

基于数字地球的 WebGIS 开发及其应用

姜仁贵^a, 解建仓^a, 李建勋^{a,b}, 贺挺^a

(西安理工大学 a. 水利水电学院; b. 经济与管理学院, 西安 710048)

摘要: 空间地理数据的传输、处理以及展示对 WebGIS 提出了更高的要求。基于此, 在开源数字地球模型上进行二次开发, 采用 GeoServer 作为 WebGIS 服务器实现网络地图服务, 构建一种金字塔模型的数据缓存机制, 分析系统体系结构, 设计基于数字地球的 WebGIS。通过在 WebGIS 上水雨情信息综合集成和洪水淹没三维仿真的应用表明, 该 WebGIS 具有较好的实用性和扩展性。

关键词: 网络地理信息系统; 数字地球; 网络地图服务; 数据缓存机制

Development of WebGIS Based on Digital Earth and Its Applications

JIANG Ren-gui^a, XIE Jian-cang^a, LI Jian-xun^{a,b}, HE Ting^a

(a. Faculty of Water Resources and Hydraulic Power; b. Faculty of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

【Abstract】 The transmission, processing and display of spatial data put a higher demand for Web Geographic Information System(WebGIS). This paper focuses on secondary development based on digital earth model, implements Web Mapping Service(WMS) using GeoServer as WebGIS server, builds a pyramid model of data caching mechanism, analyzes the system architecture, and designs the WebGIS based on digital earth. The applications of hydraulics comprehensive integration and flood inundation based on WebGIS demonstrate that it has greater practicability and scalability.

【Key words】 Web Geographic Information System(WebGIS); digital earth; Web Mapping Service(WMS); data caching mechanism

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3428.2011.06.078

1 概述

网络地理信息系统(Web Geographic Information System, WebGIS)是在网络环境下的一种存储、分析和应用地理信息的计算机信息系统, 它建立在 Internet 信息发布、数据共享以及交流协作的基础上, 实现 GIS 的互操作、业务处理和在线查询等服务。由于 WebGIS 具有平台独立性和良好的开放性等特点, 被广泛应用到诸多领域^[1-2]。

开放式地理信息系统协会(OpenGIS Consortium, OGC)为 GIS 数据和服务之间的互操作提供标准, OGC 网络地图服务(Web Mapping Service, WMS)由于接口数量较少, 应用对接相对简单受到用户青睐, 但仍面临着当数据量较大时的快速响应问题。传统的 WebGIS 主要面向二维, 难以实现在三维环境中的用户体验^[3-4]。本文在数字地球模型基础上进行二次开发, 通过 GeoServer 地图服务器实现 WMS 服务, 金字塔模型的数据缓存技术解决了海量空间地理数据的快速响应问题, 结合数字地球三维优势, 实现了三维环境中的 WebGIS。通过应用实例表明, 基于数字地球的 WebGIS 具有很好的数据集成和展示功能, 并且扩展性很好, 能够满足用户多元化需求。

2 关键技术及规范实现

2.1 OGC WMS 规范

WMS 是 OGC 实现规范之一^[3], 在 WMS 规范中将地图定义为地理数据可视的表现, 并返回地图服务。WMS 规范定义了 GetCapabilities、GetMap 及 GetFeatureInfo 3 个基础性操作协议, 这 3 个协议利用 WMS 构建和叠加显示异构服务器上的地图服务。(1)GetCapabilities 操作是对请求参数和服务信息内容的一种描述, 它返回一种用 XML 形式文件表示的

服务级元数据。(2)GetMap 操作根据客户端发出的请求参数在服务器端进行检索, 地理空间参数和大小参数在描述语句中明确定义, 从服务器端能够返回一个格式为 JPEG、GIF 或 SVG 的地图图像。(3)GetFeatureInfo 操作根据客户端的请求参数, 以 XML 或 GML 等格式返回某些特殊要素的地图信息。

按照 WMS 规范要求, 前 2 个操作必须实现, 第 3 个为可选操作^[4], WMS 的请求与响应在客户端和服务器端分别实现, 客户端通过 HTTP 协议服务器端发送请求并完成空间数据的可视化, 服务器响应相应请求。

2.2 GeoServer 地图服务器

GeoServer 是遵循 OGC 标准的开源 WMS 地图服务器^[5], 它支持 PostGIS、Shapefile 及 MapInfo 等多种数据格式, 能够将网络地图输出为 OpenLayers、KML、PDF、SVG 及 GeoRSS 等格式。GeoServer 采用纯 Java 编写, 基于 J2EE 架构及 Servlet 框架, 可以被部署在 Web 应用服务器中。GeoServer 本身包含完整的管理配置组件, 通过 http://host[:port]/geoserver 访问, 用户安全登录后, 可以实现对管理、配置和样例 3 个组件的操作, 其中配置组件实现 WMS 服务的设置和生成。

地图样式表(SLD)是 GeoServer 地图服务器实现 WMS 的

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(50979088); 国家“863”计划基金资助项目(2005AA113150, 2006AA01A126); 陕西省国际科技合作计划基金资助项目(2008KW-32)

作者简介: 姜仁贵(1985—), 男, 博士研究生, 主研方向: 水利信息化; 解建仓, 教授、博士生导师; 李建勋, 讲师、博士研究生; 贺挺, 博士研究生

收稿日期: 2010-10-20 **E-mail:** jrengui@163.com

关键技术,它是 OGC 制定的一种基于 XML 语言的文本文件,用来描绘特征数据表现形式,可以跨平台使用,能够精确控制图层上每一个特征要素的表现形式,灵活地显示不同状态下的空间要素。

2.3 基于金字塔模型的数据缓存机制

针对海量空间数据传输和处理难的问题,本文设计了一种金字塔模型的数字地球客户端方案^[6]。数字地球客户端发出空间地理数据请求,从远程服务器或者 FTP 上将所请求的数据通过网络以指定格式返回给用户,同时将数据下载到本地,根据数据缓存机制保存到本地指定目录。

金字塔模型的数据缓存机制通过将已经请求过的数据按照指定的目录存储在本地服务器中,当再次发出数据请求时,首先查看缓存中是否有满足需要的数据,若有直接调用,从而减轻网络负载,实现数据的“一次下载,重复使用”目的,大大提高了数据的响应速度。设计数据缓存默认的目录在本地服务器的系统目录下,根目录中包含数字地球信息、WMS 服务器目录及其他文件,金字塔模型的数据缓存目录分为服务类型名、服务名、服务图层名、金字塔等级数、地图行号名、以行号和列号命名的图像文件共 6 级,具体缓存目录为:根目录+数据类型+图层+金字塔等级+Row+Row_Column.文件格式。数据存储时,根据数据的经纬度能够求取地图文件所在的 Row 和 Column,设底层度数为 Degree,则 $Row = [latitude + 90^\circ] / Degree \times 2^n$, $Column = [longitude + 180^\circ] / Degree \times 2^n$ 。当客户端发出数据请求时,服务器通过金字塔模型对数据进行调度,根据获取地图的 Row 和 Column 计算出地图在客户浏览器中的经纬度坐标,设底层图片大小为 Size,则 $longitude = Column \times Size / 2^n - 180^\circ$, $latitude = Row \times Size / 2^n - 90^\circ$,算出经纬度后可以将响应地图覆盖到数字地球模型对应的位置,从而实现空间地理数据的精确定位。

3 WebGIS 系统架构及 WMS 服务

鉴于传统 WebGIS 在异构平台数据共享以及表现上的不足,在开源数字地球平台 World Wind(WW)上进行二次开发,实现基于 WW 的 WebGIS,给出系统体系结构,在此之上实现了 WMS 服务及其应用实例。

3.1 基于数字地球的 WebGIS 系统体系结构

WW 是由美国航空航天管理局(NASA)发布的一个开放源代码的数字地球模型^[7],海量的数据集成和人性化的界面设计使得它成为一个理想的二次开发工具。基于 WW 的 WebGIS 系统体系结构由数据层、服务层、应用层和客户层组成,如图 1 所示。

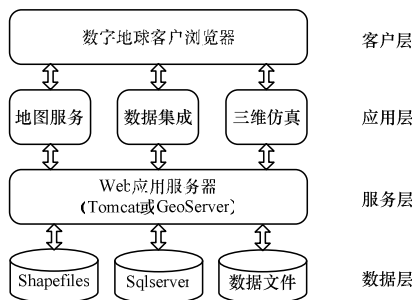


图 1 WebGIS 系统体系结构

数据层主要包括 WMS、GIS 服务及其他数据文件,数据层作为系统的底层为上层应用层提供基础的数据服务;服务层主要是通过 Web 应用服务器从数据层中获取需要的数据并提交给应用层进行处理;应用层包括地图服务及应用模型等,

系统通过 Web 提交用户请求并返回结果;客户层为用户提供了一个人-机交互的功能,本文采用 WW 的客户浏览器作为 WebGIS 的客户层,实现了数据集成和三维展示等功能。

3.2 基于 GeoServer 的网络地图服务

本文采用 GeoServer 作为 WebGIS 服务器,通过接收统一规范的 WMS 请求,返回指定格式的数据,采用 OpenLayers 封装 WMS 请求,并返回到客户端,当数据到达客户端后。一方面,根据请求参数在 WW 上对地图进行展示,同时,将所请求的数据按照金字塔模型的缓存机制存储到本地服务器。

客户端在请求 WMS 之前,需要事先知道 GeoServer 中所能提供地图的信息,这些信息在 WMS 规范中以 xml 格式的地图元数据表述,通过发送 GetCapabilities 操作请求 $http://host[:port]/geoserver/wms?EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_xml&REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS$ 获取与之对应的 xml 文档,其中包括图像的格式和地图数据传递的空间参照列表。

客户端发出 GetCapabilities 后,通过解析返回的 xml 文档获取需要的地图信息,然后发出 GetMap 请求 $http://host[:port]/geoserver/wms?BBOX=[bbox]&Style=[styles]&Format=application/[format]&request=GetMap&Version=[version]&Layers=[layers]&Width=[width]&Height=[height]&srs=[EPSG]$,确认地图经纬度范围、图层的样式、使用的空间参照系统、输出的格式和大小以及背景色等信息。GeoServer 服务器在获取 GetMap 请求后,根据 HTTP 语句中的相关参数,生成对应的地图服务返回到 WebGIS 客户浏览器^[1]。

在请求语句中, bbox 通过经纬度定义所请求地图的区域, styles 指定对应 Layers 中图层的样式, Format 定义输出图像的格式,文中采用 openlayer 对 WMS 进行封装, request 定义操作名称, version 为 GeoServer 地图服务器的版本号, layers 定义获取地图的图层列表, width 和 hight 定义地图的宽度和高度, srs 为请求地图指定的空间参考系,当值为 4326 时,表示地图采用经纬度坐标参考系,图 2 为 WMS 服务。

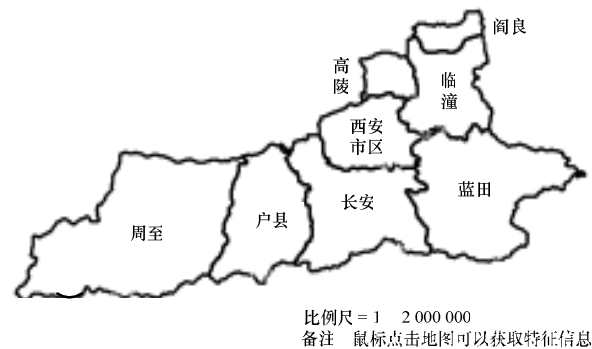


图 2 基于 GeoServer 的 WMS 服务

4 应用实例

本文设计的基于数字地球模型的 WebGIS 系统在国家“863”示范性项目中得到具体应用。基于数字地球模型的 WebGIS 能够实现空间定位、三维视角浏览、缩放及信息的实时查询等功能。通过 GeoServer 地图服务器,将 GIS 图层以 WMS 方式组织应用,在此基础上集成水雨情测站信息进行实时监测、洪水淹没三维仿真等水利应用。结合水利集成中间件系统,可以为防汛部门提供实时防汛信息,为决策者提供人机交互的便利。

4.1 系统环境设置

系统在 Windows XP 环境中搭建,采用面向对象语言 Java 编程,采用 Web 服务器构建 Web 环境,客户层基于开放源代

码的 WW Java SDK 进行二次开发。

4.2 基于 WebGIS 的水利应用

图 3 是基于 WebGIS 的水雨情信息的综合集成应用, 根据 GIS 数据功能划分为河流、水库、等高线、行政区域等共 22 个图层。通过 GeoServer WebGIS 服务器, 不同类型的水雨情信息以 WMS 服务的形式存储和调度, 通过选择相对应的 GIS 图层, 客户端发出数据请求, 从 GeoServer 中获取相应空间地理数据, 并以地图形式返回到客户端, 用户根据经纬度的定位组件输入研究区域中心的经纬度值, 界面能自动调转到指定位置。调用空间地理数据时, 根据数据缓存机制同时将数据保存到本地指定目录, 从而实现快速响应。图 4 是基于 WebGIS 的西安市水雨情信息综合集成, 图中图标表示水文站(其中半圆代表水库站, 实心圆代表雨量站, 斜三角代表河道站)。当双击图标时, 能显示实时的水雨情监视信息。

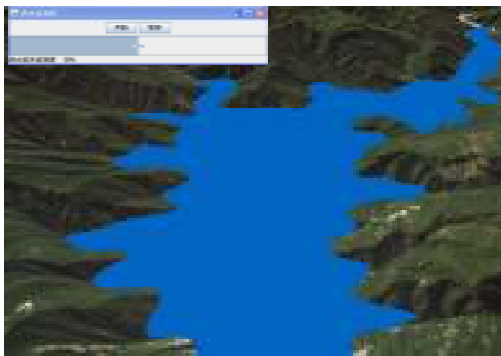


图 3 基于 WebGIS 的洪水淹没三维仿真

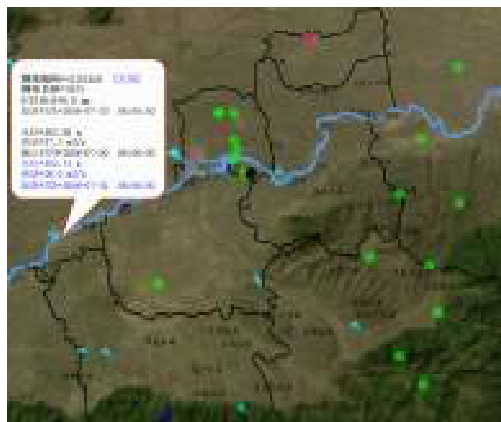


图 4 基于 WebGIS 的水雨情信息综合集成

洪水淹没仿真由于数据量大、模型复杂及表现不足是水利应用的难点问题, 而且传统的洪水淹没主要基于二维。本文基于 WebGIS 进行洪水淹没的三维仿真, 通过构建研究区域内的矩形格网, 并进行缓存处理, 给定洪水水位值, 根据格网蔓延法可快速求取具备连通性且在水位值之下的格网集合, 采用 JOGL(Java bindings for OpenGL)技术实现格网集合的渲染和着色。采用 Swing 的时间组件 Timer, 实现水位的自动递增, 从而实现不同洪水水位条件下的洪水淹没三维仿真。如图 3 所示, 基于 WebGIS 的洪水淹没具有较好的响应速度和三维效果, 能够满足用户进行实时性淹没分析及决策。

5 结束语

本文遵循 OGC 规范, 在开源数字地球模型基础上进行 WebGIS 二次开发, 分析了实现的关键技术及设计方案, 提出系统的体系结构, 构建基于 WebGIS 的水雨情信息综合集成及洪水淹没三维仿真, 并应用到实际工程中。基于数字地球的 WebGIS 在一定程度上解决了海量空间数据的有效传输、管理及展示功能, 但是现有网络传输及数据处理模式极大限制了 WebGIS 功能的扩展, 网格计算的高速发展为解决此问题提供契机, 本文后续工作将尝试在网格环境下实现 WebGIS 服务, 更为有效地实现空间地理数据的高性能计算以及复杂应用建模等功能。

参考文献

- [1] 肖尧轩, 解建仓, 李建勋, 等. WebGIS 与 RS 的整合方案及其应用[J]. 计算机工程, 2009, 35(22): 278-280.
- [2] Green D R. Cartography and Internet[J]. The Cartographic Journal, 1997, 34(5): 134-140.
- [3] Open GIS Consortium Inc.. Web Map Service Implementation Specification[EB/OL]. (2002-01-16). <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>.
- [4] 解建仓, 王晓辉, 李建勋, 等. WMS 下的 WebGIS 开发与与水环境信息服务平台集成[J]. 应用科学学报, 2006, 24(3): 265-269.
- [5] Garnett J. GeoServer[EB/OL]. (2010-01-21). <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>.
- [6] 李振华, 刘鹏, 王真, 等. WMS 服务的缓存策略研究[J]. 计算机与现代化, 2009, 15(5): 5-8.
- [7] Bell D G, Kuehnel F, Maxwell C, et al. NASA World Wind: Open Source GIS for Mission Operations[C]//Proc. of IEEE Aerospace Conference. Big Sky, Montana, USA: [s. n.], 2007: 1-9.

编辑 任吉慧

(上接第 222 页)

参考文献

- [1] 孔月萍. 图像逆半调及其质量评价技术研究[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2008.
- [2] Lin Yinyi. Compaction of Ordered Dithered Images[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2001, 10(5): 797-802.
- [3] Coifman R. Entropy Based Algorithm for Best Basis Selection[J]. IEEE Trans. on Inform. Theory, 1992, 38(2): 713-718.
- [4] Said A, Pearlman W A. A New, Fast, and Efficient Image Codec

Based on Set Partitioning in Hierarchical Trees[J]. IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology, 1996, 6(3): 243-250.

- [5] 王明翠, 顾海明. 均值均方差在基于 DCT 的图像压缩算法中的应用[J]. 计算机应用, 2007, 27(6): 162-163.
- [6] Dohono D L. De-noising by Soft-thresholding[J]. IEEE Trans. on Inform. Theory, 1995, 41(3): 613-615.
- [7] 王暄. Contourlet 域中邻域窗口最优阈值滤波算法[J]. 计算机工程, 2010, 36(5): 223-224, 227.

编辑 索书志