

基于大数据的水产养殖管理系统终端设计

王 烁¹ 吴 飞¹ 肖茂华²

1. 无锡卡尔曼导航技术有限公司, 江苏 无锡 214062

2. 南京农业大学工学院, 江苏 南京 210031

摘要:智慧农业的发展对传统农业生产模式进行了优化,提高了生产管理效率,并已逐步应用到实际生产中。针对水产养殖领域数字化程度低、养殖管理平台缺乏的现状,基于大数据技术开发了一套水产养殖管理系统,并设计了信息采集终端及控制终端。该系统的研究填补了水产养殖领域信息化建设的空白,为该领域的数字化转型提供了有效的解决方案。养殖人员可通过养殖管理系统实现对养殖环境的实时监测和预测,有助于准确把握水产养殖过程中的关键因素。

关键词:智慧水产养殖;大数据;实时监测;信息采集及控制终端

中图分类号:S969

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2024.09.010

0 引言

近年来国家对智慧农业越来越重视,随着大数据技术的不断发展,信息化技术在农业领域的应用已成为推动智慧农业发展的重要引擎之一,农业生产过程与大数据技术的结合越来越紧密^[1]。农业大数据技术与人工智能技术大力发展,并已广泛用于农业的各个领域^[2]。大数据技术可帮助农业生产者获取、分析大量数据。生产实践之中产生的数据蕴含着许多实用价值,通过对数据信息的分析和应用可提升生产效率与资源利用率^[3]。深入挖掘农业数据信息是发展智慧农业的重要途径,充分利用数据背后的价值是我国走向农业信息化的必由之路^[4]。

中国是水产养殖大国。近些年由于各种野生鱼种保护政策的出台,我国捕捞渔业的产量进一步缩小,水产养殖业的规模进一步扩大。水产养殖业中,淡水养殖占很大的比重。池塘养殖为淡水鱼养殖中最重要的组成部分,占比超过50%。为提高水产养殖业鱼类的产量,池塘养殖逐步向集约化、规范化的方向发展,使用的智能养殖设备越来越丰富智能,投入的人员和物料也越来越多,所以高效完善的信息管理对于淡水养殖业的发展十分重要^[5]。养殖信息管理系统在水产养殖向信息化养殖模式转变的过程中,发挥着重要的作用。利用信息技术是发展我国农业信息化的必要途径,今后要尽可能提高相关技术使用的合理性和高效性。

1 系统需求分析

1.1 数据采集需求分析

水产养殖中,水质是一个至关重要的因素,直接

影响水产品的产量和质量。根据《渔业水质标准》,水温、pH值、溶解氧、氨氮、总磷、重金属都可能对水产品产量和质量产生影响。采集所有水质数据困难且缺乏必要性,所以许多研究者专注于水温、pH值、溶解氧和氨氮等几个主要水质参数的研究。

1.1.1 水温

水温在水产养殖中扮演着至关重要的角色,对鱼类的生长、繁殖、食欲和新陈代谢等有显著影响。鱼类的体温通常随水温的变化而变化,两者之间的温差一般在0.5~10℃。适当提高水温可加快鱼类的新陈代谢,促进它们的生长,但水温过高会导致水中的溶解氧浓度降低,影响鱼类的呼吸。水温过低可能导致鱼类进入休眠状态,对其生长造成不利影响。因此,保持适宜的水温对于水产养殖至关重要。

1.1.2 pH值

pH值作为衡量水体酸碱度的重要指标,直接影响鱼类的健康状况。根据《渔业水质标准》,淡水水体的pH值应保持在6.5~8.5之间,海水环境的pH值应在7.0~8.5之间。pH值过低时,鱼类的盐平衡能力受到影响,导致呼吸困难和缺氧等问题。pH值过高时,水中的 NH_4^+ 会变成对鱼类有毒性的 NH_3 ,抑制水中微生物的生长和分解,损害鱼类的腮部组织,导致腮出血等严重问题。因此,维持适宜的水体pH值对于保障鱼类养殖健康和稳定至关重要。

1.1.3 溶解氧

溶解氧指的是水中溶解的氧气分子的含量,对水生物的生存至关重要。根据《渔业水质标准》的规定,水体中的溶解氧含量在连续的24 h内应有超过16 h的时间大于5 mg/L,且在其余时间内不得低于3 mg/L。

水产养殖业中,溶解氧含量通常被划分为窒息

基金项目:江苏省重点研发计划“基于立体协同管控的规模化生态渔场关键技术研发与示范”(BE2022385);无锡市现代产业发展资金项目“基于大数据的智慧水产养殖管理系统研发与示范”(N20211012)

点、浮头点和适宜点 3 个阈值。溶解氧含量低于浮头点时,鱼类可能会出现窒息现象;溶解氧含量介于浮头点和适宜点之间时,鱼类处于亚缺氧状态,可能出现呼吸困难等症状,导致生长缓慢和免疫力下降,增加患病的风险。溶解氧含量过高不仅会影响鱼卵的发育,还会导致水体富营养化,引发鱼类的气泡病。因此,维持适宜的溶解氧含量有助于确保鱼类健康生长,减少疾病风险。

1.1.4 氨氮

氮是水体中重要的营养物质之一,存在于多种形式,如氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮等。氨氮以 NH_3 和 NH_4^+ 的形式存在,并可相互转化。 NH_4^+ 对水生生物无毒,是微生物和植物的重要营养来源; NH_3 具有毒性,且其毒性随着水体 pH 值的升高而增大^[6]。

根据《渔业水质标准》的规定,水体中氨氮浓度低于 200 mg/m^3 时,会对鱼类自身的免疫产生影响,增加感染疾病的风险。氨氮浓度为 $200\sim500\text{ mg/m}^3$ 对鱼类的生存比较适宜。水体中的氨氮浓度超过 500 mg/m^3 会导致鱼群中毒,引发大规模鱼类死亡。因此,控制水体中的氨氮浓度对于维护水生生物的健康和生存至关重要。

1.2 系统功能需求分析

针对现有水产养殖过程中的粗放式生产模式,结合现有的传感器技术、软测量技术、无线传输技术,设计一套水产养殖管理系统,该系统须具有以下功能:

(1)水质监测功能。为及时发现水质异常并降低损失,有必要对水体中的水温、pH 值、溶解氧、氨氮和总磷等参数进行实时监测。目前市面上的传感器大多只能测量某种参数,需要使用多个传感器逐个测量不同参数,劳动强度较大。为此,需要实现多传感器同时自动监测的技术,以降低工作负担,提高

监测效率。

(2)总磷软测量功能。总磷是判断水体富营养化程度的重要依据,但目前的总磷测量方式存在实时性差、造价高等弊端。针对上述问题,该系统需要实现总磷的软测量。基于水质参数间的相关性原理,系统通过实时测量水温、pH 值、溶解氧、氨氮等数据,利用软测量技术推算当前的总磷浓度,从而弥补实时监测上的不足,降低成本,提高测量效率。

(3)远程传输功能。水产养殖的水域面积大,因此,该系统需要配备远程传输功能。考虑经济性和便利性,远程传输应采用无线传输方式,降低系统的前期投入成本。养殖户远程监测、管理养殖环境,可提高工作效率,降低人力成本。

(4)远程控制功能。在水产养殖需对一些设备如增氧机和投饵机进行控制。传统方法是现场手动开启设备,并根据经验判断设备的工作时间和工作模式,这不利于实现现代农业智能化和自动化的发展。该系统应能远程控制养殖设备,并通过智能算法对设备的工作时间和工作方式进行自动化判断。通过远程控制和智能化判断,养殖户可以更便捷地管理养殖设备,提高生产效率,实现智能化养殖管理。

2 系统框架设计

该系统的终端硬件分为两部分:信息采集终端和控制终端。信息采集终端由多种水质传感器、STM32 核心处理器、太阳能供电装置和 WiFi 模块组成,用于实时采集、处理和传输水质信息。控制终端包括终端控制设备、继电器控制模块、STM32 核心处理器和 WiFi 模块,用于远程监控和控制增氧机、投饵机等设备。整体架构如图 1 所示。硬件架构可支持系统的信息采集、处理和远程控制,为水产养殖提供全面的监控和管理。

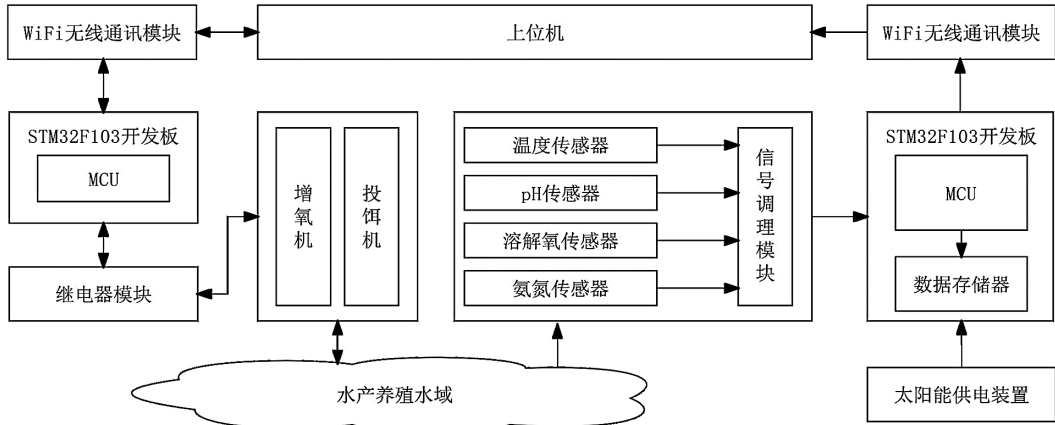


图 1 系统终端硬件总体架构

3 终端软件设计

本系统终端软件将 Keil 5 作为开发平台工具，具有传感器数据的采集、总磷数据软测量、终端之间的远程数据传输、水产养殖设备的智能控制等功能。

3.1 信息采集终端主程序设计

信息采集终端主程序是通过 while 循环实现各子程序包括网络连接、串口通信、水质数据采集、总磷软测量的循环调用，在每次循环后执行一次睡眠程序以降低功耗，图 2 为信息采集终端主程序流程。

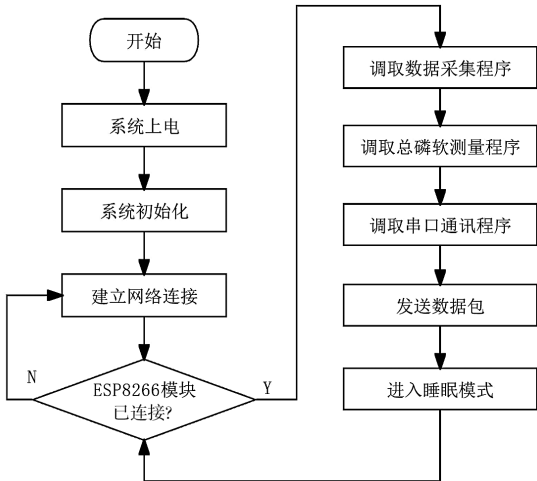


图 2 信息采集终端主程序流程

3.2 网络连接子程序设计

网络连接子程序主要是用来建立信息采集终端、控制终端、远程监控中心之间的数据交互，实现远程水质数据监测、远程设备调控。

3.3 串口通信子程序设计

本系统将 STM32F103ZET6 微控制器的 USART3 作为与 ESP8266 WiFi 芯片的通信接口，进行指令与数据的传输。对 USART3 串口通信子程序进行设计，设置该串口波特率为 115 200 bps，通过 AT 指令集对 ESP8266 WiFi 芯片进行初始化设置，通过数据发送指令实现 STM32 微控制器与 ESP8266 WiFi 芯片之间的数据交互。

3.4 水质数据采集子程序设计

水质数据采集子程序包括水温采集程序、pH 值采集程序、溶解氧采集程序、氨氮采集程序，通过控制数据采集间隔实现对 4 种水质数据的循环采集。

(1)水温采集程序。水温传感器 DS18B20 为单总线数据传输，对读写数据位有严格的时序要求。为保证数据传输的准确性和完整性，DS18B20 通信协议制定了 3 种信号的时序：初始化时序、读时序、写时序。每个时序都有严格的延时精度要求，需借助微控制器的滴答定时器控制每个时序的延迟。

(2)pH 值、溶解氧采集程序。pH 值传感器 HAOSHI H-101、溶解氧传感器 DO-957 均输出模拟量信号，故采集程序总体相同，即采用 ADC 单通道采集数据，每采集完一组模拟量数据后，对其进行滤波处理并将其转换为数字值。

(3)氨氮采集程序。氨氮传感器 BNH1600 通过 RS-485 通信接口输出数字信号，采用 Modbus-RTU 作为通信协议。传感器根据微控制器发出数据帧的不同功能码进行回应，最后通过 CRC 校验码对返回数据帧进行校验，剔除错误数据帧。

3.5 总磷软测量程序设计

执行完水质数据采集子程序后，执行总磷软测量子程序，包括异常数据剔除、数据归一化处理、总磷软测量计算模型。首先运行异常数据剔除程序，去除采集数据中随机误差导致的异常数据，并重新执行水质数据采集子程序。若无异常数据，则对数据进行归一化处理，使得处理后的数据均处于 [0, 1]。最后运行软测量计算模型，获取总磷的数据。

4 结论

随着智慧农业的发展，农业生产管理的效率得到显著提升。当前，水产养殖领域的数字化程度较低，缺乏有效的养殖管理平台。针对这一现状，笔者开发的管理系统填补了水产养殖信息化建设的空白。该智能化信息数据采集终端提供了一套有效的数字化转型解决方案，提升了水产养殖领域智能化水平，为养殖业的发展提供新的思路和新的解决方案，推动养殖业向着更高水平的方向发展。

参考文献：

[1] 迟宗荣. 大数据下农业发展现状及前景分析[J]. 河南农业, 2022(8): 57-58.

[2] 李道亮, 杨昊. 农业物联网技术研究进展与发展趋势分析[J]. 农业机械学报, 2018, 49(1): 1-20.

[3] 陈晓慧. 高校档案管理中信息资源共享模式构建分析[J]. 卷宗, 2017(31): 13.

[4] 宋洪远. 智慧农业发展的状况、面临的问题及对策建议[J]. 人民论坛·学术前沿, 2020(24): 62-69.

[5] 尹宝全, 曹闪闪, 傅泽田, 白雪冰. 水产养殖水质检测与控制技术研究进展分析. 农业机械学报, 2019, 50(2): 1-13.

[6] 张卫强, 朱英. 养殖水体中氨氮的危害及其检测方法研究进展[J]. 环境卫生学杂志, 2012(6): 324-327.

作者简介：王 烁，男，1983 年生，硕士，高级工程师。研究方为科技、质量与标准化管理、工业化和信息化融合。肖茂华（通讯作者），男，1981 年生，教授。研究方向智能农机装备。