

文章编号:1671-251X(2018)08-0006-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.17331

煤矿井下全景影像采集系统设计

殷大发

(煤炭科学技术研究院有限公司,北京 100013)

摘要:针对现有全景影像采集装置因体积较大而不便在井下应用,且因采用点光源导致采集图像存在光照不均现象等问题,设计了一种煤矿井下全景影像采集系统,详细介绍了该系统本质安全型LED照明装置、本质安全型全景图像采集装置、智能车载里程记录仪、图像采集同步控制器等关键硬件设计方案及图像采集同步控制流程。测试结果表明,该系统能够快速、便捷地采集井下全景图像,图像质量较好。

关键词:煤矿虚拟场景;全景影像;图像采集同步控制;里程记录仪;本质安全型

中图分类号:TD67 文献标志码:A

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20180717.1107.001.html>

Design of panoramic image acquisition system in coal mine underground

YIN Dafa

(China Coal Research Institute, Beijing 100013, China)

Abstract: For problems of large size of existing panoramic image acquisition devices which did not apply to coal mine underground and collected image with uneven illumination caused by pointolite in the devices, a panoramic image acquisition system in coal mine underground was designed. Synchronous control process of image acquisition of the system was introduced in detail as well as design schemes of key hardware including intrinsically safe type LED lighting device, intrinsically safe type panoramic image acquisition device, intelligent vehicle loaded mileage recorder and image acquisition synchronization controller, etc. The test result shows that the system can quickly and conveniently acquire panoramic image of coal mine underground with good image quality.

Key words: virtual scene of coal mine; panoramic image; image acquisition synchronization control; mileage recorder; intrinsically safe type

0 引言

全景影像源自对真实场景的拍摄捕捉,展示选定位置360°球型范围内的所有景象,最大限度地保留场景的真实性,给人以三维立体的空间感觉,具有数据量小、场景绘制速度快的优点^[1]。采用全景影像技术构建煤矿虚拟场景,在场景创建复杂性、场景真实感、成本等方面较传统的三维几何建模方法有明显优势^[2]。

现有的全景影像采集装置大多只适用于地面上

的图像采集车,即在机动车上安装GPS(Global Positioning System,全球定位系统)、CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合元件)、航位推算系统、激光扫描系统、数字视频系统等^[3]。上述设备往往体积较大,不便应用于煤矿井下复杂环境和狭小空间内。另外井下光线亮度低,现有全景影像采集装置使用的点光源照度分布不均匀,采集图像会随环境变化出现光照不均的情况^[4-5]。为解决上述问题,笔者开发了一种体积小、易携带,且具有自照明、里程记录和图像位置自匹配功能的煤矿井下全景影像采

收稿日期:2018-04-30;修回日期:2018-07-02;责任编辑:李明。

基金项目:国家科技重大专项资助项目(2016ZX05045-007)。

作者简介:殷大发(1979—),男,安徽明光人,副研究员,硕士,现主要从事矿山安全监测监控、三维GIS、信息化与自动化等方面的研究工作。
E-mail:dfyin@163.com。

引用格式:殷大发.煤矿井下全景影像采集系统设计[J].工矿自动化,2018,44(8):6-9.

YIN Dafa, Design of panoramic image acquisition system in coal mine underground[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(8): 6-9.

集系统,可用于在井下复杂环境中采集全景图像。

1 系统整体设计

煤矿井下全景影像采集系统由低功耗本质安全(简称本安)型 LED 照明装置、本安型全景图像采集装置、智能车载里程记录仪、图像采集同步控制器、车载电池等组成,并安装在井下移动采集车上,如图 1 所示。全景图像采集装置通过支架固定于移动采集车上,本安型 LED 照明装置安装于采集车前后左右 4 个方向提供照明。采集车在巷道中行驶时,智能车载里程记录仪自动记录经过的路程,当移动

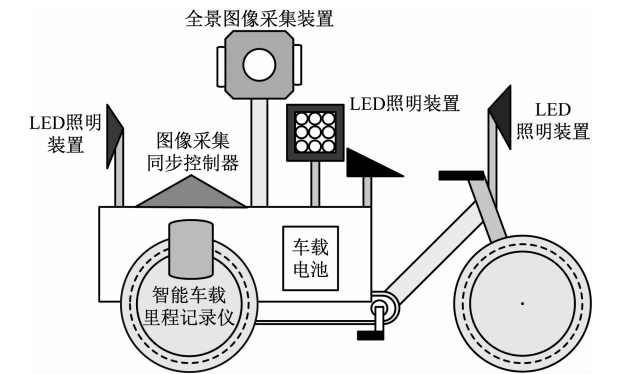


图 1 煤矿井下全景影像采集系统组成
Fig. 1 Composition of panoramic image acquisition system in coal mine underground

距离达到设定值时,智能车载里程记录仪自动拍照或发出声音报警提示手动拍照,并将图像存储于全景图像采集装置内存卡中,同时图像采集同步控制器将采集点的位置信息记录到工程文件中^[6]。

2 系统硬件设计

2.1 本安型 LED 照明装置

本安型 LED 照明装置如图 2 所示。其采用不锈钢外壳,除去了传统隔爆式照明装置的玻璃管及



图 2 本安型 LED 照明装置
Fig. 2 Intrinsically safe type LED lighting device

灯网,采用防静电透明灯罩,大大减小了装置质量;具有 8 档 PWM(Pulse Width Modulation,脉冲宽度调制)电子调光,可通过调光键调节亮度;采用本安型电源及 LED 光源,节能且寿命长。装置在散热功能方面,LED 光源板直接与散热片相连,散热片裸露在外,使得光源有效散热;在防眩处理方面,采用防眩光灯罩,将光分割成细小部分,既不易产生眩光,又能获得良好的照明效果。

本安型 LED 照明装置采用基于 PWM 的智能驱动控制技术对 LED 进行温度监测,实现对 LED 工作电流和亮度的调节,抑制 LED 温度上升,降低热损耗,提高发光效率,保证在本安供电下 LED 照度的最大化。

2.2 全景图像采集装置

全景图像采集装置由 4 台单反相机(含鱼镜头)、1 台全景云台、支架等组成。相机安装在全景云台上,云台由支架支撑。每台相机的视角范围为 $360^{\circ} \times 170^{\circ}$ (水平 $\times$ 垂直),角度向上仰 5° ,可采集正上方图像,有效避免拼接后可能出现的“上方黑洞”问题。全景图像采集装置整机尺寸为 $490\text{ mm} \times 490\text{ mm} \times 320\text{ mm}$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),采集的每张全景图像分辨率可达 $7.2 \times 10^7\text{ PPI}$ 。

2.3 智能车载里程记录仪

智能车载里程记录仪由编码器与计数显示器组成,具有里程记录、自动校正和信息传输功能。其采用红外光电同步脉冲技术,可实现全程测距和指定距离自动清零,具有行驶里程换算、调零、校准等功能,可发出同步拍照信号到图像采集同步控制器,控制全景图像采集装置采集图像^[7]。智能车载里程记录仪自动记录当前采集点位置,实现图像与位置坐标的关联^[8-9]。

2.4 图像采集同步控制器

图像采集同步控制器接收智能车载里程记录仪发出的同步拍照信号,并通过电子快门线向连接的多台相机发出拍照指令,实现多台相机同时拍照^[10]。其工作原理如图 3 所示。

图像采集同步控制器对单台相机进行驱动时瞬时电流较大,因此采用多路本安型电源分别给多台相机同时供电,以减小快门触发时产生的电流对其他相机的影响,实现同步驱动下多相机的本安供电。

3 图像采集同步控制程序设计

图像采集同步控制程序主要功能是控制全景图

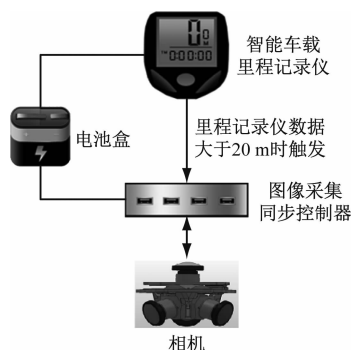


图3 图像采集同步控制器工作原理

Fig.3 Working principle of image acquisition
synchronization controller

像采集装置内的多台相机同步拍照。控制方式包括手动单步控制和定时自动控制^[11]。手动单步控制方式是指全景图像采集装置外接1根电子快门线与图像采集同步控制器相连,通过手动按下快门按钮,实现多台相机同步拍照;定时自动控制方式是指图像采集同步控制器根据设定的时间间隔,自动发出图像采集信号^[12-13]。

由于井下巷道复杂且地面起伏不平,采集车难以维持匀速行驶,相同时间内经过的路程往往不同,定时自动控制方式获得的图像采集点位置分布极不均匀。针对该问题,对图像采集同步控制方式进行以下改进。

(1) 将定时自动控制方式中的定时控制改为等距离控制。智能车载里程记录仪对采集车经过的路程计数,每当采集车行驶相同距离,智能车载里程记录仪将同步拍照信号发送给全景图像采集装置,执行多相机同步拍照。

(2) 将改进的自动控制与手动单步控制相结合,既可保证巷道全景图像采集点均匀分布,又可随时随地灵活采集需要的图像。

图像采集同步控制流程如图4所示。

4 移动采集车组装

(1) 选用体积小、质量轻的人力三轮车作为移动采集车原型,安装本安型LED照明装置和全景图像采集装置支架。

(2) 将本安型LED照明装置安装在移动采集车上。分别将光投向前后左右4个方向,根据灯光反射体到采集车的距离调节光照亮度。当移动采集车沿巷道行驶时,前后2个方向的反射体距车体很远,需用强光照射,尽可能将巷道延伸方向照亮;左

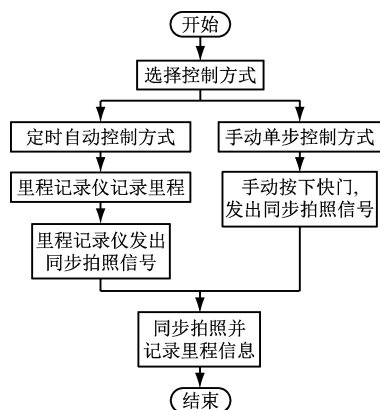


图4 图像采集同步控制流程

Fig.4 Synchronous control process of image acquisition
右2个方向的反射体(巷道壁)距车体较近,采用弱光照射。

(3) 将全景图像采集装置安装在移动采集车上。将装有鱼镜头的单反相机安装在全景云台上,由支架支撑。

(4) 将智能车载里程记录仪固定在移动采集车后轮车轴上。车轮转动时,编码器将脉冲信号传输到计数显示器,根据车轮周长计算行驶里程^[14-15]。

(5) 将图像采集同步控制器连接智能车载里程记录仪和全景图像采集装置,并加装手刹和张贴反光标志,以提高移动采集车在井下的安全性。

组装后的移动采集车如图5所示。



图5 组装后的移动采集车

Fig.5 Mobile acquisition vehicle after assembly

5 系统测试

将煤矿井下全景影像采集系统在神东煤炭集团有限责任公司井下巷道进行测试,采集影像如图6所示,可看出影像清晰,质量较好。系统在10个采集点采集影像耗时约5min,美化处理耗时约10min,较以往的人工采集速度(10个采集点耗时

约 45 min)和美化处理速度(10 个采集点图像耗时约 1 h)有了很大提高。

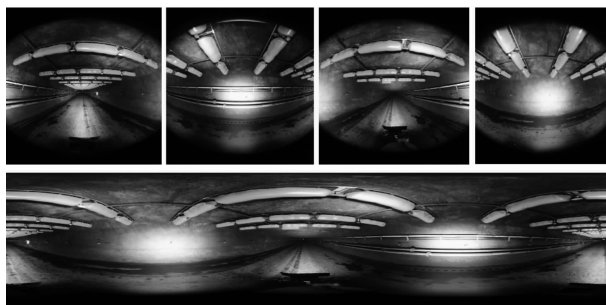


图 6 系统采集的井下巷道全景影像

Fig. 6 Panoramic image of underground roadway acquired by the system

6 结语

针对煤矿井下复杂环境,研制了一种煤矿井下全景影像采集系统。该系统解决了现有全景影像采集装置体积大、照明差等问题,实现了采集图像自动关联位置坐标。测试结果表明,该系统能够方便、快捷地采集井下全景图像,图像采集速度快、质量好,减少了图像后期美化处理工作,进而降低了煤矿虚拟场景构建成本。

参考文献(References):

- [1] 杨兆瑛,杨兆龙,杜明义,等.可移动升降式全景平台的设计与实现[J].城市勘测,2014(2):87-90.
YANG Zhaoying, YANG Zhaolong, DU Mingyi, et al. Design and implementation of the mobile elevating panorama platform [J]. Urban Geotechnical Investigation & Surveying, 2014(2):87-90.
- [2] 杨超然.基于球面模型的眼图图像拼接技术的研究与实现[D].保定:华北电力大学,2013.

- [3] 易延光,黄洪彬.车载移动测量系统的构成与应用[J].黑龙江水利科技,2011,39(3):284-285.
- [4] 周鹏.基于 OpenCV 的双目立体视觉系统定标与三维重构技术研究[D].银川:宁夏大学,2015.
- [5] 李翠芳.全景摄像机硬件系统设计与开发[D].沈阳:东北大学,2009.
- [6] 叶良波.基于 3D 全景视觉的智能三维立体摄像设备的设计[D].杭州:浙江工业大学,2013.
- [7] 万冠.全景图像采集、拼接及动态显示系统研究与实现[D].天津:天津大学,2016.
- [8] 张平.基于全景相机连续影像的三维重构研究[D].马鞍山:安徽工业大学,2015.
- [9] 陈永峰.车载连续全景漫游系统设计与实现[D].北京:北京建筑大学,2017.
- [10] 邓才林.普通相机的同步摄影研究[J].地矿测绘,2005,21(3):16-17.
DENG Cailin. Discussion on camera synchronism of general camera [J]. Surveying and Mapping of Geology and Mineral Resources, 2005, 21(3):16-17.
- [11] 白瑞广.全景视频系统若干关键技术研究[D].长沙:湘潭大学,2014.
- [12] 高文武.车载全景影像获取关键技术研究[D].武汉:武汉大学,2014.
- [13] 胡玉.车载图像系统中的全景影像的校正与拼接[D].长春:吉林大学,2016.
- [14] 程甘霖.嵌入式高分辨率全景图像处理系统设计[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2011.
- [15] 向泽君,罗再谦,李波.基于连续全景影像航向与俯仰角速度的计算与应用[J].测绘通报,2012(9):48-50.
XIANG Zejun, LUO Zaiqian, LI Bo. Continuous panoramic image based course and pitch rate calculation and application[J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2012(9):48-50.