

水文水资源管理中应用人工智能技术的研究

张永飞

河北省张家口水文勘测研究中心

DOI:10.12238/hwr.v8i9.5727

[摘要] 随着全球气候变化和人口增长的加剧,水文水资源管理面临越来越严峻的挑战,水资源的合理利用和管理,已成为保障社会经济可持续发展的关键因素。传统水文水资源管理方法虽然在一定程度上解决了问题,但在应对复杂的水文变化和不确定性方面显得力不从心。近年来,人工智能技术的快速发展,为水文水资源管理提供了新的解决方案,尤其是机器学习和深度学习,通过其强大的数据处理和模式识别能力,有望提高水资源管理的精确性和效率。

[关键词] 人工智能技术; 水文水资源管理; 应用; 方法策略

中图分类号: TV213 文献标识码: A

Application of artificial intelligence in hydrology and water resources management

Yongfei Zhang

Zhangjiakou Hydrological Survey and Research Center of Hebei Province

[Abstract] with the aggravation of global climate change and population growth, the management of hydrology and water resources is facing more and more severe challenges, it has become the key factor to ensure the sustainable development of social economy. Although the traditional hydrology and water resources management method has solved the problem to a certain extent, it is unable to deal with the complicated hydrology changes and uncertainties. In recent years, the rapid development of artificial intelligence technology has provided new solutions for hydrology and water resources management, especially machine learning and deep learning, through its powerful data processing and pattern recognition capabilities, it is expected to improve the accuracy and efficiency of water resources management.

[Key words] artificial intelligence technology; hydrology and water resources management; application; Method and strategy

引言

人工智能技术在水文水资源管理中的应用日益广泛,主要体现在数据分析、预测建模、智能监测以及优化决策等方面。人工智能技术,特别是机器学习和深度学习,通过对大量水文数据的处理与分析,能够有效提高水资源预测的准确性和决策的科学性。人工智能技术能够实时监测水文变化,识别异常模式,并进行精准的预警。通过智能优化算法,人工智能还可以实现水资源的合理配置和优化利用。本文将详细探讨这些应用,分析其在实际操作中的优势与挑战,并提出进一步的研究方向。

1 人工智能技术在水文水资源管理中的应用重要性

1.1 提升数据处理能力与精准度

传统的水文数据分析方法往往依赖于人工统计和简单的模型,这在面对大量复杂数据时显得力不从心。人工智能技术,特别是机器学习和深度学习,具有强大的数据处理能力和模式识别能力,能够从大规模和高维度的数据中提取有用信息。

通过应用人工智能技术,可以对水文数据进行深入分析,识别出潜在的规律和趋势,提高数据的准确性和处理效率。例如,深度学习中的卷积神经网络能够有效处理空间数据,从卫星遥感图像中提取水体变化信息,而递归神经网络可处理时间序列数据,捕捉水文变化的动态特征。这种数据处理能力的提升,不仅有助于提高水文预报的准确性,还能为科学决策提供更可靠的依据^[1]。

1.2 强化预测与预警系统的准确性

水文预报和预警系统是防范和应对水灾害的重要工具,预报系统通常依赖于物理模型和统计方法,这些方法在面对复杂气象条件和不确定因素时,会出现预测偏差。人工智能技术可建立基于大数据的预测模型,提高预报的准确性和及时性。长短期记忆网络和其他深度学习算法能够处理历史水文数据和实时气象数据,提供高精度的水位和流量预测^[2]。此外,人工智能技术还可以实时监测水文变化,自动识别异常模式并发出预警,这种

智能预警系统能够在极端天气事件发生前及时发出警报,帮助决策者和公众提前采取防范措施,减少潜在的损失和风险。

1.3 优化资源管理与决策制定

在水文水资源管理中,资源的合理配置和优化利用是关键任务,日常的管理方法往往基于经验和简单的优化模型,难以在复杂的条件下做出最优决策。人工智能技术应用先进的优化算法和模拟技术,能够帮助制定科学合理的管理策略。其中,遗传算法和粒子群优化算法可以在考虑多种约束条件下寻找水资源配置的最优解,这些算法能够处理大量的变量和复杂的约束条件,实现对水资源的高效分配和利用。

1.4 提高监测与维护的效率

一般来说,以往的监测方法大多数情况下是依赖于人工巡检和定期检测,这不仅费时费力,而且还会存在信息滞后的问题。人工智能技术通过集成传感器网络和实时数据流,能够实现对水文状态的全天候监测。在此过程中,人工智能技术可以与遥感技术结合,实时分析卫星图像和传感器数据,检测水体变化、污染源和设施状态。借助数据挖掘和模式识别,人工智能系统能够自动发现潜在问题并及时发出警报,这种智能监测和维护系统能够提高工作效率,减少人为错误,同时实现对水资源和设施的全面、实时监控。

2 当前水文水资源管理存在的问题

2.1 数据采集与监测不足

水文水资源管理的基础是准确的数据采集和实时监测,但是现阶段,绝大部分的地区,特别是偏远还有欠发达地区的数据采集、监测工作依旧出现了严重的问题。以往的水文监测系统更多的是依赖于人工巡检以及固定测站方法,不仅无法实现全面覆盖,同时数据更新也十分滞后。大多数地区没有足够的水位、流量以及降水量的监测站点,使得数据不全面且时效性低下。不仅如此,当前监测设备和技术不能精准反映出水文变化,也并不符合变化迅速的水文环境需求,最终导致水资源管理难以准确评估水资源状况和预测未来趋势,直接影响水资源的科学配置以及管理决策。

2.2 预测模型的准确性和可靠性低下

水文预测模型是进行水资源管理工作必不可少的工具,但现阶段的预测模型不管是在准确性还是可靠性方面依旧出现了问题。以往的水文预测模型主要基于历史数据和物理过程,这些模型在处理复杂气候变化和极端天气事件时表现出明显的预测偏差。而且,一些现有模型对数据有着极大的依赖性,无法解决缺失数据以及不确定性因素。气候变化造成的各种极端天气事件使得预测难度大大提高,模型在应对复杂水文环境时会无能为力。因为预测准确性以及可靠性的低下,水资源管理部门无法给出正确决策,极大制约着水资源的利用和风险管理^[3]。

2.3 水资源分配不均与管理冲突

因为水资源在时间以及空间方面的不均衡分布,导致各个区域对于水资源无论是需求还是供应都出现了显著的差异性。大量水资源丰富的地区遭遇严重开发及浪费,而水资源匮乏的地

区则出现了供水不足的难题。这种不均衡的资源分配会有很大几率导致区域间的水资源争夺和管理冲突,危害着社会稳定。除此之外,各个部门和利益相关者在水资源管理中的目标和需求不一样,常常致使管理手段的最终落实效果大打折扣。如,农业、工业和城市用水间的需求冲突,让水资源的综合管理以及优化配置出现了极为严峻的挑战。

2.4 生态环境保护与水资源利用的矛盾

众所周知,水资源的开发和利用会给生态环境带来一定的影响,包括河流枯竭、湿地消失,还有生态系统退化等。不仅影响生物多样性和生态系统功能,还会对人类的生产生活带来不利影响。其中,大型水利工程建设以及过度的水资源抽取会引起生态平衡的破坏,影响水体的自净能力和水质。同时,水资源管理中对于环境保护的重视程度以及措施实施情况同样存在问题,无法真正平衡经济发展与生态保护之间的关系。这种矛盾的出现导致水资源管理面临双重压力,需要在满足人类需求的同时保护生态环境。

3 人工智能技术在水文水资源管理中的具体应用方法

3.1 数据分析与模式识别

人工智能技术通过现代化的算法和模型进一步提升了数据处理水平,机器学习尤其是在监督学习和无监督学习中的应用,使得从大量的水文数据中提取有用信息变得更加高效。支持向量机和随机森林等分类算法能够识别出水文数据里面包含的关键性特征,帮助分析水位、流量还有降水量的变化趋势。深度学习技术,如卷积神经网络,擅长处理图像数据,通过分析卫星遥感图像,能够精确检测出水体的变化、湿地变化以及河流流向等各种信息。递归神经网络,特别是长短期记忆网络,在处理时间序列数据时表现非常优秀,能够捕捉到长期的水文变化规律。以上技术的合理应用不仅增强了水文数据的分析精度,也带来了更为细致和准确的水文特征识别,为后期阶段的预测和决策工作带来了有利的数据基础。

3.2 预测建模与风险评估

从当前情况来看,人工智能技术在水文预测建模和风险评估方面起到了明显的作用。传统的水文预测模型依赖于物理公式以及统计手段,在面对各种各样的气候变化还有极端天气事件时,预测得不够准确。而人工智能技术,借助集成历史数据和实时数据,可以建立一个非常精确的预测模型。基于LSTM的模型可以处理长时间大跨度的水文数据,预测水位、流量还有降水量的变化趋势。结合气象、水文数据,人工智能模型还能够生成全面的水文预报,包括短期、长期的水文变化趋势。在风险评估环节,人工智能技术能够模拟多样化情景来评估水灾、干旱等一些极端事件的出现概率及其潜在的影响。建立完善的风险评估模型,人工智能可以识别高风险区域,同时对将会发生的洪水灾害展开预测评估,从而帮助决策者建立应急预案,事先采取防范方法,最大限度降低灾害带来的经济损失^[4]。

3.3 智能监测与实时预警

人工智能技术借助集成传感器网络、遥感技术和数据流,可以对水文状态展开实时监测,传感器网络能够有效采集水位、流量和水质数据,而人工智能技术则在深入分析这些数据之后,第一时间找到异常情况。例如,基于异常检测算法的人工智能系统可识别水位的异常变化、流量的突增等现象,然后马上发出预警。深度学习技术可以利用历史数据训练模型识别异常模式,并在数据中检测到这些模式时发出预警信息。这些系统可以最大限度增强整体的响应速度,使得管理部门采取相关手段解决突发水文事件,从而降低风险损失。

3.4 优化资源配置与决策支持

人工智能技术通过应用优化算法和模拟技术,帮助实现对水资源的科学配置。遗传算法、粒子群优化算法等优化工具可以在复杂的水资源配置问题中找到最优解,考虑水资源的需求、供应和环境约束,优化资源的分配和调度。此外,人工智能技术还可以通过建立决策支持系统,提供科学的决策建议。通过集成不同来源的数据,结合数据分析和模型预测,人工智能系统能够模拟不同的管理方案,评估其对水资源的影响。这种系统能够帮助决策者制定更加合理的管理策略,实现水资源的优化利用。例如,通过优化灌溉用水、城市用水和工业用水之间的配置,人工智能系统可以提高水资源的使用效率,减少浪费。

3.5 生态环境保护与管理策略

人工智能技术在生态环境保护方面的应用也日益重要,应用利用遥感技术和深度学习算法,人工智能可监测水体的水质变化、湿地的生态状况等,得到的监测数据还能够评估水资源利用对生态环境的影响,帮助建立行之有效的保护方法。人工智能技术还可以用于模拟不同的管理策略对生态环境的影响。建立生态系统模型,人工智能系统可以评估不同水资源利用方案对生态平衡的影响,从而为生态保护提供科学依据,这种应用有助于平衡水资源的利用和生态环境的保护,实现可持续的水资源管理^[5]。

3.6 洪水管理创新

在洪水预测方面,人工智能技术尤其是机器学习和深度学习模型,通过分析历史气象数据、地形地貌数据、水文数据等,能够学习到洪水发生的规律和特征,从而提高洪水预测的准确性和时效性。相较于传统的基于物理模型的预测方法,人工智能

模型在处理大数据和复杂非线性关系方面展现出了显著优势,能够更有效地识别潜在的洪水风险,为防洪决策提供科学依据。在洪水监测和预警系统中,人工智能技术的集成使得系统能够实时收集和分析来自水位站、雨量站和遥感卫星等多源数据,快速识别洪水发展趋势和潜在影响范围。结合先进的数据分析技术,如时间序列分析、图像识别等,人工智能系统能够自动触发预警信号,及时通知相关部门和公众采取应对措施,大大减少了人为判断的延迟和误差。在洪水风险管理方面,人工智能技术能够协助决策者进行综合风险评估,通过对不同洪水情景下的潜在影响进行模拟和分析,识别高风险区域和关键基础设施,从而制定更为有效的防洪措施和应急预案。

4 结语

综上所述,从各方面来看,人工智能技术通过现代化的算法和处理能力,给水资源管理带来了新的解决方法。但是该技术在具体应用中依旧出现了非常多的不足和漏洞。在未来的发展下,相关部门要大力探讨人工智能技术在水文水资源管理中的应用,增强其在操作期间的实用性,为处理日益复杂的水资源管理问题带来有力支持。

[参考文献]

- [1]孙亮,王瑞国,袁瑞.人工智能技术在智慧水利中的应用与展望[J].中国水利,2024(03):44-51.
- [2]葛燕平.基于人工智能的地质勘探数据挖掘与分析[J].新疆钢铁,2023(04):55-57.
- [3]陈鸿俊.人工智能技术在水利管理中的应用[J].中国高新科技,2023(13):63-65.
- [4]王莉芳.基于误差修正和人工智能耦合的径流模拟研究[D].华北水利水电大学,2023.
- [5]吕哲敏.数字孪生流域建设推动水文模拟新发展[C]//河海大学,武汉大学,长江水利委员会网络与信息中心,湖北省水利水电科学研究院.2023(第十一届)中国水利信息化技术论坛论文集.[出版者不详],2023:9.

作者简介:

张永飞(1994--),男,汉族,河北张家口人,本科,助理工程师,研究方向:水文水资源。