

基于 Web 的电力系统数据模型转换

程 鹏,王建勇,黄文卓,林丽燕

(北海银河高科技产业股份有限公司,广西 北海 536000)

摘要: 为提高不同厂商提供的电力系统规划软件包的使用效率,实现电力企业的电网模型数据共享,设计了基于 Web 的电力系统数据转换应用(WebCPS)。分析了 WebCPS 的技术途径,系统建立在客户端、Web 服务器、数据库服务器 3 层结构上,其中数据库根据银河科技调度自动化系统 YH-9000 系列数据模型(YH-DM)构造,软件采用组件技术实现;分析了用户接口组件和数据转换组件的构成,当公共信息模型(CIM)的数据文件上载后,系统将调用网络拓扑处理(NTP)组件分析电网模型,创建拓扑岛,网络拓扑处理结果将映射到相应的计算模型;讨论了系统的性能,即系统响应时间和最大文件大小;指出可通过增加数据模型调整、数据模型归并等方式提升系统性能。

关键词: 组件模型; 数据转换; 数据模型; 基于 Web 的应用

中图分类号: TM 769

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)10-0078-03

1 WebCPS 简介

电力企业的许多自动化系统,如监控和数据采集/能量管理系统 SCADA/EMS(Supervisory Control And Data Acquisition/Energy Management System)、配电管理系统 DMS(Distribution Management System)、管理信息系统等,使用在特定的领域,关注电力系统不同的方面,对电力系统对象有不同的建模方法,系统之间难以数据共享。另外,这些系统由于受到计算机技术发展的影响,开发时间和建设方式不同,在电力企业内部形成了典型的分布式异构环境。因此,不同供应商的产品之间也很难进行数据共享。

为满足不同的应用及自动化系统之间交换数据的需要而设计的特殊接口,如 SCADA/EMS,其需要获取来自 DMS 或者其他系统的数据,在这个系统中必须设计并开发专用的接口,形成了“点对点”的连接方式,但是这种接口很难维护和升级。因此,有效地解决系统互联和互操作问题已经变得越来越重要^[1-4]。

电力企业通常使用不同开发商提供的不同的规划软件包。这些规划软件包是建立在不同的数据模型上,所用的数据文件格式也是不同的。由于缺乏统一的数据格式,规划人员发现从一个软件包转向另一个软件包是非常困难的。目前,市场上尚无有效的数据转换程序来提供相应的服务,因此提升现有规划软件包的使用效率非常困难。基于 Web 的数据转换应用 WebCPS(Web-based data model Conversion for Power System)主要针对不同的规划软件包提供不同数据模型的数据文件格式转换,也可以把公共信息模型 CIM(Common Information Model)扩展到电网规划领域。

目前,WebCPS 系统支持银河科技调度自动化系

统 YH-9000 系列电网数据模型(YH-DM)及公共信息模型/可扩展标记语言 CIM/XML(eXtensible Markup Language)数据模型。根据用户需要,WebCPS 系统也可以支持国内外其他厂商的数据模型。

2 技术途径

2.1 系统结构

WebCPS 建立在 3 层结构上,如图 1 所示。第 1 层是客户端,Web 浏览器;第 2 层是 Web 服务器;第 3 层是数据库服务器^[5-6]。



图 1 系统结构

Fig.1 Structure of system

2.2 应用环境

WebCPS 系统的硬件平台为个人计算机。Web 服务器和数据库服务器也可以是工作站、服务器和小型计算机。

操作系统可以采用 Windows NT/2000 Server/2000 Advanced Server/XP;Web 服务器可以采用 Microsoft IIS(Internet Information Server),也可以采用 Apache Web 服务器;数据库选择 Oracle 8i;浏览器支持 Netscape 4.0~7.0 和 IE 4.0~6.0;Java 2 企业版(J2EE)是应用的执行环境。

2.3 Web 应用服务器

由于 WebCPS 系统采用了 JSP 组件形式,它需要相应的组件容器。采用 Tomcat 软件包,这是一个 Servlet 容器,采用 Java Servlet 和 Java Server Pages (JSP)技术实现^[7]。

2.4 人机接口

WebCPS 系统为规划人员提供将数据模型从一种格式转换到其他数据格式的支持。但是,系统同

时只能为一个规划人员提供数据模型上传服务,客户端的用户使用同样的图形化用户接口 GUI(Graphic User Interface)。

2.5 基于 YH-DM 模型的数据库和 API

在数据库服务器上安装 Oracle 8i,实现基于 YH-DM 的数据模型^①。WebCPS 系统使用 Java 数据库接口 JDBC(Java DataBase Connectivity)连接数据库,提供一种很方便的机制连接各种数据库^[8],如 Sybase 和 SQL Server 2000。

3 基于 Web 的应用设计

WebCPS 系统应用软件主要由 2 个部分组成:用户接口 UI(User Interface)组件、数据转换组件。应用结构见图 2。用户接口组件主要负责用户与 Web 服务器进行交互,提交数据,获得转换后的数据,复查数据;数据转换组件负责不同数据模型的转换^[9]。

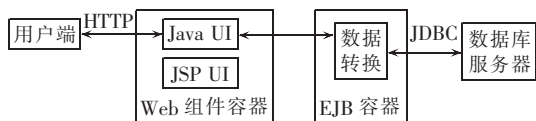


图 2 应用结构

Fig.2 Structure of application

UI 组件包含下列组件:用户登录、数据文件上传、数据文件复查、数据文件下载、数据删除。数据转换组件包含下列组件:数据文件校验、导入数据文件、导出数据文件、网络拓扑处理、数据转换处理、数据库操作。

3.1 UI 组件

3.1.1 用户登录

用户登录组件负责检查用户名和用户口令,判定用户是否为合法用户。只有合法用户才能进入系统。

3.1.2 数据文件上传

数据文件上传组件负责将数据文件从客户端传送到 Web 服务器。如果数据文件不能正确接收,或者与指定的数据文件格式不匹配,或数据无法保存到数据库,错误信息将返回给用户。

3.1.3 数据文件下载

数据文件下载组件负责将指定格式的数据文件从 Web 服务器端传输到客户端。用户指定所需的数据文件格式,向 Web 服务器提交请求。在数据文件成功创建后,下载数据文件。如果 Web 服务器不能服务下载请求,将返回异常信息。

3.1.4 数据删除

在数据文件成功上传后,在数据库中建立了相应的电网数据模型,任何用户都可以下载数据模型。如果该用户不希望其他用户使用自己提供的数据模型,其可以调用数据删除组件,清除数据库中的信息。

3.1.5 数据文件复查

数据文件复查组件负责在数据文件上传后以表格的形式展现数据,以便用户进行数据复查。用户可以按照指定的数据格式查看任何类的数据。

3.2 数据转换组件

数据转换组件的结构如图 3 所示。

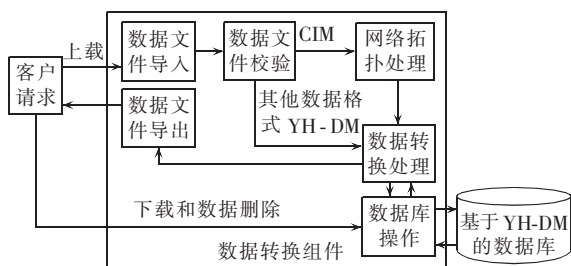


图 3 数据转换组件结构

Fig.3 Structure of data conversion component

3.2.1 数据文件校验

在 Web 服务器接收到上传的数据文件后,系统调用数据文件校验组件分析数据文件。数据文件格式在配置文件中说明。

在数据文件校验过程中,首先,系统加载指定数据格式的配置文件,分析数据模型;其次,系统加载数据文件,进行分析。每获取一个数据对象,对象名、对象属性、与其他对象的关联将根据数据模型进行校验。在分析全部的数据对象后,系统提交分析报告。只有数据文件与数据文件格式匹配,才能进行数据文件复查,将数据文件导入数据库。

3.2.2 网络拓扑处理

当 CIM 模型的数据文件上传后,系统将调用网络拓扑处理 NTP(Network Topology Process)组件分析电网模型^[10-11],创建拓扑岛。NTP 结果将映射到相应的计算模型。NTP 组件需要下列数据:开关-节点表、支路-母线表、注入量-母线表。在 NTP 组件中,开关和变压器等都被当作支路,放入支路表。NTP 组件采用深度优先搜索算法实现。

3.2.3 数据转换处理

在 CIM 模型的数据文件经过 NTP 组件处理后,转换成数据库可以直接存放的数据模型,有下面所述的数据转换规则。

a. 源数据模型中每个类应该映射成目的数据模型中对应的类。

b. 公共属性定义。如果目的数据集中类的属性可以通过直接或者间接的方式从源数据模型中获取,就认为是公共属性。属性的转换集中在公共属性的处理上。在目的数据模型中,不属于公共属性的属性信息将被忽略,用 0 或者空格取代。

在公共属性转换时,由于在数据定义中存在一些差异,某些含义可能被忽略,表达的格式会发生变化。在数据转化处理完成后,产生的数据模型必须进行调整以解决不一致问题。

为帮助用户了解丢失的信息或者出现的不一致现象,系统将返回提示信息。

3.2.4 数据库操作

数据库操作组件负责连接数据库服务器,实现

① 银河科技调度自动化部. YH-9000 系列调度自动化系统数据模型手册,2003.

数据库的读写访问。一旦数据转换处理组件处理完数据后,数据库操作组件将调用数据库的 API JDBC 存储数据;在系统需要读取数据库中的数据时,数据库操作组件负责将数据取出并交给数据转换处理组件;在 Web 服务器接收到数据清除请求时,数据库操作组件负责清除数据库中的数据。

数据库操作步骤是:创建 JDBC 驱动对象;注册 JDBC 驱动对象;连接数据库;执行相应的 SQL 语句;处理结果集合。

3.2.5 数据文件导入/导出

在将数据转换成相应的数据模型后,数据文件导出组件将数据表示成特定的数据文件格式。一旦数据文件创建完毕,系统就会发送给 UI 组件。

数据文件导入组件负责将数据文件加载到内存空间,并传送给数据文件校验组件。

3.3 组件之间的关系

在用户上传数据文件后,系统将校验该数据文件,并将数据模型导入数据库。在操作过程中,数据文件上载、数据文件导入、数据文件校验、数据转换处理、数据库操作组件必须顺序调用。在 CIM 模型数据文件上载后,NTP 组件在数据文件通过校验处理后执行。

在用户需要下载数据文件时,系统调用数据文件导出组件。如果用户需要将某种格式的数据文件转换成其他格式,那么上载和下载请求必须顺序提交。数据文件复查组件则相对独立,用户可以采用表格的形式复查数据文件。

4 系统性能^[12]

4.1 响应时间

WebCPS 系统的系统响应时间能够满足工业性能标准。在数据传输阶段,传输时间受到网络带宽和网络拥塞程度的影响;对于比较庞大的数据文件,数据转换处理的响应时间可能比较大。

在系统实现时,数据映射应进行优化;通过 JDBC 读写数据操作也应优化,减少 I/O 操作次数。

4.2 最大文件大小

对于同样的数据集合,CIM/XML 格式的数据文件是最大的,所以最大文件大小应该通过测量 CIM/XML 格式的数据文件获得。最大的文件大小受到 Web 服务器的内存限制。如果程序无法分配到足够的内存空间,系统将返回内存错误信息。另外,如果 Java 虚拟机 JVM(Java Virtual Machine)使用的内存不足,系统将产生异常信息,程序退出。

JVM 的内存设置如下:初始堆 128 MByte,最大堆 256 MByte,栈 4 096 KByte。

目前,最大文件大小可以达到 100 MByte,可以满足用户的需要。

5 结语

为扩展 WebCPS 用途,将从下述几个方面改进。

a. 为提高下载后数据模型的可用性,应增加数据调整功能。在数据文件复查中,用户可以修改数据,或者为了更好地表达数据模型而增加某些丢失数据。而且,在某个数据集合上,不同的用户可以查看不同的数据视图。

b. 支持更多的数据文件格式;支持更多的数据文件版本,从而为更多的规划软件包提供支持。

c. 支持数据模型的归并。在 2 个部分模型数据文件上载后,可以进行模型归并处理,在数据库中创建一个完整的数据模型。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. DL/T 890.301-2004 公共信息模型(CIM)基础[S]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [2] 李富鹏,向铁元. 基于 OPC 技术的公共数据库平台[J]. 电力自动化设备,2005,25(7):61-63,67.
LI Fu-peng,XIANG Tie-yuan. Integrated public database platform based on OPC technology[J]. Electric Power Automation Equipment,2005,25(7):61-63,67.
- [3] 王继业,张崇见. 电力信息资源整合方法综述[J]. 电网技术,2006,30(9):83-87.
WANG Ji-ye,ZHANG Chong-jian. Survey on power information resources integration methods[J]. Power System Technology,2006,30(9):83-87.
- [4] 王继业. 推动电力信息化应重视的几个问题[J]. 中国电力,2002,35(1):64-67.
WANG Ji-ye. Considering aspects of promotion of electric power information technology[J]. Electric Power,2002,35(1):64-67.
- [5] QIU Bin,GOOI H B. Internet-based SCADA display system[J]. IEEE Trans on Power Systems,2002,15(1):14-19.
- [6] JURIC M B. J2EE EAI 编程指南[M]. 袁然,汤代禄,刘立君,等,译. 北京:电子工业出版社,2002.
- [7] 柳永坡,刘雪梅,赵长海. JSP 应用开发技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2005.
- [8] TAYLOR A. JDBC 数据库编程与 J2EE[M]. 李东升,译. 北京:电子工业出版社,2004.
- [9] WHITEHEAD K. 基于组件开发[M]. 王海鹏,译. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [10] 夏道止. 电力系统分析[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [11] 冯畅,万秋兰,陈歆技. 集合划分方法在电力系统图模转换分析中的应用[J]. 电力系统自动化,2002,26(5):54-59.
FENG Chang,WAN Qiu-lan,CHEN Xin-ji. Application of set-dividing algorithm on transforming the physical connection representation into the mathematical calculation representation[J]. Automation of Electric Power Systems,2002,26(5):54-59.
- [12] DUSTIN E,RASHKA J,MCDIARMID D. 优质 Web 系统性能、安全性和可用性[M]. 潘英,译. 北京:清华大学出版社,2003.

(责任编辑:康鲁豫)

作者简介:

程 鹏(1971-),男,湖北蕲春人,高级工程师,博士,研究方向为电力企业信息一体化建设(E-mail:chengpeng@yhgroup.cn);

王建勇(1974-),男,山东临沂人,硕士,研究方向为电力系统自动化;

黄文卓(1979-),男,湖南郴州人,工程师,研究方向为电力企业信息一体化建设;

林丽燕(1979-),女,广西玉林人,工程师,研究方向为电力企业信息一体化建设。

Web-based data model conversion for power system

CHENG Peng, WANG Jian-yong, HUANG Wen-zhuo, LIN Li-yan
(Beihai Yinhe Hi-tech Industrial Co., Ltd., Beihai 536000, China)

Abstract: To improve the application effectiveness of power system planning simulation software packages from different vendors and realize power grid model data sharing in electric power enterprises, an approach, WebCPS (Web-based data model Conversion for Power System), is designed to convert the data model among different systems. Its technical approach is discussed. It has three tiers: client, Web server and database server. The database is constructed on YH-DM data model and the software is implemented with component technology. The constitution of UI (User Interface) and data conversion components is analyzed. When the data file of CIM model is uploaded, the NTP (Network Topology Process) component is called to analyze the model, the topology islands are created and the result is mapped into the corresponding computing model. System performance, response time and maximum file size are discussed. The system performance could be improved through data model tuning and merging functions.

Key words: component model; data conversion; data model; Web-based application