

水利工程应用人工智能现状与发展趋势分析

黄春雷

(上海市城市建设档案馆,上海市 200336)

摘要:近年来,人工智能技术已快速渗透至各个领域。以水利工程为例,经探讨与分析,得知人工智能在水利工程领域不仅发挥了语音控制、文字识别、图像辨析、物体识别、阈值预警和控制调节等功能性作用,而且与能与大数据、云计算、物联网等结合,构建形成水利工程管理智慧系统。此外,人工智能未来将持续与大数据、云计算、遗传算法等深度融合,不断提升其应用的时效性、准确性、有效性和智能化工作水平。

关键词:人工智能;水利工程;功能;系统;大数据;云计算;遗传算法

中图分类号: TV1;TP8

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)07-0159-03

0 引言

近年来,人工智能技术发展迅速,其能够模拟人的听觉、视觉、嗅觉或触觉等功能,逐步应用于各个领域。水利工程领域也不例外,该领域研究与工作人员借助人工智能的语音辨识、图像识别、行为感知等,不仅简化了水利工程领域中小流域水文预报、河湖管理、水利工程结构安全监测、灌区管理等不用场景的管理流程、降低了管理成本等,还保障水利工程高效率、高质量、安全运行。

然而,整体而言,目前水利工程领域引入与应用人工智能技术的深度较浅、覆盖范围较小。本文从人工智能的功能与系统性管理应用出发,梳理目前国内水利工程领域研究与应用情况,并对未来发展趋势做出简要分析,以期推动水利工程领域人工智能的技术发展。

1 水利工程应用人工智能现状分析

目前人工智能在水利工程领域的应用主要包括语音、文字、图像、物理识别、阈值报警等单一或多方面功能应用,还包括全方面、系统性、集成化的智能管理^[2-6]。

1.1 人工智能功能性应用

(1) 语音控制功能

随着各种形式交流日益增多,远程会议因其高

效、省时、经济等优点而越来越应用广泛、高频次化。许多水利工程管理与运行部门既可以借助智能录音笔、电子书、APP等,将会议记录以影音、文字的方式进行记录保存,还可以借助各类智能语音工具,同步接收国际同行业者发言并经快速智能处理后,记录并翻译发言内容。语音识别会议系统使会议更加富有成效,尤其对于远距离、跨国别、大规模的水利工程会议而言,人工智能语音识别功能的价值与意义更加突出。此外,在水利工程项目运行过程中,加入人工智能声音控制系统,如发出声音指令,达到控制相关设备、系统的启闭、调节等目的。渠村分洪闸^[7]应用由语音控制电路、LED电路、按键电路、电机驱动电路、电源电路等组成的语音控制技术,不仅实现首次实现闸门控制由按键控制到语音控制,而且极大提高工作效率,提升智能化水平。

(2) 文字识别功能

通过与各种传感装置联合,如与温度传感显示器、摄像头、压力传感显示器等结合,实施监测识别并记录河道、水闸、进出水口等重要水利设施水位、流量等数据文字,以及泵站、泵机等重要水利设备运行状态参数文字,确保全天候识别与记录各类数据文字。目前文字识别功能的应用场景为中小流域水文预报,通过研究人工智能水文预报模型,机器学习人工神经网络(ANN)、支持向量机(SVM)、决策树(DT)和随机森林(RF)等算法,以提高水文预报的预测精度以及确保预测结果的准确性和可靠性,如应用循环神经网络(GRU)算法,用于预报赣江流域外洲水文站洪水^[8]。

收稿日期:2023-11-12

作者简介:黄春雷(1976—),男,本科,工程师,从事房屋建筑、市政水利等工程管理、档案管理工作。

(3) 图像辨析功能

利用无人机、遥感卫星、摄像头、水质监测传感装置等识别工具,实时监测与比对分析水库、蓄水区、水源地、河湖等水域的水质、漂浮物、水土等变化情况。当如光谱分析发现水质有突变、遥感影像比对分析水岸线存剧变、水土流失、洪水等迹象时,水利工程管理人员及时向上反馈并采取紧急应对措施。随着 Faster R-CNN、YOLO、SSD 等^[9-10]基于计算机视觉的检测方法大量涌现,对于水面漂浮物表现出较好的识别效果和优势,比传统方法更高效、精准。

(4) 物体识别功能

应用人工智能管理人、船、物等在水域的活动范围与合法性。如应用无人机、遥感卫星等工具监管长江干流及相关湖泊、支流等禁止捕鱼区域,达到实时智能远程监管目的。又如,运用摄像头识别与监管大型船只避免其进入禁止通航水域;再如,在禁止游泳区域,用摄像头远程监控水库、河坝等区域人员安全。惠安县为提高马埭海堤工程综合管理水平和防汛安全保障能力,基于综合信息管理平台,深化水利人工智能视频监控应用与安防系统的深度融合^[11],初步建成水利基础信息感知体系,实现水资源、水生态、水环境、水安全、水工程的实时在线监视,形成全面覆盖海堤工程的视频监控网络。

(5) 阈值预警功能

与位移、温度、压力、湿度等传感装置结合,实时监测大体积水工构筑物(堤、坝、闸、站等)、大型水利机电设备、水库地质等结构性安全情况。当各传感装置实测数值接近或超过阈值时,智能系统会对数据进行分别,并向水利设施管理人员发出预警。与传统依赖人工或机械设备定期检查水利工程结构安全的模式相比,利用人工智能技术,有助于提高水利工程结构安全监测的水平和效率。以大坝安全监测为例,人工智能模型的出现为大坝安全监测提供了新思路,机器学习、神经网络等新的理论与方法逐渐被引入大坝安全监测分析中,并取得了良好的效果,如四川省凉山彝族自治州梯级水库,应用人工蜂群(ABC)算法^[12]和反向传播(BP)神经网络算法,不仅提高了拟合和预测能力,而且克服了局部最优问题的困扰。

(6) 控制调节功能

一方面,应用人工智能的控制技术收集、分析并分类各种数据资源,形成对数据的有效储存;另一方面,设计控制界面并构建人机系统,依据所储存数据资源,设定与实时调节水流、水压等,确保对水流、水

压等数据调节控制的精准性和可靠性。目前人工智能在水利工程领域的调节与控制功能主要用于灌区管理场景中:一方面,一些研究人员利用决策树算法(DT)、密集神经网络(DNN)、最小二乘支持向量机(LSSVM)、长短期记忆网络(LSTM)进行灌区需水预报,显著提高预测精度;另一方面,研究使用遗传算法、粒子群算法、蚁群算法等智能优化算法进行渠系优化配水,有效提高灌溉水利用率,减少配水过程中的水量损失。

1.2 人工智能系统性管理

只有将不同类型技术与人工智能融合,才能推动人工智能技术不断迭代升级,才能更大程度发挥人工智能的价值与作用。将人工智能与大数据、云计算、物联网等结合,构建水利工程“智慧管理网络”为基础,“智能平台”为核心,多种应用服务为载体的智慧水利框架。如目前在我国多个省份、多个河湖流域,构建若干个智慧管理平台,如洞庭湖智慧水利综合展示平台、“智慧太湖”平台、太湖云智慧治水大数据管理平台等。

(1) 构建智能网

在水利工程,如水库、河道、湖泊等水域的节点位置安装视频、压力、湿度、光纤等各种传感装置,用于实时远程监测降雨水、水位、水质、微气候等变化,构建水利工程传感监测支网,并将该支网接入由闸、泵站、泵机等各类设施构成的水利工程操作网络,实现监测与控制一体。此外,与视频会议系统、智能展示系统等并网,构建集监测、展示、管理与控制于一体的智能网络。目前在全国各个地方,已经构建形成成千上万个不同应用场景、不同覆盖范围、不同密度的智能网络。

(2) 并入平台且服务管理决策

将水利工程智能网络所有数据接入云平台,建立动态数据库。一方面,将数据分享给相关机构,如政府平台,为政府及相关方决策提供支撑;另一方面,逐步累积并打造自身数据资产,服务自身业务、支持自身管理与决策。如基于平台数据,借助人智能分析工具,可以做到:一方面,提前防范与化解旱灾、水患、泥石流滑坡等风险隐患;另一方面,提升决策层安全管理、科学决策与应急响应的时效性、精准性和合理性,为多行业、跨部门、多层级关联方提供智能高效便捷的管理与决策工具。近些年来,我国已初步形成由全国性、省(自治区、直辖市)级、地级市和区县等人民政府和水利主管部门建立的多级云平台,大

幅提升政府对水管理和治理的精准性、时效性。

(3)建立智能化公众服务体系

除了服务于后端管控、管理与决策外,人工智能水利工程系统还以手机移动、大屏显示、广播告知等方式,管理与引导水利工程范围内人、传播、车辆等,实时以移动信息、公众号信息等形式推送警报信息,提醒人、车辆安全、有序、舒适的享用水利工程或设施服务,如监测到水利工程涉及水域微天气将突降暴雨、刮大风时,预警人员或船舶提前采取防雨抗风措施;又如发现有人闯入水库禁止游泳区域时,以广播的形式提醒并劝离闯入人员。

2 水利工程应用人工智能发展趋势分析

未来,不论是人工智能,还是其他领域,必然是多种技术的融合与集成。在可预见的一段时间跨度内,人工智能在水利工程领域应用发展与进步离不开云计算、大数据、遗传算法等技术。

(1)与云计算的融合

转变计算模式,将“云-边-端”架构的计算重心放在“端部”,即在端部设备层上放置计算机并内置智能芯片、外置智能模块、加载智能算法等,大幅度提升“端”处理与分析能力,减少不必要信息来回传递占用大量宽带资源、提升信息处理效率。因此,计算模式的转变与创新,将有助于人工智能更加高效、快捷的表现人工智能的优势。如借助计算模式中的模拟算法,既可对水利工程相关区域内的水文数据进行分析,还能结合各种外部干扰因素影响,形成可确定仿真参数的仿真图,从而开展预测运算。

(2)与大数据的融合

人工智能扮演者承上启下作用,其将大数据技术所处理的巨量动态水利数据信息(包括降雨水、水资源、水舆情等)以及模拟分析得出的水变化规律和未来趋势,与各种数学模型进行关联,形成高效、动态管理机制,提升各级管理部门决策的时效性、科学性和有效性。

(3)与遗传算法的融合

人工智能有多种数学模型,然而大多数模型对应的计算方式和使用方法复杂、繁琐,而遗传算法能够优化数字模型,及时发现并解决问题。遗传算法是一种动态、可不断优化的算法,技术人员可根据所有

的经验及应用程序管理要求,改进遗传算法并建立健全数据库,以提高算法的准确性。就水利工程而言,使用人工智能遗传算法时,与地理条件结合,并利用地理信息中的空间问题来提升遗传算法处理空间数据技术工作水平。与此同时,使用遗传算法据水利工程实况选择监督方式,确保水利工程管理工作的时效性。

3 结语

人工智能不是单一技术,需要借助大数据、云计算、遗传算法等其他技术,才能凸显其功能性和系统性的应用优势。与此同时,随着科技不断发展与进步,如云计算覆盖内容越来越多、渠道越来越广,又去遗传算法不断迭代更新,将持续推动人工智能横向和纵向不断发展进步。

未来,随着人工智能计算能力的不断提升,数字孪生水利建设步伐加快,在中小流域水文预报、河湖管理、水利工程结构安全监测、灌区管理等不同场景下,人工智能将表现出更加显著的优势和潜力。

参考文献:

- [1] 许源,曹丽娟.人工智能在水利工程管理中的应用[J].海河水利,2020(6):49-50.
- [2] 罗捷.人工智能在水利工程管理中的应用的浅述[J].居舍,2019(2):133.
- [3] 汪庆发.人工智能在水利工程管理中的应用浅述[J].居舍,2020(11):128.
- [4] 焦阳.人工智能在水利工程管理中的应用的研究[J].城市建设理论研究,2019(1):176.
- [5] 王卫军.人工智能在水利工程管理中的应用探讨[J].建筑技术开发,2020,47(2):62-63.
- [6] 张哲.探究人工智能在水利工程管理中的应用[J].2021(4):130-131.
- [7] 秦瑞康,马慧.简述渠村分洪闸语音控制技术研究[J].科技新时代,2022(11):1-2.
- [8] 段生月,王长坤,张柳艳.基于正则化GRU模型的洪水预测[J].计算机系统应用,2019,28(5):196-201.
- [9] 雷李义.基于深度学习的水面漂浮物目标检测及分析[D].广西:广西大学,2019.
- [10] 徐宏伟,李然,张家旭.基于改进YOLOv7的湖面漂浮物目标检测算法[J].现代电子技术,2024,47(1):105-110.
- [11] 王宏晖.惠安县外走马埭海堤工程人工智能视频监测系统应用介绍[J].水利建设与管理,2021,41(2):72-76.
- [12] 李冬.梯级水库群调度的优化蜂群算法研究[D].湖北:华中科技大学,2024.