

Application of Machine Learning in Civil Engineering Construction Safety Management

Wei Zhou

Baotou Housing Security Development Center, Baotou, Inner Mongolia, 014010, China

Abstract

With the rapid development of artificial intelligence technology, machine learning, as a powerful tool, is increasingly widely used in various fields. In civil engineering construction safety management, machine learning is gradually showing its great potential. This paper aims to discuss the application of machine learning in the construction safety management of civil engineering. By analyzing the existing problems and challenges in the current construction safety management, the paper mainly discusses the application of machine learning in the construction safety risk assessment, safety monitoring, construction plan optimization, construction safety training and other aspects, and analyzes its advantages and challenges. Through this study, we hope to provide theoretical support and practical reference for the intelligent development of civil engineering construction safety management, and promote the development of the industry to a safer, more efficient and intelligent direction.

Keywords

machine learning; civil engineering construction; safety management

机器学习在土木工程施工安全管理中的应用

周维

包头市住房保障事业发展中心, 中国·内蒙古 包头 014010

摘要

随着人工智能技术的迅猛发展, 机器学习作为一种强大的工具, 在各个领域的应用日益广泛。在土木工程施工安全管理中, 机器学习正逐步展现其巨大潜力。论文旨在探讨机器学习在土木工程施工安全管理中的应用, 通过分析当前施工安全管理中存在的问题和挑战, 主要探讨了机器学习在施工安全风险评估、安全监测、施工计划优化、施工安全培训等方面的应用, 并分析了其优势和面临的挑战。通过论文的研究, 希望能够为土木工程施工安全管理的智能化发展提供理论支持和实践参考, 推动行业向更加安全、高效、智能的方向发展。

关键词

机器学习; 土木工程施工; 安全管理

1 引言

近年来, 机器学习作为人工智能的重要分支, 通过让计算机从数据中自动学习规律, 并进行预测和决策, 为土木工程施工安全管理提供了新的解决方案。机器学习能够处理海量数据, 发现数据间的潜在关系, 从而实现对施工过程的全面监测和精准预警。同时, 通过不断优化算法和模型, 机器学习还能实现自我迭代和持续改进, 提高施工安全管理的智能化水平。

2 机器学习在提升施工安全管理中的作用

2.1 提升施工安全管理水平

机器学习算法能够分析历史安全数据、环境条件、工

人行为模式等多维度信息, 精准预测潜在的安全风险。通过模式识别技术, 系统能自动发现异常行为或环境状态, 及时发出预警, 使管理者能够迅速响应并采取措施, 有效预防事故的发生, 结合视频监控和传感器技术, 机器学习能够实现对施工现场的全天候、全方位智能监控。通过对监控画面的实时分析, 系统能自动识别违规操作、未佩戴安全装备等行为, 并自动记录、报告, 大大减轻了人工巡查的工作量, 提高了安全管理的效率和准确性^[1]。

2.2 降低事故风险

机器学习算法能够综合多种因素, 对施工现场的安全风险进行量化评估。通过构建风险评估模型, 系统能预测不同场景下的事故发生概率和可能造成的损失, 为管理者提供科学的决策依据, 有助于合理分配资源、优化安全措施。通过实时监测和预警系统, 机器学习能在事故发生前及时发现并干预, 从而有效预防事故的发生。同时, 在事故发生后,

【作者简介】周维(1976-), 男, 中国内蒙古包头人, 本科, 工程师, 从事房地产研究。

系统能迅速启动应急响应机制,提供紧急救援指导和资源调配建议,最大限度地减少事故损失。

2.3 提高施工效率

机器学习算法能够分析历史施工数据、资源配置情况等信息,为管理者提供最优的施工计划和调度方案。通过智能排程和资源调配,系统能确保施工活动的有序进行,减少等待时间和资源浪费,提高施工效率。随着技术的发展,机器学习在自动化和智能化施工方面的应用也越来越广泛。例如,通过机器视觉和机器人技术,系统能实现对建筑材料的精准识别、定位和搬运;通过深度学习算法,系统能优化施工设备的运行参数和路径规划,提高施工精度和效率。

3 土木工程施工安全管理存在的主要问题

3.1 施工人员的综合素质普遍偏低、安全意识淡薄

在当前中国土木工程行业中,一个显著的现象是,大量一线作业的操作人员由农民工构成。这些工作者往往仅接受了有限的培训或教育,这导致他们在安全防护意识及安全行为规范知识方面存在显著不足。这一现状对施工安全管理构成了重大挑战与阻碍。

具体而言,由于安全知识的匮乏,这些一线操作人员在施工过程中常常出现安全防护措施设置不充分的情况。例如,可能未能在必要位置设置防护网、警示标志等,从而增加了意外发生的风险。此外,许多工人在进入施工现场时未能按规定佩戴安全帽,这不仅违反了安全规范,也极大地威胁了他们的个人安全。同时,由于操作技能的不足,他们在现场作业时也常常难以达到安全规范的标准,进一步加剧了施工安全管理的难度^[2]。

3.2 管理人员整体素质不高,缺乏相关的专业水平

当前的管理体系存在显著的不足,具体体现在制度框架的完善性、执行与监督的效力,以及专业管理人才的配备等多个方面。首先,管理制度的缺失和不完善,使得管理活动缺乏明确的指导和规范,难以确保各项工作的有序进行。其次,在执行和监督环节,由于力度不足,导致制度形同虚设,无法有效约束和激励员工行为,进而影响了整体的管理效果。此外,缺乏具备专业知识和技能的管理人员,使得对现场的管理和监督难以达到预期的质量和标准,无法及时发现和解决问题。这不仅影响了工作效率,还可能对项目的顺利进行造成潜在的风险。最后,责任落实机制的缺失或不完善,使得在出现问题时,往往出现责任推诿、相互扯皮的现象,甚至找不到具体的责任人。这种情况不仅加剧了问题的复杂性和解决难度,还严重损害了团队的凝聚力和战斗力。

3.3 管理监督工具或者手段单一,效果不佳

当前的施工安全管理策略普遍侧重于岗前培训、制度构建及人工监管等环节,这些方法虽然聚焦于组织优化与方案探讨,然而,它们对人员(包括管理人员与施工人员)的专业素养与个人能力的依赖程度极高。这种高度依赖性不仅

导致大量人力与物力的投入,而且在实际施工中,安全管理效果却未能尽如人意,安全事故频发的问题依然严峻。随着科技的飞速发展,特别是物联网等新兴技术的普及,建筑施工行业正迈向信息化、自动化管理的崭新阶段,这亦是智慧工地建设的关键要素。论文旨在通过引入传感器技术、自动化控制、计算机信息技术以及机器学习算法,构建一个集人员、机械、施工进度于一体的综合管理体系。这一体系旨在实现管理效率的大幅提升,确保施工过程中的安全性,从而有效改善当前施工安全管理所面临的困境^[1]。

4 机器学习在土木工程施工安全管理中的应用

4.1 风险预测与评估

4.1.1 施工安全风险评估

在智慧工地的背景下,施工安全风险评估不仅仅局限于传统的经验判断,而是借助了机器学习这一强大工具,实现了对施工安全风险的深度挖掘与精准预测。具体来说,通过收集并分析海量的历史施工事故数据、设备运行状态记录、工人行为模式等多维度信息,机器学习算法能够自动发现潜在的风险模式与关联因素。例如,算法可能识别出在特定天气条件下(如高温、大风)与特定施工活动(如高空作业、重型设备操作)组合时,安全风险显著增加的规律。这种预测能力不仅提前了风险识别的窗口期,还使得工程师和管理人员能够根据预测结果,定制化地制定风险防控措施,如调整施工计划、增强安全防护、进行安全教育培训等,从而更加有效地预防施工安全事故的发生^[4]。

4.1.2 风险预测模型

通过建立基于机器学习的风险预测模型,可以实时监控施工现场的各项参数,如温度、湿度、振动等,及时发出预警信号,帮助管理者迅速响应,减少损失。

以某大型桥梁建设项目为例,项目团队引入了基于机器学习的风险预测模型,实现了对施工现场的全方位、实时监控。该模型集成了多种传感器数据,包括温度传感器、湿度计、振动监测仪等,能够实时捕捉施工现场的环境变化与设备运行状态。一旦模型检测到任何异常参数,如温度骤升可能导致的材料性能下降,或振动异常可能预示的设备故障,系统会立即触发预警机制,通过短信、邮件或现场警报器等多种方式,将预警信息即时传达给管理人员。管理人员接收到预警后,可以迅速启动应急预案,如暂停相关作业、组织抢修队伍、调整施工工艺等,以最快速度消除安全隐患,最大限度地减少损失。这种风险预测模型的实战应用,不仅提升了施工现场的安全管理水平,还有效保障了工程质量和进度。

4.2 实时监测与预警

在当今的数字化时代,建筑施工现场的安全管理面临着前所未有的挑战。为了确保施工人员的安全及工程的顺利进行,某大型建筑公司引入了一套先进的视频监控系

统,该系统不仅依赖于高清摄像技术的普及,更融合了机器视觉与图像处理技术的尖端成果,为施工现场的安全监管带来了革命性的变革。该视频监控系统覆盖了施工区域的每一个角落,通过智能分析算法,系统能够实时捕捉并分析视频画面中的每一个细节。不同于传统的监控手段,该系统不仅限于记录与回放,更重要的是它能自动识别出不安全行为,如未佩戴安全帽、跨越警戒线、高空作业未系安全带等,并立即向安全管理中心发出警报。

4.3 安全管理优化

基于历史数据和实时监测结果,机器学习可以智能地调整施工进度和施工质量,使得施工过程更加高效和可控。例如,当预测到某段时间内可能会出现安全风险时,系统可以自动调整施工计划,避免在此时段进行高风险作业。同时,通过机器学习算法对施工资源(如人力、物力、财力)进行智能配置和优化,以提高资源使用效率,降低施工成本。同时,这也有助于提高施工过程中的安全管理水平。

4.4 教育与培训

通过机器学习算法,我们能够深入挖掘历史施工安全事故数据、工人行为数据以及安全培训效果评估数据等多元信息,构建起一个精准、高效的安全教育模型。这一模型能够自动识别不同工种、不同经验水平的施工人员的安全知识短板与技能需求,从而为他们量身定制出个性化的安全教育方案。这种基于数据驱动的教育方案,不仅更具针对性和实效性,还能显著提升施工人员的学习兴趣与参与度,帮助他们更快、更全面地掌握安全知识和技能,为施工现场的安全生产筑起一道坚实的防线。

与此同时,虚拟实训系统的兴起,更是为施工安全教育带来了前所未有的创新体验。该系统巧妙地将机器学习、虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术融为一体,打造出一个高度沉浸式的安全技能培训平台。在这个虚拟世界里,施工人员可以不受时间、地点与物理限制地进行各种危险作业的模拟操作,如高空作业、电气作业、应急疏散等。通过反复练习与实时反馈,他们能够在无风险的环境中逐步掌握正确的安全操作流程与应对突发事件的技巧。这种培训方式不仅大大降低了传统培训中的安全风险与成本,还显著提高了培训效率与效果,为提升施工人员的安全意识与操作技能开辟了新的途径。

4.5 决策支持

4.5.1 智能决策系统

在当今的复杂施工环境中,传统的决策方法往往受限于人的经验和直觉,难以全面且精准地评估所有潜在因素。

而智能决策系统通过集成先进的机器学习算法,能够深入挖掘并处理海量的施工数据,包括但不限于气象数据、历史事故记录、现场监控视频、施工人员行为数据等。这些数据经过算法的分析与处理,不仅能够揭示出隐藏的施工安全风险模式,还能对未来可能的风险进行精准预测。生成的智能化决策支持报告,不仅包含了对当前施工安全的详细评估,还提供了针对不同风险的应对措施和建议,为管理者提供了强有力的科学依据,帮助他们做出更加科学、合理的决策,从而有效预防和控制施工事故的发生。

4.5.2 智能调度系统

在大型土木工程项目中,施工人员和机械设备的调度管理是一项极其复杂且关键的任务。传统的调度方式往往依赖于人工判断和经验,难以实现对资源的高效利用和精确控制。而智能调度系统则利用机器学习算法,通过对历史调度数据、施工计划、人员能力、设备状态等多维度信息的综合分析,实现了对施工人员和机械设备的自动优化调度。系统能够实时评估各项资源的可用性、效率及风险,确保施工任务能够按照预定的时间和质量要求顺利完成。同时,通过预测和识别潜在的施工瓶颈和冲突,系统还能提前进行预警和调整,有效降低了施工过程中的安全风险,提高了施工效率和质量。

5 结语

综上所述,在实践中,机器学习技术已经成功应用于多个土木工程施工项目中,并取得了显著成效。它不仅提升了施工现场的安全管理水平,还为工程师和管理人员提供了更加科学、高效的决策支持。然而,我们也应清醒地认识到,机器学习在土木工程施工安全管理中的应用还面临着一些挑战和限制,如数据质量和可靠性问题、算法本身的局限性等。因此,在未来的研究和应用中,我们需要结合专业知识和经验,综合考虑多方因素,不断完善和优化机器学习算法和技术手段。

参考文献

- [1] 梁超,杨飞,穆明辉.基于大数据和机器学习的建筑施工项目分析与管理系统[J].科学与财富,2024(8):82-84.
- [2] 杨有平.机器学习在铁路隧道施工风险预测中的应用探讨[J].甘肃科技,2024,40(7):77-81.
- [3] 任海博.基于人工智能的建设施工安全管理研究[J].房地产导刊,2024(13):88-89+92.
- [4] 张瑶瑶,边志强,刘莉.基于机器学习的智慧工地管理实践[J].智能建筑与智慧城市,2022(1):76-78.