

空间地理信息网上发布体系的演变*

黄磊 张大力 齐锐

(清华大学自动化系,北京 100084)

李琦

(北京大学遥感与地理信息系统研究所,北京 100871)

摘要 在我国 GIS 技术发展迅速,应用越来越广。新计算机技术尤其是 INTERNET 网络技术的发展,使各种 GIS 应用的实现成为可能。如何有效地组织空间地理信息网上发布体系,是一个具有挑战性的问题。该文探讨了空间地理信息网上发布体系的演变、发展趋势和其中的一些有意义的问题。

关键词 空间地理信息网上发布体系 客户/服务器结构 Internet 网信息发布

0 引言

近几年,我国地理信息的应用领域已从传统的自然资源管理、土地规划扩展到国民经济的各个方面。一方面是由于改革开放要求更好更广泛地利用各种 GIS 数据;另一方面,日新月异的计算机技术,如数据库技术、客户/服务器技术,尤其是网络技术,使各种 GIS 应用需求得以解决。本文将探讨空间地理信息网上发布体系及其一些关键问题,以期大家能了解空间地理信息上发布体系的演变和发展趋势。

1 传统单机桌面 GIS 系统的体系特点

传统的 GIS 系统多为单机桌面系统。应用操作本机数据(往往以文件形式储存)是其体系特点,其内容已相当成熟,它能在单机环境下完成各种 GIS 的基本操作和分析功能。但它的弱点也逐渐体现。随着用户需求的提高和复杂化,GIS 系统也变得功能越来越繁杂、结构越来越庞大。单一的、为专家级用户设计的 GIS 系统不能适应各种客户化要求。已有的 GIS 系统多为独立体系,有不同的数据格式,系统间的数据转换过程繁复且须大量手工劳动。这不仅限制了

GIS 系统的推广,而且大量数据的重复采集、储存、格式转换也带来了不必要的开销。这是由传统单机桌面 GIS 系统不具开放性的体系结构特点决定的。为了达到空间地理信息系统的开放性,使之面向不同层次用户,利用网络技术建立新一代空间地理信息网上发布体系已势在必行。这并不意味着传统单机桌面 GIS 系统技术的过时,前者为后者提供了丰富的经验积累以及底层核心技术支持。

2 客户/服务器结构下的 GIS 信息发布体系的产生及其特点

客户/服务器(Client/Server)结构是 80 年代末 90 年代初,针对大型集中式主机和网络文件服务器体系机构的不足而提出的一种新的协同式分布处理体系机构。该体系结构一出现就得到了广泛的应用。它具有高度的灵活性、开放性、可伸缩性,并能有效地保护用户以往的投资。客户/服务器结构要求将整个系统的处理任务根据具体情况合理分布在 Client 端和 Server 端,从而达到整体系统的优化。

GIS 信息的处理模式也由集中式转向客户/服务器结构模式。在系统用户数量迅速上升时,集中式信息处理模式对 GIS 海量数据的处理(特别是空间数据

* 本文属国家重点科技项目“国家空间信息基础设施关键技术研究”之课题内容
收稿日期:1998-07-07;收到修改稿日期:1998-08-31

的查询)费时费力,系统不堪重负。客户/服务器结构能较好地解决这些矛盾。客户/服务器结构中,客户(可由微机担任)运行 GIS 应用,接受用户输入,提交用户请求,组织和后台服务器的通讯,接受后台数据并显示。将属性查询和空间查询,数据计算、储存、管理、维护交给性能强大的后台服务器(由高性能工作站或小型机等担任),使客户/服务器结构的优点得到充分体现。GIS 空间信息发布的客户/服务器体系结构是极具代表性的客户/服务器应用结构。客户端运

行 GIS 核心模块,担任响应用户和数据处理的任务。服务器仅仅是提供数据连接服务,例如,用 ODBC(开放数据库连接技术)技术连接远程数据库中的数据。另一种方式是在服务器端加入新的服务软件,将部分的功能,比如空间搜索等移到服务器端,由服务器进行统一管理,继而可以从 Intranet 扩展到 Internet 上,实现真正意义上的网络空间地理信息客户/服务器发布体系。

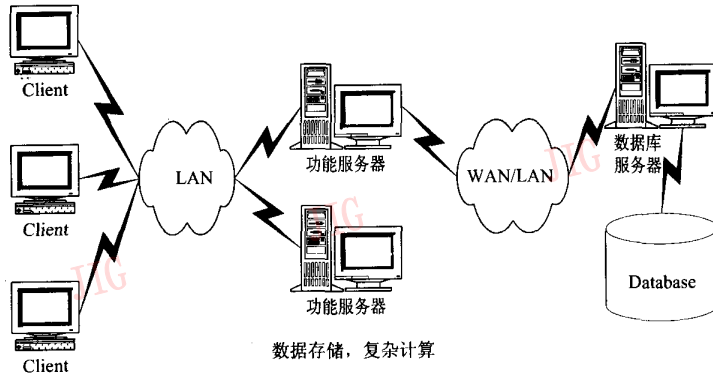


图 1 三级客户/服务器体系结构

3 从 Intranet 到 Internet Web 方式的 GIS 信息发布体系的演变及其特点

到了以 Internet 为代表的网络时代,由客户/服务器结构演变出基于 Internet 及 Web 的 GIS 系统。Web 模型是一种从传统的客户/服务器结构模型发展起来的新的计算模式,即浏览器/服务器模型(Browser/Server)。本质上是一种三层结构的客户/服务器结构。它把客户/服务器结构进一步深化,Server 端形成 Web 服务器和数据库级两层,浏览器和服务器之间通过超文本标记语言(HTML)和超文本传输协议(HTTP)来实现信息的描述和组织。

3.1 纯静态 HTML 式的 GIS 信息发布

最初,基于 Web 的空间地理信息发布和其他的 Web 信息发布一样,只是纯静态 HTML 式的发布,其形式是静态文字和地理图象组成的 HTML 网页,明显不能满足用户需要。因为在纯静态网页上,用户不能主动交互地提出查询请求,只能被动地接受信息,这只能被称为网上地图,而不是严格意义上的网上 GIS

系统。

3.2 基于动态 HTML 的 GIS 信息发布及其解决方案

纯静态 HTML 式的 GIS 信息发布的不足是由于受 HTML 主页本身特性和技术发展水平的限制。通用网关接口技术(CGI)和各种 Web 服务器的编程接口能实时、动态地形成 HTML,使用户能看到服务器即时生成的动态信息。其基本过程是:Web Server 调用 CGI,CGI 分析用户请求,并进行相应的 GIS 系统服务器程序处理,再将结果返回浏览器用户。

基于动态 HTML 的 GIS 信息发布体系也有一个从简单到完善的过程。最初是由服务器返回实时生成的栅格图象格式,如 JPEG、GIF 等。这样的图象也能动态响应用户需求。但它返回前端浏览器的数据是图象,只能浏览而不能进一步分析,因而是非智能化的。这样的客户/服务器机构是一个胖服务器端、瘦的客户端的布局,主要的计算功能在服务器端而未充分利用客户端的计算能力。栅格图象不能进行空间矢量数据运算和操作,限制了该体系的性能。在下面将着重介绍前端智能化的 Web GIS 信息发布体系。后者更合理、完善。而前面提到的基于动态 HTML 的发布方案在针对仅仅是浏览性质的用户时是实用的。

3.3 前端智能化的 Internet 网 GIS 信息发布体系

前端智能化的 Internet 网 GIS 信息发布体系的关键在于它的用户端(Client 端)具有 GIS 数据的分析功能,而不仅是显示 GIS 图象。这就要求 GIS 属性和空间数据能到达用户端。这里前端具有比较强大的功能,在浏览器当中能进行类似桌面系统中所能完成的各种 GIS 数据的显示、查询、分析功能,即具有智能地图(smart map)的特性。

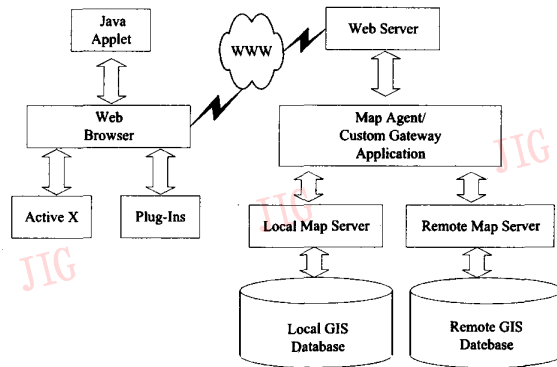


图 2 典型的智能前端化的 Internet 网 GIS 信息发布体系

很明显,这种体系比以往 Internet 网上的信息发布体系具有质的进步。它不但使客户端功能增强,而且把客户端能处理的任务直接在客户端完成,减轻了服务器的负担,更减轻了网络传输的次数、传输时间和传输费用。在 Internet 网上,高级应用对网络性能要求较高,充分利用客户端计算能力的体系有很大优越性,这也是今后 Web 应用的发展方向。该体系比传统服务器集中计算更加灵活、高效,符合网络环境的要求,并已被包括 GIS 系统在内的各种应用系统所采纳。当然,由于浏览器及网络环境的限制,它的部分性能还不如桌面系统,相同功能的实现也比桌面系统要困难,因此网络 GIS 系统和桌面 GIS 系统有着各自的应用领域。

4 Internet 网上 GIS 体系中的主要技术及其发展情况

4.1 前台插件技术

为了体现前端的智能化,用户端必须具有计算分

智能前端的概念强调客户端的 GIS 数据显示的智能化。在客户端能独立完成一定的分析功能,比如常见的矢量地图的分层显示、放缩、平移。在用户看来,主页上 GIS 地图不再是一幅简单的栅格图,而是能和用户交互、接受用户命令的 GIS 系统。这种能力的部分实现是利用客户端的计算能力完成的,而复杂的功能由服务器完成。这对用户是透明的,用户看到的是具有智能的网上 GIS 系统。

析能力,友好的用户界面,简便丰富的人机交互功能。超文本语言不能满足这样的要求,因为 HTML 仅是一种标记语言,不是编程语言。尽管有 JavaScript 等脚本语言的支持,使之增添了一些智能特点,但还远远不够。Java 技术为基于 Internet 网络应用提供了标准和强大的开发工具,并专门为浏览器环境下提供了 Java 小程序(Applet)的解决方案。这使解决上述困难成为可能。Java Applet 在服务器上编译,在客户端执行。另外相应的技术还有 Netscape Plug-Ins 技术及微软公司的 ActiveX 技术。

4.2 用户端的二次开发能力

前台的另一个问题是用户端的二次开发能力。二次开发能力是通用 GIS 系统性能的一个重要标志。以往的 GIS 系统往往局限于 GIS 操作、分析功能的通用化。其缺点在于和用户应用不容易紧密结合,用户应用中较特殊的功能难以实现。尽管不少 GIS 产品也提供了二次开发工具,但往往各不相同且不易使用,功能不尽完善,开发受限制。而开发专用系统开

发费用高,开发周期长。由于在客户/服务器体系中,可由服务器完成系统通用功能,前台利用二次开发功能提供客户要求的界面和客户化功能。新一代的GIS系统利用了诸如组件对象等技术,其二次开发功能可以大大提高GIS客户应用的开发效率,降低开发成本。

4.3 Web Server 和 Map Server 的支持

前端智能化的Internet网GIS信息发布体系中的另一关键部分是后台支持体系,因为所有前端的新功能实现都需后台支持。在原有复杂、庞大的GIS后台体系上扩展不是一件容易的事,牵涉到很多GIS和计算机领域的技术。首先它需要Web Server的支持作用。Web Server担当HTTP服务器的角色,用HTTP数据流传送信息,包括显示主页和GIS插件要求的数据。这样可以使GIS信息很容易和图象、视频、声音信息在主页中综合,充分发挥Web的优势。

Map Server统指Web GIS系统为支持前台请求建立的服务支持。在Web体系中,Map Server必须工作在Web Server基础上。实际中,它的实现不尽相同。它可以建立在Web Server基础上,通过客户网关应用(CGI是一种具体实现方式)的形式实现对前台请求的响应,客户网关应用起了一个中间代理的作用,负责和底层的GIS核心模块交互。GIS服务核心模块包括GIS服务的技术算法提供、数据库的支持、管理和调度。这些工作在后台的独立于Web Server以外的模块笼统称为Map Server。功能上,Map Server确切指位于后台的除GIS核心技术和算法外的部分。它区别于GIS核心计算功能,主要负责管理、调度、通讯,起到核心层和Web Server之间的中间件的作用。

上面提到的客户网关应用实际上是一类程序,具体指CGI、ISAPI、NSAPI等规范,规定了Web客户端和Web Server间的标准编程接口。体系结构上,客户网关应用起到了一个代理(Map Agent)的作用。Map Agent比客户网关应用的概念更广,是凌驾于各种网络实现协议上的一种功能实现的概念,它不是从技术实现角度而是从功能角度着眼。具体地说,它为前台应用提供搜索、调度相关GIS服务的智能连接。Map Agent作为网络的智能连接、服务调度的一种新模式正越来越受重视,将为网络GIS系统带来巨大的生命力。

4.4 网络GIS中数据库的支持

关系数据库管理系统(RDBMS)为属性数据的存储提供了很好的方法。传统GIS系统中地理对象属性数据存于数据库中,但空间数据往往存于空间图形文件中。这是因为最初RDBMS不直接支持空间图形数据(如点、线、多边形)的存储。随着网络GIS的发展,基于文件系统的图形存储的弱点日益明显:速度慢,搜索效率低,不支持客户/服务器机构,安全管理、并行操作性能差等。GIS厂商都希望能用数据库统一管理属性和空间图形数据。目前不少GIS厂商已成功地在RDBMS基础上,通过加入空间数据字段等方法,将属性和空间图形数据统一存储在RDBMS的二维表中,实现了空间图形数据入库,并进一步构造了空间数据的查询引擎,扩展SQL语言使空间数据的类SQL查询也成为可能,使查询和分析更方便、高效,并支持客户/服务器体系。将来图象(栅格数据)数据的存储管理功能也将和数据库技术靠拢。

GIS和数据库产品相互影响、协同发展已是必然趋势,这将对空间地理信息网上发布体系产生重要的影响。一方面,GIS厂家将会更多地利用数据库技术,尤其是大型分布式对象数据库技术。因为GIS的复杂、庞大的特点和高效率的要求使数据库技术成为必不可少的部分。另一方面,数据库厂家也想在RDBMS基础上发展对象数据库技术来支持GIS这一重要客户领域的需要。许多大型数据库厂商都已经或将要在产品中加入诸如抽象数据类型(ADT)、空间数据对象(SDO)等技术,提供给GIS使用。在具体实现上两者的结合也越来越紧密,一部分原有的GIS管理、计算功能现在由数据库系统更高效地完成。

4.5 分布式的体系结构

空间地理信息网上发布体系的另一个发展趋势是分布式体系结构的建立。将来的GIS数据将分别存在不同的地点,用户请求由Map Agent执行调度,Map Agent从数据存储地点中取得相应数据返回给用户。这是一个三级客户/服务器结构,用户应用、Map Server(或Map Agent)、数据存储,都可以在不同地点,形成一个分布数据库计算环境。其好处是不言而喻的,它减少了传统GIS和本地数据库系统的数据冗余现象,容易保持数据的完整性和一致性,帮助消除因

各 GIS 厂家数据格式不统一带来的数据转换问题,使原来未充分利用的孤立数据得到利用。

5 空间地理信息网上发布体系的标准化和 OpenGIS

空间地理信息网上发布体系发展迅速,世界各大厂商都有自己的解决方案,它的标准化已势在必行。一方面各家产品在体系结构上趋于类似,比如普遍采用客户/服务器结构,利用 ODBC 和对象组件技术等,使标准化在技术上成为可能;另一方面各家产品由于具体的设计实现方法及数据格式和数据库技术不同,不利于数据共享,使标准化成为必要。美国 1996 年成立了 OGC(开放地理信息系统论坛),提出 Open GIS 的概念,致力于地理数据和资源的统一,使之能被各种 GIS 系统利用。在该构想中,各种地理信息数据源通过标准化驱动(Open GIS Driver)能被任何标准化的客户端软件使用。这将进一步消除由不同 GIS 产品和数据格式差异所带来的问题以及商业竞争导致的不必要的分歧和浪费,对下一代空间地理信息网上发布体系具有深远的意义和巨大的影响。

6 结束语

本文简要介绍了现代空间地理信息网上发布体



黄磊 1972 年生,1996 年毕业于清华大学自动化系,现为清华大学自动化系模式识别与智能控制专业硕士生。主要研究方向为计算机网络,图象处理,地理信息系统等。现正参与国家重点攻关项目“超媒体空间信息系统及技术集成研究”的工作。



齐锐 1970 年生,1993 年毕业于清华大学自动化系,曾在清华大学任教两年,现在清华大学自动化系模式识别与智能控制专业攻读博士生。主要研究方向为人工智能,智能信息处理,计算机网络技术。

系的演变和基本情况,探讨了各种网络 GIS 体系的特点。从中可以看出,空间地理信息发布体系的演变具有以下的特点和趋势:① 客户/服务器结构的普遍使用;② 属性数据和空间图形数据的统一数据库管理机制;③ 数据由集中式存储发展到分布式存储;④ GIS 信息发布方式面向更多类型的用户,更符合用户要求;⑤ GIS 信息发布体系趋向统一和标准化。

地理信息作为自然资源的科学管理综合研究和开发利用的有效工具,已在国民经济发展中起到重要作用。如何使地理资源和其它空间信息资源得到更充分合理的利用,从而适应可持续发展的战略要求,是未来 GIS 的发展方向。空间地理信息网上发布体系发展应紧紧围绕这一目标,充分利用现代计算机技术特别是网络技术的新成果,为各种 GIS 数据和应用提供先进高效的网络体系结构。

参考文献

- 1 郭秋英. 当前国际 GIS 发展的几个特点. 计算机系统应用, 1998, 2.
- 2 陈楠. Web 服务器与数据库服务接口技术探析. 计算机系统应用, 1998, 5.
- 3 钟虎林, 周军民, 高伟, 黄树红. 新一代客户机/服务器体系结构. 计算机系统应用, 1998, 5.
- 4 Intergalactic Geoprocessing Middleware. (March, 1996 Issue of GIS World)
- 5 The Converging Open GIS Drivers. (November, 1995 Issue of GIS World)



张大力 1970 年毕业于清华大学电机系,1992 年获工学博士学位,现为清华大学自动化系付教授。研究方向为图象处理,模式识别,智能控制,网络信息系统。

李琦 1955 年生,现任北京大学遥感与 GIS 研究所及中国可持续发展研究中心数字地球软件工作室博士生导师。主要研究方向为遥感信息科学,地理信息科学,空间信息科学理论与技术研究。

Development of GIS Information Publishing System on the Net

Huang Lei, Zhang Dali and Qi Rui

(Automation Department, Tsinghua University, Beijing 100084)

Li Qi

(Institute of Remote Sensing and GIS, Beijing University, Beijing 100871)

Abstract In China, there is great development in the GIS technology in recent years and the spatial geographic information is used in many aspects. New progress in computer technology has made it possible for GIS manufacturer to provide powerful desktop and Internet/Intranet solutions for every customer. How to organize and optimize the publishing system of GIS information on the net, that is a challenging research field for GIS manufacturer all over the world. Here we will discuss the evolution of the architecture of GIS publishing system and will focus mainly on the Internet/Intranet GIS system structure.

Keywords GIS information publishing on the net, Client/Server system, Information publishing on Internet

新书推介

图象工程(上册)——图象处理和分析

清华大学出版社出版

章毓晋 编著

本书主要介绍了图象处理和分析的基本原理、典型方法和实用技术。考虑到图象技术的飞速发展和广泛应用,本书在讲解基本理论的同时还介绍了许多近年来国际上有关的最新研究成果和应用实例。

本书主要包括三大部分。第一部分(包含第1,2,3章)是图象基础,论述了图象工程的定义,图象技术整体概况和分类以及有关视觉和图象模型,数字图象采集、表达和象素关系,图象的各种基本变换技术等。第二部分(包含第4,5,6章)论述了图象处理的各重要分支,如图象增加,图象恢复,由投影重建图象和图象压缩编码等基础理论、技术和方法。第三部分(包含第7,8章和附录A)介绍了图象分析的基本原理和技术,如图象分割、目标表达和描述、特征测量、形态学方法等。书中还提供了大量例题与习题。

本书可作为信息和信号处理、通信与电子系统、模式识别、生物医学工程等学科大学本科和研究生专业基础课教材,也可供上述学科及信息工程、电子工程、计算机科学与技术、机器人自动化、遥感和军事侦察等领域的科技工作者和高等院校的师生参考。