

区域恶臭在线监控平台设计与实现

余 辉¹, 李金航^{1*}, 王元刚²

(1. 天津大学 精密仪器及光电子工程学院, 天津 300072; 2. 天津市环境保护科学研究院 国家环境保护恶臭污染控制重点实验室, 天津 300191)

(*通信作者电子邮箱 moonfalling@tju.edu.cn)

摘 要:为提高恶臭污染管理水平和恶臭事件应急处理能力,填补国内区域恶臭在线监控体系建设的空白,提出了区域恶臭在线监控平台的整体设计方案。依据网络负载均衡和按需动态扩展的思想设计恶臭实时监测和远程监控两项功能。远程监控采用远程桌面协议(RDP)技术,实现参数调整、超限报警、分级采样等功能,同时设计一种基于高级加密标准(AES)及MD5数字签名技术的混合算法以弥补RDP的安全缺陷。平台已在天津市滨海新区大港石化产业园上线试运行,初步实现各项设计功能,为后续恶臭扩散模型研究和恶臭污染防控积累数据和经验,并为恶臭在线监测系统最终融入我国环保物联网做技术准备。

关键词:恶臭污染;在线监控;远程桌面协议;远程控制;负载均衡

中图分类号:TP393.09 **文献标志码:**A

Design and implementation of regional malodor on-line monitoring platform

YU Hui¹, LI Jinhang^{1*}, WANG Yuangang²

(1. College of Precision Instrument and Opto-Electronics Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. State Key Laboratory on Odor Pollution Control, Tianjin Academy of Environmental Sciences, Tianjin 300191, China)

Abstract: To improve malodor management and emergency response ability, this paper proposed a regional malodor on-line monitoring platform solution. Referring to network-load equilibrium and dynamic extensibility, the platform implemented real-time monitoring and remote monitoring. The remote monitoring module corresponding to the Remote Desktop Protocol (RDP) could adjust a terminal's parameters, alarm beyond limit and sample at different grades. Based on Advanced Encryption Standard (AES) and MD5 digital-signature technology, a combined algorithm was designed to improve the safety of the RDP. The platform has been piloting in Dagang Petrochemical Industrial Park in Tianjin Binhai New Area, which could accumulate data and experience for the research of future malodor diffusion model as well as malodor pollution control, and make technical preparation for malodor on-line monitoring system to merge into the Internet of Things (IOT) for environmental protection.

Key words: malodor pollution; on-line monitoring; Remote Desktop Protocol (RDP); remote controll; load equilibrium

0 引言

恶臭污染作为一种嗅觉污染,能使人产生不愉快的心理反应及生理危害。近几年来随着工农业生产节奏的加快与生产活动的日益频繁,恶臭污染日趋严重造成居住环境恶化,引发居民对排污单位的不满情绪,可能导致社会的不安定,如台嘉义大火恶臭污染事件^[1]、哈药总厂污染事件^[2]以及杭州闲林污染事件^[3]等。因此国家在“十二五”规划纲要^[4]中将“加强污染物治理”加入到“深化颗粒污染防治”之后,在“十二五”时期加大恶臭污染治理力度。虽然目前已有公司开发了可以对单一气体在线监测的恶臭实时在线监测仪^[5],但是国内尚未建成一套成熟的区域恶臭在线监控系统^[6]。

区域恶臭在线监控系统是恶臭污染管理和事故预防的重要手段,其与现今普遍使用的污染源在线监测系统不同,后者重视的是总量控制。而恶臭气体的易扩散性及不稳定性要求恶臭在线监控系统具有环境监察的预警和快速反应能力,报警发生后需要立刻分级采样以留证,因此远程反控功能是整个系统的设计重点。

为此本文提出了一套区域恶臭在线监控平台的整体设计方案,该平台可以对恶臭污染源进行全天候连续检测,实现恶臭实时监测和远程监控。针对平台核心的远程监控功能,基于远程桌面协议(Remote Desktop Protocol, RDP)构建恶臭监测设备远程监控方案。在区域恶臭在线监控系统中应用RDP主要有以下优势^[7-9]:1)RDP允许客户端使用多种操作系统,如UNIX、Linux等,使其在异构问题严重的恶臭在线监控系统中具有良好的通用性;2)RDP支持多点数据传输,能够实时地将数据从终端服务程序传送到各个客户点,便于实现环境监测中心对数据采集传输仪的集中控制。

1 区域恶臭在线监控平台总体构架

1.1 系统结构

区域恶臭在线监控平台由实时数据传输管理模块、远程设备管理模块和数据库模块组成,分别部署在通信服务器、应用服务器和数据库服务器三种服务器上,采用客户机/服务器(Client/server, C/S)构架(如图1)。多前端监测设备以分钟为单位向环境监测中心发送监测数据,通信服务器负责并

收稿日期:2013-01-31;修回日期:2013-03-11。 基金项目:国家重大科学仪器设备开发专项(2012YQ060165)。

作者简介:余辉(1976-),男,浙江宁波人,副教授,博士,主要研究方向:嵌入式系统、数据库; 李金航(1988-),女(朝鲜族),吉林长春人,硕士研究生,主要研究方向:云计算、分布式系统; 王元刚(1979-),男,湖北郧县人,高级工程师,博士,主要研究方向:恶臭监测体系。

发接收实时数据,并对数据进行预判后存入数据库服务器。当实时监测数据超过阈值时,通信服务器按照负载均衡原则,结合应用服务器的繁忙状态,向空闲应用服务器发送报警处理提示。应用服务器通过 RDP 远程登录前端监测设备,进行突发情况处理,并将处理记录存入数据库备案。

将实时数据传输管理任务和远程设备管理任务分别部署在不同的服务器上,首先可以提供稳定可靠的 7 × 24 h 无间断实时监测数据接收服务。通信服务器采用完成例程技术实现并发接收上千个前端监测设备的实时恶臭监测数据,网络通信带宽不会受到 RDP 连接的影响;其次,远程控制管理模块独立运行在应用服务器上,与前端设备直接建立点对点连接,既保证了 RDP 所需要的独立带宽,又可根据现实情况动态扩展应用服务器数量,满足不断变化的报警处理请求,实现负载均衡化。

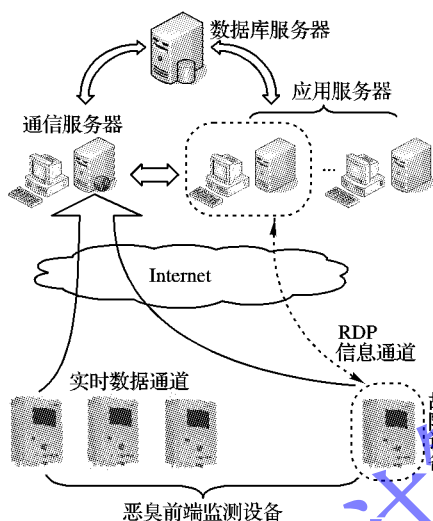


图1 恶臭在线监控平台网络拓扑图

1.2 功能设计

针对上述系统结构,区域恶臭在线监控平台的三个模块包括以下几个功能:

1) 实时数据传输管理模块。该模块包括并发连接管理、智能故障判断和故障处理通知及调度管理。智能故障判断功能可以根据预设参数对监测现场状况进行智能判断和预警;故障处理通知及调度管理将报警信息发送给远程设备管理模块并分配应用服务器资源。

2) 远程设备管理模块。该模块包括远程连接管理、数据加密及解密处理、会话管理和设备控制管理。其中设备控制管理主要包括超限报警处理和分级采样两种功能。当实时数据传输管理模块发送恶臭超标报警时,超限报警处理提取超限监控点信息,并立即通知监管人员进行补救处置;分级采样功能控制前端设备对当前排放进行即时采样、留样以等待分析人员取样处理。

3) 数据库管理模块。该模块包括点位信息管理、设备信息管理、实时数据管理和报警记录管理。

2 基于 RDP 的远程设备管理

由于恶臭监测对象为气体和粉尘,易扩散且不稳定,远程设备管理的快速报警处理和分级采样成为了防止恶臭污染事故的重要手段。本文结合应用对远程设备管理模块的设计思想作进一步阐述,主要实现技术为 RDP 安全性改进方案及嵌

入式系统受控客户端与平台的会话交互。

2.1 业务流程

当实时监测数据超过阈值时,通信服务器发送超限报警处理请求启动远程控制模块,并安排空闲的应用服务器处理请求或插入到待处理请求队列。应用服务器接受请求后,从数据库中提取超限监控点处前端设备的网络地址信息,以点对点方式和前端设备建立 RDP 连接。远程监控的业务流程如图2所示。

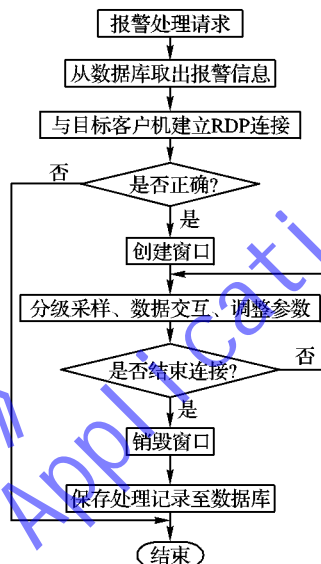


图2 远程监控业务流程

成功建立连接后进入服务器与客户机的会话阶段。客户机接收应用服务器发来的 RDP 包并根据命令完成相应操作,同时返回自己的 RDP 状态包。当服务端经过一定时间接收不到客户机发送的 RDP 包时,会话断开。应用服务器在完成一次远程连接后,会将本次连接的处理结果和记录存入数据库中备案,便于监控中心对环境信息进行后期分析和统计。

2.2 安全性改进方案

RDP 从上至下分为网络连接层 (Transmission Control Protocol, TCP)、标准数据传输层 (International Standard Organized, ISO)、多点通信服务层 (Multipoint Communication Services, MCS)、Secure 加密解密层和 RDP 功能数据层五层^[10]。服务端在发送数据时,有效数据从 RDP 层向 TCP 层逐层传输。首先在 RDP 层生成密匙并产生随机数,在 Secure 生成加密数据包,然后依次加上 MCS、ISO 和 TCP 层的报头,最后按照地址发送到客户端。

但是因为 RDP 本身存在一些安全性漏洞^[11],其加密算法容易被网络攻击破解,造成敏感数据(如用户名、密码、加密密匙)的泄漏。因此本文设计了一套安全性改进方案,采用高级加密标准 (Advanced Encryption Standard, AES) 结合数字签名技术对数据进行二次加密,并将此 AES 层插入到 TCP 层与 ISO 层之间,加强 RDP 连接中数据传输的安全。

改进后的 RDP 传输层及发送数据过程如图3所示。接收数据与发送数据相反,从 TCP 层开始解析报头,经过 AES 层解密处理后,再逐层解包、解密,最终得到转换成有效信息流,执行相应的操作。

2.3 混合加密算法的实现

公匙密码技术不同于常用的安全套接层 (Secure Socket Layer, SSL) 技术,无需预先建立通信双方的关系,可以避免第三方通过网络截取信息并破解的可能性。因此本文在公匙

基础设施(Public Key Infrastructure, PKI)体系架构上,采用AES加密标准^[12]进行数据加密。AES是针对TCP传输过程设计的分组加密优化算法,可以在多种平台上高效简洁地实现。同时为防止恶意篡改和维护数据完整性,引入信息摘要算法(Message Digest Algorithm 5, MD5)数字签名技术。

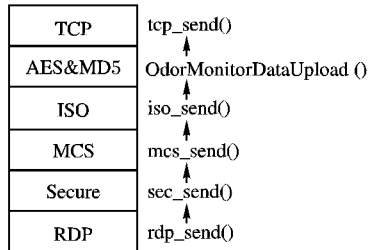


图3 改进后数据发送过程

AES层的加密过程由加密函数MalodorMonitorDataUpload()实现,其流程如图4所示。先用客户端私钥为数据加密,加上MD5数字签名后,最后用服务端公钥加密。解密变换序列与加密变换序列相同,解密变换中的变换因子就是加密变换中对应的变换因子的逆。

该加密算法已申请国家发明专利^[13],经测试可在多种平台上高效实现,可抗差分攻击等多种攻击,安全可靠。

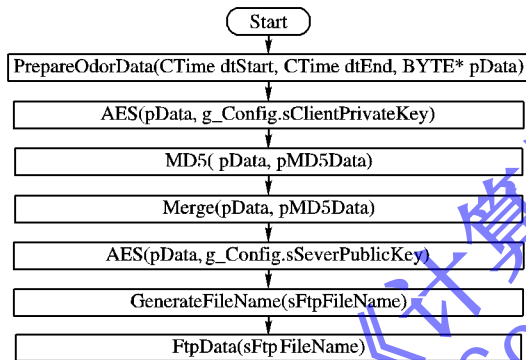


图4 加密函数流程示意图

3 区域恶臭在线监控平台的实现

本文完成了恶臭在线监控平台的软件开发,在天津市滨海新区大港石化产业园区建立区域恶臭在线监控体系并测试运行。在天津滨海新区大港环境监测站设立区域恶臭监控中心,部署了一台通信服务器,三台应用服务器,并用一台服务器和两台外接存储设备采用分布式系统构架搭建数据库平台。根据园区行业特点和现实情况在潜在恶臭污染企业设置6个源监测点和2个环境敏感区监测点位,安装自动监测仪器仪表和数据采集传输仪等前端监测设备。

区域恶臭在线监控平台运行在监控中心服务器上,通过移动3G网络与前端设备通信。服务器端实时监测系统界面如图5所示,主要由接受管理、企业查看、数据查看和统计报表4个功能菜单组成。

远程监控模块借鉴了开源项目rDesktop^[14]的设计思想,应用服务器采用点对点方式对前端检测设备进行远程操控。远程监控客户端系统界面如图6(a)所示,主要具有分级采样、参数设置、历史数据查询和数据采样四种功能。如图6(b),监控中心可以手动修改判断恶臭阈值、信号的量程及报警参数等。图6(c)展示了监控中心远程登录客户端,查询前端设备存储的监测数据历史记录,可用波形图方式查看并导出。

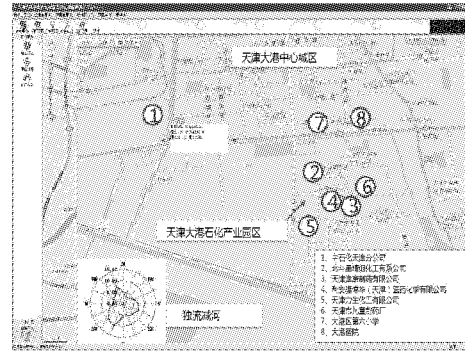
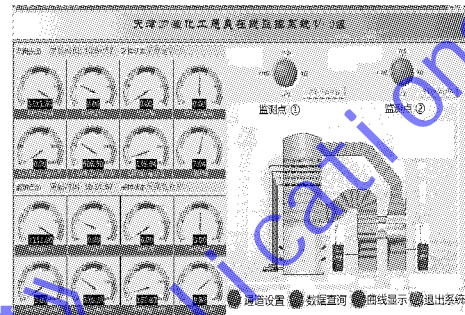


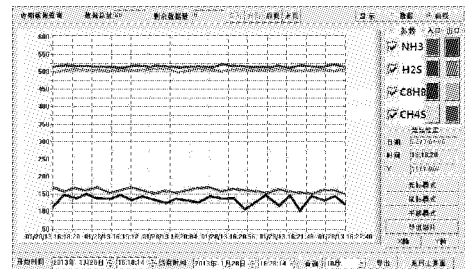
图5 实时监测系统界面



(a) 系统主界面



(b) 参数设置界面



(c) 历史数据查询界面

图6 远程控制客户端界面

4 结语

本文对区域恶臭在线监控平台进行了总体设计,重点介绍了基于RDP的远程监控模块的技术实现,提出了安全性改进方案。该平台作为国家重大科学仪器设备开发专项“恶臭自动在线监测预警仪器开发及应用示范”的子课题,已在天津市滨海新区大港石化产业园区建立示范应用平台。经过1个月试运行,初步验证了该平台相关功能,包括对前端监测设备的实时监测数据的接收,远程设备的管理、应急控制及处理,并将恶臭监测点基础信息、在线监测数据和报警处理记录等信息进行入库保存,为后续数据挖掘、溯源分析提供数据支持。未来,环境监控中心可以根据历史数据,结合风速、风向等气象参数构建示范园区恶臭扩散模型,进行突发事件演变预测预警、事故举证及溯源分析。本项目最终目标将依托环保物联网实现市、省、国监测中心恶臭污染三级协同监管,为我国环保物联网注入实质性内容,从根本上提升恶臭监测水平和监管能力,为改善民生、保障环境安全提供新的技术手段。

(下转第2077页)

在第1组窗口中需要完成的测控需求为64个,从表3可以看出,采用传统的资源分配方法只能完成45个测控任务,任务完成率为70.31%;采用本文的基于遗传算法的资源分配方法,可最大限度地完成60个测控任务,任务完成率为93.75%,明显高于传统的资源分配方法。从完成任务的质量看,本文的资源分配算法更能满足优先级较高的在轨卫星的测控需求,其效率约为传统方法的两倍,而算法的平均运行时间与传统的方法相当。同时,由于考虑了接受测控任务时各个测控站的时延和带宽等实际因素,所以,本文的资源分配方法能够合理地调动测控网的各个硬件资源,实现资源的合理配置,大大提高测控资源的利用效益。在第2组窗口中,需要完成的测控需求为120个,从表3可以看出,本文的资源分配方法除了能够优先完成测控级别较高的测控需求、完成的测控任务数较多外,在测控资源的利用效益上大大高于传统的资源分配方法。可见,在多窗口、多任务的测控需求下,本文的资源分配方法更能合理调配测控资源,提高整个测控网的利用效率。

5 结语

本文提出的基于遗传算法的航天测控资源分配模型和方法,立足于现有的测控硬件资源,不会增加测控网建设的成本,充分考虑测控站实际的带宽和时延状况,最大限度地挖掘了测控网的测控能力,提高了测控网的利用效率。该方法在多次在轨卫星管理中发挥了重要的作用,节约了测控成本。在后续的研究中,将对该方法进行改进,开发多星多窗口实时测控管理系统,进一步提升我国多卫星在轨测控和管理的能力。

参考文献:

- [1] 杜世勇,胡进,贾丽娟,等.基于多活性代理的多星测控调度方法[J].飞行器测控学报,2012,31(5):11-14.
- [2] 凌晓冬,武小悦,刘冰,等.卫星测控资源调度CSP模型研究[J].系统工程与电子技术,2012,34(11):2275-2279.
- [3] JOHNSTON M D. Multi-objective scheduling for NASA's future

deep space network array [C]// Proceedings of the International Workshop on Planning and Scheduling for Space. New York: ACM Press, 2010: 35-42.

- [4] MESUT O K. A constraint based approach for building operationally responsive satellite [D]. Ohio: Air Force Institute of Technology, 2008.
- [5] PEMBERTON J C. Toward scheduling over-constrained remote-sensing satellites [C]// Proceedings of the Second NASA International Workshop on Planning and Scheduling for Space. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2000: 221-228.
- [6] BIANCHETTI N, CORDEAU J-F, DESROSIERS J, *et al.* A heuristic for the multi-satellite, multi-orbit and multi-user management of earth observation satellites [J]. European Journal of Operational Research, 2007, 177(2): 750-762.
- [7] ALECU C, OANCEA S, BRYANT E. Multi-resolution analysis of MODIS and ASTER satellite data for water classification [C]// Remote Sensing for Environmental Monitoring, GIS Applications, and Geology V. Bellingham, WA: SPIE, 2005: 411-420.
- [8] FRANK J, JONSSON A, MORRIS R, *et al.* Planning and scheduling for fleets of earth observing satellites [C]// Proceedings of the Sixth International Symposium on Artificial Intelligence Robotics Automation and Space. New York: ACM Press, 2001: 31-40.
- [9] TAPAN P B. Near optimal ground support in multi-spacecraft mission: a GA model and its results [J]. IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 2009, 45(3): 950-964.
- [10] 金光. 卫星地面站测控资源调度CSP模型[J]. 系统工程与电子技术, 2007, 29(7): 1117-1120.
- [11] 李云峰,武小悦. 遗传算法在卫星数传调度问题中的应用[J]. 系统工程理论与实践, 2008, 28(1): 124-131.
- [12] 陈峰. 多星测控调度问题的遗传算法研究[D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2010.
- [13] 李玉庆,王日新,徐敏强,等. 基于改进遗传算法的一类多资源测控调度问题研究[J]. 宇航学报, 2012, 33(1): 85-90.
- [14] 刘伟,涂井先. 基于半径参数周期性缓慢变化的双种群遗传算法[J]. 计算机应用研究, 2012, 29(1): 43-46.

(上接第2073页)

参考文献:

- [1] 王赛赛. 台嘉义大火恶臭排放超标4倍局部下雨黑如墨水[EB/OL]. (2010-10-04) [2012-12-20]. http://www.chinainataiwan.org/taiwan/tw_SocialNews/201010/t20101004_1548585.htm.
- [2] 王跃军,罗辑,王海樵. 哈药总厂排放硫化氢气体超标千倍[EB/OL]. (2011-06-05) [2012-12-21]. <http://news.163.com/11/0605/12/75PLUK7P00014JB5.html>.
- [3] 曾薇,朱旭竞. 独家调查: 闲林“毒气”真相 工业区居住区比邻之祸[EB/OL]. (2012-06-14) [2012-12-21]. <http://house.focus.cn/news/2012-06-14/2075262.html>.
- [4] 中国国家发展和改革委员会. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[R]. 北京: 人民出版社, 2011.
- [5] 恶臭实时在线监测仪[EB/OL]. [2012-12-20]. http://www.testmart.cn/product_2366144892.htm.
- [6] 李海燕,任悦. 专访全国人大代表包景岭: 我的建议纳入国家“十二五”规划[EB/OL]. (2011-03-15) [2012-12-22]. http://epaper.tianjinwe.com/mrxb/mrxb/2011-03/15/content_6388719.htm.

- [7] 鲍捷,宋靖雁,姚丹亚,等. NC环境中的RDP协议解析[J]. 计算机应用与软件, 2004, 21(10): 67-69.
- [8] TSAI C Y, LEE T L. A remote collaboration system design and construction [C]// Proceedings of the 5th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication. New York: ACM Press, 2011: 42.
- [9] PERASH K. Remote access forensics for VNC and RDP on Windows platform [C]// Proceedings of the 8th Australian Digital Forensics Conference. Australia: SECAU Press, 2010: 106-116.
- [10] 刘健. RDP远程桌面协议的安全性分析[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
- [11] 华龙. 计算机远程控制中Desktop工具(RDP)原理解析与实现[J]. 电子商务, 2012(9): 64-65.
- [12] AES home page [EB/OL]. (2001-12-04) [2012-12-23]. <http://csrc.nist.gov/archive/aes/index.html>
- [13] 余辉. 一种环保数采仪本地数据存储文件保护方法: 中国, 201210017442.8 [P]. 2012.07.04.
- [14] CHAPMAN M, FORSBERG E, ASTRAND P, *et al.* Rdesktop [EB/OL]. [2012-10-20]. <http://www.rdesktop.org>.