

# 基于人工智能的工程现场实时监控与安全隐患智能识别系统研究

付 杰

国能准能集团有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘要:** 本论文聚焦工程建设领域,针对传统工程现场监控效率低、安全隐患识别不及时等问题,提出基于人工智能的工程现场实时监控与安全隐患智能识别系统解决方案。通过阐述深度学习、计算机视觉等人工智能技术在工程现场监控中的应用原理,构建涵盖数据采集、传输、处理及识别预警的系统架构,详细设计人员行为分析、设备状态监测、危险区域管控等功能模块。同时,结合实际工程案例验证系统的有效性,旨在为工程建设行业提供智能化、高效化的安全监控手段,降低安全事故发生概率,提升工程现场安全管理水平。

**关键词:** 人工智能; 工程现场; 实时监控; 安全隐患; 智能识别; 系统架构

## 1 引言

随着我国基础设施建设的快速发展,工程建设规模不断扩大,工程现场的安全管理难度日益增加。传统的工程现场监控主要依赖人工巡检和固定摄像头的视频监控,存在监控范围有限、安全隐患识别滞后、人力成本高等问题。据相关统计,许多工程安全事故的发生,是由于未能及时发现和处理安全隐患导致的。而人工智能技术的快速发展,为工程现场监控与安全管理带来了新的机遇。基于人工智能的工程现场实时监控与安全智能识别系统,能够利用计算机视觉、深度学习等技术,自动识别工程现场的安全隐患,实现实时预警和智能管控,有效提升工程现场的安全管理效率和水平,保障工程建设的顺利进行和人员生命财产安全。

## 2 人工智能技术在工程现场监控中的应用基础

### 2.1 深度学习技术

深度学习技术是人工智能领域中的一项核心先进技术,它通过构建复杂的多层神经网络模型,使得机器能够自动地从海量的数据中学习各种特征和模式。在工程现场的监控系统中,深度学习技术发挥着至关重要的作用,特别是在训练图像识别模型方面,例如卷积神经网络(CNN)。CNN模型能够对工程现场采集到的图像或视频数据进行自动化的特征提取,进而识别出人员、设备、材料等关键目标,并且能够判断这些目标是否存在安全隐患。例如,通过深度学习训练得到的CNN模型,可以有效地识别工人是否正确佩戴了安全帽、安全带等个人防护装备,以及施工设备是否运行正常,是否存在潜在的异常状态等。

### 2.2 计算机视觉技术

计算机视觉技术的目标是让计算机能够理解和解释图像或视频中的内容,从而实现对视觉世界的认知。在工程现场的应用中,计算机视觉技术通过使用摄像头和其他图像采集设备来获取图像和视频数据,然后对这些数据进行处理和深入分析。它能够实现多种功能,包括但不限于目标检测、目标跟踪、行为分析等。例如,通过目标检测技术的应用,可以实时地识别工程现场的人员、车辆、机械设备等关键目标;而行为分析技术则可以用来判断人员是否遵守了安全规定,比如是否按照规定的路线行走、是否进行了不安全的攀爬行为等。

### 2.3 物联网技术

物联网技术通过部署各种传感器和通信设备,实现了物体与物体之间、物体与人之间的信息交互和通信功能。在工程现场的管理中,物联网技术被广泛应用于部署各类传感器,如温湿度传感器、振动传感器、压力传感器等,这些传感器能够实时地采集工程现场的环境参数和设备运行参数等关键数据,并将这些数据通过无线或有线的方式传输至中央监控系统平台。这些实时采集的数据与视频图像数据相结合,为工程现场的安全隐患识别提供了更为全面和精确的信息支持,从而极大地提高了工程现场的安全管理水平。

## 3 基于人工智能的工程现场实时监控与安全智能识别系统架构

### 3.1 数据采集层

数据采集层构成了整个系统的基础架构,它主要承担着从工程现场采集各种类型数据的重任。这些数据类型包括但不限于视频数据、图像数据、环境数据以及设备运行数据等。为了捕捉现场的实时情况,视频和图像

数据通过高分辨率的摄像头进行采集,这些摄像头需要根据工程现场的具体环境和需求进行合理布局,以确保监控范围全面,没有遗漏的盲区。环境数据的采集则依赖于一系列传感器,如温湿度传感器、烟雾传感器、有害气体传感器等,它们能够实时监测现场的环境状况。设备运行数据的采集则通过振动传感器、电流传感器、电压传感器等专业设备来完成。这些传感器收集到的数据通过有线或无线通信方式,例如以太网、Wi-Fi、蓝牙或ZigBee等,传输至数据传输层,为后续的数据处理和数据分析提供原始资料。

### 3.2 数据传输层

数据传输层在系统中扮演着至关重要的角色,它的主要职责是确保数据采集层所采集到的数据能够快速且稳定地传输至数据处理层。针对视频和图像这类大数据量的数据,传输层会采用高速无线网络技术,如5G或Wi-Fi,以保证数据传输的速率和效率。而对于传感器采集的小数据量数据,传输层则会利用低功耗的无线网络技术,例如蓝牙或ZigBee,或者采用有线网络技术,以实现数据的稳定传输。为了保障数据在传输过程中的安全性和可靠性,传输层还需要对传输的数据进行加密处理,防止数据在传输过程中被非法截获或篡改。此外,建立数据传输的容错和重传机制也是传输层的重要任务之一,这有助于在发生传输错误或数据丢失时,能够及时进行恢复和重传,确保数据的完整性和准确性。

### 3.3 数据处理层

数据处理层构成了系统的核心部分,它主要负责对传输至系统的数据进行深入的处理和分析工作。对于视频和图像数据,该层利用先进的深度学习算法以及计算机视觉技术,执行目标检测、特征提取和行为分析等任务,从而能够识别出潜在的安全隐患;对于由传感器采集的数据,数据处理层则进行数据清洗、滤波和融合处理,以分析环境参数和设备运行状态是否处于正常范围。此外,数据处理层还承担着对识别出的安全隐患进行风险评估的职责,评估内容包括隐患的严重程度和危险等级,以便于后续采取相应的措施。

### 3.4 应用层

应用层作为系统与用户交互的界面,承担着实现系统功能的关键角色。它主要负责实时监控画面的展示、安全隐患的预警、历史数据的查询以及报表的生成等功能。用户可以通过多种终端设备,如电脑、手机等,登录系统平台,实时查看工程现场的监控画面。一旦系统检测到安全隐患,它会通过声光报警、短信通知、APP推送等多种方式,迅速地通知到相关的管理人员和工作人

员。同时,用户还可以查询历史监控数据和安全隐患记录,利用系统生成的各类统计报表,为工程现场的安全管理提供有力的决策支持和依据。

## 4 系统功能模块设计

### 4.1 人员行为分析模块

**安全防护装备检测:**利用深度学习算法对视频图像中的人员进行检测,识别人员是否正确佩戴安全帽、安全带、防护手套等安全防护装备。若检测到人员未按规定佩戴防护装备,系统立即发出预警,并记录相关信息。

**违规行为识别:**通过行为分析技术,识别人员是否存在违规操作行为,如在危险区域逗留、违规攀爬脚手架、酒后作业等。一旦发现违规行为,系统及时预警,并通知现场管理人员进行处理。

**人员定位与轨迹跟踪:**结合物联网技术和计算机视觉技术,实现对工程现场人员的实时定位和轨迹跟踪。通过分析人员的行动轨迹,判断人员是否按照规定的路线和区域活动,防止人员误入危险区域。

### 4.2 设备状态监测模块

**设备运行参数监测:**通过传感器实时采集施工设备的运行参数,如温度、振动、电流、电压等。利用数据分析算法对这些参数进行处理和分析,判断设备是否处于正常运行状态。当设备运行参数出现异常时,系统及时发出预警,并提示可能出现的故障原因。

**设备故障预测:**基于设备的历史运行数据和当前运行状态,利用机器学习算法建立设备故障预测模型。通过对模型的训练和优化,实现对设备故障的提前预测,以便管理人员及时安排设备维护和维修,减少设备故障对工程进度的影响。

**设备安全距离检测:**对于大型施工设备,如起重机、挖掘机等,利用计算机视觉技术检测设备之间以及设备与周边建筑物、人员之间的安全距离。当安全距离不足时,系统发出预警,防止设备碰撞事故的发生。

### 4.3 危险区域管控模块

**危险区域划定:**根据工程现场的实际情况,通过系统界面划定危险区域,如基坑周边、高处作业区域、临时用电区域等。系统对进入危险区域的人员和车辆进行实时监控和预警。

**入侵检测:**利用目标检测和跟踪技术,对危险区域进行实时监控。当检测到人员或车辆非法进入危险区域时,系统立即发出声光报警,并通知现场管理人员进行处理。

**危险区域环境监测:**在危险区域部署环境传感器,实时监测危险区域的温湿度、有害气体浓度、烟雾等环

境参数。当环境参数超过安全阈值时,系统及时发出预警,并采取相应的应急措施,如启动通风设备、疏散人员等。

#### 4.4 安全隐患预警与应急处置模块

**预警分级:**根据安全隐患的严重程度和危险等级,将预警分为一般预警、严重预警和紧急预警三个级别。不同级别的预警采用不同的声光报警方式和通知方式,以便相关人员能够快速了解安全隐患的严重程度,采取相应的应对措施。

**应急处置预案联动:**系统与工程现场的应急处置预案进行联动,当发生安全隐患时,系统根据隐患的类型和严重程度,自动启动相应的应急处置预案。例如,当检测到火灾隐患时,系统自动启动火灾应急预案,通知消防人员、疏散现场人员,并启动消防设备。

**应急处置记录与评估:**对应急处置过程进行全程记录,包括处置时间、处置人员、处置措施等信息。应急处置结束后,系统对处置效果进行评估,总结经验教训,为后续的安全管理提供参考。

## 5 系统实施与案例分析

### 5.1 系统实施流程

**需求分析与方案设计:**深入了解工程现场的安全管理需求,结合人工智能技术特点,设计系统的功能架构和技术方案。

**硬件设备部署:**根据系统设计方案,在工程现场部署摄像头、传感器等硬件设备,并进行网络布线和调试,确保硬件设备正常运行。

**软件系统开发与调试:**开发系统的软件平台,包括数据采集、处理、分析和应用等模块,并进行系统调试和优化,确保软件系统稳定可靠。

**系统集成与测试:**将硬件设备和软件系统进行集成,进行全面的系统测试,包括功能测试、性能测试、安全测试等,确保系统满足工程现场的安全管理需求。

**系统培训与运维:**对工程现场管理人员和操作人员进行系统培训,使其熟悉系统的操作和使用方法。同时,建立系统运维团队,定期对系统进行维护和升级,确保系统的正常运行。

### 5.2 案例分析

以某大型建筑工程为例,在该工程现场部署基于人工智能的工程现场实时监控与安全隐患智能识别系统。系统运行一段时间后,取得了显著的效果。在人员行为分析方面,成功识别并预警未佩戴安全帽行为50余次,违规攀爬行为20余次,有效减少了人员违规操作行为;在设备状态监测方面,提前预测设备故障10余次,避免了因设备故障导致的工程停工,节约了维修成本;在危险区域管控方面,及时发现并阻止人员非法进入危险区域30余次,保障了人员和设备的安全。通过该系统的应用,工程现场的安全事故发生率明显降低,安全管理效率和水平得到了大幅提升。

## 6 结论

基于人工智能技术的工程现场实时监控与安全隐患智能识别系统,巧妙地运用了深度学习和计算机视觉等前沿技术,成功实现了对工程现场的实时监控以及对潜在安全隐患的智能识别功能。这一系统为工程建设行业带来了一种高效且智能化的安全管理解决方案。通过精心设计的系统架构和功能模块,结合了多个实际工程案例的应用实践,充分证明了该系统的有效性和实用性。尽管如此,鉴于工程建设行业的持续发展和人工智能技术的不断演进,该系统仍然需要不断地进行优化和升级。例如,提高对安全隐患识别的准确率、增强系统的适应性和扩展性等,都是未来改进的方向。这些改进将有助于更好地满足工程现场安全管理的多样化需求,并进一步推动工程建设行业的智能化发展进程。

### 参考文献

- [1]秦永和,王鹏,曹江娜,等.人工智能技术在工程作业智能支持系统中的应用[J].钻采工艺,2025,48(01):70-77.
- [2]薛颖迪.人工智能技术在工程施工安全管理中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(04):53-55. DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202504018.
- [3]曹浚源,李硕,丁佳伟.人工智能技术在电力工程施工现场管控系统的应用[J].电工技术,2024,(S1):58-60. DOI:10.19768/j.cnki.dgjs.2024.25.021.