

海量地形数据的 Web 发布与交互浏览

陈 静¹ 龚健雅¹ 朱欣焰¹ 李清泉¹

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘 要: 阐述了基于 CORBA 的分布式平台实现异构网络环境下海量地形数据的 Web 发布与服务的关键技术, 通过一个实验系统对上述方法进行了测试。

关键词: 海量地形数据; CORBA; Web 地形服务器

中图法分类号: P208

地形和影像数据作为国家空间数据框架中的重要基础数据, 在国家空间数据基础设施 (NSDI) 建设中起着重要的作用。地形数据具有几何复杂度高、纹理(影像)数据量大、分布式存储等特点。一般一个省级的地形和影像数据量可达 500 ~ 1 000GB。目前, GIS 系统采用 Client/Server 结构实现对海量空间数据的存储和管理, 这些系统在处理多用户对数据库服务器访问时易出现瓶颈, 不利于进行基于 Web 的发布与服务。

国内外学者对于三维地形浏览的研究是结合科学计算机可视化和 GIS 进行的, 如美国 Brimson 实验室和 Minnesota 大学自然资源研究所设计了一个浏览地形的虚拟现实系统^[1]; 瑞典联邦理工学院和 Zuerich 大学联合开发了 ViRGIS (virtual reality based geographic information systems)^[2], 该系统利用 GIS 数据, 可实时、交互地绘制三维地形场景。早期的这些研究和系统还不能进行大规模、海量的三维地形数据的处理和应用。目前的 GIS 商业软件, 如 MapInfo、Arc/Info 等都有三维处理模块, 但这些商业软件的 Web GIS 子模块尚不能发布包括地形、影像和三维城市模型数据在内的海量空间数据。

随着计算机软硬件的发展, GIS 可以在高速网络条件下, 采用专用数据传输协议进行海量地形数据的交互浏览^[3]。但是高速网络的建设投入大, 由于采用专用协议, 在多用户数据请求的服务质量等方面还需要进一步研究。

互操作和共享服务的 GIS 是分布式地理信息

系统的研究重点之一。OGC (OpenGIS consortium) 提出互操作地理信息处理的 OpenGIS 规范, 其目的是为了解决基于异构地理信息处理环境下分布式数据获取、数据共享和遵循统一的接口进行地理信息服务等问题。对于地形数据服务, OGC 提出了地形服务器 (Web terrain server, WTS) 接口的草案^[4]。CORBA 具有跨操作系统平台的特性, 能够实现在不同平台上进行的分布式计算, 为开发功能和通用性更强并可互操作的 GIS 平台提供了条件。

1 基于 CORBA 的分布式系统结构

随着分布式计算技术的发展, GIS 处理海量空间数据的方式也从原来的集中、独占发展为分布、共享。基于分布式计算技术的 GIS 平台扩展了 Client/Server 的体系结构, 实现了 GIS 的分布计算, 从而为 GIS 用户提供统一、完全透明的空间数据服务。

CORBA 和 Java 紧紧地绑在一起 (Javasoft 在 Java 中支持 CORBA 的 IIOP), 而 Java 对 Web 技术的全面支持, 使得 CORBA 同时能较好地支持 Web 技术的开发。

图 1 是基于 CORBA 的分布式 Web 发布系统结构, 在这样的分布式 Web 发布的构架下, 地形发布的组件间通过 ORB 进行通信, 防火墙外的用户可以通过 ORB 网关同内部网络中的 CORBA 服务器进行连接, 在保证安全性的同时, 克服了 Java 基于安全性考虑对 Java Applet 的限制, 即 Java Applet 只

能同其下载的 Web 服务器进行通信。

1)客户端从 Web 服务器下载一个 Java Applet 的三维地形浏览器,浏览器下载后通过 IIOP 协议与 COBRA 服务器进行通信。

2)Web 服务器包括 HTTP Server 和 CORBA Server。HTTP Server 负责 Java Applet 的下载, CORBA Server 提供 ORB 的定位信息,并且响应客户端的请求,处理多用户的并发访问;根据 CORBA 的分布式服务组件将用户的请求转发到其他 CORBA 的应用服务器上,返回用户请求的结果。CORBA 的应用服务器分别部署在不同的服务器上,实现地形数据和影像数据的获取、处理以及 DEM 空间分析实现等功能。

3)数据服务器包括地形数据库和影像数据

库,分别部署在不同的服务器上,通过数据访问接口实现地形和影像数据库的数据调用。

基于 CORBA 的分布式 Web 发布体系结构相对于其他分布式平台 Java RMI、J2EE 或者 DCOM 技术建立的 Web GIS 发布结构的特点是:通过 CORBA Server 将用户的请求转发到不同的服务器上,解决负载均衡的问题;实现异构网络环境下的服务器的统一部署,系统的实现可以根据需要使用不同的语言实现,解决异构网络条件下 Web 发布的问题;可以通过 HTTP Server 和 CORBA 服务器通信从而调用 WTS 的 COBRA 接口实现,将地形数据封装成地理标识语言 GML,从而提供地形数据基于 OGC 服务规范的共享和服务。

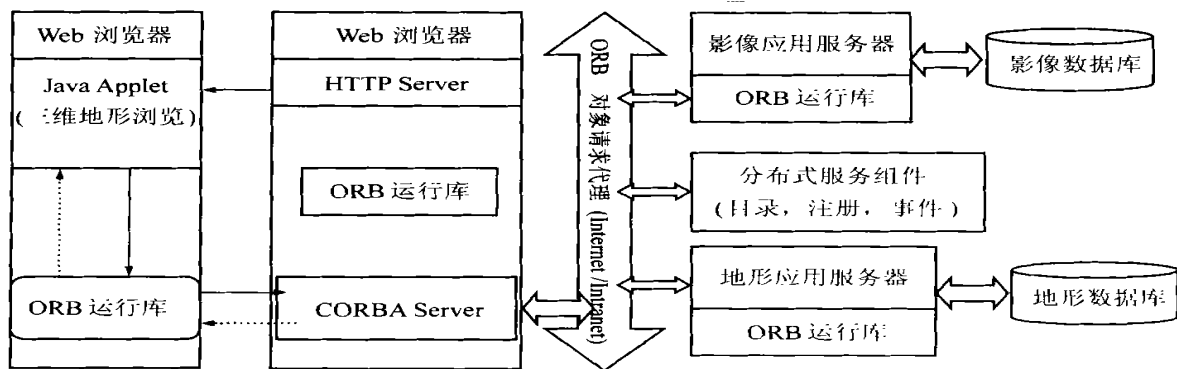


图1 基于 CORBA 的分布式 Web 发布体系结构

Fig.1 Distributed Web Publication Architecture Based on CORBA

2 基于 CORBA 的 WTS 服务接口

在异构数据库和分布式计算的情况下, GIS 组件要求能够在依照一定接口规范的基础上进行共享和互操作,而遵照这些规范接口的调用对于分布在网络中的 GIS 组件公开透明。WTS 是 OGC 专门针对地形服务器提出的规范草案,主要定义了地形服务器的接口,通过调用这些接口提供地形数据的共享与服务。对此,在使用 CORBA 平台实现地形数据的发布和服务的同时,对于 WTS 规范使用 CORBA 的 IDL 接口进行定义和实现,以满足地形数据共享和服务需要。

WTS 是 OGC 制定的 OpenGIS 规范中关于地形服务器的规范草案,是对 OpenGIS 规范 Web Map Server(WMS)在地形数据中的扩展。

GetCapabilities 让客户端的用户获取 WTS 的一些信息,从而让用户知道哪些要求能够实现。用户在获取 WTS 的信息后提供 GetView 的请求。

GetCapabilities 接口扩展了 OGC 规范中有关 Map Services 中的同一接口。

GetView 是 WTS 的主要接口,它通过设定用户感兴趣的点 POI、观点到 POI 的距离 DISTANCE、观察的视角 AOV (angle of view)、倾角 PITCH、偏角 YAW、空间参考 SRS (spatial reference system)等一些参数,来实现用户对三维地形场景的观察。GetView 接口中的一些参数,需要用户通过 GetCapabilities 接口预先获得。

GetMap 是提供给用户获得叠加了纹理的地形场景的一个图片,以用户需要的格式提供用户在客户端浏览。

由于 CORBA 是面向对象的技术,因而 CORBA 接口的定义需要在确定对象和操作后,通过 CORBA 的接口定义语言 IDL 来描述,接口只是定义了对象能提供给外界什么样的服务以及怎样调用,并不涉及具体的实现,也和特定的程序设计语言无关。

WTS 的接口中 GetCapabilities 和具体的实现无关,只是为客户端提供 WTS 的信息。所以 WTS

的 COBRA 接口主要是 GetView 接口和 GetMap 接口。接口实现一些最基本的功能,用户可以通过调用这些接口,很容易获得所需要的数据,转换成统一的地形数据交换的 GML 格式,从而提供数据的共享和服务。

3 多分辨率地形数据的三维交互浏览

实现多分辨率的地形数据的三维交互浏览主要解决两个问题:① 客户端实时获取一定范围的、任意分辨率的地形和影像数据,进行三维显示,数据请求的范围依照数据的分辨率进行改变。② 客户端能够选择任意飞行和鼠标漫游的路线,对海量地形数据进行任意视角的飞行和漫游。

3.1 多分辨率地形数据的实时获取

受到网络带宽和观察视角范围的限制,用户某一时刻只对所观察的部分三维地形范围感兴趣,这个范围被称为感兴趣区域(AOI),如图 2 所示。一般来说,用户视点高度和视角决定 AOI 范围的大小,在视角一定的条件下,视点高度增加,AOI 范围变大,所显示的地形和影像的分辨率小;视点高度降低,AOI 范围变小,所显示的地形和影像的分辨率高。对于地形数据的发布,每一次只需要将用户某一时刻的 AOI 数据从服务器端传输到客户端进行显示,这部分数据相对于整个地形数据范围来说比较小(一般压缩为字节流大约 300~500KB),适合网络条件下的数据传输。为了缩短用户请求的响应时间,在设置网络传输的数据量一定的条件下,计算出 AOI 范围就可以求出相应的地形和影像的分辨率大小。

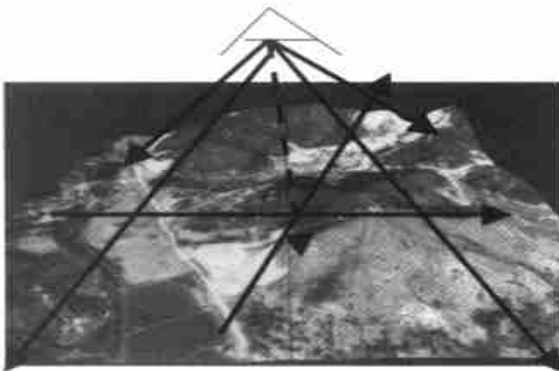


图 2 观察点 AOI 范围
Fig. 2 Observer of AOI

3.2 海量地形数据的实时三维无缝浏览

在实现根据地形的范围和分辨率获取地形数据并显示的基础上,实现海量地形数据的飞行漫游。当三维地形场景要跨越不同的投影带时,

需要作不同投影带的数据转换,从而实现数据的无缝。飞行漫游时某一时刻所观察到的三维地形场景是局部的,对此在客户端建立数据缓存,扩大初始场景范围,当视点从初始位置移动到临界位置(该位置的视场范围正好处于初始场景的边界)的时候,利用这段时间,客户端确定了飞行漫游的视线方向,向服务器获取飞行视线前方的三维地形数据,并在客户端显示,同时去掉用户看不到的视点后方的三维地形场景,从而给用户一个始终能够浏览整个海量地形数据库的感觉。

上述方法的实现需要建立客户端和服务器的地形数据缓存。在客户端根据飞行漫游的方向建立数据缓存。初始的视点位置和视角范围如图 3 所示, A 为视点的初始位置, B 为该场景的临界视点位置。根据设定的飞行速度和 A 、 B 之间的距离可以求出从 A 到 B 的飞行漫游时间 T_1 。由于使用多线程来实现飞行漫游的同时进行地形数据的显示,因此可以利用时间 T_1 的值调度线程之间休眠和唤醒的时间,从而更好地保持线程的同步。

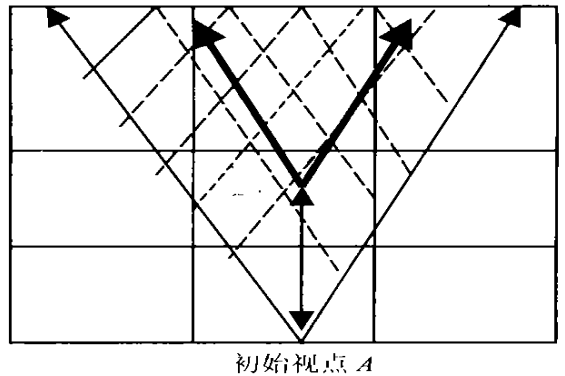


图 3 对于飞行操作的数据缓存
Fig. 3 Data Buffer for Flying Operation

4 系统实现与测试

根据上述方法,采用 Java 和 Java 3D 技术,使用 VisiBroker for Java 的 CORBA 开发环境。在一个异构的局域网条件下开发部署一个 Web 分布式三维地形发布服务系统(Web-based disturbed 3D terrain services system),对地形(DEM)和影像数据集成发布进行了测试。系统主要功能是在一个或者多个共享地形数据库的环境下,支持多用户的对地形数据的浏览和服务的并发访问操作;可以获取一定范围的任意分辨率的地形数据并进行三维显示和任意角度的观测;指定飞行路线或者使用鼠标进行全地形场景的任意路径和姿态的飞

行和漫游;对三维地形场景中的数据可以选择任意范围和分辨率进行数据的下载服务,地形数据下载到客户端后以标准可交换的数据格式存储,影像数据以 DOM 或者 GeoTIFF 格式存储。

实验环境如下:10M 局域网,影像数据服务器和地形数据服务器分别部署在微机上,CORBA 的地形应用服务器部署在双 CPU 的 Dell 小型服务器上,其单个 CPU 的主频为 P II 886 安装在 Windows NT Server 服务器上。CORBA 的影像应用服务器安装在 UNIX 服务器上,采用 Solaris 操作系统,同时考虑到 Web 服务器要求性能稳定,将 Web 服务器也部署在同一台 UNIX 服务器上。地形数据库存储 500M 的地形数据,由 GeoDEM DB 建库存储在 Oracle 8i 数据库中,影像数据库存储 20G 的影像数

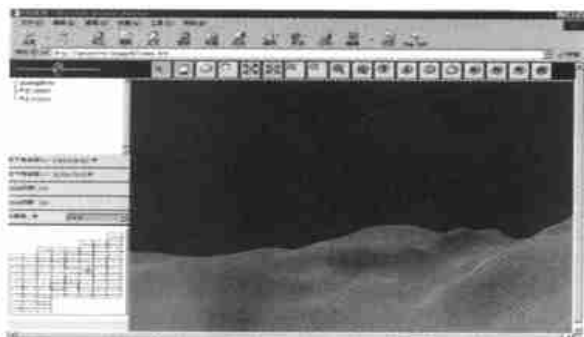


图4 海量地形(DEM)数据发布

Fig. 4 Publication of Massive Terrain Data

据,由 GeoImage DB 建库存储在 Oracle 8i 数据库中。客户机采用 P III 667 CPU、Windows 平台、IE5 浏览器的普通微机。

系统发布实验结果分为地形数据单独发布(图4)、地形和影像集成发布(图5)。

系统测试分为功能测试和多用户测试。采用测试软件 Web Performance 2.5 对系统的主要功能进行了测试。测试表明,系统支持 230 个并发用户的成功访问;从客户端获取范围为 1km^2 、DEM 分辨率为 10m 、影像分辨率为 0.8m 的数据,从提交请求到最后显示所用平均时间为 2s 左右;在 60 个用户并发访问条件下,客户端进行地形和影像数据叠加的无缝三维漫游时浏览速率可以达到 18 帧/s。

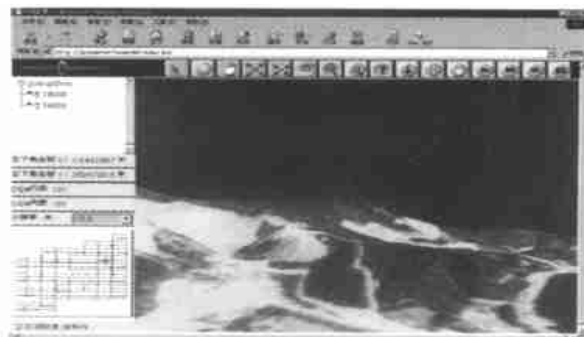


图5 海量地形(DEM)和影像数据集成发布

Fig. 5 Publication of Massive Terrain and Image Data

5 结 语

多分辨率的地形和影像数据作为重要的空间基础数据,能够在计算机中模拟客观世界,从而为地学模拟分析提供一个逼真的三维虚拟环境,最终建立分布式虚拟地理环境。因此,下一步重点研究在这个分布式三维虚拟环境中多用户的管理和协同问题,以及基于这个分布式、多用户的虚拟三维环境中进行地学多维动态数据的模拟分析等问题。

致谢:对王永君博士和武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室网络 GIS 小组成员的帮助与支持表示感谢。

参 考 文 献

- 1 刘占平,王宏武,汪国平,等.面向数字地球的虚拟现实系统关键技术研究.中国图像图形学报,2002,7(2): 160~164

- 2 Pajarola R B. OTAW' 94-VIRGIS (Virtual Reality Based Geographic Information Systems). <http://iamwww.unibe.ch/choose/articles/94-11/OTAW-94.Poster.5.htm> 1994
- 3 汪国平,吴学礼,陈斌,等.高速网上三维海量地形数据的实时交互浏览的实现.测绘学报,2002,31(1): 34~38
- 4 Martin R, Yvan L, Lee I. Visualizing Massive Terrain Database in VRML. IEEE Computer Graphics and Applications 1999, 19(2): 30~38
- 5 OMG. The Common Object Request Broker: Architecture and Specification. <http://www.omg.org/>, 2003
- 6 OGC. The OGC Technical Committee Technology Development Process. Open GIS Consortium. <http://www.opengis.org/pl>, 2002

第一作者简介:陈静,博士生。研究方向是分布式虚拟地理环境。
E-mail: jchen@wtusn.edu.cn

Web-based Publication and Interactive Browsing for Massive Terrain Data

CHEN Jing¹ GONG Jianya¹ ZHU Xinyan¹ LI Qingquan¹

(1 State Key Laboratory of Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing,
Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: The kernel of this paper is to discuss the key technology of publication and interactive browsing for massive terrain data. These massive terrain data are stored in spatial database. Compared with the traditional application architecture of Web GIS, the application architecture of CORBA is proposed. After analyzing the characters of massive terrain data and Web, the distributed Web architecture based on CORBA is proposed. The CORBA-based WTS' s interface also accomplished for terrain data services. Finally, according to these methods, the Web-based disturbed 3D terrain services system is implemented and the experiment is tested.

Key words: massive terrain data; CORBA ; WTS

About the first author: CHEN Jing, Ph.D candidate, majors in distributed virtual geographical environments.
E-mail: jchen@wtusm.edu.cn

(责任编辑: 涓涓)

下期主要内容预告

- ◀ 基于 GIS 的国民经济动员分析决策系统设计
- ◀ 基于特征空间中类间可分性的层次型多类支撑向量机
- ◀ 非线性系统中卡尔曼滤波的一种新线性化方法
- ◀ 基于序列影像的飞机姿态跟踪测量方法研究
- ◀ 集成高度和彩色纹理特征的影像目标模型聚类识别的方法