

戴秀,王坚强,任妮,等. 智能水肥一体化管控平台的设计与实现[J]. 江苏农业科学,2021,49(18):177-181.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.18.030

智能水肥一体化管控平台的设计与实现

戴秀,王坚强,任妮,刘家玉

(江苏省农业科学院农业信息研究所,江苏南京 210014)

摘要:当前水肥一体化技术已日渐普及,但其线上管控平台还存在不少问题,如管理比较简单,缺少手动预设和自动生成水肥策略功能等,因此设计和实现了一种智能水肥一体化管控平台。管控平台拥有完善的机构、用户、温室、机器和权限等系统管理功能,实时采集、展示和分析土壤、环境等传感器数据和水肥数据,能够及时对异常情况进行多种方式的告警,能够线上手动或自动帮助农户预设水肥策略等。实际运行结果说明,该管控平台的架构与模块设计合理,用户友好度高,功能比较全面和灵活,提高了水肥一体化技术的自动化和智能化水平。

关键词:水肥一体化;管控平台;水肥管控;云平台

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)18-0177-04

水肥一体化技术是现代种植业中一项先进的水肥管理技术,具有提高水肥利用效率、降低劳动力成本等优点,是目前国际上公认的最好的灌溉施肥技术^[1-2]。我国自1975年开始水肥一体化技术的研究试验,2002年,农业部组织实施国家旱作节水农业项目,水肥一体化技术日益被重视,发展至今已得到大面积、多作物种类的推广应用^[3-5]。随着信息技术,特别是物联网^[6-8]、云计算^[9-10]、大数据^[11]等关键技术的发展,为了进一步提高对水肥一体化系统的自动化和智能化管控,已有不少研究者设计了水肥一体化线上管控平台^[12-18]。金永奎等采用B/S结构实现了云端管控系统,用户能够查看机器状态、设置运行参数以及启停设备,提高了试点机器的管理效率^[14]。师志刚等为田间灌溉系统建立了简单的信息中心,精确展示农田环境信息、水量信息等^[15]。赵进等设计了水肥一体化智能管理系统,并实现了云平台远程控制软件,功能上大致包含模式选择、灌溉信息、报警信息、作物信息、系统参数等^[16-18]。与线上管控平台不同,张雪飞等利用ARM开发智能决策节水灌溉控制器,在硬件

端获取数据、运行模型,有效地实现了设施蔬菜的适量灌溉,但受限于硬件性能,必然无法实现复杂的模型计算,不利于后续功能扩展^[19]。当前我国水肥一体化技术体系中,管控平台的设计和建设较为薄弱,平台功能大多比较简单,如查看机器状态、直接控制机器开关等,少数实现了完整的用户和权限管理,鲜有提供线上预设水肥计划和策略或是根据实时监测值自动计算和分配水肥的功能,不能有效提升水肥一体化技术的管控水平。

针对当前水肥一体化管控平台存在的问题,本研究设计并实现一种智能水肥一体化管控平台,拥有完善的机构、用户、温室、机器和权限管理功能,专家可以线上帮助农户预设水肥计划和策略,平台也可以通过实时采集分析土壤、环境等数据再结合专家经验知识,实时计算和分配水肥,提高水肥一体化技术的全方位自动化和智能化管理水平。

1 平台架构设计

分层式结构是当前软件体系架构设计中使用最频繁,也是应用效果最好的一种结构^[20-21],因此,本研究中的架构设计参考了经典的三层架构:数据访问层(UI)、业务逻辑层(BLL)、表现层(UI),并结合实际情况,设计了如图1所示的架构。图中各层之间只能通过接口提供数据和服务,如:应用层接收用户请求,然后将请求转发到服务层为应用层提供的接口,服务层通过逻辑判断和处理等步骤后通过数据层暴露的接口发起数据访问请求,数据访问层最终从数据库直接获取结果数据后再反馈给

收稿日期:2021-01-19

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(18)2019];2020年江苏省省级现代农业发展项目(编号:22512004)。

作者简介:戴秀(1989—),女,江苏徐州人,硕士,助理研究员,主要从事农业大数据分析可视化研究工作。E-mail:20170009@jaas.ac.cn。

通信作者:刘家玉,副研究员,主要从事信息化建设、信息安全研究工作。E-mail:liu@jaas.ac.cn。

服务层和应用层。该结构实现了前台应用与后台服务之间的解耦,安全性高且易于维护。

基础设施层是服务层和应用层的基础,为平台建设提供基础支撑。本研究中该层包括种植区域布设的设备,如传感器、水肥一体机、网关、摄像头等;包含建设平台本身所需的资源,如存储、物理主机、虚拟机等设施。利用传感器能够采集土壤温湿度、土壤 EC 值、pH 值和光照强度等指标,为水肥控制提供依据。水肥一体机是平台的核心设备,它除了能够实现水肥浇灌工作之外,还必须提供读取数据、设置参数和状态控制接口。种植区域布设的网关主要用于稳定地接收传感器和水肥一体机的数据,然后再传输到平台数据库。存储需要采用物理主机作为服务器。

数据层包含了 2 个层面:存储的数据资源和对数据的访问。数据资源大致分为平台录入的基本信息,如机构、用户、种植作物等;所有传感器的监测数据;水肥一体机的接口相关信息、工作参数和水肥数据等以及水肥施用的专家知识。采用关系数据库存储上述数据资源。数据访问则管理数据库的连接和直接操作,包括 CRUD 服务(即增加、修改、删除、加载)和复杂的查询服务等。

服务层是应用层和其他层之间的边界,涵盖了业务逻辑层,是实现具体业务逻辑的地方。服务层主要包含如下服务:系统管理服务支持系统基本信息如用户、机器等的增删改查;机器控制服务能够向水肥一体机的 PLC 发送开始和停止工作的指令,实现机器工作的实时控制;数据采集服务按照一定周期读取传感器和机器数据,并调用数据交互层相关接口保存到数据库;数据检索服务提供对传感器和水肥历史数据的条件查询;策略服务包括对策略增删改查的基本操作、智能化策略的计算生成功能、策略远程写入到机器的功能;告警服务通过监测传感器和机器的实时数值,判断是否存在异常,并将告警通知到用户,再到告警解除功能。

应用层位于结构中的最顶层,它为最终用户提供界面化的交互功能,平台所有的交互都从该层进入。通过界面,用户能够进行机构、机器等系统基本信息的录入、修改、删除等操作;用户点击按钮远程控制机器的启停;页面实时刷新展示机器的工作状态以及传感器的数据;策略管理支持用户远程设置水肥工作参数、查看手动和自动添加的所有策略等,告警管理包括用户设置告警条件、查看和解除告警等。

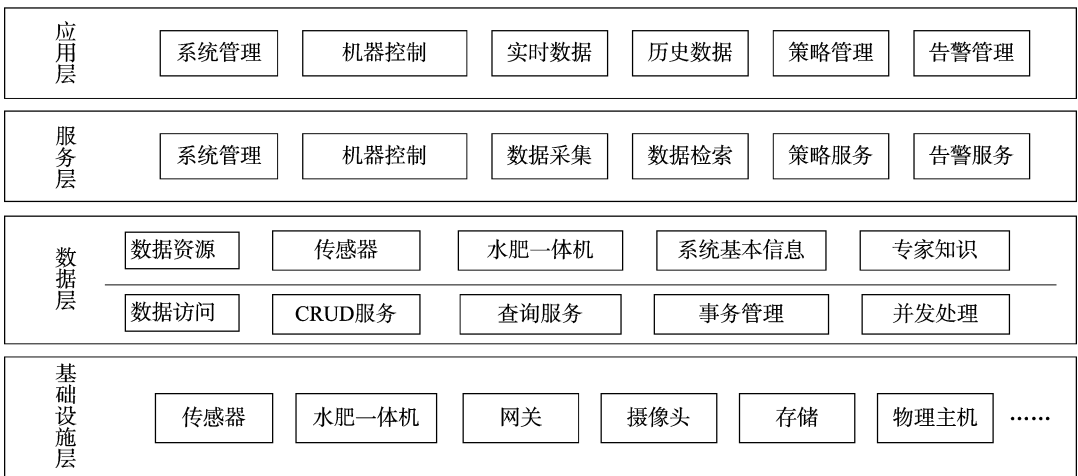


图1 智能水肥一体化管控平台架构设计

2 平台功能模块设计

2.1 系统管理模块

系统管理模块主要是对机构、用户、温室、水肥机、传感器以及角色权限的增删改查。机构下能够设置多个子机构和多个部门层级,基本满足不同组织架构的复杂情况;一个机构里的用户类型大致分为机构管理员、农事操作人员和查看人员,一个机

构只有一个机构管理员,拥有本机构里的最高权限。温室包括地理位置、面积、种植作物等基本信息,水肥一体机包括型号、灌区(面积、流量等)等信息,传感器的信息录入主要是监测类型、生产厂家等;机构、温室、水肥一体机和机构、温室、传感器均为从属关系。对一个普通用户,除了给予能限定操作或查看的角色,还可以给其分配本机构内具体管理的一个或多个温室,达到更细粒度的权限控制。

2.2 数据采集与展示模块

本模块主要包括传感器与水肥一体机的数据采集与展示。空气温湿度、土壤温湿度、土壤 EC 值、光照强度等传感器的实时数据通过 ZigBee 协议传输至网关,采集模块通过 Internet 从网关每分钟获取一次所有传感器的数据,并保存到平台数据库中。水肥一体机采用可编程逻辑控制器(PLC)控制机器的工作,输出寄存器中的数据,如机器状态、工作的设置参数、水肥数据等,根据具体 PLC 的性能,通过 4G 协议以不超过 5 min/次的频率传输至为其配置的独立网关,采集模块通过 Internet 从水肥一体机网关每隔 1 h 获取 1 次浇灌的水肥数据,并增量保存到平台数据库中。

数据展示模块主要包括实时数据和历史数据的展示,前台使用 ajax 技术以分页的形式读取平台数据库中所有传感器数据和水肥历史数据,并用表格和图表 2 种方式展示传感器所有数据;展示前台通过调用采集模块的相应接口,每 10 s 通过 Internet 从水肥一体机网关获取机器的工作状态,并刷新到展示界面,而水肥一体机的设置参数则只在被访问时进行实时获取和展示。

2.3 机器控制与水肥策略模块

本模块支持在管控平台上手动和自动控制机器工作。查看监控影像、传感器数据以及当前机器状态,根据经验手动控制机器是否立即浇灌、调整浇灌量,平台发送开始和停止指令到机器的 PLC 即可实现控制。自动控制机器,也就是水肥策略的制定,而水肥策略的设置又分为手动和自动:可以查看温室中录入的作物和面积等基本信息,然后结合经验,在前台手动预设作物不同生育阶段的水肥浇灌策略,包括浇灌次数、浇灌时间和浇灌量等,然后分时自动地写入到机器;也可以由平台监测传感器的实时数值,当达到浇灌的阈值时,结合机理模型与经验模型,利用 Penman - Monteith 方程^[22]和目标产量法^[23-24]确定本次时间段内的水量和肥量,然后根据机器参数转换成机器工作的时长或是浇灌升量,即时写入机器后便控制机器开始工作。

2.4 告警模块

告警模块主要是监控传感器数值、水肥一体机工作是否正常和设备联网状态等,用户可预设土壤 EC 值、pH 值、土壤湿度,以及营养液 EC 值、pH 值或水肥比例等数值的可接受范围,根据获取的水肥和传感器数据,判断各装备是否正常联网、各装备

监测的数值是否处于正常范围,如水肥浓度是否安全、水泵有无空转、土壤有无盐分积累等,异常则产生告警并通过首页高亮、响铃、发送短信等方式通知管理人员。

3 平台开发与实践

在平台实现时,为了便于后期维护和扩展,选择了当下主流且前景良好的开发技术和框架。系统整体上采用 B/S 架构,和 C/S 相比,它是建立在广域网上的,适应范围广、维护升级比较简单;关系型数据库采用开源的 MySQL;后台开发使用 Java 语言,并选择了基于 Spring 的能够简化编码、配置和部署的 Spring Boot 框架,它使得开发工作更加省时、省心、省力,是未来发展的一个大趋势,同时整合了持久层框架 MyBatis,使得开发人员可以使用面向对象的编程思想来操作数据库,免除了几乎所有的 JDBC 代码以及设置参数和获取结果集的工作。前端采用 Bootstrap,它是 CSS、HTML 和 JS 的集合,是一个快速开发 Web 应用程序的前端工具包,为网页提供自适应布局和优化的元素样式。

本系统在 Linux 服务器上部署后,接入了试验基地中的 3 台水肥机,并录入其所属温室、种植作物、灌区等信息。水肥一体机类型分别为四灌区单肥、四灌区三肥和三灌区双肥,均能在平台界面上进行统一展示和控制。图 2 和图 3 分别是实现的管理后台中水肥机管理界面和管控前台中控制台界面。用户如果拥有后台管理权限、即机构管理员类型的用户,那么在登录时可以选择进入管理后台或是管控前台,其中进入管理后台后也可以跳转到前台;如果用户没有后台管理权限,即只是农事操作人员或是查看人员,则直接进入管控前台,控制台每 10 s 刷新 1 次,实时地展示机器工作状态与传感器数据。

4 结论

本研究设计并实现的智能水肥一体化管控平台,包含 4 层架构设计,安全性高,易于维护和扩展。平台功能完备,充分考虑了实际应用需求,实现了用户、温室和机器等基本信息的录入管理和细粒度的权限控制、传感器和机器状态等数据的实时查看,还提供了水肥策略的手动设置和自动生成功能。应用表明,管控平台提高了传统水肥一体化技术的自动化和智能化水平,更近一步方便了农事管理,且一定程度上提高了水肥施用的科学性。但是

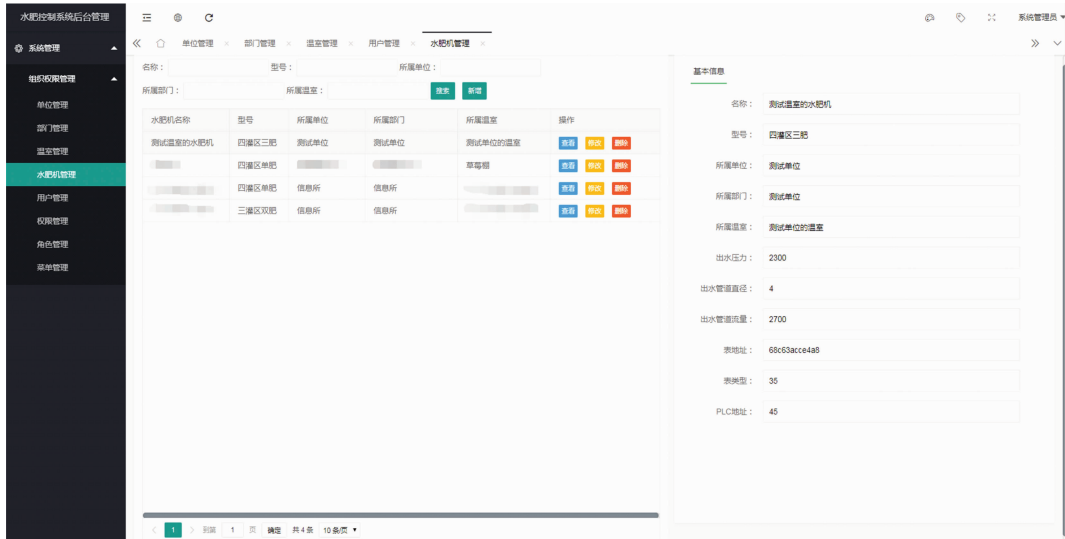


图2 管理后台中的水肥机管理界面



图3 管控前台中的机器控制台界面

目前肥料施用的自动策略主要是基于经验模型进行的计算分配,没有结合当前作物的实时养分含量,未来需要积累更多维度的数据,建立更加精细的养分模型,提高该部分的智慧化水平。

参考文献:

[1]江景涛,杨然兵,鲍余峰,等. 水肥一体化技术的研究进展与发展趋势[J]. 农机化研究,2021,43(5):1-9.
 [2]易文裕,程方平,熊昌国,等. 农业水肥一体化的发展现状与对策分析[J]. 中国农机化学报,2017,38(10):111-115,120.
 [3]高祥照,杜森,钟永红,等. 水肥一体化发展现状与展望[J]. 中国农业信息,2015(2):14-19,63.
 [4]吴现兵,白美健,李益农,等. 蔬菜水肥一体化研究进展分析[J]. 节水灌溉,2019(2):121-124.
 [5]欧阳爱国,李雄,张伟,等. 赣南脐橙水肥管理系统设计与实现[J]. 河南农业科学,2017,46(4):156-160.

[6]马兴,王巍,韩洁,等. 以物联网技术加快实现农业现代化[J]. 山西农业科学,2011,39(4):376-378.
 [7]葛文杰,赵春江. 农业物联网研究与应用现状及发展对策研究[J]. 农业机械学报,2014,45(7):222-230,277.
 [8]臧贺藏,王来刚,李国强,等. 物联网技术在我国粮食作物生产过程中的应用进展[J]. 河南农业科学,2013,42(5):20-23.
 [9]张宾宾,李家春,蔡秀,等. 基于云计算的水肥一体化控制体系研究[J]. 农机化研究,2020,42(4):192-197.
 [10]刘永波,唐江云,曹艳,等. 基于云计算的农业信息化优势分析[J]. 山西农业科学,2016,44(11):1719-1722.
 [11]陈颖博. 大数据在智慧农业中的应用研究[J]. 湖北农业科学,2020,59(1):17-22.
 [12]李淑华. 农田土壤墒情监测与智能灌溉云服务平台构建关键技术研究[D]. 北京:中国农业科学院,2016.
 [13]石莹. 基于物联网技术的水肥一体化服务云平台[D]. 石家庄:河北科技大学,2019.
 [14]金永奎,盛斌科,孙竹,等. 水肥一体化管控系统设计和实现

孙 想,吴华瑞,郭 旺,等. 数字乡村大数据平台设计与应用[J]. 江苏农业科学,2021,49(18):181-188.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.18.031

数字乡村大数据平台设计与应用

孙 想^{2,3}, 吴华瑞^{1,3}, 郭 旺^{1,3}, 李庆学^{2,3}, 彭 程^{1,3}

(1. 北京农业智能装备技术研究中心,北京 100097; 2. 北京农业信息技术研究中心,北京 100097;
3. 国家农业信息化工程技术研究中心/农业信息软硬件产品质量检测重点实验室,北京 100097)

摘要:在实施乡村振兴战略、推动数字农业与数字乡村发展的时代背景下,为了提高乡村数字化建设效率,运用物联网、系统协同、人工智能等手段获取村镇基础设施、自然环境、社会经济、生产技术、商贸物流、社会保障、基层治理等动静数据,构建数字乡村大数据平台。平台基于“数据中台-业务前台”服务架构,支持多用户定制、数据多维分析和多业态服务扩展,实现产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕5个系统,通过乡村大数据管理、挖掘和决策分析为村镇管理部门、经营组织和农民提供个性化服务。该平台已成功应用于多个乡镇,为乡村产业经济发展、农民生活品质提高和基层治理能力提升提供一种开放、高效的信息化解决方案。

关键词:数字乡村;大数据;平台;技术架构;实现路径;感知体系;服务

中图分类号:S126 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)18-0181-08

在国家乡村振兴战略实施和数字经济快速发展的时代背景下,党中央、国务院高度做出实施大数据和数字乡村战略,大力推进“互联网+”现代农业等一系列重大部署,以缩小我国城乡“数字鸿沟”。随着物联网、移动互联网、云计算技术的快速发展,乡村管理与服务数据呈海量增长趋势,这些数据具有领域涉及广、涵盖链条长、时空关联特点显著、尺度与粒度多样等特点^[1]。如何利用这些数据,为乡村振兴提供服务是摆在我们面前的重要课

题。利用大数据贯穿乡村“产业兴旺、生态宜居、乡风文明、治理有效、生活富裕”各个环节,关联“基础设施、自然环境、社会经济、生产技术、商贸物流、社会保障、基层治理”全要素,通过生产、生活、服务、管理等数据一体化管理与协同服务,为管理人员提供乡村跨境服务与治理全息数据决策,为乡村用户提供精准画像与个性化服务,是未来支撑乡村智慧化、现代化发展的有效途径。

大数据通过收集种类繁多、范围广泛的信息资源,挖掘获得隐藏的有价值的信息,为乡村治理和决策行为提供全息数据支撑,推动乡村治理的决策模式由经验决策向数据决策转变,提升乡村的应急管理能力和国内外农业农村大数据的研究重点主要集中在数据感知采集、存储管理、监测与预警、数据挖掘与智能决策、平台构建与应用综述等方

收稿日期:2021-06-19

基金项目:国家重点研发计划(编号:2019YFD1101105)。

作者简介:孙 想(1974—),女,天津宁河人,博士,研究员,主要从事农业智能系统研究。E-mail:sunx@nercita.org.cn。

通信作者:吴华瑞,博士,研究员,主要从事农业智能系统研究。
E-mail:wuhr@nercita.org.cn。

[J]. 农机化研究,2020,42(6):29-35.

1538.

[15] 师志刚,刘群昌,白美健,等. 基于物联网的水肥一体化智能灌溉系统设计及效益分析[J]. 水资源与水工程学报,2017,28(3):221-227.

[20] 陈 敏. 浅析3层架构的组成及优势[J]. 信息通信,2020(1):147-148.

[16] 赵 进,张 越,赵丽清,等. 水肥一体化智能管理系统设计[J]. 中国农机化学报,2019,40(6):184-190.

[21] 付裕峰. 农业物联网平台的整体架构设计及实现[J]. 山西科技,2019,34(6):62-64.

[17] 冯培存,魏正英,张育斌,等. 基于云平台的智能精准水肥灌溉控制系统设计[J]. 中国农村水利水电,2018(2):20-22,27.

[22] 吕灿翔,石 佳,刘晨辉. 作物需水量ET. 计算方法及普适性探讨[J]. 南方农机,2019,50(19):84-86.

[18] 陈 东,杜绪伟,马兆昆. 基于物联网的智能水肥一体化管理系统构建[J]. 贵州农业科学,2020,48(4):161-163.

[23] 付汝勇,张明刚. 作物测土配方施肥配方的实用方法——目标产量法,以玉米为例[J]. 农业科技与信息,2015(8):37-38.

[19] 张雪飞,彭 凯,王建春,等. 设施蔬菜水肥一体化智能灌溉控制系统的设计及试验[J]. 山西农业科学,2017,45(9):1534-

[24] 黄治平,米长虹,侯彦林,等. 生态平衡施肥模型与目标产量施肥模型比较研究[J]. 农业资源与环境学报,2014,31(6):495-499.