

基于数字城市系统平台的 GIS Server 服务器研究与设计^{*})

周 波 李 琦

(北京大学数字地球工作室 北京 100871)

摘 要 本文讨论了现有 WebGIS 系统的缺陷,并提出了新一代网络 GIS 系统——基于数字系统平台的 GIS Server 服务器的设计思路和实现方法,以解决服务层面上的地理信息互操作问题提供基础,为数字城市应用提供了 GIS 开发平台。

关键词 GIS Server, Webservice, MapServer

Researching and Designing of GIS Server Based on Digital City System Platform

ZHOU Bo LI Qi

(Cyber GIS Studio of Peking University, Beijing 100871)

Abstract The drawbacks of current WebGIS System are discussed and the way of designing and realization of GIS Server based on Digital City System Platform(the new generation network GIS system)is brought forward in order to make a solid foundation to solve spatial information interoperate problems in the service level and provide the GIS development platform for digital city applications.

Keywords GIS Server, Webservice, Mapserver

1 引言

GIS 及其应用的发展经历了主机-终端 GIS 模式、单机桌面 GIS 模式、局域网文件服务器 GIS 模式、Internet 环境的 WebGIS 模式四个发展阶段。现阶段的 WebGIS 产品相当成熟,而且也非常稳定,但是它的缺点也特别突出,主要体现在如下几个方面:

(1)WebGIS 系统是孤立的,不同系统之间通信困难,缺乏良好的互操作性,见图 1。

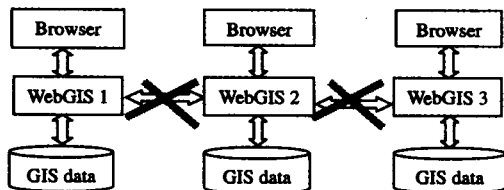


图 1 不同 WebGIS 系统之间缺乏良好的互操作性

(2)数据和功能是相对绑定的,现有 WebGIS 系统在发布数据时不仅需要明确知道数据的位置、类型等信息,还要进行一系列的相关的操作,才能确定和这些空间数据相应的功能,如缓冲区分析;

(3)WebGIS 的空间分析处理能力非常弱,主要是空间数据和信息发布和描绘;

(4)系统内部耦合度较强,应用模式不够灵活,难以灵活地为需求不同的应用提供各种不同粒度和不同功能组合的地理信息服务。

数字城市建设的一个重要问题就是要实现资源的共享互操作,而 WebGIS 的上述局限性限制了它不能很好地适应数

字城市建设的需要。为了克服 WebGIS 系统的缺点,研究新一代的 GIS 系统——基于数字城市系统平台的地理信息系统服务器(GIS Server)也就成了本文的研究重点。GIS Server 在数字城市中的地位见图 2。由图可见,GIS Server 是隶属于数字城市平台系统中的一个服务器,提供 GIS 的标准服务,和其他服务器协同工作,完成数字城市中的业务。

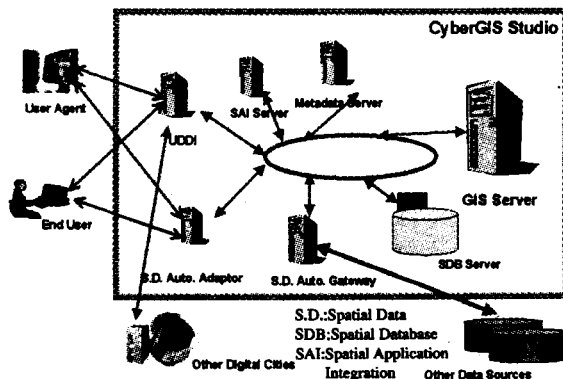


图 2 GIS Server 服务器在数字城市中的地位

2 GIS Server 服务器的概念和原理

2.1 GIS Server 的概念

基于数字城市系统平台的地理信息系统服务器(GIS Server)是一种中间件系统,它为数字城市提供符合业标准的地理信息服务和接口,为解决服务层面上的互操作问题提供基础。

具体来说,GIS Server 应该具有如下几个特点:①分布性;可以集成调度分布式的信息数据资源和 GIS 计算服务资

^{*})国家 863 课题:《数字城市服务系统关键技术研究》(编号 20004AA1310234)资助。周 波 硕士研究生,主要研究方向为 GIS Server,地理编码。李 琦 教授,博士生导师,主要研究方向为数字地球、数字城市、空间信息基础设施等。

源;② 标准性:提供标准的地理信息服务和接口;③ 访问控制:信息数据资源和应用服务基于角色的受控访问;④ 透明性:在服务层面上用户无需知道服务和资源的位置;⑤ 易于和其他空间信息系统进行集成;⑥ 集中式管理。

2.2 GIS Server 的互操作原理

GIS Server 是采用面向服务的框架体系(SOA)进行设计的,所谓 SOA 框架是一种架构模型,它可以根据需求通过网络对松散耦合的粗粒度应用组件进行分布式部署、组合和使用。其中 Web Service 框架是 SOA 框架比较常用的一个。下面简要介绍一下 Web Service 的原理。

所谓 Web Service 是指那种自包含、自描述、模块化的应用程序,这类程序能够被发布、定位,并通过 Web 实现动态的调用。它的基础是 XML 及其基于它上面的 SOAP 协议(简单对象访问协议)。Web Service 的体系框架见图 2。它的工作原理如下:首先,服务提供方采用 WSDL 语言封装好自己接口,并把它注册到 UDDI 中去;其次,客户访问 UDDI 注册中心,发现所需要的服务;再次,客户通过 SOAP 方式得到所需要服务的 WSDL 描述;最后,客户解析 WSDL,得到服务提供方的访问接口,并和服务提供方建立通信连接,调用服务。

GIS Server 就是采用 Web Service 框架进行设计的,把地理信息领域的服务功能进行分类,把其接口按照 WebService 规范分别封装成服务,向外发布。不同系统之间通过标准的服务接口就能达到系统集成和互操作的。



图 3 WebService 的框架图

2.3 GIS Server 的内容

按照 OGC 的 OWS 规范和数字城市应用的需求,一个完整的 GIS Server 服务器至少应该提供六大类服务:

(1) 数据服务 提供空间数据的发布服务,主要包括以下子服务:

- 矢量数据服务 (Web Feature Service, WFS): 该服务提供符合用户要求的用 GML 格式表达的矢量数据,并支持对地理要素 (Feature) 的插入、删除、检索和发现等服务;

- 栅格数据服务 (Web Coverage Service, WCS): 该服务提供包含地理位置的值或属性的空间栅格数据,而不是静态地图访问服务。

(2) 描述服务 提供空间数据可视化服务,主要包括以下 2 个服务:

- 地图服务 (Web Map Service, WMS): 根据用户的要求返回所需要的地图。该地图不是只空间数据本身,而是指空间数据的可视化形式,包括 PNG, JPEG, GIF 等栅格形式,或者 SVG 等矢量形式;

- 样式图层描述地图服务 (Styled Layer Description WMS): 是 WMS 的一个扩展,采用样式图层描述语言来控制地图显示的服务。

(3) 处理服务 该服务提供一系列的服务构建模块,这些模块能够对空间数据进行操作并为应用提供各种增值服务。它主要包括以下几个子服务:

- 地理编码服务 (Geocoding Service): 该服务提供空间信息和地址信息的互相转换问题,为空间信息和非空间信息进行集成提供桥梁和纽带。它向外提供三种服务,一是正向地址编码服务 (geocoding Service),即地址信息映射成空间信息的过程;二是反向地址编码服务 (Reverse Geocoding Service),即空间信息映射成地址信息的过程;三是批量正向地址编码服务 (Batch Geocoding Service),即分批把地址数据转换成空间信息的过程。

- GIS 空间分析服务 (GIS Spatial Analysis Service): 该服务提供 GIS 的常规的空间分析功能,如 Buffer 分析服务, Overlay 服务,网络分析服务、地理统计分析、栅格分析等;

- 坐标转换服务 (Coordinate Transformation Service): 该服务负责把空间数据从一种坐标系转换到另外一种坐标系下去。

(4) 编码服务 它提供规范各种数据和资源的编码服务,如把其他数据格式编码的数据转换成 GML 格式编码。

(5) 公共服务 为系统提供技术支撑的服务,包括如下一些子服务:

- 事务服务 (Transaction Service): 提供对服务的事务性操作的支持;

- 安全服务 (Security Service): 为系统提供分布式环境下的安全机制;

- 并发服务 (Concurrency Service): 提供支持对多个对象共享资源的机制。

(6) 客户端应用服务 提供地图显示、浏览、编辑等服务的功能。

2.4 GIS Server 的体系结构

一个合理的 GIS Server 服务器的体系架构应该如图 3 所示。

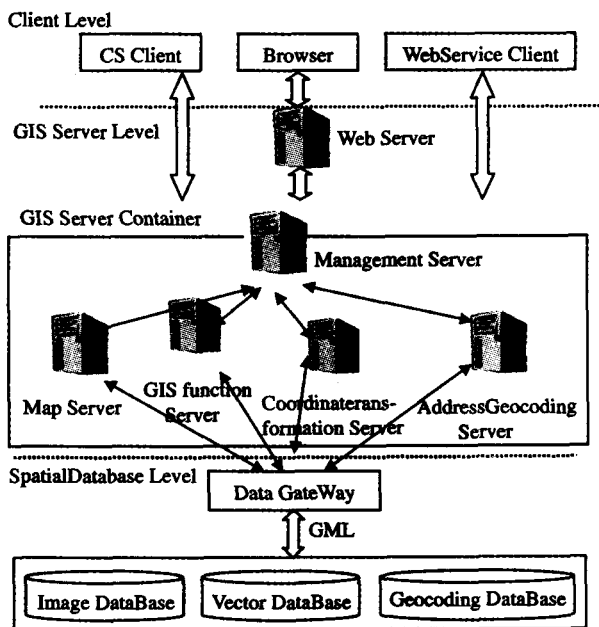


图 3 GIS Server 服务器的体系结构

GIS Server 的体系架构分为客户层,服务层和数据层等三层。

数据层是一系列空间数据库服务器,主要有 3 大类,一是空间影像数据库服务器,负责提供栅格数据服务;二是矢量数据库服务器,负责提供矢量数据服务;三是地址地理编码数据

库服务器,提供地址编码数据。空间数据网关(Data Gateway)提供空间数据库服务器的注册和管理。

服务层是 GIS Server 的核心部分,负责 GIS Server 的业务处理。它主要由七大部件构成。

- Web 服务器:负责接受用户的 http 的请求,并且负载均衡用户的请求平衡;
- 管理服务器(Management Server):它的职责是子功能服务器注册和管理;并提供安全服务,并发控制,事务服务等;接受并解析客户请求等;
- 地图服务器(Map Server):负责空间数据的发布服务和描述服务,提供 WMS, WCS, WFS 等服务;
- 地址地理编码服务器(Geocoding Server):提供空间信息和地址信息的相互转换的服务,提供 Geocoding 服务, Reverse Geocoding 服务和 Batch Geocoding 服务等;
- 地理信息功能服务器(GIS Function Server):提供 GIS 空间分析服务;
- 坐标转换服务器(Coordinate Transformation Server):提供空间数据的坐标转换服务。

客户层是 GIS Server 的表现外观,负责显示和浏览空间数据,分为三种接入方式,一为 Client-Server 模式的客户端;二为 Browser-Server 模式客户端;三为 WebService 服务接口。

2.5 GIS Server 的工作流程

GIS Server 的工作流程是客户端向 GIS Server 服务器发送请求, GIS Server 中的应用服务器接受到用户请求,并解析用户的请求;接着应用服务器调用 Map Server 获取数据(Map server 调用空间数据网关,空间数据网关自动适应去调用相应的空间数据库服务器,并且得到 GML 格式的数据);然后应用服务器调用地理信息功能服务器或者空间数据坐标转换服务器或者地址地理编码服务器,进行空间数据的操作和处理;随后,应用服务器调用 Map Server 把处理完后的空间数据进行封装,并返回给客户端;最后客户端解析结果,并且显示地图数据。

3 GIS Server 服务器的设计

3.1 GIS Server 的设计方法

GIS Server 开发的原则是遵循 OGC 的 OWS 规范、SOA 框架规范和 J2EE 规范,采用 UML 进行设计。其设计流程是先进行业务用例设计,再进行系统边界界定,接着进行系统用例设计,明确系统需要开发的内容,然后进行 Domain 模型的设计和序列图的设计,系统架构设计,详细类图的设计,最后进行代码编写,测试。这个过程不断迭代,直到符合要求为止。

3.2 GIS Server 的系统用例设计

系统用例的设计可以界定系统需要开发的边界和内容。GIS Server 服务器中的用户角色分为了数据获取用户、GIS 空间分析用户、数据转换用户、地址编码用户、网关用户、管理人员等几大类角色,每一类角色都对应着 GIS Server 服务器提供的部分服务内容。

3.3 GIS Server 的 Domain 模型

GIS Server 的 Domain 模型设计见图 4。GIS Server 的 Domain 模型包括六大类对象: Entity, Role, Act, RoleLink, ActRelationship, Participation 等; Entity 对象是指描述现实世界的实体类,比如人,组织,地理实体对象等; Role 对象是指 Entity 所承担的角色是什么,比如说一个地理实体是医院还是学校; RoleLink 对象是描述不同的 Role 之间是有关系的,一个 Role 和另一个 Role 之间可能是互为因果关系的; Act 对象是指 Entity 对象所代表的操作,运算,方法等,如 buffer 分析,地址匹配等; ActRelationship 对象是描述两个 Act 对象之间的关系,表示两个动作之间的因果关系的,例如只有先进行求交运算,才能够进行矢量数据的 overlay 运算等; Participation 对象是描述完成一个操作所需要的角色之间的关系,例如完成矢量和栅格数据之间的 overlay 运算,需要矢量对象和栅格对象同时参与才行; Domain 模型中的 CommunicationObject 对象和 Transaction 对象是 Entity 对象和其他系统的对象进行通信的桥梁和纽带。

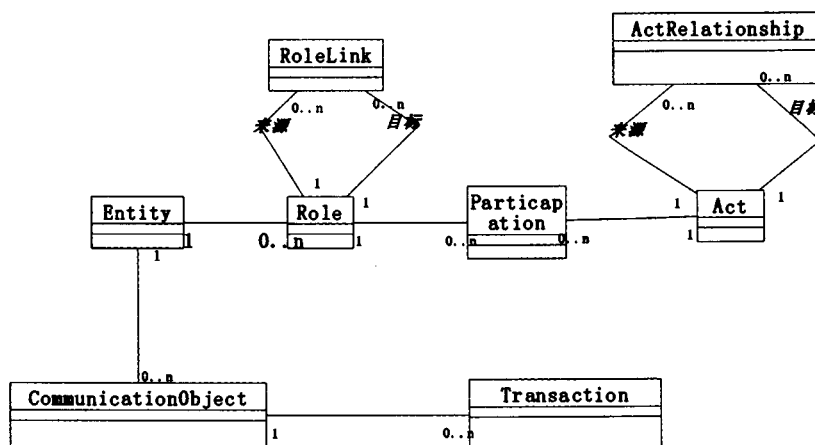


图 4 GIS Server 服务器的 Domain 模型

3.4 GIS Server 的部署设计

在 Domain 模型和用例的基础上,设计出序列图来,接着进行体系结构的设计,并且部署 Domain 模型的类对象,同时细化类和增加一些辅助类。GIS Server 的部署图见图 5。

GIS Server 服务器的体系结构遵循 J2EE 规范,分为四层,共八个包,它们是 CSUI, BSUI, WebServiceClient, Busi-

nessFacadeObject, BusinessObject, DataAccessObject, PersistentObject, DatabaseModel 等。

第一层是表现层,分为三个包,分别对应着不同的客户接入方式,CSUI 包对应 CS 结构的客户端;BSUI 包对应 BS 结构的客户端,采用 MVC 中 struts 技术进行实现;WebService-

(下转第 180 页)

兴趣领域的用户,所以更容易获得,MAE 值更小。

(2)基于兴趣子类的协作推荐在解决矩阵稀疏性问题上比传统协作推荐方法更为有效。这是因为基于整体处理思想在共同评分数据较少时,不易成为最近邻居。而基于兴趣子类就有可能因为某局部点相似而成为最近邻产生推荐。

(3)兴趣分类的准确与否对推荐效果有一定的影响。在同等条件下,本文提出的推荐方法也优于传统的基于“整体”协作过滤的效果,但兴趣分类越准确,其子类的最近邻居也就越准确,MAE 值也越小,越能体现本文提出的子类思想。

结论 由于传统协作过滤推荐算法都无法完全解决数据稀疏性问题,而这个问题的关键是数据极端稀疏情况下,其最近邻居不易获得。针对此问题,本文提出将子类处理思想应用于新闻文档的协作推荐领域,使得某两个用户即使整体不相似,而因为“局部点”的相似而产生有用的推荐,使得最近邻居的发现变得更容易更准确。实验结果表明,基于兴趣子类的协作过滤推荐算法能够有效地解决数据极端稀疏性问题。在同等条件下,相对于传统面向用户的协同过滤推荐算法^[9]有更好的推荐质量。

参考文献

- 1 Breese J, Hecherman D, Kadie C. Empirical analysis of predictive algorithms for collaborative filtering. In: Proc. of the 14th Conf. on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI 98), 1998. 43~52
- 2 3Claypool M, Le P, Waseda M, et al. Implicit interest indicators. In: Campbell M, ed. Proc. of the ACM Intelligent User Interfaces Conf. (IUI), New York: ACM Press, 2001. 14~17
- 3 曾春, 邢春晓, 周立柱. 个性化服务技术综述. 软件学报, 2002, 13(10): 1952~1960
- 4 Lieberman H. Letizia: an agent that assists web browsing. In: Burke, R., ed. Proc. of the Intl. Joint Conf. on Artificial Intelligence. Menlo Park, CA: AAAI Press, 1996. 54~61
- 5 谭琼, 李晓黎, 史忠植. 一种实现搜索引擎个性化服务的方法. 计算机科学, 2002, 29(1): 23~25
- 6 解冲峰, 李星. 基于序列的文本自动分类算法. 软件学报, 2002, 13(4): 783~789
- 7 Sarwar B, Karypis G, Konstan J, Riedl J. Item-Based collaborative filtering recommendation algorithms. In: Proc. of the 10th Intl. World Wide Web Conf. 2001. 285~295
- 8 赵亮, 胡乃静, 张守志. 个性化推荐算法设计. 计算机研究与发展, 2002, 39 (8): 986~991
- 9 邓爱林, 朱扬勇, 施伯乐. 基于项目评分预测的协同过滤推荐算法. 软件学报, 2003, 14 (09): 1621~1628
- 10 宋斌, 方小璐. 基于网页特征的 TFIDF 改进算法[J]. 微计算机应用, 2002, 23(1): 18~20

(上接第 102 页)

Client 客户端对应 WebService 服务接口。客户端的显示设计

采用 SVG 进行显示, 并采用 XSLT 来进行 GML 和 SVG 之间的格式转换;

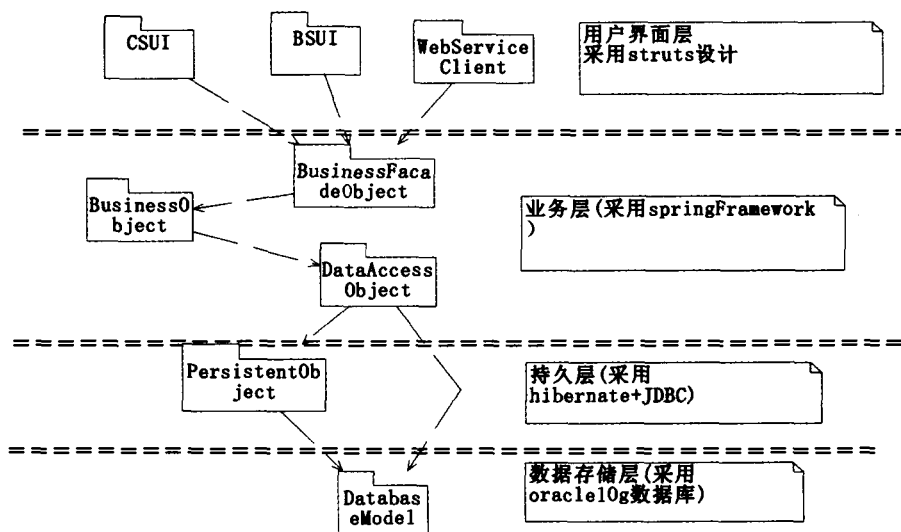


图 5 GIS Server 服务器的部署图

第二层是业务层,主要负责 GIS Server 的业务处理,采用 SpringFrame 轻型框架进行设计,分为 3 个包, BusinessFacadeObject 包主要包括接受用户请求的类,负责用户负载均衡的类,调用业务类的接口等类; BusinessObject 包是 GIS Server 设计中的核心包,包括 GIS Server 中所有业务类,包括数据管理类,数据绘制类, GML 表示类,空间分析类,矢量数据类,栅格数据类,地址类,空间坐标系类,服务管理类等; DataAccessObject 包是负责连接数据层或持久层之间的接口类;

第三层是持久层,有一个 PersistentObject 包,存放各种持久对象;采用 Hibernate 技术进行设计;

第四层是数据层,有一个 DatabaseModel 包,存放地址地理编码数据模型,矢量数据模型,影像数据模型等类和表对象;采用 oracle 10g 进行存储。

结语 GIS Server 服务器是基于 SOA 框架进行设计的中间件平台系统,提供符合业届标准的地理服务和接口,具有良好的封装性、松散耦合性、分布性、标准性等特点;由于其体系结构的优越性使得 GIS Server 服务器必将成为新一代网络 GIS 发展的方向,为数字城市的建设添砖加瓦。

参考文献

- 1 刘纯波. 数字城市空间信息资源管理与集成调度技术研究:[学位论文]. 北京大学, 2003
- 2 郭伦, 唐大仕, 刘瑜. 基于 Web Service 分布式互操作的 GIS. 地理信息科学, 2003, 19(4): 29
- 3 OpenGIS Consortium, Inc. OpenGIS Web Map Server Cookbook 2003. 2003-8
- 4 OpenGIS Consortium, Inc. OpenGIS Web Feature Server Specification. 2001-11
- 5 OpenGIS Consortium, Inc. OpenGIS Web Coverage Service. 2002-4