

人工智能在水产养殖水质监控中的应用和优化

刘贵明 张紫玥 曹艳芳

惠州市渔业研究推广中心

DOI:10.32629/as.v8i12.3502

[摘要] 为了提高水产养殖水质监控的准确性,本文对人工智能技术在该领域的应用及优化路径进行了系统的分析。研究利用技术分析的方法,就传感器数据采集、智能算法分析、预警模型建立这三个方面论述了AI水质监控的技术体系。由此可知,本系统采用多种传感器自动采集数据并用机器学习等算法智能分析处理,可以明显提高监测效率、准确度,有效节约人力物力成本。研究又提出传感器布局、算法升级、智能装备融合等改进措施,给水产养殖智能化升级给予技术支持。

[关键词] 人工智能; 水产养殖; 水质监控; 优化策略

中图分类号: TP18 文献标识码: A

Application and Optimization of Artificial Intelligence in Water Quality Monitoring in Aquaculture

Guiming Liu Ziyue Zhang Yanfang Cao

Huizhou Fishery Research and Promotion Center

[Abstract] To enhance the accuracy and efficiency of water quality monitoring in aquaculture, this paper systematically explores the application and optimization pathways of artificial intelligence (AI) technology in this field. Through technical analysis, the study elaborates on the AI-driven water quality monitoring system, covering aspects from sensor-based data collection and intelligent algorithm analysis to the construction of early-warning models. The results demonstrate that the system, leveraging various types of sensors for automated data acquisition and machine learning algorithms for intelligent processing, significantly improves monitoring efficiency and accuracy while effectively reducing labor and resource costs. Furthermore, the study proposes optimization strategies such as sensor deployment, algorithm upgrades, and integration with intelligent farming equipment, providing technical support for the intelligent advancement of aquaculture.

[Key words] artificial intelligence; Aquaculture; Water quality monitoring; optimization strategy

引言

养殖水体环境是决定水产动物是否健康、养殖效益高低的关键因素。目前传统的水质监控方法效率低、实时性差,不能满足现代精细化养殖的需要。随着人工智能技术的迅速发展,它在数据处理、模式识别等各方面所具有的优势给水质监控提供了一种新的解决途径。本文意在探究人工智能技术在水产养殖水质监控中的主要应用,并对系统进行优化,以期给水产养殖智能化管理提供理论依据和实践方向。

1 人工智能用于水质监控的关键技术

1.1 传感器技术在水质数据采集中的应用

传感器是水质数据采集的基础,其性能指标直接影响水质监测的准确性和可靠性。水产养殖水质监测所使用的传感器主要包括物理传感器、化学传感器和生物传感器三类^[1]。

养殖水体的水质状况是影响水产动物生长发育和经济效益

的关键因素。理想的养殖水环境一般要求溶解氧浓度维持在5~8mg/L, pH值控制在6.5~8.5范围内以维持环境稳定,氨氮浓度应保持在0.1~0.5mg/L以内^[2]。

物理传感器主要用于检测水温、溶解氧、pH值、电导率等物理参数。其中,温度传感器用于实时监测水体温度变化,因为水温对水产动物的生长繁殖和新陈代谢具有重要影响,不同养殖对象对水温的适应范围存在差异,水温过高或过低均会危害动物健康;溶解氧传感器用于测定水中溶解氧含量,充足的溶解氧对维持水产动物的生理活动至关重要。

化学传感器主要用于检测水体中的化学物质,如氨氮、亚硝酸盐、磷酸盐等。水产养殖中常见的有害物质包括氨氮和亚硝酸盐,其浓度过高会对养殖对象产生毒害作用,影响生长速率并增加疾病风险。化学传感器能够快速准确地定量检测这些污染物,为水质管理提供依据。

生物传感器是利用生物分子与目标物质间的相互作用进行物质检测的传感器。酶生物传感器可用于检测水体中的有机污染物, 抗体生物传感器则可用于病原微生物的检测, 具有灵敏度高、选择性强的优点, 为水质监测提供了更加全面和准确的信息。

为确保水质数据采集的准确性, 传感器的安装位置和布局设计同样重要。传感器应在养殖水体的不同深度和位置进行布置, 以全面反映水质状态的空间变异特征, 同时应避免水流和波浪等环境因素对传感器的干扰, 确保其长期的稳定性和可靠性^[3]。

1.2 数据分析与处理算法的选择

采集到的水质数据需要通过分析和处理才能给水产养殖带来有用的信息, 常用的水质数据分析与处理算法有机器学习算法、深度学习算法以及数据挖掘算法。

机器学习算法是一种依靠数据的自动学习方式, 它可以从小批量的数据当中找出规律和模式。在水质监测方面, 常用的机器学习算法包括决策树、支持向量机、神经网络等。决策树算法能依照水质数据的特点展开分类与预测工作, 比如判断水质是否达标; 支持向量机算法可用于水质数据的划分及回归分析之中, 对于高维数据有着良好的应对能力; 而神经网络算法具备很强的非线性映射功能, 可以对水质数据做较为复杂的模型构建以及预估任务。

深度学习算法属于机器学习的一个分支, 依靠创建多层神经网络的方式来学习数据的深层次特征, 在水质监测当中, 深度学习算法可用于识别水质图像、预测水质参数等方面, 使用卷积神经网络(CNN), 就能对水质中的藻类、浮游生物等加以识别并归类, 进而判定水质是否处于富营养状态。长短期记忆网络(LSTM)可以用于水质参数的时间序列预测之中, 能考虑到数据的历史信息, 提升预测准确率。

数据挖掘算法是从大量数据中发掘出隐藏的信息和知识。在水质监测中, 数据挖掘算法可进行关联分析、聚类分析等处理水质监测数据的操作。关联分析可以找出水中各种参数之间的联系(如水温与溶解氧之间); 聚类可以将水质数据分成不同的组群, 并找出每个不同质量状态的特点及其规律, 从而做出判断。

选择合适的数据分析与处理算法要考虑到数据的特点, 问题的类型以及应用的需求, 不同的算法有着各自的优点和不足之处, 需要按照实际情况来综合选取并加以改进。

1.3 智能预警模型的构建

智能预警模型属于人工智能水质监控系统的关键部分, 它能依照水质数据变动情形尽早发出警报信号, 从而告知养殖户人去采取相应办法, 创建智能预警模型时要考虑以下几方面:

要明确预警指标。预警指标应选择对水产动物生长和健康状况有重要影响的水质参数, 例如溶解氧、氨氮、亚硝酸盐等, 并根据不同的水产动物种类以及养殖阶段确定相应的预警阈值。

要选好预警算法。常用的有阈值法、统计分析法以及机器

学习类算法等。阈值法是较为简单的预警方法, 当水质参数超标时就会发出警告信号。统计分析法则能根据水质数据的各种统计量, 如均值与标准差来判断是否有异常发生。利用机器学习的方法学习大量相关水质信息后, 可以创建出更精准地预测水质异常情况的预警模型。

智能预警模型还要有实时监测、动态调整以及多渠道预警这些功能才行, 做到实时监测就能够及时察觉到水质的异常情况, 而动态调整则可以根据水质变化状况来立即调节预警的标准, 多渠道预警则是经由短信、邮件或者手机应用等途径把预警消息发给养鱼人^[4]。

2 人工智能水质监控系统的优势与挑战

2.1 提高水质监控效率和精准度

传统的水质监控方法需要人工定时取样并送到实验室做分析, 既费时又费力, 实时性也不好。人工智能水质监控系统可自动采集水质数据, 并即时传送出去, 这提升了水质监控的效率。随着传感器技术和数据分析算法持续发展, 对水质的数据获取与剖析也越发精准, 能迅速察觉到水质发生的细微改变, 从而为水产养殖提供更精确的帮助。

比如在传统的水质监控里, 养殖人员要每天自己去取水样送到实验室检测, 得花好几小时甚至几天才能拿到结果。但人工智能水质监控系统可以随时监测水质参数变化, 并把数据传到监控中心。养鱼的人可以用手机或者电脑随时随地查看水质情况, 有问题就能马上找到解决办法。

2.2 降低人力成本和资源消耗

人工智能水质监控系统的自动化运行能够减少人工操作, 降低人力成本。传统的水质监控要耗费许多人力来执行采样、分析并记录等工作, 人工智能水质监控系统则可以自行开展这些工作, 从而节约了不少的人力和时间。

人工智能水质监控系统能够按照水的状况随时改变养殖设备的工作参数, 像增氧机什么时候打开和关掉, 投饵机该投放多少饲料等等, 这样就防止了没有必要的资源浪费, 削减了养鱼的成本。比如说, 在水中溶解的氧气足够的时候, 这个系统就会自己把开动增氧机的功能关掉, 节约能源。

2.3 面临的技术瓶颈和数据安全问题

尽管人工智能水质监控系统具有很多优势, 但也面临着一些技术瓶颈和数据安全问题。

技术上, 传感器的精确度和可靠程度也要改善, 现在某些传感器长时间使用的时候会存在漂移或者老化之类的状况, 从而影响水质数据的正确性, 而且数据分析算法的性能也需要改进, 针对一些复杂的水质情形来说, 该算法的预测能力和判断水平还不能达到非常精准的地步。

数据安全方面, 人工智能水质监控系统包含大量水质数据以及养殖信息, 这些数据的安全性非常重要, 一旦发生泄露或者被篡改就会给养殖企业造成巨大损失, 所以要提升数据安全保障手段, 比如对数据执行加密处理, 限定访问权限并做好备份恢复工作等, 从而保证数据既安全又完整。

3 人工智能在水产养殖水质监控中的优化策略

3.1 传感器优化与布局调整

为了提高水质数据采集的准确性和可靠性,需要对传感器进行优化和布局调整。

传感器优化方面,提升传感器精度和稳定性。改善传感器材料及制造工艺以增强传感器灵敏度与抗干扰能力,加强传感器校准与保养工作,定期对传感器开展校正并加以检查,保证其性能稳定。

关于布局调整,要按照养殖水体的特点和水质变化规律来安排传感器的安装位置和数量。比如在养殖池塘里,可以在不同深度、不同角落装上传感器,这样才能把水质的变化情况全面体现出来;对于大型养殖水域来说,可以用分布式的传感器网络去扩大对水质监测的覆盖面以及精确度^[5]。

也可以采用多传感器融合技术,把不同种类的传感器采集到的数据加以融合处理,从而提升水质信息的精确性与可信度,比如将物理传感器、化学传感器以及生物传感器所收集起来的数据予以融合之后,则能够更加全面地掌握水体质量的情况。

3.2 算法模型的改进与升级

随着水质数据的不断积累以及养殖环境的变化,需要对数据分析与处理算法、智能预警模型进行改进升级。

在算法改良方面,持续探寻新的算法与技术,提升算法的性能和适应性,可把深度学习同强化学习算法融合起来,塑造更为聪明的水质监测模型,深度学习算法能够学会水质数据深层次的特性,而强化学习算法则能依照水质改变情形自行调节控制策略,从而改善水质调控效果。

在模型升级方面,需要根据实际应用情况不断对智能预警模型进行更新与优化。可以收集更多的水质数据以及养殖案例来训练和改进预警模型以提升其准确性及及时性,并且考虑到不同水产动物种类及其养殖阶段所具有的各自特点从而构建起个性化的预警模型。

还可以使用模型融合的方法,把不同的算法模型进行融合起来,综合各个模型的优点来提升水质的监控预警效果。

3.3 与其他养殖技术的融合创新

人工智能水质监控系统可以与其他养殖技术进行融合创新,提高水产养殖的整体效益。

与智能养殖设备的融合。可以将人工智能水质监控系统 and 增氧机、投饵机、水质调控等智能化养殖设备进行结合,实现对水质监控及自动化控制的功能,如水中的溶解氧含量低于设定值时自动开启增氧机;水中的营养成分低于一定数值时自动调整投喂量等等。

与水产养殖管理系统的融合。将人工智能水质监控系统和

水产养殖管理系统对接,实现水质数据共享及管理功能。养殖人员通过水产养殖管理系统查看水体情况、制定养殖计划、记录养殖过程等操作来提升其养殖效率以及科学性。

与生态养殖技术相融合。可以将人工智能水质监控系统与生态养殖技术相结合,形成生态养殖模式,如利用水生植物、微生物等生态修复技术改善水质环境,减少养殖废水的排放,并通过人工智能水质监控系统实时监测水质变化情况,对生态养殖系统的运行参数进行调整以达到良好的生态养殖效果。

4 人工智能水质监控系统的未来发展趋势

未来的人工智能水质监控系统将会实现更高级的智能化、自动化程度。传感器技术将更为精确,数据分析算法也将具备自我学习与自适应的能力,可以自动识别水质变化规律并发出个性化的预警信息。该系统会融入物联网及大数据技术中去,形成一个大规模的水质监测网络,并且能够远程对设备进行控制,在存储分析大量数据的同时还可以结合养殖品种、密度以及投喂等多种维度的数据来进行全面的支持工作。这会强有力地推动水产养殖业可持续发展,在环保层面,马上查明并治理水污染,缩减废水排放量,在养殖收益方面,加快生长速率,改进健康状况,削减人工费用,在升级转型层面上,促使水产养殖同信息技术、生物技术融合发展,优化产业的科技含量及其竞争能力,带动传感器制造,数据分析服务之类关联行业发展起来。

5 结束语

人工智能在水产养殖水质监控中有着重要的应用价值和发展空间,不断改进创新人工智能水质监测系统,在实践中不断提升水产养殖的效率与品质水平,助力水产养殖业可持续发展。相信随着未来人工智能技术的发展,人工智能水质监测系统会发挥越来越大的作用。

【参考文献】

- [1]龙欣然,黄丹,张琪.一种用于水产养殖的信息采集装置设计[J].南方农机,2025,56(16):107-109+123.
- [2]郑磊.养殖中动物易感染疾病类型及预防措施[J].吉林畜牧兽医,2025,46(04):166-168.
- [3]沈洋,张鹏辉,陈惠亭.基于无线传感器网络的水质检测与预警研究[J].信息记录材料,2025,26(11):239-241.
- [4]张雨佳.水质自动监测技术在水环境保护中的实践应用[J].环境与生活,2025,(08):82-85.
- [5]王昊飞.水产养殖中鱼病防治的生态化调控及系统优化的实践分析[J].河北农业,2025,(05):131-132.

作者简介:

刘贵明(1988--),男,汉族,广东人,本科,助理工程师,研究方向:水产养殖。