

# 基于 WebGIS 的城市基础设施管理系统的设计

吴 丽

(同济大学 企业数字化技术教育部工程研究中心, 上海 200092)

**摘要:**随着城市基础设施建设的加快,设施管理的信息化显得日益迫切。而传统的管理系统存在着很多问题:大量的空间数据与属性数据的采集与存储、空间数据库的连接、客户端对地图的各种操作、Web 服务的实现等,要解决这些问题,需要采用新的管理方式。该文分析了传统管理信息系统的问题,利用 PostgreSQL/PostGIS 数据库技术、SOA 面向服务技术、GeoServer 地图服务等技术,提出并设计了基于 WebGIS 的城市基础设施管理系统。该系统具有界面友好、共享性高、可扩展性强等优点。

**关键词:**基础设施管理系统;WebGIS;B/S 模式;GeoServer

**中图分类号:**TP302.1

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2010)01-0221-04

## Design of City Infrastructure Management System Based on WebGIS

WU Li

(Ministry of Education Engineering Research Center for Enterprise Digital Technology,

Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** With the acceleration of city infrastructure construction, infrastructure management of the information is becoming increasingly urgent. As the problems existing in the current city infrastructure management system – the collection and storage of huge spatial data and feature data, the connection of spatial database, various of operations on map in client, the realization of Web Services and so on, need a new management system. Analyzed the traditional management information system, with PostgreSQL/PostGIS database technology, SOA, GeoServer, etc, figured out a city infrastructure management system based on WebGIS. The system has many virtues, it's user – friendly, and has high sharing and strong extensibility.

**Key words:** infrastructure management system; WebGIS; B/S model; GeoServer

## 0 引言

城市基础设施管理系统是城市管理的重要方面,但是目前我国城市基础设施管理系统大多仍然采用传统的 MIS 手段,这种管理手段存在着很多问题——不支持海量空间数据的存储,城市基础设施管理系统需要管理海量的空间地理数据;数据共享机制不完善,城市基础设施管理系统不是一个封闭的系统,需要向其他系统提供城市基础设施的各种空间信息,否则将造成数据采集的大量重复投资;难以与其他信息系统进行集成,在数字城市中,市政基础设施管理系统只是其中的一个组成部分,与其他信息系统融合是必然趋势,

因此利用高新技术来加强管理已经成为迫切需要。近年来,把 GIS 技术作用在 Internet 上,使用户能够进行各种交互操作的 WebGIS 系统已经成为当前国际社会研究的热门<sup>[1]</sup>,而利用 WebGIS 来进行基础设施管理也已经成为一种趋势,它实现了基础设施管理的数字化和网络化,并能解决传统 MIS 管理模式中的各种问题。

文中提出了一种新的城市基础设施管理系统,该系统采用基于 B/S 模式的 WebGIS 技术解决海量空间数据和属性数据库统一管理问题,并引入 Web Service 技术解决分布式数据与异构平台兼容问题,同时系统还提供了图形化界面,方便用户进行信息检索和查询、统计分析等。

## 1 系统总体设计

系统主要目标是建立一个基于 Internet 的开放的

收稿日期:2009-06-25;修回日期:2009-09-12

**作者简介:**吴 丽(1981-),女,湖北仙桃人,硕士研究生,研究方向为企业数字化技术、图形图像处理及计算机辅助技术;导师:赵卫东,研究员,博士,研究方向为企业信息化、CAD 技术应用、图形图像处理。

WebGIS 系统,实现基础设施空间信息和属性信息的集成,为基础设施提供基于 Internet 上的管理和维护,系统实现具有多层体系结构,包括数据层、应用层、Web 服务层和表现层。

系统采用基于 B/S 的三层体系结构模式如图 1 所示,WebGIS 浏览器负责用户请求和数据输入,实现与 Web 服务器的连接;WebGIS 服务器扩展为 Web 服务器和 GIS 应用服务器两个部分,Web 服务器主要处理来自浏览器的各种请求,GIS 应用服务器主要完成空间数据的访问、编辑与更新,空间数据的坐标转换,空间数据的查询分析并将查询分析的结果转换并集成成为 GML 数据流,将影像数据,属性数据、关联文件等转换为 GML 文档数据等功能;为了能够实现多源数据集的集成,基于 B/S 的三层体系架构采用中间数据代理层,数据库服务器负责组织、管理、存取数据信息。

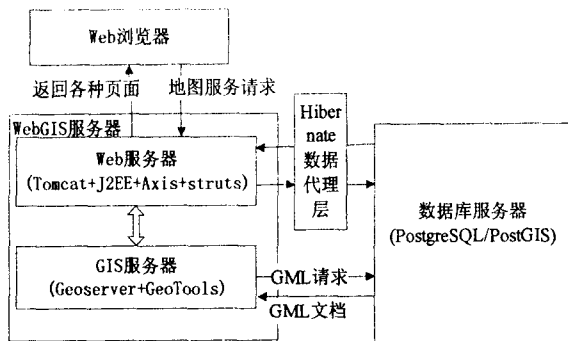


图 1 体系结构

通过 HTTP 协议,IE 浏览器向 Web 服务器发出请求,Web 服务器处理来自客户端的请求,并向 GIS 服务器或向数据库代理层提出请求,GIS 服务器接收到 Web 服务器传送来的客户请求后,调用相应的组件接口函数,进行处理、分析和运算,然后把结果反馈到 Web 服务器上,最后 Web 服务器把结果以 JSP 页面的形式显示在浏览器上。数据代理层响应应用服务器层的数据请求,并从数据库服务器中按照请求的数据格式获取合适的数据然后转换成对应的数据格式再返回给应用服务器。

## 2 系统功能

系统结构如图 2 所示,共包括四个模块,分别为:电子地图维护子系统、电子地图浏览子系统、查询统计子系统、管理子系统。

电子地图维护子系统主要完成电子地图的维护工作,实现加载地图、图层编辑、保存地图、打印地图和下载地图等功能;电子地图浏览子系统主要用于电子地图浏览,实现地图基本操作和图层编辑,这里的图层编辑功能与维护子系统不同,前面是当地图中某个

实体变更之后,实现可动态修改相应的图层,增加、删除、修改具体的对象地图标注,这里是提供对地图的重点标记,如增加提示图标、提示曲线等,使地图个性化、实用化;市政设施信息查询、统计子系统用于提供对市政设施信息进行各种方式的查询统计,主要分为点图查询和以文查图及组合条件查询功能;市政设施的维修信息管理子系统实现用户管理和维修管理功能。

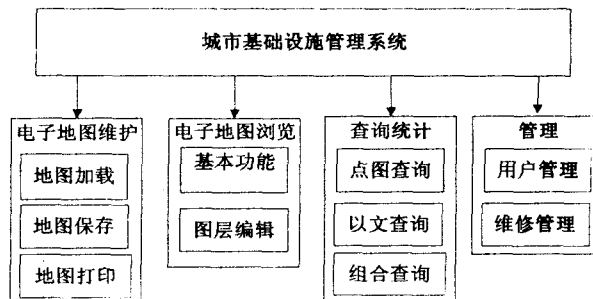


图 2 系统功能

## 3 关键技术及实现

### 3.1 系统实现环境

系统开发的环境是:服务器操作系统是 Windows 2000 Server + SP4 中文版,数据库服务器采用的是 PostgreSQL + PostGIS,在 WebGIS 服务器端,用 tomcat5.5 作为服务器容器,用 GeoServer1.6 作为 GIS 服务器。客户端采用的操作系统是 Windows 2000/XP,浏览器为 IE5.0 及以上。开发工具为 Eclipse3.2, MyEclipse5.5,此外还采用了 Hibernate, struts, Axis 等技术。

### 3.2 空间数据的采集与存储

城市基础设施管理的日常工作中处理产生的资料包括文档、图形、统计数据、图像等多种形式的空间或非空间数据,数据量大而且来源繁杂,因此采用了开源数据库 PostgreSQL + PostGIS 进行数据的存储。地理空间表总体分为两部分,第一部分为用户定义的结构化属性列,这些列符合关系型数据库的范式要求;第二部分为几何列,存储以对象形式存在的 Geometry 对象。在地理空间表中,每条记录存储一个地理空间要素,每张地理空间表是具有相同空间参考系统的地理空间要素的集合。PostgreSQL 数据库对地理空间几何要素的存储符合 OpenGIS 对于简单要素的定义和描述规则<sup>[2]</sup>。现在开源空间数据库软件最优秀的是 PostgreSQL 数据库,构建在其上的空间对象扩展模块 PostGIS 使其成为一个真正的大型空间数据库<sup>[2]</sup>,PostGIS 在 PostgreSQL 上增加了存储管理空间数据的能力。

城市基础设施管理系统的地理数据可以分为:公

路、河流、建筑、区域等等,系统数据库中的每张空间数据表保存了相应的地理数据。系统的地理数据来源主要是 shapefile 文件,PostgreSQL 提供了 shp2pgsql 这个命令行工具<sup>[3]</sup>,可以方便地读取 shapefile 并写出相应导入功能的 sql 文件。而其他的非 shapefile 文件如 dwg 文件,必须先把它转化为 shapefile 文件,然后再导入到数据库中。导入后的数据库中除了各个空间数据表之外还包含 spatial\_ref\_sys 和 geometry\_columns 表。spatial\_ref\_sys 表中保存了对空间数据库中坐标系统的描述和规定;geometry\_columns 表中保存了各个图层对应空间表的地理空间要素信息。

### 3.3 空间数据的连接

GeoServer 和 PostgreSQL 数据库是通过 PostGIS 连接起来的,在 GeoServer 中如果要从 PostgreSQL 中读取空间数据,只需要建立 PostGIS 数据库的连接就可以了。

在应用服务器端,数据的访问是通过 Hibernate 中间件实现的。Hibernate 技术 JDBC 进行了轻量级的对象封装<sup>[4]</sup>,实现了 Java 类到数据表的映射,提供了 PostgreSQL 中数据的查询和获取。Hibernate 可以根据配置自动实现持久化,利用持久化类来存取数据,大幅度地提高了存取数据的速度,较好地解决传统数据库并发访问控制能力低的问题<sup>[3]</sup>;同时简化了程序开发,使我们在做面向对象编程时,更多关注于业务领域即关于类的结构设计,而非关注于数据库的设计。

系统开发时,首先为 PostgreSQL 中的每个关系表建立关系持久化类,然后建立关系-对象映射文件,并在 hibernate.cfg.xml 配置 PostgreSQL 的连接信息以及库中数据表的对象-关系映射信息,这样在业务逻辑层中使用相关的语句就完成数据库的访问。

### 3.4 图层的发布与读取

系统使用 GIS 软件是 GeoServer 1.6.0,通过 Geotools 实现对地图相关操作的开发。

GeoServer 是 OpenGIS Web 服务器规范的 J2EE 实现,其功能齐全,兼容 WMS 和 WFS 特性,支持多种格式的数据如 PostGIS, Shapefile, MySQL 等等<sup>[5]</sup>。Geotools 是一个基于 JAVA 的开源的 GIS 工具包<sup>[6]</sup>,允许用户对地理数据进行基本操作,可利用它来开发符合标准的地理信息系统。它提供了实现 OGC (Open Geospatial Consortium) 规范的一系列函数,是一个松散的工具包,用户可以调用其中的相应的包进行开发。

在该项目中,调用 Geotools 函数实现地图显示的过程是:

#### 1) 查找数据源。

```
FeatureSource source = this.wfsdatastore.getFea-
```

```
tureSource(typeName);
```

#### 2) 构造数据过滤字符串。

```
org.geotools.data.Query query = new DefaultQuery  
(typeName,null,attributes);
```

```
FeatureCollection fc = source.getFeatures(query).  
collection();
```

#### 3) 添加层。

```
this.map.addLayer(newlayer);
```

#### 4) 获取整个图层范围区域。

```
Envelope mapArea = map.getLayerBounds();  
fullArea = new Rectangle2D.Double(mapArea.getMinX(),mapArea.getMinY(),
```

```
mapArea.getWidth(),mapArea.getHeight());
```

#### 5) 渲染地图。

```
mapPane.getRenderer().addLayer(new RenderedMapScale());
```

在 Web 服务器端对图层进行相关操作之前,首先要在 GeoServer 里面发布需要调用的图层,即到“GeoServer 数据配置”窗口中选择“FeatureType”,发布各个图层。客户端上图层的调用使用 Geotools 里面的函数来实现。流程如图 3 所示。

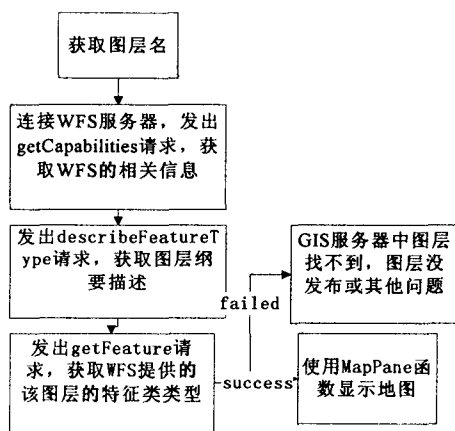


图3 图层显示流程

### 3.5 Web Service 的实现

系统使用 Struts 作为 Web 应用程序框架。在业务逻辑层次上,采用了 SOA 技术,使用 Axis 1.4 的动态代理方式来实现。

Struts 利用 J2EE 的特性,通过把一组相互协作的类,JavaServlet 以及 JSP 结合在一个统一的 framework 中,实现 MVC 的 Model 2 方式<sup>[7]</sup>。Struts 工作原理是:客户端 http 请求先发给控制器;控制器负责读取 struts-config.xml 文件,并根据此 xml 文件,把请求转发到业务逻辑层或调用 JSP 页面;业务逻辑层再进行处理,并把参数发给相应 JSP 页面;最后 JSP 页面反馈到 IE 浏览器上。把 Axis 技术嵌入到 Struts 的业务

逻辑层上,使得用户的请求先到 Web Service 上, Web Service 再把请求转到应用服务器端,基于这种模式的开发,使得系统的扩展性、代码可重用性更高。

Web Service 可以看成是面向服务的体系架构的一种实现方式。在这个架构中,有服务提供者、服务使用者、服务注册中心。WSDL, SOAP, 以及 UDDI 是基本的 Web 服务规范。WSDL 用来描述服务;UDDI 用来注册和查找服务;而 SOAP, 作为传输层, 用来在消费者和服务提供者之间传送消息。SOAP 是 Web 服务的默认机制, 其他的技术为可以服务实现其他类型的绑定。一个消费者可以在 UDDI 注册表(registry)查找服务, 取得服务的 WSDL 描述, 然后通过 SOAP 来调用服务<sup>[8]</sup>。

Web Service 有很多优点, 使用它可以在不同编程语言间实现数据交换。Web Service 模型的规范分为代理方式和非代理方式<sup>[9]</sup>, 其中代理方式包括静态 STUB 和动态代理两种。系统采用自底向上的定制发布来开发 SOA 应用, 该方法需要先编写一个 WSDD (Web Service Deployment Descriptor) 文件, 具体实现方法如图 4 所示:



图 4 Web Service 的实现流程

### 3.6 系统实现

基于 WebGIS 的城市基础设施建设的界面友好, 用户操作方便。项目实现了空间查询、模糊查询和 SQL 查询, 用户根据自己掌握的情况, 可以选择适合的查询方式对地图中的道路信息进行查询。例如在空间查询窗口中, 用户可以选择自己喜欢的查询方式包括拉框选择、画线选择和多边形选择, 在地图上按所选择的方式选择后在查询结果窗口中会显示出所查询道路的详细信息, 最后在查询窗口中单击查询到的道路, 会在详细信息窗口中显示与道路相关的信息文件。

(上接第 220 页)

#### 参考文献:

- [1] 国家环保局开发监督司. 环境影响评价技术原则与方法[M]. 北京: 北京大学出版社, 1992.
- [2] 夏家淇, 蔡道基, 夏增禄, 等. GB15618-1995 土壤环境质量标准[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.
- [3] 严加永, 吕庆田, 葛晓立. GIS 支持下的土壤重金属污染预测预警研究[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2007, 37(3): 592-596.
- [4] 刁力力, 胡可云, 陆玉昌, 等. 基于 MAS 设计现代信息处理系统: 思路与探讨[J]. 计算机科学, 2001, 28(7): 85-90.

## 4 结束语

文中分析了城市基础设施管理系统的应用现状和发展趋势, 提出基于 B/S 模式的三层 WebGIS 体系架构。系统能够解决传统管理手段存在的问题, 支持异构系统之间的互操作, 实现信息的共享, 具有交互能力强、操作方便、扩充性强等优点。

系统采用开源 Geoserver 作为地图服务器, 在应用层通过 Geotools 进行地图的相关操作, 这样减少了成本, 有很高的经济效益。同时, 系统业务逻辑层使用 axis 技术来开发客户端接口, 这样使得代码可以重复利用, 系统可扩展性强。该系统在应用中产生了很好的效果, 提高了经济效益和工作效率, 为工作人员提供了很好的管理工具。

#### 参考文献:

- [1] 徐大华, 何瑞银, 沈明霞. 基于 WebGIS 的病虫害防治系统[J]. 计算机工程, 2008(2): 280-282.
- [2] 曾 侃. 基于开源数据库 PostgreSQL 的地理空间数据管理方法研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007.
- [3] Edgwall Software. Tools that Support Postgis [EB/OL]. 2006. <http://trac.osgeo.org/postgis/wiki/UsersWikiToolsSupportPostgis>.
- [4] 杜玲玲. 基于 Hibernate 框架的数据持久化应用开发[J]. 微计算机信息, 2008(6): 271-273.
- [5] 方 元, 赵冠伟, 何观生. 基于 Ajax 和 GeoServer 的 WebGIS 设计[J]. 微计算机信息, 2009(1): 219-220.
- [6] Jgarnett. User Guide[EB/OL]. 2008. <http://docs.codehaus.org/display/GEOTDOC/Home>.
- [7] 张文建, 王 健, 范孝良. Struts 在 J2EE Web 层中的应用[J]. 微型机与应用, 2003(8): 16-19.
- [8] 毛新生, 金 戈, 黄若波, 等. SOA 原理、方法、实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.
- [9] The Axis Development Team. Axis User's Guide[EB/OL]. 2005. <http://ws.apache.org/axis/java/user-guide.html>.

- [5] Liu Jiming. 多智能体原理与技术[M]. 靳小龙, 张世武, 译. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [6] 黎 夏, 叶嘉安, 刘小平, 等. 地理模拟系统——元胞自动机与多智能体[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [7] 彭 军, 朱娅加. MAS 在农业信息智能检索中的应用[J]. 微计算机信息, 2008(11): 237-239.
- [8] Lee J S, Ko K S, Kim T K, et al. Analysis of the effect of geology, soil properties, and land use on groundwater quality using multivariate statistical and GIS methods[J]. Chinese Journal of Geochemistry, 2006(8): 152-154.