(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119558646 A
(43)申请公布日 2025.03.04

(21)申请号 202411590416.3

(22)申请日 2024.11.08

(71)申请人 保利长大工程有限公司
地址 510000 广东省广州市天河区广州大道中942号

(72)发明人 刘颖彦 万浩 刘冰 高畅 邱国锋 李震 夏兼 陈仁旺 郭有阳 梁皓 欧阳佳 陈坤木

(74)专利代理机构 广州金昶知识产权代理事务所(普通合伙) 441116
专利代理师 常柯阳

(51)Int.Cl.
G06Q 10/0635(2023.01)
G06Q 50/26(2024.01)
G06F 18/241(2023.01)
G06N 3/0442(2023.01)
G06N 3/0464(2023.01)
G06N 3/092(2023.01)

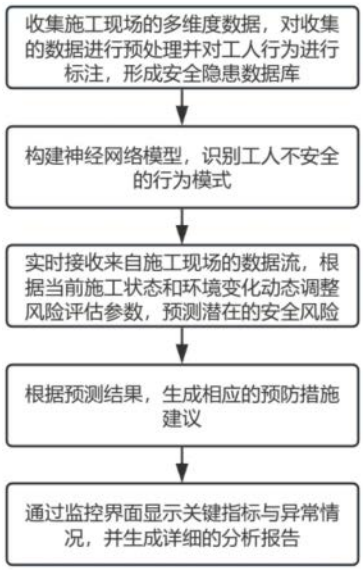
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

(54)发明名称

一种建筑施工安全风险评估方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种建筑施工安全风险评估方法及系统,涉及人工智能技术领域,包括,构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式;实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险;根据预测结果,生成相应的预防措施建议;通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告;本发明通过对施工现场安全风险的动态评估和及时响应,能够根据环境变化快速调整风险评估参数,预测潜在风险并提出预防措施建议,有效降低了安全事故的发生概率,提高了施工效率。



CN 119558646 A

1.一种建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:包括,

收集施工现场的多维度数据,对所述多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库;

通过构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式;

实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险,获得预测结果;

根据所述预测结果,生成相应的预防措施建议;

通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告。

2.如权利要求1所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:所述多维度数据包括工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据;

所述环境数据包括温度、湿度、粉尘浓度和噪音水平。

3.如权利要求2所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:对所述多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库包括以下步骤,

根据工人位置数据对工人位置变化的速度进行异常值检测,并对丢失的异常点使用时间插值法进行修复;

使用卡尔曼滤波器对视频监控数据中的骨骼点检测结果进行平滑处理;

使用四分位距法对环境数据和设备状态数据进行异常值去除;

使用最近邻时间对齐法对所有数据进行时间戳对齐与同步;

使用卷积神经网络结合姿态识别技术,从视频监控数据中提取工人的骨骼特征,分析工人的动作类型,生成标签;

根据视频监控数据和设备状态数据的综合分析,形成工人的标准化行为标签;

将标注后的工人行为和环境数据存入数据库,形成综合的安全隐患数据库。

4.如权利要求3所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:通过构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式包括以下步骤,

使用已经标注好的安全隐患数据库中的数据作为模型的训练数据;

使用卷积神经网络从标注的工人的动作类型中提取图像的空间特征;

使用长短时记忆网络从标注的工人的标准化行为中提取工人行为的时序特征;

将卷积神经网络与长短时记忆网络通过全连接层进行融合,训练神经网络模型,识别工人不安全的行为模式。

5.如权利要求4所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险包括以下步骤,

通过施工现场的传感器网络和视频监控系统,实时收集工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据;

根据施工现场的历史事故案例统计不同类型事故的发生频次,识别高风险的事故类型、分析事故在一天中的时间分布,识别高风险时间段、分析事故在施工现场的地点分布,识别高风险区域;

根据当前条件,分析当前环境数据、设备状态数据、工人位置数据和动作数据与事故发生的相关性;

根据分析结果,设置一个复合函数,预测潜在的安全风险,表达式为:

$$P(t)=\frac{\log\left(1+R(t)\right)+\sqrt{A(t)}+\exp\left(-E(t)\right)+\sin\left(M(t)\right)}{1+e^{-\lambda(V(t)-V_0)}};$$

其中,P(t)为在时间t的风险评分,R(t)为时间t的工人位置数据,A(t)为时间t的工人动作数据,E(t)为时间t的环境数据,M(t)为时间t的设备状态数据,V(t)为时间t的视频监控数据,λ为视频监控数据影响风险评分的调节因子,V_0为视频监控数据的基准值;

设置状态空间为工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据、视频监控数据、过去的事故记录、工人的历史行为数据、当前的任务类型和工作阶段;

设置动作空间为调整各因素的权重和视频监控数据影响风险评分的调节因子;

设置奖励函数为成功预测并避免了潜在的安全风险时给予的正奖励、未能及时预测导致安全事件发生时给予的负奖励和正常运行且没有安全事件发生时给予的中性奖励;

选择适用于离散动作空间和连续动作空间的深度强化学习算法,评估每个动作的好坏和通过策略梯度方法优化策略;

持续收集当前状态、选择的动作、获得的奖励和执行动作后的新状态的数据;

不断尝试不同的动作,根据奖励反馈调整策略;

根据当前状态,策略网络选择最优动作,调整风险评估参数;

使用调整后的风险评估参数重新计算风险评分。

6.如权利要求5所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:根据预测结果,生成相应的预防措施建议包括以下步骤,

根据计算得到的风险评分结果,将风险划分为低风险、中风险和高风险三个级别;

当处于低风险时,无需特殊干预,通过移动端应用,提醒工人注意安全,严格按照标准操作流程工作并实时进行风险评估,根据工人的年龄和经验,提供针对性的操作指导和安全培训资源;

当处于中风险时,系统通过语音提醒工人佩戴防护设备,根据工人的健康状况,提供个性化的防护建议;

当处于高风险时,系统自动发出警报,通知工地负责人暂停相关作业,要求安全管理人员检查现场,直至恢复安全状态,根据工人的具体情况,提供紧急应对措施。

7.如权利要求6所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告包括以下步骤,

基于HTML5 Web界面结合WebSocket实时数据推送技术构建监控界面;

在监控界面中展示工人的风险评分、工人的实时速度、骨骼位置点变化、环境数据和设备振动频率;

当采集的数据超出阈值时,系统实时发出异常警告,自动生成风险评分时间序列图;

将工人的历史风险评分、异常事件记录和预防措施建议生成详细分析报告。

8.一种建筑施工安全风险评估系统,基于权利要求1~7任一所述的建筑施工安全风险评估方法,其特征在于:包括,

数据采集与标注模块,收集施工现场的多维度数据,对所述多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库;

安全识别模块,通过构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式;

风险评估模块,实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险,获得预测结果;

风险预防建议模块,根据所述预测结果,生成相应的预防措施建议;

可视化模块,通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告。

9.一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其特征在于:所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求1~7任一所述的建筑施工安全风险评估方法的步骤。

10.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于:所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1~7任一所述的建筑施工安全风险评估方法的步骤。

一种建筑施工安全风险评估方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能技术领域,特别是一种建筑施工安全风险评估方法及系统。

背景技术

[0002] 近年来,建筑行业普遍采用物联网(IoT)技术和人工智能(AI)手段来提升施工安全管理水平。在物联网技术的支持下,各种传感器被广泛应用于监测施工环境。此外,基于机器学习的智能算法也被引入到施工现场,用于识别潜在的安全隐患,如未佩戴个人防护装备(PPE)的工人、设备故障以及不合规的操作行为等。尽管这些技术在一定程度上提高了施工安全性,但在实际应用过程中仍面临诸多挑战。

[0003] 虽然现有技术在一定程度上提高了施工安全性,但仍存在一些不足之处。首先,当前大多数智能安全监控系统仅能对环境参数进行简单的阈值判断,缺乏对复杂场景下多种因素综合考量的能力。其次,现有的系统在处理视频监控数据时,大多依赖于简单的图像处理技术,如运动检测等,无法精确识别工人是否佩戴了安全帽、反光背心等个人防护装备,也无法准确判断高空作业人员是否按规定佩戴了安全带。此外,当前的安全管理系统大多侧重于事后分析,即在事故发生后通过回溯性分析找出原因,而不是在事故发生前就进行有效的预防。这种被动式管理方式显然不利于从根本上降低事故率。因此,如何从现有的事后管理模式转向事前预防和事中控制成为了一个亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 鉴于上述现有存在的问题,提出了本发明。

[0005] 因此,本发明提供了一种建筑施工安全风险评估方法及系统解决现有建筑施工安全风险评估方法中数据处理不全面、风险评估不够精准及预防措施缺乏针对性的问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供了一种建筑施工安全风险评估方法,其包括,

[0008] 收集施工现场的多维度数据,对所述多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库;

[0009] 通过构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式;

[0010] 实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险,获得预测结果;

[0011] 根据所述预测结果,生成相应的预防措施建议;

[0012] 通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告。

[0013] 作为本发明所述建筑施工安全风险评估方法的一种优选方案,其中:所述多维度数据包括工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据;

[0014] 所述环境数据包括温度、湿度、粉尘浓度和噪音水平。

[0015] 作为本发明所述建筑施工安全风险评估方法的一种优选方案,其中:对所述多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库包括以下步骤,

[0016] 根据工人位置数据对工人位置变化的速度进行异常值检测,并对丢失的异常点使用时间插值法进行修复;

[0017] 使用卡尔曼滤波器对视频监控数据中的骨骼点检测结果进行平滑处理;

[0018] 使用四分位距法对环境数据和设备状态数据进行异常值去除;

[0019] 使用最近邻时间对齐法对所有数据进行时间戳对齐与同步;

[0020] 使用卷积神经网络结合姿态识别技术,从视频监控数据中提取工人的骨骼特征,分析工人的动作类型,生成标签;

[0021] 根据视频监控数据和设备状态数据的综合分析,形成工人的标准化行为标签;

[0022] 将标注后的工人行为和环境数据存入数据库,形成综合的安全隐患数据库。

[0023] 作为本发明所述建筑施工安全风险评估方法的一种优选方案,其中:构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式包括以下步骤,

[0024] 使用已经标注好的安全隐患数据库中的数据作为模型的训练数据;

[0025] 使用卷积神经网络从标注的工人的动作类型中提取图像的空间特征;

[0026] 使用长短时记忆网络从标注的工人的标准化行为中提取工人行为的时序特征;

[0027] 将卷积神经网络与长短时记忆网络通过全连接层进行融合,训练神经网络模型,识别工人不安全的行为模式。。

[0028] 作为本发明所述建筑施工安全风险评估方法的一种优选方案,其中:实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险包括以下步骤,

[0029] 通过施工现场的传感器网络和视频监控系统,实时收集工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据;

[0030] 根据施工现场的历史事故案例统计不同类型事故的发生频次,识别高风险的事故类型、分析事故在一天中的时间分布,识别高风险时间段、分析事故在施工现场的地点分布,识别高风险区域;

[0031] 根据当前条件,分析当前环境数据、设备状态数据、工人位置数据和动作数据与事故发生的相关性;

[0032] 根据分析结果,设置一个复合函数,预测潜在的安全风险,表达式为:

[0033] $$P(t)=\frac{\log\left(1+R(t)\right)+\sqrt{A(t)}+\exp\left(-E(t)\right)+\sin\left(M(t)\right)}{1+e^{-\lambda(V(t)-V_0)}};$$

[0034] 其中,P(t)为在时间t的风险评分,R(t)为时间t的工人位置数据,A(t)为时间t的工人动作数据,E(t)为时间t的环境数据,M(t)为时间t的设备状态数据,V(t)为时间t的视频监控数据,λ为视频监控数据影响风险评分的调节因子,V_0为视频监控数据的基准值;

[0035] 设置状态空间为工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据、视频监控数据、过去的事故记录、工人的历史行为数据、当前的任务类型和工作阶段;

[0036] 设置动作空间为调整各因素的权重和视频监控数据影响风险评分的调节因子;

[0037] 设置奖励函数为成功预测并避免了潜在的安全风险时给予的正奖励、未能及时预测导致安全事件发生时给予的负奖励和正常运行且没有安全事件发生时给予的中性奖励;

[0038] 选择适用于离散动作空间和连续动作空间的深度强化学习算法,评估每个动作的好坏和通过策略梯度方法优化策略;

[0039] 持续收集当前状态、选择的动作、获得的奖励和执行动作后的新状态的数据;

[0040] 不断尝试不同的动作,根据奖励反馈调整策略;

[0041] 根据当前状态,策略网络选择最优动作,调整风险评估参数;

[0042] 使用调整后的风险评估参数重新计算风险评分。

[0043] 作为本发明所述建筑施工安全风险评估方法的一种优选方案,其中:根据风险评估结果,生成相应的预防措施建议包括以下步骤,

[0044] 根据计算得到的风险评分结果,将风险划分为低风险、中风险和高风险三个级别;

[0045] 当处于低风险时,无需特殊干预,通过移动端应用,提醒工人注意安全,严格按照标准操作流程工作并实时进行风险评估,根据工人的年龄和经验,提供针对性的操作指导和安全培训资源;

[0046] 当处于中风险时,系统通过语音提醒工人佩戴防护设备,根据工人的健康状况,提供个性化的防护建议;

[0047] 当处于高风险时,系统自动发出警报,通知工地负责人暂停相关作业,要求安全管理人员检查现场,直至恢复安全状态,根据工人的具体情况,提供紧急应对措施。

[0048] 作为本发明所述建筑施工安全风险评估方法的一种优选方案,其中:通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告包括以下步骤,

[0049] 基于HTML5 Web界面结合WebSocket实时数据推送技术构建监控界面;

[0050] 在监控界面中展示工人的风险评分、工人的实时速度、骨骼位置点变化、环境数据和设备振动频率;

[0051] 当采集的数据超出阈值时,系统实时发出异常警告,自动生成风险评分时间序列图;

[0052] 将工人的历史风险评分、异常事件记录和预防措施建议生成详细的分析报告。

[0053] 第二方面,本发明提供了一种建筑施工安全风险评估系统,包括,

[0054] 数据采集与标注模块,收集施工现场的多维度数据,对所述多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库;

[0055] 安全识别模块,通过构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式;

[0056] 风险评估模块,实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险,获得预测结果;

[0057] 风险预防建议模块,根据所述预测结果,生成相应的预防措施建议;

[0058] 可视化模块,通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告。

[0059] 第三方面,本发明实施例提供了一种计算机设备,包括存储器和处理器,所述存储器存储有计算机程序,其中:所述计算机程序被处理器执行时实现如本发明第一方面所述的建筑施工安全风险评估方法的任一步骤。

[0060] 第四方面,本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其中:所述计算机程序被处理器执行时实现如本发明第一方面所述的建筑施工安全风险评估方法的任一步骤。

[0061] 本发明有益效果为:通过收集并预处理实时数据,确保了数据质量,为后续分析奠定了基础,进而提高了安全隐患识别的准确性。建立安全隐患数据库,记录未佩戴安全帽等不安全行为,便于智能模型的学习和识别,增强了系统的智能决策能力,提升了工人的安全

意识。构建神经网络模型识别不安全行为模式,并通过参数调优提高了模型的准确性和稳定性,减少了误报和漏报的情况。实现了对施工现场安全风险的动态评估和及时响应,能够根据环境变化快速调整风险评估参数,预测潜在风险并提出预防措施建议,有效降低了安全事故的发生概率,提高了施工效率。

附图说明

[0062] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0063] 图1为实施例1中建筑施工安全风险评估方法的流程图。

[0064] 图2为实施例1中风险评分划分图。

具体实施方式

[0065] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合说明书附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0066] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0067] 其次,此处所称的“一个实施例”或“实施例”是指可包含于本发明至少一个实现方式中的特定特征、结构或特性。在本说明书中不同地方出现的“在一个实施例中”并非均指同一个实施例,也不是单独的或选择性的与其他实施例互相排斥的实施例。

[0068] 实施例1,参照图1和图2,为本发明第一个实施例,该实施例提供了一种建筑施工安全风险评估方法,包括以下步骤:

[0069] S1、多维度数据包括工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据;环境数据包括温度、湿度、粉尘浓度和噪音水平。

[0070] 对多维度数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库包括以下步骤,

[0071] 根据工人位置数据对工人位置变化的速度进行异常值检测,并对丢失的异常点使用时间插值法进行修复;使用卡尔曼滤波器对视频监控数据中的骨骼点检测结果进行平滑处理;使用四分位距法对环境和设备数据进行异常值去除;

[0072] 使用最近邻时间对齐法对所有数据进行时间戳对齐与同步;使用卷积神经网络结合姿态识别技术,从视频监控数据中提取工人的骨骼特征,分析工人的动作类型,生成标签;根据视频监控数据和设备状态数据的综合分析,形成工人的标准化行为标签;将标注后的工人行为和环境数据存入数据库,形成综合的安全隐患数据库。

[0073] 更进一步地,使用卷积神经网络结合姿态识别技术的具体操作如下:

[0074] 在施工现场部署多个高清摄像头,覆盖主要的工作区域,录制工人在不同工作状态下的视频,包括正常工作、不安全行为等;使用视频标注工具标注每个工人的关键骨骼点(如头部、肩部、肘部、手部、腰部、膝盖、脚踝等),为每个标注的视频片段生成对应的动作标

签,如“正常行走”、“搬运重物”、“攀爬梯子”等;选择适合处理图像数据的CNN架构,输入为单帧或多帧视频图像,尺寸根据实际情况调整,例如224x224像素,使用多层卷积层提取图像的空间特征,通过池化层降维,减少计算量,将卷积层提取的特征映射到骨骼点的坐标;使用OpenPose(实时多人关键点检测系统)等开源姿态识别库,初步提取视频中工人的骨骼点,通过旋转、缩放、裁剪等方法对训练数据进行增强;使用CNN从视频帧中提取工人的骨骼点坐标;使用支持向量机(SVM)、随机森林(Random Forest)或深度学习分类器(如LSTM)对提取的特征进行分类,根据分类结果生成对应的动作标签,如“正常行走”、“搬运重物”、“攀爬梯子”等;结合视频监控数据、设备状态数据和环境数据,进行综合分析,判断工人的行为是否符合安全规范。例如,如果工人在高处作业但未佩戴安全带,则标记为“不安全行为”。

[0075] S2、构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式包括以下步骤,使用已经标注好的安全隐患数据库中的数据作为模型的训练数据;使用卷积神经网络从标注的工人的动作类型中提取图像的空间特征;使用长短时记忆网络从标注的工人的标准化行为中提取工人行为的时序特征;将卷积神经网络与长短时记忆网络通过全连接层进行融合,训练神经网络模型,识别工人不安全的行为模式。

[0076] 具体地,训练神经网络模型的操作为,使用交叉熵损失函数和Adam优化器,设置合适的批量大小和足够的训练轮数;使用一部分数据作为验证集,定期评估模型在验证集上的性能,防止过拟合;如果验证集上的性能在一定轮数内没有提升,提前停止训练;对训练数据进行旋转、缩放、裁剪等增强操作,增加模型的泛化能力;使用L2正则化(权重衰减)来防止过拟合,设置正则化参数;在训练过程中逐渐降低学习率,例如每10个epoch将学习率乘以0.1;定期保存训练过程中表现最好的模型。

[0077] S3、实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险包括以下步骤,

[0078] 通过施工现场的传感器网络和视频监控系统,实时收集工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据;

[0079] 根据施工现场的历史事故案例统计不同类型事故的发生频次,识别高风险的事故类型、分析事故在一天中的时间分布,识别高风险时间段、分析事故在施工现场的地点分布,识别高风险区域;

[0080] 根据当前条件,分析当前环境数据、设备状态数据、工人位置数据和动作数据与事故发生的相关性,例如,高温和高湿度可能增加中暑风险,高粉尘浓度可能增加呼吸系统疾病的风险,设备故障率高的情况下,事故发生的概率可能更高,频繁移动的工人可能更容易发生碰撞事故,不规范的操作可能导致设备故障;

[0081] 根据分析结果,设置一个复合函数,预测潜在的安全风险,表达式为:

[0082] $$P(t)=\frac{\log\left(1+R(t)\right)+\sqrt{A(t)}+\exp\left(-E(t)\right)+\sin\left(M(t)\right)}{1+e^{-\lambda(V(t)-V_0)}};$$

[0083] 其中,P(t)为在时间t的风险评分,R(t)为时间t的工人位置数据,A(t)为时间t的工人动作数据,E(t)为时间t的环境数据,M(t)为时间t的设备状态数据,V(t)为时间t的视频监控数据,λ为视频监控数据影响风险评分的调节因子,V_0为视频监控数据的基准值;

[0084] 设置状态空间为工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据、视频监控数据、过去的事故记录、工人的历史行为数据、当前的任务类型和工作阶段;

[0085] 设置动作空间为调整各因素的权重和视频监控数据影响风险评分的调节因子;

[0086] 设置奖励函数为成功预测并避免了潜在的安全风险时给予的正奖励、未能及时预测导致安全事件发生时给予的负奖励和正常运行且没有安全事件发生时给予的中性奖励;

[0087] 选择适用于离散动作空间和连续动作空间的深度强化学习算法,评估每个动作的好坏和通过策略梯度方法优化策略;

[0088] 持续收集当前状态、选择的动作、获得的奖励和执行动作后的新状态的数据;

[0089] 不断尝试不同的动作,根据奖励反馈调整策略;

[0090] 根据当前状态,策略网络选择最优动作,调整风险评估参数;

[0091] 使用调整后的风险评估参数重新计算风险评分。

[0092] 更进一步地,相关性分析包括高温和高湿度可能增加中暑风险,高粉尘浓度可能增加呼吸系统疾病的风险,设备故障率高表示事故发生的概率可能更高,频繁移动的工人可能更容易发生碰撞事故,不规范的操作可能导致设备故障。

[0093] 具体地,正奖励指的是成功预测并避免了潜在的安全风险时,奖励为+1,负奖励指的是未能及时预测导致安全事件发生时,奖励为-1,中性奖励指的是正常运行且没有安全事件发生时,奖励为0。

[0094] S4、根据风险评估结果,生成相应的预防措施建议包括以下步骤,

[0095] 根据计算得到的风险评分结果,将风险划分为低风险、中风险和高风险三个级别;当处于低风险时,无需特殊干预,通过移动端应用,提醒工人注意安全,严格按照标准操作流程工作并实时进行风险评估;当处于中风险时,系统通过语音提醒工人佩戴防护设备,如安全帽、安全带等,减少潜在危险,例如,若传感器检测到工人未佩戴安全设备,系统会自动发送提醒通知,通知施工现场的安全管理人员加强巡查并及时处理潜在隐患;当处于高风险时,系统自动发出警报,通知工地负责人暂停相关作业,要求安全管理人员检查现场,直至恢复安全状态。

[0096] 更进一步地,风险评分的具体划分如下:

[0097] 风险评分的值域为$0 \leq P(t) < +\infty$,

[0098] 当$P(t)=0$时,表示工人处于完全安全的状态,环境和设备都正常,工人的行为也没有风险;

[0099] 当$0 < P(t) < 0.5$时,表示工人处于低风险状态,无需采取额外安全措施,但应保持警惕;

[0100] 当$0.5 \leq P(t) < 1.0$时,表示工人处于中等风险状态,建议工人佩戴防护设备,并加强现场安全监控;

[0101] 当$P(t) \geq 1.0$时,表示工人处于高风险状态,需要立即发出警报,暂停施工并采取紧急预防措施。

[0102] S5、通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告包括以下步骤,

[0103] 基于HTML5 Web界面结合WebSocket实时数据推送技术构建监控界面;在监控界面中展示工人的风险评分、工人的实时速度、骨骼位置点变化、环境数据和设备振动频率;当采集的数据超出阈值时,系统实时发出异常警告,自动生成风险评分时间序列图;将工人的历史风险评分、异常事件记录和预防措施建议生成详细的分析报告。

[0104] 本实施例还提供一种建筑施工安全风险评估系统,包括:数据采集模块,收集施工现场的多维度数据;预处理模块,对收集的数据进行预处理并对工人行为进行标注,形成安全隐患数据库;安全识别模块,构建神经网络模型,识别工人不安全的行为模式;风险评估模块,实时接收来自施工现场的数据流,根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数,预测潜在的安全风险;风险预防建议模块,根据预测结果,生成相应的预防措施建议;可视化模块,通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告。

[0105] 本实施例还提供一种计算机设备,适用于建筑施工安全风险评估方法的情况,包括:存储器和处理器;存储器用于存储计算机可执行指令,处理器用于执行计算机可执行指令,实现如上述实施例提出的建筑施工安全风险评估方法。

[0106] 该计算机设备可以是终端,该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、通信接口、显示屏和输入装置。其中,该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的通信接口用于与外部的终端进行有线或无线方式的通信,无线方式可通过WIFI、运营商网络、NFC(近场通信)或其他技术实现。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏,该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层,也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板,还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

[0107] 本实施例还提供一种存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如上述实施例提出的实现建筑施工安全风险评估方法;存储介质可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现,如静态随机存取存储器(Static Random Access Memory,简称SRAM),电可擦除可编程只读存储器(Electrically Erasable Programmable Read—Only Memory,简称EEPROM),可擦除可编程只读存储器(Erasable Programmable Read Only Memory,简称EPROM),可编程只读存储器(Programmable Red—Only Memory,简称PROM),只读存储器(Read—Only Memory,简称ROM),磁存储器,快闪存储器,磁盘或光盘。

[0108] 综上,本发明通过:收集并预处理实时数据,确保了数据质量,为后续分析奠定了基础,进而提高了安全隐患识别的准确性。建立安全隐患数据库,记录未佩戴安全帽等不安全行为,便于智能模型的学习和识别,增强了系统的智能决策能力,提升了工人的安全意识。构建神经网络模型识别不安全行为模式,并通过参数调优提高了模型的准确性和稳定性,减少了误报和漏报的情况。实现了对施工现场安全风险的动态评估和及时响应,能够根据环境变化快速调整风险评估参数,预测潜在风险并提出预防措施建议,有效降低了安全事故的发生概率,提高了施工效率。

[0109] 实施例2,参照表1,为本发明第二个实施例,为进一步验证本发明的技术方案,给出了建筑施工安全风险评估方法的实验仿真数据。

[0110] 选取大型建筑工地作为试验场地。该工地正在进行高层住宅楼的建设,涉及大量高空作业、重型机械操作等高风险活动。本试验共进行了为期一个月的连续监测,期间收集了大量的多维度数据,包括但不限于工人位置数据、工人动作数据、环境数据、设备状态数据和视频监控数据。

[0111] 在试验开始前,首先对所有传感器和摄像头进行了校准,以确保数据收集的准确性和可靠性。对于环境数据,安装了多个温湿度计、粉尘浓度检测仪和噪音水平计,分布于工地的不同区域,以便更全面地反映现场环境状况。同时,在工人身上配备了带有GPS定位功能的安全帽和智能手环,用以实时追踪工人的位置和健康状态。此外,还设置了多个高清摄像头,用于捕捉工人的动作和周围环境的变化。

[0112] 数据收集过程中,采用了先进的数据预处理技术。具体而言,对于工人位置变化的速度进行了异常值检测,并利用时间插值法修复了少量丢失的异常点,保证了数据的连续性和完整性。接着,利用卡尔曼滤波器对视频监控数据中的骨骼点检测结果进行了平滑处理,提高了动作识别的精度。对于环境和设备数据,则设定了合理的上下限,有效去除了可能存在的异常值。所有收集到的数据通过最近邻时间对齐法进行了时间戳对齐与同步,确保了不同来源数据的一致性。

[0113] 接下来,使用了深度学习技术,特别是卷积神经网络结合姿态识别技术,从视频数据中提取了工人的骨骼特征,分析了工人的动作类型,并生成了相应的标签。随后,通过长短时记忆网络处理了工人的时间序列数据,结合设备状态数据和视频数据,标注了工人行为的时间序列动态变化。这些标注后的数据被整合进了一个综合的安全隐患数据库,为后续的风险评估提供了坚实的基础。

[0114] 根据计算得出的风险评分结果,将风险划分为低、中、高三级。对于不同级别的风险,采取了相应的预防措施建议。当处于低风险时,通过移动端应用提醒工人注意安全;中风险时,系统会通过语音提醒工人佩戴防护装备,并通知安全管理人员加强巡查;高风险时,则自动发出警报,通知工地负责人暂停相关作业,直到确认安全为止。同时,通过监控界面显示关键指标与异常情况,并生成详细的分析报告,为安全管理提供了有力支持。

[0115] 具体如下表1所示:

[0116] 表1实验数据记录表

[0117]

试验对象	现有技术风险评分	本发明风险评分	环境温度(° C)	环境湿度(%)	粉尘浓度(mg/m^3)	噪音水平(dB)
场景 1	0.65	0.42	32	75	1.2	85
场景 2	0.78	0.51	35	80	1.5	90
场景 3	0.55	0.38	28	70	1.0	80
场景 4	0.82	0.56	36	85	1.8	95
场景 5	0.69	0.45	31	73	1.3	88
场景 6	0.71	0.47	33	77	1.4	89

[0118] 通过对上述表格中的数据进行分析,可以明显看出采用本发明内容的方法在提高建筑施工安全风险评估的准确性和有效性方面具有显著的优势。在所有六个场景中,本发明方法的风险评分均低于现有技术的风险评分。例如,在场景1中,现有技术的风险评分为0.65,而本发明的风险评分为0.42;在场景4中,现有技术的风险评分为0.82,而本发明的风险评分为0.56。这表明本发明方法能够更准确地识别和评估施工中的潜在安全风险。

[0119] 表格中的环境温度、湿度、粉尘浓度和噪音水平数据反映了不同施工场景下的环

境条件,本发明方法通过动态调整风险评估参数,能够更好地适应环境变化。例如,在环境温度较高(如场景2和场景4)的情况下,本发明方法的风险评分依然保持较低水平,说明其对高温环境的适应性更强。

[0120] 通过计算工人工作强度和设备状态风险因子,本发明方法能够更全面地评估工人的工作状态和设备的运行状况。例如,在场景4中,尽管环境温度高达36℃,湿度为85%,粉尘浓度为1.8mg/m^3,噪音水平为95dB,本发明方法的风险评分仍然较低,说明其能够有效地综合考虑多种因素的影响。

[0121] 根据风险评估结果,本发明方法能够及时生成相应的预防措施建议。例如,在高风险情况下,系统会自动发出警报,通知工地负责人暂停相关作业,要求安全管理人员检查现场,直至恢复安全状态。这种及时的干预措施能够显著降低事故发生的风险。

[0122] 本发明内容不仅提高了风险评估的准确性,还增强了系统的响应速度和适应能力。通过实时接收来自施工现场的数据流,并动态调整风险评估参数,本方法能够迅速应对环境变化,及时发现并处理潜在的安全隐患,这对于保障工人生命安全、减少事故损失具有重要意义。

[0123] 应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

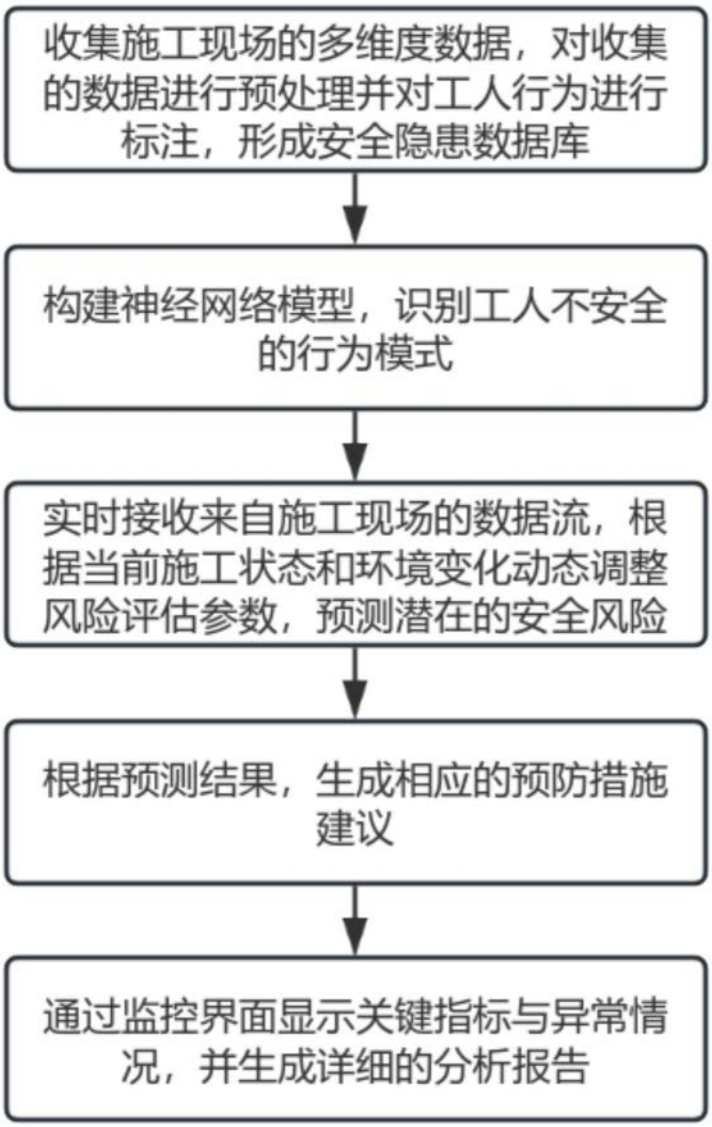

收集施工现场的多维度数据，对收集的数据进行预处理并对工人行为进行标注，形成安全隐患数据库
构建神经网络模型，识别工人不安全的行为模式
实时接收来自施工现场的数据流，根据当前施工状态和环境变化动态调整风险评估参数，预测潜在的安全风险
根据预测结果，生成相应的预防措施建议
通过监控界面显示关键指标与异常情况，并生成详细的分析报告

图1

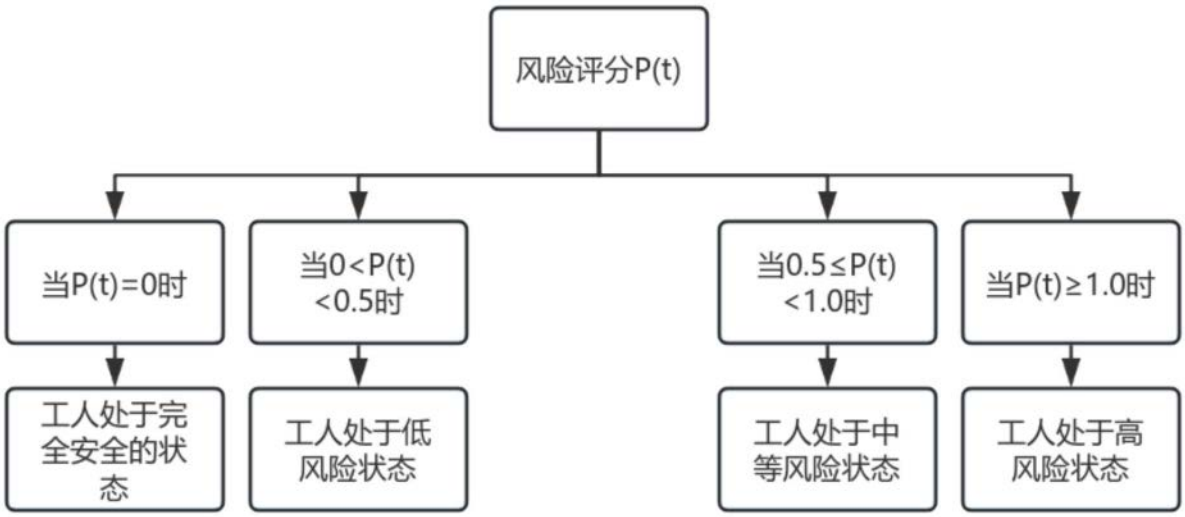

风险评分P(t)
当P(t)=0时
当0<P(t)<0.5时
当0.5≤P(t)<1.0时
当P(t)≥1.0时
工人处于完全安全的状态
工人处于低风险状态
工人处于中等风险状态
工人处于高风险状态

图2