

# 数字图书馆中地理信息系统的设计与实现\*

钟志农,李 军,景 宁,陈宏盛

(国防科技大学电子科学与工程学院,湖南长沙 410073)

**摘 要** 提供地理信息服务是数字图书馆建设的一项重要内容。分析了数字图书馆中地理信息系统的特点,介绍了系统所涉及的相关技术,设计并实现了一个原型系统。

**关键词** 数字图书馆;WebGIS;元数据;MapObjects IMS

**中图分类号** :TP311.52 **文献标识码** :A

## Design and Implementation of the Geographical Information System in Digital Library

ZHONG Zhi-nong, LI Jun, JING Ning, CHEN Hong-sheng

(College of Electronic Science and Engineering, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract** Supplying geographical information to public is an important service of the digital library. The characteristics of geographical information system in the digital library are analyzed. Its design and technology of implementation are represented. A prototype system is built.

**Key words** digital library; WebGIS; metadata; MapObjects IMS

现代社会所涉及的信息中 80% 均与地理位置相关,因此作为未来社会的公共信息中心和枢纽,为用户提供地理信息服务将成为数字图书馆的一项重要功能。与文字、图像等数字资源不同,地理信息的共享,不但要满足用户一般的浏览的需求,还必须能提供诸如空间查询、空间操作、空间分析等功能,以满足用户对地理信息的需求。而这些功能的实现就是数字图书馆中地理信息系统研究的主要内容。

### 1 系统概念

数字图书馆地理信息系统的主要作用是通过 Internet 发布地理信息,使在网络任意一个节点上的用户可以通过 Web 浏览器远程检索数字图书馆中的地理信息,浏览和操作电子地图,以及进行各种空间查询和空间分析,从而实现地理信息的共享。数字图书馆地理信息系统的建设主要包括以下几个方面:

- 服务器端高效地存储和管理地理数据,并能方便地对其进行维护;
- 用户通过浏览器,能方便地检索数字图书馆中的地理数据;
- 使用 Web 浏览器作为用户界面,用户能方便地浏览地图和实现空间查询和操作;
- 系统能高效、快速地响应多用户的空间操作请求。

其中电子地图的产生和发布,以及对用户空间操作请示的响应都是通过 WebGIS 技术来实现,因此系统的核心是 WebGIS 技术。

### 2 系统的设计与实现

数字图书馆中地理信息系统的目的是使用户通过 Internet 来获取感兴趣的地理信息。因此用户首先需要从数字图书馆中检索出满足自己需求的地理数据集,然后再浏览和操作这些数据,以获取信息。

\* 收稿日期:2002-06-02

作者简介:钟志农(1975—)男,博士生。

为了实现上述功能,我们采用动态 Web 技术和 WebGIS 技术相结合的方式实现了一个原型系统。由动态 Web 技术实现对地理信息元数据进行检索,选择用户感兴趣的地理数据集,使用 WebGIS 技术实现对地图的操作。其中 WebGIS 技术的实现是本系统的关键。

## 2.1 WebGIS

WebGIS 是 Web 技术与 GIS (Geographical Information System) 技术相结合的产物,使 Internet 用户可以通过浏览器和操作 WebGIS 站点中的地理信息。由于 WebGIS 具有访问范围广、平台独立、升级维护方便等特点,目前已经成为了 GIS 技术研究的热点。

WebGIS<sup>[1,2]</sup>都采用客户/服务器模式,客户端一般为 Web 浏览器,用户在客户端向服务器发送请求,服务器根据用户的请求,在服务器端进行数据的查询、分析、处理,将结果或用户所需的数据和功能模块传送给用户。根据服务器端和客户端采用的不同策略,WebGIS 实现技术可以分为胖客户端策略和瘦客户端策略。胖客户端策略是由服务器根据用户的请求,将一些地理信息系统处理模块和数据下载到客户端,由用户在本地对数据进行处理和操作。由于胖客户端策略需要用户在本机安装或下载处理组件,以及从服务器下载数据,因此适合于在内部网络使用。瘦客户端策略类似于以前的“终端—主机”模式,客户端为标准的 Web 浏览器,不需要下载或安装任何的组件,用户通过浏览器提交请示和显示结果,服务器拥有全部的地理数据和数据处理功能,并执行所有的操作。瘦客户端策略适用于广域网或对 GIS 分析功能有较高要求的应用。由于数字图书馆地理信息系统主要运行在 Internet 环境,具有用户范围广、客户端计算机配置千差万别、用户计算机操作水平参差不齐且大多数不具有 GIS 专业知识等特点,因此我们选择瘦客户端策略来实现此系统。数据存储和处理功能都在服务器端实现,客户端使用标准 Web 浏览器提交请示和显示结果。

目前,许多公司已经推出了 WebGIS 的商业产品,提供 WebGIS 的基础开发平台和应用服务平台。其中,ESRI 公司的 MapObjects IMS<sup>[3]</sup>是目前应用非常广泛的 WebGIS 平台,它采用瘦客户端策略。通过 MapObjects IMS (简称 MO IMS)可以扩充由 MapObjects 开发的地理信息系统的功能,使它能在网络上发布空间信息。并且 MapObjects IMS 能根据需要配置和管理多个地图服务器,动态地平衡各服务器的负载,使服务器能高效、快速地响应用户的请求。另外由于 ESRI 的各系列 GIS 产品得到了广泛的应用,ESRI 的地理数据也成为了目前最为广泛的 GIS 数据,其数据格式已经成为事实上的数据标准。基于以上优点,本系统采用 MapObjects IMS 作为 WebGIS 的基础开发平台。

## 2.2 元数据

空间元数据<sup>[4]</sup>是关于地理数据和信息资源的描述性信息,它主要记录了地理数据的内容、质量、条件和其它特征,以帮助用户快速地定位、比较、获取和使用地理数据,因此它在地理信息共享中起着重要的作用。目前空间元数据还没有统一的国际标准,但不少国家和组织,如美国联邦地理数据委员会 (FGDC) 和 ISO/TC211 已经开始建立起自己的元数据标准。

为了便于用户快速、准确地查找到所需的地理数据集,数字图书馆地理信息系统通过建立元数据库来对空间元数据进行管理和维护也就至关重要。在我们建立的原型系统中,采用关系型数据库系统 SQL Server 来实现元数据库。在元数据库中的每一条元数据记录分别存储了一个地理数据集的名字、所包括的图层、地理范围、数据来源、投影方式、坐标系、数据精度、地理数据文件路径、概要描述等元数据项。通过 ASP 技术,系统为用户提供了元数据查询功能。用户可以通过访问查询页面,输入关键字来查询元数据库。系统返回查询结果,用户可以通过返回的元数据集快速地选择到满足自己需求的地理数据集。

## 2.3 系统结构

原型系统采用三层体系结构:客户端、中间层和服务器层,如图 1 所示。

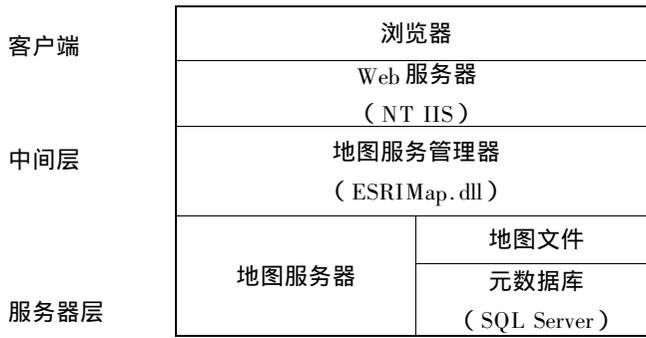


图 1 系统体系结构

Fig.1 System framework

1) 客户端使用标准的 Web 浏览器(如 Internet Explorer、Netscape, 不须安装任何组件)发送请求和显示结果,通过 Web 页中的表单来实现交互功能,包括地理信息检索和操作电子地图(包括放大、缩小、漫游、查询等)。

2) 中间层包括 Web 服务器和地图服务管理器。Web 服务器用于接收和响应用户的 HTTP 请求,完成 Web 服务,并将生成的 HTML 文件和电子地图图形文件(gif 格式)返回给用户。地图服务管理器由 MapObjects IMS 中的组件来实现,主要用来连接 Web 服务器和地图服务器,传送地图操作请求和对地图服务器进行管理。

3) 服务器层主要管理元数据库和实现地图服务器,提供地理信息元数据检索服务和空间操作服务。系统的元数据库采用 SQL server 实现,它存储和管理地理数据集的元数据信息,通过 ASP(Active Serve Pages)响应用户的地理数据检索请求,并把结果以表格的形式返回给用户。地图服务器采用 MapObjects 实现。MapObjects 是 ESRI 开发的具有强大 GIS 处理功能的组件,通过它可以使用通用的开发工具开发出强大的地理信息应用系统。本系统采用 MapObjects 开发的应用程序作为地图服务器,来响应用户的空间操作请求,并生成相应的结果,它是整个系统的核心。另外系统可以根据用户请求的数量,启动多个地图服务器,通过动态平衡负载,快速响应用户的请求。

原型系统中的地理数据采用 ESRI 的 shapefile 文件格式存储。

## 2.4 系统实现

采用上面的系统结构,我们实现了一个原型系统。系统的工作流程是:用户首先登录到数字图书馆的地理信息系统站点,进入查询页面,通过查询元数据库选择合适的地理数据集,系统根据用户的选择以图形方式生成结果,并返回给用户,用户可以对返回的地图进行操作,并向服务器发送操作请求,服务器再根据请求生成相应的结果返回给用户。图 2 为用户选择了世界地图数据集后,系统返回的结果,以及用户进行操作的运行界面。

系统的功能包括:

- 1) 地理信息检索:用户可以输入主题词,查询元数据库检索出数字图书馆中存储的相关地理数据。
- 2) 地图显示:以图形的方式显示检索的地理数据和空间操作的结果,包括地图、当前所包括的图层和图例。
- 3) 空间操作:能够对浏览器中显示的地图进行交互操作,从而获取更多的地理信息。主要的操作包括放大、缩小、漫游、图层选择、查询地理对象的属性等。

## 3 结束语

地理信息作为一种重要的信息资源,已经成为了数字图书馆建设的一项重要内容。本文采用元数据与 WebGIS 技术相结合的方式,实现了地理信息服务的基本功能,具有较好的实用意义。但目前这种方式还不能满足人们的需求,例如,还不能很好地实现多源数据的集成。可以预见,随着 WebGIS 技术和数字图书馆技术发展,以及网络条件的改善,作为未来社会的公共信息中心和枢纽的数字图书馆必将为人们提供更加满意的地理信息服务。



图2 返回结果及用户操作界面

Fig.2 Result and user interface

## 参考文献：

- [1] Foote Kenneth E, Kirvan Anthony P. WebGIS[R]. NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Science, <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u133/u133f.html>.
- [2] Zhong Ren Pong. An Assessment of the Development of Internet GIS[C]. Proceedings of the ESRI User Conference, 1997.
- [3] ESRI[R]. <http://www.esri.com>.
- [4] 张立 龚健雅. 地理空间元数据管理的研究与实现[J]. 武汉测绘科技大学学报, 2000, 25(2).

## (上接 76 页)

- [10] Vincent L, Soille P. Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm Based on Immersion Simulations[J]. IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intell. 1991, 13(6):583-598.
- [11] Viero T. Algorithms for Image Sequence Filtering, Coding and Image Segmentation[D]. Ph D Thesis, Tampere University of Technology, Tampere, Finland, January 1996.
- [12] Olle M N Schreiber G, Schulz Mirbach H. PIPS—A General Purpose Parallel Image Processing System[C]. In G. Kropatsch, Editor, Proceedings of 16. DAGM-Symposium "Mustererkennung", Wien, September 1994.
- [13] PUL-RD Research Group. PUL-RD Prototype User Guide[R]. Parallel Computer Centre, University of Edinburgh, 1995.
- [14] Moga A. Parallel Watershed Algorithms for Image Segmentation[D]. Ph D Thesis, Tampere University of Technology, Finland, February, 1997.
- [15] Moga A N, Viero T. Implementation of a Distributed Watershed Algorithm[R]. In Mathematical Morphology and Its Applications to Image Processing, Serra J, Soille P, Eds. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 1994:281-288.
- [16] Moga A N, Cramariuc B, Gabbouj M. Parallel Watershed Transformation Algorithms for Image Segmentation[J]. Parallel Computing 1998, 24:1981-2001.
- [17] Moga A N, Gabbouj M. Parallel Image Component Labeling with Watershed Transformation[J]. IEEE Trans. Patt. Anal. Mach. Intell. 1997, 19(5):441-450.
- [18] Moga A N, Viero T, et al. Parallel Watershed Algorithm Based on Sequential Scanning[J]. In Proc. IEEE Workshop on Nonlinear Signal and Image Processing, Neos Marmaras, Halkidiki, Greece, 1995:991-994.
- [19] Meijster A, Roerdink J B. A Proposal for the Implementation of a Parallel Watershed Algorithm[R]. In Computer Analysis of Images and Patterns, Hlavac V Sara R, Eds. New York-Heidelberg-Berlin, 1995:790-795.
- [20] Meijster A, Roerdink J B. Computation of Watersheds Based on Parallel Graph Algorithms[R]. In Mathematical Morphology and Its Applications to Image and Signal Processing, P. Maragos, Eds., Dordrecht, 1996:305-312.
- [21] Moga A N. Parallel Multiresolution Image Segmentation with Watershed Transformation[C]. ACPC '99, 1999:226-235.



