

文章编号:1671-251X(2024)S2-0234-03

# 数字媒体在矿用可视化操作系统中的应用

艾志刚, 周丽娜

(新疆建设职业技术学院, 新疆 乌鲁木齐 830054)

**摘要:**矿用可视化操作系统基于工业以太环网系统、摄像机及井上信息显示与处理 3 层架构构建,底层数据经过数据采集、数据存储、数据处理、数据分析等环节,将底层环境及设备状态回馈到井上可视化操作系统中,系统通过数字媒体技术将数据以图像的形式显现。介绍了数字媒体技术在矿用可视化系统中的设计方案,提出了采用整数 U 型图像压缩方法来压缩图像。数字媒体技术在以太网的基础上,将传感器、摄像头等设备采集的信号进行处理,最后在上位机上以视频的形式显现,为智慧矿山远程控制、井下实时监控提供了优质的视觉效果。

**关键词:**数字媒体; 可视化操作系统; 智慧矿山; 远程控制; 整数 U 型图像压缩

中图分类号:TD76 文献标志码:B

## Application of digital media in mining visualization operating system

AI Zhigang, ZHOU Lina

(Xinjiang Vocational and Technical College of Construction, Urumqi 830054, China)

### 0 引言

在煤矿开采过程中,矿山安全生产始终是优先考虑的核心问题<sup>[1]</sup>。随着科技的进步,尤其是数字化和信息化技术的发展,智慧矿山可视化操作系统的出现使得高效与安全生产不再是矛盾的对立面,而是可以协同发展的新标准<sup>[1]</sup>。近年来,为实现智慧矿山的可视化操作系统,出现了很多先进技术<sup>[2]</sup>。其中,数字孪生技术将井下环境以及设备以数字模型的形式体现<sup>[3]</sup>;以太网技术的应用为井下大数据的信息传输提供了技术基础,使得井下影像的传输成为现实<sup>[4]</sup>。当前智慧矿山的可视化操作系统已经能够满足井下的基本要求,但可视化操作系统中的图像处理环节仍然有很大的提升空间<sup>[5-7]</sup>。

### 1 矿用可视化操作系统

煤矿智能化是行业发展的必然趋势,煤矿智能化的演进路径同样是从机械化到自动化、信息化、智能化<sup>[8]</sup>。智慧矿山的建设需要在底层网络中应用摄像头、传感器等设备对井下环境数据进行采集,使用以太网实现数据传输,通过数字媒体技术对采集到的信息进行处理,将处理后的信息传入可视化操作系统中,进而实现井下少人、无人的目标<sup>[9-11]</sup>。矿

用工业环网架构如图 1 所示。

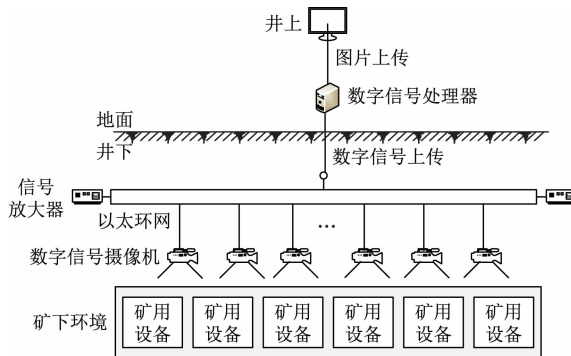


图 1 矿用工业环网架构

矿用可视化操作系统基于工业以太环网系统、摄像机及井上信息显示与处理 3 层架构建设,底层数据经过数据采集、数据存储、数据处理、数据分析等环节<sup>[12]</sup>,将底层环境及设备状态回馈到井上可视化操作系统中,系统通过数字媒体技术将数据以图像的形式显现。

数据采集通过数字信号摄像机进行动态采集,采集的信息经过高清处理后以数字信号形式经过以太网环网上传至井上处理器中,处理器首先对上传的信息进行存储,之后对数据进行复原处理,通过数字媒体技术对图像信息分析加工,对各个图像进行拼接<sup>[13]</sup>,最终将完整的井下环境及矿用设备显现在

收稿日期:2024-12-01;责任编辑:王晖。

作者简介:艾志刚(1977—),男,四川隆昌人,副教授,研究方向为物联网技术、智能系统、室内设计,E-mail:ayzg@163.com。

可视化操作系统中。该过程中,图像信息的处理关系着可视化操作系统的清晰程度,是重要的环节,因此笔者提出了一种可实现高清图像显示的方案。

2 图像处理方案

在矿用可视化操作系统中,首先把井下需要采集的视频和图形信息数字化,转换成二进制数据,通过数字线路发送二进制信号,接收设备再将它转换回相应的视频和图形<sup>[14-15]</sup>。图像处理包括图像变换、图像编码压缩、图像增强和复原、图像分割、图像描述及图像分类等步骤,具体实现方案如图 2 所示。

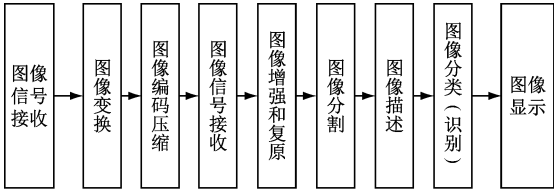


图 2 图像处理方案

- 1) 图像变换。由于图像阵列很大,直接在空间域中进行处理,计算量很大。因此,往往采用各种图像变换的方法,小波变换在时域和频域中都具有良好的局部化特性,在图像处理中广泛应用。
- 2) 图像编码压缩。图像编码压缩技术可减少描述图像的数据量(即比特数),以节省图像传输、处理时间和减少所占用的存储器容量。压缩可以在不失真的前提下获得,也可以在允许的失真条件下进行。编码是压缩技术中最重要的方法,是发展最早且比较成熟的图像处理技术。本文采用的是整数 U 变换的图像压缩方法,该方法在相同的压缩率下获得的压缩图像质量更高,而且快速变换方法可有效节省运算时间<sup>[16]</sup>。
- 3) 图像增强和复原。图像增强和复原的目的是为了提高图像的质量,如去除噪声、提高图像清晰度等。图像增强不考虑图像降质,而突出图像中所感兴趣的部分。如强化图像高频分量,可使图像中物体轮廓清晰,细节明显;如强化低频分量可减少图像中噪声影响。图像复原要求对图像降质的原因有一定的了解,一般应根据降质过程建立“降质模型”,再采用某种滤波方法,恢复或重建原来的图像。
- 4) 图像分割。图像分割是数字图像处理中的关键技术之一,是进行图像识别、分析和理解的基础。它将图像中有意义的特征部分提取出来,其中有意义的特征包括图像中的边缘、区域等。
- 5) 图像描述。图像描述是图像识别和理解的必要前提。作为最简单的二值图像可采用其几何特性描述物体的特性,一般图像的描述方法采用二维

形状描述,它有边界描述和区域描述 2 类方法。对于特殊的纹理图像可采用二维纹理特征描述。随着图像处理研究的深入发展,三维物体描述的研究已经开始,并且提出了体积描述、表面描述、广义圆柱体描述等方法。

6) 图像分类(识别)。图像分类(识别)属于模式识别的范畴,主要内容是图像经过预处理(增强、复原、压缩)后,进行图像分割和特征提取,从而进行判决分类。图像分类常采用经典的模式识别方法,有统计模式分类和句法(结构)模式分类,深度学习可大大提高图像分类的准确性。

3 应用场景

3.1 智慧矿山视频监控

由于煤矿井下环境的复杂性和特殊性,实现全景视频展示需要安装大量的摄像机。传统的视频压缩方法仅对视频数据本身进行压缩,不满足该场景下的高压缩比与传输实时性要求。本文采用整数 U 型图像压缩方法,该方法采用的图像压缩模型主要由编码器和解码器 2 个部分构成,如图 3 所示。

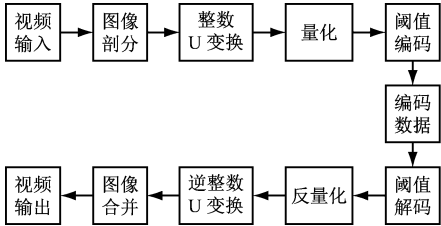


图 3 整数 U 型图像压缩流程

- 1) 将大小为  $M \times N$  的图像分割成  $MN/n^2$  个大小为  $n \times n$  的分块;
- 2) 对每个分块执行整数 U 变换,用于消除图像像素间的相关性,接着将变换系数量化取整;
- 3) 采用阈值编码方法对变换系数进行量化,将变换系数的绝对值按从大到小的顺序重新排列,并将最大的  $r$  个系数记录为编码数据。接收方获得编码数据后,使用解码器恢复压缩图像。解码过程:
  - ① 编码数据在阈值解码时按索引号恢复到原始位置,并重新排列成方阵;
  - ② 缩放矩阵与反量化步骤合并,然后将结果与整数矩阵进行逆变换,以恢复输入块;
  - ③ 将这些子图像块合并,以获得重建图像。对于彩色图像,可以将其分解为 3 个 2 维单通道分量,并作为输入数据进行压缩,例如 RGB 颜色空间的彩色图像。在解压缩过程中,通过合并解压后的单通道数据恢复出彩色图像。在视频压缩应用中,时间作为离散数据被添加到图像压缩模型中,因此可以将视频分解为单独的帧,依次压缩每一帧,从而实现视频压缩。

3.2 远程控制

在以太网通信基础上,引入数字媒体技术,通过点击屏幕上的图片确定控制目标,并将控制命令以数字信号的形式传递给底层设备,实现远程控制效果,其控制模型如图 4 所示。

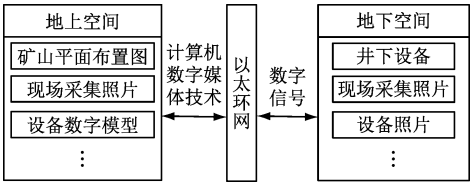


图 4 远程控制模型

通过对地上空间的显示图像操作,计算机数字媒体技术将操作指令识别转化为数字信号,经过以太网传送给底层设备信号接收装置,进而控制设备工作,实现井下设备与井上数字模型的协同一体,井上数字模型随着底层设备的动作而动作,可以在可视化操作系统中操作的同时观察设备状况,从而实现远程控制,达到智能要求。

4 结语

数字媒体技术在矿用可视化操作系统中的应用,为矿井作业带来了革命性的变化,它不仅提高了作业效率和安全性,还提升了管理水平,为矿井作业的智能化、可视化发展奠定了坚实基础。

参考文献:

[1] 黄天云. 数字媒体适配过程的一般框架、模型及应用研究[J]. 计算机学报, 2008(7):1185-1199.

[2] 郝俊信. 综掘机远程可视化智能掘进技术的研究[J]. 煤炭科学技术, 2021, 49(S2):274-279.

[3] 张立亚. 基于 5G 通信的矿山可视化智能监控技术[J]. 煤炭技术, 2022, 41(1):191-194.

[4] 张建中. 基于 Web3D 技术的煤矿 BIM 模型集成及可视化研究[J]. 煤炭工程, 2020, 52(7):161-168.

[5] 陈华颖, 杜志刚, 宋兴家. 矿用综合调度管控平台设计[J]. 工矿自动化, 2022, 48(8):122-126.

[6] 金永飞, 邓军, 文虎. 矿用本安型多媒体网络服务器[J]. 煤矿安全, 2008(2):62-63.

[7] 邓军, 金永飞, 李树刚, 等. 矿山救援可视化指挥系统的关键技术[J]. 煤炭科学技术, 2007(1):51-53.

[8] 郭忠, 张树民, 张建军. 矿用刮板输送机驱动链轮的参数化和可视化设计[J]. 煤矿机械, 2006(9):31-33.

[9] 陈自新, 李栋, 董佳, 等. 多维可视化智能巡检虚实协同技术研究及其在金凤煤矿的应用[J]. 中国煤炭, 2024, 50(10):115-122.

[10] 王毅刚. 数字媒体技术的发展与应用现状[J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2023(1):1-9, 19.

[11] 王禾. 基于数字媒体技术的舰船视频处理系统[J]. 舰船科学技术, 2021, 43(24):199-201.

[12] 涂彦. 数字媒体技术在展览建筑空间设计中的应用[J]. 建筑结构, 2021, 51(14):152-154.

[13] 郭朝霞. 数字媒体技术的舰船航行环境模拟系统[J]. 舰船科学技术, 2020, 42(24):70-72.

[14] 苏鑫, 任世杰. 基于物联网技术的数字媒体资源管理系统设计[J]. 现代电子技术, 2020, 43(17):171-174, 179.

[15] 冷佳旭, 谭明圉, 胡波, 等. 基于隐式视角转换的视频异常检测[J]. 计算机科学, 2022, 49(2):142-148.

[16] 袁茜茜, 蔡占川, 石武祯, 等. 基于整数 U 变换的图像压缩方法[J]. 华南理工大学学报(自然科学版), 2024, 52(10):124-134.