

· 基础研究 ·

跨平台 SCADA 图形系统的分析与设计

Analysis and design of cross-platform SCADA graphic system

刘文彪, 詹成国

LIU Wen-biao, ZHAN Cheng-guo

(国电南京自动化股份有限公司, 江苏 南京 210003)

(Guodian Nanjing Automation Corporation Limited, Nanjing 210003, China)

摘要:图形系统是厂站自动化系统的重要组成部分。分析了跨平台的厂站自动化图形系统的需求,针对现有系统的不足,在比较了 Eclipse/GEF, GTK, QT/QSA, SVG 等多种跨平台的图形系统开发技术的基础上,基于复合模式和图符基本属性动态变化的思想,提出并实现了一种新的图形系统设计及实现方案。

关键词:SCADA 图形系统; 跨平台; 技术分析; 设计; 原型实现

中图分类号:TP 334.2⁺1 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-1951(2008)08-0001-04

Abstract: Graphic system is an important part of power plant and substation automation system. The requirement of cross-platform, power plant and substation automation graphic subsystem was analyzed. Aiming at the drawback of the current system, based on the comparison of several graphic system develop technology such as Eclipse/GEF, GTK, QT/QSA, SVG etc. according to the idea of composite mode and the variation of basic graphic sign property, a new graphic system design and realization method was put forward.

Key words: SCADA graphic system; cross-platform; technique analysis; design; prototype realization

1 图形系统存在的问题

电力系统发电厂、变电站的自动化对电力系统的安全、可靠、高效运行非常重要。厂站监控系统是其中的一个复杂的大型实时监控系统软件,它包括数据采集与监控、五防系统、电压无功自动优化控制系统、顺序控制系统和拓扑分析、潮流分析等各种高级应用需求。现有的自动化系统都采用了图形用户界面。图形系统的好坏直接影响了综合自动化监控系统的扩展性和灵活性。从功能视图看,SCADA 图形系统主要包括编辑与生成系统图、厂站图、各种应用画面并与实时监测数据关联;通过画面建立网络拓扑系统,根据数据变化动态刷新画面上各种实时信息;提供图形化的操作界面进行各种控制操作。从架构视图看,SCADA 图形系统包括了底层的图形支持库、电力自动化系统相关的图形模块、离线配置和实时数据库接口的支持模块。操作系统面向对象软件技术、动

态语言的发展以及国际标准 IEC 61850 及 61970 的制定^[1]为厂站综合自动化的发展提供了广阔的空间。目前图形系统还存在以下问题:

(1) 基于 MFC 或 MOTIF 等图形库开发的图形系统,不能跨平台使用,实践中需要针对不同的系统平台开发功能类似的图形功能,维护工作量大,工作重复;

(2) 无标准的输入输出接口,信息交互困难^[2];

(3) 图形系统灵活性不足,对未来应用支持缺乏考虑,不易扩充。

本文通过对原有自动化系统、支持跨平台的软件技术进行了详细分析和研究后,提出了一种新的图形系统系统结构设计和实现路线,该方案经过反复测试论证及实践检验,具有较高的稳定性、可靠性和灵活性。

2 相关技术分析

2.1 硬件和操作系统

目前,在电力行业的厂站监控应用中,由于目标

系统的规模及使用环境等因素不同,主流的硬件有 SUN, HP, IBM 等厂商提供的各种 UNIX 服务器及工作站和基于 Intel/AMD 的 PC 系列工控机。操作系统主要有 Solaris 9/10, HP UX, IBM AIX, Redhat/Debian 等 Linux 发行版及各种 Windows 版本。为了满足不同需求,新一代综合自动化系统需要能够在各种平台上运行。

2.2 跨平台面向对象开发技术

厂站自动化系统中需要监视控制的对象十分繁多且关联紧密。面向对象开发技术具有封装性、继承性和多态性 3 大特点。由于硬件指令系统结构及操作系统的不同,若实现类似功能可能需要在不同平台编写不同代码,重复劳动多,可维护性差。利用面向对象的方法结合适当的跨平台图形技术可以极大地提高图形系统开发的维护便利性、可维护性。目前主流的跨平台图形开发技术有 Eclipse /GEF, GTK + 和 QT 等。

Eclipse 是一个开放源代码的、基于 Java 的可扩展中间件开发平台。就其本身而言,它只是一个框架和一组服务,用于通过 Eclipse 插件组件构建开发环境。图形编辑框架(Graphical Editing Framework, GEF^[3])是 Eclipse 插件开发环境的一部分。GEF 实现了经典的 MVC 架构,允许开发人员基于已有的应用模型开发功能强大的图形应用,GEF 包括两组插件,org.eclipse.draw2d 插件提供界面布局和显示画面的渲染工具包。开发人员可以利用或者扩充 GEF 提供的丰富操作来为特定业务领域的图形系统服务。

GTK + 是一个跨平台的图形用户界面的开发工具,它包含有基本的控件和一些很复杂的控件:例如文件选择控件和颜色选择控件,GTK + 最初是为 GIMP(GNU 图形处理程序)开发的的控件集,经过不断扩展,目前被用于大量的应用程序当中,并做为 Linux GNOME 桌面工程的工具。

QT 是一个多平台的 C + + 图形用户界面应用程序框架。它提供给应用程序开发者建立图形用户界面所需的所用功能,QT 提供多种平台一致的 API 及其使用方式。QT 是完全面向对象的,很容易扩展且允许真正地组件编程。在 1996 年的早些时候,它已经成为全世界范围内数千种成功的应用程序的基础。QT 也是流行的 Linux 桌面环境 KDE 的基础,KDE 是所有主要的 Linux 发行版的一个标准组件。QT 目前的主流版本 4.1.x 具有下列优点:

(1)优良的跨平台特性可支持大部分主流的操

作系统,如 Solaris 9/10, HP UX, IBM AIX, Redhat/Debian 等 Linux 发行版及各种 Windows 版本;

(2)真正的多平台独立,高度面向对象,QT 对操作系统相关的各种 API 包括文件访问、绘图设备、进程、线程进行了封装,通常用 Motif 或者 MFC 等类库编写上百行代码实现的功能,用 QT 可能十几行就可实现,开发人员无须考虑系统差异,可专注于应用业务本身逻辑实现;

(3)高性能,QT 与操作系统间没有虚拟机或者仿真层,应用程序可以高效访问硬件设备接口,这在实时监控系统中尤其重要;

(4)支持 XML 解析及 SVG 渲染;

(5)提供解析脚本语言接口 QSA。QSA 是一种利用解析语言使得 C + + 应用程序可解析的跨平台工具包,它使开发人员可灵活修改一些业务逻辑(包括定制对话框等用户界面)而又不需重新构造整个系统,既提高了灵活性又保证了核心系统的稳定性,提高了系统整体可靠性。

2.3 图形交换技术 SVG

图形交换技术 SVG (Scalable Vector Graphics)^[4]是由国际 WWW 委员会(W3C)组织,在 2000 年 8 月 2 日制定的一种新的二维矢量图形格式。W3C 对 SVG 的解析是:“SVG 是一种使用 XML 来描述二维图形的语言”。SVG 本身就是 XML,它既可以包含图形信息,又可以包含数据信息。故可将把自动化系统中与图形关联的数据信息输出到同一个 XML 文件,这样,既可供 Web 应用调用,又便于向国际标准 IEC 61970 靠拢,有利于不同开发商自动化系统之间的数据交换。

3 图形系统设计

图形系统是厂站自动化系统中的一个重要组成部分,厂站值班人员对厂站的监视和控制都是通过图形界面来实现的。这就要求图形系统在配置状态中能够提供一套完整的图形编辑工具,完成图形和被监视设备的信息录入,自动建立图形上的设备和数据库中的设备数据的对应关系。在实时监控运行状态能提供监控界面快速、准确、形象的反映被监控系统的实时状态。

图形系统的结构如图 1 所示,SCADA 图形系统、系统配置库、实时库协同构成图形编辑器和可视化监控应用的基础。QT 图形库实现了跨平台的图形库,提供了包含对话框、窗口、菜单、字体、画布等

构造图形界面的基础类,画布提供了绘制直线、矩形、多边形、椭圆等各种基本图形的接口。本文设计的 SCADA 图形系统基于 QT 库构建(如图 2 所示),结构分为 3 个层次,抽象图形组件、图符组件和组合图符,抽象图形组件根据需要可以与数据库中的 1 ~ n 个数据关联。组合图符根据实际应用需求若干个图符组件聚合^[5]构成(这里的图符组件可以是基本图符或者已定义的组合图符)并在此基础上衍生出各种自定义图符、电力图符。

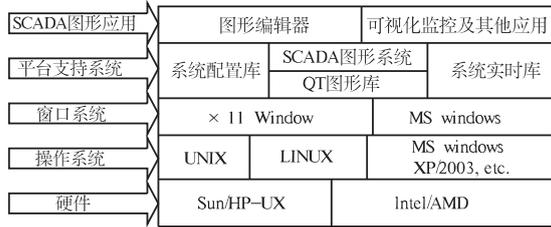


图 1 图形系统的结构

基本图符。系统预定义的基本图符类型包括文本标注、点、线、折线(填充)矩形、(填充)椭圆、(填充)圆、(填充)多边形、(填充/封闭)贝塞尔曲线、外部图形文件(GIF,SVG)、链接点等;为便于根据应用需求灵活定义图符,系统设计中将基本图符的各种图形属性(包括可见性、线型、线宽、填充模式、颜色、 x 轴方向缩放比例、 y 轴方向缩放比例、 x 轴平移、 y 轴平移、旋转属性)通过特定接口暴露给脚本引擎,实际应用中可以根据业务逻辑需要关联系统实时库中的数据变量,利用 QT Script for Application 脚本语言定义各种属性动态变化规则,并在运行时以动态解析规则的结果实时更新图形属性,以满足

各种不同的需求。

自定义图符。由 1 个或多个基本图符和预定义数据的动态属性变化规则有机组合而成的图符,用户可以根据需要选择若干个基本图符并编写相应的动态变化规则来设计自己需要的图符而不需要重新编译图形系统程序,如遥信信号光字牌、实时遥测量图符、数据曲线、饼图、柱状图等。

电力图符。具有电力系统行业意义的自定义图符,对每个电力图符而言,其代表的设备类是系统预先定义的,但其图形属性可以根据用户需要通过基本图符的组合而变化,每个电力图符可以定义若干个链接点,这些链接点于电力设备中的端点相对应。对于电力系统拓扑分析等高级应用来说,是可识别的一次设备,如母线、线路、开关、变压器、电容器、等效负荷、等效电源点等。

4 原型实现

Eclipse/GEF, GTK + , QT 等图形开发工具包均提供了良好的跨平台开发支持,考虑到 GEF 基于 Java 语言开发,实时运行效率相对 C/C + + 较低,而 GTK + 对面向对象的支持不如 QT,且 QT 结合了动态语言解析功能。综合比较上述 3 种技术,本文利用 QT 及 QSA 实现了跨平台的 SCADA 图形系统。图形编辑器提供了编辑画面的各种功能,包括新建各种自定义图符及画面、图符的复制、粘贴、剪切、旋转、缩放、图层管理等功能。利用系统提供的各种基本图符、电力图符和根据业务规则结合脚本语言组合的各种自定义图符,用户可以通过在画面中绘制

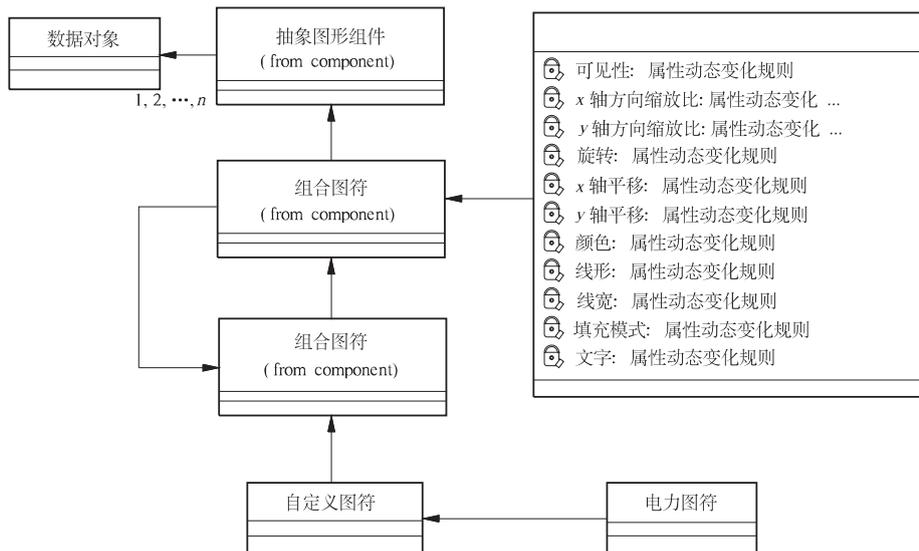


图 2 图形对象模型

各种图符并关联 SCADA 实时库中的实时数据,配置出各种系统图、一次设备监视图、电压无功系统(VQC)运行工况图、五防模拟操作图、程序化变电站模拟操作仿真图。画面配置过程系统根据图形坐标及电力图符类型,自动检测各种电力图符中预定义的链接点并经过逻辑检查后自动与相邻设备关联。例如,画面中的开关图符靠近母线图符时自动形成连接关系,可以在绘图的同时建立系统的设备模型和拓扑模型,实现了图-模-库一体化。

配置人员利用画面编辑器编辑好的画面以 SVG 格式,其他信息按照以 XML 格式保存到图形文件中。在线运行时画面监视器读取并解析画面中的脚本语言,根据 SCADA 系统采集的实时数据值或模拟操作仿真结果,动态地反应被监视的厂站系统的状态,如开关的分合等遥信值、线路的电压、有功等遥测值、VQC 系统 9 区/17 区运行状况监视图。

5 结论

本文分析了 SCADA 系统对可视化监视的需求,提出了一种可灵活组态的图形对象模型。经过对比分析 GEF, GTK, QT 等跨平台图形开发技术,采用了基于 QT 的图形工具包和脚本语言 QSA 实现了跨平台的 SCADA 图形系统,达到了多个平台的应用只需要维护一套代码的效果,降低了开发难度,节省了开发成本,提高了系统的开放性、扩充性、可维

护性。图形文件的存储参照 IEC 61970 标准利用 SVG 存贮,有利于 Web 应用的扩充和与其他厂商系统的通信。目前,该系统在 Redhat Linux, MS Windows 2003 Server, Solaris 10 等平台上应用状况良好,证明了此方案的可行性和实用性。

参考文献:

- [1] 邵立冬, 吴文传, 张伯明, 等. 基于 CIM 的 EMS/DMS 图形支撑平台的设计和实现[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(20): 11-15.
- [2] 吴巍, 杜洁, 王心丰, 等. EMS 图形系统的分析与设计[J]. 计算机工程与设计, 2003, 24(1): 44-47.
- [3] 李睿, 唐胜群. 基于 Eclipse 平台的本体图形编辑器的设计与实现[J]. 武汉大学学报(理学版), 2005, 51(S2): 160-162.
- [4] 刘啸, 毕永年. 基于 XML 的 SVG 应用指南[R]. 北京: 北京科海集团公司, 2001.
- [5] (美) Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, et al. 设计模式: 可复用面向对象软件的基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

(编辑: 王书平)

作者简介:

刘文彪(1975—), 男, 江西吉安人, 国电南京自动化股份有限公司工程师, 工学硕士, 从事电力自动化方面的工作。

詹成国(1977—), 男, 湖北十堰人, 国电南京自动化股份有限公司工程师, 从事监控系统研制开发方面的工作。