

基于物联网的智慧农业监测系统构建与应用

胡铭

金山区农业科技教育信息中心

DOI:10.32629/as.v9i2.3703

[摘要] 物联网技术给现代农业生产监测开辟了新的途径。本文根据金山区农业发展的实际情况,对智慧农业监测系统的构建思路和实施途径进行了详细的论述。经过研究物联网感知设备部署、数据传输网络搭建、监测平台开发和实际应用场景,得到完整的技术实施方案。实践证明该系统可以对农业生产环境进行实时感知并精确控制,大大提高生产管理水平和农产品的质量安全水平,给区域智慧农业建设提供技术支持和实践经验。

[关键词] 物联网; 智慧农业; 监测系统; 环境调控

中图分类号: DF413.1 **文献标识码:** A

Construction and Application of Smart Agriculture Monitoring System Based on Internet of Things

Ming Hu

Jinshan District Agricultural Science and Technology Education Information Center

[Abstract] The Internet of Things (IoT) technology provides a novel approach for monitoring in modern agricultural production. Based on the actual conditions of agricultural development in the Jinshan District, this paper systematically elaborates on the construction framework and implementation pathways for a smart agricultural monitoring system. Through investigating the deployment of IoT sensing devices, the establishment of data transmission networks, the development of monitoring platforms, and practical application scenarios, a comprehensive technical implementation plan is formulated. Practice has demonstrated that this system enables real-time perception and precise control of the agricultural production environment, significantly enhancing production management efficiency and the quality and safety level of agricultural products. It provides both technical support and practical experience for the development of regional smart agriculture.

[Key words] Internet of Things; smart agriculture; monitoring system; environmental control

国家“十四五”规划提出加快数字乡村建设的步伐,促进农业生产智能化转型。农业农村部先后发布了相关的指导意见,鼓励用物联网、传感器等现代信息技术来改造传统的农业生产经营方式。金山区位于长江三角洲的前沿地带,农业产业基础好,设施农业、规模化种养殖业发展快。但是传统的手工巡查监测方式存在时效性差、精度低等问题,不能满足精细化管理的要求。创建起以物联网为依托的智慧检测系统,使农业生产环境中参数的连续采集及智能分析成为提高农业竞争力的重要途径。

1 系统总体架构设计

1.1 功能模块划分

智慧农业监测系统从感知层、网络层、平台层、应用层四个层次来设计。感知层用来布置各种传感器及执行设备,来完成环境参数的采集以及设施设备的控制。网络层搭建有线无线相

结合的通信网络,保证数据可靠地传输。平台层搭建云端数据中心,实现数据存储、处理和分析的功能。应用层向不同的用户群体开发监测预警、远程控制、数据查询等应用模块。各个层之间用标准的接口协议来相互连接,成为一个整体。系统采用模块化设计思想,根据实际情况可以灵活地增加或者减少功能,满足各种规模、不同类型农业生产的需要。

1.2 技术路线选择

根据金山区农业生产的特点,确定使用成熟、适用的物联网技术组合。环境监测设备用的是低功耗传感器,以延长野外工作时间,减少维护次数。数据传输部分,设施内部使用Wi-Fi或者ZigBee短距离无线通信,露地区域用4G、5G移动网络或者是LoRa远距离传输技术,实现全区域覆盖。云平台使用弹性计算资源来应付数据量的变化以及并发访问的压力。软件开发使用前后端分离的方式,使用主流的开发框架,利于后期维护升级。对数据

安全设置多重保护,从传输加密、访问认证、备份容灾等几个方面采取措施来保证系统稳定和信息安全。

1.3 标准规范体系

创建包含系统建设全过程的标准规范体系。设备接入标准对传感器的选型要求、安装规范以及性能指标做出规定,保证采集的数据准确可靠。数据格式标准化统一了不同设备输出的数据结构,对时间戳、单位换算、精度等做出规定,有利于系统的解析和处理。通信协议标准是指设备与平台间互相通信时所遵守的规则,包含数据包格式、握手程序、异常处理流程等。接口标准规范了平台对外部开放的数据服务接口,供第三方系统调用并进行数据共享。按照国家及行业的有关标准,结合本地实际制定细则,既要保证技术的先进性,又要考虑经济的可行性。

2 感知设备配置与部署

2.1 设施农业监测设备

在温室、连栋大棚等可控农业设施内,环境监测目的是对光、温、水、气、肥等各种因素进行精细化感知与联动控制。因此需要设置集成的环境监测站,其主要传感器配置一般包括空气温度和湿度传感器、光照强度(光合有效辐射)传感器、二氧化碳浓度传感器。监测点位布置要合理,在考虑设施本身结构、面积、内部气流循环特点及作物带状或者垄作分布形式的基础上,还要能反映作物冠层所处微环境的实际状况。另外,土壤墒情、温度和电导率(EC值)的监测也很重要,一般使用可以同时测量多种参数的一体化探头,根据不同的作物根系垂直分布特点,将探头埋设在有代表性的土层深度。为了直观可视化地监测作物生长状况,实现早发现、早处理,还需要装有高清晰度画质、云台控制功能的网络摄像头。上述感知设备需要和电动卷帘机、通风窗、遮阳网、滴灌/喷淋系统等环境调节执行机构一起布置,配合中央管理平台的命令来构成一个完整的感知-决策-控制闭环。所有在设施中安装的设备均应具有良好的防水、防尘性能,以在常年高空气湿度的大环境中正常工作,并采用统一的供电和通信网络进行集成,以保证系统稳定运行。

2.2 露地种植监测设备

根据大田种植环境选择适合的监测设备部署方式,在野外复杂环境以及供电和通信条件较差的情况下,设备会受到影响。监测站点一般设在能代表整个田块状况的地方。每个站点基础配置有一台小型自动气象站,用来连续测量气温、空气湿度、风速和风向、降雨量、太阳辐射等主要的气象参数。土壤水分(墒情)监测要使用剖面式测量法,在垂直方向上分层埋设土壤水分传感器,动态地把握作物根系主要分布层和深层土壤的水分变化情况以及补给情况。可靠的能源供应是野外设备长期稳定工作的基础,所以需要配置功率匹配的太阳能光伏板和储能蓄电池系统,电池容量的设计要满足当地连续阴雨天设备持续工作的时间,并留有一定的安全裕度。数据采集策略要具有灵活性,根据作物不同生育阶段对环境因子的敏感程度和季节变化,适时改变采样频率,在关键生育期或天气急剧变化时加密采集,在非关键期减少采集次数以节省能源。所有户外设备外壳均应采

用耐紫外线灯老化材料,防护等级要达到IP65或更高,以抵抗风雨、尘沙和日夜温差对其的长期腐蚀。另外,建立健全定期现场巡检和校准维护制度,是保证监测数据长期准确可靠的重要手段。

2.3 畜禽水产养殖监测设备

在畜禽养殖场的猪舍内安装环境监测传感器,主要检测温度、湿度、氨气浓度、硫化氢浓度等影响动物健康的指标。配置智能饲喂系统,自动记录投料时间和投料量,并按照动物的生长阶段来调节饲喂方案。视频监控系统装有红外夜视装置,能全天候监视动物的活动情况,及时发现异常行为。水产养殖池塘布置水质监测浮标,实时检测溶解氧、pH值、水温等参数,防止缺氧和水质恶化。增氧机、投饵机等设备实现远程启停控制,根据监测数据自动运行。养殖环境监测数据和生产记录相关联,分析环境因素对动物生长性能的影响规律。

3 数据传输与平台建设

3.1 通信网络构建

根据监测点位的分布情况和地形状况,决定分层分区的通信网络结构。设施农业区域以光纤网络为骨干传输通道,场区内采用工业级路由器、交换机搭建局域网,各监测设备通过有线或Wi-Fi的方式接入。露地监测站点距离较远,分布在不同的地方,使用4G DTU数据传输单元,使用移动通信网络将数据传送到云平台。部分地区移动信号覆盖不好,使用LoRa技术建立私有网络,设置基站来汇集并转发数据。网络设备选择的时候充分考虑到农业环境的特点,具有防雷击、防潮、宽温度范围工作能力。创建网络监控系统,实时监测链路的状态,发现故障及时处理,保证数据的传输稳定。

3.2 云平台架构搭建

使用云计算技术创建农业监测数据中心,租赁专业的服务商提供的云服务器资源,按照需要设置计算能力以及存储空间。数据库用时序数据库和关系型数据库结合的方式来存储,时序库存储大量的监测数据,关系库用来存放设备信息、用户信息等基础数据。开发数据接入网关,可以对各种通信协议进行解析,把不同的厂家设备的数据统一格式后入库。创建消息队列中间件来实现数据异步处理,提高系统吞吐量。部署缓存服务来加快热点数据的查询,提高用户的体验。建立数据清洗与质量控制流程,自动识别并标记异常数据,人工审核之后决定是否保留或者剔除。定期做数据备份工作,将重要的数据副本存放在异地,防止数据丢失的风险。

3.3 应用功能开发

依托于云平台的数据资源开发出的面向用户的应用系统。监测展示模块用图表的形式呈现实时及历史的数据,可以进行时间段的查询、曲线对比、数据导出等功能。预警提醒模块设置环境参数阈值,当达到超限时用手机短信、APP推送的方式通知管理人员。远程控制模块具有设备操作界面,用户可以通过手机或者电脑远程启停执行设备、调节运行参数。数据分析模块有统计报表、趋势分析工具,为生产决策服务。系统管理模块负责

用户权限管理、设备配置管理、日志审计等。开发移动端APP和微信小程序,使用户可以随时查看监测信息并进行操作。界面设计简洁、直观,操作流程符合用户的习惯,降低了学习的成本。

4 典型应用场景实践

4.1 设施蔬菜智能管控

在设施蔬菜生产基地中安装物联网监测系统,对环境参数进行连续的监测并自动控制。根据不同的蔬菜品种来设定系统的温度、湿度、光照等参数范围。当棚内温度达到设定的上限时,自动打开通风窗、风机进行降温,温度降低到合适的范围内之后再关闭。光照不足的时候开启补光灯,阴雨天延长补光的时间,保证蔬菜正常进行光合作用。湿度过高会增大病害发生的风险,对喷淋设备进行控制来减少灌溉,加强通风排湿。夜间温度过低的时候开启加温设备,防止冻害的发生。通过精确调节创造最佳的生长环境,蔬菜的生长周期缩短了,产量、品质也得到了明显的提高。对整个过程的环境数据、操作日志进行记录,为生产总结和技术改进提供依据。

4.2 水稻精准水肥管理

用物联网监测技术来对水稻种植田块进行精准水肥管理试验。在不同的地方布置土壤墒情传感器,来检测田间的持水状况。根据水稻的需水规律以及天气预报,系统计算出灌溉需求量,得出灌溉建议方案。管理人员根据提出的意见适时给植物浇水,防止由于过度浇水造成水资源浪费及养分流失。在关键生育期进行叶片图像采集,利用图像分析来判断作物的长势及营养状况。系统比较叶色标准卡,确定缺少的营养元素,指导追肥的时间和数量。在田间安装小型气象站,观测温度、光照等条件,推测病虫害发生的状况。提前做好防控工作,减少农药的使用次数、用量。实行精准管理的田块投入品消耗减少,稻米品质提高,经济效益与生态效益双赢。

4.3 畜禽养殖环境优化

规模化畜禽养殖场利用物联网系统来改善养殖环境管理。在猪舍内部部署环境传感器阵列,对温度、湿度和有害气体浓度进行实时检测。夏季高温时节,系统联动水帘降温、排风扇排风,迅速降低舍内的温度,减缓热应激的产生。冬季寒冷天气启动保温设施,保持适宜温度,降低能耗。氨气浓度较高时,增大通风量稀释有害气体、改善空气状况。智能饲喂系统根据不同的生长阶段来设定饲料配方和投喂量,定时、定量地提供饲料,从而减

少人为的投料误差以及饲料的浪费。通过视频监控来发现动物行为异常,进而及时看到现场情况,早些发现疫病的征兆。环境数据同生产性能数据关联分析,找到影响养殖效益的环境因子,不断改进管理措施。

4.4 水产养殖安全保障

池塘养殖采用物联网监测系统加强水质管理、安全预警。水质监测浮标的每小时采集溶解氧、pH值、水温等数据上传平台,管理人员用手机查看实时水质情况。溶解氧是决定鱼虾生长、存活的重要因素,系统设置溶解氧下限阈值,当达到安全值以下时立即发出报警并自动开启增氧机。持续监测溶解氧的变化趋势,在缺氧即将发生的时候提前发出预警,争取更多的处置时间。夏季高温期池塘水温上升快,系统提示加注新水、遮阳等降温措施。暴雨天气pH值剧烈变化,及时监测指导调水操作。台风来临时收到预警,提前加固设施并减少投喂,降低损失。全天候监测可以消除人工巡塘的时间、空间限制,及时发现并处理险情,保证养殖安全和效益。

5 结束语

物联网技术给智慧农业建设赋予了强有力的技术支持,依靠建立完善的监测系统可以明显提高农业生产智能化程度。金山区在设施农业、种植业、养殖业等各个方面展开物联网的应用实践,已经形成了可以复制推广的技术模式和经验。实践证明,智慧监测系统可以准确地把握生产环境的情况,并控制生产条件,降低生产风险,提高资源的利用率及产出效益。未来应该继续完善系统的功能,扩大它的应用范围,提高数据挖掘和智能决策的能力,推进物联网技术同农业生产深度融合发展,为农业现代化以及乡村振兴战略的实施赋予强有力的支持。

[参考文献]

- [1]伍丹华,周礼梅.传感器集成的智慧大棚环境监测系统设计与测试研究[J].黑龙江粮食,2025,(11):55-57.
- [2]熊刚,胡启迪,刘元刚,等.基于数字孪生技术的智慧农业环境监测系统设计[J].河北农机,2025,(21):85-87.
- [3]潘晓贝,郭志冬.基于无线传感器网络的智慧农业农田环境智能监测系统设计与[J].内燃机与配件,2025,(21):104-106.

作者简介:

胡铭(1997--),男,汉族,上海人,本科,助理农艺师,研究方向:农业信息。