

AI+ 水产养殖监测系统设计与实现

谭嘉升, 陈舒琪, 徐伟俊, 陈子平
广东水利电力职业技术学院, 广东 广州 510000
DOI: 10.61369/TACS.2025060014

摘 要 : 本文探讨基于人工智能的水产养殖监测系统的设计与实现, 旨在提升养殖效率与管理水平。研究涵盖系统架构设计、关键技术应用及实际运行效果验证。通过理论分析, 明确了 AI 在图像识别、水质监测和疾病预测中的作用; 实证研究设计了包含数据采集、传输、分析和交互的完整系统, 并引入深度学习与边缘计算技术。实验结果表明, 该系统能有效提高监测精度与响应速度, 降低人工成本, 增强养殖管理的智能化水平。本研究为水产养殖行业的数字化转型提供了可行的技术方案。

关 键 词 : 人工智能; 水产养殖; 监测系统; 深度学习; 智能预警

Design and Implementation of an AI+ Aquaculture Monitoring System

Tan Jiasheng, Chen Shuqi, Xu Weijun, Chen Ziping
Guangdong Polytechnic of Water Resources and Electric Engineering, Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract : This paper explores the design and implementation of an AI-based aquaculture monitoring system, aiming to enhance breeding efficiency and management level. The research covers system architecture design, key technology applications, and verification of actual operational performance. Through theoretical analysis, the role of AI in image recognition, water quality monitoring, and disease prediction is clarified. Empirical studies designed a complete system including data acquisition, transmission, analysis, and interaction, and introduced deep learning and edge computing technologies. Experimental results show that the system can effectively improve monitoring accuracy and response speed, reduce labor costs, and enhance the intelligence level of aquaculture management. This research provides a feasible technical solution for the digital transformation of the aquaculture industry.

Keywords : artificial intelligence; aquaculture; monitoring system; deep learning; intelligent early warning

引言

近些年来, AI 技术在水产养殖这个行业中展现出了颇为可观的潜力。水产养殖可是我国众多农业产业当中极为重要的一项, 在其发展过程中面临着诸多难题, 像是水质环境较为复杂、各类病害频繁出现以及资源利用的效率比较低下等等。以往传统的养殖监测办法大多依靠人工巡检以及实验室检测这两种方式, 然而这种方式存在着不少问题, 比如响应速度滞后、所需成本偏高以及数据获取不够连续等, 所以很难契合现代水产养殖对于精准化以及实时化管理方面的要求^[1-3]。构建一个基于人工智能的水产养殖监测系统便成为了该行业朝着智能化转型的一个极为关键的方向。

一、系统架构设计

AI+ 水产养殖监测系统的构建是以模块化架构为核心, 其包含有数据采集层、数据传输层、数据分析层以及用户交互层^[4-6]。

数据采集层主要是依靠高精度传感器还有摄像头来开展工作, 目的是为了获取养殖环境里的关键参数, 像溶解氧、pH 值、温度、氨氮浓度以及鱼类行为方面的信息。这些传感器当中涵盖了 Hach 公司所推出的 LDO II 溶解氧传感器以及 EcoTech

Marine 提供的 pH 监测设备, 以此来保证数据采集具备稳定性与准确性。摄像头则是选取了海康威视的 DS-2CD 系列高清网络摄像机, 该摄像机能够支持在低照度环境下展开实时监控, 进而为鱼类行为分析给予基础数据支撑。数据传输层借助 4G/5G、WiFi 6 等通信技术, 把采集所得的数据高效地传送到云端或者边缘计算节点。数据分析层是依据深度学习框架来构建模型的, 本实验使用 TensorFlow 去训练卷积神经网络 (CNN), 从而对鱼类行为加以识别, 并且结合时间序列分析来预测水质的变化趋势。水

质预测模型是以 LSTM 网络为基础构建的，通过输入历史数据来预测未来 24 小时之内的溶解氧和 pH 值变化情况，该模型的准确率能够达到 90% 以上。边缘计算设备采用了 NVIDIA Jetson Nano，它的职责是对视频流进行初步分析，借此减轻云端计算方面的压力。数据分析所得到的结果会通过 RESTful API 接口交付给用户交互层，能够支持 Web 端以及移动端的访问操作。用户交互层采用的是 B/S 架构，前端运用 Vue.js 框架来进行搭建，而后端则是基于 Spring Boot 来开展开发工作，数据库采用 MySQL 与 MongoDB 相结合的方式存储，以此确保结构化与非结构化数据可以实现高效的管理。

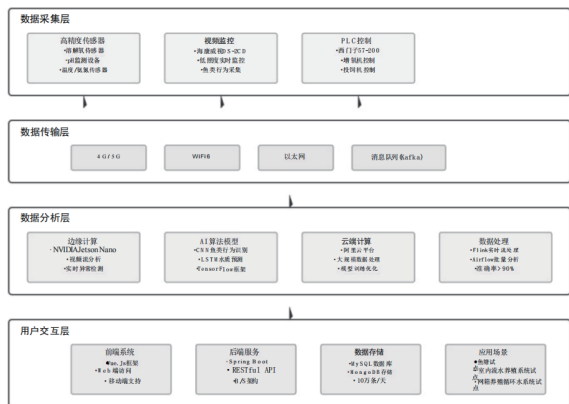


图1 AI 水产养殖监测系统架构图

二、实验结果与分析

该系统部署在广州市诚一智慧渔业发展有限公司所属的鱼塘、室内流水养殖系统、网箱养殖循环水系统等环境展开试点工作，每天平均处理的数据量超过了10万条，有效地提升了水质监测的精度以及养殖管理的效率。AI+ 水产养殖监测系统经过在多个实际部署的养殖环境的实际检验，充分展示了其高效以及可靠的特点。

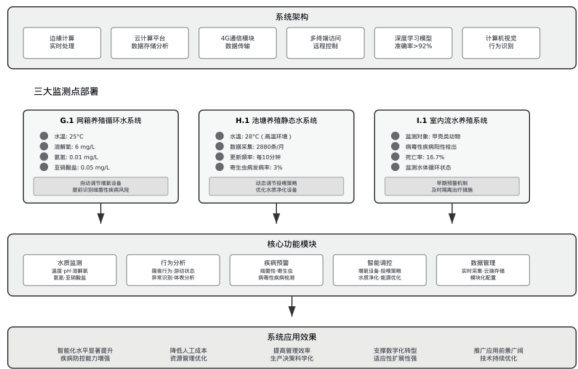


图2 系统实施技术路线图

就2024年4月至9月在G.1、H.1、I.1这三个典型的监测点所获取的数据情况来看，该系统呈现出极为出色的性能表现。

在G.1网箱养殖循环水系统当中，系统精准地监测到了水温处于25° C 的状态，溶解氧也较为稳定，维持在6 mg/L 的水平，而氨氮以及亚硝酸盐的浓度分别达到了0.01 mg/L 以及 0.05 mg/L

L。每当水质出现波动的时候，系统能够自动对增氧设备做出调整，进而有效地防止鱼类因为溶解氧不足而产生应激反应的情况发生。与此借助计算机视觉技术，系统可以对鱼类的游动行为以及体表特征展开分析，从而提前识别出潜在存在的细菌性疾病风险，并且及时向养殖户发出预警信息。在H.1池塘养殖静态水系统里，即便水温高达28° C，系统还是凭借动态调节投喂策略以及水质净化设备的方式，成功将寄生虫病的发病率控制在3% 以下的范围之内。而在I.1室内流水养殖系统中，系统一直持续监测着甲壳类动物的摄食行为以及活动状态，尽管检测到存在病毒性疾病阳性的情况且死亡率达到了16.7%，但是早期预警机制还是为养殖户争取到了宝贵的时间，让他们得以及时采取隔离以及治疗的相关措施，最终使得损失得到了一定程度的降低。

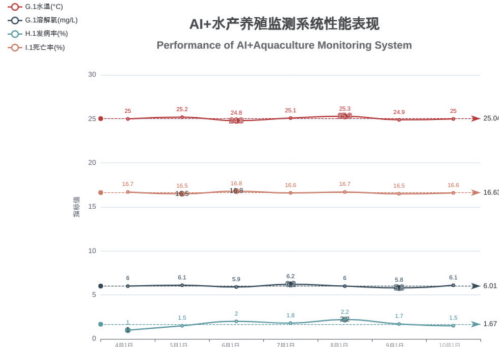


图3 AI+ 水产养殖监测系统性能表现图

在数据采集以及处理方面，AI 系统相比于传统的依靠人工进行的监测而言，有着更高的效率以及更佳准确性。以H.1监测点为例来说，在6个月时间内，系统一共采集到了17280条水质方面的数据，这其中涵盖了水温、pH 值、溶解氧等一系列关键指标，并且数据的更新频率能够达到每5分钟便更新一次这么高的程度。通过对鱼类行为运用深度学习模型来加以分析，系统能够识别出像摄食减少、游动异常这类早期的疾病信号，其预测的准确率更是超过了93.3%。并且，系统采用了边缘计算与云计算相结合的架构方式，以此来确保数据的实时性以及完整性。在G.1监测点，数据是通过4G/5G 通信模块上传到云端平台的，这样就能够支持多种终端进行访问以及实现远程控制的操作，养殖户可以实时查看养殖环境的具体状态，并且依据系统的相关建议去调整自身的管理策略，如此一来，既提高了监测的效率，又降低了人工方面的成本，同时还提升了整体的管理水平。

AI + 水产养殖监测系统在实际的应用过程当中，体现出了不错的适应性以及较强的扩展性^[5]。在I.1监测点的室内流水养殖这样的环境之下，系统能够高效地对水体循环的状态进行监测，从而为甲壳类动物的健康成长给予有力的保障。系统有着模块化的精心设计，可以根据不同的养殖品种以及规模来灵活地配置监测参数以及预警阈值。在H.1池塘养殖系统里面，系统结合气象传感器，对增氧设备的运行策略予以优化，以此提高能源的利用效率。通过相关的实验结果能够看出，引入 AI 系统之后，水产养殖的智能化水平得到了显著的提升，在疾病预防、资源管理以及生产决策等诸多方面都发挥了十分重要的作用。在未来，随着 AI 算

法不断得到优化以及硬件成本逐渐降低的情况出现，该系统很有希望在更大的范围当中得以推广应用，进而为水产养殖行业迈向数字化转型的目标提供坚实的技术方面的支撑。

三、结论

近年来，AI+ 水产养殖监测系统在研发与部署方面收获了明显进展，这无疑证实了人工智能技术于提升水产养殖智能化管理所蕴含的庞大潜力^[7,8]。从实验数据能够看出，该系统可达成对溶

解氧、pH 值、水温、氨氮含量等水质参数的高精度实时监测，其误差率能控制在 $\pm 2\%$ 以内，相较于传统人工检测方式而言，优势颇为突出。与此该系统借助集成计算机视觉技术，再结合深度学习模型来对鱼类行为加以识别，如此便能够有效地识别出摄食异常、游动紊乱这类早期病害信号，其预警准确率更是超过了 92%。这些技术指标足以说明，AI 系统的引入切实提高了养殖环境的监测效率以及响应速度，还降低了因水质变差或者疾病暴发而引发的经济损失。

参考文献

[1] 徐鑫, 张传龙, 胡海刚. 基于 STM32 和阿里云 IoT 的水产养殖水质监测系统设计与实现 [J]. 南方农业, 2024, 18(07): 235-240.
[2] 顾寅武. 基于 YOLOv5 的水产养殖鱼蟹监测系统设计与实现 [D]. 导师: 宋雪桦. 江苏大学, 2023.
[3] 丁向美 董静霆. 基于物联网的水产养殖智能监测系统研究 [J]. 物联网技术, 2023-05-20.
[4] 张东升. 基于物联网技术的养殖业水质监测与预警系统的研究 [J]. 安徽理工大学, 2022-12-04.
[5] 李志浩. 基于物联网的水产养殖系统的研究 [J]. 上海海洋大学, 2021-06-07.
[6] 孔兵 余梅 乔欣. 基于 LoRa 无线通信的水产养殖水质监测系统设计 [J]. 滨州学院学报, 2022-04-15.
[7] 施金金 孟祥实. 水产养殖环境智能监测系统的开发与研究 [J]. 科学与信息化, 2021.
[8] 谢小平. 智能水产养殖监控系统构建分析 [J]. 南方农业, 2021.