

基于物联网的麦积山石窟环境监测系统应用分析

王琚
(甘肃林业职业技术学院, 甘肃 天水 741020)

摘 要:简述了麦积山彩色泥塑佛像及壁画文物保护与管理监测,以及物联网技术构建文物保护微环境监测系统。针对麦积山石窟环境监测现状和存在的问题,分析了基于物联网应用的监测和传感技术在石窟实施全覆盖、实时监控的方式,以及其优势和可行性。
关键词:物联网;环境监测系统;泥塑彩绘文物;麦积山石窟
中图分类号:X84 **文献标志码:**B **文章编号:**1674-6732(2017)05-0069-03

The Application of Maiji Mountain Grottoes Environmental Monitoring System Based on Internet of Things

WANG Jun
(Gansu Forestry Technological College, Tianshui, Gansu 741020, China)

Abstract: This paper sketched the protection and the management monitoring of clays cultpure relics and frescoes of Maiji Mountain Grottoes cultral relics. And the establishment of micro-environmental monitoring system based on the internet of things (IOT) has also been introduced. For the status of the problems exist in the environmental monitoring of Maiji Mountain Grottoes, this paper analyzed the way to monitor grottoes universably and real-timely based on the IOT application and the sensor technique, the advantages and the feasibility of this technology have been analyzed as well.
Key words: Internet of things; Environmental monitoring system; Clay sculpturerelics; Maiji Mountain Grottoes

麦积山石窟始建于公元384年,后来经过十多个朝代的不断开凿、重修,现存洞窟194个,其中有从4—19世纪以来的泥塑、石雕7200余件,壁画1300多m²^[1]。2014年依托“长安—天山廊道”路网文化遗产申请项目,麦积山石窟成功列入《世界遗产名录》,确立了该石窟在我国著名四大石窟中的地位,使其成为闻名世界的艺术宝库。

作为带动区域经济发展的助推器,石窟文物的保护工作却没有跟上经济发展的步伐。由于麦积山石窟文物的材质非常特殊——主要为木胎泥塑彩绘佛像,这种文物对环境的要求相对严苛,而石窟现用的保护技术却相对落后,现对基于物联网技术的气体监测系统在麦积山石窟文物保护工作中的应用进行分析。

1 麦积山彩色泥塑佛像及壁画保护与管理监测

麦积山石窟及其周边多为紫褐色沉积岩,质地疏松,极易受到周围环境影响,经年累月崖体遭受

严重侵蚀,彩色泥塑佛像和壁画由于盐浸等破坏严重^[2]。因为专项资金的投入不足,以及专业技术人员的欠缺,石窟仍然局限于隔离网、监控摄像头等简单的物理防护,洞窟及壁画病害频繁,其中空鼓、起甲、酥碱、地仗脱落、颜料层脱落、裂隙尤为严重,而这些问题皆源于空气污染物,包括颗粒物及污染气体(硫化物、NO_x、CO₂等)的侵蚀和破坏^[3-4]。环境问题已经成为麦积山石窟保护的最大影响因素。

根据其他同类型石窟及泥塑文物保护的经验,这类特殊材质的文物保护重点应该是建立系统监测体系,以区域环境监测结合微环境监测技术的方式,准确全面地对文物环境质量进行监测,将挽救变成预防,为文物的科学管理和保护提供决策依

收稿日期:2017-03-10;修订日期:2017-03-22
基金项目:甘肃林业职业技术学院科技计划基金资助项目(GSLY-201608)
作者简介:王琚(1984—),女,讲师,硕士,主要从事物联网技术在环境检测领域中的应用研究工作。

据,保证其可持续发展与利用。

2 物联网技术构建文物保护微环境监测系统

普通的气体污染自动监测系统已经发展得比较成熟,但是和基于物联网技术的监测体系相比,需要使用的设备体积过大,且价格昂贵,对监测点位的选择和周围条件要求也比较严格,而且监测点的距离间隔远、数量有限,这些都不能满足麦积山石窟监测的要求。麦积山石窟石像大多独立成龛,石窟体积小,分散于整个山体崖面,所以基于物联网技术的气体监测体系能更好地实现全覆盖和实时监测的要求。

2.1 全覆盖监测

对于麦积山石窟文物的保护监测而言,需要包括监测区域全覆盖和监测内容全覆盖 2 个方面。

(1) 基于物联网的监测体系可以轻松地实现监测区域全覆盖。这种监测体系主要是利用无线传感器进行监测,并获取数据,它可以组成各种拓扑结构的网络,理论上这种监测体系最多可提供 65 536 个监测节点,监测点之间的通信距离在几十米到几百米不等,整个网络可以覆盖几千米的范围,完全可以满足麦积山石窟逐窟监测的要求;

(2) 根据麦积山石窟文物的材质特点,气体污染监测内容包括 PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、 CO 、 CO_2 等,在基于物联网的监测体系中,这些监测项目可以通过无线传感器同时进行监测,轻而易举地实现了监测内容全覆盖。

2.2 实时监测

利用基于物联网建立的监测体系,传感器对各个洞窟进行监测时,每个监测点都会对所有监测信息进行记录和保存,监测节点可以根据设计要求定时或实时地传回相应数据,包括:监测时间、监测地点、检测物类型、检出物含量等,信息将实时存入服务器中的数据库,在控制中心操作的工作人员可随时查阅,或将这些数据调用到其他应用程序中。

2.3 物联网监测的其他特点

(1) 由于传感器芯片技术的发展,集成模块的体积非常小,对石窟的监测环境几乎没有影响;

(2) 监测点每一个模块的成本在几百元左右,所以整个系统的建设成本很低;

(3) 利用物联网系统进行监测时,尽管监测节点非常多,但是由于设备的发射和接收功率极低,所以功耗非常低,可以直接利用麦积山石窟原有的

安全监测系统供电,不需要另外布线,降低了运行和维护成本;

(4) 传感器监测节点以无线传输的方式进行通信,可以同其他监测方式配合监控,除了设备维护,其余时间现场不需要人员操作。这些都尽可能地减少了外围设备及人员对文物所处环境造成的影响和改变;

(5) 监测控制中心通过实时数据,可以全面掌握文物周边气体构成现状及变化趋势。同时相应的专业软件可以根据获取的大量数据,分析确定当前环境对文物造成的影响,提出文物保护方案^[5];或利用分析软件绘制污染物变化曲线,实现超标准污染预警等工作。

3 监测系统设计

由于麦积山石窟监测系统中需监测的目标节点数量多,但监测点之间的直线距离均不超过 30 m,所以选择 ZigBee 网络技术,其可接入节点数量及通信距离完全可以满足石窟逐窟监测的需求。

3.1 基于 ZigBee 协议的污染物监测网络系统整体设计

监测系统的总体结构见图 1。

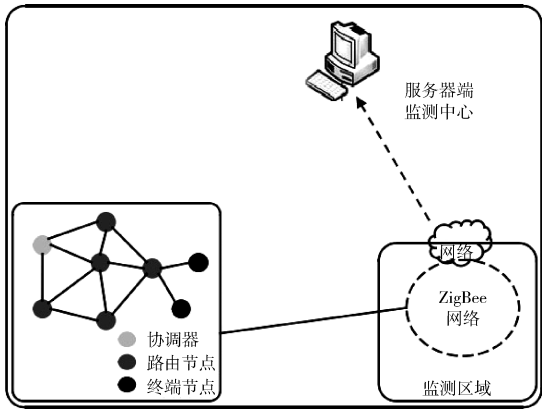


图 1 监测系统总体结构

系统采用网状网络拓扑结构,主要分为 3 个部分:终端传感器节点、节点基站和监控中心。选择网状拓扑是因为它具备安装布置简易,结构灵活且整体稳定性高等特点^[6]。布置在每个石窟的终端传感器节点采集各种气体浓度数据,基站负责终端数据的收集,监控中心则收集并整理系统发送过来的数据,完成备份的同时,对异常数据进行分析,对石窟文物保护工作给出精确指导。

传感器节点与基站之间通过无线通讯连接,基站和监控中心同时设置在石窟山脚下的麦积山石窟研究所内,采用有线的方式通过 USB 转虚拟串口相连接进行数据通讯。

3.2 无线传感网络节点设计

根据麦积山石窟地理特性及监测的实际需求,在充分满足节点功能的情况下,可以直接选用市场供应的传感器芯片,这类传感器均为工业级的,精度高、性能稳定、抗干扰能力强^[7],完全可以满足监测方案对传感器节点的性能要求,即支持协议栈,可连续工作 1~3 a,无线传感器节点之间的空间距离能保证有效数据通讯等^[6]。

监测气体项目选用 Winsen 的 ZE12 型电化学模组,它利用电化学原理对 CO、SO₂、NO₂ 等气体进行探测,具有良好的选择性和稳定性。它内置温度传感器,可进行温度补偿;提供 UART、模拟电压信号、PWM 波形等多种输出方式。通信采用主动上传式,每间隔 1s 发送一次浓度值。另外,选用模组可以省去标定和电路信号放大环节。而在监测 PM₁₀ 项目时选用激光粉尘传感器,可以获取单位体积内空气中 0.3~2.5 μm 直径颗粒物准确浓度。通常普通红光激光的波长在 630~650 μm,半波衍射是 630~650 nm,高于 300 nm(也就是 0.3 μm)的颗粒物都能被准确探测到。在 3 万 h 连续工作后,可控衰减在 5% 以内,对监测要求相对较高的文物保护效果更好。

在石窟监测系统中,所有传感器的电力可以由已经遍布每个石龛的防盗监控系统的电路提供,只需在布设期间同时布置电压转换单元。在后期维护和修理时电路部分将非常容易进行。选用 MTW5-S5C 将 220 V 交流电转为 5 V 直流电为电化学模组供电。另外主控制器模块和 ZigBee 无线通信模块需要 3.3 V 电压,所以还需要三端稳压器 BM1117-33 将电压由 5 V 转成 3.3 V。

系统中的无线传感节点与系统进行的是无线通讯,所以不需布设多余的线缆和外接连接,不会

影响石窟的外观视效。

3.3 软件实现

系统采用 Browser/Server 架构的服务平台,基于 Java EE 设计实现监测系统的服务器端软件。Browser/Server 模式使用通用浏览器,使用灵活方便,对于直接面向石窟研究人员的监测系统而言,浏览器操作简单,操作者无须接受任何培训即可顺利地获得数据信息^[8]。在后期系统维护和升级时,设计人员只需要将升级版本在 WEB 服务器端更新即可。

4 结语

建立基于物联网的污染物监测系统,对于麦积山石窟文物保护研究,以及合理的管控具有现实的可操作意义,前期投入的资金并不庞大,对文物及其周边环境的影响尽量降到了最低,而获取的相关数据,可让文物保护工作人员及时、全面地掌控所有信息,加上专业分析软件,及时确定重大变化的原因并提出相应的对策,将文物保护工作彻底从破坏后的挽救,变成了预防性保护,为文物可持续保护和开发利用提供了可靠的技术保障。

[参考文献]

[1] 张少昀. 麦积山石窟保存现状调查 [J]. 丝绸之路, 2016 (8): 20-22.

[2] 孟莹. 浅析麦积山石窟壁画保护现状及其应对策略 [J]. 丝绸之路, 2015 (16): 62-63.

[3] 郭青林. 敦煌莫高窟壁画病害水盐来源研究 [D]. 兰州大学, 2009.

[4] 张婷. 麦积山石窟防渗防潮技术研究 [D]. 兰州大学, 2011.

[5] 张国彬. 莫高窟洞窟环境数据统计分析在洞窟管理中的应用研究 [D]. 兰州大学, 2013.

[6] 王国超. 基于无线传感器网络的大气颗粒监测系统研究 [D]. 大连理工大学, 2014.

[7] 张绍良. 一种二氧化碳无线监测系统的设计与实现 [J]. 环境监控与预警, 2014, 7 (2): 10-14.

[8] 薛卫强. 基于物联网的无线环境监测系统设计与软件的实现 [D]. 燕山大学, 2013.

栏目编辑 周立平

声 明

本刊已加入中国学术期刊网络出版总库、中国学术期刊综合评价数据库、万方数据-数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库和中文科技期刊数据库。凡被本刊录用的稿件将同时通过因特网进行网络出版或提供信息服务,稿件一经刊用将一次性支付作者著作权使用报酬,如作者不同意将自己的文章被以上期刊数据库收录,请在来稿中声明,本刊将作适当处理。