

基于5G与AI的生态环境监测网络平台探讨

徐爱兰, 耿建生

(江苏省南通环境监测中心, 江苏 南通 226006)

摘要: 分析了我国生态环境监测网络建设现状、存在问题与需求, 提出了基于5G与人工智能(AI)的“天地一体化”生态环境监测网络架构。该架构借助边缘计算、5G高速网络、AI视频检测识别和污染物浓度预测等关键技术, 使平台具备智能感知、实时监控和智能预测的能力, 为实现重要生态环境信息的全天候、智能化远程自动监测和预警提供了解决方案。

关键词: 5G技术; 人工智能; 传感器; 生态环境监测; 天地一体化

中图分类号: X830; TN929.5; TP18 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-2009(2021)03-0005-04

Discussion on Ecological Environment Monitoring Network Platform Based on 5G and AI

XU Ai-lan, GENG Jian-sheng

(Nantong Environmental Monitoring Centre of Jiangsu Province, Nantong, Jiangsu 226006, China)

Abstract: This paper analyzed the current situation, existing problems and demands of China's ecological environment monitoring network construction, and put forward the "space-ground integrated" ecological environment monitoring network architecture based on 5G and artificial intelligence (AI). By means of the key technologies of edge computing, 5G high-speed network, AI video detection and recognition, and pollutant concentration prediction, etc., this platform had the capabilities of intellisense, real-time monitoring and intelligent prediction. It provided a solution for the realization of all-weather, intelligent remote automatic monitoring and early warning research and judgment of important ecological environment information.

Key words: 5G technology; Artificial intelligence; Sensing element; Ecological environment monitoring; Space-ground integration

为了深入贯彻落实《中共中央 国务院关于全面加强生态环境保护 坚决打好污染防治攻坚战的意见》, 亟须全面提升生态环境监测监控能力, 更好地服务于生态文明建设。党中央、国务院高度重视生态环境监测工作, 习近平总书记强调: “保护生态环境首先要摸清家底、掌握动态, 要把建好用好生态环境监测网络这项基础工作做好。” 环境监测数据是客观评价环境质量状况、反映污染治理成效、实施环境管理与决策的基本依据, 只有确保监测数据“真、准、全”, 我国的生态文明建设才能行稳致远。面对污染防治新形势, 在“真、准、全”的基础上, “快”亦是大势所趋。

随着通信技术的飞速发展与人工智能(AI)的高速崛起, 5G技术与AI将改变现有的环境监测网

络格局, 使其更加快速、高效、智能。目前, 生态环境监测网络需要从均质化、规模化扩张向差异化、综合化、智能化布局转变, 全面整合已有的数据信息资源, 借助先进的5G技术与AI, 实现各级各类监测信息和数据资源的稳定互联与实时共享, 以及对环境要素和污染源的全面智能感知与实时监控, 建成大数据智能监测管理平台, 形成大数据综合分析研判能力。今在现有的“天地一体化”生态环境监测体系基础上, 探索建设基于5G与AI的生态环境监测网络平台。

收稿日期: 2020-08-25; 修订日期: 2021-02-25

基金项目: 南通市基础科学研究基金资助项目(JC2018081)

作者简介: 徐爱兰(1982—), 女, 江苏如东人, 高级工程师, 硕士, 主要从事环境监测与环境科研工作。

1 生态环境监测网络建设现状与需求

我国现有的生态环境监测网络还难以达到5G新基建的需求,主要存在以下问题:①仪器装备较落后,使用效率较低,大部分基层监测站配备的仪器仅能开展有限的常规污染因子监测;②数据共享与信息预测预报能力普遍较弱,难以掌握排污单位的污染物排放状况,无法实现对超排、偷排现象的精准打击;③数据整合应用度不高,难以通过对环境质量、污染源监管等数据的关联性分析,为管理决策提供科学支撑;④技术手段单一,智能化程度不高,缺乏数据的实时获取、共享、汇聚、融合、挖掘分析等综合手段^[1-3]。目前建设的低速物联网监测网络虽然具备功耗小、成本低、便于大规模布设等优点,但作为一般的传感器节点,缺乏边缘处理能力,只能传输低速率数据。环境监测是一项复杂工程,仅依赖数据信息难以做出实时准确的判断。与此同时,“非现场、不接触”的监测监控执法新模式也需要相应的技术手段支撑,以适应生态环境管理新形势的需求。

1.1 5G技术应用

5G具有传输速度快、低延迟的特点,与先进的信息技术相结合,可以通过远程操控、监控供应链及与外部系统通信等方式,大幅提升监测器和传感器的效率,实现对环境的实时监测与管理。根据生态环境监测业务数据类型和需求的不同,部分实时数据如自动站监测数据、企业工况数据等可以借助5G技术高密度采集、快速传输和处理;而污染源或自动站现场视频数据、无人机应急监测采集的航拍影像则可保存在本地,利用边缘处理技术,通过深度学习模型鉴别污染事件,并借助5G技术回传监测视频和数据,实现对污染的实时监控。

5G与物联网、区块链、大数据等技术联合^[4],不仅可以实现实时信息交互,传输监测数据、监测点位信息、污染位置图片,便于溯源,还可以提供共享数据,协助联防联控。2018年在上海举办的世界移动大会上,中国移动、芬兰赫尔辛基大学携相关企业共同演示了创新5G空气质量监测解决方案。遥感卫星^[5]、无人机、无人船及各种环境监测仪器逐步实现了智能联网,基于5G技术的“天地一体化”生态环境监测体系在全国范围内逐步构建。无人机作为其中一项重要技术,可以周期性地快速巡检整个监测区域内各种环境监测数据^[6-8]。在人员难以采集数据的区域如危险区域和水域,可

以发挥无人机机动灵活的特点,借助高空优势,通过视频采集图像;对于传感数据收集,可以在经过该区域时与地面传感器节点进行通信交互,该方案特别适用于布网困难的区域。然而,无人机巡航能力有限,活动范围受到限制,而且缺乏高速传输和智能机动的能力。此外,无人机巡航结束,回到目的站点才将所有数据传回监测网络数据分析平台,实时性较差。

1.2 AI技术应用

AI在现阶段生态环境监测工作中应用较少。在遥感领域,基于卫星遥感影像的深度学习、图像智能分类识别生态环境问题和景观类型已得到初步应用,还有少量基于深度学习的空气质量预报方面的研究。

目前,我国虽然已基本建成覆盖环境空气、地表水、酸雨、近岸海域、土壤、噪声和生态等要素的环境质量监测网,初步构建了陆海统筹、天地一体、上下协同、信息共享的生态环境监测网络体系,但尚未实现多环境要素间、多部门间业务数据的全面、有机、实时化耦合联动,未能满足环境监测数据“真、全、准、快”的实时监控和预警预报需求。在生态环境监测网络体系中注入AI的智能辅助分析,可以精准、灵活、全方位地提供大数据综合分析,提高对环境要素和污染源的智能感知、实时监控和智能预测能力,为科学管理决策提供技术支撑。

在5G普及的大环境下,环境监测器与传感器收集的数据将通过5G通信系统集成。AI对收集的数据进行深度学习训练预测,衍生出更加智能的环境质量预报预测模型,并通过5G将模型数据返回给各个终端,同步共享,提升污染溯源及针对性解决问题的质量与效率。未来,AI在大数据分析、智能预报、智能处理等方面的应用将是监测网络5G新基建基础上的一个突破。在生态环境质量监测溯源方面,通过AI监测监控海量数据,提升环境质量监测与污染源监控溯源的实时能力;在突发环境污染事件应急监控方面,设置边缘计算节点和数据分析模型,通过AI识别各类数据,快速发现环境问题线索,对出现的异常情况动态预警^[9-10],提升污染事件监管水平。此外,通过AI,既可以“非现场”查看企业实时监控情况和历史数据,也可以利用5G的高速传输性能,让现场人员与专家视频会商。因此,构建基于5G与AI的“天地一体化”生

态环境监测体系,逐步实现对重要生态环境信息的全天候、智能化远程自动监测是未来的发展趋势。

2 基于 5G 与 AI 的生态环境监测网络

2.1 网络平台搭建

目前较为先进的生态环境监测技术包括采用传统的传感器定时采集数据回传至中心服务器,利用无人机的机动性对监测区域进行周期性巡检,以及派遣无人机、无人船设备在空中和水域进行空气和水质采样,并且自动拍摄视频图像^[5],监测中心对获取的样品、监测数据和视频图像处理分析,得到监测结果。借助迅猛发展的信息与通信技术,今

提出基于 5G 与 AI 的生态环境监测网络架构(见图 1),由遥感卫星、无线传感器节点、无人机、无人船、NB - IoT/Lora、5G 高速网络与 AI 深度学习网络模型构成“天地一体化”生态环境监测体系。其中,遥感卫星获得监测区域的电磁波谱信号,使监测范围更广、更全;传感器节点采用边缘分布式计算,具备智能感知能力;2G、3G、4G、5G 及 NB - IoT 等多种异构网络融合,使信息数据传输更具鲁棒性和实时性;借助 AI 的辅助分析,使无人机和无人船的巡航能力更强,对污染物的监测更精准;通过深度学习模型训练预测污染物浓度变化趋势,为科学防控提供有力依据。

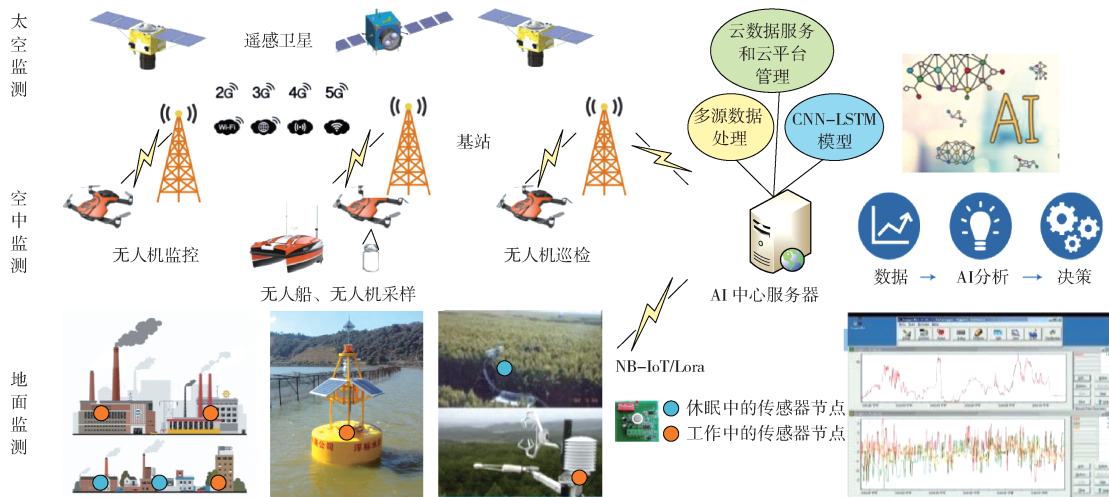


图 1 基于 5G 与 AI 的生态环境监测网络平台

Fig. 1 Ecological environment monitoring network platform based on 5G and AI

随着平安城市建设的不断深入,城市治安视频监控已经系统已经从单纯的城市治安防范技术手段向大型综合性视频图像信息系统转变,成为数字城市的重要载体。5G + AI 生态环境监测网络基于地面监控及对监控视频和图像进行 AI 处理分析,可以更加精准地发现各种污染排放和应急突发情况,及时预警,便于生态环境管理部门高效应对。当 5G 遇上 AI 技术,环保 AIoT 应运而生,为智能环保机器人的诞生提供了技术支持,由机器自动解决污染问题将成为现实。目前,雄安新区首次搭建了基于 5G 技术的“天地一体化”生态环境监测体系,在太湖蓝藻 5G 环境整治方案中也有无人机、NB - IoT 物联网等方面的应用实践。然而,AI 在生态环境监测方面的应用还有待于持续加强,后期建议在已

部署 5G 监控网络的试点场景,进一步开展 AI 辅助分析和处理方面的应用。

2.2 网络关键技术

建设基于 5G 与 AI 的“天地一体化”生态环境监测网络平台,需要解决以下关键技术。

(1) 传感器节点边缘分布式计算^[11]。除了采集和发送数据外,传感器节点还应具备边缘分布式计算能力,根据监测数据判断污染物浓度等级,当超过阈值时自主发送预警信息。对接各类环境监测站点或污染源企业,实现数据的去中心化分析,形成 TB/s 级的数据传输和运算能力,提高数据运算效率,提升监测监控的时效性。

(2) 5G 网络污染物视频监控^[12-13]。5G 网络包括低速 NB - IoT 网络和 5G 高速网络。利用 5G

高速网络将监测视频传送至网络平台中心,通过视频检测技术捕捉污染场景;利用NB-IoT网络将传感器采集的数据传送至网络平台中心,通过5G视频会商确定污染源。

(3) 基于AI的视频检测识别^[14]。利用AI辅助卫星遥感、无人机和无人船监测技术,如通过视频图像分析,利用AI检测识别污染物并快速追踪污染源;通过AI自动优化巡航路线,更加快速地寻找污染源,并通过5G网络回传捕捉的视频图像,交由监测网络平台进行二次分析处理。

(4) 基于AI的污染物浓度预测^[15]。监测网络平台通过AI的深度学习模型(如CNN-LSTM网络)和强化学习模型,对监测区域的历史污染物数据、气象数据和外部数据进行训练学习,多尺度预测未来1h、1d和1周的污染物浓度,为科学管理决策提供依据^[13]。

基于此,推进高覆盖、多维度、智能化的环境监测网络建设,搭建多路数据融合通信的智能化移动执法系统,以及集5G、遥感卫星、视频采集、数据传输、环保AIoT为一体的环境应急响应系统,让“天地一体化”生态环境监测网络平台更加全方位、高速化、智能化,具备更强的预警和判断能力。5G+AI生态环境监测网络将给现有的环境管理、监测、执法、监察、决策、应急等工作注入强大活力,获取的生态环境信息和预测预报预警成果将全面提升环境治理的智慧化水平。

3 结语

5G技术与AI快速发展,新形势下生态环境监测网络需要革新,两者相互结合是未来的重要发展方向之一。鉴于目前生态环境监测网络建设方面存在的问题与不足,提出了基于5G与AI的“天地一体化”生态环境监测网络架构。该架构借助边缘计算、5G高速网络、AI视频检测识别,以及AI污染物浓度深度学习和预测等关键技术,使平台具

备智能感知、实时监控和智能预测的能力,为实现重要生态环境信息的全天候、智能化远程自动监测和预警提供了解决方案。

[参考文献]

- [1] 张宏伟. 环境监测在大气污染治理中的作用及措施[J]. 生态环境与保护, 2020, 3(6): 52-53.
- [2] 董珉. 空气质量传感器在环境监测中的应用研究进展[J]. 生态环境与保护, 2020, 3(1): 15.
- [3] 丁越昌, 李攀, 林真友, 等. 基于物联网和大数据的水域天网监测系统[J]. 计算机系统应用, 2020, 29(1): 105-111.
- [4] 熊丽君, 袁明珠, 吴建强. 大数据技术在生态环境领域的应用综述[J]. 生态环境学报, 2019, 28(12): 2454-2463.
- [5] 孙中平, 申文明, 张文国, 等. 生态环境立体遥感监测大数据顶层设计研究[J]. 环境保护, 2020(22): 56-60.
- [6] 杨阳, 耿巍麟, 李天博, 等. 多功能水体环境监测水面无人艇的设计[J]. 航海工程, 2020, 49(1): 15-18.
- [7] 张晓旭, 王丹. 无人机监测在城市环境大气污染物扩散数值模拟中的应用[J]. 环境监测管理与技术, 2019, 31(2): 44-46.
- [8] 王汝清, 赵腾飞, 张力军, 等. 基于北斗的无人机空气质量监测系统[J]. 物联网技术, 2020, 10(2): 27-28.
- [9] 詹小波, 郭珍, 贺鹏. 工业园区水污染源精细化管控系统的应用[J]. 环境监测管理与技术, 2020, 32(2): 5-7.
- [10] 王秀丽, 邹滨, 李沈鑫, 等. 大气污染暴露风险防控预警服务平台设计与实现[J]. 环境监测管理与技术, 2020, 32(5): 9-13.
- [11] 虞湘宾, 王光英, 许方铖. 未来移动通信网络中移动边缘计算技术[J]. 南京航空航天大学学报, 2018, 50(5): 586-594.
- [12] 李树红. 基于NB-IoT与5G的智慧环境在线监控云系统设计[J]. 电子技术与软件工程, 2019(13): 3.
- [13] 胡焕明, 李中贤, 吴旦. 基于“5G+无人机无人船”的工业互联网数据采集平台方案研究[J]. 电信技术, 2019(8): 26-28.
- [14] 王婷婷, 刘环宇, 李君宝. 基于机载下视图像的深度学习目标检测系统[J]. 无线电工程, 2019(9): 11-19.
- [15] 朱晏民, 徐爱兰, 孙强. 基于深度学习的空气质量预报方法新进展[J]. 中国环境监测, 2020, 36(3): 10-18.

本栏目编辑 姚朝英

启 事

本刊已加入《中国学术期刊(光盘版)》、万方数据-数字化期刊群、重庆维普中文科技期刊数据库,凡被录用的稿件将同时在相关数据库产品中进行网络出版或提供信息服务,其作者著作权使用费与本刊稿酬一并支付。如作者不同意将文章编入数据库,请在来稿中注明,本刊将做适当处理。