

人工智能在交通工程质量安全 监测预警领域的研究

王光月, 王志远, 高远

(杭州市交通运输行政执法队, 浙江 杭州 310000)

摘要: 本文聚焦于我国“十四五”时期综合交通运输工程建设, 探讨如何运用人工智能(AI)、大数据等前沿技术构建在建交通工程质量安全监测与自动预警体系, 开启智慧巡检新模式。通过以预训练好的模型为骨干网络, 在试点施工现场数据集上进行迁移训练, 对参数进行微调, 从而得到最终的安全隐患识别模型, 阐述了该模式对提升交通工程施工安全管理水平、应对风险隐患的重要意义, 为推动交通工程领域数字化与智能化转型提供理论与实践参考。

关键词: 人工智能; 交通工程; 质量安全; 自动预警

中图分类号: U415.12 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2025) 05—0095—03

随着我国综合交通运输事业在“十四五”期间的蓬勃发展, 在建交通工程规模不断扩大, 其质量安全管理面临前所未有的挑战^[1]。交通建设工程的质量安全直接关系到公众出行安全和社会经济发展, 复杂的地质条件、大规模的施工操作以及多工种协同作业等因素, 使

得传统的质量安全监测与管理手段难以满足需求^[2], 例如, 在施工人员操作规范监督、机械设备运行状态监测、施工区域安全设施完整性检查等方面, 传统依靠人工巡查的方式存在巡查范围有限、发现问题滞后、数据记录不全面等问题。在此背景下, 通过充分了解当前施工质

4.3 建立科技项目管理系统, 实现科技项目全流程信息化管理和智能管控

研究三峡局科技项目管理需求, 以 PDCA 为基础, 建立满足与其他管理系统数据共享, 能实现全面系统管理、动态跟踪预警、便捷资料查询统计等功能的智能化的三峡局科技项目管理系统^[9]。

通过科技项目系统管理, 实现科技项目过程管理网上审批; 实现电子资料归档网上填报、上传和数据自动同步; 实现科技项目成果全面管理; 实现科技成果评价工作自动评分汇总; 实现科技项目经费全流程监控和管理, 项目完成之后能够自动生成相关报表, 并归集项目立项、预算、采购、报销、合同等全过程资料, 实现项目单独核算和跨处室、跨年度项目总成本精准控制。实现项目实施期间动态跟踪控制, 对项目管理费用、进度和质量等方面内容进行系统性管控^[10]。

5 结束语

随着信息技术的快速发展, 信息技术被广泛应用到各个领域, 科技管理信息化势在必行, 搭建功能全面、高效可靠的三峡通航科技管理信息系统, 必将有效提高科技管理工作效率, 提升研究质量和进度, 更快更好多出研究

成果, 为三峡通航高质量发展提供更加有力的技术支撑。

参考文献:

- [1] 胡志芳, 覃盼. 基于贝叶斯网络的三峡通航安全风险评估[J]. 水道港口, 2022, 43(04): 555-560.
- [2] 钱敏, 成建华. 科研项目管理软件系统及应用[J]. 水道港口, 2004, (S1): 134-136.
- [3] 文雯. 科技项目管理存在的问题及对策[J]. 黑龙江科学, 2021, 12(24): 156-158+162.
- [4] 卢滢. 信息化技术在企业科技管理体系中的应用[J]. 电子技术, 2022, 51(04): 124-126.
- [5] 史丹. 科技项目管理体系创新与应用实践探究[J]. 中关村, 2022, (09): 104-105.
- [6] 陈海燕, 李海丽, 李玲. 科技项目管理“赛马制”的实践与发展[J]. 科技智囊, 2022, (08): 60-67.
- [7] 王震林, 由淑敏, 胡端阳. 基于技术应用特点的科研项目管理模式探析[J]. 项目管理技术, 2022, 20(11): 54-58.
- [8] 杨莉. 科技项目管理存在的问题及对策研究[J]. 科技与创新, 2016, (10): 79.
- [9] 张瑶. 科技项目管理中知识管理系统研究[J]. 中国市场, 2022, (03): 93-94.
- [10] 王欣宇. 科技项目管理信息系统应用与创新[J]. 科技经济市场, 2019, (09): 107-108.

量安全管理领域的研究现状与应用实践,以大型线状建设工程项目如大跨度桥梁、公路、隧道等为研究对象,开展安全隐患知识库搭建、安全隐患在线识别和预警的课题研究,借助数字化、信息化、智能化手段,尤其是AI技术的引入,成为提升交通工程质量管理效能的关键路径^[3]。

1 安全隐患数据收集

1.1 传感器数据采集与本体资源库建立

在各施工场地广泛部署传感器,涵盖应力传感器、位移传感器、环境传感器等多种类型,对施工过程中的物理量变化、环境参数等进行实时采集。这些采集到的数据构成了安全隐患本体资源库的基础数据来源。例如,应力传感器可用于监测桥梁结构在施工过程中的受力情况,位移传感器可记录建筑物的沉降或位移数据,环境传感器能获取施工现场的温度、湿度、风速等信息,为判断施工条件是否适宜以及是否可能引发安全隐患提供依据。

1.2 基于公开数据库的预训练与迁移学习

利用公开的大数据库进行预训练深度训练学习和迁移学习。公开数据库中包含海量的与施工质量安全相关的图像、数据等信息,如不同类型安全隐患的图像样本、施工过程正常与异常状态的数据记录等。通过在公开数据上进行预训练,模型能够快速学习到一些通用的特征和模式。然后,针对本课题研究的特定线状建设工程项目特点,对模型参数进行微调,使模型能够更好地适应和识别本项目中的安全隐患。例如,对于识别施工人员安全帽佩戴情况的模型,先在包含大量人物图像且标注了安全帽佩戴信息的公开数据库上进行预训练,再根据本项目施工人员的着装特点、施工现场背景等进行参数调整,从而得到适用于本项目的安全隐患识别模型。

1.3 无人机拍摄数据补充

运用无人机设备,结合试点线状工程进度与特点,对工程现场进行全方位拍摄。无人机能够拍摄到施工人员的作业行为、机械设备的运行状态、安全设施的设置情况等。例如,在大型桥梁施工中,无人机可以拍摄到高处作业人员的安全带系挂情况、起重机吊运物料的过程以及施工现场周边的防护栏设置等。这些拍摄得到的图像数据为安全隐患识别模型提供了丰富的实际场景数据,有助于提高模型对真实施工环境中安全隐患的识别

能力。

1.4 固定摄像头视频素材采集

根据施工场地规划与分布特性,在集中场地或正在施工的重点区域布置固定摄像头。这些固定摄像头能够对重点施工区域的施工工序进行24小时不间断拍摄,获取连续的视频素材。例如,在混凝土浇筑现场,固定摄像头可以记录整个浇筑过程,包括混凝土的搅拌、运输、浇筑方式以及模板的支撑情况等。这些长时间、连续性的视频素材能够反映施工过程中的各种细节和变化,进一步充实安全隐患数据库,为深度学习模型提供充足的数据支持。

2 深度学习任务

2.1 目标识别阶段

2.1.1 人员防护识别

重点关注施工人员的个人防护装备佩戴情况,如安全帽、安全带等。模型通过对大量图像数据的学习,能够准确识别出施工人员是否正确佩戴了相应的防护装备。例如,在施工现场图像中,模型可以清晰地分辨出未戴安全帽的人员,并将其标注为安全隐患点。

2.1.2 危险区域与警示标志识别

对施工场地中的危险区域,如深基坑边缘、高处作业平台边缘、高压电区域等进行识别,同时对设置在这些区域周边的安全警示标志进行检测。模型学习后能够判断危险区域是否有防护措施,安全警示标志是否完整、清晰可见。例如,当危险区域的防护围栏缺失或安全警示标志被遮挡时,模型能够及时发出预警。

2.1.3 安全防护设施识别

识别施工现场的各类安全防护设施,如脚手架、防护网、临时支撑结构等的搭建是否符合规范要求。模型通过分析图像中防护设施的形状、结构、连接方式等特征,判断其是否存在安全隐患,如脚手架的立杆间距过大、防护网破损等情况。

2.2 目标跟踪阶段

2.2.1 模板、支架作业跟踪

在模板、支架搭设拆除作业过程中,模型不仅能够识别模板、支架的初始搭建状态是否符合要求,还能跟踪其在施工过程中的动态变化。例如,在混凝土浇筑过程中,模型可以监测模板是否出现变形、支架是否有位移等情况,及时发现因施工荷载变化导致的安全隐患。

2.2.2 起重吊装作业跟踪

对起重吊装作业进行全程跟踪，包括起重机的起吊点选择、吊索具的使用、吊运路径规划等环节，实时监测起重机的运行参数以及吊物的状态，例如，当起重机起吊重量超过额定值或吊物在吊运过程中靠近障碍物时，模型立即发出预警信号。

2.2.3 大型施工设备作业跟踪

针对大型施工设备如盾构机、摊铺机、压路机等作业过程进行跟踪监测。模型学习这些设备的正常运行模式和参数范围，通过传感器数据和图像数据的融合分析，判断设备是否存在故障隐患或操作违规情况。例如，盾构机在掘进过程中，模型可以根据刀盘的转速、扭矩、推进力等参数以及隧道内的地质情况图像，预测设备可能出现的故障，并提前预警。

2.3 场景理解阶段

2.3.1 预应力张拉和压浆作业理解

深入理解预应力张拉和压浆作业的工艺流程和质量安全要求。模型通过对大量该作业场景的图像和数据学习，能够识别张拉顺序是否正确、张拉力是否符合设计要求、压浆是否饱满等关键环节。例如，当张拉力不足或压浆过程中出现漏浆情况时，模型能够准确判断并发出预警，确保预应力结构的施工质量和安全。

2.3.2 深基坑和高边坡开挖与防（支）护理解

对深基坑和高边坡开挖与防（支）护作业进行全面理解和监测。根据地质勘察数据、施工方案以及现场图像和传感器数据，判断开挖过程中的边坡稳定性、支护结构的受力情况等。例如，当边坡出现滑坡迹象或支护结构变形过大时，模型能够及时预警，为采取加固措施争取时间。

3 模型验证

3.1 与试点工程合作

选择具有代表性的试点线状工程，将训练好的模型应用于该工程的施工现场。通过与试点工程的深度合作，获取施工现场的真实图像和视频流数据，为模型验证提供丰富的素材。例如，在某高速公路建设试点工程中，在各个施工标段安装了图像采集设备和传感器，将采集到的数据传输至模型进行分析。

3.2 指标综合评价

对模型的准确率、召回率和预测速度等指标进行综合评价。准确率反映模型正确识别安全隐患的比例，召回率表示模型能够检测出的实际安全隐患的比例，预测

速度则决定了模型能否及时发现安全隐患并发出预警。

例如，在对施工人员安全帽佩戴情况的识别中，如果模型识别出 100 个未戴安全帽的人员，其中 95 个确实未戴安全帽，那么准确率为 95%；如果实际有 105 个未戴安全帽的人员，模型检测出了 95 个，那么召回率约为 90.5%。通过对大量样本数据的分析计算这些指标，全面评估模型的性能。

3.3 在线隐患识别与验证

利用 AI 视觉算法通过监测图像或视频流将隐患问题进行初步筛分。在试点工程现场，模型实时接收图像或视频数据，对其中的安全隐患进行快速识别和初步分类。例如，将安全隐患分为人员安全隐患、设备安全隐患、施工工艺安全隐患等类别。然后，通过与现场实际检查结果进行对比，验证模型的准确性与识别实时性。如果模型能够在短时间内准确识别出各类安全隐患，并且与现场检查结果高度吻合，那么说明模型具有较高的可靠性和实用性，可以进一步推广应用到其他工程中。

4 结论与展望

通过本次课题研究，构建了一套较为完善的施工质量安全监测体系。从安全隐患数据收集到深度学习任务设定，再到模型验证，各个环节紧密相连，为实现从传统线下巡查到智能监管的转变奠定了坚实基础。然而，目前的研究仍存在一些局限性，如模型在复杂施工场景下的适应性有待进一步提高，不同类型安全隐患之间的关联分析还不够深入等。未来，将继续深入探索，不断优化模型算法，扩充安全隐患数据库，加强多源数据融合分析，提高模型对复杂施工环境和多种安全隐患综合判断的能力，推动 AI 技术在施工质量安全领域的更广泛、更深入应用，为交通建设工程的高质量、安全发展提供更有力的保障。

参考文献：

- [1] 何洪文, 孙逢春, 李梦林. 我国综合交通工程科技现状及未来发展 [J]. 中国工程科学, 2023, 25(06): 202-211.
- [2] 陈建平, 罗鹏, 张杭华, 等. 浅谈提高交通工程质量及安全管理水平的途径 [J]. 黑龙江科技信息, 2012, (12): 126.
- [3] 杨龙军. 大数据技术在交通工程质量安全监管中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2024, (15): 151-153.