

环保物联网中远程设备实时控制问题研究

丁浩¹, 管致锦¹, 沈兵², 程学云¹

(1. 南通大学 计算机科学与技术学院, 江苏 南通 226019; 2. 江苏汇环环保科技有限公司, 江苏 南通 226010)

摘要: 选择 Flash XMLSocket 作为浏览器端和服务器端双向通信的关键技术, 解决了 HTTP 协议中无法直接实现实时双向通信的问题; 通过在监听服务器端建立 Socket 连接通道路由表并实时更新, 解决了服务器只能被动连接数采仪导致实时控制时延较大的问题; 结果表明, 服务器端的控制时延很小, 几乎可以忽略不计, 浏览器端在足够的网络带宽下, 也能保证较低的控制时延, 满足了工业使用的需求。

关键词: 污染源在线监控; 环保物联网; Flash XMLSocket; Web 实时通信; 远程控制

Research on Real-time Control of Remote Equipments in Environmental Protection of Internet of Things

Ding Hao¹, Guan Zhijin¹, Shen Bing², Cheng Xueyun¹

(1. College of Computer Science and Technology, Nantong University, Nantong 226019, China;

2. Jiangsu Huihuan Environmental Protection Technology Co., .Ltd., Nantong 226010, China)

Abstract: Flash XMLSocket is chosen as the key technology of two-way communication between browser and server, which cannot be directly implemented in HTTP protocol. Because server can be passively connected by data acquisition instrument, high delay may be happened in real-time control, through the establishment of Socket connection channel routing table in the monitor server and updating it in real time, the problem can be avoided. Results show that control delay on the server is very small and it almost can be neglected. When network bandwidth is enough, our method also can ensure low control delay on the browser, which can meet the demand for industrial use.

Key words: pollution emission online monitoring; environmental protection of Internet of things; Flash XMLSocket; Web real-time communication; remote control

0 引言

随着我国经济的高速发展, 企业超标排污、生态环境质量恶化问题开始凸显, 国家在各级环保部门建设了重点污染源自动监控系统, 是监控各项污染治理能否完成污染物减排指标的重要手段^[1]。物联网是继互联网之后的又一次信息技术革命, 污染源自动监控系统就是环境在线监控的物联网^[2]。环保物联网通过综合应用传感器、全球定位系统、视频监控、射频识别等装置与技术, 实时采集污染源、环境质量、生态等信息, 构建全方位、多层次、全覆盖的生态环境监测网络^[3]。

现有的污染源监控系统能实现实时数据、历史数据、报警数据的查询、统计、报表等功能^[4-5]。远程控制现场设备只能在中心服务器实现, 或在客户端安装相应的软件实现^[6], 实际使用中有一定的局限性。在 B/S 架构的污染源远程监控系统中, 有一段通信是架设在浏览器和 Web 服务器之间的, 如何跨越这段 Web 通信, 实现浏览器与远程监控设备之间实时、高效的双向通信是亟待解决的问题。

收稿日期: 2013-10-12; 修回日期: 2014-01-09。

基金项目: 南通大学自然科学基金项目(11Z069); 江苏省科技型企业技术创新资金项目(BC2012157); 南通市应用研究计划(BK2013043)。

作者简介: 丁浩(1980-), 男, 江苏盐城人, 硕士, 讲师, 主要从事计算机软件与理论方向的研究。

管致锦(1962-), 男, 江苏连云港人, 博士, 教授, 主要从事信息安全和逻辑综合方向的研究。

1 环保物联网体系结构

环保物联网主要由设备管理层、信息传输层和监控中心组成^[7]。我们的平台基于 B/S 架构实现, 监控功能既可以在服务器上实现, 也可以在浏览器端实现, 统称为信息管理与服务层, 其体系结构如图 1 所示。

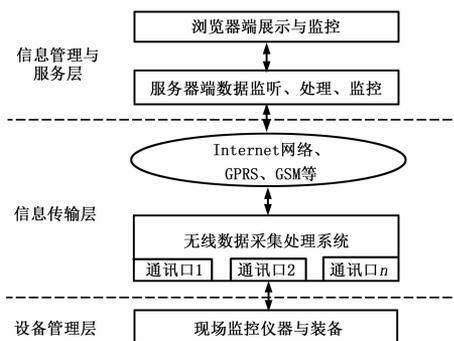


图 1 环保物联网体系结构图

设备管理层包括数据采集传输仪和各种监测、采样设备, 完成数据采集、存储、发送及命令接收等方面的功能。信息传输层指用于实现数据传输的网络实体, 包括有线和无线两种方式, 按国家环保局发布的数据传输标准进行传输^[8]。信息管理与服务层包括服务器端的数据监听、处理和监控, 也包括浏览器端的信息展示与监控, 通过与信息传输层和设备管理层双向通讯, 以实现远程设备的监控和管理。

2 Web 实时通信技术

当前,几乎所有的网络应用程序都采用 Socket 通信,Socket 是支持 TCP/IP 协议的网络通信的基本操作单元。使用 Socket 通信可以方便地实现客户端和服务器端的双向实时通信,而在 Web 环境中,使用的是应用层的 HTTP 协议,是一种“短连接”,并且是“请求-人回复”的模式,无法直接实现实时的双向通信。

目前,Web 环境下实现实时双向通信的方式有:Ajax 轮询、ActiveX、WebSocket、SilverLight 和 Flash XMLSocket。Ajax 轮询弥补了 Web 服务器不能主动发起连接推送数据的缺点,由浏览器端网页脚本周期性发起连接,Web 服务器即可“及时”地向浏览器推送数据^[9]。WebSocket 是一种新的协议,它可以使浏览器与 Web 服务器间进行全双工通讯^[10]。SilverLight 是微软继 ActiveX 之后主推的一个跨浏览器、跨平台的 Web 呈现技术,使用 SilverLight 可以实现 Socket 通信。Flash XMLSocket 是 Flash 提供的 Socket 通信方式,通过 Flash 与网页脚本结合,可实现浏览器与服务器的实时双向通信。几种技术的比较如表 1 所示。

表 1 Web 实时通信技术比较

技术名称	实时双向通信的实现	跨 Web 服务进程通信	使用现状
Ajax 轮询	未真正实现	不可以,只能在 Web 架构内	普遍用于周期性更新网页
ActiveX	内嵌 Socket	可以	安全性差,逐渐弃用
WebSocket	WebSocket 协议支持	不可以,只能与 Web 服务进程进行通信	需要支持 WebSocket 协议的浏览器,普及程度低
SilverLight	内嵌 Socket	可以	需要浏览器安装插件,普及程度低
Flash XMLSocket	内嵌 Socket	可以	浏览器均已安装插件,普及程度高

3 环保物联网中实时控制问题

在环保物联网平台中,不仅要能实现实时数据监测、历史数据查询及数据统计分析等功能,还需要实现与远程设备的通信交互功能,如远程开关阀门、远程控制超标留样、远程获取设备状态数据等。

3.1 实时控制平台整体框架

现场各类监测设备通过串口与数采仪相连,数采仪将采集、存储的各类监测数据通过无线或有线网络发送给服务器,服务器负责数据的管理、分析和统计。远程控制时,可从浏览器端或服务器端发送实时控制命令,经由数采仪发送给现场设备,现场设备给出反馈信息。实时控制结构如图 2 所示。

3.2 关键问题及解决策略

(1) 服务器与数采仪之间实时双向通信问题。数采仪一般采用 GPRS、GSM 无线方式发送数据,IP 不固定,只能与某个或某几个预先设定的服务器进行通信,并且数采仪不接受由服务器主动发起的连接。因此,要使服务器的实时控制命令立

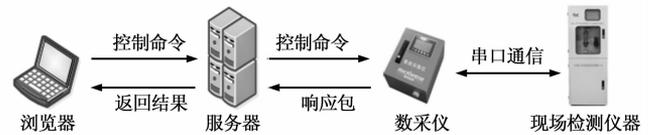


图 2 实时控制结构图

即送达数采仪,必须将所有数采仪的 Socket 连接通道保存,建立连接通路由表,每当数采仪的数据送达时,均要维护此路由表。当需要发送实时控制命令时,从路由表中取出相应的 Socket 通道,将命令立即发送出去。

(2) Web 环境下的实时通信问题。由于数采仪只能与预先设定的服务器进行通信,浏览器端也就不能跳过服务器与数采仪直接通信,控制命令必须经过服务器转发。所以,浏览器端的控制命令要实时到达数采仪或现场检测仪器,必须跨越 Web 架构,从表 1 可看出,ActiveX、SilverLight 和 FlashXMLSocket 可以直接实现,无需 Web 服务器,WebSocket 需要间接实现。而实时控制命令的执行结果只能从数采仪送达 Socket 监听服务器,Socket 监听服务器实时到达浏览器同样需要“跨人”Web 架构。结合表 1 的结论,有两种方案:(1)采用能够直接 Socket 通信的、普及程度高的 Flash XMLSocket,直接由浏览器与 Socket 监听服务器通信;(2)在发送时浏览器与 Web 服务器间采用 HTTP 通信、Web 服务器与 Socket 监听服务器间采用 Socket 通信、Web 服务器与浏览器间采用 Ajax 轮询。相比较而言,我们选择更为实时、高效的 Flash XMLSocket 方式。所有浏览端的 Socket 通信也应加入连接通路由表,以便正确地将返回数据发送给浏览器端。

4 基于 Flash XMLSocket 的实时控制

4.1 实时控制平台的设计

基于 Flash XMLSocket 技术的环保物联网通信路线如图 3 所示。实线部分为正常的的数据监听、处理和浏览器显示数据的通信路线与方式,虚线部分为控制命令发送和结果返回的通信路线与方式。在实时控制的路线中,浏览器发送的控制命令经 Flash XMLSocket 直接发送至监听服务器,跳过 Web 服务器,也就突破了 HTTP 协议的局限性,实现了实时的双向通信。

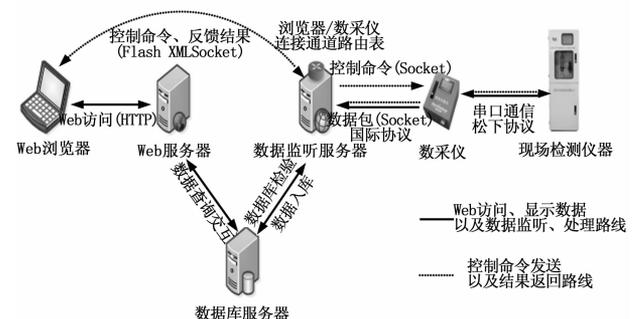


图 3 环保物联网通信路线示意图

整个设计中,以数据监听服务器为核心,其职责为:监听所有数采仪的连接,维护连接通路由表,接收数采仪数据包并进行解码、校验和入库;同时监听所有客户端浏览器的连

接,路由转发控制命令,并转发数采仪的返回结果至浏览器端。数据监听服务器采用“完成端口”的 Socket 通信方式,力求做到并发度高,并且设计了一套协议用来快速区分浏览器控制命令、数采仪常规数据、数采仪针对控制命令的返回结果数据等不同类型的数据包。

4.2 实时控制平台的实现

4.2.1 浏览器端

在 Web 浏览器端,网页中以下拉列表形式显示控制命令,每个命令选项均绑定一个唯一编号;网页中的 Javascript 脚本将所选命令的编号以及当前数采仪的设备编号等参数传递给嵌入在网页中的 Flash;Flash 中定义 XMLSocket 对象,发起 Socket 连接,向服务器 843 端口寻求策略文件;得到策略文件后,Flash 根据得到的命令编码和设备编号等参数,生成符合国标协议的控制命令字符串、包长度、校验码等数据段,按照国标协议将包头、包长度、数据以及校验码组装,再将组装的包再次封装成自定义的控制命令数据包,发送至服务器特定端口;将服务器发送过来的数据按照国标协议进行解码,并调用网页中的 Javascript 脚本,将数据传递给页面;网页 Javascript 脚本将 Flash 解析出的数据及时更新至网页中。

4.2.2 服务器端

数据监听服务器接收到浏览器端发送的数据后,首先将其转换成符合国标协议的控制命令,然后根据控制命令中的设备编号,到连接通道路由表中查询相应的 Socket 通道,并通过该通道将控制信息发送给相应的数采仪。服务器监听到数采仪返回的数据后,根据每条控制命令的时间戳,到连接通道路由表中查询相应浏览器的通道信息,将反馈数据发送给浏览器,若超时没有得到反馈数据,则自动发送没有响应的信息至浏览器端。

4.3 实时控制平台的测试

4.3.1 测试实例

以远程获取污染物实时采样数据为例。浏览器端发出远程获取实时数据命令,数据监听服务器显示该终端的连接信息,如表 2 所示。MN 表示数据来自数采仪,RC 表示数据来自浏览器端。

表 2 数据监听服务器显示的 Flash 连接

IP: 端口	MN/RC	状态
114.231.116.214: 7387	RC	已连接

服务器端显示来自浏览器的控制命令,如表 3 中第一行所示,同时将其解包发送给远程数采仪,并等待远程设备通过数采仪发送的反馈包。接收到反馈包后,服务器上显示反馈信息,如表 3 第 2~4 行所示。

返回的 3 个 DAQ 数据包中,第一个是响应包;第二个数据包返回的是远程监测到的六价铬和总铬的实时浓度值;第三个数据包代表响应结束。监听服务器将第二个数据包中得到的结果返回 Web 页面。从浏览器发出控制指令,到浏览接收到反馈结果,整个过程在瞬间内完成,并得到正确结果。

4.3.2 测试结果及分析

我们分别在服务器和浏览器端,对远程控制中常见的几个操作进行了测试。环保物联网中数采仪所用无线网络:中国电信 GPRS;所在地区:上海。服务器所用网络:中国电信 20 Mb/s 带宽;所在地区:江苏;配置: Xeon E7430 四核处理器、32 G 内存、Windows 2008 R2 64 位操作系统。浏览器所用网络:中国电信,2~20 Mb/s 带宽;所在地区:江苏;配置: IE10、Firefox 和 Chrome。

进行远程设备实时控制测试时,因阀门的机械开启和关闭所需时间略长,其过程不计在整个时延内。服务器端的测试结果如图 4 所示,每种命令取 10 次测试结果的平均,结果显示服务器端发出控制命令均在极短时间得到响应。浏览器的测试结果如图 5 所示,我们测试了在不同带宽下浏览器端发出控制命令后所需的时延。所有的控制命令都得到了响应,在带宽为 2 Mb/s 时,所需的时延也仅比服务器端多 1 s 左右,随着带宽的增加,与服务器端所需的时延差距越来越小,且时延受带宽的影响也越来越小。目前该系统已投入实际使用,测试和现场使用结果表明我们的远程设备控制平台,无论是服务器端还是浏览器端发出的控制命令,均能快速得到响应。

5 结束语

环保物联网是物联网技术在环保领域的智能应用,是推动环境管理升级、培育和发展战略型环保产业的重要手段,对促进我国环保事业的发展已经并将产生深远影响。本文探讨了基于 B/S 架构的环保物联网中远程设备实时控制的有效实现方法,构建了基于 Flash XMLSocket 的远程设备实时控制框架,给出了几种常用的远程控制命令上的测试结果。结果表明,我们的实时控制平台能够实现浏览器端、服务器端对远程设备的实时控制,具有较低的时延和较高的响应率。在今后的工作中,我们将进一步研究通过智能手机浏览器进行远程监测、控

表 3 远程设备响应包

MN/RC	IP: 端口	数据监听服务器接收的数据包
RC	114.231.116.214: 7448	\$ RC# # 0076QN = 20130519151244278; ST = 32; CN = 2011; PW = 123456; MN = 88888880000003; Flag = ; CP = &.&.&.&5F00
DAQ	117.136.8.64: 28538	# # 0084ST = 91; CN = 9011; PW = 123456; MN = 88888880000003; Flag = 0; CP = &.&.QN = 20130519151244278; QnRtn=1&.&.7580
DAQ	117.136.8.64: 28538	# # 0124ST = 32; CN = 2011; PW = 123456; MN = 88888880000003; CP = &.&.DataTime = 20130519151620; 024-Rtd=0.0403, 024-Flag=N; 023-Rtd=0.0820, 023-Flag=N&.&.0780
DAQ	117.136.8.64: 28538	# # 0078ST = 91; CN = 9012; PW = 123456; MN = 88888880000003; CP = &.&.QN = 20130519151244278; ExeRtn=1&.&.1040

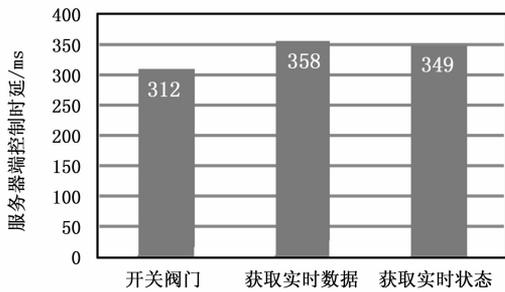


图 4 服务器端测试结果

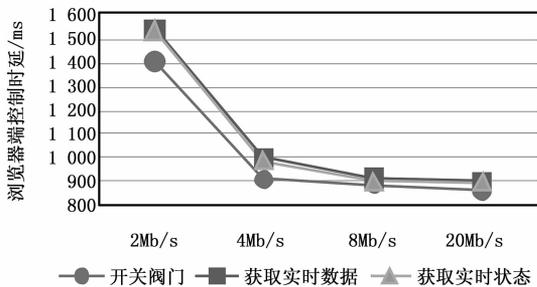
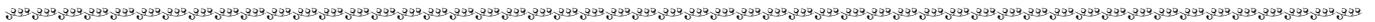


图 5 浏览器端测试结果

制的方法, 以及远程对设备进行升级等功能, 进一步完善环保物联网在监测、监控和监管中的功能。



(上接第 1782 页)

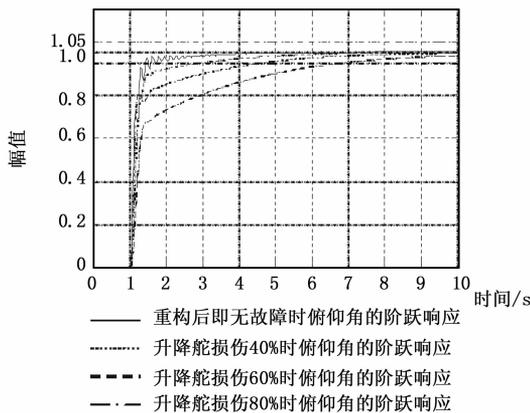


图 4 升降舵损伤 40%, 60%, 80% 及重构后即无故障时俯仰角的阶跃响应过渡曲线

5 结束语

运用遗传算法优化飞行控制参数, 通过多组比较的方式确定合适的交叉概率与变异概率, 确定了较适应度函数, 得无故障参数, 能够较快确定控制参数, 提高设计精度, 按照重构后系统开环传递函数保持不变, 即系统闭环传递函数极点不发生变化的原则, 由升降舵损伤程度和无损伤时控制参数可得重构后的

参考文献:

- [1] 张同文. 包头市污染源自动监控系统在环境管理中的应用 [J]. 科技创新导报, 2012, (7): 46-48.
- [2] 徐 敏, 孙海林. 从“数字环保”到“智慧环保” [J]. 环境监测管理与技术, 2011, 23 (4): 5-7.
- [3] 中国电子信息产业发展研究院, 赛迪顾问股份有限公司. 中国环保物联网应用白皮书 (2011) [Z].
- [4] 陈立定, 秦亚辉. 远程环保监控系统的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19 (6): 1377-1379.
- [5] 张学雷. 省级环境在线监控数据库平台建设与应用 [J]. 安徽职业技术学院学报, 2010, 9 (3): 16-19.
- [6] 赵春胜, 陈俊杰. 智能物联网在环境在线监控中的应用研究 [J]. 北方环境, 2011, 23 (3): 114-116.
- [7] 张树礼, 郝 军, 张 巍. 环保物联网技术及应用研究 [J]. 中国环境管理, 2012, (04): 24-28.
- [8] 国家环保局. 污染源在线自动监控 (监测) 系统数据传输标准 (HJ/T212-2005) [EB/OL]. http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other/xxbz/200602/t20060201_73038.htm.
- [9] 吴灿培, 胡顺豪, 王海航, 等. 基于 Ajax 和 SVG 的 Web 远程实时监控 [J]. 计算机工程与设计, 2011, 32 (9): 3004-3007.
- [10] 周东仿, 孟 宁. 基于 WebSocket 的网络设别自发现机制 [J]. 计算机工程与设计, 2013, 34 (2): 392-396.

控制参数, 仿真结果证明了此方法的有效性. 遗传算法作为一种新兴算法, 有许多新的技巧出现, 可以继续探索更有效可靠、更快捷的方法来实现问题的求解。

参考文献:

- [1] 邓华昌, 方康玲, 梁 开, 等. 一种混合遗传算法在 PID 参数优化中的应用 [J]. 机械设计与制造, 2009 (7): 89-91.
- [2] 陈 丹, 方康玲, 陈乔礼. 遗传算法在 PID 参数优化中的应用 [J]. 控制系统, 2007 (23): 35-37.
- [3] 李秋生, 张 策, 刘政华. 基于神经网络和遗传算法的 PID 智能 PID 控制 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (5): 610-612.
- [4] 李广文, 贾秋玲, 刘小雄, 等. 基于进化策略的飞行控制系统优化 [J]. 飞行力学, 2009, 27 (5): 33-36.
- [5] 李惠峰, 王 健, 孙文冲. 基于遗传算法的高速飞行器滑模控制律设计 [J]. 北京航空航天大学学报, 2009, 45 (9): 1144-1147.
- [6] 吴森堂, 费玉华. 飞行控制系统 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [7] 李慎霞, 方 舟, 李 平. 小型无人机舵面故障的控制重构设计 [J]. 计算机工程与应用, 2011 (47): 236-240.
- [8] 王茂林. 改进遗传算法及其在 PID 控制器参数优化中的应用 [D]. 长春: 吉林大学, 2011.
- [9] 陈亚娟. 基于 Matlab 遗传算法工具箱的 PID 参数优化研究 [J]. 科技信息, 2008, (26): 69-70.