

文章编号:1001-9081(2006)09-2225-04

基于 SOA 的 WebGIS 框架探索

李飞雪,李满春,梁 健

(南京大学 地理与海洋科学学院,江苏 南京 210093)

(njulifeixue@163.com)

摘 要:面向服务架构(SOA)是一种适用于变化环境的软件开发体系架构,能够在一定程度上消除当前 WebGIS 数据和操作难于共享的瓶颈。文中从概念框架、层次结构、实现框架、服务开发方式等几个方面对基于 SOA 的 WebGIS 框架进行了设计;并以此框架为立足点,利用基于 XML 的 Web Service 技术设计实现了重庆市渝北区土地利用规划管理信息系统,初步验证了框架的可行性和有效性。

关键词:面向服务架构; WebGIS; 地理信息网络服务

中图分类号: TP311.52 **文献标识码:** A

Study on architecture of WebGIS based on SOA

LI Fei-xue, LI Man-chun, LIANG Jian

(School of Geographic and Oceanologic Sciences, Nanjing University, Nanjing Jiangsu 210093, China)

Abstract: SOA(Service-Oriented Architecture) is an architecture of software design suitable for changing environment, in which the difficulty in the sharing of data and operations can be removed to a certain extent. Conceptual framework, hierarchical relations, implementing framework and service implementing modes of WebGIS architecture based on SOA were designed. As a case study, a land use planning management information system for Yubei district, Chongqing city was implemented through XML-based Web service technology. The feasibility and validity of the architecture has been verified preliminarily.

Key words: SOA(Service-Oriented Architecture); WebGIS; GIS Web service

0 引言

地理信息系统(GIS)应用的推广普及使得在生产和应用过程中积累了大量的异构空间数据和独立封闭的应用系统, GIS 应用对跨平台、分布式的数据共享和互操作的要求日益强烈^[1-3]。分布式对象技术为构建异构、分布式、互操作的 WebGIS 应用系统提供了解决方案。目前应用于搭建 WebGIS 应用系统的分布式对象模型 CORBA、DCOM、EJB 等具有稳定高效的特点^[4,5],同时也存在着共同的不足:第一,要求客户端和服务端配置基本同类结构的对象模型协议,客户端和服务端的接口匹配严格,耦合紧密,系统脆弱^[6,7];第二,对整体计算的支持不强,仅对本地和本网的计算支持良好,对 Internet 上的计算资源的整合应用支持不够。基于面向服务架构(SOA)的 WebGIS 针对现有分布式对象模型的不足,将散落于网络上的软件资源以 GIS Web 服务的形式加以利用,以实现数据可共享和互操作的松散耦合的异构系统为最终目标。

本文所论述的基于 SOA 的 WebGIS 遵循“软件即是服务,服务即是软件”^[8-11]的开发理念,以封装良好的、可重用的、易拓展维护的、可跨平台使用^[12-16]的 GIS Web 服务为编程基本单元,按需连接软件资源,通过服务的组合装配、服务的扩展完成应用系统的构建和维护升级。文章探索了基于 SOA 的 WebGIS 的基本框架,并在应用系统的建设中以基于 XML 的 Web Service 为技术实现进行了框架的初步验证。

1 基于 SOA 的 WebGIS 概念体系

基于 SOA 的 WebGIS 概念体系主要由 GIS Web 服务提供者、GIS Web 服务请求者、GIS Web 服务注册处三个角色配合它们之间发布、查找、请求/响应三种操作来构成(图 1)。其中, GIS Web 服务提供者分割、实现以及封装 GIS 功能任务为独立的服务实体,并提供有关服务功能、接口和参数等的描述信息; GIS Web 服务注册处实现服务的注册、查找和定位; GIS Web 服务请求者,根据需求向 GIS Web 服务注册处提交功能请求,在 GIS Web 服务注册处进行功能查找,获取服务描述,定位服务,并根据服务描述中的接口和参数要求完成服务调用。应用系统建设以按需连接软件资源为原则,通过服务实体之间定义良好的接口和契约进行集成组合来完成。

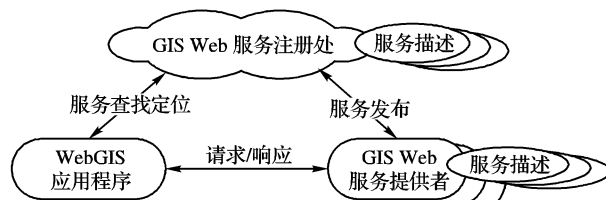


图 1 基于 SOA 的 WebGIS 概念体系^[17]

该概念框架中, GIS Web 服务实体的开发与 WebGIS 应用程序的开发、升级是平行的,也是相互独立的,框架适应变化的能力强。由于服务与应用系统之间关联的仅是功能和接口,服务提供者所选择的开发语言和程序实现的逻辑细节对于服务请求者而言是不需要了解的,服务请求者只需了解服

收稿日期:2006-03-08; 修订日期:2006-06-21 基金项目:教育部“高校青年教师奖”资助项目

作者简介:李飞雪(1983-),女,黑龙江齐齐哈尔人,博士研究生,主要研究方向:GIS 与遥感应用; 李满春(1964-),男,江苏常州人,教授,博士,主要研究方向:GIS 与遥感应用; 梁健(1980-),男,山西翼城人,博士研究生,主要研究方向:城市信息系统。

务的功能和接口,即可完成服务的调用;同时,已有服务实体的更新完善能够在不影响其他服务实体的情况下完成系统的升级,新的服务实体的加入,使系统功能得到扩展。该概念体系下,通过服务实体的“即插即用”,可实现应用系统的快速重构和自由伸缩。

2 基于 SOA 的 WebGIS 实现框架

基于 SOA 的 WebGIS 致力于通过改变 WebGIS 应用系统的开发方式和数据的使用方式来解决 WebGIS 数据与操作的共享以及异构系统间的跨平台操作等问题。实现框架的研究与搭建对基于 SOA 的 WebGIS 应用系统的设计开发至关重要,是实现基于 SOA 的 WebGIS 从理论走向实践应用的关键环节。这里从层次结构、实现框架和服务开发方式三个方面阐述基于 SOA 的 WebGIS 框架的构成。

2.1 层次结构

在基于 SOA 的 WebGIS 概念体系的基础上,通过框架的逻辑层次的划分来细化基于 SOA 的 WebGIS 架构,明晰系统的数据流转。基于 SOA 的 WebGIS 可分为五个层次(图 2),自顶向下依次为:最终用户层(即应用程序使用者)、WebGIS 应用系统开发层、GIS Web 服务开发层、数据传输协议层、通讯协议层。在本文所探讨的基于 SOA 的 WebGIS 中,GIS Web 服务在网络上主要以 HTTP 为基本的传输协议,GIS Web 服务中负责数据传输的 SOAP 消息则以 HTTP 为传输容器,具体的 GIS Web 服务实体逻辑上位于 HTTP 与 SOAP 协议之上。同时基于 SOA 开发的 WebGIS 应用程序在 GIS Web 服务的上层,它通过调用集成分布于网络上的 GIS Web 服务来完成系统的搭建,应用系统开发人员不需要了解服务内部的逻辑和数据交互,只需通过查找、定位所需的服务,调用该服务的接口来获取相应的功能。最终用户层是 WebGIS 应用程序服务的最终对象,是软件的使用者,程序的实现逻辑对其是透明的。

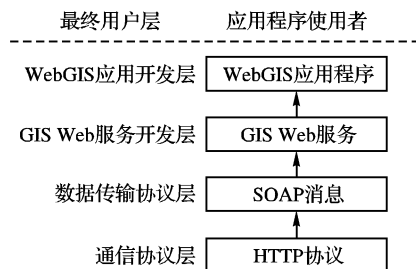


图2 基于 SOA 的 WebGIS 应用系统层次结构

2.2 实现框架

在基于 SOA 的 WebGIS 概念体系及层次结构的基础上,结合 WebGIS 应用系统实现的普遍特点,得到基于 SOA 的 WebGIS 实现框架(图 3)。

基于 SOA 的 WebGIS 实现框架中,服务提供者完成功能开发,对服务功能和接口进行描述,完成 GIS Web 服务实体的封装,将完成的服务描述提交服务注册处注册发布,服务即可

在服务注册处备用。服务请求者在服务注册处检索已注册服务功能和接口,确定需要请求服务后,服务注册处指引用户链接到用户所需服务,利用 SOAP(简单对象协议)来向服务器传递参数、发送请求;服务提供者解析接收到的 SOAP 请求,调用服务的方法来完成用户请求的操作,返回操作结果,完成服务的提供。服务请求者可以通过用户验证服务或在 SOAP Header 部分加入身份信息供服务器验证,来确定是否拥有调用该服务的权限。本文所论述的 GIS Web 服务以基于 XML 的 Web Service 为技术实现,远程用户、跨操作系统平台的用户可以直接利用这些封装好的服务进行应用系统的开发,系统在数据和操作的共享、功能重用性和可扩展性以及系统间协调能力等方面都能够满足 WebGIS 的分布式计算要求。

实现框架(图 3)中,框架的客户端是用户最终使用的应用程序。它们直接从数据存储中获取输入,或者从中间服

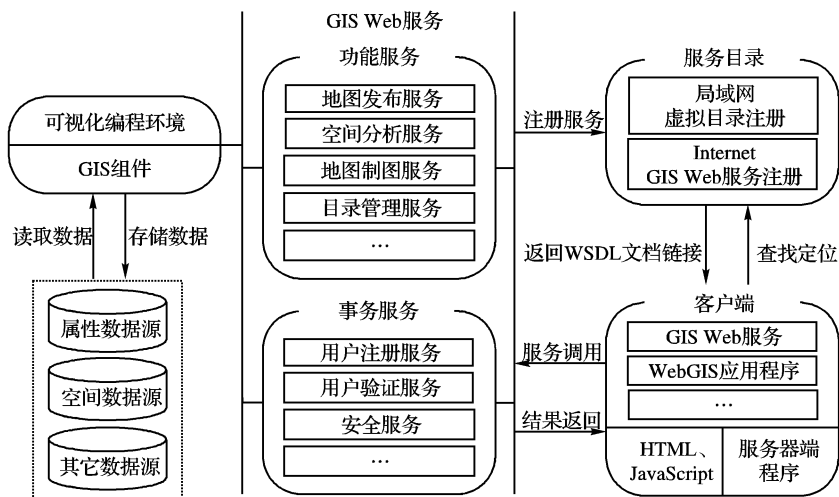


图3 基于 SOA 的 WebGIS 实现框架

务中获取输入。客户端可以是通用的浏览器;也可以是其他的 GIS Web 服务以实现服务的集成组合;或者是 WebGIS 应用系统,WebGIS 应用系统采用常用的 ASP、JSP 等动态网页技术构建客户端界面,客户端通过服务的描述文档动态生成代理类,利用代理类生成一发送请求消息,接收一解析响应消息,将远程服务访问本地化,Web 地图显示则采用插件的形式予以实现。

服务目录在服务注册处生成,服务注册处负责接收一解析一查找一定位请求的服务,返回服务描述信息给服务请求者。服务的注册可以分为两种情况:局域网内的服务注册可以通过在注册服务器的 Web 服务器(如 IIS 等)上建立虚拟目录来进行,虚拟目录注册的是与服务相对应的描述文档,客户端可通过该描述文档获取服务具体的访问地址、端口、参数等信息;Internet 上的服务注册则可以使用 UDDI 商业注册中心或使用 UDDI 开发系统设计独立的注册中心进行。

可编程的 GIS Web 服务是整个框架的核心部分,它们提供空间数据、非空间数据和其他输入给客户端应用。服务的开发依靠网络终端上 GIS 组件的二次开发建立相应的功能类,类内包含对应功能的方法与函数,对外保留接口和功能描述,通过服务封装进行打包发布。服务开发过程中要注意服务粒度等级的划分,首先划分出基础服务,通过基础服务的组合构建更高层次的服务实体,避免服务间功能的重叠。

整个框架的数据源封装在网络上不同终端主机上,数据的物理组织结构和功能实现方式透明于数据的使用者,异构数据的共同使用通过数据转换服务实现 GML 数据抽取以保证异构、多源数据的无缝集成。数据的管理与维护由服务开发人员来实现,数据的管理与应用是分离开来的,这有利于保证数据的安全性、一致性和系统的稳定性。

2.3 服务开发方式

服务开发是指 GIS Web 服务的实现,它通常是在可视化编程环境中借助通用编程语言和 GIS 平台的二次开发予以实现。GIS Web 服务承担与数据库的交互,完成特定的 GIS 功能,如地图目录管理、网络地图发布、基于 Web 的地理信息空间分析等。这些彼此独立的 GIS Web 服务分散于网络中的不同终端上,它可以通过结构化程序语言中的函数、过程或者是不同语言编写的、封装良好的类(在类中以不同的方法来实现相应的功能)来实现。

GIS Web 服务的开发有两种方式。一是对目前已有的

GIS 应用程序进行功能的重新封装。现存的大量的基于桌面或局域网的 GIS 应用程序实现了众多的 GIS 功能,合理有效的将它们改造成为基于 SOA 的 WebGIS 的服务端,即 GIS Web 服务,将会大大减轻 GIS Web 服务的开发负担,提高历史资源的利用率。二是开发新的 GIS 应用。这种开发方式主要是在遵循 GIS Web 服务开发规范的基础上借助通用编程语言和特定 GIS 平台完成二次开发来实现。

3 初步应用实践

重庆市渝北区土地利用规划管理信息系统是包含土地利用规划业务流转和土地利用空间数据共享和互操作的 GIS 应用系统,考虑到同类系统空间数据的内容和操作具有很大相似性,空间数据共享、空间数据操作功能模块的可重用和可扩展的空间较大,故主要针对图形功能以 Visual Studio .NET 结合 GeoMedia WebMap 作为基本的开发环境,试验性的采用基于 SOA 的 WebGIS 框架进行了系统的设计开发。

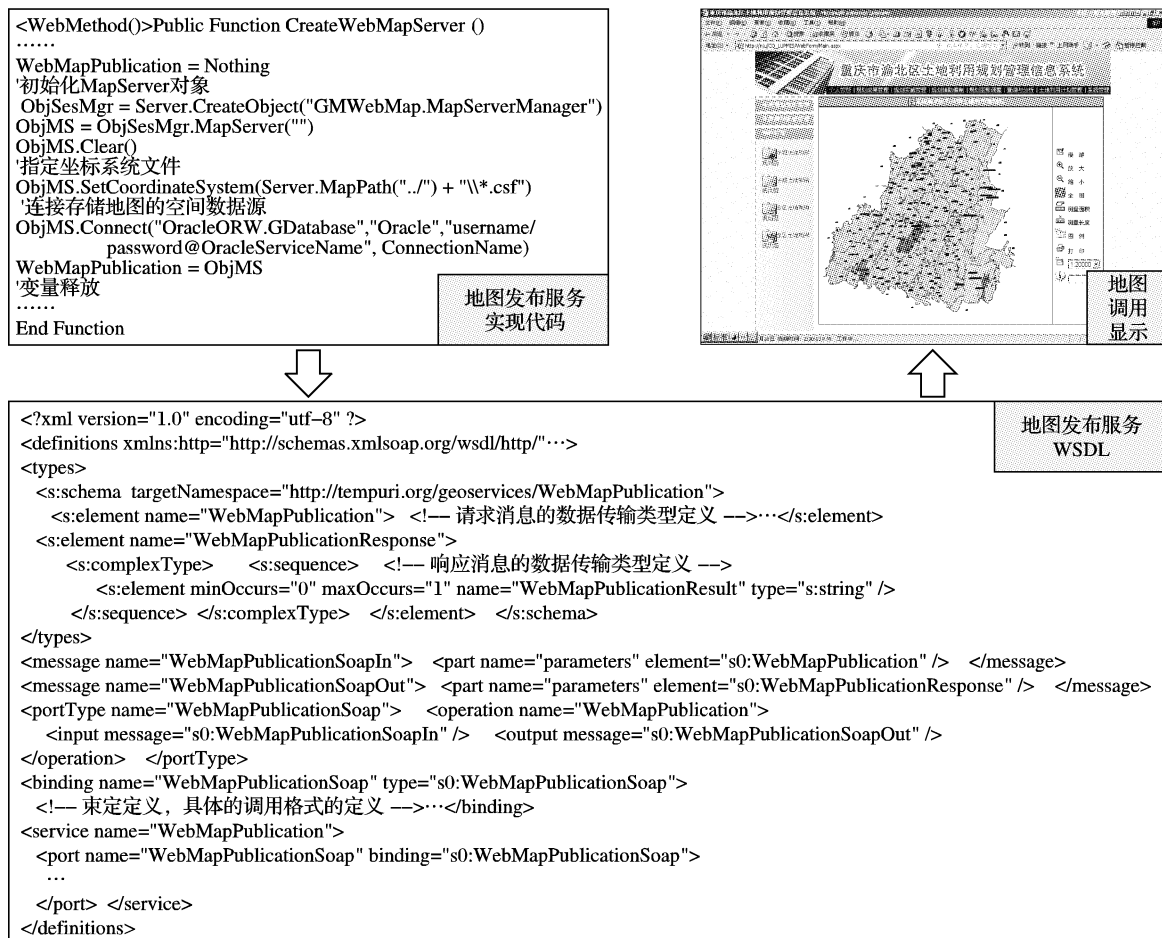


图4 网络地图发布服务调用结果

在系统的设计过程中,根据图形功能需求将空间数据操作划分为粒度适中的 GIS Web 服务(如地图发布、图斑属性查询、图斑中心点坐标提取等),依据各业务科室对功能的需求力度以及原有信息化成果的分布状况,将 GIS Web 服务分散对等的分布运行于网络上不同的终端主机,充分的利用了各终端主机的计算资源;同时由于采用了支持跨平台特性的 .NET 技术进行 GIS Web 服务的开发与封装,不同的 GIS Web 服务的宿主环境可选择不同的操作系统平台,服务的开

发也可在 .NET 框架下自由的选择不同的开发语言,方便了适应不同开发语言的技术人员进行服务开发和打包封装以及后续的系统维护和升级。服务的注册发布采用虚拟目录的方式在注册服务器上完成,在应用系统的建设中利用服务的组合装配完成图形操作模块的定制,实现了服务的调用组装,系统图形模块的运行效率能够满足实际需要。此外,同类系统的建设可以通过访问注册服务器获取服务描述,调用已有 GIS Web 服务。

4 结语

本文将面向服务的体系结构引入 WebGIS 开发,从概念体系、层次结构、实现框架等几个方面设计了基于 SOA 的 WebGIS 的框架,并以此为基础设计开发了重庆市渝北区土地利用规划管理信息系统,划分并实现了粒度适中的 GIS Web 服务实体,在 .NET 环境下实现了该系统,将基于 SOA 的 WebGIS 框架的理论研究初步付诸于实践。实践表明,本文所设计的基于 SOA 的 WebGIS 框架对于 WebGIS 开发具有一定的参考性,满足了重庆市渝北区土地利用规划管理信息系统模块可重用性、功能易扩展等需求,对于同类系统的研发具有借鉴意义。基于 SOA 的 WebGIS 框架研究将会进一步深化分布式地理信息系统的概念,为实现分布式地理信息系统、打破 GIS 信息孤岛、实现弹性 WebGIS 提供强有力的支撑,具有深入研究价值。

参考文献:

- [1] 杨崇俊,王宇翔,王兴玲,等. 万维网地理信息系统发展及前景[J]. 中国图象图形学报, 2001, 6(9): 886-894.
- [2] 贾文珏,龚健雅,李斌. Web 要素服务的优化方法[J]. 测绘学报, 2005, 34(2): 168-174.
- [3] KWON OB. Meta web service: building web-based open decision support system based on web services[J]. Expert Systems with Applications, 2003, 24(4): 375-389.
- [4] MING-HSIANG T. A dynamic architecture for distributing geographic information services on the Internet[D]. Colorado: University of Colorado, 2001.
- [5] 沈志东,陈珉. 分布式对象技术在分布式 GIS 方面的应用[J]. 计算机工程, 2003, 29(4): 62-63, 66.
- [6] 刘伯超,马晓轩,葛声,等. 基于 Web 服务的软件服务体系结构的研究与实现[J]. 北京航空航天大学学报, 2004, 30(3): 263-266.
- [7] 杨涛,刘锦德. Web Services 技术综述——一种面向服务的分布式计算模式[J]. 计算机应用, 2004, 24(8): 1-4.
- [8] NARAYANAN S, MCILRAITH S. Analysis and simulation of Web services[J]. Computer Networks, 2003, 42(5): 675-693.
- [9] 叶钰,应时,李伟斋,等. 面向服务体系结构及其系统构建研究[J]. 计算机应用研究, 2005, (2): 32-34.
- [10] 朱海萍,李增智,杨怀洲. 基于面向服务体系结构 SOA 的业务管理研究[J]. 北京邮电大学学报, 2004, 27(增刊): 190-195.
- [11] 马众模,陈政,徐振宇,等. 安徽省级资源环境空间信息服务系统研究与开发[J]. 地理科学, 2003, 23(3): 342-347.
- [12] SMIAATEK G. SOAP-based web services in GIS/RDBMS environment[J]. Environmental Modelling & Software, 2005, 20(6): 775-782.
- [13] DOYLE A, REED C, HARRISON J, et al. Introduction to OGC Web Services [EB/OL]. http://ip.opengis.org/ows/010526_OWSWhitepaper.doc.
- [14] 杨勇,杨薇薇. Web 服务的一种通用集成模型的研究[J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2004, 32(1): 44-46.
- [15] 郭伦,唐大仕,刘瑜. 基于 Web Service 的分布式互操作的 GIS[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(4): 28-32.
- [16] 桂智明,晏磊. 基于 XML Web Service 体系的网络地图服务[J]. 测绘通报, 2003, (1): 53-55.
- [17] LIANG SHL, CROITORU A, TAO CV. A distributed geospatial infrastructure for Sensor Web[J]. Computers & Geosciences, 2005, 31(2): 221-231.

(上接第 2208 页)

测精度高,试验结果为采用组合模型实现多步预测提供了依据。图 6、图 7、图 8 给出了联合模型四步预测的仿真结果。

5 结语

本文介绍了一种基于神经网络的流量组合预测模型。比较过去的组合模型,该模型加入了对流量的小波预处理过程,增强了预测模型输入信号的平稳性,并且对模型的网络单元做了一些改进,保证预测结果不但具有较高的预测精度而且保持流量的基本统计特性。通过比较组合模型和单一模型在不同流量的一步预测和多步预测仿真结果,验证了该模型的有效性。试验过程中发现,在不同的时间尺度上,模型的预测精度也不同,这与流量特性存在一定联系,进一步提高模型的多步预测精度、把模型应用到带宽分配和接入控制中将是本文的后续工作。

参考文献:

- [1] KHOTANZAD A, SADEK N. Multi-scale high-speed network traffic prediction using combination of neural networks[J]. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 2003, (2): 1071-1075.
- [2] SADEK N, KHOTANZAD A. Dynamic Bandwidth Allocation Using A Two-Stage Fuzzy Neural Network Based Traffic Predictor[A]. International Joint Conference on Neural Networks, IJCNN'04[C], Budapest, Hungary, 2004.
- [3] CHEN BS, PENG SC, WANG KC. Traffic modeling, prediction and congestion control for high-speed networks: A Fuzzy AR Approach[J]. IEEE Trans. On Fuzzy System, 2000, (8): 491-508.
- [4] FENG HA, SHU YT. Study on Network Traffic Prediction Techniques[A]. Wireless Communications, Networking and Mobile Computing Proceedings[C], 2005, 2: 995-998.
- [5] SHU Y, JIN Z, ZHANG L, et al. Traffic Prediction Using FARIMA Models[A]. ICC'99[C], Vancouver, Canada. 1999.
- [6] ZHANG QH, BENVENISTE A. Wavelet Networks[J]. IEEE Trans on Neural Networks. 1992, 3(6).
- [7] KHOTANZAD A, ELRAGAL H, LU TL. Combination of artificial neural network forecasters for prediction of natural gas consumption[J]. IEEE Trans. Neural Networks, 2000, (11): 464-473.
- [8] ALARCON-AQUINO V, BARRIA JA. Multiresolution FIR neural-network-based learning algorithm applied to network traffic prediction[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part C, 2006, 36(2): 208-220.
- [9] CHENG YC, QI WM, CAI WY. Dynamic properties of Elman and modified Elman neural network[J]. International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 2002, (2): 637-640.