



地理信息系统理论与应用丛书

# 开放式WebGIS的 理论与实践

● 周文生 毛锋 胡鹏 著



科学出版社  
[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

地理信息科学系列教材

# 开放式WebGIS的 理论与实践

■ 张松海 王 健 曹 强 著

科学出版社  
www.sciencep.com

地理信息系统理论与应用丛书

# 开放式WebGIS的理论与实践

周文生 毛 锋 胡 鹏 著

国家自然科学基金项目(50178036)  
国家863计划项目(2001AA602019-6) 资助

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

WebGIS 是 GIS 技术走向实用化、大众化的重要标志,也是目前业界所密切关注的研究方向。本书对目前 WebGIS 研究和应用中所存在的问题进行了剖析,在分析了 XML 技术基础上,着重就基于 XML, GML 和 SVG 的地理空间数据的开放式表达以及基于 Web Service 技术的 WebGIS 互操作方法等关键问题进行了较为详细的分析和讨论。在上述研究的基础上,提出了一个基于 XML 的开放式 WebGIS 的整体解决方案;本书最后介绍了一个基于该方案所实现的原型系统以及利用该原型系统所设计并完成的实验和实验结果。

本书学术性和技术性强,可作为高等院校地理信息系统专业或相关专业硕士生、博士生教材,同时也可作为 WebGIS 研究和开发人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

开放式 WebGIS 的理论与实践/周文生,毛锋,胡鹏著. —北京:科学出版社,2007

(地理信息系统理论与应用丛书)

ISBN 978-7-03-018673-7

I. 开… II. ①周…②毛…③胡… III. 互联网络-地理信息系统-研究 IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 027777 号

责任编辑:彭胜潮 韩 鹏 / 责任校对:郑金红

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2007 年 2 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 2 月第 一 次印刷 印张:10 1/2

印数:1—3 000 字数:237 000

定价:35.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

# 前 言

WebGIS 是 GIS 界重要的研究方向, 经过若干年的发展, WebGIS 无论是从理论、技术、产品还是应用上都取得了很大进步, 有力地促进了 GIS 的社会化, 也推动了地理空间数据的广泛应用。然而我们应该看到, 由于目前的 WebGIS 商业化产品是在不同的环境中独立开发的, 有着自己独特的文化背景、领域背景和技术背景, 形成了自己的数据模型和功能组织结构, 虽然这些产品在功能和问题描述能力方面大同小异, 但实际操作上差别很大, 加之内部空间数据组织互相保密, 形成了不同系统间的壁垒, 导致了系统间无法真正共享数据和处理方法。这种情况的产生必然会影响到 WebGIS 的进一步发展, 为此, 各 GIS 厂商和研究机构都在积极研究新一代的 WebGIS 产品, 以便能在网络环境中实现地理空间数据和数据处理方法的充分共享。

本书是作者在该研究方向所做工作的系统总结, 全书共分七章。第一章绪论, 主要介绍和分析了 WebGIS 的概念和实现技术并对目前 WebGIS 所存在的问题进行了剖析; 第二章介绍了 XML 语言及其在 WebGIS 中的应用状况; 第三章着重介绍和分析了一个由作者所提出的基于 XML, GML 和 SVG 的开放式地理空间数据三层表达体系; 第四章介绍和分析了地理信息服务以及 Web Service 技术, 并就 Web Service 技术对 WebGIS 中的应用进行探讨; 第五章介绍了由作者所提出的基于 XML 的开放式 WebGIS 构建方案; 第六章介绍了基于上述方案所实现的一个原型系统以及基于该原型系统所做的一些验证实验; 第七章为全书的总结。

以上研究成果是作者在几年前所完成的, 尽管这些研究成果目前尚未真正形成完整的商业化产品, 但其部分研究成果已在作者所完成的一些 GIS 工程项目中得到了应用, 并取得了很好的应用效果, 这些项目包括国家 863 项目“数字海底渤海油田示范区建设”中所完成的“数字海底软件平台”以及“大庆油田地理信息交换平台”等。同时, 我们也注意到美国 ESRI 公司也推出了一个与本书设计思想相似的产品 ArcGIS Server。然而, 该产品距作者所构想的松散式、数据可共享、功能可共享以及多方可参与的开放式 WebGIS 系统还有一定的距离。

说到这里, 作者想起 2005 年所发生的两个事件: 一是 Google 继 Google Maps 后推出了地图搜索服务 Google Earth; 二是 Google 发布了 Google Maps API。上述事件的发生, 大大加快了电子地图乃至 GIS 的普及, 同时也使作者认识到, GIS 技术已从过去相对专业的技术正在向商业化应用和大众化技术转变, GIS 的门槛也越来越低, 也许在不久的将来, GIS 技术就同现在的数据库技术一样, 能被更多的人所掌握, 应用领域也更加广泛。同样, 作者所提出的 WebGIS 解决方案也是一种开放式的解决方案, 所采用的也都是些通用的技术, 其目的就是使 WebGIS 的构建成本越来越低, 构建方法越来越简单, 真正实现空间数据及其处理方法方便、有效地共享。

由于时间有限, 而且研究内容具有探索性, 因此在内容和观点方面难免有失偏颇之处, 希望同行给予指正。

# 目 录

## 前言

<b>第一章 绪论</b> .....	1
1.1 GIS的发展趋势 .....	2
1.2 WebGIS概述 .....	6
1.2.1 概念和特征 .....	6
1.2.2 系统功能 .....	7
1.2.3 实现策略 .....	7
1.2.4 构建内容.....	11
1.2.5 实现技术及评价 .....	12
1.3 WebGIS所面临的问题.....	16
1.4 解决问题的思路.....	17
1.5 本书的研究目标.....	19
<b>第二章 XML及其在 WebGIS中的应用</b> .....	21
2.1 XML概述 .....	21
2.1.1 XML的起源 .....	21
2.1.2 XML是什么 .....	22
2.1.3 XML的设计目标.....	24
2.1.4 XML的特点 .....	25
2.1.5 XML的体系结构.....	26
2.2 XML相关技术 .....	28
2.2.1 DTD与 Schema .....	28
2.2.2 CSS和 XLS(扩展样式语言) .....	30
2.2.3 Xpath、Xpointer与 Xlink .....	30
2.2.4 XML名字空间(XML Namespaces) .....	32
2.2.5 XML查询语言 .....	33
2.2.6 资源描述框架(RDF) .....	34
2.2.7 DOM、SAX与XML解析器 .....	35
2.3 XML的应用 .....	37
2.3.1 应用特点.....	37
2.3.2 应用领域.....	38
2.3.3 应用模式.....	38
2.4 XML在 WebGIS中的应用 .....	39
2.4.1 XML在 WebGIS中应用研究的意义 .....	39

2.4.2 基于 XML 的 WebGIS 体系结构 .....	41
2.4.3 基于 XML 的 WebGIS 产品介绍 .....	45
2.5 小结 .....	50
<b>第三章 基于 XML 的开放式地理空间数据表达 .....</b>	<b>51</b>
3.1 地理标记语言 GML .....	51
3.1.1 GML 发展概况 .....	51
3.1.2 GML 对地理特征的表达 .....	52
3.1.3 GML 1.0 的体系结构 .....	52
3.1.4 GML 2.0 的体系结构 .....	54
3.1.5 GML 的特点分析 .....	56
3.1.6 GML 发展前景 .....	58
3.2 SVG 及其在 WebGIS 的应用 .....	58
3.2.1 SVG 规范 .....	59
3.2.2 技术特点 .....	61
3.2.3 支持状况 .....	62
3.2.4 SVG 在 WebGIS 中的应用 .....	63
3.3 Web 环境下地理空间数据的三层表达体系 .....	64
3.3.1 Web 环境下地理空间数据模型研究 .....	64
3.3.2 Web 环境下地理空间数据的三层表达体系概述 .....	67
3.3.3 基于 XML 的虚拟地图表达 .....	67
3.3.4 基于 GML 的实体地图表达 .....	71
3.3.5 基于 SVG 的可视化地图表达 .....	74
3.4 小结 .....	81
<b>第四章 地理信息服务与 Web Service .....</b>	<b>83</b>
4.1 地理信息服务 .....	83
4.1.1 地理信息服务的基本概念 .....	83
4.1.2 OGC 的基本地理信息服务模型 .....	83
4.2 分布式对象技术及其所面临的问题 .....	86
4.2.1 分布式对象技术 .....	86
4.2.2 分布式对象技术所面临的问题 .....	88
4.3 Web Service 概述 .....	89
4.3.1 什么是 Web Service .....	89
4.3.2 技术特征 .....	89
4.3.3 体系结构 .....	90
4.3.4 相关标准与技术 .....	91
4.3.5 构建平台 .....	95
4.3.6 应用状况 .....	97
4.4 Web Service 对开放式 WebGIS 研究的意义 .....	98

4.5 小结	99
<b>第五章 基于 XML 的开放式 WebGIS 的设计</b>	<b>100</b>
5.1 设计思想	100
5.2 构架模式	101
5.2.1 客户端	101
5.2.2 地理信息服务中心	102
5.2.3 数据节点	105
5.2.4 服务节点	106
5.3 技术特点分析	107
5.4 地理服务中心服务接口设计	108
5.4.1 地理数据源元数据查询服务	109
5.4.2 地理数据源元数据变更服务	110
5.4.3 地图查询服务	113
5.4.4 地理特征事务处理服务	115
5.5 数据节点服务接口设计	119
5.5.1 数据节点地图数据获取服务	119
5.5.2 数据节点地理特征数据变更服务	121
5.6 服务节点服务接口设计	122
5.6.1 实体地图到可视化地图的转换服务	122
5.6.2 地图符号库查询服务	123
5.6.3 地图符号库变更服务	125
5.7 小结	127
<b>第六章 原型系统的设计与实验</b>	<b>129</b>
6.1 原型系统 OWBX 的组成与结构	129
6.2 桌面地理信息系统 GeoHDPU 的开发	130
6.2.1 系统简介	130
6.2.2 系统的特点	130
6.3 地理 Web Service 的开发	132
6.3.1 开发工具的选择	132
6.3.2 地理 Web Service 的实现	134
6.4 ASP 应用程序的开发	136
6.5 基于 SVG 插件的 SVGMap 地图浏览器的设计	138
6.5.1 概述	138
6.5.2 主要地图操作功能的实现	139
6.6 分布式异构地理空间数据编辑器 GeoEditor 的设计	142
6.7 实验项目的设计和实验结果	143
6.7.1 实验环境	143
6.7.2 实验内容与实验结果	145



6.8 小结 .....	150
<b>第七章 总结和建议</b> .....	<b>152</b>
7.1 本书总结 .....	152
7.2 几点建议 .....	155
<b>参考文献</b> .....	<b>156</b>

# 第一章 绪 论

当今世界，以信息技术为主要标志的科技日新月异，知识经济的到来预示着人类的经济社会生活将发生新的巨大变化。1998年1月31日，美国副总统戈尔在洛杉矶加利福尼亚科学中心举行的开放地理信息系统协会（Open GIS Consortium, OGC）年会上，发表了题为“数字地球：21世纪理解我们星球的方式”的报告。在这篇报告中，首次提出并系统阐述了“数字地球”的概念。戈尔在报告中指出：“数字地球是指一个以地理坐标（经纬网）为依据的、具有多分辨率的、海量数据的和多维显示的虚拟系统”（Gore, 1998）。这也就是说，“数字地球”是一个信息化的地球，它把有关地球每一点所有信息，按地球的地理坐标加以整理，然后构成一个全球的信息模型，这样我们就可以快速、实时、完整、形象地了解地球上各种宏观的和微观的情况，便于人类最大限度地实现信息资源的共享和合理使用，为人类认识、改造和保护地球提供一种先进的手段。由此可见，在人类共同面临资源缺乏、环境污染、人口爆炸与灾害频发的挑战以及全球经济一体化发展趋势的今天，构建人类共同的数字地球，用于存储人类赖以生存的地球的昨天、今天和明天的重要信息，以保证“地球村”的可持续发展，对推动全球信息化的进程，改变下一世纪人类的生活、工作乃至思维方式都将起到不可估量的作用。正因为如此，“数字地球”概念一经提出，就立刻引起了世界范围的广泛关注。

在我国，数字地球的研究同样得到了政界和科技界的高度重视。1998年6月，江泽民总书记在接见两院院士时就明确提出了“数字地球”的战略意义。国家科技部徐冠华部长连续发表了两篇关于数字地球的文章，不仅反映了我国政府对数字地球的高度重视，同时也提出了在我国实行数字地球计划的可能性，部署了下一步建立数字地球的行动措施。在科技界，中国科学院遥感应用研究所、国家遥感应用工程技术研究中心、中国科学院地理科学与资源研究所、北京大学、国家基础地理信息中心和中国测绘科学研究院等有关部门和单位都相继开展了数字地球研讨会，讨论了数字地球的发展方向以及理论、方法和手段。

作为一个庞大、复杂的全球性系统工程，数字地球的建设，除了巨额资金的投入外，还有许多重大的技术问题有待解决，大量的全球性的共建政策、机制以及各种全球性技术标准有待制定。数字地球所涉及的关键技术包括科学计算、海量存储、宽带网、卫星数据获取、Metadata（元数据）、互操作等（Gore, 1998）。

由于数字地球是建立在数字地图和遥感图像等空间载体的基础上的，因此数字地球必然是GIS在Internet环境下的自然延伸、扩展与综合（张家庆，1999），而作为GIS和Internet结合的产物——WebGIS则是未来数字地球的雏形，为此大力开展WebGIS的研究将会对数字地球的建设起到至关重要的作用。

本章首先讨论了 GIS 的概念和发展趋势,着重探讨了 WebGIS 的概念、特征以及构建技术等,之后分析了 WebGIS 所面临的问题,最后提出了本书所研究的内容和目标。

## 1.1 GIS 的发展趋势

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 是融合计算机图形和数据库于一体、用来存储和处理空间信息的高新技术,它把地理位置和相关属性有机地结合起来,根据用户的需要将空间信息及其属性信息准确真实、图文并茂地输出给用户,满足城市建设、企业管理、居民生活对空间信息的要求,借助其独有的空间分析功能和可视化表达功能,进行各种辅助决策。

在全球协作的商业时代,85%以上的企业决策数据与空间位置相关,例如客户的分布、市场的地域分布、原料运输、跨国生产、跨国销售等。对于包罗万象的信息,传统方法局限于枯燥无味的数据处理和表现,缺乏直观性和决策可视化,而 GIS 能够帮助人们将电子表格和数据库中无法看到的数据之间的模式和发展趋势,以图形的形式清晰直观地表现出来,进行空间可视化分析,实现数据可视化、地理分析与主流商业应用的有机集成,从而满足企业决策多维性的需求。GIS 可以将晦涩抽象的数据表格变为清晰简明的彩色地图,帮助企业进行商业选址,确定潜在市场的分布、销售和服务范围;寻找商业地域分布规律、时空变化的趋势和轨迹;此外,还可以优化运输线路,进行资源调度和资产管理。

GIS 作为计算机科学、地理学、测量学、地图学等多门学科综合的一种边缘性学科,其发展与其他学科的发展密切相关。近年来 GIS 技术发展迅速,其主要的源动力来自日益广泛的应用领域对地理信息系统不断提高的要求;另一方面,计算机科学的飞速发展对地理信息系统提供了先进的工具和手段。许多计算机领域的新技术,如 Internet 技术、面向对象的数据技术、三维技术、图像处理和人工智能技术等都可直接应用到 GIS 中从而使 GIS 呈现出网络化、开放性、虚拟现实、集成化、空间多维性等发展趋势。

### (1) 空间可视化技术与虚拟现实技术

对地图学来说,可视化技术已经远远超过了传统的符号化及视觉变量表示法的水平,而进入了在动态、时空变换、多维的可交互的地图条件下探索视觉效果和提高视觉功能的阶段,它的重点是要将那些通常难于设想和接近的环境与事物,以动态直观的方法表现出来。

虚拟现实技术 (Virtual Reality, VR),也称为虚拟环境和人工实现。运用 VR 技术进行地形环境仿真,真实再现地景,用于交互式观察和分析,提高对地形环境的认知效果,是今后 GIS 可视化发展的一个重点。图 1.1 为作者基于 ArcGIS 三维扩展模块所开发的数字海底三维分析系统的运行界面。

GIS 和虚拟技术的集成,即 VGIS,可以有效地模拟人在自然界中的视、听、动等

行为,使得 GIS 更具有“临界感”和“交互感”,因此,开发 VGIS 已成为 GIS 发展的一大趋势。

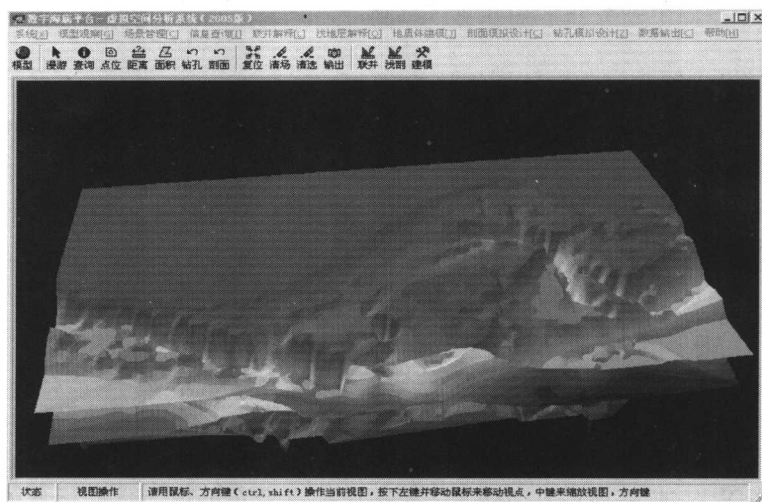


图 1.1 海底三维地质模型

## (2) 三维、四维 GIS

GIS 在矿山与地质领域的应用受到很大限制的重要原因是其在处理三维问题上的不足。现有的 GIS 软件虽然可以用数字高程模型来处理空间实体的高程坐标,但是由于它们无法建立空间实体的三维拓扑关系,使得很多真三维操作难以实现,因而人们将现有的 GIS 称为二维 GIS 或 2.5 维 GIS。矿山、地质以及气象、环境、地球物理、水文等众多应用领域都需要三维 GIS 平台来支持它们大量的真三维操作。三维 GIS 将是今后发展的一个重点。

四维 GIS 是指在原有的三维 GIS 基础上加入时间变量而构成的 GIS。假如地球科学家想对某一时刻的所有地质条件或某一时间段内的平均地质条件进行评价,它们就必须能够容易地获得在“A 时刻的值”或“从时间 B 到时间 C 这段时间内的值”。这种时间数据获取能力就应该与 3D 模型相结合。因此,地质学家等会因为地质特征的动态和变化的特性而对 4D (立体 3D 加上时间第 4D) 的空间-时间模型特别感兴趣。

## (3) 组件式 GIS

组件技术已经成为当今软件技术的潮流之一,为了适应这种技术潮流, GIS 软件像其他软件一样,已经或正在发生着革命性的变化,即由过去厂家提供了全部系统或者具有二次开发功能的软件,过渡到提供组件由用户自己再开发的方向上来。无疑,组件式 GIS 技术将给整个 GIS 技术体系和应用模式带来巨大影响。

所谓组件式 GIS 就是将把 GIS 的各大功能模块划分为几个组件,每个组件完成不同的功能。各个 GIS 组件之间,以及 GIS 组件与其他非 GIS 组件之间,可以方便地通

过可视化的软件开发工具集成起来,形成最终的 GIS 应用(宋关福,1998)。

组件式 GIS 的特点主要体现在:

- 高效无缝的系统集成,允许将专业模型、GIS 控件、其他控件紧密地结合在统一的界面下。
- 无须专门的 GIS 开发语言,只要掌握基于 Windows 平面的通用环境(VB, VC++, Delphi, power Builder 等),以及组件式 GIS 各控件的属性、方法和事件,就能完成应用系统的开发。
- 大众化的 GIS,用户可以像使用其他 ActiveX 控件一样使用 GIS 的控件,使非专业的 GIS 用户也能胜任 GIS 应用开发工作。
- 开发成本低,非 GIS 功能可以利用非专业控件,降低了系统成本。

#### (4) WebGIS

“19 世纪是铁路的时代,20 世纪是高速公路的时代,21 世纪是网络的时代”。互联网(Internet)的迅速崛起和在全球范围内的飞速发展,使万维网(World Wide Web,简称 WWW 或 Web)成为高效的全球性信息发布渠道。这一技术正在以很快的速度进入千家万户,它将把地球变成一个小小的村落。

随着 Internet 技术的不断发展和人们对 GIS 的需求,利用 Internet 在 Web 上发布和出版空间数据,为用户提供空间数据浏览、查询和分析的功能,已经成为 GIS 发展的必然趋势。于是,基于 Internet 技术的地理信息系统——WebGIS 就应运而生。

WebGIS 是 Internet 技术应用于 GIS 开发的产物。GIS 通过 WWW 功能得以扩展,真正成为一种大众使用的工具。从 WWW 的任意一个节点,Internet 用户可以浏览 WebGIS 站点中的空间数据,制作专题图,以及进行各种空间检索和空间分析,从而使 GIS 进入千家万户(详见 § 1.2)。

#### (5) 多媒体 GIS

多媒体技术(Multia-Media)是一种集声、像、图、文、通讯等为一体,并以最直观的方式表达和感知信息,以形象化的、可触摸(触屏)的、甚至声控对话的人机界面操纵信息处理的技术。应用多媒体技术对 GIS 的系统结构、系统功能及应用模式的设计产生极大的影响,使得 GIS 的表现形式更丰富、更灵活、更友好。

多媒体地理信息系统(MGIS)将文字、图形(图像)、声音、色彩、动画等技术融为一体,为 GIS 应用开拓了新的领域和广阔的前景。它不仅能为社会经济、文化教育、旅游、商业、决策管理和规划等提供生动、直观、高效的信息服务,而且将使电脑技术真正走进人类社会生活。多媒体技术在 GIS 领域的深入应用,乃至出现具有良好集成能力的 MGIS 是技术发展的必然。

#### (6) 智能 GIS

智能 GIS 是指与专家系统(Expert System, ES)、神经网络、遗传算法等相结合的 GIS,它实际上是基于知识的专家系统在 GIS 中的应用,GIS 经过多年发展现在已经

日趋成熟,但其应用还主要停留在数据库、空间叠加分析上,缺乏知识处理能力和推断能力。因而在解决如城市规划与管理、交通运输管理、生产力布局、生态环境管理等问题时候就需要将 GIS 与 ES 相结合。目前,这方面的研究应用已得到了广泛的重视。

### (7) 开放式地理信息系统 (Open GIS)

开放式地理信息系统是指在计算机和通讯环境下,根据行业标准和接口所建立起来的地理信息系统 (Kurt Buehler and Lance McKee, 1996)。在开放式地理信息系统间,能够实现地理空间数据和地理数据处理功能的相互操作,以及不同系统或不同部门之间资源的共享。

开放式地理信息系统的研究,可以改变地理信息系统软件的独立自闭性的状况,它可以使各 GIS 系统、软件间的功能可以相互访问、相互调用,不同格式的数据也可以相互访问,更为重要的是她将加速其在其他领域的应用,使 GIS 真正融入 IT 主流。开放式地理信息系统应具有以下特点:

- 互操作性:不同 GIS 系统之间能够方便地连接,信息交换不存在任何障碍。
- 技术公开性:对于用户来说,开放式地理信息系统的源代码都是完全公开的。
- 兼容性:开放式地理信息系统能够通过无缝集成技术来保护用户在原有数据和软件的投资,并且能将现有的技术和已有的地学处理系统、数据以及相关信息技术集成起来。
- 可移植性:开放式地理信息系统独立于软件、硬件及网络环境,因此,它不需要修改即可在不同机器上运行。

### (8) 3S 技术的集成

3S 技术指的是全球定位系统 (GPS)、遥感 (RS) 和地理信息系统 (GIS) 的总称。3S 技术的结合与集成充分体现了学科发展从细分走向综合的规律。

GIS 发展的重要趋势是与全球定位系统 (GPS) 和遥感 (RS) 的集成,从而构成实时的,动态的 GIS。GPS 为 GIS 的快速定位和更新提供手段,遥感技术的多谱段、多时相、多传感器和多分辨率的特点,为 GIS 不断注入“燃料”,反过来又可利用 GIS 支持从遥感影像数据中自动提取语义和非语义信息。

3S 技术整体结合所构成的系统是高度自动化、实时化的 GIS 系统。这种系统不仅具有自动、实时地采集、处理和更新数据的功能,而且能够分析和运用数据,为各种应用提供科学的决策咨询,并回答用户可能提出的各种复杂问题。

### (9) GIS 和知识发现 (KDD) 技术的集成

地理信息系统和知识发现的技术集成,将使人们从海量空间数据库提取有用的知识,为决策支持提供重要依据。互联网上存在着无穷无尽的知识资源,但至今我们从 WWW 上发现知识的研究仍然不多,这将是一片巨大的待开发的知识宝藏。而 GIS 与 KDD 的结合,将使得我们更好地从 WWW 上来挖掘我们所需要的知识。因此,GIS 和 KDD 技术的结合也必将是今后 GIS 发展的一个重要方向。

## 1.2 WebGIS 概述

### 1.2.1 概念和特征

#### (1) WebGIS 的概念

WebGIS 即万维网地理信息系统, 是利用交互网技术扩展和完善地理信息系统的一项新技术, 是地理信息系统和交互网技术相结合的一种新的技术方法 (袁相儒, 1997), 通过它人们可以方便地从 WWW 的任意一个节点浏览或获取 Web 上的各种分布式地理空间数据以及进行各种在线的地理空间分析。它的出现使 GIS 能够真正走向社会, 为更广泛的社会群体服务。

GIS 的信息处理模式先后经历了集中式、分布式和客户/服务器模式三个阶段。WebGIS 是一种典型的客户/服务器模式的系统, 它通过利用网络、PC 机、图形用户界面和关系数据库把传统的庞大的集中系统分解成为较小的单元, 大大简化了复杂信息系统的开发和管理。同时, 由于 WebGIS 是基于 Internet 和 WWW 的运行环境和分布式的生存平台, 使其在数据管理和组织方面具有支持超大型数据集、引入大型数据库管理系统、高性能的空间数据提取、分布式的数据管理、数据和系统紧密结合的特点。

#### (2) WebGIS 的特征

与传统的、基于桌面或局域网的 GIS 相比, WebGIS 具有以下几个显著特征:

- 更广泛的访问范围。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 所特有的优势大大方便了 GIS 的数据管理, 使分布式的多数据源的数据管理和合成更易于实现。

- 平台独立性。无论服务器/客户机是何种机器, 无论 WebGIS 服务器端使用何种 GIS 软件, 由于使用了通用的 Web 浏览器, 用户就可以透明地访问 WebGIS 数据, 在本机或某个服务器上分布式部件的动态组合和空间数据的协同处理与分析, 实现远程异构数据的共享。

- 可以大规模降低系统成本。普通 GIS 在每个客户端都要配备昂贵的专业 GIS 软件, 而用户使用的经常只是一些最基本的功能, 这实际上造成了极大的浪费。WebGIS 在客户端通常只需使用 Web 浏览器 (有时还要加一些插件), 其软件成本与全套专业 GIS 相比明显要节省得多。另外, 由于客户端的简单性而节省的维护费用也不容忽视。

- 更简单的操作。要广泛推广 GIS, 使 GIS 系统为广大的普通用户所接受, 而不仅仅局限于少数受过专业培训的专业用户, 就要降低对系统操作的要求。通用的 Web 浏览器无疑是降低操作复杂度的最好选择。

- 平衡高效的计算负载。传统的 GIS 大多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, 将基础性、全局性的处理交由服务器执行, 而对数据量较小的简单操作则由客户端直接完成。这种计算模式能灵活高效地寻求计算负荷和网络流量负载在服务器端和客户

端的合理分配,是一种较理想的优化模式。

### 1.2.2 系统功能

WebGIS 的功能,根据其发展的不同阶段,会有不同的功能,通常可将 WebGIS 的发展划分为四个阶段,即空间信息浏览与查询阶段、地图制作阶段、地理信息系统阶段以及网络空间信息阶段。

#### (1) 空间信息浏览与查询阶段

本阶段的主要功能是完成静态空间信息的网络发布,它除了具有地图浏览基本功能(如缩放、漫游)外,还提供简单的信息查询功能。

#### (2) 地图制作阶段

在该阶段除了具有前一阶段所具有的功能外,还具有地图制作的功能。系统通过通用的 Web 浏览器让客户端用户选择制图区域,并设置各种制图参数,服务器端的地图制作系统在获取这些参数后,则利用服务器上的空间数据库进行地图的制作,完成后的地图以浏览器能够接受的方式返回。

#### (3) 地理信息系统阶段

这一阶段除了具有前一阶段所具有的功能外,还具有以下功能:

- 数据更新。经过身份认证并具有特定权限的用户,可以对服务器上的数据进行更新,具体包括增加新的数据、编辑已有的数据以及创建新的图层等操作。
- 传统 GIS 操作在后端服务器的支持下,在前端通过 Web 页面实现传统 GIS 的功能。

#### (4) 网络空间信息系统阶段

该阶段是 WebGIS 的发展目标,也是网络计算环境下空间信息服务的新形式。该阶段的功能除包括前面各阶段所具有的功能外,还具有以下功能:

- 在线专业分析。许多专业分析模型是针对特定数据库的,植被覆盖模型、水土流失模型等可以在网上针对特定的数据库运行这些模型,利用网络环境下多个站点的数据,进行分析并返回结果。
- 基于 WWW 的网络协同计算。网络协同计算包括面向数据的协同计算和面向服务代理的协同计算。前者是以数据为中心,其计算场地有时取决于数据所在地,有时取决于数据处理程序所在地;后者则是网络上发布多种信息处理代理,负责接受用户的请求,在网络上寻找满足要求的数据,并自动选择最佳计算场地,处理之后把结果返回给用户。

### 1.2.3 实现策略

目前实现 WebGIS 的策略有三种:服务器端策略、客户端策略以及混合策略。服务器端策略允许客户端用户向服务器端提交数据和分析请求,服务器端处理请求并将处



理结果返回给客户端。客户端策略允许用户进行数据的本地操作或分析。混合策略则可根据用户请求和网络状况来合理地分配数据处理的位置。

(1) 服务器端策略

服务器端策略中，客户机通过 Web 浏览器向服务器端的 Web 服务器发出诸如图形放大、缩小、漫游、属性查询、空间分析、专题图生成等服务请求，Web 服务器则通过 CGI、ISAPI 或 ASP 等接口把这些请求传递给后端的 GIS 服务器，GIS 服务器按照要求进行数据处理，并将处理结果形成 GIF 或 JPEG 格式的图像文件反馈给远端的用户浏览器（如图 1.2 所示）。在这种 WebGIS 体系结构中服务器完成来空间数据处理的所有工作，而客户机仅用于发出服务请求和显示服务器的最终处理结果。这是一种典型的瘦客户、胖服务器模型，对服务器的性能要求很高。采用这种技术的产品有 ESRI 的 Internet Map Server (IMS) (ESRI, 1999), MapInfo 的 MapInfo ProServer (MapInfo, 1999) 等。图 1.3 为作者用 ArcIMS 所开发的南水北调与历史文化环境保护成果展示系统的界面。

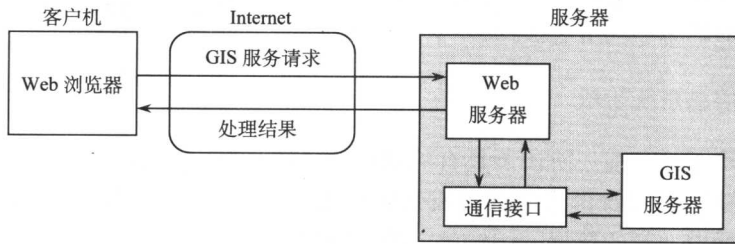


图 1.2 基于服务器的 WebGIS 体系结构



图 1.3 基于服务器技术的 WebGIS 应用实例