

基于 IEC 61850的 SVG应用

高会生,项洪印,刘广

(华北电力大学电子与通信工程系,河北 保定 071003)

摘要: 对基于 IEC 61850标准的变电站自动化通信网络的 SVG(可扩展矢量图形)应用进行了分析。提出 IEC61850语义空间的 SVG扩充应用,使用 SCL(变电站配置语言)模型的 XML(可扩展标记语言)语言作为描述工具,阐述了网络环境下 SVG的动态生成技术,并介绍了其在 .NET平台上的实现,对 IEC 61850的开发应用具有一定的推动作用。

关键词: IEC 61850; SVG; XML

中图分类号: TM73; TM764 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)14-0046-04

0 引言

IEC 61850标准已经被等同引用为我国电力行业标准^[1~4],它采用了许多先进的计算机和通信技术,核心目标是实现变电站自动化通信网络的 IED 间的完全的互操作性,基于该标准的产品具有互连能力强、模块复用简单、效率高成本低的特点。

SVG提供了实时曲线,可以动态、直观地显示变电站工作状态。文献[5]做了 SVG在电力设备在线状态图的研究,文献[6]提出了 SVG在变电站自动化工程配置系统中的基于 CM 建模思想。本文基于文献[7]中提出的 IEC 61850 语义空间具有偏序关系的论断,提出了该空间下的 SVG扩充应用思想,分析了 XML 与 SVG技术的集成方案,指出了 Web环境下的 SVG实现方法,最后结合 .NET平台做了实验性验证。

基于 IEC 61850使用 SVG技术可以动态监控国际标准下的变电站自动化通信网络运行工况。此外,对变电站侧和调度侧都用一次图作为引导实现变电站自动化系统操作的研究起到推动作用,而且可以实现类似于“遥视”功能的直观监控。

1 SVG基于 IEC 61850建模

由文献[7]可知,从形式语义学的角度看,把信息模型结构和语义作为“语义空间”,按照它与现实世界的“逼近”关系,IEC 61850的语义空间就具有偏序关系,而且是“完备偏序集”。也就是说,不同的语义空间存在“并空间”和“交空间”,从而可以最大限度或最大限度实现系统的互操作性。IEC 61850系列标准的信息模型、通信服务和通信协议栈都具

有一致性,SVG对语义空间的扩充应用必须保持这种一致性,即适当裁减实际系统对 SVG的需要,做出合理的描述,形成符合实际需求的空间。

IEC 61850系列标准与其它以往变电站通信协议很重大的一个区别是采用了面向对象的建模思想,它提出了从应用出发合理分解基本功能单元的原则,形成了服务器(Server)、逻辑设备 LD(Logic Device)、逻辑节点 LN(Logic Node)、数据对象 DO(Data Object)以及数据属性 DA(Data Attribute)的信息模型结构。

就 SVG而言,它是 W3C组织开发的一种开放标准的文本式矢量图形描述语言,基于文本控制,可以实现对图形元素精确定位,图形尺寸可以无级缩放,文字状态可编辑可搜寻,提供调色板、渐变、蒙版以及滤镜等超级颜色控制。

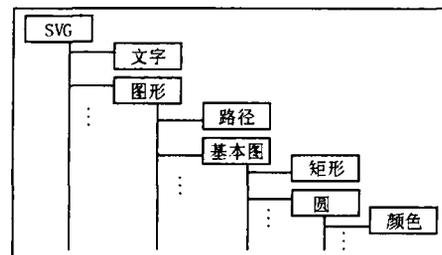


图 1 SVG模型
Fig 1 SVG model

SVG按照功能可以划分为基本要素对象和页面描述对象^[8]两大类,根据面向对象的思想,IEC 61850标准规定的语义空间扩充规范,可以把整个 SVG看作一个 Server,把基本要素对象看作 LD,把页面描述对象看作数据对象和数据属性,由此可以得到如图 1所示的 SVG模型。其中,文字、图形等属于基

本要素对象,颜色、填充等属于页面描述对象。

定义一:如果集合 A 上的二元关系 R 是自反的,反对称的和传递的,那么称 R 为 A 上的偏序,称序偶 $\langle A, R \rangle$ 为偏序集合。

定义二:有序集 $\langle A, >$ 称为是完备的,如果

- (1) A 有最小元,常记为 A 或 \perp 。
- (2) A 中每一链 K 均有最小上界(上确界)。

以图 1 为例,不妨设集合 $P = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5\}$, x_1 表示“颜色”, x_2 表示“矩形”或“圆”, x_3 表示“路径”或“基本图”, x_4 表示“文字”或“图形”, x_5 表示 SVG 关系 $R = \text{“逼近现实”}$ 。由文献 [7] 的推理过程知,SVG 模型结构和内容构成的语义空间具有与 IEC 61850 类似的语义空间,它在与现实“逼近”的关系上也存在“偏序关系”,只要按照 IEC 61850 标准规定的语义空间加以扩充应用,符合 IEC 61850 语义规范和变量命名规则,根据实际系统需要做出适当裁减即可。

2 SVG与XML集成

现代化的变电站通信网络需要高度的实时性、交互性和自更新性,即在线监测要求实现数据动态生成。这些特色的实现除了有良好的网络特性保障外,还必须高效的图形传输格式和实现方法。SVG 只提供了格式,必须依靠新技术完成实现,XML 恰恰提供了方法,二者的结合提出了变电站通信网络的解决方案。从理论上说,SVG 可以自定图元格式,基于标准化的思想,推荐采用 IEC 61970 规定的 CM 图元作为依据。

2.1 SVG的文本控制基础

SVG 以算法指令为基础构成图形要素。以矩形为例,SVG 文本为

```
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8" ? >
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.0//EN"
" http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/DTD/
svg1.0.dtd" >
<svg width = "200" height = "200" >
<rect x = "10" y = "10" width = "200" height = "50"
style = "fill: rgb(30,40,200); stroke: rgb(0,0,120); stroke-
width: 1" />
</svg>
```

其中, x , y , $width$ 和 $height$ 分别表示矩形距浏览器左边、上边的位置,矩形宽度和高度。如果要把它升级为圆角矩形只需编辑其中的一条指令即可,即由

```
<rect x = "10" y = "10" width = "200" height = "50" style
```

```
= "fill: rgb(30,40,200); stroke: rgb(0,0,120); stroke-width:
1" />
```

编辑为

```
<rect x = "10" y = "10" rx = "20" ry = "20" width = "200"
height = "50" style = "fill: rgb(30,40,200); stroke: rgb(0,0,
120); stroke-width: 1" />
```

其中 rx , ry 分别表示圆角矩形的圆角半径,可以通过修改多个参数的值达到需要的效果。升级前后的图形对比见图 2。

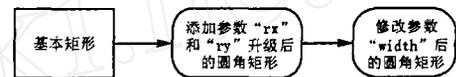


图 2 SVG图形的升级对比

Fig 2 Update contrast of SVG graphics

由此可见,SVG 文本比较直观,非常容易修改,便于升级。

SVG 无级缩放,完全依赖于算法指令,独立于分辨率,充分发挥了矢量图形数据文件小,适合传输和无失真缩放的特点,特别适合打印输出。因为 SVG 图像描绘是由指令指定象素来实现的。

SVG 中的文字和图像独立,SVG 对象由表示属性的纯文本构成,便于搜索、选择和修改。特殊效果的编辑只需修改相应的语法语句即可,例如蒙版和滤镜等。

SVG 的交互性基于事件驱动机制,其中的对象可以通过脚本语言接受外部事件驱动,如鼠标、键盘等。

2.2 XML对SVG的DOM支持

XML 是一种生命力很强的标记语言,具有很大的伸缩性和灵活性,用户可以定义丰富的标记来描述数据对象。SVG 基于 XML,继承了 XML 的跨平台和可扩展的优良属性,它可以内嵌于 XML 文档,也可以嵌入 XML 内容。于是,不同的 SVG 可以方便地组合,形成新的 SVG 图形,重用性得到了很好应用。

文档对象模型 DOM (Document Object Model) 是 SVG 能够实现数据动态生成的基础机制,但是它本身不具备与实时数据库连接,取得实时数据的功能,而 XML 可以很容易地实现对实时数据的访问^[8~10]。于是,SVG 基于 XML 可以顺利实现页面与服务器数据的动态连接和实时显示。

XML 对 SVG 的 DOM 支持体现在它提供了树状结构节点来表示 XML 文档的结构和内容,通过操作 SVG 的 DOM API 函数实现解析,从而可以很方便地阅读、创建和更新 XML 文档。Microsoft 的 IE5.0 及其更新版本就捆绑了 DOM 的解析器,可以很方便的

使用。

2.3 Web环境下 SVG与 XML的集成

文献 [9]中描述了 SVG的文档生成类结构,并且给出了 SVG树的解析和渲染模型。在 Web环境下 SVG与 XML的集成主要包括客户端、应用服务器和数据库服务器。客户端只负责 SVG图形的可视化,数据库服务器负责 SVG树描述的模式信息存储和简单处理,应用服务器则负责与数据库服务器数据的动态交换和分析处理^[11,12]。

客户端需要一个 SVG浏览插件,推荐使用 Adobe公司的 SVG Viewer,它可以在 Internet上免费获得,便于安装和升级。插件提供 SVG图元的颜色、填充等属性的更新和编辑功能,获得基于 Web的页面。数据库服务器可以采用 SQL,ORACLE等功能强大的数据库,他们可以充分发挥强大的数据存储和处理能力,而且具有强大安全策略管理。在这里至少需要三类数据,一是接线图等 SVG文件库,二是实时数据替换图元文件库,三是实时数据和历史数据。服务器主要包括 XML解析器、渲染器以及 DOM相关机制,完成文档解析、校验、SVG树生成和维护等功能。如果数据库服务器类型有变动,应用服务器应及时修改配置信息,维护也比较方便。

3 基于 IEC 61850的 SVG在 .NET平台上的实现

.NET平台是网络发展的潮流。本文选用 Visual NET2003 平台,使用 Microsoft Windows 2000 Server版和脚本技术开发了变电站微机保护^[13]动态监测 SVG原型系统。

系统模型的总体架构见图 3。

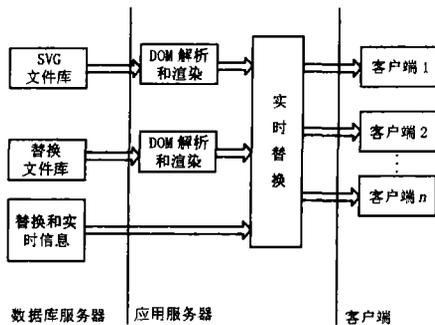


图 3 系统总体架构

Fig 3 General structure of the system

要表示的基于 IEC 61850的微机保护部分信息模型结构如图 4。

截取部分接线图见图 5。

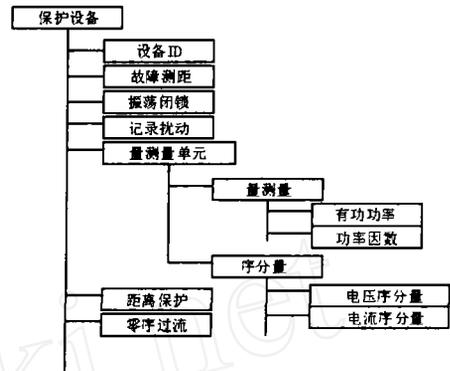


图 4 微机保护信息模型

Fig 4 Model of computer protection

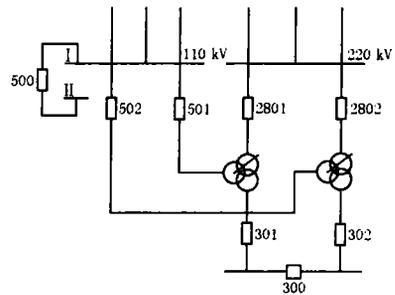


图 5 部分接线图

Fig 5 Partial connection circuit

截取的部分 SVG树 XML文档如下:

```
<? xml version = "1.0" encoding = "UTF-8" ? >
<xform s: model id = "MyData" >
  <xform s: instance id = "PD IS" > ... </xform s: instance >
  <xform s: instance id = "MMXU" > ... </xform s: instance >
  ...
  <xform s: submission ref = " instance ( 'PD IS' )" replace = " instance" instance = "MMXU" ... >
</xform s: submission >
```

SVG在 .NET上的工作流程如下:

1)用户通过 SVG Viewer和 WebForm 界面显示和浏览 SVG界面,用鼠标和键盘等方式与系统交互,把需要执行的命令提交给解析系统。

2)解析系统接到命令后与数据库服务器产生动态连接,从实时数据库中获取实时数据和历史数据,转化为符合 SVG标准的页面元素文件,以指定的文档格式提取出来。其间涉及到数据的解析与图形的渲染,详细过程请参考文献 [14],不再赘述。

3)通过应用服务器与客户端发生联系,显示命令执行的情况,返回确认信息。

4 结束语

本文通过 SVG文档生成类的信息模型结构和

内容组成的语义空间和 IEC 61850的语义空间比较得出两点结论:

1)按照面向对象的建模思想和 IEC 61850规范,SVG文档可以表示 IEC 61850的语义空间;

2)基于 IEC 61850构造 SVG的应用是可行的。但是,SVG基于 IEC 61850的实际应用,很多问题还需要进一步研究,比如 SVG数据传输性能分析、图元规范、系统配置、可靠性以及优化方案等。

参考文献:

- [1] IEC 61850, Communication Networks and System in Substations, Part 5 [S].
- [2] IEC 61850, Communication Networks and System in Substations, Part10 [S].
- [3] Miao Z, Choudhry M A, Klein R L. Dynamic Simulation and Stability Control of Three-phase Power Distribution System with Distributed Generators[A]. IEEE PES 2002 Winter Meeting New York (USA): 2002 1029-1035.
- [4] 谭文恕. 变电站通信网络和系统协议 IEC 61850介绍[J]. 电网技术, 2001, 25(9): 8-11.
TAN Wen-shu An Introduction to Substation Communication Network and System—IEC 61850[J]. Power System Technology, 2001, 25(9): 8-11.
- [5] 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.
L U Dong, YUAN Rong-xiang Design of Graphic Software for Power Network Diagram Based on Common Information Model in IEC61970[J]. Power System Technology, 2004, 28(16): 35-39.
- [6] 章坚民,徐爱春,李海翔,等. 基于 SVG/XML/CM的变电站自动化工程配置系统[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(14): 54-58
ZHANG Jian-min, XU Ai-chun, LI Hai-xiang, et al An Automatic Engineering Configuration System for Substation Automation Based on SVG/XML/CM[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(14): 54-58.
- [7] 张结,卢德宏. IEC 61850的语义空间研究[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(11): 45-48.
ZHANG Jie, LU De-hong On the Semantic Space in IEC61850[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(11): 45-48.
- [8] 陈传波,赵婷. SVG与XML的集成技术在动态Web图像上的应用[J]. 计算机工程与科学, 2004, 24(3): 11-17.
CHEN Chuan-bo, ZHAO Ting Applying the Integration of SVG and XML to Dynamic Web Images[J]. Computer Engineering & Science, 2004, 24(3): 11-17.
- [9] 李清泉,谢智颖,左小清,等. 基于 SVG的空间信息描述与可视化表达[J]. 测绘学报, 2005, 34(1): 58-63.
LI Qing-quan, XIE Zhi-ying, ZUO Xiao-qing, et al The Spatial Information Description and Visualization Based on SVG[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2005, 34(1): 58-63.
- [10] 甘早斌,李志欣,彭彬. 基于 SVG的矢量图形编辑系统的数据描述模型[J]. 计算机工程与设计, 2005, 26(1): 270-273.
GAN Zao-bin, LI Zhi-xin, PENG Bin Data Description Model of Vector Graphics Editing System Based on SVG[J]. Computer Engineering and Design, 2005, 26(1): 270-273.
- [11] 张英鹏,刘立平. 远程监控系统实时数据发布技术研究[J]. 西安科技大学学报, 2004, 24(4): 473-477.
ZHANG Ying-peng, LI Li-ping Real Time Data Publishing Based on Remote Monitoring and Controlling System[J]. Journal of Xi'an University of Science and Technology, 2004, 24(4): 473-477.
- [12] 张慎明,卜凡强,姚建国,等. 遵循 IEC 61970标准的实时数据库管理系统[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(24): 26-30.
ZHANG Shen-ming, BU Fan-qiang, YAO Jian-guo, et al Real Time Database Management System that Conforms to IEC61970 Standard[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(24): 26-30.
- [13] 高湛军,潘贞存,卞鹏,等. 基于 IEC 61850标准的微机保护数据通信模型[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(18): 43-47.
GAO Zhan-jun, PAN Zhen-cun, BIAN Peng, et al A Data Communication Model for Microprocessor Protection Based on IEC61850 Standard[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(18): 43-47.
- [14] 徐欧. 论 SVG技术在 .Net 平台上的实现[J]. 计算机工程, 2004, 30(30): 50-52
XU Ou Implementation of SVG in .Net Platform[J]. Computer Engineering, 2004, 30(30): 50-52.

收稿日期: 2006-01-05; 修回日期: 2006-02-16

作者简介:

高会生(1963-),男,教授,硕士生导师,研究方向为电力系统通信及网络管理系统;

项洪印(1979-),男,硕士研究生,研究方向为通信与信息系统; E-mail: ncepuxhy@163.com

刘广(1981-),男,硕士研究生,研究方向为通信与信息系统。

(下转第 57 页 continued on page 57)

通过分析和仿真证明,该方法节省了锁相环电路,算法简单,硬件电路容易实现。

参考文献:

- [1] 王兆安,杨君,刘进军. 谐波抑制和无功补偿 [M]. 北京:机械工业出版社,1998. 209-238
WANG Zhao-an, YANG Jun, LIU Jin-jun. Harmonic and Suppression and Reactive Power Compensation[M]. Beijing: China Machine Press, 1998. 209-238
- [2] 张厥盛,郑继禹,万心平. 锁相技术 [M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1994. 1-18
ZHANG Jue-sheng, ZHENG Ji-yu, WAN Xin-ping. Phase-locked Technology [M]. Xi'an: Xidian University Press, 1994. 1-18
- [3] 任永峰,李含善,贺纲,等. 两种单相电路瞬时谐波及无功电流实时检测方法分析 [J]. 电力系统及其自动化学报,2003,15(1):95-98
REN Yong-feng, LI Han-shan, HE Gang, et al. Analysis of Two Real-time Detecting Methods for Harmonic and Active Currents in Single-phase Circuit[J]. Proceedings of the EPSA, 2003, 15(1): 95-98
- [4] 蒋斌,颜钢锋,赵光宙. 单相电路瞬时谐波及无功电流实时检测新方法 [J]. 电力系统自动化, 2000, 24(21): 35-39
JIANG Bin, YAN Gang-feng, ZHAO Guang-zhou. A New Real-time Detecting Method for Harmonic and Active Currents in Single-phase Circuit[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(21): 35-39
- [5] 李天博,孙雨华,廖志凌. 一种单相电路无功电流实时检测新方法的研究 [J]. 电测与仪表,2003,(7):8-11.
LI Tian-bo, SUN Yu-hua, LIAO Zhi-ling. Study of New Real-time Detecting Method for Active Currents in Single-phase Circuit[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2003, (7): 8-11.
- [6] 戴列峰,蒋平,田大强. 无锁相环 d-q 谐波电流检测法的实现 [J]. 电网技术,2003,27(8):46-49.
DAI Lie-feng, JIANG Ping, TIAN Da-qiang. Realization of d-q Detecting Method for Harmonic[J]. Power System Technology, 2003, 27(8): 46-49.

收稿日期: 2006-01-08; 修回日期: 2006-04-03

作者简介:

丁菊霞(1977-),女,硕士研究生,研究方向为电力电子技术应用;E-mail: northdingding@163.com

张秀峰(1961-),男,副教授,研究方向为供电技术、继电保护和电力电子技术。

Method for detecting harmonics and reactive currents in single-phase circuit without phase-locked loop

DING Ju-xia^{1,2}, ZHANG Xiu-feng¹

(1. Emei Branch, Southwest Jiaotong University, Emeishan 614202, China;

2. Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Active current separate method is detected in recent years for detecting harmonics and reactive currents in single-phase circuit. In the electric railway, locomotive is a running and mutative single-phase load. When it brings the electric voltage to serious distortion, phase-locked loop in active current separate method will be abnormal and harmonics and reactive currents can't be detected accurately. Based on the reduction of active current separate method, a method without phase-locked loop for detection is presented. Analysis and simulation reveal that the proposed method is simple and easy to realize with accurate detection.

Key words: phase-locked loop; single-phase circuit; harmonics; reactive currents; real-time detection

(上接第 49 页 continued from page 49)

Application analysis of IEC61850 protocol based on the ethernet technology

GAO Hui-sheng, XIANG Hong-yin, LIU Guang

(Department of Electronic and Communication Engineering, North China Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: This paper analyzes the application of SVG (Scalable Vector Graphics), which are supported by SAS (Substation Automation Systems) based on IEC 61850. SVG is applied extendedly in the namespace and XML (Extensible Markup Language) is used as a crucial tool to describe this picture style. It is also the software language to describe SCL model. It points out that SVG can get real time data from servers, which is validated on the .NET plat. To some extent, the expansion application helps to develop products founded on IEC 61850.

Key words: IEC61850; SVG; XML