

文章编号: 1007-4619 (2000) 01-0076-07

基于 B/S 体系的 Internet GIS 分布式异构空间数据库的集成

韩海洋, 龚健雅, 袁相儒

(武汉测绘科技大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室, 湖北 武汉 430079)

摘 要: Internet GIS 的蓬勃发展使得通过网络获取空间信息成为可能, 然而, 由于地理数据格式的多样性 (异构数据), 限制了用户透明的获取远程数据以及对不同历史时期、不同格式、不同存在形式的数据用户端无缝的操作与表现。提出了 Internet 环境下基于浏览器/服务器结构交互的服务器端虚拟 DBMS 的概念, 以对终端分布式异构数据库组织、管理, 以及实现异构数据获取与互操作。

关键词: 互操作性; 地理信息系统; 分布式; 浏览器/服务器; 虚拟空间数据库管理系统

中图分类号: TP79/TP393 **文献标识码:** A

1 引 言

近年来 Internet/Intranet 的流行与迅捷发展, 改变了人们的生活思维方式, 也改变了传统地理信息系统的发展模式, 为实现地理信息互操作提供了必要的硬件和通讯环境, 互连网络地理信息系统 (Internet GIS) 的兴起代表了未来 GIS 的一个重要发展方向^[1,2], 使人们通过网络获取并互操作异构地理数据具备了客观条件的可能性。空间与时间不再是获取及更新信息的障碍。Internet GIS 与 OpenGIS 或 IGIS^[3,4] 的相互结合, 促进了地理信息科学进一步走向开放和在社会生产中获得更为广泛的应用^[5-8]。然而, 由此也带来了一系列急需解决的理论与技术问题, 其中一个关键的就是如何实现异构数据的互操作^[9,10], 从而使得终端用户可以透明的访问不同源分布式数据以及对这些数据无缝的操作, 而基于浏览器/服务器 (B/S) 体系的 Internet GIS 则为上述问题的解决提供了切实可行的解决方案。

B/S 体系是 Internet 技术的发展, 高端服务器成本稳步下降, 与此同时拥有 PC 客户机的费用却不断提高。这使得 IS (Information system) 不得不对传统的客户/服务器 (C/S) 体系扩展以满足与 Internet 相

结合的要求。这种新的体系前端是基于瘦客户机的浏览器 (Browser), 服务器端是 Web 服务器以及数据库服务器。目前所有的客户机与 Web 服务器间都采用标准的 Http (超文本传输控制协议) 通讯, 而 Web 服务器与数据库服务器则采用 CGI、JDBC 或 API 函数接口 (如 NSAPI、ISAPI) 方式交互^[11]。

在这种多层结构下, 综合了浏览器、信息服务和 Web 等多项技术。客户端浏览器为大多数终端用户远程资源访问提供了统一的接口, 改变了传统模式下用户界面纷繁芜杂造成用户使用的不便以及 C/S 体系中 Client 端跨多平台的问题。通过一个浏览器可以访问多个应用服务器, 形成多点到多点的结构模式。使用浏览器与某远程主机或系统进行连接, 并不需要更换软件, 或再启动另一套程序。B/S 的一点对多点使用软件的结构, 使得开发人员在前段浏览器方面减少了许多工作量, 而把注意力引到怎样更合理组织信息、提供对客户的服务上来。同时, 借助于浏览器超链 (Hypertext) 的概念以及地理信息用户端的矢量图形显示, 可以实现矢量图形对象、图像对象、视频对象、本文对象与声音以及虚拟现实的超媒体间相互链接, 从而给地理信息以多种感官的表现手法 (Hypertext)。从服务器角度来看, 这种开放、易于应用的体系也为后端提供了统一的数据库

收稿日期: 1998-12-03; 修订日期: 1999-03-19

基金项目: 国家自然科学基金“分布式部件对象模型及其在互联网地理信息系统的应用研究”资助, 项目批准号: 49871066。

作者简介: 韩海洋 (1973-), 男, 1996 年毕业于武汉测绘科技大学测量工程专业, 现为武汉测绘科技大学测绘遥感信息工程国家重点实验室博士生, 主要研究方向为 Internet GIS 及分布式计算。

访问接口。不管信息源是什么样的数据库,都不会影响软件开发和整个信息结构,保证了信息基础设施得以在不同阶段平滑的过渡。这也正是为什么流行的Internet GIS软件都基于B/S结构的原因。

本文首先对浏览器/服务器(Browser/Server或B/S)结构做简要分析,指出B/S体系是原有的客户/服务器体系的扩充和发展,有利于网络环境计算以及构造分布式部件化结构^[12,13]。然后重点阐述Internet GIS后端服务器对分布式异构空间数据库集成的解决办法,即虚拟空间数据库管理系统(VGDBMS)的概念、VGDBMS如何与Web服务器以及分布式异构空间数据库^[14]协调完成B/S体系下的分布式计算任务以实现空间信息的管理和客户端无缝的显示与操作。最后,以开发的Internet GIS——GeoSurf V2.0的基于该结构的软件升级为例进一步加以说明。

2 基于B/S体系的分布式异构空间数据库的集成

前面提到,B/S体系要求分布式计算以及计算任务向服务器方迁移,这就要求服务器必须能快速响应以处理多用户的请求,并且,只返还必要的结果给用户以尽量减少网络负载并增强响应。但是,对于服务器端GIS数据服务商来讲,多种空间数据模型(如文件结构、关系数据库结构、面向对象结构以及混合结构等等)或不同数据格式的存在使得信息的共享变得困难^[15]。同时处于经济等条件的考虑,不同历史时期不同精度的空间数据必须结合起来才能满足用户对信息查询和分析的需要。这就面临如何对于分散的、异构的空间数据库无缝的组织和管理以及时响应Web服务器来自用户端的请求并经过对分布式空间数据库完成相应的操作后再集成回送结果给用户端。只有这样,用户的消息处理与后端服务器的过程分析才完全满足了B/S体系的效率要求。本文对此提出了一个新的概念:虚拟空间数据库管理系统(Virtual Geospatial DBMS),简称VGDBMS。

2.1 VGDBMS的涵义与结构框架

VGDBMS包括基于分布式环境的多服务器(Multiserver)与管理分布式、异构空间数据库的服务器端关系数据库管理系统(SRDBMS)。VGDBMS“对内”可以是一个自循环的网络环境,不同服务器与SRDBMS通过网络建立彼此的协调和通讯联系;“对

外”收发、处理来自Web服务器和用户空间数据库的消息与处理结果,也可以说是对多个分布式、异构空间数据库集成处理的空间数据库管理系统^[16]。只不过,这样的结构在空间上是分散的,在操作上是分布的。通过这样一个概念,以全局的观点就可以把分布式条件下后端复杂的结构视为一个跨越网络的单一的虚拟GDBMS。对于终端用户只是对Web服务器透明的访问以及基于浏览器对矢量图形无缝的操作与处理分析;对于服务器用户而言,也屏蔽了多空间数据库以及彼此语义^[3]、数据模型、数据格式综合的过程,服务器用户通过Web服务器只是透明的访问及配置传统模式下的单一的DBMS。而实际上,通过VGDBMS中具备封装性的多服务器与SRDBMS,按预定义的协议接受消息分布给其自内部分布式部件处理并综合后按规定的协议发送结果消息。

图1是VGDBMS的结构图,由于用户端浏览器与Web服务器的关系已有多篇文章阐述,所以本文仅集中讨论VGDBMS思想的内涵以及后端Web服务器与VGDBMS以及VGDBMS与分布式空间数据库的关系。

图1是后端服务器的整体结构,主要包含3部分:Web服务器/应用程序接口、虚拟空间数据库管理系统(VGDBMS)、分布式空间数据库(包括不同数据格式的GIS数据)。

Web服务器/应用程序接口作为终端用户(浏览器端)可见的后台服务器,主要包括Web服务器本身和服务器应用程序两部分:前者负责浏览器与服务器间遵循一致网络协议通讯,保持基于同一协议(如常用的Http协议)的消息正确传递;后者作为服务器应用程序以Web服务器所保证的网络协议为基础建立通讯联系,具体的实现目前主要包括CGI,ISAPI,NSAPI以及JAVA Servlets等。当浏览器端用户需要对空间信息作出查询或处理时(借助于ACTIVEX,PLUG-IN或JAVA写的客户端GIS应用系统与浏览器结合),按与服务器实现约定的消息接受机制传递相应的请求消息经TCP/IP协议到Web服务器触发服务器应用程序的消息相应机制。服务器应用程序随后传递该客户端请求到虚拟数据库管理系统(VGDBMS)的基于分共协议的消息发送器。消息处理后返回对相应的分布式空间数据库的操作结果又经Web服务器发送给客户端,从而以B/S的方式完成了一次交互。

虚拟空间数据库管理系统(VGDBMS)在后端服

务器中起到核心作用,它“承上”与 Web 服务器/应用程序接口接受请求相应查询分析结果,“启下”与分布式异构空间数据库完成客户请求任务的协调、分配、发送和接收、综合任务;而在其内部这样一个部件化构造的分布式网络环境里,包括目录服务器、安全管理服务器、数据获取服务器、查询处理服务器、数据字典服务器以及服务器端关系数据库管理系统(SRDBMS)。这些服务器和 SRDBMS 之间以及与外部通过一定的协议建立联系并传递部件化消息(表 1)。

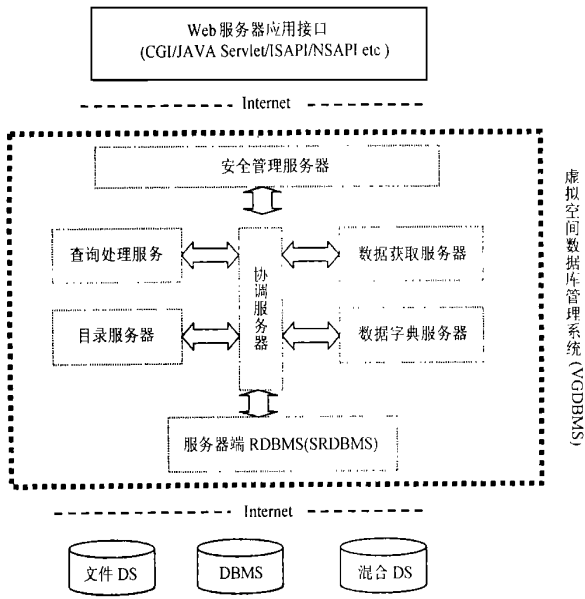


图 1 虚拟空间数据库管理系统(VGDBMS)结构框架图
Fig. 1 The framework of VGDBMS

上述多服务器通过协调服务器建立彼此的部件化通讯联系。由于服务器端关系数据库管理系统 (SRDBMS) 对分布式地理信息有效的组织与管理,避免了提供给用户孤立、分散的地理信息,所以,各个服务器与 SRDBMS 结合的虚拟空间数据库管理系统 (VGDBMS) 就可以方便地实现对用户端的响应与对后台分布式空间数据的操纵与组织。

当服务器收到 Web 服务器/应用程序接口的请求时,传递请求到 VGDBMS 的安全管理器,安全管理器按用户的授权级别递交到服务器端 RDBMS (SRDBMS) 检验是否合法,然后由目录服务器根据用户的级别返回相应的视图给用户端,包括可访问的数据库的元信息与不同数据库或图文件间的组织与联系信息。这样,用户就可以对权限范围的视图操作。比如查询的请求就发送给查询处理器(为简化起见,图 1 省略了其它部件处理器,如对分析的操作)。查询处理服务器接收到查询请求消息部件,分析不同的查询消息类别,先通过 SRDBMS 获取到分布式空间数据库的元信息,而后形成 SQL 语句对分布式异构空间数据库查询得到结果集,并对结果集针对数据库的类型以及数据模型合并或综合形成查询消息响应部件。该封装的部件通过查询服务器返回到用户端显示。

分布式空间数据库即存储于网络环境的异构地理信息,包含传统的各种数据库以及相应的管理系统,它们本身作为一个 Internet 结点处于 Web 服务器的管理之下并有自己的安全管理与数据维护机制。VGDBMS 基于一定的网络协议通过数据库关联规范

表 1 虚拟空间数据库管理系统(VGDBMS)内多服务器的分布与通讯
Table 1 The distribution and communication of multiserver in VGDBMS

服务器名	网络地址	地理位置	服务器通讯部件	客户端通讯部件
安全管理	202.114.113.240	武汉测绘科技大学	SsecurityServlet	CSecurityReceive
目录服务	210.75.46.29	广州	ScatalogServlet	CCatalogReceive
查询处理	196.168.0.39	武汉测绘科技大学 GIS 中心	SqueryServlet	CQueryReceive
分析服务	137.189.169.162	香港	SanalysisServlet	CanalysisReceive

(如:ODBC 或 JDBC 以及对应与 GIS 文件格式的自定义标准)建立与各空间数据库的联系。在确定语义转换之后,分布式传送查询或分析的请求,而后对汇集的结果综合分析,得到最终对客户端响应的消息。

对后端服务器的操作与处理,各部分之间以及各部分内部的各个部件之间都是通过网络协议和消息部件建立起来的,如 GeoSuf 采用的 DataAccessRe-

quest, DataAccessReponse, QueryRequest, QueryResponse 等对象部件。从全局看,整体构成了多服务器与服务器端数据库管理系统结合的虚拟空间数据库管理系统;从局部看,所谓的虚拟空间数据库管理系统不过是分布于网络的部件化结构,其本身就是一个自交互和开放的网络环境,甚至对内部部件可以进一步细化成一个更小的分布式环境,只要它们基于相同的协议可标准。从超图的观点说,这样的构造中

每一部件既是图上一点,其本身也自成一体,可以内含复杂的图;不同部件间的消息或协议组成了点(部件)之间的边(多重联系)。从而实现了整体与局部的辩证统一,符合目前 GIS 发展的网络化和部件化趋势。

2.2 VGDBM 中服务器端 RDBMS(SRDBMS)的结构

在 Internet GIS 中,数据是分布式的通过网络获取,但是,数据数型的多样性(音频、视频、图像、图形等)、数据格式的复杂性、数据模型的不同(文件、关系数据库、面向对象等)给实现不同数据源空间数据客户端无缝组织造成了极大困难。目前大多数 Internet GIS 采用后台数据人工转化为系统格式的方式,这样无疑又增加了工作量,不利于信息的及时更新。借助于 VGDBMS 的概念,在后端服务器对获取的分布式空间数据直接的组织管理由服务器端数据库管理系统(SRDBMS)完成。从而将原本孤立、分散、异构的地理信息有序的集成,满足了用户对这些纷繁芜杂的地理信息联合操作的要求。顾及 Internet 数据传输主要基于 TCP/IP 协议、实现不同数据的安全级别划分以及浏览器中超媒体与超链的思想,SRDBMS 主要采用表 2 结构。

属性关联表 UserID Table 等,限于篇幅,不一一列出。下面以多比例尺图幅的获取与叠加解释 SRDBMS 的设计。

数字地球的一个重要概念是多比例尺与虚拟现实,而 Internet GIS 恰恰在此具有无比的优势。由于网络下地理信息的获取是分层次的,而且信息的种类是多样的。对多个不同图幅的获取与叠加必须考虑到信息的无缝融合。

表 3 中,对于每一图幅存在唯一的文件 FileID,通过该文件 FileID 与数据存放定位 URL(统一资源定位器)结合以 TCP/IP(一般是 Http)协议从网络取得空间数据。同时,借助于超链的概念,对于存在行政隶属的每图幅在结构中建立上下级的链接(表 4 中的 SubFileID 与 SuperFileID)。当用户在图中不断缩放时,通过表 3 FileID 对应的链接比例判断是否达到获取下级图幅的缩放倍数。若是,就可以链接到下一级比例尺的图幅或其它资源。如果用户对广东省行政图的顺德和佛山所在的区域不断放大,则最后通过服务器对 SRDBMS 查询就可以自动装载并拼接顺德与佛山地区图幅。此时,用户对顺德与佛山就如同一幅图一样操作,不但几何信息上是连续的,对属性的查询以及专题制图也是统一的。而若在 SRDBMS 中建立某个地物 OID 对应的超链连接,则随着对该地物继续缩放,最终可以与浏览器交互,以虚拟现实的形式反映地物所挂接的相关信息。

安全性的设置也是一个非常重要的因素,由于空间数据作为基础地理信息,往往是国家机密或具备保密性质的,所以,除了 Web 服务器本身的安全访问设置外,在 SRDBMS 中对于空间数据库的访问权限校核以及不同用户的对 Internet GIS 系统不同部件、不同层次的权限都可以由 VGDBMS 的系统管理员加以配置。

表 2 SRDBMS 中分布式空间数据库的元数据信息表 MetaInfo

Table 2 MetaInfo table in SRDBMS

数据库数目	数据库名称	数据库类型	编辑状态	数据源类别	位置 URL	语言类别	网络协议	其它
-------	-------	-------	------	-------	--------	------	------	----

除了反映不同空间数据库元信息的表 MetaInfo、图形文件的元信息的表 FileIndex、多比例尺链接的表 MultiScale 外,还包括授权用户表 Users。图形与

表 3 SRDBMS 中空间数据库索引表 FileIndex

Table 3 FileIndex table in SRDBMS

FileID	文件名	层次	数据类型	位置 IP	UserID	链接比例
1	广东行政图	0	ArcInfo	http://210.75.46.13/wwwgis/Geo11/ArcInfo/Guangdong	50010	10
2	广州行政图	1	ArcInfo	http://210.75.46.29/wwwgis/Geo11/ArcInfo/GuangZhou	52213	10
3	广州交通图	1	MapInfo	http://210.75.46.15/wwwgis/Geo11/MapInfo/GuangZhouRoad	30061	-1
4	番禺行政图	2	GeoStar	http://202.114.113.240/wwwgis/Geo11/GeoStar/PanyuBnd	50034	-1

多个图幅由于在结构中已经存放了它们数据源类别、资源位置、相互关系等元数据信息,所以对客户端完全透明,感受不到数据模型不同、空间位置不同所带来的显示、操作与分析上与传统 GIS 的差异

组织,而多服务器不必对存储在物理位置的地理信息维护管理。VGDBMS 中多服务器与服务器端 RDBMS 的结合实质是分布式、异构信息的组织管理与处理的集成过程,因而可以很好地完成 Internet

环境下分布式异构空间数据库集成的任务。

2.3 VGDBMS 中语义信息的获取

异构数据库数据的结合必须有明确的语义信息。但是,到目前为止,仍然没有建立的 GIS 数据模型和语义模型层次的互操作。当前最直接有效的方法仍然是建立明确的语义分类体系,实现显示的转换(图 2)。

表 4 SRDBMS 中多比例尺表 MultiScale

Table 4 Multiscale table in SRDBMS

FileID	所链接地物 LinkOID	下级图 SubFileID	上级图 SuperFileID
1	34	52213	-1
2	56	50034	50010
3	23	-1	50010
4	12	-1	52213

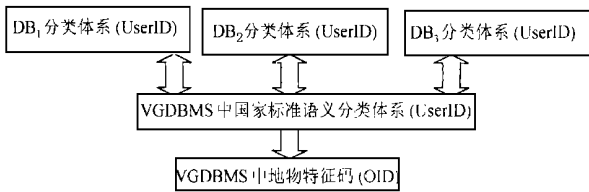


图 2 VGDBMS 与分布式异构空间数据库语义转换

Fig. 2 Semantics transfer between VGDBMS and distributed heterogeneous geospatial database

图 2 中,在 VGDBMS 内部以国家统一地物编码体系分类,通过服务器端用户接口提供显示的对应关系以便保持不同分类体系下同一地物类语义的一致。对于终端用户而言,反映的是 VGDBMS 内部的分类。当用户对不同源的数据实施图幅合并或单独显示以及查询或分析处理时,根据系统内部地物标识 UserID 与其它数据的地物标识 UserID 的对应关系,可以确定所要操作的地物特征码 OID 的范围。

3 基于 VGDBMS 的空间查询与数据获取服务

以上简要介绍了 VGDBMS 的基本思想,下面以一个查询请求为例说明具体空间数据处理过程(图 3)。

在系统各个部件都遵循统一协议情况下,客户端的查询请求经 Web 服务器/应用程序接口传递消息给 VGDBMS, VGDBMS 经过分析,把不同的查询要求发送到相应的子空间数据库。等待各子空间数据库反馈回各自的查询结果,再由 VGDBMS 予以综合

把结果消息经 Web 服务器/应用程序接口送到客户端显示给用户。

例如,用户需要对顺德和佛山地区(前者是 ArcInfo 数据,后者是 GeoStar 数据)拼接的图幅做统计制图,这实际是一个对分布式异构多空间数据库查询过程。首先在用户端获取必要的信息,如地物类 UserID、对应表名以及数据库名等等,并封装为查询消息发送部件 QueryMsgReq 通过用户端查询通讯部件 CQueryReceive 与查询服务器建立连接后发送到服务器查询通讯部件 SQueryServlet。SqueryServlet 分析用户请求,按照数据库类型的不同,形成多个 SQL 语句。通过 JDBC 或 ODBC 查询属性数据库信息。如果多个查询结果具有相同的属性结构则合并。然后,通过查询服务器回送结果集 SQueryResSet 部件到用户端。在对 M 个分布式数据库的 N 个表的查询中,先形成 M 个查询线程与 M 个 SQL 语句。对一个 DB₁ 和 SQL₁ 主要涉及的过程包括:

```
OpenJDBC-ODBCBridge (String FileURL1) {};//建立 JDBC-ODBC 桥的连接
```

```
ObtainDBMetaData ( ) {String FileAttrDB1, String DataType} {};//根据数据库的名字与类型获取元数据信息
```

```
QueryInfoFromDBTable(String SQL1) {};//由 SQL 查询结果
```

```
SqueryResSet.CombineSets(Object ResultSet);//完成多个查询后合并查询结果
```

数据获取服务同样是一个浏览器请求、多服务器、SRDBMS 与异构空间数据库交互的过程。例如,用户需要装载顺德与佛山图幅,由于两者在空间上是分布的,所以,根据 FileID 数据获取服务器在 RDBMS 中得到对应的空间数据存储位置,如 <http://210.75.46.19/wwwgis/Geo11/ArcInfo/Foshan> 及 <http://210.75.46.17/wwwgis/Goe11/Mge/ShunDe>。然后服务器从数据库装载空间数据并叠加、压缩后送回用户端解压缩显示。

在 Internet/Intranet 环境下,由于客户与服务器之间是多对多的对应关系,所以后端服务器对客户响应是多线程的,因此必须在多线程间建立协调机制和消息的不同优先级别。

4 基于 VGDBMS 思想的 Internet GIS 的应用系统

在 Internet GIS 的研究与应用中,不是传统 GIS 变更为数据的网络获取,而是整个数据模型、数据结

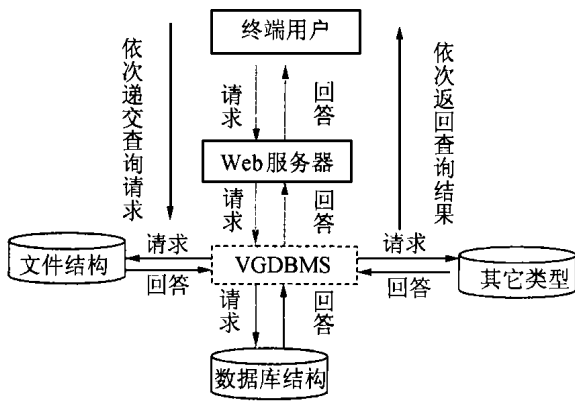


图 3 集成方式下客户端查询请求的响应处理过程

Fig. 3 The response processing of querying request in client side

构乃至数据组织方式基于 Internet/Intranet 环境特点的重新规划与设计, 目前的许多 Internet GIS 系统是对原有的 GIS 系统加以改造形成的, 尽管从目前看, 可以满足一定的应用, 但是从未来的发展着眼, 只是暂时的策略。

在对以前开发的 Internet GIS——GeoSurf V1.1 升级中, 应用上述 VGDBMS 的思想, 对整个系统的任务分配从客户端直接与空间数据库连接, 承担繁重的数据获取和分析计算任务, 转移到以后端服务器为主, 构造管理分布式空间异构数据库的 VGDBMS 为中心的分布式 B/S 计算体系, 减轻了客户端的负担。

目前 GeoSurf 的设计将数据获取、查询处理以及目录服务、安全管理从用户端剥离, 形成服务器端可交互的多服务器结构。同时, 大量异构空间信息以关系数据库管理, 避免了数据组织的无序。由于整个系统采用了 Java 作为编程语言^[17-19] (用户端为 JavaApplet, 服务器用 JavaServlet 构造), 借助于 Java 的可流动性以及跨平台操作特性, 用户可以动态的通过服务器运行 GeoSurf。而对属性的查询通过 VGDBMS 接收到消息后, 通过 JDBC 建立与 ODBC 的连接从而操纵关系数据库。

图 4 是 GeoSurf V2.0 实现分布式异构数据源图幅的无缝拼接的客户端显示。

在图 4 中, 左图是顺德行政区划图与道路图的叠加, 是微机版 ARC/INFO 数据, 右图是番禺市行政区划图, 是工作站版 ARC/INFO 数据, 用户查询和统计制图时, 把对不同源图幅的操作消息发送到服务器分别处理后再把消息反馈回来, 在客户端显示结果并绘制成图。

5 结 论

Internet GIS 适应了 GIS 走向网络化、部件化的趋势, 然而 Internet/Intranet 环境本身的开放性和网络化都要求传统 GIS 适应其特点, 从整个软件的结构体系、计算任务分配、资源负载平衡、部件内部或之间的组织关系到数据模型、语义模型的互操作, 还有大量的理论和应用问题需要解决。本文着重在实现分布式异构空间数据库集成方面, 以 Browser/Server 体系为基础, 提出了虚拟空间数据库管理系统的概念, 以期对分布式异构空间数据库有效的管理和组织, 有助于一定程度上地理信息互操作的实现并完成了软件的实现, 在实际工程中得到了检验。

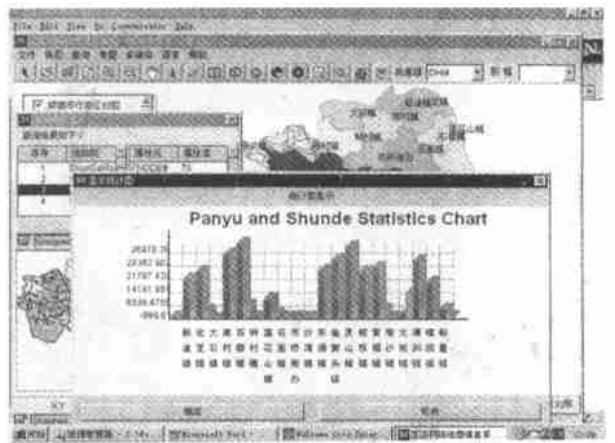


图 4 分布式异构数据源图幅客户端无缝的显示与处理结果

Fig. 4 The client-side display and geoprocessing of distributed heterogeneous geodata

然而, 如何进一步合理的划分客户端与服务器端之间以及内部的计算任务, 实现 Internet GIS 网络操作与部件模型间的统一和基于公共协议的有效的消息传送机制, 使服务器保持高效的响应性, 同时实现空间数据模型及语义级互操作, 以更好的搭构符合 Internet GIS 应用和发展的数据结构和计算模型, 仍然有待于进一步的探索。

参考文献 (References)

- [1] Zhuang V. Spatial Engine Drive Web-based GIS [J]. *GIS World*, 1997, 10(10): 45-58.
- [2] Oracle Corp. Oracle 7 Spatial Data Option Release 7.3.3; Spatial Solution Center Training Class Notes, 1997, 87.
- [3] Buehler K, Mckee L. The Open GIS Guide: Introduction to Interoperability Geoprocessing [M]. OGC TC Document, 1996, 96-100.
- [4] OGC. The OGC Technical Committee Technology Development Pro-

- cess. Open GIS Consortium, Wayland, Massachusetts, 1997.
- [5] Coleman D J, Maclanughlin J D. Information Access and Network Usage in the Emerging Spatial Information Marketplace [J]. *Journal of Urban and regional Information Systems*, 1997, (1): 8—19.
- [6] Evans D. Enterprise GIS: You take the high road [A]. In: proceeding of the 1996 URISA Conference [C]. 1996, 422—429.
- [7] Peng Z, Nerber D D. An Internet-Based GIS Data Access System [J]. *Journal of Urban and Regional Systems*, 1997, (1): 20—30.
- [8] Peng Z. An Assessment of Internet GIS [M]. Department of Urban Planning, University of Wisconsin Milwaukee, 1998.
- [9] Lennon J A. Hypermedia Systems and Applications; World Wide Web and Beyond Berlin, New York: Springer, 1997.
- [10] Hall W, Davis H, Hutchings G. Rethinking Hypermedia: The Microcosm Approach. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [11] Limp WF. Weave Maps Across the Web [J]. *GIS World*, 1997, 10(9): 46—55.
- [12] Plewe B. A Primer On Creating Geographic Services [J]. *GIS World*, 1996, 9(1): 56—58.
- [13] Plewe B. GIS Online: Information Retrieval, Mapping and the Internet [M]. Santa Fe, NM: Onward Press, 1997.
- [14] Wilson J D. Interoperability: Open the GIS Cocoon [J]. *GIS World*, 1998, 11(3): 58—60.
- [15] Plewe B. So You Want to Build an Online GIS [J]. *GIS World*, 1997, 10(11): 58—60.
- [16] Berners L T, Cailliau R, Groff J, Plleemann B. World Wide Web: The Information Universe [J]. *Electronic Networking: Research, Applications and Policy*, 1994, 1(2): 52—58.
- [17] Arnold K, Gosling J. The Java Programming Language. New York: Addison Wesley Publishing Company, 1996.
- [18] Strand E J. Java-Enabled Browser Provide Geographic Services [J]. *GIS World*, 1996, 9(1): 38.
- [19] Weber J. Spatial Edition Using Java. 2nd ed. Indianapolis. In: Que Corporation, 1996.

B/S-Based, Distributed, Heterogeneous Spatial Database Intergration

HAN Hai-yang, GONG Jian-ya, YUAN Xiang-ru

(Lab for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing Wuhan Technology University of Surveying and Mapping, Wuhan 430079, China)

Abstract: The rapid development of Internet GIS makes it possible to access spatial information, however, the complex and various geodata formats limit users to transparently access remote geodata and seamlessly process differently historical, different data format in enduser side. The paper brings up the concept of virtual DBMS in server side for organization and management of distributed heterogeneous database and finishment of heterogeneous geodata access and interoperability. By VGDBMS, users can access and process geoinformation being in different locations. Finally, as an application example of Internet GIS-GeoSuf, based on Java, crossplatform, distributed computing and browser/server, is represented in support of above mentioned issues.

Key words: Interoperability; Internet GIS; Distributed; Browser/Server; VGDBMS