

基于 SVG 的电力信息可视化框架设计

樊淑丽, 王康元, 邱家驹, 王杰

(浙江大学电气工程学院, 浙江 杭州 310027)

摘要: 电力系统运行操作人员通常需要面对海量的数据信息, 电力系统信息数据可视化技术就是将这些信息数据转换成直观的图形图像的形式。提出了基于 CIM 模型应用 SVG 文件格式发布图像信息的电力系统可视化平台。这一公共信息平台的构架采用 Web Server 的形式, 以 Apache Tomcat 作为实现基础。目前在这一平台上已经实现了节点电压等高线、电网潮流、变压器负荷率、区域负荷密度等多种可视化功能。

关键词: 可视化; 公共信息平台; SOAP 服务; CIM 模型; SVG

A frame design of power system information visualization based on SVG

FAN Shu-li, WANG Kang-yuan, QIU Jia-ju, WANG Jie

(College of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: Effective power system operation requires power system engineers and operators to analyze vast amounts of information. The visualization of power system data is to change the information to graphics. In this paper, the flat of visualization of power system data is based on CIM model and SVG file format to show graphic information, and it is implemented by SOAP server. On this flat, several visualization functions are realized, including visualization of area load density, voltage contour, visualization of line flow. Visualization of transformer load rate.

Key words: visualization; communal communication flat; SOAP server; CIM model; SVG

中图分类号: TM76

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)10-0048-04

0 引言

科学计算可视化^[1], 又称为可视化技术, 其主要做法就是把各种繁杂的数据转换成直观的图形和图像, 从而有利于人们正确理解数据或过程的含义。本文在依托杭州电力局已建成的电力企业集成总线, 以其开发的 CIM 标准数据服务器为数据来源建立公共信息交互平台, 实现了电网数据可视化的部分功能模块。它参考了标准的 EMS API 结构体系, 以 CIM^[2,3] 作为数据模型, 研究 SVG^[4,5] 在电网数据可视化应用中的可行性和实际效果, 并在此基础上提供交互的功能, 为将来的离线分析电网运行数据提供一种解决思路。

1 公共信息平台设计总框架

可视化技术实现的是将后台数据进行处理并在前台以图形图像的形式直观展示。基于 Internet 的发展和在各个方面的深入应用, 公共信息平台的构架采用 Web Server 的形式, 以便图形和模型数据的传

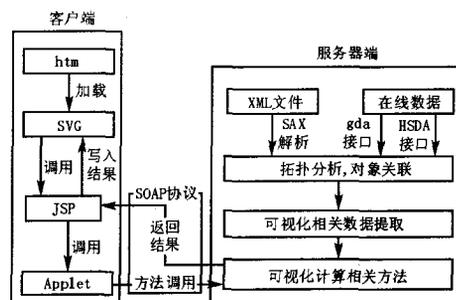


图1 基于 SVG 的电力信息可视化总体结构图

Fig.1 Structure of electric power information visualization based on SVG

输、交互以及多用户的访问。公共交互平台可以分为三个部分^[6]: 公共信息模型库、公共图形库和交互平台。公共信息模型库中的模型资源主要来自于 XML 文件和杭州电力局开发的 CIM 标准的 PI 数据库。公共图形库中的图形资源是通过已有电力系统图形导出的 SVG 格式的文件, 如电网结构单线图可以从 SCADA 系统中导出, 基于地理图的点线图其

底图来源于 AutoCAD, 变电站和线路根据生产系统中的经纬度自动生成。最核心的部分是交互平台, 所有的可视化功能都是基于这一平台实现的, 图形与模型数据也是基于这一平台进行交互的。它采用 Apache SOAP 应用服务器策略^[7]中的 Apache Tomcat 作为实现基础。Apache Tomcat 将整个服务器分为服务器端和客户端两部分, 即后台和前台, 前后台之间通过 SOAP 协议传递信息。图 1 为基于 SVG 的电力信息可视化系统的结构图。

2 SOAP 服务器的实现

SOAP (Simple Object Access Protocol) 即简单对象访问协议是一个基于 XML 针对分布式计算环境下的信息交换而设计的传输级规范。目前, 使用 SOAP 最常见的用法是通过客户端调用服务器的方法实现请求——响应过程的 RPC 形式的分布计算。SOAP 包括 4 个部分, 如图 2 所示: SOAP 封装 (envelop), 封装定义了一个描述消息中的内容是什么, 是谁发送的, 谁应当接受并处理它, 以及如何处理它们的框架; SOAP 编码规则 (encoding rules), 用于表示应用程序需要使用的数据类型的实例; SOAP RPC 表示 (RPC representation), 表示远程过程调用和应答的协定; SOAP 绑定 (binding), 使用底层协议交换信息。

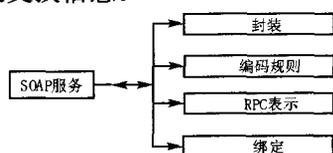


图 2 SOAP 服务的组成
Fig. 2 Form of SOAP server

整个 SOAP 服务器的实现需要先编写服务器端程序, 准备好客户端需要的方法并将包含这个方法的 java 类 (若用 java 语言进行开发) 存放在服务器中的 webapps 文件夹里, 然后通过服务器部署将这个方法对外发布。这时在任意一台与服务器连通的电脑上都可以通过运行相应的客户端程序而调用已经对外发布的方法。

2.1 服务器端功能的实现

平台服务器端主要承载着信息模型的读取、可视化分析应用程序的运行和与客户端通信的功能。其中, 信息模型的读取又分为静态文件的读取和动态文件的读取。CIM 信息模型库的发布可以设计成静态文本类型和动态服务器类型。静态文本类型是指以 XML 文件为数据载体进行数据传递, 因此读入 XML 文件进行解析的过程就是静态文件的读取过程。另外还可以建立含有一套完全符合 IEC 61970

标准中的 CIS 接口规范的接口的动态服务器, 通过这些接口访问信息模型的方式为动态文件的读取过程。对静态信息模型 XML 文件选用了 SAX (Simple API for XML) 解析器进行解析, 因为通常一个电力企业的信息模型都很庞大, 相比 DOM (Document Object Model) 方式而言, SAX 解析速度快, 占用内存少。动态接口数据的读取应用了通用数据访问接口 GDA 和高速数据访问接口 HSDA。读取的数据通过拓扑分析后进行对象关联, 将关联好的结构存储在内存中以便可视化计算时从中寻找需要的数据。

2.2 客户端功能的实现

客户端功能主要是使 SVG 图形^[8]与客户端程序进行通讯。由于 SVG 文件不能够直接与客户端程序进行通讯, 所以在客户通过 JavaScript 语言和 Applet 技术进行了两层过渡。具体实现步骤是: (1) 用 htm 文本加载 SVG 文件并将整个 SVG 文件载入内存; (2) SVG 文件在打开时调用 SVG 的脚本, 读取 SVG 格式图形文件中可视化功能所需的信息; (3) SVG 的脚本调用 htm 的脚本中与该可视化功能有关的 function; (4) htm 的脚本中的 function 调用 Applet, 实现与客户端程序的通讯; (5) 客户端程序通过 SOAP 协议调用服务器端方法并将计算结果传回 SVG 相关脚本; (6) SVG 的脚本将传回的计算结果以 SVG 格式写入内存中 SVG 原文件的相关位置并在 IE 浏览器上显示。流程图如图 3 所示。

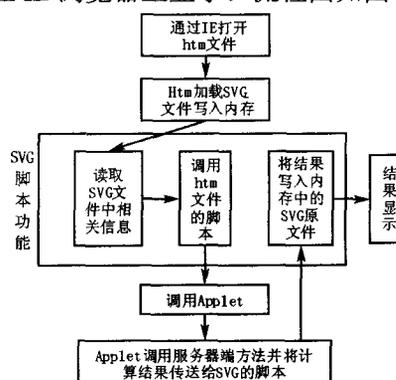


图 3 客户端功能实现过程

Fig. 3 Work process of client part

3 整个系统的实现过程

根据以上设计思想, 整个系统的实现过程可以安排如下: (1) 启动布置好的 Tomcat 服务器; (2) 将整个模型读入并进行拓扑分析和对象关联; (3) 通过服务器打开图 4 所示界面; (4) 点击图 4 “选择演示项目”中的可视化功能按钮将弹出新的页面, 通过后台计算最终在新页面显示可视化计算结果。

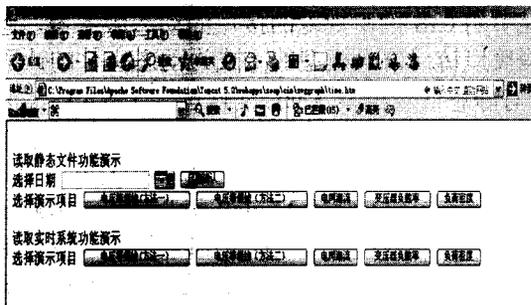
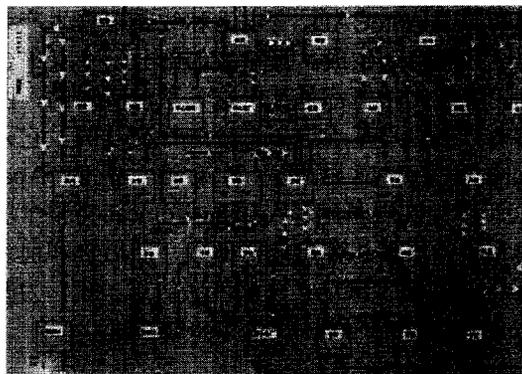


图4 通过浏览器运行各项功能的界面

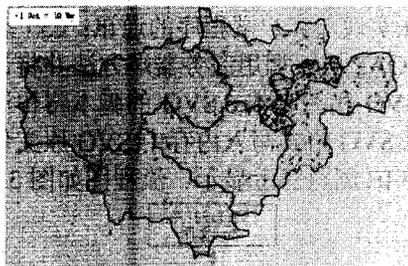
Fig.4 Interface used to show every function



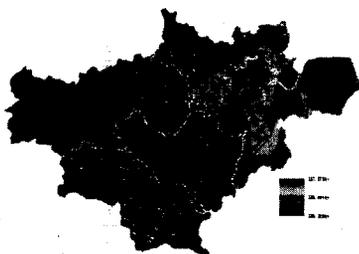
(d) 电网潮流可视化

4 基于 SVG 的电网可视化功能实现

在这一平台上，目前已经实现了四种电网数据的可视化^[9]，包括节点电压等高线^[8,9]、区域负荷密度^[9]、电网潮流和变压器负荷率的可视化^[10]显示。其中节点电压等高线用了两种不同的算法实现。节点电压等高线和区域负荷密度是在基于地理图的点线图上实现的，而电网潮流和变压器负荷率的可视化显示都是在电网单线图上实现的。图5是各项可视化功能显示的可视化效果图。



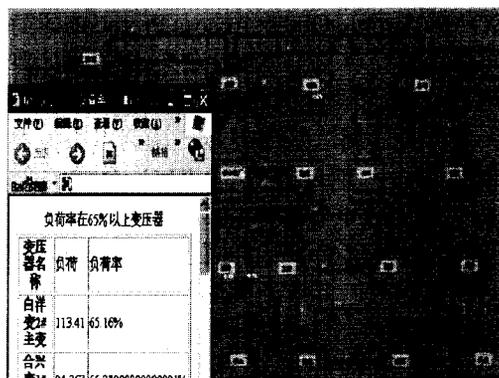
(a) 区域负荷密度可视化



(b) 方法一实现的节点电压等高线



(c) 方法二实现的节点电压等高线



(e) 变压器负荷率可视化

图5 各项可视化功能演示图

Fig.5 Demonstrated pictures of each function

5 总结

SVG 作为一种图形标准，通过一定的电网图形描述格式，可以将图形对象与 CIM 数据模型对象关联起来，实现图模一体的数据模型。在成功实现上述几种可视化功能的基础上将探索基于这一平台的其他方面的可视化实现，如 PMU 数据可视化、运行安全状态可视化、薄弱点分析可视化、设备检修或故障管理可视化、雷电定位可视化等，并从单一的二维可视化显示方式向二维和三维技术都可以使用的方向发展。

在开发过程中也发现了一些问题，如需要确定一些标准：在用不同颜色等高线表示不同电压时对应颜色的规定；移动的箭头表示潮流时用箭头的大小、多少还是移动得快慢来表示潮流的大小等。

参考文献

[1] 韩祯祥, 吕婕, 邱家驹. 科学可视化及其在电力系统中的应用前景[J]. 电网技术, 1996, 20(7): 22-27.
HAN Zhen-xiang, Lu Jie, QIU Jia-ju. Visualization in Scientific Computing and Its Application Prospects[J]. Power System Technology, 1996, 20(7):

- 22-27.
- [2] 张慎明, 刘国定. IEC 61970 标准系列简介[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(14): 1-6.
ZHANG Shen-ming, LIU Guo-ding. Introduction of Standard IEC 61970[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(14): 1-6.
- [3] 刘崇茹, 孙宏斌, 张伯明, 等. 基于 CIM XML 电网模型的互操作研究[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(14): 45-48.
LIU Chong-ru, SUN Hong-bin, ZHANG Bo-ming, et al. An Investigation on a Common Information Model For Energy Management System[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(14): 45-48.
- [4] The World Wide Web Consortium (W3C) Site of Scalable Vector Graphics (SVG) Format [EB/OL]. <http://www.w3.org/Graphics/SVG/Overview.html>
- [5] W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.2 Specification [EB/OL]. <http://www.w3.org/TR/2004/WD-SVG12-20041027/>.
- [6] 袁泉, 王康元, 张洁, 等. 基于 SVG 的公共信息交互平台[J]. 继电器, 2005, 33(12): 66-68.
YUAN Quan, WANG Kang-yuan, ZHANG Jie, et al. Common Information Interaction Platform Based on SVG[J]. Relay, 2005, 33(12): 66-68.
- [7] <http://ws.apache.org/soap>[EB/OL].
- [8] Weber J D, Overbye T J. Voltage Contours for Power System Visualization[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(1): 404-409.
- [9] Overbye T J, Weber J D. Visualization of Power System Data System Sciences, 2000[A]. In: Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on[C]. 2000.
- [10] Klump R, Dooley G, Wu W. Displaying Aggregate Data, Interrelated Quantities, and Data Trends in Electric Power Systems. System sciences, 2003[A]. In: Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on[C]. 2003.

收稿日期: 2006-10-22; 修回日期: 2007-03-16

作者简介:

樊淑丽 (1981-), 女, 硕士研究生, 研究方向为电力系统信息可视化技术; E-mail: eeshulifan@163.com

王康元 (1973-), 男, 讲师, 从事电力系统信息整合的研究和教学工作;

邱家驹 (1944-), 男, 教授, 博士生导师, 从事电力系统运行和控制方面的研究和教学工作。

(上接第 47 页 continued from page 47)

对时源可以是 GPS 装置也可以是调度主站, 但同一时刻只能有一个对时源, 远动设备必须通过软件判断只能使一个对时源有效, 同样的道理两台冗余的远动设备也必须保证同一时刻只有一台对时功能起作用。GPS 装置的双冗余设计是指 GPS 装置内部采用双冗余设计, 采用两套处理器、天线和接收器, 处理器之间互相交换信息, 保证同一时刻只有一个输出信号。

以上将厂站端自动化系统中常用的冗余技术作了简单介绍, 在工业自动化领域还有一种应用比较广泛的冗余技术——IO 冗余由于在厂站端自动化系统中较少采用, 本文未作介绍。

3 结束语

冗余技术在厂站端自动化系统中的应用使得设备的可靠性大大提高, 我们还应当采用其他可靠性设计的技术和规范来保证产品和系统的可靠性。

每种冗余的实现都是有代价的, 虽然单元冗余的可靠性比系统冗余高, 但是有时完全的单元冗余实现是非常困难的, 有的甚至是不可能实现的, 在实际工作中我们只能根据系统可靠性的具体要求, 在满足一定的技术要求的情况下, 实现一种性能价

格比高的冗余方式。

参考文献

- [1] 陈子平. 浅谈控制系统冗余控制的实现[J]. 自动化仪表, 2005, 26(9):4-6.
CHEN Zi-ping. A Brief Talk on Implementation of Redundant Control of Control Systems[J]. Automation Instrumentation, 2005, 26(9):4-6.
- [2] 杨斯奥, 齐先军, 丁明, 等. 冗余技术在石化企业远动通信中的应用[J]. 电工技术, 2006, (6):61-63.
YANG Si-ao, QI Xian-jun, DING Ming, et al. Redundancy Technology Used in Remote Communication of Petrochemical Enterprise[J]. Electric Engineering, 2006, (6):61-63.

收稿日期: 2006-11-01; 修回日期: 2006-12-19

作者简介:

刘炬 (1970-), 男, 工学硕士, 从事变电站自动化系统研究工作; Email: liuju@sf-auto.com

郑蔚 (1973-), 女, 工学硕士, 主要从事变电站综合自动化系统的设计和开发工作;

刘晓明 (1979-), 男, 主要从事变电站综合自动化系统开发工作。