

万维网地理信息系统发展及前景

杨崇俊 王宇翔 王兴玲 董鹏 刘冬林

(中国科学院遥感应用研究所, 北京 100101)

摘要 万维网地理信息系统是地理信息系统和万维网相结合的产物, 和传统的地理信息系统相比具有很多优越性. 近几年来, 国内外软件厂商开发了很多万维网地理信息系统平台软件, 也在各行各业得到广泛的应用. 万维网地理信息系统主要的构造方法有: CGI 方法、服务器应用程序接口方法、插件法、Java Applet 方法和 ActiveX 方法. WebGIS 的构造模型包括浏览器/服务器三层和多层结构体系. WebGIS 之间的互操作为空间信息共享提供了技术基础. OpenGIS 提出了万维网地理信息系统的互操作模型. 本文对 WebGIS 发展进行了综述, 并分析总结了 WebGIS 的发展趋势.

关键词 地理信息 万维网地理信息系统 互操作 综述

中图法分类号: P208 TP393 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2001)09-0886-09

Review of the Main Technologies of WebGIS

YANG Chong-jun, WANG Yu-xiang, WANG Xing-ling, DONG Peng, LIU Dong-lin

(Institute of Remote Sensing Applications, CAS, Beijing, 100101)

Abstract This paper introduces the main technologies for constructing a WebGIS, which is considered as an integration of Internet/Weg technologies and geographic information system. Compared with traditional GIS, many merits are showed in WebGIS. Recently many software producers have released WebGIS platform software all over the world. At the same time, many applications are built. The main technologies for WebGIS include CGI (Common Gateway Interface) method, Server Application Interface method, plug-in method, Java applets and ActiveX method. The Design models for WebGIS include 3-tie and multi-tie browser/server model. The most important feature for WebGIS is the interoperability. OpenGIS has been developing the interoperable model of WebGIS. A brief outlook for the main trends of WebGIS technologies and their applications are given. GML, Open Geographic Information System, distributed GIS, network based virtual geographic environment, mobile GIS would be the focus of GIS research and development in the future.

Keywords WebGIS, Interoperability Spatial information

0 引言

万维网地理信息系统是在 Internet 或 Intranet 网络环境下的一种兼容、存储、处理、分析和显示与应用地理信息的计算机信息系统^[1]. 国际学术界称之为 WebGIS, 这主要是由于大多数的客户端应用采用了 WWW 协议. 它的基本思想就是在互联网上提供地理信息, 让用户通过浏览器浏览和获得一个

地理信息系统中的数据和功能服务.

和传统的地理信息系统相比, WebGIS 具有以下 4 个特点:

(1) 更广泛的客户访问范围 客户可以同时访问多个位于不同地方的服务器上的最新数据, 而这一 Internet/Intranet 所特有的优势大大扩展了 GIS 的数据管理能力, 增强了对空间数据管理的时效性.

(2) 客户端平台独立性 无论客户机是何种操作系统, 只要支持通用的 Web 浏览器, 用户就可以

访问 WebGIS 数据。

(3) 更简单的操作 要推广 GIS, 使 GIS 系统为广大的普通用户所接受, 而不是仅仅局限于少数受过专业培训的专业用户, 就要降低对系统的操作难度。通用的 Web 浏览器无疑是降低操作复杂度的最好选择。

(4) 平衡高效的计算负载 传统的 GIS 大都使用文件服务器结构的处理方式, 其处理能力完全依赖于客户端, 效率较低。而当今一些高级的 WebGIS 能充分利用网络资源, 将复杂的处理交由服务器执行, 而对简单的操作则由客户端直接完成。这种计算模式能灵活地在服务器端和客户端之间合理分配处理任务, 提高网络计算资源的利用效率。

万维网地理信息系统涉及到在网络 (Internet / Intranet) 环境下, 地理信息 (图象、图形和与此相关的文本数据) 的模型、传输、管理、分析、应用的理论与技术。作为地理信息系统的一种新形式, WebGIS 无论是在理论研究, 还是在应用方面都还处于发展

阶段。开放的 Internet 为 WebGIS 提供了广阔的社会应用前景。万维网地理信息技术是一个非常重要的新兴的前沿研究方向。

1 万维网地理信息系统发展现状

1.1 平台软件

WebGIS 是当今 GIS 的热点, 已成为各大厂商激烈竞争的焦点。几个重要的国外 GIS 厂商争相发布各自的 WebGIS 产品, 如 MapInfo 公司的 MapInfo ProServer Intergraph 公司的 GeoMedia Web Map ESRI 的 Internet Map Server (IMS), 著名的 CAD 厂商 Autodesk 公司也推出了 MapGuide。这些产品大多发布于 1996~1997 年。最近 Bentley 公司和 MapInfo 公司又相继推出了 ModelServer /Discovery 和 MapXtreme。现就几个主要 WebGIS 产品的技术特征进行比较, 列表如表 1^[2]。

表 1 主要 WebGIS 产品的技术特征

WebGIS 产品	服务器端操作系统	Web 服务器	应用服务	服务器端运行模式	客户端浏览器	客户端运行模式	客户端地理信息格式
MapXtreme Java Edition	Windows NT UNIX	Netscape, Apache, Microsoft IIS	MapJ JDBC	CGI NSAPI 或 ISAPI	支持 HTML 的 任意浏览器	可下载 Java 小程序	栅格
GeoMedia Web Map	Windows NT	Microsoft IIS	ODBC		IE/Netscape	ActiveCGM 插件	栅格 矢量
Internet Map Server (IMS)	Windows NT	Microsoft IIS / Netscape	ArcView 或者 MapObjects 应用 ODBC	CGI	支持 HTML 的 任意浏览器	Java Applet 或 ActiveX 控件	栅格
MapGuide	Windows NT	支持 CGI 的 Web Server		CGI	IE/Netscape	需要安装 MapGuide Viewer 插件	矢量
GeoBeans	Windows NT/UNIX	Microsoft IIS	ODBC JDBC MapServer	CGI 或 ISAPI	IE/Netscape	Java Applet 或 ActiveX 控件	栅格 矢量

从与数据库的动态连接性能看, GeoMedia Web Map 和 MapGuide 比较突出。在服务器端, IMS MapInfo ProServer 和 ModelServer /Discovery 有较强的空间查询功能, 因为这几个软件在服务器端都运行着相应的桌面 GIS 软件, 客户端可以通过 Internet 直接向服务器端发送其桌面软件支持的空间查询命令。在客户端, MapInfo ProServer 和 IMS 支持多种平台, 而 GeoMedia Web Map 和 MapGuide 仅仅支持 Windows 系列操作系统。如果用于建立 Intranet 应用, 选择传递矢量图形的 GeoMedia Web Map ModelServer /Discovery 和 MapGuide 较好, 因为它们所需要的插件和 ActiveX 控件可以统一分发, 预先安装, 客户端具有较强的交互性和较快的响应速度。

互性和较快的响应速度。

另外, 国内万维网地理信息系统软件技术及产品也取得了长足的进步。在 2000 年度国产 GIS 软件测评中, 受到表彰的 WebGIS 产品主要有 4 个: 武汉奥发科技工程有限公司开发的 AFInternet GIS 国家遥感应用工程技术研究中心网络与运行工程部独立开发的地网 GeoBeans 武汉吉奥信息工程技术有限公司的 GeoSurf 北京神州通网络技术有限责任公司的 CD WebGIS。其中 GeoBeans 以其使用简单、维护方便、支持二次开发、丰富的客户端功能、跨平台、矢栅合成、兼容多种矢量格式数据、完善的空间分析功能、并发多用户访问、可移植性等良好特性而得到用户的认可。GeoSurf 由 Java 开发, 基于矢

量格式,具有严格的平台无关性,支持多数据源及分布式数据管理,矢量数据格式精确、精细,也可进行二次开发,用途广泛,具有较好的应用前景。

1.2 应用系统

目前,互联网上已经出现了许多万维网地理信息系统应用实例,如数字地球网站^[3]提供网络地理信息系统在土地、环保、农业、人口统计等领域的应用实例。网络地理信息技术应用范围非常广泛,可以应用于农业、林业、水利、地矿、交通、通讯、新闻媒体、城市建设、教育、资源(土地、森林、水、矿物、海洋等)、环境、人口、海洋以及军事等几十个领域,如旅游、统计分析、房地产、油气管理、土地和地籍管理、水资源管理、环境监测、资源合理利用、智能交通管理、跟踪污染和疾病的传播区域、商业选址、市场调查、移动通讯、民用工程、城市管道管理、在线政府公共信息服务等。

2 万维网地理信息系统主要构造方法

2.1 CGI(Common Gateway Interface)方法

CGI是 Web服务器调用外部应用程序的接口。它允许网页用户通过网页的命令来启动一个存在于网页服务器主机的程序(称为 CGI程序),并且接收这个程序的输出结果。当用户发送一个请求到 Web服务器,Web服务器就通过 CGI把该请求转发给后端运行的 GIS服务程序,GIS服务程序生成结果交给 Web服务器,Web服务器再把结果传递到用户端显示。CGI是最早实现动态网页的技术,它使用户可以通过浏览器进行交互操作,并得到相应的操作结果。这种方法的缺点是,对于每一个客户机的请求,都要重新启动一个新的服务进程,当有多用户同时发出请求时,服务器的负担就会加重。同时由于网络传递的图形为栅格图,地图缩放、漫游、选择等操作不能在本地进行,需要传递到服务器进行处理,生成新的栅格图再传递到客户端显示,不能直接在客户端进行复杂的空间分析。

2.2 服务器应用程序接口(Server API)方法

Server API类似于 CGI,不同之处在于 CGI程序是单独可以运行的程序,而 Server API往往依附于特定的 Web服务器,如 Microsoft ISAPI依附于 IIS(Internet Information Server),且只能在 Windows 平台上运行,其可移植性较差。但是基于 Server API的动态连接模块启动后会一直处于运

行状态,而不像 CGI那样每次都要重新启动,其速度较 CGI快得多。这种方法的缺陷在于它依附于特定的服务器和计算机平台。

2.3 插件(Plug-ins)法

GIS Plug-in是在浏览器上扩充 Web浏览器的可执行 GIS软件。GIS Plug-in的主要作用是使 Web浏览器支持处理特定格式的 GIS数据,并为 Web浏览器与 GIS服务程序之间的通讯提供条件。GIS Plug-in直接处理来自服务器的 GIS矢量数据。同时,GIS Plug-in可以生成自己的数据,以供 Web浏览器或其他 Plug-in显示使用。

利用 CGI或者 Server API,虽然增强了客户端的交互性,但是仅提供给用客户端有限的功能,传给用户的信息依然是静态的,而且用户不能操作单个地理实体以及快速缩放地图,因为在客户端,整个地图是一个实体,任何 GIS操作,如放大、缩小、漫游等都需要由服务器来完成并将结果返回。浏览器插件很好的解决了这个问题。对 WebGIS而言,GIS插件不但可以增加网络浏览器处理地理空间数据的能力使人们更容易获取地理数据,而且插件处理和传输的是矢量格式空间数据,因其数据量小,网络只需将 GIS数据一次性传输,这样就加快了用户操作的反应速度,减少了网络服务器的信息流量,从而使服务器更有效地为更多的用户服务。

但 GIS Plug-in与运行平台、操作系统、GIS数据类型又是相关的,即对于不同的 GIS数据,不同的操作系统,不同的浏览器需要有各自不同的 GIS Plug-in支持;插件需要先下载安装再使用,如果用户准备使用多种 GIS数据类型,还必须安装多个 GIS Plug-in程序;同时,还存在插件程序的版本升级等问题。

2.4 ActiveX方法

ActiveX是建立在 OLE技术之上发展起来的因特网新技术,其基础是 COM(Component Object Model),是为扩展 Microsoft Web浏览器 IE功能而提供的公共框架。ActiveX控件和 Plug-in非常相似,是为了扩展 Web浏览器的动态模块。所不同的是,ActiveX能被支持 OLE标准的任何程序语言或应用系统所使用。相反,Plug-in只能在某一具体的浏览器中使用。基于 GIS ActiveX控件的万维网地理信息系统依赖 GIS ActiveX来完成 GIS数据的处理和显示。

ActiveX 控件目前只有 IE全面支持,在

Netscape 中则必须有特制的 plug-in 才能运行,兼容性较差;只能运行于 MS-Windows 平台上;需要下载,占有客户机端机器的磁盘空间;由于可以进行磁盘操作,其安全性较差.其优点是:执行速度快;由于 ActiveX 可以用多种语言实现,这样就可以复用原有 GIS 软件的源代码,提高了软件开发效率.

2.5 Java Applet 方法

Java 语言具有跨平台特性和简单、动态性强、运行稳定、分布式、安全、容易移植等特点,因而是因特网上重要的编程语言.任何系统平台只要支持 Java 虚拟机就可以解释执行 Java 程序,而与程序在何种系统下开发和编译无关.Java Applet(小应用程序)嵌入在 HTML 文件中,在网络浏览器下载该 HTML 文件时,Java 程序的执行代码也同时被下载到用户端的机器上,由浏览器解释执行.

GIS Java Applet 最初为驻留在 Web 服务器端

的可执行代码.它能完成 GIS 数据解释和 GIS 分析功能,具有以下优点:体系结构中立,与平台和操作系统无关;在具有 Java 虚拟机的 Web 浏览器上运行;写一次,可到处运行;动态运行,无须在用户端预先安装;由于 GIS Java Applet 是在运行时从 Web 服务器动态下载的,所以当服务器端的 GIS Java Applet 更新后,客户机端总是可以使用最新的版本;服务器和网络传输的负担轻,服务器仅提供 GIS 数据服务,网络也只需将 GIS 数据一次性传输;所有的 GIS 操作都是在本地由 GIS Java Applet 完成,服务器的负担很小,网络传输的负担轻.不足之处是:使用已有的 GIS 操作分析资源的能力弱,处理大型的 GIS 分析(叠置、资源分配等)的能力有限,无法与 CGI 模式相比;GIS 数据的保存、分析结果的存储和网络资源的使用能力受到限制.表 2 列出了这几种 WebGIS 实现技术的优缺点比较.

表 2 WebGIS 多种实现技术的优缺点对比

技术类型	优点	缺陷
CGI	客户端小;处理大型 GIS 操作分析的功能强;充分利用服务器现有资源	网络传输和服务器的负担重;同步多请求问题;作为静态图象, JPEG 和 GIF 是客户端操作的唯一形式
Server API	不像 CGI 那样每次都要重新启动,其速度较 CGI 快得多	需要依附于特定的 Web 服务器和计算机平台
Plug-in	服务器和网络传输的负担轻;可直接操作 GIS 数据,速度快	需要先下载安装到客户机上;与平台和操作系统相关;对于不同的 GIS 数据类型,需要有相应的 GIS Plug-in 来支持
ActiveX Control	执行速度快;具有动态可重用代码模块	与操作系统相关;需要下载、安装,占用存储空间;安全性较差;对于不同的 GIS 数据类型,需要有相应的 GIS ActiveX 控件来支持
Java Applet	与平台和操作系统无关;实时下载运行,无需预先安装;GIS 操作速度快;服务器和网络传输的负担轻	GIS 数据的保存、分析结果的存储和网络资源的使用能力有限;处理较大的 GIS 分析任务的能力有限

3 万维网地理信息系统主要构造模型

3.1 Web GIS 的 B/S 3 层结构

常见的 WebGIS 的结构体系是由数据库、应用服务器和客户端组成的 3 层结构体系(见图 1).它把数据库和地理信息系统的应用逻辑分开,相对于最初的两层结构,数据库的改变对应用的影响减少了.通过 HTTP 协议,客户向 Web 服务器请求数据服务,服务器返回 HTML 方式书写的服务页面.按照浏览器和服务器端功能的多少,结构体系可以划分为胖客户器/瘦服务器和瘦客户器/胖服务器两种.但随着应用的复杂度增加,客户对应用服务器的访问频率增加,单一服务器和复杂的应用程序无法



图 1 WebGIS 计算模型
快速处理大量的地理信息服务需求.中间件技术的出现改进了传统模式的 B/S 体系.

3.2 基于中间件的 B/S 多层结构

如果 WebGIS 应用是建立在分布式数据库上,那么为了增强服务器端的处理能力和速度,服务器端的 GIS 应用也要求是分布式的.中间件技术是解

决这一难题的有效途径.图 2 是一个基于中间件技术的 WebGIS 系统模型^[4],用户的请求由中间件处理. GIS 应用服务器不是一个进程,而是由多个中间件组成的分布式的多个进程.中间件相互调用,一个进程是另外进程的客户的同时又是别的服务的服务,调用关系比较复杂.进程所访问的地理数据库也不在是单个的数据库,可能是一个分布式的异质数据库.

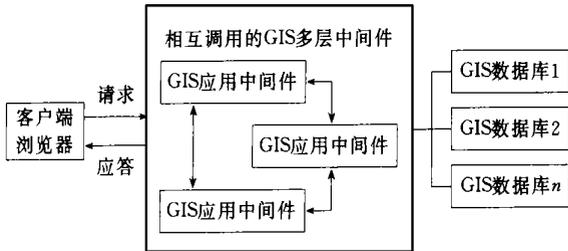


图2 基于中间件的WebGIS B/S体系

目前分布式计算的中间件技术主要有 CORBA, DCOM 和 EJB 等.其中, CORBA 体系是最有前途的一种,它实现了异构平台的互操作;与此对应的是, DCOM 模型一统 Windows 平台,已经成为 Windows 平台的市场标准;而 SUN 公司大力提倡的 EJB 体系,也在逐渐的发展.对于分布式的异质地理数据库,如何实现异构数据源应用级交互以及分布式地理数据的一致性.如何存储与获取地理数据是 WebGIS 面临的新课题.运行于 Web 的 GIS 应变成一个多客户浏览器/服务器的复杂系统,通过 Internet 将相对独立的部件用网络连接并实现网络范围内的处理.系统各中间件的组织通过既定的接口实现,而用户的调用是动态的,即只有当部件接口接受到用户请求时才动态装载并处理地理信息.这样浏览器与服务之间的负载是动态的,需要实现动态的负载平衡.

3.3 WebGIS 的互操作模型

各种 WebGIS 系统如雨后春笋般地出现,在推动广泛应用空间数据的同时,也带来了问题.因为这些系统都是为了某一种特定的 GIS 数据及其应用而设计的,如果用户在一个 WebGIS 系统下浏览一个地理信息系统中的数据时,需要查看其他系统空间数据库中的数据,甚至想把这些数据整合起来,都是非常困难的,甚至几乎是不可能的.这些 WebGIS 系统采用的空间数据技术决定了它们的封闭性,不管是三层结构还是多层结构,都无法实现互操作.

WebGIS 系统对空间数据本身的处理保持着完

全封闭的状态,如图 3 所示.正是这些 WebGIS 系统对空间数据库中数据处理技术的封闭性决定了它们的封闭性,使它们彼此无法共享数据和处理过程.这种类型的 WebGIS 系统对数据源中空间数据的处理过程对外界是不透明的.我们把这种对空间数据的处理模型称为“黑箱模型”.这种缺乏开放性的 WebGIS 空间数据模型带来的直接后果就是用户很难,甚至于无法从异构系统中取得相关的空间数据,并把它们融合为一个完整的万维网空间数据应用系统.目前 FGDC NSDI GSDID 等的组织和数字地球的构想和实施必须建立在互操作的空间数据模型之上.

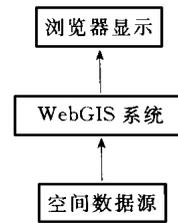


图 3 WebGIS 的黑箱模型

为了解决 WebGIS 之间的互操作问题,开放地理信息系统协会 (Open GIS Consortium, 简称 OGC) 于 1998 年倡导了“网络地图试验环境”(Web Mapping Testbed, 简称 WMT) 来推动具有互操作性和可移植性的万维网制图技术的发展. “在网络这样一个单一的运作环境和单一的工作流程下, Open GIS 的目标是实现这样的一种技术,它使得一个应用系统开发者能够从网上透明地获取任何地理数据和任何地理数据处理功能或方法,而不需考虑它的数据格式和数据模型.它应用于 GIS 领域,侧重于改变当前 GIS 模型中特定的应用系统及其功能与它内部数据模型及数据格式紧密捆绑的现状”.^[5]OGIS 不仅有助于 GIS 系统个体间的信息交换,而且能够与其他系统如统计分析、影象处理、文档管理等交换信息.它得到了众多 GIS 和 WebGIS 研究人员、开发机构以及厂商的支持.从 OGC 的 WMT 文献,以及 NSDI GSDI 和数字地球的描述中可以看到, WMT 所倡导的能够作为 NSDI GSDI 和数字地球地理信息传输及应用的 WebGIS 系统至少应具有以下 4 个特征:

(1) 互操作性 允许数据在不同的 WebGIS 系统之间无缝传输;一个应用系统中的应用可以调用另一个应用系统中的应用,来完成逻辑上统一的任务.

(2) 可扩展性 要求尽可能利用已有空间数据

设施,不做或少做改动,并且能够容纳以后新出现的 GIS系统所生产的空间数据。

(3) 分布式特征 包括数据分布和应用分布。

(4) 良好的交互性 根据用户对万维网空间数据应用的需求,应当允许合法用户对已有的空间数据进行更新和删节。

可以看到,目前基于黑箱数据模型的 WebGIS系统只能实现用户交互性和部分的可扩展、分布能力,而没有实现 NSDI GSDI和数字地球对空间数据基础设施所要求的根本特征——互操作。

OGIS体系允许开发商和用户去区分、评估和利用地理资源,这些地理资源包括空间数据集、地理数据处理工具、不受不同数据组织和异构环境限制的模型和操作。这将使传统 GIS不包含的领域(如环境和处理模型)能与地理数据及地理数据处理服务互操作,并将有助于 GIS用户获取更广泛的模型功能。Allan Doyle提出了在因特网上访问空间数据源的分步骤服务模型。

3.3.1 万维网空间数据处理的服务模型

首先,空间数据的显示(或可视化)要经过四个处理过程(图 4),它们分别是:选择空间数据、生成显示序列、地图成形和显示。

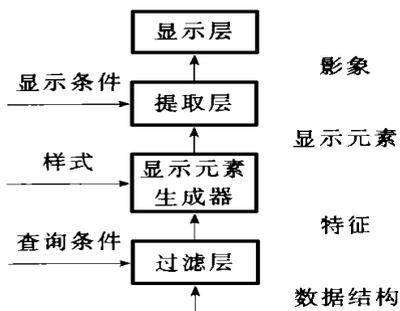


图4 地学空间数据可视化过程

(1) 从空间数据源中选择出要显示的地理实体的数据。

(2) 把选择出来的地理实体数据组合生成一个显示元素的序列。

(3) 将显示元素系列生成最终要显示的地图结果。

(4) 将准备好地图送往显示设备进行最终显示。

把上述地学空间数据可视化的过程看作相对独立的步骤,每一个步骤都接受某一特定形式的空间数据作输入,并输出某种形式的中间结果。为上一步骤的顺利执行,都要先执行其下一步骤,并用下一步骤提供的输出结果,就是说,上一步骤要调用下一步骤为其服务,下一步骤要为上一步骤提供服务,其中

最下面的步骤从空间数据源中得到满足条件的空间数据,最上面的步骤显示最终结果。分步骤服务模式没有限制相邻两个步骤的执行必须要在同一台机器上,当其中某两个相邻步骤被因特网分开时,就得到了3种可能的 WebGIS系统体系结构。

(1) 客户端请求地图图象的方式 在这种结构下,作为客户端的浏览器只进行图象的显示,而把选择空间数据、生成显示元素序列和地图图象的步骤放在服务器端。浏览器通过服务器的 CGI接口以 JPEG或 GIF图象格式请求地图图象。

(2) 客户端请求图形元素的方式 客户端由地图生成和显示两部分组成,并通过 Java Applet ActiveX来实现,同时由其向服务器请求要显示的图形元素或地图图象。随着 SVG(Scalable Vector Graphics)和 (WebCGM)成为万维网协会(World Wide Web Consortium,简称 W3C)的标准,如果用它们来编码矢量空间数据,则浏览器就可直接显示。

(3) 客户端请求空间数据的方式 服务器端只执行查询,并从空间数据源中得到需要的空间数据,然后把数据发送到客户端,由浏览器上的 Java Applet ActiveX或浏览器插件进行后面的工作。浏览器生成最终结果时,还会向服务器请求必要的显示符号信息。

WebGIS的这3种体系结构各有特点,可以满足万维网对不同客户端和服务器端的应用要求。按照客户端功能的多少划分出客户端的类型。瘦客户端只提供显示功能,中等客户端提供显示和提取服务功能,胖客户端提供显示、提取服务和 DEG服务。但不论采用哪种结构,由于它们都是基于空间数据可视化的分步骤服务模型的,这就保证了它们对空间数据处理的一致性。采用这种空间数据模型的 WebGIS系统,就可以保证每个系统的上面一个步骤可以调用其他 WebGIS系统的相应下面步骤的服务。从这个角度来看,不同的客户—服务器结构,仅仅是让相邻的两个处理步骤之间的服务调用跨越因特网而已,不会影响整个系统集成多个异构系统中空间数据的能力。

可以看到,分步骤服务模型为万维网空间数据处理带来了开放性,采用这种模型实现的 Web空间数据应用系统之间可以允许较好的互操作。为了允许一个系统的上面处理步骤充分享用另一个系统相应下面步骤的服务,还必须定义共同的地图服务器接口。

3.3.2 Web地图服务器接口

目前,OGC WMT提供的服务器接口请求包括:

- (1) Get map接口:用于客户端向服务器请求地图数据,如地图图象(GIF或JPEG)显示元素(SVG WebCGM VML等),或是空间数据。
- (2) Get feature-info接口:用于客户端向服务器请求某一特定元素的信息。
- (3) Get capabilities接口:用于客户端查询一个万维网地图服务器所能提供的服务。对相邻步骤间的服务调用接口,也做了相应规定。
- (4) 根据某个空间数据源的特征从中提取空间数据,但要求输出结果符合OGC的Simple Features Specifications。
- (5) OpenMap IDL定义了第二和第三个步骤之间的接口。

以上述体系结构和技术作为空间数据处理的基础,再结合Web空间数据的目录服务和注册,并采用适当的用户身份验证,就可以建立完整的万维网空间数据应用系统。这样的系统实现了良好的互操作性,用户可以方便地在万维网上查询、访问和获取异构空间数据库中的数据,并把这些数据融合为对用户而言是一个完整的Web空间数据应用系统。多个异构空间数据库能够被一个用户同时访问,关键在于对空间数据处理技术的开放性。一个在Web上发布空间数据的WebGIS系统都提供在相应处理程度上一致的服务,这样,后面的处理步骤就可以方便地共享这些服务了。

4 WebGIS的主要发展趋势

4.1 地理标记语言—网络环境下开放的空间数据交换格式

标准HTML语言在可扩展性、结构和有效性等方面存在严重不足。1998年2月10日,W3C组织正式批准并公布了应用于Web上的语言“可扩展标记语言(Extensible Markup Language)XML”。XML语言可以让信息提供者根据需要,自行定义标记及属性名,也可以包含描述法,从而使XML文件的结构可以复杂到任意程度。XML具有跨平台、开放性、可扩展性、高度结构化等特点。

地理标记语言(Geography Markup Language)GML是由Open GIS联盟制定的,它是基于XML的用于地理信息(包括地理特征的几何和属性)的传

输和存储的编码规范。2000年4月正式推出了GML1.0版本,2001年2月又推出了GML2.0版本。GML是一个简单的基于文本的地理特征编码标准,已经被大多数的GIS开发商所接受。它用地理特征(Features)来描述世界,可以对很复杂的地理实体进行编码。

预计,随着越来越多的组织机构和软件开发商使用XML作为空间数据表达、传输、存储的规范,空间数据编码的统一以及数据互操作和共享将最终成为现实,从而真正实现开放的空间信息访问。

4.2 开放式地理信息系统

Web的本质特征就是其开放性。因此WebGIS的体系结构应该具备开放、互操作、可升级和可扩展性。开放的WebGIS首先应该包括数据的开放,即分布在异构数据库中的信息能共享,GML的出现已经提供了一个很好的解决方案。另外,还应该包括数据访问的开放,即不同的地理信息系统软件之间具有良好的互操作性。对WebGIS所提出的这些要求正是Open GIS联盟(OGC)成立的目的。

与传统的GIS相比,Open GIS建立起通用的技术基础以进行开放式的地理信息处理。它具有互操作性、可扩展性、技术公开性、可移植性、兼容性、可实现性和协同性等特点。

目前,许多厂商已经开始推出支持OGC规范的WebGIS产品。要使WebGIS真正符合Open GIS的规范,不仅需要OGC努力,更需要众多GIS软件厂商放弃部分利益,通力合作。

4.3 一体化的空间数据管理与分析

目前,桌面GIS可以对数据提供非常复杂的操作。但是,目前在网络环境下主要是对于数据的查询、浏览,复杂操作还无法实现。

值得注意的是,在目前很多大型的商业数据库系统中都加入了对空间数据库的支持,如Oracle Spatial Informix IBM DB2等等,这使得海量地图、影象数据的使用和管理变得更加简单。更为重要的是在这些支持空间数据的大型数据库中已经内嵌了对空间数据分析功能,可以在数据库服务器端对空间数据直接进行分析,然后将结果提交前台客户端。用户可以通过扩展的SQL查询语句来获取所需要的信息,客户端负责的仅仅只是数据的显示而已。

因此,利用这种支持空间数据管理及数据分析的数据库,可建立一种真正的Client/Server结构的地理信息系统。这不仅解决了海量数据的存储和管

理等问题,也解决了多用户编辑、数据完整性和数据安全机制等许多问题,给 GIS 的应用带来更广阔的前景。

4.4 基于分布式计算的 WebGIS

目前出现的分布式计算技术可使地理信息的应用应用于社会各领域,成为信息基础设施的重要内容。随着网络时代的到来,分布式计算正在成为新的计算模式。

分布式计算目前只实现了客户机/服务器计算,它是实现完全的分布式计算的一个中间步骤。完全的分布式计算是一个非集中的,对等的 (peer-to-peer) 协同计算,是下一个世纪的理想计算模式。

目前分布式计算平台采用的体系结构或标准有对象管理组织 (OMG) 的共同对象请求代理体系结构 (CORBA); 微软 (Microsoft) 的分布式部件对象模型 (DCOM) 和分布式网络体系结构 (DNA); 分布式计算环境 (DCE), 以及 SUN 的 Java。

分布式 WebGIS 应用从简单的在 Web 浏览器上显示已绘制好的地图,发展到基于 Internet 的 GIS 功能综合。远程的 GIS 用户可以共享普通的 GIS 数据,并与其他 GIS 用户实现实时通讯。发展分布式 Internet GIS 应用技术,集中体现在服务器、客户机和网络通讯 3 个方面。

4.5 网络虚拟地理环境

三维虚拟现实技术正在成为网络应用的技术热点。随着 Internet 的飞速发展及三维技术的日益成熟,人们已经不能满足 Web 页上二维空间的交互特性,而希望将 WWW 变成一个立体空间。

虚拟地理环境 (VR) 技术提供的可视化,不只是一般几何形体的空间显示,也是对地理信息、噪声、温变、力变、磨损、振动等的可视化,而且还可以把人的创新思维表述为可视化的虚拟实体,促进人的创造灵感进一步升华。

地理虚拟建模语言 (GeoVRML) 以虚拟建模语言 (VRML) 为基础来描述地理空间数据。其目的是让用户通过一个在 Web 浏览器上安装的标准 VRML 插件来浏览地理参考数据、地图和三维地形模型。它的出现将为在网络环境下实现虚拟地理环境提供一个良好的数据规范平台,将大大促进网络虚拟地理环境的应用。

目前,负责制定 GeoVRML 规范的工作组已经颁布了 GeoVRML 1.0 规范推荐草案,通过对 VRML 进行许多新的扩展来支持三维 GIS 应用。国

外基于 GeoVRML 进行地理建模的应用已经出现,国内目前还鲜见。

4.6 移动通信技术扩展 GIS 应用

WAP/WML 技术作为无线互联网领域的一个热点,已经显示了其巨大的应用前景和市场价值。WAP/WML 技术与 GIS 技术的结合产生了移动 GIS (Mobile GIS) 应用和无线定位服务 (LBS, Location-based Services)。通过 WAP/WML 技术,移动用户几乎可以在任何地方、时间获得网络提供的各种服务。

当前用于地理信息交互的语言还不足以完成真正的“设备无关接口”的互操作。各种移动设备对于从地理信息服务器所获得的信息,其表现方式是各不相同的,用户输入方式也不相同。因此,对于不同的移动设备需要一种统一的标记语言。

据估计,无线定位产品和服务 (LBS) 的市场在未来的 5 年内将比传统的 GIS 市场价值大 10 倍,达到 100 亿美元。该市场主要包括 3 个领域,即定位需求、定位感知和个性服务。

无线定位服务将提供一个机会使 GIS 突破其传统行业的角色而进入到主流的 IT 技术领域里。大多数的分析家都认为,到 2010 年,无线网络将成为全球数据传送的主要途径。GIS 的未来将会由其机动性 (mobility) 所决定。

5 结 论

经过几年的发展,WebGIS 已经积累了丰富的构造方法和构造模型。单个 WebGIS 向增强空间分析功能、处理分布式的多源数据方向发展;多个 WebGIS 之间的互操作研究对于构建数字地球这样的伟大设想尤为重要。

目前 WebGIS 正处在发生重大技术变革的前夕,开放的空间数据交换标准的出现将真正的实现空间数据的互操作和数据共享;分布式技术的成熟将分布式空间数据的访问、计算、存储变成现实;三维技术的发展将会通过互联网把人们带到一个虚拟的地理环境中;无线通信技术将 GIS 应用从室内带到室外,极大地扩展了其应用,并使其成为主流的 IT 技术领域之一。可以说,万维网地理信息系统技术与应用方兴未艾,她给一切敢于迎接挑战的人们巨大的机会。

参 考 文 献

- 1 陈述彭,鲁学军,周成虎. 地理信息系统导论 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- 2 宋关福,钟耳顺,王尔琪. WebGIS——基于 Internet的地理信息系统 [J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(3): 251- 254.
- 3 NGC[EB/OL]. www. digitalw arth. net. cn.
- 4 龚健雅. 当代 GIS的若干理论与技术 [M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1999.
- 5 OGC(1998), Open GIS consortium, Open GIS Guide Introduction to interperable geoprocessing, Wayland [EB/O L], <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>.



杨崇俊 1954年生, 1990年9月获法国遥感博士学位, 现为中国科学院遥感所研究员, 博士生导师. 目前在万维网络地理信息系统、空间数据融合、地理信息系统环境下的多源数据处理等方面开展研究和应用工作.



王宇翔 1975年生, 1996年毕业于华东师范大学地理系, 1999年获中国科学院地理所理学硕士, 现在中国科学院遥感所攻读博士. 主要研究方向为网络地理信息系统、分布式空间数据库.

王兴玲 1973年生, 1999年获中山大学遥感应用中心地图学与遥感专业硕士学位, 现于中国科学院遥感应用研究所攻读博士学位. 主要从事 WebGIS OpenGIS OpenGIS 互操作等方面的研究.

董鹏 1976年生, 2000年获太原理工大学矿产普查与勘探专业硕士学位, 现于中国科学院遥感应用研究所攻读博士学位. 主要从事 WebGIS 空间数据分析等方面的研究.

刘冬林 1971年生, 1998年获中国矿业大学应用地球物理专业硕士学位, 现在中国科学院遥感应用研究所工作. 主要从事网络地理信息系统的研究与开发.