

基于 WebGIS 的配电网调度管理系统

翁颖钧, 朱仲英

(上海交通大学自动化系, 上海市 200030)

摘要: 为了减少网络拥塞状况的发生, 在分析了传统客户/服务器策略的前提下, 提出了一种新的基于 Web 的地理信息系统(WebGIS)体系结构。这种面向对象的混合式结构, 主要通过均匀分配负荷来获得系统良好的网络性能。以某电业局配电网调度管理系统为开发原型, 将该技术应用于配电网地理信息系统中。详细介绍了基于 Windows 分布式 Internet 应用程序体系结构的系统架构设计原则和功能实现。实际使用结果表明, 该系统具有良好的性能, 网络技术和地理信息系统技术对于传统的电力工业有着积极的作用。

关键词: 开放式地理信息系统; 配电网调度管理系统; Web

中图分类号: TM73; TM727.2

0 引言

在电力系统中, 配电部门是连结用户和供电部门的纽带, 其规划管理对于整个电力系统的安全、经济和高效运营是至关重要的^[1]。近年来, 随着城市电网的不断扩张和用户数量的激增, 配电网回路复杂程度也不断提高。配电网涉及的覆盖区域较大, 配电设施、地下管线及相应设施等工程数据均具有内在空间上的分布特性。集成了空间数据和地理分析方法的地理信息系统(GIS)大有用武之地。伴随 GIS 技术的发展和改进, 从专业地理学领域到复杂企业级地理分析服务应满足广泛共享和集成的要求, 以便对时空实体进行综合改造。因此, 人们引入了基于分布式计算策略的网络 GIS。对区域性复杂信息数据访问存储处理的系统, 应具有互操作性、可移植性、规模可伸缩性, 走开放式的道路^[2]。

本文首先根据传统客户/服务器策略, 提出了一种新的基于 Web 的地理信息系统——WebGIS 的实现技术设计方法, 以某供电局配电网调度管理系统为原型, 提出一种混合 WebGIS 架构。其次, 详细介绍了基于 Windows DNA(distribute network application)多层架构的混合式 WebGIS 配电网调度管理系统的设计目标原则和详细的功能实现, 并给出了实现方法的原型。最后讨论了 GIS 技术与配电网调度管理系统相结合的主要工作。

1 基于网络服务的 WebGIS 架构

WebGIS 在实现手段上的主要问题是如何实现软件系统平台独立性。迄今主要有两种实现方法,

即服务器端策略(也称“瘦客户”方案)和客户端策略(也称“胖客户”方案)^[3]。但是, 在实际运行过程中会出现服务器过载、易受网络阻塞和带宽限制的影响等问题。通过对任务的平衡分配, 服务器端策略和客户端策略可以组合形成混合式的 WebGIS 解决方案, 兼顾两者的特点。包含重要的数据库对象或复杂分析的任务应该分配给运算能力较强的计算机, 一般可划归服务器处理, 例如空间数据查询、管理和复杂空间分析功能。而包含重要的处理控制任务则分配到客户机上, 例如 Web 页面局部空间查询、专题分析等。在这种方案下, 客户机和服务器均匀地分享各自的处理能力及职责, 以便数据和应用程序满足资源占用最小、系统性能相对最优的要求。图 1 说明了混合式客户/服务器方案工作进程。

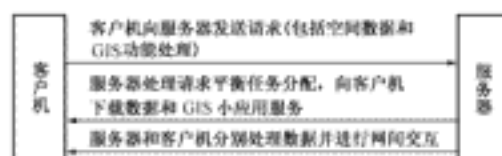


图 1 混合式 WebGIS 进程
Fig. 1 Process of hybrid solution

混合式方案同样对一些付费使用和按需定制类型的应用服务有很大的意义, 在这些应用中, 用户往往定制有时间限制或常规的数据服务器或特定类型服务。

2 配电网调度管理系统实例

2.1 系统功能设计

配电网调度管理系统的功能体系框图如图 2 所示。

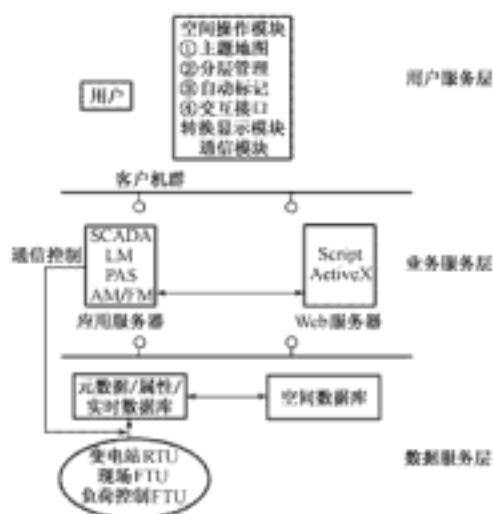


图2 配电网调度管理系统功能框图
Fig.2 Functional design of distribution network dispatch management system

2.1.1 用户服务层

用户服务层作为“前端”，提供信息和数据的表示，以及GIS功能选择的用户接口。GIS功能以组件形式进行设计，当用户初次请求功能调用时，客户机通过网络向业务服务层的Web服务器发出请求，服务器依据请求性质和协议响应客户请求，向客户机下载相应的GIS功能组件，并永久备份在客户机内，做到“一次下载，永久使用”。驻留组件的原则是：有利于降低网间资源的占有率、以静态过程数据为对象。组件接受用户的输入，执行简单的空间操作。在本例中，由空间操作功能、转化显示功能、通信功能等3个模块组成。

a. 空间操作功能模块。包括对象拾取、地图无级放大、缩小和漫游、地图全景、信息输出和查询、地图分层管理等选项。①主题地图：配电网络线路和设备状态以主题图的形式显示。对不同特征的数据对象，调用色彩编码(或其他形式)可视化表现相应的物理状态，提供定位、特殊数据高亮度显示，增加文字注释和标记供决策者迅速、清晰地获取信息。②分层管理：显示配电网地理街道背景图层、整个配电线路网络所处的地理环境和城市街道分布，详细给出社会行业、人口资源分布状况。大中用户分布层给出用户档案及用电相关数据，查看用电量、电费情况。配电线路分布图层显示不同配电线路走向和地形地貌，查询线路台账、实际运行中的负荷和线损情况。配电线路杆塔分布图层标示线路杆塔分布位置，查询有关杆塔台账数据、设备检修信息。主设备分布信息图层查看设备的路牌和技术参数信息，并可按配电网络主设备类别，细分成不同设备图层，例如开闭所分布图层、公用变压器分布图层、开关刀闸

分布图层、互感避雷器分布图层和线路交叉跨越图层等。③自动标记：在线路区域上对所有涉及位置分布的物理量的地图进行自动标记、属性控制和显示。④人机交互：用户和计算机的人机接口，通过简单的点击操作获取信息，并且支持决策管理层通过内建的搜索机制，选择功能和标记工具，创建定制适合不同场合使用的文档及应用程序。客户机对空间数据以直观的形式表现数据分布状态，例如点、线状图、饼状图等。更重要的是可以提供强大的业务数据的分析和可视化，在客户机上创建和编辑地图属性，以地图形式显示业务状态或决策执行结果。从上述操作数据对象属性来看，与实时监控采样数据相比，具有相对静态过程特性，同时也是配电管理人员、系统调度人员运筹规划的最常用辅助信息。因此，如果将相应的功能组件放置在业务服务层内调用处理，则会加重服务器的负担，增大网络间的流量，延长等待时间，使负载不能平衡，系统不能优化。

b. 转化显示功能模块。包括数据格式转换和显示子模块。由于WebGIS的开放性，给异构数据源处理带来困难，因此必须设置数据转换功能，接受通信模块传来的数据流，依据不同的数据格式分别解析并以系统的统一格式上传显示模块。显示模块的功能是再现原始地图，处理显示区域的所有显示变化，包括地图的更新。

c. 通信功能模块。由应用接口和底层Socket接口组成。应用接口由自定义的应用程序接口(API)组成；Socket接口是Windows平台TCP/IP协议堆栈上进行数据交换的底层模块。用户服务层与业务服务层之间保持着一个频繁使用的数据通道，可以采用Winsock控件来实现，通过TCP/IP协议连接与业务层中的应用服务器交换数据。

2.1.2 业务服务层

业务服务层是用户与数据服务之间的桥梁，负责整个系统应用逻辑的控制与处理，提供应用服务。在业务服务层设置Web服务器和应用服务器两大部分。Web服务器负责处理客户机HTTP请求、下载GIS功能组件、加载空间数据等任务；应用服务器通过自定义协议与用户服务层的GIS组件，通过数据库接口与数据服务层进行数据读/写，完成系统大部分应用逻辑处理功能。根据节省带宽资源、平衡负荷分配、充分利用处理器计算性能的原则，可以将配电网实时监控(SCADA)、负荷管理(LM)以及配电系统网络分析为核心的DMS高级应用服务划分到应用服务器的任务范围内。这样，可以充分利用服务器内的CPU强大的浮点运算和图像处理功能，并且可以减少占用业务层与用户层之间带宽资源的概率。混合式WebGIS策略的关键是仔细划分GIS功能，综合考虑客户机和服务器的功能、

资源分布,结合系统软硬件得出一个合理的任务分配。

a. 调度自动化(SCADA)功能模块。配电网络中的实时数据,例如回路电流、电压、功率、供电量、售电量、线损等动态分布数据,经采集端口读入数据层相应的动态数据库中。当业务层的 DMS 高级应用服务被触发时,通过通用接口从动态数据库中获取所需数据,进行计算处理,并将结果与 GIS 线路层结合以表现配电线路负荷、负荷率、电量、线损等动态分布状况。

b. LM 功能模块。该模块提供控制用户负荷、用户层操作员制定负荷控制策略和计划的能力。削峰和低压减载是其主要功能。此外,还应具有调用高级应用服务、进行预报和方案评价的 API。

c. 高级应用服务功能模块。包括基本应用软件,例如网络拓扑、潮流计算(包括三相潮流)、状态估计(包括三相)、负荷预报(包括系统负荷和母线负荷预报)、短路电流计算、电压/无功优化等计算处理组件。同时,由基本应用可以延伸到相关操作,包括负荷控制、电容器优化配置、变压器与馈线负荷分配、电源阻抗计算、相间负荷分配、网络重构、保护协调、事故诊断、事故隔离与恢复、投诉电话处理等。模块的设计主要考虑系统性、可靠性和复用性,提供简单实用的 API 供 SCADA 模块和 LM 模块调用。

2.1.3 数据服务层

整个系统所需的空数据、属性数据和元数据均集中存放在数据层的服务器中,使得数据存储和管理与应用逻辑分开。根据数据属性和使用对象的不同,将数据分配到不同的标识服务器中,分别负责访问、更新、维护空间和属性数据库,并在业务驱动下操作数据。数据的分布、分布式数据查询、操作和管理由业务层活动服务器页面(ASP)脚本通过 MTS 组件统一管理,实现分布式空间数据库的事务管理。具体包括:

a. Web 服务。GIS 组件经编译生成控件后,生成包,连同支持文件夹一起保存在 Web 服务目录中。客户机请求空数据时,通过 HTTP 协议下载至客户端。设计时一般应包括对象的名称、类别、所在区域的名称和对象代码等。其中对象代码作为空对象的惟一全局标识符,内含对象区域的信息,用以定位空对象的数据文件所在目录。

b. 数据库系统。数据库的设计是数据层开发的关键所在,它涉及的技术比较复杂,总的原则是充分利用当前 RDBMS 的优点以及空数据的特性,划分不同的子数据库概念层次。在本例中,将数据分成属性数据和元数据两大类。属性数据表设计遵循“对象关键字+属性字段”的格式;元数据表由用户管理、对象类表名索引、地区编码、对象类编码、图

例、查询定义类、图示文件名后缀、表实体对照、列属性对照等数据表组成。元数据的使用可以帮助用户对空数据库进行有效的浏览、检索和研究,实现空数据的质量控制。同时,它记录了数据格式、空坐标系、数据表达形式、数据类型等信息,为系统高效控制数据流提供了重要的手段。

2.2 系统实现

图 3 给出了配电网调度管理系统实现框图。

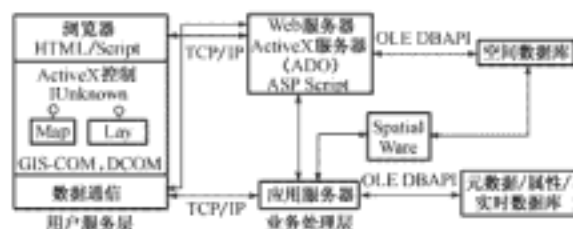


图 3 配电网调度管理系统技术框图

Fig. 3 Technical design of the distribution network dispatch management system

根据功能结构的要求选择相关的软、硬件进行原型开发。从经济、简便、可伸缩性选择标准出发,基本配置如下。

a. 软件平台。用户服务层采用 Windows 平台,只需带有标准浏览器 IE、Netscape 等,并能进行 Internet/Intranet 的连接。业务服务层采用 Windows 2000 Server 操作系统,并安装 Microsoft IIS 5.0,以支持 ASP 程序运行^[4]。数据服务层采用 Windows 2000 Datacenter Server 和 Microsoft SQL Server 2000。需要注意的是,选择平台的依据是保证系统具有稳定性、安全性、可伸缩性,并考虑成本。

b. 软件系统的实现。为提高开发效率,缩短开发周期,本实例的 GIS 相关功能系统选择 MapX 4 作为开发资源。MapX 作为一种可编程的 OCX 控件工具集,集中包含了大量的 GIS 应用对象集,而且可成为 Internet 扩展的工具。使用 MapX,用户利用本地机内置的 MapX 对象创建强大的地图 GIS 功能,例如数据获取转换、验证和编辑、存储、重构、综合、变换、查询、分析和表现等功能单元^[5]。

服务器系统使用 Microsoft 公司基于 Internet/Intranet 的 DNA 分布式计算环境解决方案。它的核心是 COM 技术,其架构包括众多服务集,通过 COM 提供用户统一调度方式,使用户开发者可以方便地互操作和共享组件。Web 服务器使用 ASP 技术,IIS 和 MTS 集成服务器环境,使用 ADO 数据访问对象通过 OLE DB API 访问数据层。这样,可以为以后添加非 SQL 数据库预留功能。应用服务器内配电网计算的程序使用 VC 作为开发工具。重点涉及空数据库访问,由于选用的关系型数据库不直接支持空数据模型,因而需要定义一种数据

模式将空间模式以标准的数据类型存入数据库中。选择 Mapinfo 公司的数据管理软件 SpatialWare 4.5, 它提供了 150 多种空间操作功能, 可确保数据访问的完整性、可靠性和安全性, 并可与 SQL Server 实现无缝连接。

3 结论

将地理信息系统与配电网管理自动化结合起来, 能够做到决策可视化、控制智能化, 降低运营成本, 提高系统可靠性、稳定性和安全性, 可作为配电网系统自动化的一种技术方案。

设计和实现这种应用系统主要涉及以下问题:

a. 明确用户需求, 定制体系结构。充分利用 Internet 的开放性、分布性和全球性, 以 OpenGIS 标准为参考, 在充分分析用户的 GIS 功能需求的基础上选择软件体系结构。此外, 就组件而言, 不仅要有互操作性, 而且要支持分布式网络计算。实现的分布计算平台主要有 OMG 的 CORBA 和 Microsoft 的 OLE/COM/DCOM 标准。可以根据要求的关键原则来选择。

b. WebGIS 实现技术选择。考察对具体领域适用性的原则是占用网络传输数据量以及人机交互方式。通过人工划分手段平衡网络终端的负荷。配电网调度管理系统的核心功能包括空间数据的输入、管理、分析以及表现, 这些功能形成了一个较完整的数据处理流程。利用体系结构将领域专业组件连接和组织起来, 支持软件复用, 可以提高软件开发的效率和质量。

c. 数据整合和管理。要打破空间数据固有的界限, 将空间数据与其他各种类型的数据融合, 为应用提供统一的数据存取模式, 从而为数据共享、综合提供更大的方便。目前, 空间数据管理主要有文件系统管理、纯关系型数据库和面向对象数据库管理。

配电网数据管理中, 因为存在动态与静态、过程与实时等不同性质的数据, 并要提高查询、计算的速度, 提高系统可靠性和安全性, 因而选择关系型数据库加空间数据访问接口。

基于混合组件的 WebGIS 与传统的 GIS 相比, 开发管理成本较低, 增强了 GIS 的互操作性和伸缩性, 为大区域范围的空间信息共享和综合研究及多维动态空间分析提供了新的计算应用平台。

参考文献

- 1 吴奇石, 邱家驹 (Wu Qishi, Qiu Jiaju). 基于 GIS 的配电网规划人工智能方法 (一): 配电网规划智能决策支持系统概述 (Geographic Information System Based Artificial Intelligence Techniques for Distribution Planning, Part one Overview of Intelligent Decision Support System Used for Distribution Planning). 电力系统自动化 (Automation of Electric Power Systems), 1998, 22(10), 17~19
- 2 Reza Beheshti, Ralph Michels. The Global GIS, A Case Study. Automation in Construction, 2001, 10, 597~606
- 3 Foote K E, Kirvan A P. WebGIS, NCGIA Core Curriculum in GIScience. <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133.html>, 1998-07-13
- 4 翁颖钧, 田永青, 朱仲英 (Weng Yingjun, Tian Yongqing, Zhu Zhongying). 基于 Windows IIS 的网络动态期刊管理信息系统的研究与设计 (Design and Implementation of an On-line Dynamic Management Information System for Periodicals Based on Windows IIS). 微型计算机应用 (Microcomputer Applications), 2002, 18(6), 24~26
- 5 MapInfo. MapX Developer Guide v4. 5. New York: MapInfo Corporation, 2000

翁颖钧 (1975—), 男, 博士研究生, 主要研究方向为智能决策系统、智能控制、数据仓库和数据挖掘等。E-mail: stephen_weng@sjtu.edu.cn

朱仲英 (1939—), 男, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为智能空间信息系统和智能控制等。E-mail: smcaa@online.sh.cn

A DISPATCH MANAGEMENT SYSTEM FOR THE STRATEGY WEBGIS-BASED DISTRIBUTION NETWORK

Weng Yingjun, Zhu Zhongying (Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: A novel Web-based geographical information system (GIS) is proposed to relieve the congestion of transmission over the network after analyzing the conventional Client/Server strategy. This object-oriented hybrid strategy makes it possible to obtain good system performance mainly by a uniform distribution of loading. This technology is applied to the GIS with the distribution network dispatch management system of a certain power bureau as the prototype. The design principles and implementation of functions of the hybrid strategy based on the Windows distributed Internet application program architecture are described. Actual application results show that this system possesses good performance. The development tools of this application are Visual C++ and MapX. Microsoft SQL Server 2000 and Spatial Ware are chosen for the spatial data and meta-data database application. A conclusion is drawn based on the evaluation of this case. The network and geographical information system technology will play an active role in the traditional power industry.

Key words: open GIS; distribution network dispatch management system; Web