

基于机器视觉的提升机平衡钢丝绳监控 技术研究与应用

任昂

(上海大屯能源股份有限公司, 江苏 徐州 221600)

摘要: 本文结合摩擦式提升机平衡钢丝绳的安全监测现状, 研究机器视觉和卷积神经网络技术, 应用于平衡钢丝绳在线监控系统, 对平衡钢丝绳进行实时健康监测与故障诊断。通过搭建基于机器视觉的平衡钢丝绳在线监控预警装置, 使用摄像机对钢丝绳关键位置和运行状态进行实时监测, 并将图像上传至监控室工控机; 通过 CCD 摄像机实时采集现场平衡钢丝绳图像, 然后对图像进行积分投影和不变矩图像特征参数提取, 最后通过图像特征分类器进行模式识别以获得故障信息, 判断平衡钢丝绳各种异常状况并示警。装置实现平衡钢丝绳状态的实时监控, 解决平衡钢丝绳日常维护检修工作环境复杂、危险系数高等问题; 具备平衡绳异常监测与示警功能, 断绳、绞绳等紧急故障识别率达 90% 以上。

关键词: 机器视觉; 监控; 钢丝绳

中图分类号: TD534.6

文献标识码: A

文章编号: 1004-7344(2021)08-0179-02

1 课题背景

1.1 平衡钢丝绳检查、维护所面临的问题

煤矿提升系统机电设备运行状态的好坏直接影响煤矿安全高效生产。平衡钢丝绳安装在箕斗尾部, 贯穿整个井筒, 主要作用为平衡提升机滚筒两侧张力, 其位于箕斗底部, 处于无光照的井筒中。传统的平衡钢丝绳检查、检修工作依靠工人手持矿灯进行, 难度大、效率低, 且存在影响人身安全的隐患。

平衡钢丝绳的大幅摆振严重影响了主、副井提升系统的安全高效生产, 受安装条件和环境所限, 目前对于提升机平衡钢丝绳的检查、维护是行业内系统的重点和难点, 平衡钢丝绳故障频发, 给提升系统的安全运行带来严重威胁。

1.2 机器视觉技术背景

机器视觉技术是采用各种成像设备获取物体信息并且通过运算处理器对获取的信息进行分析、处理。机器视觉检测系统以运算处理器为核心, 包括图像信息采集与数字化、图像处理与决策和执行处理控制等模块, 其中图像处理及识别算法为其核心技术。机器视觉涉及的领域十分广泛, 涉及图形学、图像和视频信息处理、人工智能与模式识别等技术, 它具有处理速度快、可以对物体进行无损检测、获取特征信息直观全面等特点, 因此, 在航空航天、机械加工、农业生产、食物检测、健康监测等领域有重要应用。

随着煤矿智能化、大数据时代的到来, 近年来卷积神经网络成为机器视觉的核心算法, 在煤矿得到一定范围的应用。其不需要复杂的人工特征提取过程, 可以直接从原始图像中自动挖掘特征信息, 完成特征自适应的识别和分类, 具有精度高、实时性好等特点。

因此, 本文结合平衡钢丝绳的健康监测现状, 研究先进的机器视觉与卷积神经网络技术, 对提升系统平衡钢丝绳进行实时

健康监测与故障诊断。机器视觉、无线传感器网络及深度学习在煤矿机电设备全寿命周期管理中前景广阔, 对矿井智能化建设和安全生产具有较高的实际意义。

2 技术研究路径

2.1 图像预处理

平衡钢丝绳安装在井筒中, 其手里较重要的尾绳环位于井筒底, 环境昏暗且光照不均匀, 采集的图像会出现亮度偏低、曝光不均匀等问题, 造成图像模糊、影响对目标特征的提取, 最终影响到对异常状况的精确判断。因此需对图像进行预处理, 提高图像信噪比、降低图像区域异常对判断的影响。

2.2 图像信息增强

采用图像计算方法来增强图像中与特征相匹配的信息, 过滤无价值的图像信息, 改善图像的视觉效果, 丰富图像的信息量, 从而为判断提供充足的依据, 主要采用空域法或频域法等。

2.3 图像 ROI 处理

ROI 意为感兴趣的区域, 即为平衡钢丝绳运行过程中与安全状况息息相关的区域。系统将采集图像以圆形、方形等图形勾勒出需处理的区域, 实现平衡钢丝绳图像有用信息的精确提取。

2.4 目标检测技术

针对平衡钢丝绳在提升机运行过程中抖动、偏摆等运动状态, 采用目标检测技术捕捉、提取平衡钢丝绳动态状况下的特征。主要采用的技术有帧间差分法、光流法等。

3 系统设计

3.1 系统实现的主要功能

3.1.1 实时在线监控

摩擦式提升机平衡钢丝绳监控系统通过实时采集设备运行时的平衡钢丝绳状态, 结合视频提取智能算法和专家知识库, 实

现对平衡钢丝绳的绞绳、断绳等故障实时智能诊断、故障预警预报、查询功能等。

3.1.2 在线视频分析

系统通过对平衡钢丝绳的视频在线监测,获取实时的视频特征信息,对获取的视频图进行灰度特征提取,获取图像灰度特征变化。采用视频特征提取技术,实时在线提取平衡钢丝绳图像信息,分析钢丝绳运行状态与故障情况,将视频图像信息转化为有用的特征信息,通过智能比对,将异常特征智能地转化为机械状况报警,打破传统钢丝绳故障诊断主要依靠人员肉眼观察的瓶颈,使设备自身具备视觉观察和AI分析能力。基于图像特征提取技术获得钢丝绳断绳、磨损、绞绳等故障特征,及时提醒用户,以便采取相应的措施,避免或减少重大事故的发生。

3.1.3 报警功能

将提取出的特征信息上传至数据库,采用数据算法与动态特征库进行深入比对,将特征值出现异常的单帧图片进行故障判别,便于工程技术人员和维护人员实时掌握平衡钢丝绳工作状态,提前发现平衡钢丝绳断股、打结、打绳等故障。系统能够第一时间给出报警信息,在报警信息窗口显示故障位置、类型,工作人员还可以调取后台信息库,查阅故障状态的具体信息。

3.2 系统技术指标

3.2.1 快速识别

具备平衡钢丝绳视频监控功能,视频分辨率不低于720P,具有视频自动提取和断绳、绞绳故障诊断功能,响应时间不大于5s。

3.2.2 故障提取定位

系统根据钢丝绳运行速度能快速定位故障部位,准确给出断绳、绞绳位置,诊断准确率达90以上,能分析平衡钢丝绳断绳、绞绳、损伤部位与严重程度,为工作人员提供实时、准确的平衡钢丝绳状况信息,为安全技术管理和快速处理维修提供详实依据。

3.2.3 故障预警

预警报警功能,系统能根据特征比对技术对钢丝绳磨损、断绳故障进行早期预警,提前发现钢丝绳安全隐患。

4 实施方案

4.1 系统总体架构

平衡钢丝绳机器视觉监控系统的总体架构如图1所示。

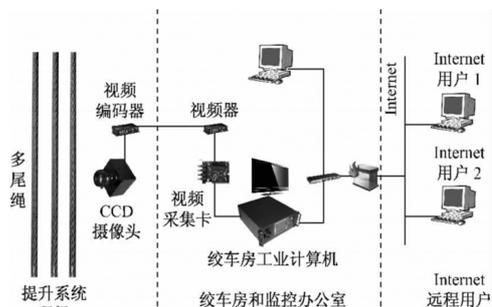


图1 平衡钢丝绳视觉监控总体架构

4.2 设备的安装与调试

为实现平衡钢丝绳状态的视频监控,在平衡钢丝绳现场安装视频采集装置和平衡钢丝绳绞绳保护装置,然后将视频信号和绞绳监控装置的信号传输到地面控制室,控制室安装的信号接

收装置对信号进行采集供上位机电脑分析,实现平衡钢丝绳状态的视频监控。

提升机平衡钢丝绳位于提升机井筒底部,现场空间狭小,安装操作难度高,需要根据现场情况选择合适的安装位置,摄像头安装位置需要考虑几个方面的因素:①防护问题,要确保摄像头不为外部因素损伤,并筒杂物跌落、水淋等;②需要考虑安装角度,要确保摄像头观测角度符合软件分析要求。

系统软件基于现场视频信号进行初始化训练学习,可设置正常状态下各参数指标值,用于学习基准输入值。学习完成后系统可对参数范围进行设置,系统自动识别异常状态,如图2所示。

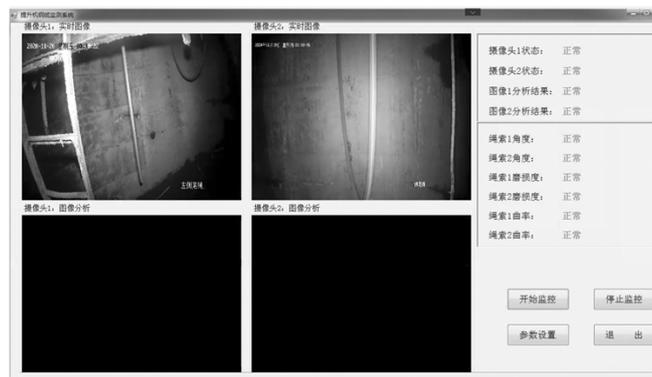


图2 系统监控画面

5 结论

(1)将机器视觉技术引入动态状况钢丝绳的安全监控,实现提升机平衡钢丝绳状态监测诊断,提前预防设备故障,减少现场巡检人员的工作强度。据测算,可减少验绳人员2人,每年节约工费10万元以上,实现减员提效。

(2)消除人员在井底检查带来的安全风险,杜绝检查结果不理想、无法及时发现平衡钢丝绳复杂缺陷的问题,帮助维护工及时掌握钢丝绳缺陷,防止恶性提升事故的发生。

(3)通过应用机器视觉新技术和自动化验绳新装备,促进矿井装备水平的提升,实现提高机设备状态智能化监测,为智能化矿山建设打下了坚实基础。系统具有开发式接口,可参与到提升机控制中,并可实现与全矿井大数据系统的融合以及与其他系统的充分联动,进一步助推智慧化矿山建设。

参考文献

- [1] 黄鹏,郑淇,梁超.图像分割方法综述[J].武汉大学学报:理学版,2020(6):519-531.
- [2] 徐伟锋,刘山.基于机器视觉的接头组件表面缺陷检测系统研究[J].机床与液压,2020(16):72-77.
- [3] 李达伦.竖井提升系统尾绳事故分析与防范措施[J].矿山机械,2015(1):133-134.
- [4] 陈志顺,施文新.摩擦式提升钢丝绳及平衡钢丝绳维护[J].煤矿机械,2000(10):41-42.

收稿日期:2021-01-24

作者简介:任昂(1987—),男,汉族,江苏徐州人,工程师,本科,主要从事机电技术管理工作。