

基于YOLOV5的高校建筑工程实验室人身伤害风险评估系统的设计

黄珏*

(广东白云学院, 广州 510450)

摘要: 随着高校实验室规模的不断扩大及研究活动的日益频繁, 实验室安全问题愈发突出, 特别是人身伤害风险的监测和评估亟须加强。本文基于YOLOV5 (You Only Look Once Version 5) 目标检测技术, 设计了一套针对高校建筑工程实验室的人身伤害风险评估系统, 旨在通过实时监控与危险源辨识, 有效降低潜在风险。系统基于YOLOV5的轻量化模型, 实现了对实验室环境中人员及危险源的快速检测与定位, 提高了响应速度与准确性。同时, 通过引入多层次的风险评估理论, 结合实验室的具体风险因素, 建立了系统化的风险评估框架, 以实现对人体伤害风险的动态评估。案例分析表明, 此系统在实际应用中显著提高了实验室的安全管理水平, 提供了科学可靠的决策依据。基于YOLOV5的风险评估系统不仅具有良好的应用前景, 而且为高校实验室安全管理提供了新的研究方向。

关键词: 实验室安全; 目标检测; 轻量化; 危险源辨识

0 引言

当前高校实验室的安全管理面临诸多挑战, 尤其是在高风险的建筑工程实验室环境中, 师生的安全隐患愈发严重^[1]。实验室使用的设备与材料日益复杂, 涉及多种新型材料、易燃易爆品及危险化学品, 导致火灾、爆炸等意外事故的风险增加。实验室的安全管理制度和培训机制往往存在滞后性, 且缺乏科学的风险评估方法, 因此难以及时识别和控制潜在的风险。

在当前高等教育领域, 实验室安全管理的重要性愈发凸显, 而现有的安全管理制度和培训机制无法及时识别和控制潜在的风险, 亟须改进。基于YOLOV5的风险评估系统设计旨在增强建筑工程实验室的人身伤害风险评估能力, 以确保师生的安全与科研工作的顺利进行。具体而言, 本研究的首要目的在于利用YOLOV5深度学习框架, 结合计算机视觉技术, 对实验室内的潜在危险源进行实时监控和自动识别, 以实现快速响应和防范措施的有效执行。

1 相关技术概述

1.1 YOLOV5 目标检测技术

YOLOV5作为一种先进的目标检测模型, 以其高效性和准确性在实时目标检测的领域中占据了重要的位置。其创新性的结构设计相比于传统的卷积神经网络算法, 如RCNN和Fast RCNN, 具有明显的技术优势。这些传统算法通常需要复杂的

多阶段处理, 导致了相对较慢的处理速度和较高的计算成本。YOLOV5通过采用“单阶段检测”方法, 可以将整个检测过程集成在一个连续的网络架构中, 从而具备每秒处理数十帧图像的速度, 使得检测时间大幅缩短。

1.2 风险评估方法

在现代研究中, 风险评估方法的选择对于确保实验室安全至关重要^[2]。现存的风险评估方法大致可分为定性评估法和定量评估法。定性评估法, 如故障树分析(Failure Tree Analysis, FTA)和事件树分析(Event Tree Analysis, ETA), 通过识别潜在风险因素及其对系统安全的可能影响, 提供一种系统性的分析视角。这些方法的优点在于较低的实施成本和较高的直观性, 但由于缺乏量化支持, 可能导致评估结果的主观性。

2 系统设计

2.1 系统总体架构

搭建基于YOLOV5的高校建筑工程实验室人身伤害风险评估系统时, 可将系统的总体架构分为多个互联模块^[3]。图像采集模块通过高清摄像头来实时捕捉实验室内的动态视频流, 该过程采用了高效的视频编码技术以实现高质量图像的传输。随后, 数据预处理模块对捕获的视频数据进行清洗与增强, 如通过图像增强算法改善光照条件和对比度, 从而提升后续检测的准确性。

2.2 数据采集与预处理

在设计基于YOLOV5的高校建筑工程实验室人身伤害风险

* 通信作者: 黄珏, 助理实验师, 研究方向为结构工程、实验室安全管理。E-mail: 974267782@qq.com

评估系统的过程中, 实验室安全隐患数据集的预处理是一个至关重要的环节^[4]。数据采集主要是对图像数据的收集, 这些图像通常是在建筑工程实验室环境中, 通过摄像头或传感器实时捕获到的。在数据采集阶段, 确保数据的多样性和代表性极为重要, 这将直接影响模型的训练效果与识别准确率。

数据预处理阶段需要对采集到的数据进行去噪、归一化和标注等操作。数据去噪是通过应用多种图像处理技术, 如高斯滤波等, 提高图像质量, 减少背景噪声的干扰。归一化是将不同来源的图像数据转换到相同的尺度, 以便于后续的模式训练与比较。另外, 标签的准确标注十分关键, 因为这是模型学习的基础, 不正确的标签会导致模型准确率下降。

为了定量分析预处理效果, 可以引入信噪比(Signal to Noise Ratio, SNR)这一重要指标。计算方法如式(1)所示。

$$SNR = \frac{P_{\text{signal}}}{P_{\text{noise}}} \quad (1)$$

式中, P_{signal} 表示信号的功率, P_{noise} 表示噪声的功率。提高信噪比可以有效提升模型在图像识别中的表现, 从而实现更高效的人身伤害风险评估。

2.3 YOLOV5 模型训练

在 YOLOV5 模型训练过程中, 诸多潜在问题可能对模型效果产生显著影响。其中, 数据标注的准确性至关重要。研究表明, 标注不准确可能导致模型无法有效学习目标特征^[5], 进而导致模型在实际应用中的精度下降。而利用专业的标注工具和遵循明确的标注规范可以显著提升数据的标注质量, 从而增强模型的泛化能力。模型过拟合也是一个需要重点关注的问题。当模型在训练集上表现良好, 但在验证集和测试集上的性能显著下降时, 便可能是出现了拟合现象。为此, 应采用正则化技术, 如 L2 正则化或 Dropout, 以抑制模型复杂度并增强其在未知数据上的预测能力。

3 危险源辨识与风险评估

3.1 危险源辨识

在基于 YOLOV5 视觉识别技术的高校建筑工程实验室人身伤害风险评估系统设计中, 危险源辨识是实现风险管理与控制的关键步骤^[6]。以往的研究表明, 人身伤害事件的发生通常源于多个互相交织的危险因素, 包括环境、设备及人员行为等多层面。因此, 系统性地辨识潜在危险源对于制订有效的风险评估策略至关重要。

危险源的辨识应从环境因素开始, 如建筑设施的设计及其运行状态。对建筑工程实验室的现场进行深入的实地考察和数据采集, 可以实现对环境中的潜在危险的全面评估。例如, 实验室内的通风情况、照明质量及消防安全措施, 均可能影响实验室工作人员的人身安全。利用大数据分析技术可以评估历史事故数据, 从中识别出可能导致人员受伤的典型环境条件, 以便为后续的评估工具提供定量依据。

设备的安全性也是不可忽视的一环。诸如高压设备、重型机械及化学药品的使用, 都要求安全管理部门对设备的运行过程进行全面的监测与分析。值得注意的是, YOLOV5 模型在图像识别方面表现出色, 可以用于自动识别设备的运行状态, 及时发现潜在的安全隐患, 如图 1 所示。例如, YOLOV5 模型可以监测设备是否出现异常震动或泄漏现象, 而这些都是可能威胁操作人员安全的因素。因此, 构建实时监控系统, 能够有效降低设备故障导致伤害事故的概率。

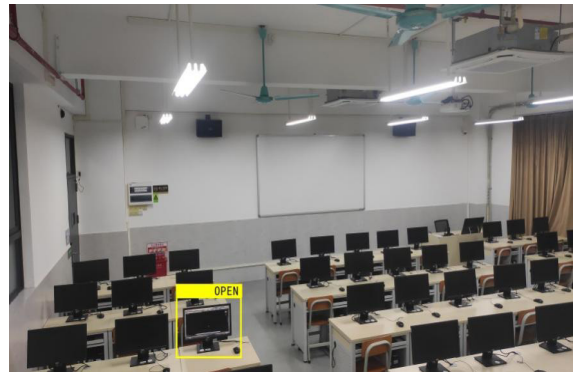


图 1 运用目标检测技术识别未关闭的设备

事故中的不安全动作和不安全物态, 是影响实验室安全的重要因素^[7]。定期开展人员安全培训, 提高工作人员的安全意识, 是降低人身伤害风险的重要手段。基于 YOLOV5 的监控系统能够识别不规范的操作行为, 如在进行重物搬运或化学实验时未佩戴个人防护装备的情况。通过实时监控和后续的数据分析, 系统可以为人员管理制订针对性的改正措施与培训计划, 从而降低因人员操作失误而导致的伤害风险。

通过对高校建筑工程实验室内各种危险源的全面辨识, 系统可以为人身伤害风险评估提供科学依据和数据支持, 从而为后续的风险管理措施奠定坚实的基础^[8]。借助 YOLOV5 技术实现对环境、设备及人员行为的动态监测, 能够有效提升风险评估系统的实时性和精准性, 最终形成一套科学、系统的高校建筑工程实验室人身伤害风险评估机制^[9]。这一机制不仅在理论上丰富了风险评估的研究框架, 而且在实践中为实验室的安全管理提供了实质性指导, 从而降低了潜在事故发生的可能性, 提升了整体安全管理水平。

3.2 风险评估模型构建

在风险评估模型的构建过程中, 关键参数的选择与模型的复杂性、可操作性之间的平衡至关重要。定义危险源的特征通常涉及对环境因素、设备状态及人因工程等多重维度的综合分析。以功能共振分析方法(Functional Resonance Analysis Method, FRAM)模型为基础, 我们可以通过系统性地识别和分析潜在的风险事件, 进而推动风险评估的深入。

3.3 风险评估结果分析

在进行风险评估的过程当中, 采用统计分析方法将收集到的实验室人身伤害的风险数据加以提炼, 揭示出潜在的安全隐患。具体而言, 利用多元回归分析、方差分析等技术, 可以系

统地评估各类危险源的影响程度。例如,在对建筑工程实验室的评估中,研究发现电液伺服动静疲劳试验机的 46# 液压油泄漏发生频率约为 2.1 次/月,而液压油泄漏会导致设备无法正常运行,并可能导致液压系统失效,最终造成设备损坏或火灾风险。在常规操作条件下,化学品泄漏 (Chemical Spill) 与设备故障 (Equipment Failure) 两个变量之间存在显著相关性,即 P 值小于 0.05,表明液压油泄漏对实验室操作人员安全构成了显著威胁。通过聚类分析,能够将液压油泄漏事件根据历史数据归类为“高风险”事件,即发生后会导致设备停工 3~5 天,并增加操作人员受伤的风险。由此可知,安装液压油泄漏探测系统至关重要,该系统能实时监控液压油泵压力与流量,及时发现异常。

4 系统实现

4.1 系统开发环境与工具

在系统开发过程中,选择合适的开发环境及工具是确保最终产品性能与可扩展性的关键。开发环境应具备高效的编译和调试能力,以支持复杂的深度学习模型的训练和优化。工具的兼容性是必须考虑的因素,尤其是与计算机视觉库及卷积神经网络框架的集成。主流的开发环境如 PyTorch 和 TensorFlow 在这方面表现优异,它们不仅提供了丰富的 API 接口,还能支持大规模并行计算,这对复杂的视觉数据的处理而言尤为重要。

4.2 系统功能模块设计

在设计基于 YOLOV5 的高校建筑工程实验室人身伤害风险评估系统时,系统功能模块的设计面临着诸多挑战^[10]。模块之间的界面设计及数据交互问题是影响系统整体性能的重要因素。不同模块的有效对接须遵循接口隔离原则,确立模块间清晰且高效的交互协议,以确保数据在传输过程中不发生丢失或错误,从而提高系统的稳定性。

4.3 系统测试与评估

在系统测试与评估阶段,为确保基于 YOLOV5 的高校建筑工程实验室人身伤害风险评估系统的可靠性与有效性,工作人员需综合考虑多种数据源与用户反馈机制^[11]。测试数据的代表性至关重要,尤其是针对不同类型的建筑工程与多样的人身伤害情境。为此,测试样本应覆盖多种环境条件、不同建筑类型及潜在风险因素,以确保评估系统在广泛环境下的适用性和泛化能力。

5 结论与展望

本研究针对当前高校建筑工程实验室面临的人身伤害风险进行了深入分析与探讨,提出了基于 YOLOV5 技术的风险评估系统设计方案。通过识别实验室内的潜在危险源,明确物理、化学、生物及心理社会等多种危险类型,本研究为有效管理实验室安全风险奠定了基础。本研究特别强调了高效的数据交互与实时安全监测的重要性,利用 YOLOV5 的目标检测能

力,实现了对实验室环境动态监测与风险预警的目标。系统开发与测试环节通过精确的数据采集与预处理,确保了模型训练的有效性与准确性,并利用多元回归分析等统计方法,评估了各种潜在风险因素之间的影响关系。系统的设计过程采用了模块化架构,为后续系统的扩展与优化提供了灵活性。本研究不仅填补了高校实验室安全管理在智能风险评估方面的空白,而且为科研人员创造了安全的实验环境,对高校的可持续发展具有重要意义。通过多维度的数据支持与理论依据,本研究为未来相关研究奠定了基础,推动了人身伤害风险管理理论的进一步发展。期望未来的研究能将 YOLOV5 技术与更多新兴技术有机结合,探索更广泛的应用场景,以提升实验室安全管理的智能化水平,最终实现更高效的人身伤害风险控制。

未来的研究中可以结合物联网技术,实现对实验室环境的实时数据监控和传输。通过将各种传感器、智能设备与 YOLOV5 技术结合,数据可以实时传送到边缘计算设备进行处理,进而实现更高效的安全监控和风险预警。边缘计算能够减少延迟,保障实验室安全监控系统在关键时刻快速响应。

参考文献

- [1] 啜鹏杰,王清清,柳培忠,等.基于PCA-GA-BP神经网络的高校实验室安全风险[J].实验室研究与探索,2022,41(01):306-311.
- [2] 周家艳,余洋,辛晓军.高校实验室安全风险研究进展[J].实验教学与仪器,2021,38(10):74-76.
- [3] 张皓月,周铭哲,徐韬茗,等.基于疲劳监测的驾驶风险评估系统设计[J].电子产品世界,2023,30(10):58-61.
- [4] 周贤伟,郭晨,覃贞鑫.基于YOLOv5的视觉风险评估方法:以高校实验室为例[J].武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2022,44(03):383-388.
- [5] 谢斌红,刺颖坤,张英俊,等.自步学习指导下的半监督目标检测框架[J/OL].计算机应用,1-8 [2024-11-20].<http://kns.cnki.net/kcms/detail/51.1307.TP.20241119.1310.008.html> [2024-12-07].
- [6] 锐铁.基于YOLOv5视觉识别技术的高校教室节能控电系统设计[J].北京工业职业技术学院学报,2023,22(01):44-48.
- [7] 张苏,王雅先,王金贵.基于蒙特卡罗法的高校实验室行为风险分析[J].实验技术与管理,2021,38(09):279-284.
- [8] 刘龙飞,薛宇敬阳,尹文轩,等.基于模糊综合分析的高校实验室风险评价[J].科技视界,2022,(01):70-74.
- [9] 曹志刚,马晨钰,杨毅,等.高校化学实验室通风系统设计方法[J].暖通空调,2023,53(12):12-17.
- [10] 杨晶晶.基于RFID技术的高校实验室资产管理系统设计[J].信息技术与信息化,2021,(12):158-160.
- [11] 王显梅.基于高校实验室信息化管理系统的设计与开发[J].电子测试,2021,(11):79-80,116.