

# 轻量级 WebGIS 中间件的设计与实现

钱志彬, 赵卫东

(同济大学 CAD 中心, 上海 200092)

**摘要:** GIS 中间件是实现多层分布式 GIS 应用的核心, 能有效地提供各类空间信息服务, 屏蔽不同空间数据源的差异性。该文以 GIS 中间件技术的研究为起点, 提出了 WebGIS 中间件框架 BSGIS, 对 BSGIS 的体系结构和处理流程进行阐述, 介绍了 BSGIS 的具体实现, 并将其应用于政府道路管理系统之上, 证明了该框架在实际应用中的可行性, 解决了 WebGIS 开发复杂性高、成本大、成功率低等问题。

**关键词:** 网络地理信息系统; BSGIS; Geotools; 中间件

## Design and Realization of LightWeight WebGIS Middleware

QIAN Zhibin, ZHAO Weidong

(CAD Center, Tongji University, Shanghai 200092)

**【Abstract】** Being the kernel of realizing multi-layer GIS application, GIS middleware is capable of offering spatial information service efficiently and shielding the difference of heterogeneous spatial data source. After summarizing GIS middleware technology, BSGIS as the framework of WebGIS middleware is proposed and the system architecture, processing flow, realization of BSGIS is introduced. Moreover a government road information management system making use of key technologies of GIS middleware is developed to prove feasibility of BSGIS and to solve the problems of high complexity, lower cost and success rate in WebGIS development.

**【Key words】** WebGIS; BSGIS; Geotools; Middleware

网络地理信息系统(WebGIS)是利用 Web 技术来扩展和完善 GIS 的一项新技术, 是 GIS 发展的一个重要方向。WebGIS 除具有一般 GIS 特点外还是一个分布式系统。为了使用户和应用程序无论在何时何地都能以一致和统一的方式与分布式系统进行交互, 开发中引入多层体系结构, 利用中间件技术, 达到屏蔽系统和数据的异构性。中间件作为多层体系的灵魂, 近年来引起广泛关注, 在 GIS 应用领域也推出了许多功能强大的中间件产品。然而, 普通 WebGIS 应用只需一些简单的 GIS 功能, 不必处理海量数据和进行复杂的空间分析, 在具有良好可扩展性和较快响应速度的前提下, 以降低成本和快速开发为首要目标。

本文介绍利用 J2EE 技术和 GML 空间信息表达规范<sup>[1]</sup>建立的轻量级 GIS 中间件框架——BSGIS, 并以上海宝山道路规划管理系统为例, 介绍了该中间件的应用。

### 1 GIS 中间件技术

GIS 中间件是一种可重用软件块, 通过向用户提供预先定义的接口, 来封装各种功能明确的 GIS 服务, 使得用户无须从底层的基本功能做起, 而以一种强大和灵活的开发手段来使中间件无缝地协同工作在自己的应用程序中<sup>[2]</sup>。当前, WebGIS 服务端中间件一般可分为 Web 服务器和应用服务器两部分, 前者负责解析用户请求调用相应服务模块进行处理, 后者依据空间数据的组织模式, 完成数据的查询和修改。

### 2 BSGIS 框架概述

BSGIS 是基于纯 Java 语言开发的轻量级 GIS 服务端框架, 并通过对客户端请求进行解析和任务分配调用相应处理模块, 提供实际的空间信息服务。

#### 2.1 BSGIS 体系结构

BSGIS 分成 Web 层(Web Tier)和应用层(Application Tier)

两部分, 提供 GIS 实体特征服务(WFS)和 GIS 地图生成服务(WMS), 其体系结构如图 1 所示。

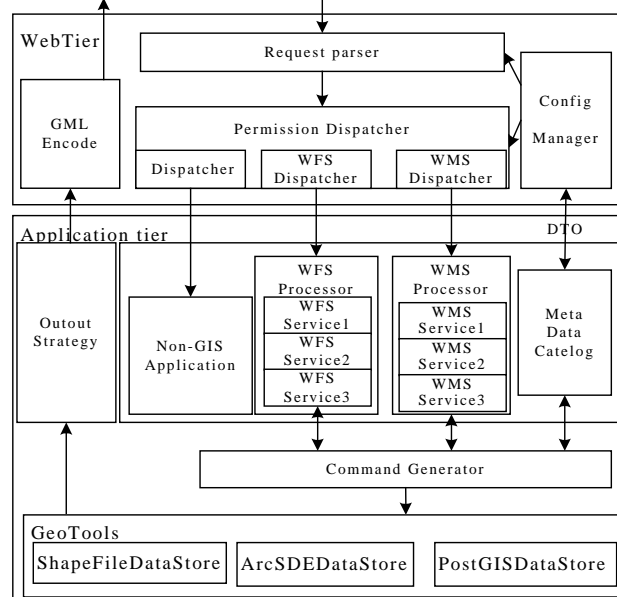


图 1 BSGIS 体系结构

Web 层包括: 请求解析(Request Parser), 请求分配(Permission Dispatcher), 配置管理(Config Manager), GML 编码(GML Encode)等模块。

**基金项目:** 上海市科委科研计划基金资助项目(042112060)

**作者简介:** 钱志彬 (1982 - ), 男, 硕士, 主研方向: 图形图像处理及计算机辅助设计, 企业信息化; 赵卫东, 研究员、博导

**收稿日期:** 2006-03-30 **E-mail:** qianzhibin82@163.com

(1)Request Parser 负责对 HTTP 请求进行分类,如果是 HTTP POST 请求类型,须对 URL 中 xml 部分正确解码。来自于客户端的请求一般分为空间信息请求(包括 WMS、WFS)和非空间信息请求两大类,通过分类器,可将任意请求传输至 Dispatcher、WFS Dispatcher 和 WMS Dispatchcer 3 个任务分配器中。

(2)Permission Dispatcher 负责对请求进行任务分配,本框架主要提供 WFS 任务分配器, WMS 任务分配器和通用任务分配器。开发者可根据实际需要,从通用任务分配器继承,实现自己的任务分配功能。根据 OGC 规范结合实际需求, WFS 服务可分为 Capabilities、Transaction、GetFeature、GetFeatureWithLock 等; WMS 服务可分为 Capabilities、 DescribLayer、 GetLegendGraphic、 GetMap 等。任务分配器通过解析命令请求字,调度相应服务组件进行数据处理。

(3)Config Manager 负责 GIS 元数据的管理,通过提供数据源、图层和显示风格等的配置接口,调用 Meta Data Catalog 模块功能,维护 BSGIS 元数据列表,为其其他模块的运行提供必要支持。

应用层包括请求处理(Processor)、命令生成(Command Generator)、源数据服务(Meta Data Catalog)和输出策略生成器(Output Strategy)等模块。该层提供的空间服务,最终都基于 GeoTools 功能组件,实现异构空间数据源的访问。开源中间件 GeoTools 以 OGC 组织制定的 OpenGIS 规范为参考指南,采用核心组件结合扩展插件的体系模式为开发者提供了一套功能丰富的 GIS API 库。

(4)Processor 负责处理用户请求,以 Servlet 结合 javaBean 技术构造整个处理的核心组件,通过调用 Command Generator 中对应的命令生成器,将客户请求转化为 Geotools 所能理解的操作对象,通过 Geotools 完成与后端数据源的通信。

(5)Command Generator 负责生成 Geotools 所能使用的操作对象。Web 请求分为 get 和 post 两种模式,为了解决两类请求格式相异的问题, BSGIS 通过 KvCommandReader 和 XmlCommandReader 进行处理。KvCommandReader 将 Get 请求参数转化成键值对存入哈希表中,之后转换成操作对象。XmlCommandReader 利用 xml 解析器,将 Post 请求参数直接解析成相关的操作对象。Command Generator 组件屏蔽了上层请求命令的格式差异性,为底层 Geotools 的处理提供了统一的描述。

(6)Output Strategy 负责对查询结果进行输出优化,具体策略通过配置文件描述。BSGIS 目前提供 3 种输出策略:BUFFER in Memory,结果返回客户端前,完全保存在内存; SPEED TRANSFER,直接将内容输出,一旦产生错误将不可恢复; BUFFER IN FILE,结果返回客户端前,先保存在文件。通过策略模式的运用,可允许开发者插入自己编写的方法,实现特殊的输出任务。此外,如果是 WFS 服务请求,须通过 GML Encode 模块对 Geotools 返回的空间对象进行 GML 编码,以标准形式返回客户端并利用 SVG 等多种手段进行展现。

## 2.2 BSGIS 处理流程

BSGIS 基于请求应答机制,在服务端倾听用户请求,采用一致的处理流程,充分体现了体系结构上的高度统一性和完整性。处理流程分为获取请求、服务定位、数据编码、空间信息处理和结果转发 5 部分,以 wfs 服务请求 GetFeature

为例说明,其流程如图 2 所示。

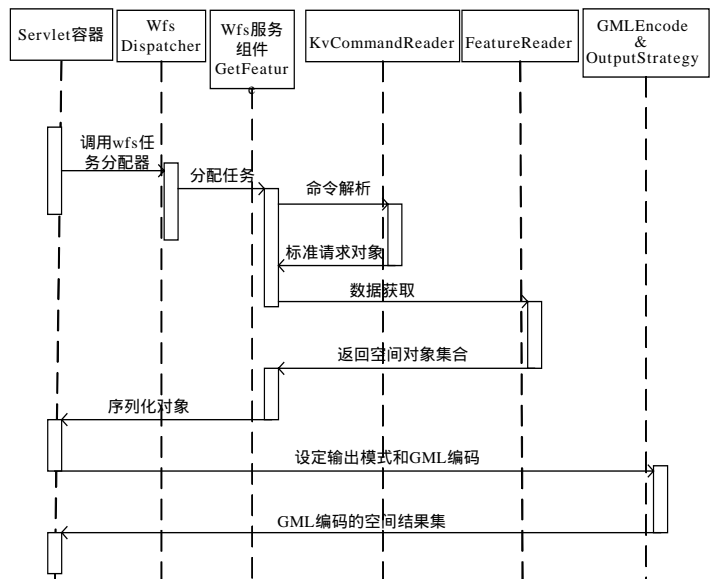


图 2 BSGIS 请求流程

Servlet 容器接受请求,通过请求分析模块定位服务。根据 web.xml 配置文件查找 wfs 任务调度器 WfsDispatcher,由后者调用 GetFeature 模块,做进一步处理。GetFeature 采集请求参数,利用命令解析组件 KvCommandReader 构造空间请求对象,调用 Geotools 中的 FeatureReader 功能完成一次空间信息查询,结果经 XmlEncode 编码后返回客户端。

## 2.3 BSGIS 特点

BSGIS 作为 WebGIS 服务端中间件具有以下特点:

- (1)采用现今流行的 J2EE 体系框架,建立轻量级 GIS 系统,具有良好的可扩展性。
- (2)利用 OGC 制定的 GML 空间编码规范作为 BSGIS 数据传输方式,较好地解决了多源、多层次空间信息互操作问题,并实现了内容与显示的分隔。
- (3)与开源 GIS 中间件 Geotools 有效结合,后者提供强大的空间数据处理能力,包括空间数据查询和修改,显示风格设定,数据缓存实现等。
- (4)实现可扩展框架,易于和其他业务逻辑模块合成提供多样化功能。
- (5)各处理模块按照实际的服务层次,采用 oo 中继承和接口机制,较好地解决了不同请求的规范化处理。

## 3 框架实现

### 3.1 BSGIS 包结构

BSGIS 组件分为框架服务、实用工具、配置管理、请求处理和 GIS 功能实现(geotools 包)5 个部分,包结构如图 3。

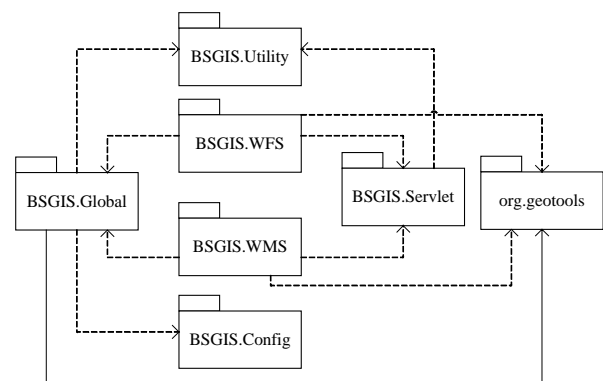


图 3 BSGIS 包结构

BSGIS.Global 实现框架服务包括获取空间操作、连接空间数据库、获取图层和空间实体的元信息等，依赖于 BSGIS.Utility 包提供的实用工具。BSGIS.Utility 完成数据转换、GML 编码等辅助功能。BSGIS.WFS 和 BSGIS.WMS 包对空间信息请求进行处理，通过继承 BSGIS.Servlet 包中 Dispatcher、AbstractService 类获得基本的请求分配和处理功能，通过调用框架服务获取地理空间的元信息和系统可提供的数据服务，通过调用 org.geotools 包实现空间信息的查找、修改、分析等操作。

### 3.2 空间信息请求的解析和分配

BSGIS 以服务端 Servlet 技术为基础，实现了一种灵活可扩展的请求响应机制。任何嵌入 BSGIS 的请求处理模块，都需要按照框架的接口规范实现 Servlet、Request、Response 3 个关键包，其中 Request 和 Response 分别用来构建特殊的请求对象和响应对象，通过包装 HttpServletRequest 和 HttpServletResponse，对 J2EE 平台的 Web 端请求-响应模型进行功能扩展。WFS 服务由 BSGIS.WFS.Servlet、BSGIS.WFS.Request 和 BSGIS.WFS.Response 3 个核心包实现，如图 4 所示。

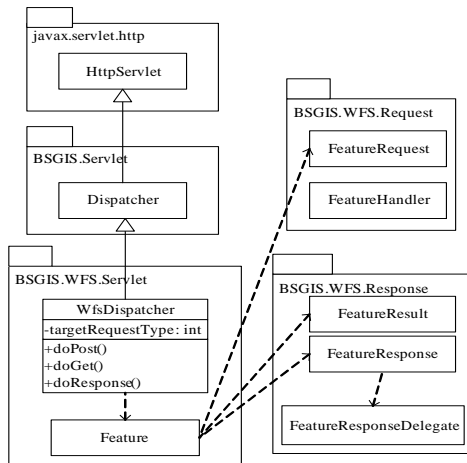


图 4 WFS 服务类图

BSGIS.WFS.Servlet 包提供任务分配器和处理器实现。分配器由 WfsDispatcher 类提供，继承自 BSGIS.Servlet 包的 Dispatcher 类，后者定义了请求类型等信息并实现 HttpServlet 类。WfsDispatcher 类通过 doGet 和 doPost 两个请求处理过程调用 xml 解析器或 key-value-pair(键值对)解析器从请求输入流中获取 targetRequestType(目标操作类型)，转入 doRepose 过程进行任务分配操作。在 doRepose 过程中，根据 targetRequestType，构造对应的处理器实例，完成空间数据访问。

BSGIS.WFS.Request 包提供封装请求的对象 (FeatureRequest) 和解析 XML 化请求的对象 (FeatureHandler)。BSGIS.WFS.Rsponse 包中提供了空间信息存取对象 (FeatureResult)、请求结果输出对象 (FeatureResponse)、GML 编码对象 (FeatureResponseDelegate)。此处关键是如何使用请求和响应对象作为 BSGIS 的数据传输介质。以 WFS 中 Feature 请求为例，BSGIS 通过处理器类 Feature 使用解析类 RequestReader 读取请求，获得 FeatureRequest。Feature 完成空间信息处理，获取空间结果并包装成 FeatureResult。通过 FeatureResponse 借助 FeatureResponseDelegate 完成对 FeatureResult 的 GML 编码操作，并由 FeatureResponse 选取

输出策略实现编码结果的流化输出。

### 3.3 空间异构数据源支持

WebGIS 的分布式特点，导致异构空间数据源的产生。这些数据源的异构性主要表现在空间数据库的组织与管理上。目前主要有文件型、文件与关系数据库混合型、全关系型以及对象关系型<sup>[3]</sup>。BSGIS 利用 Geotools 提供的数据库管理接口实现了对 ShapeFile、ArcSDE、PostGIS、MySql 等的访问。Geotools 作为 plug-in 系统，将数据库访问服务抽象为插件，使用 FactorySpi 查找资源库，根据数据库的组织类型获得适合的 DataStoreFactory 工厂类。然后传入连接参数，由 DataStoreFactory 加载正确的空间数据引擎驱动，完成与相关数据库的连接。

BSGIS 框架采用 DTO (data access object) 模式记录数据源 (DataStoreInfo)、图层 (FeatureTypeInfo)、属性字段 (AttributeTypeInfo) 和命名空间 (NameSpaceInfo) 等信息。具体类结构如图 5 所示。

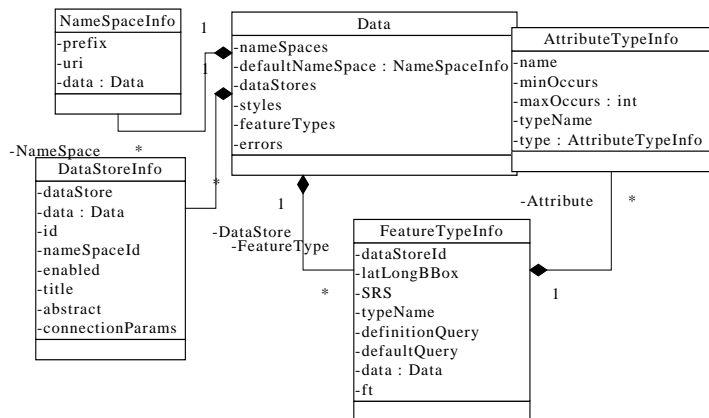


图 5 空间信息类结构

初始化时，BSGIS.Config 包读取配置文件存放框架元数据，包括数据源和图层等空间信息。BSGIS.Global 包的数据组件由 Config 包的 DTO 对象进行实例化，为运行时空间数据的查询和修改提供元数据服务。

## 4 应用实例

宝山道路规划信息系统提供多种灵活的交互方式，强大的空间数据访问和文档管理功能，实现道路规划的图文一体化管理。系统采用 3 层架构，BSGIS 作为地图服务中间件部署在应用服务器上，接受空间数据请求命令，执行处理。

考虑到规划应用涉及复杂的地图操作，系统采用基于 applet 的服务器和客户端折中模式。服务请求主要有两种形式：(1) Applet 方式。由 javascript 脚本调用 applet 内置方法并传入命令参数；applet 将其包装成 HTTP 请求命令，利用 Java 的网络连接技术，实现与 servlet 通信。(2) 直接方式。对于地理信息修改等不涉及地理定位或者图层显示的操作，可以直接编码命令，以 http 形式发送到应用服务器，由 BSGIS 完成处理。此外，系统其他功能(如文档管理)也采用传统的 servlet 技术实现，通过 BSGIS 统一调度。

## 5 结束语

BSGIS 是为了适应 WebGIS 快速开发需要而设计实现的。通过统一的服务模式有效地将各类空间服务与实际业务结合，满足了规划系统的多样化应用。今后，BSGIS 将在性 (下转第 277 页)