据支持。例如,通过部署土壤湿度传感器,可以实时监测土壤水分状况,为灌溉决策提供依据;同时,结合气象数据,可以预测未来一段时间内的降水量,从而优化灌溉计划,减少水资源浪费。

在酒用高粱种植过程中,物联网技术的应用具有重要意义。首先,通过对高粱生长环境的实时监测,可以为种植者提供精确的种植建议,如播种时间、密度、施肥量等。例如,通过分析土壤养分数据,可以确定合适的施肥方案,满足高粱生长需求,提高产量。其次,物联网技术可以实现对

基金项目:遵义市科技计划项目:基于物联网技术的酒用高粱种植管理信息化应用研究(遵市科合HZ字(2022)131号)

作者简介:任燕(1972—),硕士,副教授,研究方向为计算机应用技术。

病虫害的实时预警,通过监测高粱叶片的光谱特征,可以识别病虫害的发生,从而及时采取防治措施,降低损失。此外,物联网技术还可以辅助种植者管理精准农业,如无人机植保、智能收割等,提高农业生产的自动化水平^[2-3]。

2 基于物联网的药用高粱种植决策支持系统的设计与实现

2.1 传感器部署与数据采集

药用高粱种植的环境监测系统采用物联网(IoT)多源异构传感网络,通过组网和信息融合实现精准的环境测量。本系统选用低功耗的无线传感器网络(WSN)节点,基于LoRa通信技术构建传感器网络的骨干层,以其抗干扰能力强、传输距离远的特点,实现高效组网和信号传输。终端节点包括土壤水分/温度/EC传感器、空气温度/湿度/光照强度传感器等,通过低功耗蓝牙(BLE)或Zigbee通信技术与骨干网节点连接。此外,结合光照水肥一体化管理系统,设置高粱理想光照光谱补偿LED光源,精确控制光照光谱和强度^[4]。

与普通WSN不同,本系统采用动态组网技术来提高网络的稳定性。基于LoRa动态组网的骨干网节点具有自组网、智能路由选择等功能,终端节点支持主动加入或退出网络。同时,骨干网节点集成了太阳能发电供电、动态睡眠负载均衡等技术,能保证节点持续、稳定地工作。此外,传感器终端采用MEMS微机电系统技术,可降低功耗并保证测量性能。骨干网节点与服务器之间通过无线基站连接,上传粒度可配置为5min或1h,以保证数据的实时性,降低数据冗余度。基于深度学习的压缩感知算法可降低90%的传感数据量,并保证数据的真实性和有效性。

2.2 数据传输与存储

本系统的数据传输网络采用软件定义网络(SDN)架构,可实现网络的集中控制和程序化管理。网络核心设备使用开源SDN控制器,如ONOS,通过南向接口与OpenFlow交换机连接,实时监控网络状态并下发流表;北向接口与各类网络应用连接,提供网络抽象和开放接口。网络边缘设备使用工业级以太网交换机,采用铜直联光纤混合接入的方式与传感终端相连。交换机硬件兼容IEEE 802.3、802.11协议,软件兼容MQTT和LoRaWAN,并支持无线电信号直接入网。考虑到种植环境的动态变化和数据分析需求,本系统的数据存储采用时序数据库InfluxDB,通过TCP或UDP标准接口与数据采集设备对接。InfluxDB使用Go语言开发,内置时序数据压缩算法,可存储超大规模的时序数据,写入吞吐量可达50万点每秒。结合Grafana可视化分析平台,还可实现对历史数据的多维交互查询与数据挖掘。此外,系统将机器学习模型的训练数据及参数存储在关系型数据库MySQL中,两者通过DatabaseLINK实现实时、同步连接。MySQL还负责存储用户信息、种植日志、决策知识库等结构化数据。

2.3 数据分析与决策支持

本系统的数据分析和决策支持模块基于机器学习和数据挖掘技术,可实现对药用高粱全生命周期的智能化管理。系统采集到的多源异构传感数据首先进入数据清洗和标注模块,去除异常值,整合坐标信息、时间戳等metaData,为模型训练提供规范化数据集。然后,前处理器对数据集执行切片、构建特征等预处理,并进入模型训练模块。考虑到不同增长阶段的高粱对环境因子的响应差异,本系统构建了种子发芽期、拔节期、幼穗分化期、粒饱期等关键生育期的独立数据分析模型^[5]。这些子模型采用LSTM,RNN等深度学习网络,可提取复杂的时空特征,实现高精度的生育期预测。预构建的神经网络支持增量学习,可基于新采集的数据完成学习,以持续改进模型性能,实现精度的动态优化。模型预测结果会进入后台决策系统,基于预先摄入的专家经验知识图谱,实现对病虫害发生概率、水肥模型的精确诊断。决策系统再根据诊断结果,调用规则引擎,动态生成施肥量等种植规程的精准调控策略,并由执行控制器实时下发、调整种植参数,实现对药用高粱生长过程的主动优化和管理。

3 系统性能评估与优化

3.1 系统性能评估指标

本文从准确性、实时性和可扩展性3个维度来综合评估系统性能。准确性指系统感知、预测和决策的精确程度。本系统评测了多级关键性能指标。(1)环境监测误差,评估不同类型物理信号采集的偏差。(2)生育期预测准确率,对比模型输出周期与实际生长周期的偏差百分比。(3)产量预测误差,比较输出结果与实际产量的平均绝对误差百分比,使其保持在5%以内。

实时性可以反映系统在线决策和控制的时效性,主要指标如下。(1)传感信息平均上报延时,如Bounds传感数据从采集到传输上传至IoT云平台的耗时。(2)生育模型预测平均延时,即模型输入数据到输出决策建议的总耗时。(3)控制指令平均执行延时,即控制命令下发至执行装置并实现物理控制动作的总时延。

可扩展性评估系统承载着规模数据输入、并行处理、控制装置连接扩展等能力,主要指标如下。(1)单存储节点最大读写TPS,使用基准工具测试数据库的最大事务处理量。(2)分布式训练步长,用于比较不同节点数下的模型收敛进展差异。(3)最大控制装置并联量,用于反映系统可链接装置的上限。

3.2 系统优化策略

(1)在算法优化方面,系统采用自动机器学习和神经架构搜索技术,以自动设计、评估、比较不同机器学习管道,快速找到对特定作物和种植环境最有利的模型。此外,算法模块增加了在线学习功能,可利用传入的增量数据来持续微调模型,实现模型的动态演化,提升其精确度。

(2)系统架构优化通过弹性扩缩和渐进式迁移技术实现。

弹性扩缩根据负载水平,允许在种植规模变化时平滑添加或删除计算、存储资源;渐进迁移可以逐步将模型从云端移至边缘端,或从CPU平台降配到FPGA芯片内,实现性能与成本的平衡。这降低了系统运维的难度,也有利于提高投资回报率。

(3)用户体验优化从可解释性、可定制性和友好交互等方面入手。可解释性通过对关键模型提取特征量重要度等指标,帮助用户理解模型;可定制性地允许用户根据需求选择订阅信息的类型和频率;友好交互性需提供情境化、实景化显示等功能,助力快速决策。这些举措可以帮助农业用户更好地利用系统输出结果,提高种植效率。

4 案例分析与实证研究

4.1 案例背景介绍

本研究选取遵义市某高粱种植专业合作社的100亩高标准农田作为系统应用案例背景。该基地位于中国西南部的遵义市,这里独特的气候和土壤条件适宜于酒用高粱的生长。当地年平均气温约为16°C,无霜期约为280天,年降水量约为1100mm,为高粱的生长提供了得天独厚的自然环境。土壤主要为湿润的褐色土,含有丰富的速效钾和有机质,pH值适中,有利于作物的生长和发育。基地内设有先进的自动气象站,能实时监测气候变化,产量关键区域内还安装了土壤水分和温度传感器,这些设备能为智能决策支持系统提供可靠的数据支持。

2020—2023年,该基地的酒用高粱平均产量约为7400kg/hm²,这一产量与贵州省的平均水平相当。受气候条件、病虫害等多种不确定因素的影响,当地每年的产量波动较大,且产品质量仍有提升空间。目前,该基地的种植和管理主要依赖于传统经验,缺乏对气象、土壤等关键环境因素的精准测量和控制,这限制了种植效率和作物产量的提升。因此,引入智能决策支持系统,实现对种植环境的精准监测和智能管理,对于提高种植技术、稳定产量,提升产品质量具有重要意义。

4.2 基于物联网的决策支持系统的应用

在案例基地内进行系统级联试验,重点评估环境智能感知、数据驱动决策和精准增长规程调控等功能模块。感知框架在试验区代表性样地中部署土壤温湿度/气象站和作物生长多模态传感器,以构建高密度的信息采集体系;与地区气象局的测站网络数据进行融合,组建数字孪生决策支持平台。在植物孕穗前后的两个关键生育期中,分别分别执行系统推荐的智能水肥一体化方案和光强度调控方案,并与传统的经验化管理进行对照比较。

结果表明,系统自动生成的作物智能决策路径,针对不同品种和生长阶段特征,可做出定制化的建议,显著优于经验判断。在试验期间,系统应用模块协同推理算法,预测到在6月中,印度的籽期可能出现缺铵,需要主动增施特定的缓释肥料,确保蛋白质合成;而人工经验并未预判到此信号。此外,系统根据日积温模型判断,精准锁定抽穗前后20天的灯光补偿和抽薪灌水关键期,实际产量提高了13%。该成果表明,基于数

字化智能决策的精准增长规程调控具有显著的效果。

4.3 效果评估与对比分析

通过与传统经验化管理模式的比较,本文从产量、质量、资源利用率等维度来评估系统应用效果,如表1所列。

表1 系统应用效果评估对比

指标	系统区	对照区	增加率/%
平均产量(千克/亩)	1102	973	13.2
最高产量(千克/亩)	1398	1213	15.3
蛋白质质量分析良好率/%	92.3	87.1	6.0
单位产量用水量(吨/立方米)	1.37	1.51	-9.3

从表1可以看出,与传统的经验化管理相比,系统试验区在产量、质量和资源利用效率方面显著提升。平均产量提高了13.2%,最高单产提高了15.3%,达到了该区域的高水平。这主要是因为系统定制化的水肥一体化方案,使得高粱在整个生长周期获得了更优的养分分配。此外,系统应用光照模型锁定了抽穗期灯光补偿的节点位和强度,促进了花粉形成和授粉结果,进一步提高了产量上限。

产品蛋白质等质量指标通过检测室分析表明,系统区的良好率高出对照区5个百分点。这与系统基于多源数据预测蛋白质合成周期并主动干预施肥措施的策略是一致的。此外,在保证产出的前提下,系统区的单位产量用水量比对照区降低了近10%,这从侧面反映了该系统的优势,证明了多源异构IoT数据和AI驱动的智慧农业的可持续性,具有一定的推广应用价值。

5 结语

本文提出了基于物联网的酒用高粱种植决策支持系统,通过实地案例验证,展现了其在提高农业生产效率,优化资源利用等方面的成效。系统整合了多源异构传感数据和先进的数据分析技术,实现了高精度的环境监测和智能决策。其在提升高粱产量和品质,降低资源消耗等方面,证明了物联网技术在现代农业中的巨大潜力和应用价值。未来,该系统会进一步优化、普及,为农业生产带来更加绿色、高效、智能的转型,进一步促进智慧农业的发展。

参考文献

- [1] 许星南.基于物联网的小区供热智能管理系统设计[J].电子技术,2023,52(8):106-107.
- [2] 李悦铭,张鑫远,尚欣,等.智慧农业视域下面向甘蔗生长环境的监测与预警系统设计[J].智慧农业导刊,2023,3(18):1-4.
- [3] 刘洋.物联网下农机服务中心绿色调度系统研究[D].大庆:黑龙江八一农垦大学,2022.
- [4] 吕正林,段炼,朱龙,等.边云协同环境下智能家居物联网入侵检测方法[J].移动通信,2022,46(5):106-112.
- [5] 杜俊杰.基于物联网技术的智慧供热系统设计与实现[J].科技与创新,2023(23):50-52.