



文章编号:1671-251X(2018)08-0010-05

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2018010021

增强现实技术在矿井通风系统中的应用前景分析

成董浩¹, 浑宝炬^{1,2}, 靳凯^{3,4}

- (1. 华北理工大学 矿业工程学院, 河北 唐山 063210; 2. 河北省矿业开发与安全技术重点实验室, 河北 唐山 063210; 3. 黑龙江科技大学 安全工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150022; 4. 黑龙江科技大学 瓦斯等烃气输运管网安全基础研究国家级专业中心实验室, 黑龙江 哈尔滨 150022)

摘要:介绍了增强现实技术的基本概念及其特征,结合我国智慧矿山的发展趋势,提出了将增强现实技术应用到矿井通风系统的理念,从数据模型的3D可视化、方位识别和引导、通风巷道的现实增强3个方面分析了增强现实技术在矿井通风系统中的应用前景。分析结果表明,采用增强现实技术可实现通风巷道数据的可视化,可实时获取所处巷道的环境信息,方位识别和引导更加精准和人性化,为矿井通风系统智能化管理提供了一种新的技术手段。

关键词:智慧矿山; 矿井通风; 增强现实技术; 数据可视化; 方位识别; 方位引导; AR; VR

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.20180718.1747.005.html>

Application prospect analysis of augmented reality technology in mine ventilation system

CHENG Donghao¹, HUN Baoju^{1,2}, JIN Kai^{3,4}

- (1. College of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China; 2. Hebei Key Lab of Mining Development and Safety Technique, Tangshan 063210, China; 3. School of Safety Engineering, Heilongjiang University of Science & Technology, Harbin 150022, China; 4. National Central Laboratory of Hydrocarbon Gas Transportation Pipeline Safety, Heilongjiang University of Science & Technology, Harbin 150022, China)

Abstract:Basic concept and features of augmented reality technology were introduced, idea of applying augmented reality technology to mine ventilation system was proposed combining with development trend of smart mines in China. Application prospect of augmented reality technology in mine ventilation system was analyzed from three aspects, namely 3D visualization of data model, orientation recognition and guidance and realistic enhancement of ventilation tunnel. The analysis results show that using augmented reality technology can realize visualization of the ventilation tunnel data, and obtain real-time information of roadway environment, orientation recognition and guidance are more precise and humanized, which provides a new technical means for intelligent management of mine ventilation system.

Key words: smart mine; mine ventilation; augmented reality technology; data visualization; orientation recognition; orientation guidance; AR; VR

收稿日期:2018-01-10;修回日期:2018-06-20;责任编辑:张强。

基金项目:河北省教育厅科研项目(ZD20131063)。

作者简介:成董浩(1990—),男,河北邯郸人,硕士研究生,主要研究方向为矿井通风信息化,E-mail:chengdonghaosir@163.com。

引用格式:成董浩,浑宝炬,靳凯.增强现实技术在矿井通风系统中的应用前景分析[J].工矿自动化,2018,44(8):10-14.

CHENG Donghao, HUN Baoju, JIN Kai. Application prospect analysis of augmented reality technology in mine ventilation system [J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(8): 10-14.

0 引言

随着可穿戴设备和移动通信的发展及相关技术的突破,增强现实(Augmented Reality, AR)技术作为一项新的人机接口和仿真工具引起了各个领域的关注,并且已经应用在诸多生产、生活领域^[1];例如,在飞行器的开发与研制中,研发人员利用AR技术更新飞行场景,实现全过程的模拟飞行测试^[2];地图导航中,用户利用AR技术可以实现虚拟指引导航和全景实时导航^[3];古迹修复和数字文化遗产保护中,参观者通过AR技术不仅可以看到图文解说,还可以看到残缺部分的虚拟重构;图书馆通过AR技术能够为用户在寻找书籍时提供实时的路径指向^[4]。这些应用有一个共同的特征,就是采用传统的方法需要耗费大量的人力物力,实现效果也不佳,并且现实中多不可以实现。矿业属于高危行业,由于其特殊的工作环境,需要借助能够有效改善安全生产的技术进行发展,因此,笔者提出了将AR技术应用于矿山通风管理。

目前,国内外矿山对AR技术的关注度远低于虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术^[5],不少矿山企业对VR技术进行了研究。如在国外,宾西法尼亚大学开发了矿井人员培训系统,该系统支持同步检查所在工作面存在的安全隐患并指导如何正确排除及应该采取相应的措施来确保安全^[6]。美国NIOSH(Nation Institute of Occupational Safety and Health)Pittsburgh和Spokane研究所利用游戏引擎开发了矿工培训游戏,用来培训矿工识别井下地图的能力和遇到火灾情况下的逃生能力^[7]。在国内,淮南矿业集团潘三矿利用VR技术开发综采工作面虚拟仿真系统来激发培训人员的兴趣,并降低了培训成本^[8]。河北冀中能源峰峰集团研制的虚拟现实仿真培训系统使培训者置身于与本矿山现实条件一样的虚拟综采工作面中模拟训练开采^[9]。山东能源新矿集团新巨龙公司构建了真实感较强的虚拟场景增强现实体验,服务矿井安全生产^[10]。从以上分析可看出,VR技术在矿山的应用多在模拟演练、安全培训和3D建模上,很少作为技术和手段应用到一线生产,这是因为以现在的VR技术虚拟现实环境成本昂贵,同时在虚拟环境中只能进行体验和演练,不能进行真正的生产。

而AR技术具有较强的实时交互性及趣味性,可集成真实世界和虚拟世界的信息,相比VR技术,

AR技术以真实环境为载体,可以指导生产,其真实感更强、价格更加低廉、应用领域更广,且应用门槛低。

目前我国矿山大多进入了深部开采,通风系统网络越加复杂,且通风信息具有显著的时间、空间变化特征,选用AR技术可以用以指导和辅导矿井通风现场工作,从而提高矿井通风系统的智能化管理水平。本文以矿井通风系统管理为切入点,提出了将AR技术应用到矿井通风系统中的理念,从数据模型的3D可视化、方位识别和引导、通风巷道的现实增强3个方面分析了增强现实技术在矿井通风系统中的应用前景。

1 增强现实技术概念及其特征

AR技术,也称混合现实技术,简单说就是在真实环境中增加一些虚拟信息的技术,将现实世界信息和虚拟世界信息“无缝”焊接,把现实世界难以实现的辅助信息,通过计算机技术和眼镜设备显现出来,从而达到超越现实的感官体验^[11-13]。AR技术是通过计算机技术将虚拟的信息应用到真实世界,真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间,同时存在,更多使用手机和AR眼镜等设备实现^[14-15]。AR技术具有以下特点和优势:

(1) AR技术成本不高。一套完整的VR设备接近10万元,而一个简单的AR设备仅为一部手机或一副数字眼镜。

(2) 实时交互性及趣味性强,将虚拟内容实时地叠加到现实画面中,完美融合,形成独特的体验。

(3) 可以在三维尺度空间中增添定位虚拟物体。以微软Hololens全息眼镜AR设备为例,用户可以通过Hololens,以实际周围环境作为载体,在图像上添加各种虚拟信息,可以完全独立使用,无需线缆连接,也无需同步计算机或智能手机。

2 增强现实技术在矿井通风系统中的应用分析

AR技术于20世纪60年代提出,但智能装备制造等相关技术亟待突破,因此,AR技术一直停留在理论层面,未能进行普及和应用。随着信息现代化和“智慧地球”^[16]的提出,智能移动终端(智能手机和平板电脑)和智能穿戴产品(AR眼镜、智能手环)得到了极大发展与普及,这为AR技术近几年的井喷式发展提供了必要条件。近2年,AR市场化

比VR步伐更快。谷歌、微软、HTC、联想、百度等公司陆续进入增强现实领域。在国外,美国、澳大利亚、加拿大等国已经尝试将AR技术应用于煤矿安全、事故调查、教育培训等领域。随着我国矿山企业的转型升级,智慧矿山^[17-18]已经成为矿山企业发展的必然趋势,增强现实所能带来诸多解决方案正是当今矿山企业和高校研究的重点和热点。考虑到矿井通风系统管理所存在的现实难题,利用AR技术自身特点解决最为合适。

矿井通风系统的特点是用风地点分散、信息量大、影响因素多,巷道通风参数、通风网络结构等具有动态特性^[19]。目前,矿井通风系统存在的主要问题如下:

(1) 如何深度挖掘其庞大数据和高效利用矿井通风监测系统所监测的风压、风阻、温度、CO浓度等数据,解决“信息孤岛”问题。AR数据模型的3D可视化可以实现矿井通风系统管理和决策智能化。

(2) 现在的矿山基本都进入深部开采阶段,其中绝大部分矿井开采时间较长,通风巷道往往错综复杂,很容易迷失方向,再加上矿井内部巷道不像地表建筑物容易辨识参照,而且处在密闭灰暗潮湿的环境下,迫切需要提供一种全新的方位识别和引导技术。

(3) 矿井通风系统的基本任务是为井下提供足够的新鲜空气,降低井下有毒有害气体和粉尘浓度,从而调节井下气候,创造良好的工作环境。同时巷道又是人员工作活动场所,人在井下工作需要一个安全、健康、舒适的工作环境,因此,对于井下工作人员来说,能够实时获取井下当前位置的环境信息显得尤为重要。

利用AR技术对通风巷道进行现实增强,可以让井下工作人员获取当前位置及所处环境的温度、湿度、风速、CO浓度、含尘浓度等相关信息,对于异常情况可以早发现、早处理,当情况紧急时可以及时撤离,减少事故的发生。

3 增强现实技术在矿井通风系统中的应用前景

3.1 数据模型的3D可视化

通过真实数据的采集,对巷道、通风机及风硐、风桥、挡风墙、防爆风门等设施进行三维建模,建立AR设备信息库,优化矿井传感器和调控设施布置方案,利用气压、风速、温度、湿度、粉尘、有害气体浓度传感器以及矿井通风系统状态估计软件,实现各

风道风阻、自然风压、热力风压、设施状态及环境的在线感知检测信息收集,使用终端平台集中处理并借助CalcFlow、Kineviz等3D数据可视化工具将巷道的基本信息、通风建筑物、通风机属性、氧气浓度、瓦斯含量、风量风压等信息进行3D可视化^[20]。通过AR技术增强CAD绘制的矿井通风系统图,这些矿井通风系统图看上去跟普通的CAD图纸没有差别,但是通过手机或数字眼镜可以看出不同。在CAD图纸上方会出现一个可以旋转的立体矿井通风系统,这个通风系统可以被操作,用户点击放大该矿井通风系统,在旁边会出现各种信息的选项按钮,点击选项按钮,可以查询矿山通风网络关键位置和节点的安全监控、巷道基本信息、空气组成成分、瓦斯量、途径风量、温度和湿度等信息,信息显现方式多为文字、表格、图片和视频,操作简单,生动形象。用AR技术可视化的CAD图纸不仅可以直观、形象地获取矿井内的实时信息,还可以把获取信息的过程自动变成一种体验,让使用者可以根据自己的意愿来探索矿井信息,犹如漫游在矿井之中。

3.2 方位识别和引导

结合AR技术与井下定位技术可以设计定位罗盘,该罗盘能够为用户提供当前的位置和虚拟路标、指示杆、平面图等,可以实现井下方位识别和引导^[21]。目前,井下的方位识别和引导方式包括罗盘、基于RFID、WiFi、UWB等外部信号进行定位、指引标识、人工指引等^[22-23]。AR技术定位识别和引导对精度有一定的要求,在井下大面积布设相应的基站基本能满足AR定位识别和引导的要求。考虑到煤矿井下光照强度低和井下巷道狭长、位置信息可能不准确等问题,除了基于RFID、WiFi、UWB等外部信号进行定位外,还可以引入一种辅助定位。在光照强度低的井下巷道,将矿灯作为井下人员的特征识别物,建立摄像机与矿灯在巷道地面上映射点所构成的三维空间直线,通过计算摄像机与映射点所构成的三维空间直线和矿灯距离巷道地面高度所在平面的交叉点,获得井下人员的位置坐标,实现在光照强度低的带状结构巷道场景中的井下人员定位^[24]。运用AR技术后,在矿井移动过程中,井下工作人员所在的位置不再是无关变量,而是与所在环境产生相关性,通过用户位置信息计算生成指引信息。井下工作人员佩戴AR眼镜后,其所在位置的方位信息便会被叠加到现实的巷道中,输入目的地,会在现实巷道中出现一条虚拟的指引路线,从而

可得到准确指引。

3.3 通风巷道的现实增强

对通风巷道进行现实增强,就是对通风巷道环境进行增强,在真实现场构建虚拟模型。根据矿井的实际情况,建立煤矿巷道基本参数数据库、通风测定仪器数据库、煤矿瓦斯数据库、防尘数据库、井下水情数据库、特殊区域(采空区、冒顶区域)数据库等。对通风巷道进行现实增强需要建立信息一体化监控平台,对所有的监测子系统进行数据实时采集、处理、存储、显示。同时,需要建立与之相匹配的AR数据模型库,如虚拟警示牌、虚拟信息显示框架、警示音等。AR终端设备会自动对AR数据库和一体化监测平台进行匹配,生成虚拟模型。因为井下环境复杂,采集现场图像时摄像角度与计算机模型会存在误差,可以在一些巷道空间中增添定位虚拟物体,支持现场输入和更改,佩戴眼镜不需要联网和计算机处理,即在不需要实时信息更新的区域(采空区、冒顶区域、避难硐室)建立定点虚拟模型,利用辅助定位和周围环境来定位虚拟模型成像。

通风巷道的现实增强具体思路如下:当对通风设备检测维修时,通风人员通过数字眼镜查看到故障的机器时,不需要亲自去检查机器,终端设备会处理数据,并给出非常详细的、有动画演示的维修步骤;佩戴数字眼镜的矿工在井下行走时,眼前会出现温度、风量、CO含量等相关信息,并且显示安全出口所在位置和车辆是否通行等相关信息;当行走在危险区域,比如采空区、冒顶区域,会出现虚拟警示牌、警示音等,提高员工的警惕性;在遇到紧急事故时,AR技术通过终端设备为逃生者规划最优逃生路线和显示最近的避难硐室,会在使用者的眼前生成具体的虚拟逃生路线,逃生路线会根据逃生者的移动随时进行最优化指引,避免因慌乱而措手不及。

4 结论

(1) AR技术在我国矿井通风中的应用还处于初步探索阶段,有许多方面还不完善,比如井下高精度定位,但随着AR技术的深入研究和矿山相关技术的发展,AR技术势必会成为矿井通风管理中数据3D可视化、方位识别和引导、通风巷道现实增强、救灾救援等方面的新型技术手段,为我国矿山智能化提供科技前沿技术支持。

(2) 作为新兴的信息技术,AR技术在矿井通风系统管理中的作用还需要进一步的探讨,但从近

2年的实际应用来看,前景是十分乐观的。不久的将来,AR技术和VR技术将会结合,并且会结合更多高科技元素,如物联网、云计算、大数据、人工智能等,其在矿井通风领域的发展前景也会越来越广泛。

参考文献(References):

- [1] 王培霖,梁奥龄,罗柯,等.增强现实(AR):现状、挑战及产学研一体化展望[J].中国电化教育,2017(3):16-23.
WANG Peilin, LIANG Aoling, LUO Ke, et al. Augmented reality (AR): current status, challenges and prospects for the integration of production and research [J]. China Educational Technology, 2017(3):16-23.
- [2] 陈玉文.增强现实技术及其在军事装备和模拟训练中的应用研究[J].系统仿真学报,2013,25(增刊1):258-262.
CHEN Yuwen. Research on application of augmented reality technology in military equipment and simulation training[J]. Journal of System Simulation, 2013,25(S1):258-262.
- [3] 刘安森,张威巍,王光霞.无标识纸质地图增强现实技术研究与应用[J].测绘工程,2017,26(12):64-70.
LIU Ansen, ZHANG Weiwei, WANG Guangxia. Realization and research on unmarked paper map augmented reality technology [J]. Engineering of Surveying and Mapping, 2017,26(12):64-70.
- [4] 师国伟,王涌天,刘越,等.增强现实技术在文化遗产数字化保护中的应用[J].系统仿真学报,2009,21(7):2090-2093.
SHI Guowei, WANG Yongtian, LIU Yue, et al. Digital conservation of cultural heritage using augmented reality[J]. Journal of System Simulation, 2009,21(7):2090-2093.
- [5] 张凤军,戴国忠,彭晓兰.虚拟现实的人机交互综述[J].中国科学:信息科学,2016,46(12):1711-1736.
ZHANG Fengjun, DAI Guozhong, PENG Xiaolan. Virtual reality of human-computer interaction summary [J]. Science China Information Sciences, 2016,46(12):1711-1736.
- [6] 李其中,时光,兰泽全.虚拟现实技术在煤矿安全领域的应用与主要实现方法[J].煤矿安全,2007,38(10):58-60.
LI Qizhong, SHI Guang, LAN Zequan. Application of virtual reality technology for coal mine safety and

- main realizing methods[J]. Safety in Coal Mines, 2007,38(10):58-60.
- [7] 杨俊燕. 煤矿安全虚拟现实培训系统框架设计[J]. 矿业安全与环保, 2011,38(4):34-37.
- [8] 徐雪战, 孟祥瑞, 何叶荣, 等. 基于三维可视化与虚拟仿真技术的综采工作面生产仿真研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2014,10(1):26-32.
- XU Xuezhan, MENG Xiangrun, HE Yerong, et al. Research on virtual simulation of full mechanized mining face production based on three-dimensional[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2014, 10(1):26-32.
- [9] 王剑锋, 赵任栋. 虚拟现实技术在煤矿安全培训中的应用[J]. 煤炭与化工, 2014,37(2):144-147.
- WANG Jianfeng, ZHAO Rendong. Application of virtual reality technology in coal mine safety training[J]. Coal and Chemical Industry, 2014, 37(2):144-147.
- [10] 李邦帅. 山东能源新矿集团新巨龙公司运用VR技术“下井升井”瞬间“穿越”[N]. 中国煤炭报, 2018-01-31(006).
- [11] JERÁBEK T, RAMBOUSEK V, WILDOVÁ R. Perceptual specifics and categorisation of augmented reality systems[J]. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2015,191:1740-1744.
- [12] 王依乔, 张淑华. 增强现实技术的传播应用及挑战[J]. 郑州大学学报(哲学社会科学版), 2017,50(1):146-149.
- WANG Yiqiao, ZHANG Shuhua. The communication, application and challenges of augmented reality technology[J]. Journal of Zhengzhou University(Philosophy and Social Sciences Edition), 2017,50(1):146-149.
- [13] 张枝实. 虚拟现实和增强现实的教育应用及融合现实展望[J]. 现代教育技术, 2017,27(1):21-27.
- ZHANG Zhishi. The educational application of VR and AR and the prospect of MR[J]. Modern Educational Technology, 2017,27(1):21-27.
- [14] SUNGKUR R K, PANCHOO A, BHOYROO N K. Augmented reality, the future of contextual mobile learning[J]. Interactive Technology and Smart Education, 2016,13(2):123-146.
- [15] 牛汝辰, 邓国臣. 展望智慧地球时代的测绘地理信息学——李德仁院士专访[J]. 测绘科学, 2014,39(1):3-8.
- [16] 付跃安. 移动增强现实(AR)技术在图书馆中应用前景分析[J]. 中国图书馆学报, 2013,39(3):34-39.
- FU Yue'an. Analyzing the application of mobile augmented reality in libraries[J]. Journal of Library Science in China, 2013,39(3):34-39.
- [17] 何敏. 智慧矿山定义探讨[J]. 工矿自动化, 2017,43(9):12-16.
- HE Min. Discussion on definition of wisdom mine[J]. Industry and Mine Automation, 2017,43(9):12-16.
- [18] 高光发, 齐敏菊, 黄永红. 基于MapX的煤矿通风管理系统的设计研究[J]. 工矿自动化, 2007,33(5):8-10.
- GAO Guangfa, QI Minju, HUANG Yonghong. Study of ventilation management system of coal mine based on MapX[J]. Industry and Mine Automation, 2007, 33(5):8-10.
- [19] 张申, 丁恩杰, 徐钊, 等. 物联网与感知矿山专题讲座之一——物联网基本概念及典型应用[J]. 工矿自动化, 2010,36(10):104-108.
- ZHANG Shen, DING Enjie, XU Zhao, et al. Part I of lecture of Internet of things and sensor mine—basic concept of Internet of things and its typical application[J]. Industry and Mine Automation, 2010, 36(10):104-108.
- [20] 卢新明. 矿井通风智能化技术研究现状与发展方向[J]. 煤炭科学技术, 2016,44(7):47-52.
- LU Xinming. Study status and development orientation of mine ventilation intelligent technology[J]. Coal Science and Technology, 2016, 44(7):47-52.
- [21] 李梅, 杨帅伟, 孙振明, 等. 智慧矿山框架与发展前景研究[J]. 煤炭科学技术, 2017,45(1):121-128.
- LI Mei, YANG Shuaiwei, SUN Zhenming, et al. Study on framework and development prospects of intelligent mine[J]. Coal Science and Technology, 2017,45(1):121-128.
- [22] 霍振龙. 矿井定位技术现状和发展趋势[J]. 工矿自动化, 2018,44(2):51-55.
- HUO Zhenlong. Status and development trend of mine positioning technology[J]. Industry and Mine Automation, 2018,44(2):51-55.
- [23] 丁一珊. 矿井移动目标定位增强算法研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2016.
- [24] 尤凯明, 杨维, 柳瑞, 等. 矿井无线多媒体传感器网络单摄像机矿灯视频定位[J]. 煤炭科学技术, 2016,44(7):103-108.
- YOU Kaiming, YANG Wei, LIU Rui, et al. Personnel positioning with single video camera and miner's lamp based on wireless multimedia sensor[J]. Coal Science and Technology, 2016,44(7):103-108.