

Research on the construction of online monitoring and early warning platform for river water quality based on multi-source data fusion

Yunyi Xu

Ningbo Sanyou Environmental Protection Engineering Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315207, China

Abstract

With growing emphasis on environmental protection, river water quality monitoring has become an urgent task. This study aims to establish a multi-source data-integrated online monitoring and early warning platform for river water quality. By integrating Geographic Information Systems (GIS), remote sensing technologies, and water quality monitoring sensor data, the platform enables real-time monitoring and early warning of river water conditions. The research methodology includes data collection, selection and implementation of data fusion techniques, as well as design and development of the monitoring platform. Through application verification in the Yaojiang River Basin of Ningbo, the platform has proven effective in real-time updates of water quality parameters and rapid early warnings for pollution incidents. Research findings demonstrate that this monitoring and early warning system exhibits excellent responsiveness and accuracy in tracking river water quality changes, providing robust support for environmental authorities to formulate timely response strategies. The successful implementation of this study offers a practical technical solution and reference for water quality monitoring in other rivers.

Keywords

multi-source data fusion; river water quality monitoring; online early warning platform

多源数据融合的河流水质在线监测预警平台构建研究

徐赟懿

宁波三友环保工程有限公司, 中国 · 浙江 宁波 315207

摘 要

随着环境保护的重视,河流水质监控成为了紧迫的任务。本研究旨在构建一个多源数据融合的河流水质在线监测预警平台,通过集成地理信息系统(GIS)、遥感技术以及水质监测传感器数据,实现对河流水质的实时监测与预警。研究方法包括数据采集、数据融合技术的选择与实施,以及监测平台的设计与开发。通过在宁波姚江流域的应用验证,该平台能够有效地实现水质参数的实时更新和污染事件的快速预警。研究结果表明,该监测预警平台对河流水质变化有良好的响应性和准确性,对环境管理部门及时制定应对策略提供了有力支持。本研究的成功实践为其他河流的水质监测提供了可行的技术方案和实际参考。

关键词

多源数据融合; 河流水质监测; 在线预警平台

1 引言

全球环保意识提升,使河流水质监测愈发重要。水质关乎动植物生存、人类用水及健康。但工业化和城市化让河流水质变差,黄河等重要水系也常遭污染,破坏生态与经济发展。为此,研究团队研发了结合多种数据来源的河流水质在线监测和预警系统,利用先进设备实时观察、提前报警。该系统能助环境管理部门获准确数据,制定决策,提高水资源管理效率,降低污染危害。宁波姚江流域的使用证明其可

靠,可助力找到高效监测方法,推动全球水环境保护。

2 概念与技术框架

2.1 河流水质监测的重要性

河流水质监测对环境保护与可持续发展意义重大。河流是地表水资源主体,其水质关乎自然生态系统稳定、饮用水安全以及农业、工业经济活动。然而,人口增长、工业化加速和气候变化,使河流水体污染问题加剧。污染物过量排放、农业面源污染及城市雨水径流等,给河流生态系统带来严重隐性危害^[1]。水质监测能精准识别与管理污染源,为污染治理和决策提供可靠数据。在突发污染事件预警中,监测技术可降低生态破坏和公众健康风险。通过规范、即时监测,

【作者简介】徐赟懿(1981-),男,中国浙江宁波人,本科,高级工程师,从事生态环境自动监测技术研究。

能早采取措施防止水体恶化,凸显其重要性及紧迫性。

2.2 多源数据融合技术简介

多源数据融合技术是信息整合处理的关键手段,能将不同来源、类型的数据整合,全面准确描绘分析目标事物。在河流水质监测领域,其技术基础包含数据预处理、特征提取和模型构建等核心步骤。通过去噪、异常排查和关联分析,让数据形成有机联系。主要方法有统计模型、机器学习算法和深度学习网络等融合策略。该过程可弥补单一数据不足,提升数据时空分辨率和可信度,为实时监测预警系统提供技术支持,对分析水质趋势、追溯污染源、制定干预措施意义重大,为环境监测提供科学依据和技术保障^[2]。

2.3 在线预警平台的作用与需求

在线预警平台于河流水质监测中拥有重要作用,能达到河流水质参数的迅速采集与即时处理,借助针对突发性污染事件的迅捷预警,增强环境管理的应对能力。平台必须符合高频监测数据融合、异常检测与预警响应等多方面需求,为河流生态保护给予技术支持与科学依据。

3 数据采集与处理

3.1 地理信息系统 (GIS) 数据获取

GIS 数据在河流水质监测里有着不可替代的重要意义,它全面涵盖了地形、流域分布以及土地利用覆盖类型等丰富信息。这些信息是构建精准监测体系、深入了解河流生态环境的基础。获取 GIS 数据,可借助公开地理信息数据源和专业测绘采集两种主要方式。公开数据源能提供基础且广泛的数据,而专业测绘采集则可针对特定需求获取更精确、详细的数据。高分辨率遥感影像数据在 GIS 系统应用中发挥着关键作用,它能够高效收集河流及其周边的空间信息。通过专业的空间分析和制图处理,将复杂的信息转化为直观、准确的地理信息图,为平台提供坚实的基础地理信息支持。数据采集过程中,必须确保实时更新、准确完整。因为过时或不准确的数据会严重影响监测结果和决策的科学性。采集完成后,要运用专业软件对数据进行整理归纳与校正,消除数据中的误差和冲突。整合水质传感器和遥感数据后, GIS 数据能够精准锁定河流的空间特征,清晰呈现河流与周边环境的相互关系,为污染源分析提供有力的环境支撑,有力推动多源数据的深度整合,提升整个监测体系的效能^[3]。

3.2 遥感数据的应用与处理

遥感数据在河流水质监测预警中占据关键地位,它具有大范围、快速获取信息的优势,能够获取水中的多种参数并进行分析,及时监视和确认污染事件的发生。遥感数据的来源主要是多光谱和高分辨率卫星影像,这些影像蕴含着丰富的信息。通过分析特定波段的信息,可以提取出悬浮颗粒物、色素浓度以及有机物等关键数值,为水质评估提供重要依据。数据处理环节至关重要,包括辐射校正、大气影响校正、图像配准和信息增强等多个步骤。辐射校正能消除传感器本身产生的误差,大气影响校正可去除大气对数据的影

响,图像配准确保不同影像之间的准确对齐,信息增强则突出关键信息,提高数据的可读性。

3.3 水质监测传感器数据集成

水质监测传感器数据集是河流水质在线监测预警平台的核心组成部分,它直接反映了河流水体的实时状况。整个数据集成流程依赖多种传感器设备,这些设备能够收集河流水体的酸碱度、溶解氧含量、浑浊程度、温度等重要指标。不同指标从不同角度反映了水质的好坏,综合分析这些指标才能全面了解水质情况。收集到数据后,利用标准化的数据接口协议将数据进行整合,确保数据能够在不同系统和设备之间顺畅传输和共享。为确保数据准确可靠,在整合过程中需要进行滤波处理,去除噪声干扰;去除异常数值,避免个别错误数据影响整体结果;调整时间顺序,保证数据的时效性和连贯性。

4 数据融合策略

4.1 融合模型的选择

在合并不同来源的数据时,选择恰当的合并方式是确保数据融合质量的关键前提。针对河流水质监测这一特定领域所提出的明确需求,我们需要对基于规则、统计以及机器学习等常见的数据合并方法进行全面对比与分析。

河流水质监测工作要求数据能够实时更新,并且计算结果要高度精确。基于这样的特点,我们选用支持向量机(SVM)和随机森林模型作为主要的分析工具。支持向量机在处理高维数据以及数据量相对较少的情况时,展现出了出色的性能,能够有效挖掘数据中的潜在信息。而随机森林模型则具备强大的数据适应性,它可以处理多种类型的数据,并且能够很好地解决数据中存在的缺失值问题,这与水质数据复杂多变的特点高度契合。此外,为了及时发现数据中的异常情况,我们建议采用贝叶斯网络模型。该模型可以通过计算来判断污染指标出现异常的概率,为水质监测提供预警。同时,运用模型集成策略,将多种模型的优势进行整合,能够进一步提升预测的能力和稳定性,为河流水质监测预警平台的开发奠定坚实的基础。

4.2 融合技术的应用

数据融合技术作为多源数据融合的核心环节,直接关系到河流水质监测预警的准确性和可信度。借助基于深度学习的融合方法,我们可以将地理信息系统、遥感监测以及水质传感器所获取的数据进行全面整合和深入分析处理。在融合过程中,采用时间序列分析方法和贝叶斯网络模型,能够合理地调节不同数据来源的比重,协调它们在空间分布和时间顺序上的差异。通过对数据进行特征提取和匹配,可以有效降低数据之间的重叠程度,减少误差问题。融合后的数据将被录入决策支持系统,为水质评估和预警提供有力支持。

4.3 多源数据的同步与分析

实现多源数据的一致性研究,需要借助时间戳匹配和空间校准技术^[4]。通过这些技术,我们可以将地理信息系统

数据、遥感数据以及水质监测传感器数据进行整合加工与融合,使它们在时间和空间上达到统一。在数据处理过程中,使用依托大数据研究的算法,对数据的时空关联进行深入挖掘,准确检测出数据中的异常情况,并对未来的发展趋势进行预测。这些详尽的剖析能够为河流水质监测预警平台提供迅速且准确的支持,使平台能够及时掌握水质的动态变化,为水资源的管理和保护提供科学依据。

5 平台的开发与实施

5.1 架构设计

河流水质在线监测预警平台架构基于多源数据融合处理,采用分布式系统架构。平台分四层:数据采集层收集GIS、遥感及传感器数据并初步验证;数据处理融合层借助多源数据融合技术与深度学习模型,整合分析不同数据,提升预测准确性;数据存储层利用分布式数据库,保障数据安全、扩展性强,满足大规模数据存储需求;应用服务层以可视化展示多维数据,快速报警,支持多设备连接。各层通过服务接口交流,模块化与可扩展设计确保系统稳定,为功能拓展奠基。

5.2 功能实现

河流水质在线监测预警平台功能实现精细且全面。数据接入模块作为信息入口,高效收集并传递来自遥感、传感器、GIS等多源异构数据,确保各类数据无缝对接与协同处理,为后续分析筑牢根基。

数据存储与管理模块采用高性能数据库,具备强大的数据存储能力,可支持多种数据类型的快速更新与精准查询,保障数据的安全性与完整性。数据分析模块运用先进的整合算法,深度挖掘遥感、传感器和GIS数据价值,精准剖析水质变化特点与规律。预警功能依据科学设定的水质参数临界标准,结合智能分析模型,及时生成准确预警信息并迅速传递至管理终端。交互功能则打造了清晰直观的可视化界面,用户能便捷查看水质实时情况、历史记录及趋势分析,操作简单易懂、响应迅速,极大提升了用户体验,为河流水质科学管理与决策提供有力支持。

5.3 用户界面与交互

用户界面设计严格遵循简洁性与功能性并重的原则,旨在为用户打造一个直观、便捷且高效的操作环境。在数据

展示方面,采用丰富多样的可视化图表,如折线图清晰呈现水质参数随时间的变化趋势,柱状图对比不同区域或不同时段的水质状况,让用户能够迅速捕捉关键信息。交互功能的设计更是精益求精,支持实时数据查询,用户可随时获取任意时刻的水质数据,满足对水质动态的精准把控。图层切换功能方便用户根据不同需求,灵活查看各类地理信息与水质数据的叠加效果^[5]。深入分析水质与地理环境的关系。同时,预警信息能够以醒目的方式快速呈现,确保用户第一时间知晓潜在的水质风险。通过这些交互设计,极大提高了用户操作的便利性和直观性,使用户能够轻松驾驭复杂的水质监测数据,为水质管理和决策提供有力支持。

6 结语

本研究成功搭建起基于多源数据融合的河流水质在线监测预警平台,并在宁波姚江流域的实践中验证了其有效性。此平台融合地理信息系统(GIS)、遥感技术与水质监测传感器数据,显著提升了水质监测的实时性与精准度,强化了对突发水质污染事件的快速反应能力,能为环境管理部门决策提供有力技术支撑。不过,研究仍有提升之处,当前数据融合算法在处理大规模异构数据时,效率和稳定性有待优化。未来,研究将着重优化算法,拓展平台功能与应用范围,纳入更多类型传感器数据,应用于其他重要河流,扩大监测网络覆盖面,提高预警精确性。同时,会关注实际操作中的可持续性与成本效益分析。该监测预警平台为相关领域研究与实践开辟了新路径、提供了新方法,期待能为全球水资源管理持续贡献支持与创新方案,助力水资源保护与合理利用。

参考文献

- [1] 肇毓.基于多源异构大数据融合技术的路网运行监测预警平台[J].中国交通信息化,2022,(06):96-99.
- [2] 李超凡,晏磊,代振飞,丁庆安,李俊凯,程旭东.基于鸿蒙OS的多源数据融合水质监测系统的设计[J].物联网技术,2022,12(09):13-16.
- [3] 袁洋洋.基于河流水质监测VR平台开发的研究[J].IT经理世界,2020,(01):88-88.
- [4] 王霄,张译,邵健,黄玲,胡娟.多源数据融合的滑坡监测预警评估[J].现代电子技术,2022,45(10):124-130.
- [5] 孙红燕,王少华,王芳.基于多源异构数据融合的在线监测方法[J].华东科技,2023,(01):85-87.