基于 SVG的电力图形系统的实现

刘遵雄[1],况志军[1],高玉柱[2]
(1. 华东交通大学信息工程学院,江西 南昌 330013; 2. 华东交通大学电气与电子工程学院,江西 南昌 330013)

摘要: 首先简要介绍了电力图形系统的发展历史和现状,接着阐述了 SVG(Scalable Vector Graphics)的优点及其应用在电力图形系统中的可行性和优越性,指出结合 Java/XML和 SVG技术可以较好地实现电力图形系统。文中结合 ASF(Apache Software Foundation)的开放源码项目 Batik,在 Java平台上对电力图形系统结构、SVG文件的绘制、图形同步刷新以及事件处理的实现等方面进行了分析和设计,实现了基于 SVG的电力图形系统。

关键词: 电力图形系统; SVG; Batik; 图形同步刷新; 图形事件处理

中图分类号: TM73; TP312 **文献标识码**: A **文章编号**: 1003-4897(2005)21-0069-05

0 引言

电力图形系统是电力系统应用软件的重要组成部分,目前各种电力系统应用软件中图形支持系统的实现和提供的功能各异,有些采用了完全独立开发的图形模块,有些则采用基于文件的图形数据存储方式,还有一些采用关系数据库来存储图形数据,同时,不同的电网接线图绘制软件和显示软件之间也存在着难以共享和交换数据的问题[1],电力系统的发展迫切需要推出一种图形标准来避免重复的劳动和不同厂商图形格式之间的不兼容[2]。

随着 Internet技术的迅速发展,人们对网络中的图形有了更高的要求,业内人士针对 Web浏览器对图形图像支持较弱的这一特点提出了改进措施,SVG(Scalable Vector Graphics)标准在这种背景下应运而生[3]。网络时代的到来促进了网络编程技术的快速发展,Java语言就是为网络编程而设计的编程语言,Java的众多优点决定了 Java非常适合开发基于网络的跨平台电力系统应用软件[4]。Java与 XML的联合将极大的推动 Internet技术的发展[5]。

文献[2]中阐述了 SVG在电力系统软件领域的应用及其关键问题,并且指出 SVG可以提升基于 Web的电力系统软件图形化的特性,不过对于基于 SVG的图形系统如何构建以及如何有效的将 SVG应用到电力系统软件中在文中并没有深入探讨。本文将集中探讨如何使用 Java/SVG/Batik技术实现电力图形系统,在系统设计、SVG的绘制、关联配置数据库的设计以及图形同步刷新和图形事件处理等方面进行了深入的探讨。

1 SVG/Batik技术概述

SVG是 W3C组织推出的新一代基于 XML的开放的矢量图形描述语言。SVG的初衷主要面向网络应用,它描述如下三种类型的图形对象:矢量图形、图像、文本[6]。SVG应用在电力图形系统中主要有如下优势:

1) 对于描述矢量图形的几何形状、图层和路径等结构,用 XML的标记形式可以得到很自然的表示,同时可以对图形文本进行直接修改,并可以将复杂图形元件制作成标准元件库,便于系统图形的绘制。

2) 可以使用成熟的 Web技术,如:JavaScript、CSS以及 Java等,也可以顺利应用 XML家族中的其它技术标准,并为数据的传输提供了便利。

3) 基于 SVG的各种语言开发包不断被开发出来,比如 ASF推出的 Batik技术,为基于 SVG的电力图形系统的开发提供了基础设施。

Batik技术是 ASF在 SVG规范推出后,组织开发的基于 Java/XML技术的 SVG工具箱,图 1描述了 Batik技术的架构。

Batik底层模块主要提供核心模块使用的 API,包含三部分:GVT(GraphicsNode)表示了 SVG文档的 DOM树的图形显示;Renderer(ImageRenderer)负责生成 GVT树;SVG Parser模块包含了许多“微解析器”,这些“微解析器”对类似 transform或 color这样复杂的属性进行解析,高层模块一般也会使用此模块[7]。Batik核心模块包含五部分:SVG Generator模块包含了 SVGCanvas2D组件,此组件可以使任何基于 Java的应用程序和 Applet程序转换它们图形

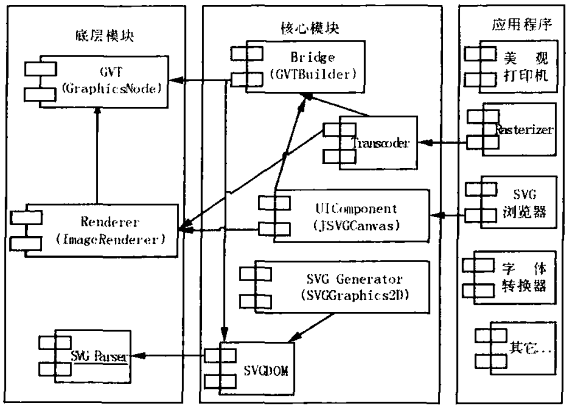

图 1 Batik架构图

Fig 1 Batik architecture

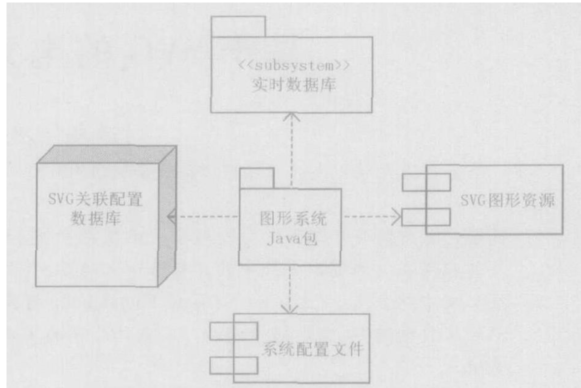

图 2 图形系统架构图

Fig 2 Graphic system architecture

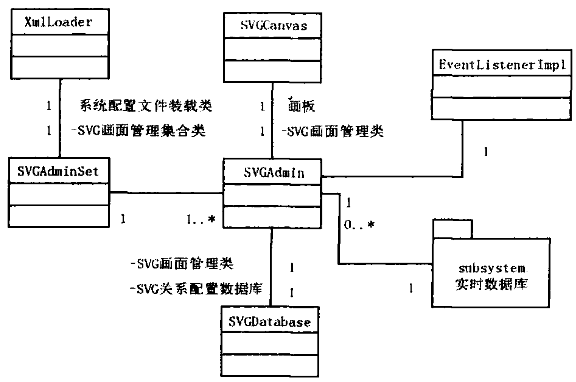

图 3 图形系统 Java包静态结构图

Fig 3 Static structure diagram of graphic system Java package

为 SVG格式; SVG DOM是 SVG推荐规范中定义的 DOM API的实现; JSVGCanvas是一个基于 Java/Swing的用户接口组件; Bridge模块负责创建和操纵与 SVG元素对应的适当的对象; Transcoder提供了一个通用的输入/输出转换 API,此模块可以转换输入流或文档以一定格式输出[7]。应用程序展示了 SVG提供了功能。例如 SVG浏览器不仅可以让您浏览、缩放、移动和旋转 SVG文档,并且可以搜索 SVG文档以及转换他们为其它格式 (例如 JPEG、Tiff或 PNG等)等[7]。本文主要使用了核心模块层: UI Component(JSVGCanvas)和 SVG DOM两部分。

2 基于 SVG的电力图形系统设计

基于 SVG的图形系统的核心是图形系统 Java包,图形系统 Java包与实时数据库系统密切相关,因为图形是实时数据的图形化显示,图形系统通过 RMI(Remote Method Invocation)或者 JDBC技术与实时数据库进行通信。图 2描述了图形系统的架构,图形系统 Java包负责与各个组件进行交互,保证系统正常运行。图形系统 Java包包含 6个核心类,如图 3所示。

图 3描述了图形系统 Java包的核心类。XmlLoader类负责装载 SVG配置文件; SVGAdminSet类会根据 XmlLoader装载的配置信息生成 SVG画面管理类对象列表; SVGAdmin类是图形系统 Java包的核心,称之为 SVG画面管理类,负责管理图形模块的整体运行。SVGCanvas类是 SVG画面显示类,负责装载、解析、显示和操纵 SVG文档。SVGDatabase负责装载 SVG关联配置数据库,为图形模块提供 SVG配置数据。EventListenerImpl类是 SVG事件处理类,负责对图元的某些操作实现事件响应。

为了提高系统的灵活性,系统采用了 XML文件作为配置文件。系统启动后, XmlLoader类装载配置文件, SVGDatabase类装载 SVG配置数据库,同时系统初始化实时数据库接口, SVGAdminSet类解析配置文件并生成系统所需要的 SVG画面管理类对象列表, SVG画面管理类会自动加载 SVG文件并生成画面、加载 SVG关联配置数据库和引用实时数据库接口,同时根据配置数据库的内容对 SVG画面中的可控元素添加监听事件,当系统需要显示此画面的时候就启动图形同步刷新程序实现画面的同步刷新,由于对相关图元添加了监听事件,所以在对图元操作的时候 (比如鼠标点击)就可以执行相应的程序实现事件监听机制。

3 SVG的绘制和关联配置数据库的设计

3.1 SVG绘图工具

SVG规范的最新版本是 1.1版本[6],于 2003推

出,本文中引用的 SVG规范是 2000年推出 1.0版本。目前,比较成熟的 SVG绘图工具相对比较少,下面对目前 SVG的绘制工具做一下总结。

1) XStudio: http://www.evolgrafix.com/,先进的 SVG绘图工具,完全支持 SVG1.1规范,不过不是跨平台的,本软件只应用于 Windows平台,汉字方面的支持也尚显不足。

2) Sketsa: http://www.kiyut.com/,基于 Java/Batik技术的绘图工具,跨平台。

3) Illustrator: http://www.adobe.com/,是较早出品的一款支持 SVG导出的软件。由于不支持 SVG原生格式,绘制好的图形手动修改代码的难度比较大。类似的软件还包括 CorelDRAW等。

4) GLIPS Graffiti editor:基于 Batik技术,使用 Java编写的 SVG绘图软件,2004年 9月 1日项目启动,目前发展到 1.1版本,基本功能实现得很好,是很有发展前途的 SVG绘图软件,项目主页为 http://sourceforge.net/projects/glipssvgeditor/。

5) SVG是基于 XML的,所以您可以通过直接书写 XML文本内容以达到绘制图形的目的,因此一般的文本编辑器是一个可选方案,可编辑 XML文件的编辑器是首选。

由于 SVG标准最近几年才推出,所以性能优良、功能全面的 SVG编辑器还需要过一段时间才能出现,在这里推荐使用 Sketsa绘制 SVG图形。

3.2　SVG图形的绘制

SVG规范中没有定义与电力系统相关的元素和属性,如果要使得 SVG画面中的元素以适当形式显示电力系统实时量的实时状态,就必须在画面图元的某些属性与实时量的某些属性之间建立起关联。SVG规范中对 SVG画面中所有图形元素都定义了一个 id属性,Batik会根据 id号获取对应图元对象并进行处理。因此,可以通过此 id号与实时数据的标识号建立起关联,所以必须在绘制 SVG图形的时候,对实时图元添加 id属性。SVG文件代码片断如下:

```
1 <? xml version = "1.0" standalone = "no"? >
2 <! DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.0//EN"
3 "http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/DTD/svg10.dtd" >
4 <? xml-stylesheet href = "template.css" type = "text/css"? >
5 < svg height = "800" width = "1000" xmlns = "http://www.w3.org/2000/svg"
6 version = "1.0" >
7 < a xlink: type = "simple" >
8 < rect x = "92" y = "42" width = "12" height = "12" class = "onFtu" id = "svg18TEST" / >
9 < /a >
10 < a xlink: type = "simple" >
11 < rect x = "92" y = "64" width = "12" height = "12" class = "onFtu"
12 id = "svg18ALLCALL" / >
13 < /a >
14......
15 < /svg >
```

其中第 1行表示 SVG文件的类型是 XML文档,引用的 XML标准版本是 1.0; 2、3行的语句指向该文档使用的文档类型定义(DTD);第 4行指向文档引用的层叠样式表文件;第 5行是文档的根节点定义,同时定义了文档的相关属性;第 7～9行和 10～12分别代表了两个具有链接性质的矩形图元,同时对矩形定义了 id和 class属性。在第 4行中,SVG文件引用了层叠样式表文件 template.css,使用层叠样式表文件可以使图元的表达统一化,也便于程序对其进行处理。

3.3　关联配置数据库

将 SVG文件中图元的 id号和相关样式放入数据库中提供给图形模块读取和处理,可以为图形处理提供便利。本系统设计的 SVG关联配置数据库包括若干个 SVG关联配置表和一个 SVG显示配置表:一个 SVG关联配置表定义了 SVG画面中的图元、实时量以及显示样式之间的关联; SVG显示配置表的功能是对各种不同的显示样式进行定义,同时定义了处理类型。SVG显示配置表和 SVG关联配置表通过 showID字段进行关联,showID同时表示了处理类型,在 SVG显示配置表中有描述。一个典型的 SVG关联配置表如表 1所示。

表 1　SVG关联配置表定义

Tab.1　SVG associated allocation table definition

序号	名称	类型	Null	默认
1	svgID	varchar(15)	No	0
2	svgDiscription	varchar(40)	Yes	0
3	rtID	varchar(20)	Yes	0
4	ifControl	int(3)	Yes	0
5	showID	int(10)	Yes	0
…	…	…	…	…

表 1中,svgID字段代表了对应的 SVG图元的 id属性,rtID字段代表此图元对应的实时量元素的标识,ifControl字段表示了该图元是否可控,showID

描述了该图元以何种样式显示和做何种控制,具体分类在 SVG显示配置表中进行配置,这样就将图元、实时量以及显示样式成功的关联到了一起。

4 图形同步刷新和事件处理的实现

图形的同步刷新和图形事件处理是图形系统运作的核心。图形同步刷新指的是实时图元必须与实时数据对象相关联,以不同的样式显示不同的实时状态,满足同步速度足够快使图形的显示与实时数据的刷新同步。图形事件处理指 SVG画面中某些图元能够响应鼠标事件或其它事件,这样才能在触发图元的某些事件 (比如鼠标点击)的时候,系统可以执行相应操作。

4.1 图形同步刷新

Batik提供了直接使用 Java语言对 SVG文档及图元操纵的方法,可以在 Java语言中直接对 SVG文档添加、删除和修改元素属性。使用 Batik技术实现修改 SVG文档的同时图形同步刷新的关键技术是 SVG画面刷新管理器,画面刷新管理器采用多线程同步技术,使得应用程序在刷新管理器内修改 SVG文档后,画面会实时刷新显示。下面启动一个单独的线程,在该线程内启动画面刷新管理器,并在刷新管理器内同步实时数据和 SVG文档对象,实现实时数据刷新的同时,画面也会同步刷新。

```
new Thread() {
  public void run() {
    while (true) {
      Thread.sleep(800);
      //启动刷新管理器,在刷新管理器内修改 SVG文档后画面会同步刷新
      getCanvas().getUpdateManager().getUpdateRunnableQueue()
        .invokeLater(new Runnable() {
          public void run() {
            refreshCanvas();
          }
        }
    }
  }
}.start();
```

SVGAdmin类提供了 refreshCanvas()方法, refreshCanvas()方法会自动遍历 SVG关联配置表,根据 svgID获取实时图元对象,并根据 rtID获取实时量信息,然后通过对 showID的类型判断对 SVG文档对象做相应处理,再利用刷新管理器技术实现图形的同步刷新。

4.2 图形事件处理

文献[6]中描述了 SVG提供有强大的事件处理功能,在本文中采用了 Batik技术来处理 SVG图形事件的方法,对 SVG受控图元添加 Java Dom 事件,实际上 Batik也可以处理 JavaScript事件[7]。Batik技术提供了一种基于 Java的处理 SVG画面监听事件的方法,通过对受控元素添加 Java事件监听器,使得 Java程序可以响应相应图元的事件。下面从对文档添加事件开始介绍本系统如何实现事件处理。首先对 SVGCanvas添加文档装载事件监听器,如下:

```
canvas = new SVGCanvas();
canvas.addSVGDocumentLoaderListener(this);
```

此段代码在 SVGAdmin的构造函数中执行,因此 SVGAdmin必须实现文档监听接口, SVGDocumentLoaderListener,此接口包含如下四个事件:

a) documentLoadingStarted (SVGDocumentLoaderEvent arg0) //文档装载启动时的事件

b) documentLoadingCompleted (SVGDocumentLoaderEvent arg0) //文档装载完成时的事件

c) documentLoadingCancelled (SVGDocumentLoaderEvent arg0) //文档装载取消时的事件

d) documentLoadingFailed (SVGDocumentLoaderEvent arg0) //文档装载事件时的事件

通过实现 documentLoadingCompleted (SVGDocumentLoaderEvent arg0)接口,可以很好的实现在文档装载后,即进行对该文档中元素事件监听器的添加,在此方法中遍历 SVG关联配置表,对 ifControl字段进行判断, 1表示该图元可控,即应该添加事件监听器,示例代码如下:

```
String rtid = svgDb.getRs().getString("rtID");
String svgID = svgDb.getRs().getString("svgID");
int ifControl = svgDb.getRs().getInt("ifControl");
if(ifControl == 1){
  SVGElement svg_elt = (SVGElement) arg0.getSVGDocument()
    .getElementById(svgID);
  EventTarget eventTarget = (EventTarget) svg_elt;
  eventTarget.addEventListener("click",
    new EventListenerImpl(this, new SVGElementObj(svg_elt, rtid)), false);
}
```

元素注册了鼠标点击事件后,在 SVG画面上点击 SVG图元的时候,会自动启动事件监听程序,此

程序在 EventListenerImpl中实现, EventListenerImpl根据该 SVG图元对应的 showID进行各种不同的操作。图 4显示了一幅正在测试的基于 SVG的车站图。

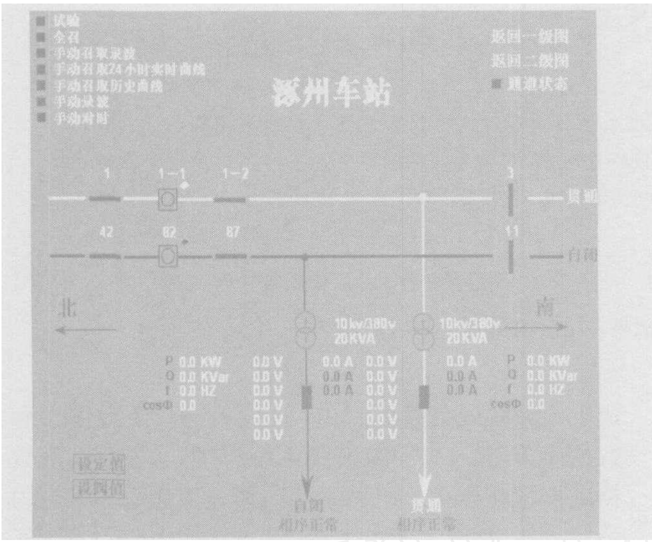

图 4　车站图

Fig 4　A station graph

通过使用 Batik模块的刷新管理器技术和 DOM技术实现图形实时显示现场数据,同时使用 Batik模块的事件监听器功能,实现了对受控图元的控制特性。

5　结束语

本文介绍了基于 SVG的电力图形系统的设计和实现方法,详细阐述了系统结构、关联配置数据库、图形同步刷新和事件处理等方面。基于 SVG的图形系统界面优美、表达能力强、可平滑缩放并具有良好的开放性,方便了不同厂商之间的图形信息交换。本文提出的基于 Java/XML/SVG/Batik的图形系统在实际应用中取得了比较好的效果,基于此思想的电力图形系统在实际中已经得到应用,效果良好。

基于 SVG的电力图形系统发展前景可观,不过 SVG规范中没有定义专用于电力系统的元素和属性,所以在将 SVG表达的内容对于电力系统更加专业化的课题上还有待进一步研究。实践证明, SVG不仅可以提高基于 Web的调度自动化系统图形化特性[2],构建基于 SVG的电力图形系统也取得了相当好的效果。

参考文献:

[1] 刘栋,袁荣湘. 基于 IEC61970公用信息模型的电网接线图形软件的设计 [J]. 电网技术, 2004, 28(16): 35-39.
LIU Dong, YUAN Rong-xiang. Design of Graphic Software for Power Network Diagram Based on Common Information Model in IEC 61970 [J]. Power System Technology, 2004, 28(16): 35-39.

[2] 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.

[3] 王仲,董欣,陈晓鸥. SVG——一种支持可缩放矢量图形的 Web语言浏览规范 [J]. 中国图形图像学报, 2000, 5A(12): 1039-1043.
WANG Zhong, DONG Xin, CHEN Xiao-ou. SVG——a New Language Specification Supporting Scalable Vector Graphics for Web Browsing [J]. Journal of Image and Graphics, 2000, 5A(12): 1039-1043.

[4] Qui B, Gooi H B. Web-based SCADA Display Systems (WSDS) for Access via Internet[J]. IEEE Trans on Power Systems, 2000, 15(2): 681-686.

[5] 陈芳,徐学军. XML/Java技术在 Web GIS中的应用与实现 [J]. 电力系统及其自动化学报, 2003, 15(1): 47-52.
CHEN Fang, XU Xue-jun. Application and Realization of Web GIS Based on XML/Java Technology[J]. Proceedings of the EPSA, 2003, 15(1): 47-52.

[6] W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification [EB/OL]. http://www.w3.org/TR/SVG/

[7] Apache Software Foundation. The Batik Project[EB/OL]. http://xml.apache.org/batik/

收稿日期: 2005-03-04;　**修回日期**: 2005-03-24

作者简介:
刘遵雄 (1967 -),男,博士,副教授,从事机器学习、非线性建模分析及网络应用;
况志军 (1970 -),男,博士,讲师,现从事信息管理与软件应用方面的工作;
高玉柱 (1979 -),男,硕士,助理工程师,从事电力调度自动化系统的设计开发工作。E-mail: gyz@4y.com.cn

(下转第 78页　continued on page 78)

2002.

[3] Riordan R M. ADO. NET程序设计 [M]. 李高健,孙瑛霖,译. 北京. 清华大学出版社, 2002.
Riordan R M. ADO. NET Programming[M]. LI Gao-jian, SUN Ying-lin, Trans Beijing: Tsinghua University Press, 2002.

[4] Faison T. Visual C#基于组件的开发 [M]. 战晓苏,译. 北京:清华大学出版社, 2003.
Faison T. Component-based Development with Visual C# [M]. ZHAN Xiao-su, Trans Beijing: Tsinghua University Press, 2003.

[5] 陈跃辉,陈金富,段献忠. 图形化的电力系统规划自动化研究 [J]. 电力系统自动化, 2002, 20(2): 38-40.
CHEN Yue-hui, CHEN Jin-fu, DUAN Xian-zhong Study of Graphic and Automatic System Planning[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 20(2): 38-40.

[6] 吴文传,张伯明,汤磊,等. 支持 SCADA/PAS/DTS一体化的图形系统 [J]. 电力系统自动化, 2001, 25(5): 45-48.
WU Wen-chuan, ZHANG Bo-ming, TANG Lei, et al A Graphic System Supporting SCADA/PAS/DTS Integration [J]. Automation of Electric Power Systems, 2001, 25 (5): 45-48.

[7] 刘伟,许珉,等. 面向对象的电力系统图形程序设计方法 [J]. 继电器, 2003, 31(11): 44-47.
LIU Wei, XU Min, et al Method of Object-oriented Graphic Programming in Power System [J]. Relay, 2003, 31(11): 44-47.

[8] 张超,陈允平. 图形程序设计在继电保护计算辅助整定计算软件开发中的应用 [J]. 继电器, 2002, 30(2): 48-50.
ZHANG Chao, CHEN Yun-ping Graph Program Design of the Relay Setting Computation in Power System [J]. Relay, 2002, 30(2): 48-50.

[9] Tian T, Zhang B M. A Flexible and Open Graphic System for Commercial EMS [A]. Proc of Conf on Power System Technology. Beijing: 1994. 503-506.

收稿日期: 2005-01-24; **修回日期**: 2005-03-10

作者简介:
胡鹏飞(1973-),男,硕士研究生,从事电力系统继电保护和电力系统软件工程; E-mail: pfhoo@tom.com
吕飞鹏(1968-),男,博士,教授,主要研究方向为电力系统继电保护及其综合信息处理智能系统。

Studies on multi-layer distributed graphic and model integrative system of relay protection based on MS. NET architecture

HU Peng-fei, LÜ Fei-peng
(Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: This paper puts forward a novel multi-layer distributed graphic and model integrative system of relay protection based on MS. NET framework. The coupling between user interface and business logic in traditional C/S or B/S application architecture is effectively solved. It is more convenient to extend the system. Meanwhile, code's maintenance and reuse are much easier. The provided system will supply an advanced graphical management tool for relay protection application based on network. It demonstrates that the technology of MS. NET has particular advantages in power system enterprise application.

Key words: MS. NET; ADO. NET; GDI+; relay protection; power system; graphic and model integration; smart-client

(上接第 73页 continued from page 73)

Realization of power graphics system based on SVG

LIU Zun-xiong[1], KUANG Zhi-jun[1], GAO Yu-zhu[2]
(1. College of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;
2. College of Electrical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper briefly introduces the history and present condition of power graphics system and expounds the advantage of SVG (Scalable Vector Graphics) and the feasibility and superiority of its application in power graphics system respectively. It points out that combining Java/XML and SVG is useful in the power graphics system realization. Combining Batik project of ASF (Apache software foundation), this paper analyses and expounds every aspect of power graphics system including structure of graphics system drawing of SVG file, realization of graphics synchronous refresh and event handling, etc. on the Java platform, to implement power graphics system based on SVG.

Key words: power graphics system; SVG; Batik; graphics synchronous refresh; graphics event handling