

煤矿皮带输送机监控视频智能分析系统研究与应用

赵伟¹ 张会柱² 耿庆宝²

(1. 安徽恒源煤电股份有限公司机运部, 安徽 宿州 234000;

2. 华洋通信科技股份有限公司, 江苏 徐州 221116)

【摘要】目前,我国煤矿皮带输送机运行过程中的事故主要是由于各种原因引起的设备故障,而导致事故发生的主要原因是事故处理和分析不及时、不准确、不到位。通过对皮带输送机进行实时监控,将有效降低煤矿安全生产事故。但是目前的皮带输送机监控系统在实际应用中存在着诸多问题,如设备状态检测精度不高、视频监控画面缺乏分析等。针对这些问题,本文提出了基于智能视频分析的煤矿皮带输送机监控系统。该系统主要包括皮带输送机状态检测、视频信息提取与分析、联动控制等功能模块,可以实现对皮带输送机运行状态的实时监测与分析,对其运行过程中发生的各类故障进行及时、准确的诊断和报警。

【关键词】皮带输送机; 监控视频智能分析; 系统研究; 应用

引言:

由于煤矿皮带输送机具有大运量、长距离、多点位等特点,所以其安全运行管理一直是煤矿安全管理重点。随着科技的进步和科学技术的发展,智能技术在煤矿皮带输送机监控领域的应用也越来越广泛。目前国内学者在皮带输送机监控领域进行了大量的研究工作,并且取得了一定的成果。其中,基于视觉技术的皮带输送机视频监控系统是目前研究的重点和热点之一。本文将提出一种基于智能视频分析的煤矿皮带输送机监控系统方案,并详细介绍该方案各模块及功能实现方法,最后通过仿真实验验证该方案的有效性。

一、目前皮带输送机监控系统在实际应用中存在的问题

目前,皮带输送机监控系统在实际应用中主要存在以下几个方面的问题:一是设备状态检测精度不高,由于皮带输送机设备型号较多,不同设备之间存在着工作方式和功能上的差异,使得检测难度较大,且容易出现误报警现象;二是视频监控画面缺乏分析,皮带输送机运行过程中产生的图像信息是连续的,而煤矿井下环境复杂多变,使得监控画面经常会出现模糊、抖动等现象,无法准确反映皮带输送机运行状态;三是联动控制功能较弱,目前煤矿井下皮带输送机主要采用PLC控制、总线控制等方式对设备进行控制。由于这些控制方式存在着一定的局限性,导致无法满足井下复杂环境的要求。因此需要在皮带输送机监控系统中增加视频智能分析功能。

二、系统主要功能

本文提出的基于智能视频分析的煤矿皮带输送机监控系统主要由以下功能模块组成:

(一) 状态监测模块

该模块通过实时视频获取皮带输送机的运行状态

信息,包括皮带输送机空载状态识别、异物识别、锚杆识别、水煤识别、煤流量识别、表面损伤识别等,并利用深度学习技术进行皮带输送机状态的准确判断。

(二) 视频信息提取与分析模块

主要完成对前端摄像头的信息采集,包括视频监控画面的获取、视频数据的存储和数据的传输。该部分由工业级摄像头、带式输送机专用传感器等组成,其数据传输采用工业以太网和光纤网络实现。

(三) 联动控制模块

该模块通过与视频信息提取与分析模块的联动控制,实现对皮带输送机的联动控制具体步骤如下:当检测到皮带输送机运行状态异常时,系统将立即发出报警信号;当皮带输送机发生故障时,系统将通过控制系统自动关闭相关设备,以避免事故的进一步扩大。

在应用过程中,该系统具有以下优点:一是有效地解决了目前煤矿皮带输送机监控系统存在的问题。通过该系统的研究与应用,可以有效地降低煤矿安全事故发生的概率。二是提高了煤矿企业的生产效率和经济效益。在实现煤矿安全生产方面发挥了重要作用;三是提高了煤矿企业的自动化水平。通过该系统的研究与应用,可以实现对煤矿设备运行状态的实时监测与分析;四是促进了煤炭工业转型升级发展。在该系统中设置预警提示音、语音播放功能和异常报警提示功能等可以有效提高设备运行效率和安全性;五是有助于企业加强对皮带机设备运行状况的管理和控制。

三、皮带输送机状态检测

为了确保皮带输送机运行状态的实时性,提高其运行过程中的可靠性和安全性,需要对皮带输送机的运行状态进行检测,以实现对其运行状态的实时监测。由于皮带输送机运行过程中会出现多种故障,而每个

故障都有各自的特征,因此可采用基于模式识别技术的方法,将视频数据转换成数字特征数据,然后对皮带输送机运行过程中发生的各类故障进行实时监测,并及时发现和诊断各类故障。本文提出了基于视频分析的皮带输送机状态检测方法,以视频数据作为输入信号,以皮带输送机运行过程中发生的各类故障为输出信号,通过对皮带输送机运行状态实时监测,及时发现并诊断各类故障,以便及时处理并避免事故发生。

为了实现对皮带输送机运行状态的实时监测,首先需要采集煤矿井下皮带输送机视频数据。由于煤矿井下环境复杂、光线昏暗等因素,采用低照度星光级高清网络摄像机对视频数据进行采集。在采集到煤矿井下输送机状态的视频数据后,将其送入 GPU 服务器中进行分析。然后利用软件进行处理和分析,从而获取相关信息。为了提高皮带输送机状态检测的精度,采用基于模式识别技术的皮带输送机状态检测方法。该方法首先将视频数据转换成模式识别所需要的数字特征数据;然后利用模式识别技术对皮带输送机运行状态进行实时监测;最后对皮带输送机运行状态进行实时监测分析,从而实现对其运行状态的实时监测。

将视频数据送入计算机中进行处理,可以得到煤矿井下皮带输送机的各种运行状态信息。通常,可以采集的视频数据有图像数据、声音数据和视频时间数据。为了方便对皮带输送机运行状态的监测,采用图像数据作为视频数据源。首先通过摄像头将煤矿井下巷道内的图像信号采集下来,然后将图像信号通过摄像仪内 GPU 芯片进行实时分析处理,对于需要大算力的识别场景,可通过网络将图像信号传输到地面的 GPU 分析服务器对信号进行处理。采用该方式采集的视频数据具有准确性高、可靠性好、成本低等优点。在对煤矿井下皮带输送机的运行状态进行检测时,可以直接通过图像采集卡获取所需的视频数据,然后对其进行分析和处理。

在对煤矿井下皮带输送机运行状态进行实时监测的过程中,需要将视频数据转换成模式识别所需要的数字特征数据,而数字特征数据的获取通常有两种途径:一是通过现场获取,二是通过网络传输。网络传输对环境的要求较高,在煤矿井下恶劣环境下,传输过程中存在一定的安全隐患。因此,目前在井下皮带输送机运行状态监测中,通常采用矿用 AI 智能识别摄像机,对现场视频进行采集分析,摄像机支持前端边缘算法,可就地视频分析处理,并输出联动控制信号。对于不需要实时处理的视频信号,可传输到地面 GPU 服务器进行视频识别分析处理,以获取皮带输送机运行状态所需要的数字特征数据;在获取到数字特征数据后,利用模式识别技术对其进行分析和处理。

四、视频信息提取与分析

本文提出的视频信息提取与分析系统,可以实现

对皮带输送机运行过程中的视频图像信息进行实时处理,并提供相应的分析功能。该系统可以通过视频信息提取与分析模块,实时提取视频画面中的各类数据,如皮带输送机空载状态、异物和大块识别、煤流量识别等。同时,还可以根据皮带输送机运行状态信息对视频图像中的各类故障进行分类识别,从而实现对皮带输送机运行过程中可能出现的各类故障进行及时、准确的诊断和报警。具体操作流程如下:

首先,对煤矿井下皮带输送机视频数据进行预处理,包括去噪、增强和压缩等操作。然后采用基于数字特征提取的模式识别技术,对视频数据中的皮带输送机运行状态进行实时监测,并及时发现和诊断皮带输送机运行过程中发生的各类故障,以便及时处理并避免事故发生。由于皮带输送机运行过程中会出现多种故障,而每个故障都有各自的特征,因此可采用基于模式识别技术的方法,将视频数据转换成数字特征数据,然后对皮带输送机运行过程中发生的各类故障进行实时监测,并及时发现和诊断各类故障。在井下环境复杂、光线昏暗等因素的影响下,采用基于数字特征提取的方法对视频数据进行预处理,然后采用基于模式识别技术的方法对视频数据中的皮带输送机运行状态进行实时监测。最后以皮带输送机运行过程中发生的各类故障为输出信号,实现对其运行状态的实时监测。启动视频信息提取与分析模块后,系统会根据检测结果,对皮带输送机的运行状态进行实时判断。当皮带输送机在正常运行时,系统会将检测结果实时显示在监控画面上。

其次,当皮带输送机出现故障时,系统会根据检测结果,自动将皮带输送机可能发生的故障进行分类识别。其中,对于正常状态下发生的故障,如皮带跑偏、打滑、滚筒拖带等,可以通过调整滚筒转速或皮带速度来消除;对于设备状态发生异常时发生的故障,如滚筒不转、滚筒拖带、滚筒打滑、滚筒打滑等,可以通过调整托辊转速或滚筒速度来消除;对于设备状态发生异常时发生的故障,如轴承磨损、油封泄漏、轴承温度升高等,可以通过调整托辊转速或滚筒速度来消除。

最后,在煤矿井下皮带输送机视频监控系统中增加视频智能分析功能,能够自动对皮带输送机运行过程中的图像信息进行分析,以发现异常情况,并及时采取相应措施。由于井下环境复杂多变,使得皮带输送机运行过程中产生的图像信息具有连续性和复杂性,对煤矿井下皮带输送机的视频监控画面进行分析需要将图像进行数字化处理,再将处理后的图像信息进行特征提取、匹配和分类等操作,然后将得到的特征向量输入到智能分析模型中,最终将得到的结果输出给控制单元。这样能够有效避免因皮带输送机运行过程中产生的图像信息缺乏分析而导致无法准确判断皮带

输送机运行状态的问题。此外，视频智能分析功能还能够对视频图像中异常情况进行报警，提醒操作人员及时处理。

五、联动控制

在系统中，可以根据需要对各类传感器进行联动控制。在监控画面中，可以设置启动或停止按钮，对皮带输送机设备的启动和停止进行控制。同时，系统还可以设置皮带输送机启动和停止时的预警提示音。

在皮带输送机设备启动过程中，一旦检测到皮带输送机的启动信号，则会根据当前的运行状态判断设备是否需要启动。如果需要启动则会提示现场工作人员启动设备。当皮带输送机启动后可以根据实际情况设置控制按钮。在控制按钮的状态下，如果现场工作人员需要继续进行设备的操作时可以按下控制按钮，从而完成设备的继续操作。当检测到皮带输送机停止时，可以通过控制按钮实现设备的停止操作。

通过控制按钮和通信端口进行连接后，可以将皮带机故障信息发送到控制端。控制端根据皮带机故障信息判断是否需要向现场工作人员发出警报，如果需要发出警报，则会将皮带机故障信息发送给现场工作人员。现场工作人员可以根据皮带机故障信息进行设备的调整或采取相应措施进行处理。在系统中设置监控画面可以显示皮带机实时监控画面、皮带输送机运行状态等信息。此外，还可以设置预警提示音、语音播放功能和异常报警提示功能等。

六、历史数据查询与分析模块

通过输入关键字进行历史数据查询。同时提供图表展示功能，可将不同时间段的故障情况以图表形式展示出来，方便工作人员了解不同时间段的皮带输送机故障情况。

七、事故报警与分析模块

将皮带输送机的故障情况以邮件、短信等形式发送到相关人员手中，提醒工作人员及时进行处理和维修，提高事故处理效率。同时该模块可以将事故信息以报表形式呈现出来，方便工作人员了解事故发生的原因以及故障的原因，从而制定相应的解决方案。

八、应用效果

本文提出的煤矿皮带输送机监控系统已在某煤矿成功应用。该系统在安装使用后，有效提高了皮带输送机设备状态的检测精度和故障分析处理效率，降低了故障处理的时间，为企业创造了良好的经济效益。

（一）设备状态检测精度得到显著提升

该系统可以实现对皮带输送机运行过程中的皮带跑偏、打滑、撕裂、电机发热等多种故障进行检测，并通过将检测到的故障信息传输至中央控制单元进行集中处理，实现对皮带输送机运行状态的实时监控，减少了人工判断和记录故障信息的工作量，提高了设

备状态检测精度。该系统可以根据视频图像中物体运动状态及相互位置关系实现对皮带输送机运行状态的智能分析，并利用图形化界面将分析结果显示在中央控制单元上，方便工作人员对皮带输送机运行状态进行实时监控。

（二）联动控制功能得到明显提升

该系统可以根据设备运行状态和视频监控画面信息，按照预先设定的联动控制逻辑实现对皮带输送机进行自动或手动控制，从而提高了皮带输送机运行效率和设备使用寿命。

（三）系统在运行过程中具有良好的安全性和可靠性

该系统可以在无人值守状态下实现自动报警、自动记录、自动分析、自动控制等功能，确保了设备的安全运行。

（四）提高了煤矿企业的自动化水平

通过该系统的研究与应用，可以实现对煤矿设备运行状态的实时监测与分析；四是促进了煤炭工业转型升级发展。在该系统中设置预警提示音、语音播放功能和异常报警提示功能等可以有效提高设备运行效率和安全性；五是有助于企业加强对皮带机设备运行状况的管理和控制。

九、结语

本文针对目前煤矿皮带输送机监控系统存在的问题，提出了一种基于智能视频分析的煤矿皮带输送机监控系统。该系统利用先进的视频处理技术、信息传输技术、联动控制技术等，有效地解决了现有皮带输送机监控系统存在的问题，提高了煤矿安全生产水平。最后通过在实际应用中的实验表明，该系统能够在较短时间内检测到皮带输送机运行状态异常情况，并及时采取有效措施避免事故发生。此外，该系统还能够对皮带输送机运行过程中出现的各类故障进行实时分析和诊断，从而及时、准确地进行故障排除，从而有效提高煤矿企业生产效率和经济效益。

参考文献：

- [1] 张晓斌. 皮带输送机常遇故障和处理方法探析[J]. 内蒙古石油化工, 2020(12):74-75.
- [2] 李立晶. 皮带输送机在线故障诊断系统的设计与实现[J]. 内蒙古石油化工, 2019, 0(11):50-51.
- [3] 彭海仔. 基于本体的输送机故障诊断方法[J]. 南京理工大学学报, 2018(6):850-856.
- [4] 李伟伟. 皮带输送机在煤矿运输中常见故障与处理[J]. 西部探矿工程, 2019, 31(12):85-86.

作者简介：赵伟（1981.10—），男，安徽淮北人，现主要从事煤矿机电运输及自动化控制技术应用与推广工作。