

智能农业大棚环境监测与 AI 控制系统

张泽桐 颜嘉海 代刚位 梁利颖
广东石油化工学院

DOI:10.12238/as.v8i7.3131

[摘要] 智慧农业是农业现代化的重要发展方向,文章以智能农业大棚为研究对象深入分析了传统大棚种植面临的效率低下、管理粗放等问题,提出了一套集环境监测、数据分析、智能控制于一体的解决方案。该方案综合运用物联网、大数据、人工智能等前沿技术,通过实时采集环境参数,优化种植决策,精准调控设施设备,实现农业生产智能化,系统经过实地部署验证,取得了良好的节本增效、提质增产的效果,为推进设施农业转型升级提供了新思路。

[关键词] 智能农业大棚; 环境监测; AI控制系统

中图分类号: X83 文献标识码: A

Intelligent agricultural greenhouse environmental monitoring and AI control system

Zetong Zhang Jiahai Yan Gangwei Dai Liying Liang
Guangdong University of Petrochemical Technology

[Abstract] Smart agriculture is an important development direction of agricultural modernization. This article takes intelligent agricultural greenhouses as the research object to deeply analyze the problems such as low efficiency and rough management faced by traditional greenhouse planting, and proposes a set of solutions integrating environmental monitoring, data analysis and intelligent control. This solution comprehensively applies cutting-edge technologies such as the Internet of Things, big data, and artificial intelligence. By collecting environmental parameters in real time, it optimizes planting decisions and precisely regulates facilities and equipment, achieving intelligent agricultural production. The system has been verified through on-site deployment and has achieved good results in cost reduction, efficiency improvement, quality enhancement, and production increase, providing a new idea for promoting the transformation and upgrading of facility agriculture.

[Key words] Intelligent agricultural greenhouse Environmental monitoring AI control system

引言

农业是国民经济的基础产业,关系到人民的衣食冷暖和社会的和谐稳定。近年来,我国农业现代化建设取得长足进展,然而在发展进程中还存在一些待解决的问题,突出表现为生产效率不高,资源利用不充分。大棚种植是设施农业的代表方式,但长期以来存在管理手段落后、环境调控不当等问题,导致产量品质难以保证,制约了产业的可持续发展。为破解这一难题,亟需借助现代信息技术手段,加快推进农业生产的智能化转型。

1 项目简介

本项目立足于实际需求,深入分析传统大棚生产的痛点,提出了一套集环境监测、数据分析、智能决策于一体的现代农业解决方案。该方案巧妙地将先进的自动化控制技术、物联网技术与农业生产实践相结合,通过部署温湿度、土壤等多种传感器,

实时采集影响作物生长的关键环境参数并借助以STM32为核心的边缘计算设备进行数据汇聚和分析,从而实现灌溉、施肥、病虫害防治等农事操作的精准管控。这种创新模式不仅可以有效减少农资浪费,提高农业投入产出效率,而且有利于改善农产品品质,促进农业绿色发展。

2 项目实施目的与意义

2.1 实施目的

本项目旨在探索利用信息化手段减少农业生产对人力资源的依赖,通过自动化控制代替人工操作,既可以降低劳动强度,又能够节约人力成本,提高农业生产效率;项目着眼于农业生产数据的采集和分析,通过对环境参数、作物生长状况等数据的挖掘和利用,希望为农业生产提供更加科学、精准的决策依据,指导农户进行合理种植,优化资源配置。最后,该项目立足于推动农业与前沿技术的深度融合,通过在实际生产中应用物联网、大

数据等现代信息技术, 积累智慧农业发展经验, 为我国农业现代化转型升级提供有益借鉴。

2.2 实施意义

宏观层面上, 该项目响应了国家加快农业现代化发展的号召, 以技术创新为驱动, 探索智慧农业发展新模式, 对于推动农业供给侧结构性改革、提升农业综合生产能力具有积极作用, 是农业现代化建设的重要实践; 对于广大农户而言, 该项目为其提供了一套易学易用的智能化种植解决方案, 通过技术赋能帮助农户实现增产增收, 改善生产和生活条件, 让农民共享现代农业发展成果; 就社会效益的角度来看, 本项目强调可持续发展理念, 注重提高农业资源利用效率、减少环境负荷, 体现了绿色发展、生态文明建设的时代要求, 有利于实现经济效益、社会效益、生态效益的统一。

3 智能农业大棚在国内的应用现状

近年来, 随着农业现代化进程的不断推进, 智能农业大棚技术在国内得到了广泛应用和快速发展, 一些农业科技企业和涉农院校率先开展了智能大棚的研发和推广工作并取得了显著成效。从已有的应用案例来看, 智能农业大棚主要集中在设施蔬菜、花卉苗木等园艺产业领域, 通过温湿度监测、自动灌溉施肥、环境控制等方式, 实现了产量提升和品质改善。部分大棚基于物联网架构, 将各类传感器采集的数据上传至云端平台进行存储和分析, 并以可视化的形式呈现, 为农业生产决策提供支持。一些大型现代农业园区还引入了移动互联、人工智能等前沿技术, 探索更加智能化的农业生产模式。

4 智能农业大棚环境监测与AI控制系统

4.1 系统架构

4.1.1 数据感知模块

智能农业大棚环境监测与控制系统的的核心是数据感知模块是整个系统的基础, 其主要职责是利用各类传感器实时采集大棚内外的环境参数。为了全面、准确地获取影响作物生长的关键因素, 本系统在传感器选型选用了性能稳定、精度高、耐候性强的SHT10温湿度传感器, 用于监测棚内空气温度和相对湿度的变化情况。同时, 针对不同作物对光照强度的特定需求, 系统配备了BH1750光照传感器, 实时记录棚内光照水平, 为调控遮阳网、补光灯等设备提供依据。考虑到土壤环境对作物生长的重要影响, 还部署了TMP275土壤温度传感器和YL-69土壤湿度传感器, 实时监控土壤墒情与温度的变化, 指导灌溉施肥决策。

4.1.2 后台数据处理与分析模块

智能农业大棚环境监测与控制系统的核心在于对采集到的海量环境数据进行科学处理和深度分析, 从中提炼有价值的信息, 用于指导农业生产管理决策。因此, 本系统在后台搭建了一套高效、稳定的数据处理与分析模块^[1]。

数据处理流程始于对原始传感器数据的预处理, 包括去噪、异常值剔除、时间戳对齐等操作, 以保证数据质量。随后, 系统按照一定的时间间隔对环境参数数据进行汇总统计, 计算出温度、湿度、光照等指标的均值、方差等特征值, 并将结果存入

MySQL数据库中。在此基础上, 系统利用机器学习算法建立环境参数与作物产量、品质间的预测模型。通过对历史数据的训练, 模型能够从复杂多变的环境条件中提取关键特征, 找出环境因素与作物生长的内在关联, 从而对未知条件下的生产情况做出预判。

4.1.3 智能决策模块

本系统的智能决策模块以数据分析结果为基础, 运用人工智能技术, 构建了一套能够根据环境状况自主调整控制策略的智能化管控引擎, 系统先根据作物种类、生长阶段、天气条件等因素, 从知识库中选取相应的环境参数阈值, 作为评判当前环境是否适宜的标准。随后, 将实时采集的环境数据与阈值进行比对, 判断是否需要优化调控, 一旦监测值偏离设定范围, 系统就会自动启动预设的调控策略, 并根据偏离程度的不同, 给出相应的控制强度。

例如, 当温度过高时, 系统会自动开启通风设备和湿帘, 或调节遮阳网角度, 直至温度回归正常水平, 由于环境因素之间往往存在复杂的交互影响, 单一调控措施可能难以达到预期效果, 系统还采用了多目标优化算法, 能够综合权衡各项影响因素, 协同调控多个执行设备, 使其在满足环境需求的同时, 兼顾节能、成本等约束条件, 最终实现全局最优。此外, 考虑到农业生产的复杂性和不确定性, 系统还引入了在线学习机制, 能够根据实际控制效果动态调整策略参数, 不断提高控制精度和稳定性。

4.2 物联网技术

物联网技术是智能农业大棚的核心支撑, 主要包括环境传感器、自动控制系统和数据处理软件三个方面^[2]。环境传感器分布在大棚各处, 实时采集温湿度、光照、CO₂浓度等关键环境参数, 为智能决策提供数据支持; 自动控制系统根据设定的目标值和当前环境状况, 通过调节遮阳网、通风设备、加热设备等, 实现温度、湿度等环境要素的精准控制, 确保作物生长在最优条件下; 数据处理软件则利用机器学习算法, 对采集到的海量环境和作物生长数据进行分析挖掘, 形成易于理解和决策的信息, 为种植户提供科学的管理依据。

4.3 实施方案

4.3.1 调研与准备阶段

智能农业大棚环境监测与控制系统的实施始于全面深入的前期调研, 项目组将广泛收集国内外智慧农业的发展现状、关键技术、典型案例等资料, 通过对比分析, 总结现有系统的优劣势, 明晰本系统的定位和目标。同时, 还将走访拟部署系统的农业大棚, 通过现场勘查、座谈交流等方式, 深入了解种植户的实际需求和痛点, 征求对系统功能、性能的意见建议。在此基础上, 项目组将召开专题研讨会, 邀请农业专家、信息技术专家、种植户代表等进行充分讨论, 最终形成系统的总体方案。方案将明确系统的架构设计、功能模块划分、技术路线选择、开发进度安排等内容, 并对系统的可行性、风险点进行评估。在方案的指导下, 项目组将着手开展各项准备工作, 包括传感器选型、数据库选择、开发环境搭建、外围设备采购等。

4.3.2 硬件与软件开发阶段

随着前期准备工作的完成,智能农业大棚环境监测与控制系统进入关键的硬件和软件开发阶段^[3]。在硬件开发方面,首要任务是完成传感器节点的设计和制作,技术人员将选择温湿度、光照、土壤水分等传感器,并设计相应的信号调理电路,以保证采集数据的准确性和稳定性。传感器节点将通过PCB电路板进行集成,并安装在防水、防尘的外壳中,以适应恶劣的农业环境。

协调器将采用STM32系列微控制器,通过RS485接口和MQTT协议与上位机和云平台通信。在软件开发方面,项目组将采用Python语言,基于Flask框架搭建后端数据处理服务。服务将提供数据接收、解析、存储、分析等API接口,供前端调用,同时还将开发数据预处理模块,包括异常值过滤、数据归一化等功能,以提高数据质量。在数据分析方面,将采用机器学习算法,如支持向量机、随机森林等,构建环境参数与作物生长的预测模型。前端设计用户友好的界面,实现数据可视化展示和远程控制功能,系统将采用模块化设计,便于后期功能扩展和维护,在开发过程中将严格遵循软件工程规范,采用版本控制、单元测试等手段,确保代码质量。

4.3.3 系统调试与优化阶段

当硬件设备安装到位、软件程序开发完成后,智能农业大棚环境监测与控制系统将进入系统调试与优化阶段^[4]。首先,项目组将在实验室环境下,对系统的各项功能进行全面测试。通过模拟各种环境条件,检验传感器的数据采集准确性、无线通信的稳定性、控制策略的执行效果等,并对发现的问题进行及时修正,在实验室测试通过后,系统将被部署到实际的农业大棚中,开始为期至少一个完整生长周期的现场调试。在此期间,技术人员将驻扎在大棚现场,密切关注系统运行状态并根据种植专家和农户的反馈意见,对系统进行优化改进。

例如,根据不同生长阶段作物的需求,调整环境参数的控制阈值;根据设备能耗和环境因素的相关性分析,优化设备启停策略以节约能源;根据病虫害发生规律,完善预警和防治功能等。此外,还需对系统的安全性、可靠性进行全面评估,包括网络安全、数据备份、故障诊断等方面,并制定相应的应急预案,确保系统能够长期稳定运行。优化调试是一个反复迭代的过程,可能需要多轮测试和修正直到系统各项性能指标满足预期要求。

4.3.4 数据整合与总结阶段

历经调试优化,智能农业大棚环境监测与控制系统进入稳定运行阶段后,即开始了数据整合与总结阶段。在此阶段,系统将连续采集一个或多个完整种植周期的环境监测数据和作物生长数据,积累海量的实际运行数据。

项目组将对这些数据进行全面的清洗、整合和分析,挖掘其中蕴含的规律和价值,一方面通过对环境参数和作物产量、品质等数据的关联分析,评估系统的实际效果,总结智能化种植的最佳实践和经验教训,形成可复制、可推广的标准化种植模式;另一方面利用获得的真实样本数据,对前期建立的环境-作物生长模型进行测试和优化,提高模型的泛化能力和预测精度,同时对系统运行过程中收集的种植户反馈、设备日志等进行梳理汇总,识别出系统在实际应用中可能存在的不足之处,并提出针对性的改进措施,使系统更加贴近用户需求。数据整合与总结阶段的另一项重要工作是项目资料的归档和总结报告的撰写,项目组将对各阶段的文档资料进行全面收集和整理,包括需求文档、设计文档、测试报告、用户手册等,形成完整的项目档案,以备后续查阅和维护^[5]。在此基础上,项目组将撰写项目总结报告,全面回顾项目实施过程,总结经验教训,并对系统的应用前景和改进方向提出建议,为后续的推广和迭代升级提供参考。

5 结束语

智能化是设施农业发展的必然趋势,文章设计的智能农业大棚环境监测与控制系统,为传统大棚种植注入了新的活力,该系统集成多种传感器实现环境数据的全面感知,利用机器学习算法优化种植决策并通过自动化设备实现环境要素的精准调控,在提质增效、节本增收等方面展现出巨大潜力。未来,仍需降低系统成本、提高适用性等方面持续发力,并加快推动在生产中的规模化应用,以智慧农业助力乡村振兴。

[基金项目]

2024年广东石油化工学院大学生创新创业训练计划项目“智能农业大棚系统-农业生产AI智能温室环境监测与控制系统”(项目编号:24B124)。

[参考文献]

- [1]苗君臣,王睿昊,尤达,等.基于物联网的智能农业温室大棚监测系统[J].物联网技术,2023,13(10):16-18.
- [2]陶铭,吴嘉豪,洪嘉聪.基于STM32的智能农业大棚系统设计及实现[J].电子设计工程,2022,30(22):1-4.
- [3]刘灿,朱晓坤,丁奇,等.智能农业大棚生产环境调控系统[J].智慧农业导刊,2022,2(17):1-3.
- [4]谢靖萱,徐宏达.智能农业大棚系统[J].电脑编程技巧与维护,2021,(07):120-122.
- [5]党鹏.基于物联网的智能农业大棚监测系统研究[J].湖北农机化,2021,(02):39-40.

作者简介:

张泽桐(2003--),男,汉族,广东省汕头市人,本科在读。