

## 基于 SVG 和 Web Service 的监控图库关联组件柔性重构

刘莉<sup>1</sup>, 屈志坚<sup>2,3</sup>, 王健<sup>2,3</sup>

(1. 华东交通大学土建学院, 江西 南昌 330013; 2. 华东交通大学电气工程学院, 江西 南昌 330013;  
3. 北京交通大学电气工程学院, 北京 100044)

**摘要:** 针对传统电力监控系统中刚性接口造成应用功能扩展和集成困难的问题, 提出了一种融合 SVG 和 Web Service 的监控图库关联组件柔性重构技术。在 BATIK 开发工具包和 XFire 组件服务框架的基础上, 利用矢量图元重新设计了电力监控图形系统与实时数据的接口关联组件, 该组件后台利用 Proxool 数据库连接池, 通过 Web 服务接口访问实时数据, 组件前台将 SVG 监控图形界面嵌入到浏览器中, 利用 JavaScript 脚本进行矢量实时图元的刷新和显示。最后, 对该组件进行了接口测试实验, 验证了重构方案的可行性, 更好地适应了新一代电力监控系统的松散耦合集成。

**关键词:** 可伸缩矢量图形; Web 服务; 图库关联; 组件重构; 柔性系统集成

### Graph-database component flexible reconstruction of monitoring based on SVG and Web Service

LIU Li<sup>1</sup>, QU Zhi-jian<sup>2,3</sup>, WANG Jian<sup>2,3</sup>

(1. School of Civil Engineering and Architecture, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;  
2. School of Electrical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;  
3. School of Electrical Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

**Abstract:** For the problem that traditional rigid applications are difficult in the expansion and integration of power monitoring system, a flexible reconstruction design of system component based on SVG and Web Service is presented. The Batik-Xfire association is built, which redesigns the interface component in the graph-database power monitoring systems and real-time data by using vector element. The back platform of component accesses real-time data by using Proxool database connection pool through the Web Service interface. The front platform of component embeds the SVG monitor interface in the browser, which refreshes and displays the vector real-time element by using JavaScript. Finally, the test about the interface of components shows feasibility of the component, which is better adapted to a new generation of electric power monitoring system of the loosely coupled integration.

This work is supported by National Natural Science Foundation of China (No.51007023).

**Key words:** scalable vector graphics; Web Service; graph-database association; component reconstruction; flexible system integration

中图分类号: TU 441 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)22-0179-04

## 0 引言

传统组件技术有COM、DCOM、CORBA和EJB等, 将其用在电力监控系统中的共同缺陷是难以扩展, 究其原因主要是客户端与服务器之间的紧密耦合, 导致系统柔性不够: 如果一端的执行机制发生变化, 则另一端易导致系统崩溃, 例如, 服务器应用程序的某一接口发生更改而导致客户端崩溃。

**基金项目:** 江西省教育厅科技基金项目 (GJJ10138, GJJ09233); 华东交通大学科研基金项目 (09DQ08, 09TM04); 江西省科技支撑计划项目 (2009BSB08702); 国家自然科学基金项目 (51007023)

而且, 传统组件运行平台存在诸多限制: COM或DCOM技术要求参与集成的子系统采用Windows系统、CORBA集成要求子系统都运行同样的ORB产品、而EJB技术则要求每个子系统都运行在J2EE架构上。

Web Service能突破传统组件技术的限制, 若将其用在分布式电力监控系统中, 必将简化服务器与客户机之间的接口方式, 降低模块之间的耦合性, 并有利于将实时应用功能扩展到Internet上<sup>[1-4]</sup>, 加上SVG丰富的界面表达能力和浏览器的内嵌能力, 使新一代电力监控系统突破了组件平台和表现形式的限制<sup>[5-7]</sup>。为重构柔性的电力监控系统, 关键是要解除监控前台的界面交互系统与后台的实时数据处理

系统之间的复杂耦合关系<sup>[8]</sup>, 本文将SVG和Web Service技术进行融合, 设计和实现了一种新的图库关联组件, 为松散耦合的电力监控系统集成提供了一种新方案。

### 1 技术架构

#### 1.1 Batik 与 SVG 界面图形

Batik是Batik SVG Toolkit的简称, 是基于JAVA语言实现的一个SVG应用工具包, 用于实现对SVG图元对象的显示、编辑以及将SVG矢量图形格式转换成jpg、gif等图片格式, 给图形应用提供了处理SVG对象的基础核心模型。

一方面, Batik可以将图形导出为SVG格式; 另一方面, Batik还可以使用DOM API来操作生成的SVG文档对象, 并同时提供SVG Generator和SVG DOM两个模块用于创建和操作SVG的文档内容, 这两个模块可以单独或组合使用。其中SVG Generator模块用于以SVG格式输出图像, 而SVG DOM模块用于实现操作SVG内容的标准API方法, SVG图形、文档与DOM树之间的关系如图1所示。

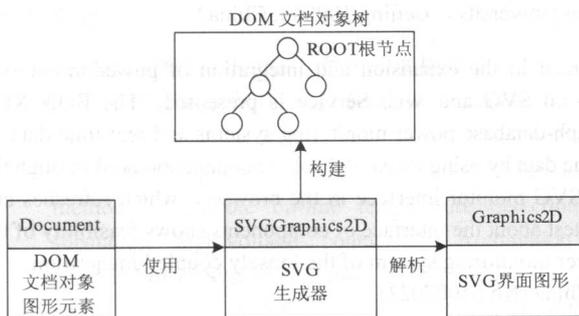


图 1 Batik 文档模块架构图

Fig.1 Batik document module structure

#### 1.2 XFire 组件服务框架

Web Service是松散耦合的、可复用的组件标准, 是为了能在不同操作系统、硬件平台和编程语言之间集成的应用中间平台。能够解析文本和通过标准传输协议进行通信的系统都可以与Web Service进行通信, Web Service应用之间采用一种服务发现机制进行便捷协作, SOA (面向服务架构) 体系结构中的组件协作体系, 遵循“发布、发现、绑定和调用”模式, 服务请求者执行动态服务定位, 通过服务注册中心, 查询与其调用接口匹配的服务, 如果服务存在, 注册中心就给请求者提供接口契约和服务的端点地址, 完成请求者对提供者的服务绑定和调用。

XFire是由codeHaus组织管理和维护的一个开源Web Service框架, 该框架实质上是一种基于

Servlet容器技术的SOA应用组件开发平台, 构建了POJO (朴素而又古老的JAVA对象) 和SOA之间的桥梁, XFire框架支持将POJO以简洁的方式发布成Web服务, 扩展了JAVA应用程序转化为Web服务的步骤和过程, 直接降低了SOA的实现难度, 有利于电力监控系统的组件交互和功能集成。

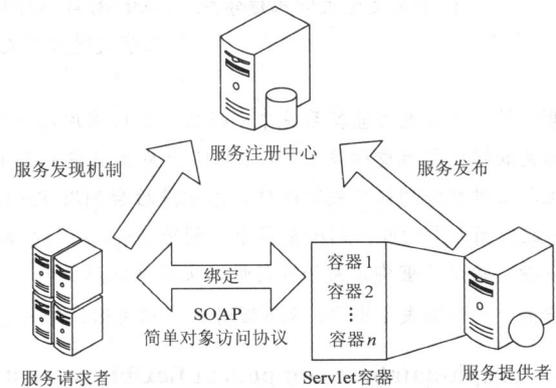


图 2 面向服务的体系结构中的协作

Fig.2 Collaboration of service architecture

图库的关联是电力监控应用系统的关键, 涉及监控画面与通信子系统、实时数据处理子系统等的关联, 通过Web Service组件服务提供的远程调用接口, 可以方便地进行子系统之间的通信。图库关联组件采用Web Service接口远程调用通信子系统完成遥控操作, 同时远程调用实时数据库子系统的Web Service接口完成遥信、遥测等功能, 其中Web Service采用SOAP (简单对象访问协议) 进行传输, 浏览器端的逻辑控制采用JavaScript, Web服务器用于部署JSP页面、SVG画面和Web Service客户端组件及其接口, Web Service组件服务容器部署实时数据服务接口和通信服务接口, 利用数据服务组件完成对实时数据的存取, 以达到实时刷新监控画面的目的。

#### 1.3 Proxool 数据库连接池

传统的数据调用模式一般遵循以下步骤: 首先, 在主程序 (如Servlet、Beans) 中建立数据库连接; 然后, 进行SQL操作, 取出数据; 最后, 断开数据库连接。这种模式的问题是必须为每一次调用请求 (例如遥信图元的刷新) 建立一次数据库连接, 一次或几次操作不会影响系统开销, 但对于电力监控这类实时性要求较高的系统来说, 即使在某一较短的时间段内, 其调用请求数可以达到成百上千, 当故障发生时甚至会产生突发性实时数据, 这类数据的处理开销是相当大的。

由于数据库的连接操作是数据操作中代价最大的操作之一, 为提高调用性能, 建立了一个如图3

所示的池化逻辑连接层,在物理连接基础上,映射出多个逻辑连接,并采用动态连接池管理机制完成连接的获取和放回,实现对连接的统一管理。

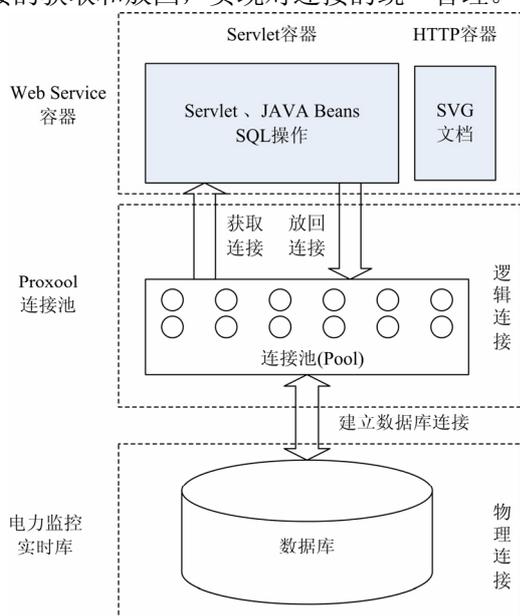


图3 电力监控的柔性架构中的连接池

Fig.3 Flexible architecture of connection pool in power monitoring

## 2 柔性组件架构的业务模型

电力监控系统由测控现场装置、通信信道、通信预处理模块、实时数据处理模块、历史数据处理模块和电力监控实时画面等构成<sup>[9]</sup>。

在图4所示电力监控的图库关联组件业务流模型中:

(1) 上行方向的实时数据处理流。包括把实时数据(模拟量、状态量、越限报警、继电保护动作与恢复信号等)信息传送到监控画面实时显示的数据流和处理后存储进入历史数据库的处理流。

(2) 下行方向的实时控制命令流。包括远程控制命令和远程参数设置命令(电压、电流的阈值、报警限值、延时限值、继电保护整定值等)的处理流。

(3) 历史性数据显示处理流,包括从关系数据库中取出历史数据(状态量的遥信历史、模拟量的遥测历史、操作记录、事件记录、告警记录等)信息,并以曲线和报表等形式进行显示的处理流。

传统的客户/服务器模式中将实时数据库和历史数据库作为系统的服务器端,通信预处理和实时画面作为客户端,进行接口调用,某一接口出现问题将导致客户机系统崩溃,所有接口都将因此受到

限制。而Web Service采用接口的注册发现机制,当客户机找不到某一接口时,该接口所承载的服务就不会被调用,这样就可以维持其他接口的服务运行和客户端的稳定,从而降低了服务端与客户端的耦合性,利用Web Service的这种柔性接口方式,便于构造和实现电力监控组件的图库关联架构。

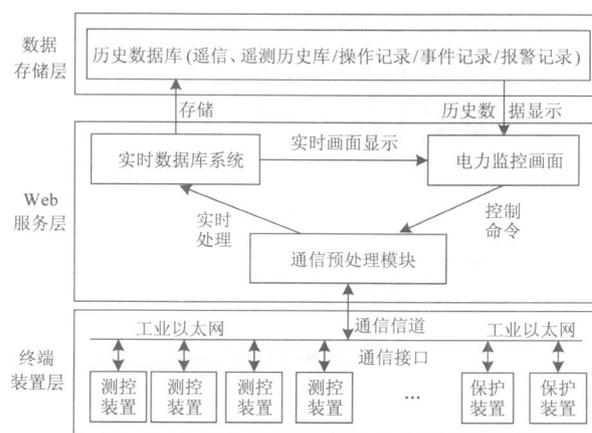


图4 电力监控图库关联业务流模型

Fig.4 Association business model in power monitoring

## 3 实现与测试

### 3.1 实现

依据电力监控中的关键数据流,在Web Service接口框架基础上,通过对电力实时数据的对象编程和对SVG的脚本代码,利用JAVA语言和JavaScript对图库关联组件进行了实现,以遥信数据和图元的处理为例,其实现过程按以下步骤进行:

1) 通信预处理。通过通信程序对接收到的遥信报文进行解析,将对应采集装置的地址、信号对象地址和对应量的值,送入实时数据库等待调用。

2) SVG监控页面的加载。通过浏览器的支持,在浏览器启动时,将SVG监控页面嵌入到浏览器中运行。

3) Web Service接口。根据SVG的元素标记,通过JavaScript脚本,传递SVG元素的属性信息,并以此作为参数,调用Web Service实时数据处理接口。

4) 数据库连接池。考虑到对实时数据库进行数据存取的大部分时间耗费在连接的建立和释放上,这对电力监控的实时应用不利,因此,利用Proxool数据库连接池动态进行连接配置,自动适应调用负荷的变化,可以较大提高系统的整体性能。

5) 定位实时对象。根据SVG元素的属性信息和接口,从连接池中获取数据连接后,查询遥信站地址和遥信对象地址,在StatusInput实时数据列表中迭代查询,进行对象的定位,返回对象值。

6) SVG界面图元刷新。通过Web Service接口和SOAP协议, 返回SVG元素动态刷新所需要的实时信息, 然后通过脚本进行SVG图元新状态的刷新。

### 3.2 测试

将电力监控组件部署到Web Service容器后, 利用MyEclipse Web服务页进行接口可视化测试。

启动Tomcat Web服务器, 通过在Web服务测试页中输入接口的wsdl, 在测试画面上显示电力监控组件平台的全部服务接口, 如图5所示。

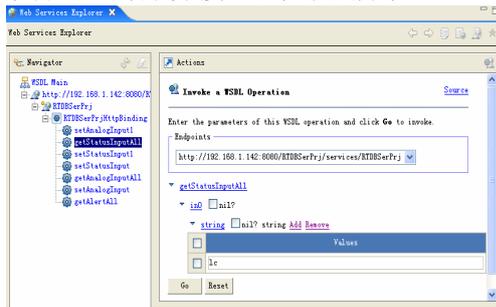


图 5 Web 服务接口测试

Fig.5 Test of Web service interface

对“getstatusinputall”遥信全召接口的Web服务进行测试, 调用接口传递站所标识参数“ic”, 以获取站类遥信量实时数据, 截取的部分测试结果如图6所示。

为验证Web Service在Proxool数据库连接池模式下的负载调用能力, 在4台计算机上对同一个遥

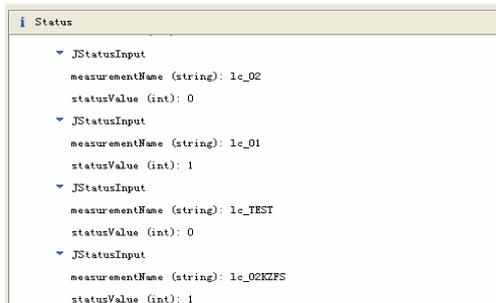


图 6 测试结果

Fig.6 Test results

表 1 CPU 使用率  
Tab.1 CPU usage

处理器	配置	调用	CPU 消耗
Intel(R)Pentium 1 500 MHz	256 MB,WinXP1	20 次	4%
AMD Athlon 64 1.8 GHz	384 MB,WinXP2	20 次	2%
AMD Athlon 64 1.8 GHz	384 MB,WinXP2	20 次	2%
AMD Athlon 64 1.8 GHz	384 MB,WinXP2	20 次	2%

信全召接口 Web Service 接口“getstatusinputall”发起调用, 每台计算机上进行 20 次调用, 其调用时的 CPU 使用率如表 1 所示。

由以上测试结果可知, 本文设计的柔性组件不但降低了电力监控系统的耦合性, 而且具有非常好的数据库连接池动态调用效果。

## 4 结束语

为突破传统组件技术在电力监控应用系统中的诸多限制, 本文研究了 Batik (SVG) 和 XFire (Web Service) 组件框架, 并通过监控系统数据流程的分析和图库关联组件的柔性化重构设计, 利用 JAVA 语言和 Proxool 数据库连接池进行了组件实现, 同时给出了实现流程, 通过对组件功能的测试, 验证了将 SVG 和 Web Service 接口融合, 用于自动化监控系统的人机交互与后台服务之间面向服务架构通信的可行性, 为开发新一代自动化系统和设备提供一种松散耦合的架构方案。

## 参考文献

- [1] 韩小浩, 尹项根, 张哲, 等. 嵌入式 Web 服务器技术及其在电力系统中的应用综述[J]. 电网技术, 2003, 27 (5): 58-62.  
HAN Xiao-hao, YIN Xiang-gen, ZHANG Zhe, et al. Review of embedded web server technology and its application in power system[J]. Power System Technology, 2003, 27 (5): 58-62.
- [2] 金敏, 周翔, 徐田军. 变电站自动化系统中嵌入式 Web 服务器的设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2002, 26 (18): 65-69.  
JIN Min, ZHOU Xiang, XU Tian-jun. Design and implementation of embedded Web server in substation automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26 (18): 65-69.
- [3] 何志芪, 涂光瑜, 罗毅, 等. 基于 XML 的电力系统异构数据交互应用研究[J]. 继电器, 2004, 32 (6): 13-16.  
HE Zhi-min, TU Guang-yu, LUO Yi, et al. Application of XML technique to data exchange in power system automation[J]. Relay, 2004, 32 (6): 13-16.
- [4] 曹阳, 姚建国, 张慎明, 等. XML 技术在电网自动化系统中的应用探讨[J]. 电力系统自动化, 2002, 26 (21): 73-76.  
CAO Yang, YAO Jian-guo, ZHANG Shen-ming, et al. Application of XML in the automation system of power network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26 (21): 73-76.
- [5] 王志南, 吴文传, 张伯明, 等. 基于 IEC 61970 的 CIS 服务与 SVG 的研究和实践[J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (22): 60-63.

(下转第 219 页 continued on page 219)

电站建设具有重要的指导意义, 相信在不久的将来, 必将迎来数字化变电站自动化系统的蓬勃发展期。

### 参考文献

- [1] IEC. IEC61850 变电站网络通讯和系统[S]. 2004.  
IEC. IEC61850 communication networks and systems in substations[S]. 2004.
- [2] 高翔. 数字化变电站应用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.  
GAO Xiang. Digital substation application technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2008.

- [3] IEC. IEC 60044-8 仪用互感器[S]. 2002.  
IEC. IEC60044-8 instrumentation transformers[S]. 2002.

收稿日期: 2009-11-03; 修回日期: 2010-04-11

### 作者简介:

谷成(1978-), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事继电保护、变电站自动化系统及相关工作; E-mail: guc@nari-relays.com

徐超(1979-), 男, 专科, 助理工程师, 主要从事继电保护、变电站自动化系统及相关工作;

谢珂(1979-), 男, 本科, 助理工程师, 主要从事继电保护、变电站自动化系统及相关工作。

(上接第 182 页 continued from page 182)

- WANG Zhi-nan, WU Wen-chuan, ZHANG Bo-ming, et al. Study and implement of CIS and SVG based on IEC 61970[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29 (22): 60-63.
- [6] 石东源, 卢炎生, 王星华, 等. SVG 及其在电力系统软件图形化中的应用初探[J]. 继电器, 2004, 32 (16): 37-40.  
SHI Dong-yuan, LU Yan-sheng, WANG Xing-hua, et al. Study of the application of SVG in power system graphicalized software[J]. Relay, 2004, 32 (16): 37-40.
- [7] 李亚平, 姚建国, 黄海峰, 等. SVG 技术在电网调度自动化系统中的应用[J]. 电力系统自动化, 2005, 29 (23): 80-82.  
LI Ya-ping, YAO Jian-guo, HUANG Hai-feng, et al. Application of SVG in the dispatching automation system of power network[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 29 (23): 80-82.

- [8] 敖丽敏, 李林辉. 基于 AJAX 的电力图形系统的实现[J]. 电力系统自动化, 2007, 31 (9): 47-50.  
AO Li-min, LI Lin-hui. Implementation of a power graphics system based on AJAX[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31 (9): 47-50.
- [9] 朱清华, 陈剑云. 分布式 SCADA 系统的 UML 建模分析与设计[J]. 计算机工程, 2005, 3 (6): 218-221.  
ZHU Qing-hua, CHENG Jian-yun. Analysis and design of a distributed SCADA system with UML[J]. Computer Engineering, 2005, 3 (6): 218-221.

收稿日期: 2009-11-17; 修回日期: 2009-12-16

### 作者简介:

刘莉(1978-), 女, 讲师, 硕士, 研究方向为管理信息系统;

屈志坚(1978-), 男, 博士研究生, 研究方向为智能监控与网络拓扑算法. E-mail: 08117324@bjtu.edu.cn

(上接第 185 页 continued from page 185)

DSP 强大的数据计算能力, 和 ARM 丰富的外设资源, 共同实现电力参数的在线实时测量。基于 WinCE 5.0 嵌入式操作系统平台的主控软件实现了人机交互, 便于系统的测量、控制和数据管理。

### 致谢

致谢保定新云达电力设备有限责任公司提供仪器测试条件。

### 参考文献

- [1] 于庆广, 付之宝. 电能质量指标及其算法的研究[J]. 电力电子技术, 2007, 24 (1): 13-15.  
YU Qing-guang, FU Zhi-bao. Research on power quality specification and arithmetic[J]. Power Electronics, 2007, 41 (1): 13-15.
- [2] 肖湘宁. 电能质量分析与控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.  
XIAO Xiang-ning. Analysis and control of power quality[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004.
- [3] 李圣清, 朱英浩, 周有庆, 等. 电网谐波检测方法的综述[J]. 高电压技术, 2004 (3): 39-42.

LI Sheng-qing, ZHU Ying-hao, ZHOU You-qing, et al. The over view of detecting methods for harmonic in power system[J]. High Voltage Engineering, 2004 (3): 39-42.

- [4] 汪玉凤, 刘晰霞, 刘静, 等. DSP 在电力系统实时相量测量的研究[J]. 继电器, 2007, 35 (24): 40-42.  
WANG Yu-feng, LIU Xi-xia, LIU Jing, et al. Study of the real-time measurement of power system phasor based on DSP[J]. Relay, 2007, 35 (24): 40-42.

收稿日期: 2009-11-25; 修回日期: 2010-02-11

### 作者简介:

尚秋峰(1968-), 女, 硕士生导师, 教授, 主要研究领域为现代传感与测量技术、实时信号处理; E-mail: Lindashqf@126.com

陈于扬(1986-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为现代传感与测量技术; E-mail: teamosj2008@163.com

姚国珍(1979-), 男, 讲师, 主要研究方向为现代传感测量技术。