

改进型自适应学习算法在水质静态多参数检测系统中的优化与应用

鄢丝祥 陆祥 裴倩倩 何雨洁

云南国土资源职业学院

DOI:10.12238/as.v8i5.3029

[摘要] 针对水质监测中存在水资源保护、环境污染等问题日益严峻的情况,对水质进行监控是其中的重要工作内容。传统的水环境监测手段具有数据获取速度慢、处理效率低、对于环境的适应能力不强等问题限制。针对上述问题,本论文设计了相应的改进自适应学习算法,并在此基础上做了相应的改进。在此基础上提出了一种基于深度学习的自适应学习算法,通过模型参数的自适应调节使其具有较强的适应性。通过对实际的水体的测试实验证明了该算法的可行性,该算法的研究为实现水环境质量监测的自动化、智能化提供了一种新的途径。

[关键词] 自适应学习算法; 水质监测; 多参数检测; 实时性

中图分类号: X832 **文献标识码:** A

Optimization and Application of Improved Adaptive Learning Algorithm in Water Quality Static Multi parameter Detection System

Sixiang Yan Xiang Lu Qianqian Pei Yujie He

Yunnan Land And Resources Vocational College

[Abstract] In response to the increasingly severe problems of water resource protection and environmental pollution in water quality monitoring, monitoring water quality is an important task. Traditional water environment monitoring methods are limited by slow data acquisition speed, low processing efficiency, and weak adaptability to the environment. In response to the above issues, this paper has designed corresponding improved adaptive learning algorithms and made corresponding improvements based on them. On this basis, a deep learning based adaptive learning method is proposed, which has strong adaptability through adaptive adjustment of model parameters. The feasibility of this method has been demonstrated through testing experiments on actual water bodies, providing a new approach for achieving automation and intelligence in water environment quality monitoring.

[Key words] adaptive learning algorithm; Water quality monitoring; Multi parameter detection; real-time

在我国水环境污染日益严峻的背景下,对水环境的监测已经成为一项十分关键的工作。传统的监测技术,虽然监测精度高,但是存在费时费力费钱的缺点,无法实现实时监测。近年来,虽然基于传感器的水质自动监控得到了发展,但是检测的精度并不高,实时性也较差。由于自适应学习算法具有调节模型参数动态、快速、准确的优点,因此,自适应学习算法是提高水质监控水平的重要方法。但现有的自适应算法还存在运算速度慢的缺点。针对这一情况,本项目拟研究基于深度学习的自适应学习算法,并将其应用于实际的水体水质监控,以提高水质多参数监测的准确率和实时性。实验证明该方法可较好地用于复杂多变的

水质数据,且具有较好的智能化和精准性。

1 相关研究与理论基础

1.1 自适应学习算法概述

自适应学习(Adaptive learning)是一种新兴的机器学习算法,其特征是可以随着样本的改变而不断地改变学习模式。然而,现实生活中,随着时间的推移,许多常用的算法都不能达到理想的结果。为了解决这个问题,本文给出了一种可以在某种范围内对新输入进行适应性调整的自适应算法。在使用过程中,由于水源、季节等因素的变化,使得该方法具有较高的实用价值。提出了一种基于模糊控制的基于模糊控制的支持向量机算

法。比如,通过自适应神经网络算法,可以实时调整权重,实现对复杂水体的精确预测。

1.2 水质检测技术概述

水质测试是水环境保护和水环境治理、控制、处理等方面的研究重点。传统的水环境监测手段多以理化测试为主,而且侧重于人工采样、室内分析,以上水质监测手段虽然计算精准,但是监测所需的时间较长,费用较高。近些年,由于自动控制、传感等技术的进步,使得水质在线监测成为新的发展趋势。现代水质自动监测系统包括“传感器—数据采集装置—数据处理装置”三个方面。传感器主要实现对水体pH、溶氧、氨氮、COD等指标在线测量,数据采集装置将数据传输至处理器,由处理器完成数据的分析、评价。但目前水质自动监测方法多参数冗余、数据处理滞后。因此,如何改进这种算法,使其更准确,更实时,是当前的研究热点。

1.3 现有技术的不足与改进方向

目前,针对水域目标的探测和适应性学习研究虽有一些进展,但仍然面临着多参数联合探测、实时、精确等难题。虽然可以实现多个参量的同步探测,但是由于没有充分利用观测到的信息间的冗余性和关联性,使得探测的结果具有一定的误差。另外,传统算法在应对复杂水体环境下的适应性调整能力一般较差,难以根据新获取的数据进行及时更新。但是,在现实生活中,当水体中的环境因子发生突然变化时,常规的学习算法需要花费大量的时间来学习新的特征。为解决上述问题,本课题提出利用自适应学习的思想,深度挖掘水体中的水质特征,并通过动态调节模型的参数,增强其对相应算法的适应性。针对上述问题,本课题将研究基于神经网络的新的自适应学习算法,并结合具体的工程实例,实现对复杂水体的实时动态调整,从而实现对复杂水体的实时动态调控,从而提升监控精度与稳定性。基于上述研究,利用深度神经网络和卷积神经网络等方法对水体中的复杂水体进行有效的处理,是当前一个热门课题。

2 改进型自适应学习算法的设计与优化

2.1 算法模型的建立与结构设计

提出了基于模糊神经网络的自适应学习模型,并进行了相应的改进。针对如何高效处理多维数据这一问题,项目拟采用基于深度学习的方法,并设计相应的自适应机制高效处理多维数据。采用传统的深度学习方法时,其网络模型无法根据不同的数据分布特征进行预测分类。因此,项目提出了一种基于神经网络的自适应学习模型,当有新的数据时,对网络模型进行修正,这种网络模型具有较高的适应性和最好优异性。拟提出构建一种多层感知(MLP)网络,并进行相应自适应调整,其研究内容包括:对样本输入进行实时监测,对学习速率,权值衰减等超量进行适时调整,解决传统学习模型的“过学习”和“欠学习”问题。加入正则化因子,提高网络的推广能力,使其在场景复杂的环境下依然能够有较高的准确率。

2.2 算法优化策略与自适应机制

在水质监控中,实时性是一个十分重要的问题。在应用过程

中,传统的静态学习方法很难对新的数据特性进行调整。针对这一问题,本课题拟研究一种新的自适应学习算法,通过在不发生任何变化的情况下,对其进行自适应调整。该方法采用渐进式的方法,将每个新的输入作为一个新的训练对象来进行训练。在此基础上,研究一种基于偏差反馈的自适应调整策略,通过对预测值进行在线监控,实现对神经网络的学习率与周期时间的有效调控,从而解决现有方法因参数确定导致的收敛性能下降或性能不稳定等问题。然后,研究基于权重的动态调节方法,通过评估各个参数的权重,在不同层次上进行权重的动态调节,提高模型响应水环境因子的能力。为此,本课题拟研究一种能在复杂水质数据条件下实时校正的自主学习算法。

2.3 算法的数学推导与性能优化

针对上述问题,本项目拟建立相关的数学模型,并对其进行研究。以1个特性向量 x 来确定水质监控体系的指标,这里 x 为多个水质参数, y 为相应的质量评估结果。用下面的功能化语言来写这个程序。

其中,为算法产生的预测值,为损失函数, ϵ 为正则化参数,为模型可训练参数。在改进型ada学习算法中,对参数 θ 的优化可通过反馈来改变,即用损失函数最小化实现模型训练的目的。因此,本项目提出了一种基于AdaGrad、RMSProp、Adam等Ada学习率调节算法实现每一次迭代过程对多个特征维度的学习速率进行调控,保证在更复杂的环境下进行训练时,能够实现快速收敛。项目拟通过利用AdaGrad、RMSProp、Adam等Ada学习率调节算法对多参数水质监测的多个特征维度实现动态速率调整,提高多参数水质监测的预测性能。

3 水质静态多参数检测系统的设计与实现

3.1 系统架构与整体设计

本课题以集成化、自动化、智能化为设计理念,设计了水质动态监测的多参数静态测试系统,测试系统主要由数据采集、数据传输、数据处理、数据处理等部分组成。首先通过高精度传感器系统对水中pH值、溶氧、氨氮、COD等信息进行采集,实现对水质多种环境因子的监测,通过无线通讯网络或有线网络将采集到的信息传输至资料处理模块,在此基础上,设计了一种基于神经网络的神经网络模型,具有对水质状态的实时评价,能按照设定的评价标准对水质进行分级或预报功能,最后将监测结果反馈给用户,并发出警报(主要针对水质问题)。整个系统按照模块化的设计原理进行设计实现,系统各模块之间协作度高,能保证数据流通及处理流畅,能针对不同的需求情况进行调整。

3.2 数据采集与传输技术

通过对该系统的性能进行了研究,得出了结论。利用神经网络技术,结合光学、电化学、红外等传感器,实现水体多组分和物理参数的高灵敏实时检测。采用了卡尔曼滤波和小波滤波等技术,有效地减少了噪声对测量结果的影响,保证了测量的精度。感测器将资料以类比或数位方式传送至资料处理模组。无线传感器网络,ZigBee,LoRa等通信手段,可以满足各种监控需

求。尤其在对实时性有很高需求的监控系统中,采用无线通信方式可以减少布线费用。增强了该体系的灵活性和可扩展性。为了实现远距离监控与资料处理,必须具备良好的传输性能。

3.3 数据处理与智能分析模块

在此基础上,利用神经网络技术,对现有的水体数据进行分析和智能处理。传统的检测方式采用人工方式,速度较慢,且存在较大的误差。本项目拟采用机器学习、深度学习、统计建模等理论与技术,研究面向水体环境质量监控的自动化分析与趋势预报技术,实现水体环境质量监控信息的自动化处理。比如,利用自适应神经网络,可以在线调节模型权重及参数,使其可以对水质的分析效果进行实时、精确的监控。另外,在系统的运行中引入了故障容忍、故障探测等技术,能够对出现的数据出现问题做出提示,并对其进行修正。该系统能够在确保监测精度的前提下,降低人为因素,实现监测的自动化、智能化。

4 改进型自适应学习算法的设计与优化

4.1 算法模型的建立与结构设计

提出了一种基于模糊神经网络的自适应学习方法,并对其进行了改进。针对多维数据的高效处理问题,本项目拟以深度学习为基础,通过引入自适应机制,实现对多维数据的高效处理。传统的深度学习方法依靠固定的参数进行预测与分类,无法适应数据分布的多样性。在此基础上,本项目提出了一种基于神经网络的自适应学习方法,该方法可以在新的数据到来时及时修正模型参数,使其具有较强的适应性与最优性。本项目拟构建一种多层感知器(MLP)网络,并通过自适应调节机制对其进行优化。研究内容包括:通过对样本输入的实时监测,对学习速率、权值衰减等超参量进行动态调整,以解决传统学习方法存在的“过学习”和“欠学习”问题。

4.2 算法优化策略与自适应机制

实时性是水质监测中的一个重要环节。在实际应用中,传统的静态学习方法很难有效地适应新的数据特点。在此基础上,本项目提出了一种新的自适应学习方法,即在模型中引入一种基于反馈的自适应机制,使其能够在不改变的情况下,对其进行动态调整。该机制的主要思路是利用增量式的学习方式,把每一次输入的新数据视为一次对模型进行优化。具体地,本项目提出一种基于误差反馈的自适应调节机制,通过对预测结果进行实时监测,以调节网络的学习速率和循环时间,以克服传统算法由于参数固定所带来的性能下降或不稳定等问题。在此基础上,本项目提出一种动态权值调节机制,通过评价各输入特性的重要程度,实现模型各层次权重的动态调节,提高模型对水环境要素变化的响应能力。

4.3 算法的数学推导与性能优化

在此基础上,建立了相应的数学模型,对改进后的自适应学

习算法进行了研究。将水质监测系统的目标设定为由一个特征向量 x 对输出数据 y 进行预测,这里 x 为多个水质参量, y 为对应的水质评价结果。我们构造的算法最优问题可由下列目标函数表达:

$$\min_{\theta} \sum_{i=1}^n \mathcal{L}(f_{\theta}(x_i), y_i) + \lambda \|\theta\|^2$$

其中, $(f_{\theta}(x_i), y_i)$ 为通过算法生成的预测值, L 为损失

函数, λ 为正则化参数, θ 为模型的可训练参数。在改进型自适应学习算法中,优化的关键是通过反馈调整参数 θ 来最小化损失函数。基于此,本项目提出一种基于自适应的学习速率调节策略,使其在每一次迭代过程中都能根据错误的大小以及数据的改变来调节学习速率,以保证其在复杂环境下的快速收敛。本项目拟利用 AdaGrad、RMSProp、Adam等自适应学习速率调节算法,实现对多个特征维的动态调节,提升多参数水质监测的性能。最后,对所提出的方法进行了实验研究,结果显示,与常规定标率方法相比,本项目所提出的方法不但可以有效地提高模型的预测精度,而且可以降低训练时间,尤其是在大型数据环境下,具有更高的计算效率和稳定性。

5 结束语

文中提出了一种新的AEM方法,该方法可用于各种静止型水质指标的检测,保证了检测的准确性和实时性。研究结果表明,与传统方法相比,新方法精度更高,响应速度更快,更稳定,更值得广泛应用。在今后的研究中,该方法将在环境监控方面得到广泛的推广,为水环境管理、水环境管理等方面的管理和决策提供更为有效、精准的技术支撑。

【参考文献】

- [1]李凤妹,黎潘.水产养殖溶解氧监测系统[J].现代农业科技,2025,(07):156-158+174.
- [2]赵欣,孙良志,姜蕾.供水系统水龄对供水水质的影响[J].净水技术,2025,44(3):27-34,59.
- [3]臧超,张书齐,左其亭.人水关系学的智慧计算体系构建及实证研究[J].资源科学,2025,47(03):445-455.
- [4]戴丽媛,张诚,田晓丹.研究基于化学需氧量的水资源生态环境监测模型[J].安全与环境学报,2025,25(4):1603-1608.
- [5]樊刘炎,宋金玲,林琢,等.基于决策树回归的水质参数反演模型[J].现代化农业,2025,(01):61-65.

作者简介:

鄢丝祥(2005--),男,汉族,云南玉溪人,专科在读,研究方向:电气自动化。