

WebGIS 应用现状及发展趋势

刘吉夫^{1,2}, 陈 强³, 陈棋福⁴, 黄 静²

(1. 江西省地震局, 江西 南昌 330039; 2. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081;

3. 中国地震局, 北京 100036; 4. 中国地震局分析预报中心, 北京 100036)

摘要: WebGIS 系统出现至今, 我国在理论和应用等方面做了许多探索, 但限于条件, 目前仍处于试验阶段, 至今尚无真正意义上的 WebGIS 应用实例。为了促进 WebGIS 的应用进程, 有必要对这些年研究和探索的成果作一个总结。在大量浏览近几年登载在国内各类媒体上的有关学术论文、研究报告、学位论文以及应用实例的基础上, 概括了 WebGIS 的主要特点, 总结了 WebGIS 的关键问题和实现技术, 并着重介绍了目前 WebGIS 在农业、林业、气象、水利、地震、海洋、国土资源、环境保护、铁路交通、电力、城市建设和规划等社会各个领域的应用现状, 最后对 WebGIS 的发展趋势进行了探讨。研究结果表明, 作为开放性的应用平台, WebGIS 在我国的应用前景非常广阔。

关键词: WebGIS; 地理信息系统; 实现技术; 应用现状; 发展趋势

中图分类号: P315.9

文献标识码: A

文章编号: 1000-3274(2003)04-0010-11

引言

20 世纪 90 年代以“美国国家信息基础设施计划(NII)”的提出为起点, 以 Internet 为范例的信息高速公路建设席卷全球(美国于 1995 年开始建设的 Internet2 如今也进入试运行阶段), GIS(地理信息系统)发展迎来了全新的发展机遇。从 1995 年开始以一种基于 Internet 技术标准、以 Internet 为平台的、采用分布式体系结构的 GIS 系统——WebGIS 系统(又称万维网地理信息系统)在美国出现。随着人们对地理信息需求的增加, 基于 Internet 发布地理信息数据, 供全球用户查询、检索并提供 GIS 服务的 WebGIS 系统已成为地理信息系统发展的重要方向之一^[1~3]。

1 WebGIS 的特点^[4]

(1) 更广泛的访问范围。全球范围内任意一个客户可同时访问多个位于世界各地的不同的 WebGIS 服务器上的最新数据, Internet 所特有的这些优势大大方便了 WebGIS 的数据

收稿日期: 2002-12-03; 修改回日期: 2003-06-18

基金项目: 国家基础研究重大项目前期研究专项(2001CCA02100); 国家自然科学基金项目(40234038)

作者简介: 刘吉夫(1968-), 男, 江西安福人, 高级工程师, 2002 年在读博士生, 主要从事地震预报、震害预测等研究。

管理,使分布式的多数据源的数据管理和合成更易于实现。

(2) 平台独立性。无论客户机与服务器是何种机器,操作系统如何,或者服务器端使用何种 WebGIS 软件,由于使用了通用的 Web 浏览器,用户都可透明访问 WebGIS 数据库,在本机或某个服务器上进行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。

(3) 真正大众化的 GIS。以往的 GIS 由于成本高、技术难度大,往往成了少数专业人士拥有的专业工具,很难推广。而且对于每个用户来说,在每个客户端都要配备昂贵的专业 GIS 软件,但用户经常使用的却只是一些最基本的功能,这在实际上造成了极大的浪费。WebGIS 则给更多的用户提供了使用 GIS 的机会。WebGIS 在客户端通常只须使用通用浏览器进行浏览和查询(有时还要加入一些免费使用的插件、ActiveX 控件等),从而大大降低了系统成本。

(4) 平衡高效的计算负载。以往的 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 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,而把数据量较小的简单操作交给客户端去完成。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。

(5) 良好的可扩展性。WebGIS 很容易与 Web 中的其他信息服务进行无缝集成,可以建立灵活多样的 GIS 应用。例如随着通信终端向多媒体和移动化方向发展,数字移动电话、PDA(个人数字助理)将成为 WebGIS 的客户端, WAP(Wireless Application Protocol, 即无线通信协议)服务器和 WebGIS 服务器将连为一体。

2 WebGIS 的关键技术和实现方案

从技术上看, GIS 系统要成为网络化的信息系统,必须符合三个条件:

(1) 支持 Internet/ Intranet 技术标准,或与 Internet/ Intranet 技术标准相兼容。这对于 WebGIS 来说就是实现客户端与服务器端数据传输通信;

(2) 分布式应用体系结构。分布式应用体系结构能实现在客户机与服务器端都具备提供功能强大的、可执行进程的体系结构,达到真正有效地平衡客户机与服务器之间的处理负荷,实现计算分布和数据分布的目标,使系统具有可互操作性;

(3) 系统的开放性。系统的开放性要求具有硬、软件资源共享、数据多重应用、跨平台运行,且系统易于集成等方面的特性。因此在实现 WebGIS 的过程中必须解决关键问题^{[5],[6]}。

2.1 WebGIS 的几个关键技术

WebGIS 的发展和 GIS 技术、计算机技术、信息技术和通信技术的发展密不可分。许多 Internet 组网技术可直接移植于 WebGIS 系统。但 WebGIS 自身还有一些关键技术必须解决,如高质量数据压缩技术、宽带和高码率 WAP 技术、组件式 GIS 设计等^[7]。

(1) 空间数据的压缩与解压缩。GIS 中海量的空间数据会产生数据传输和存储问题,即使是宽带高速网,也不能使影像在 Internet 上以各种比例尺任意漫游,因此空间数据的压缩就显得尤为重要。此外,空间数据的管理和使用,如影像数据库的建立(影像无缝漫游)、网上数据分发、数据通信传播等都要求对空间数据进行压缩和解压缩。目前,由于小

波理论能有效应用于空间数据的压缩和解压缩而成为地理信息数据压缩领域的研究热点。

(2) 基于 WAP 技术的 Web 浏览。由于无线互联网属于窄带网，网络环境并不十分稳定，但本身技术含量又非常高，因此如何解决客户端的负荷是一个关键问题。最好的解决办法就是强化服务器端，同时研究具有可兼容、扩展和交互的、满足客户端要求的 Web 浏览技术^[8]。

(3) 分布式 WebGIS 数据库管理。由于地理信息本质上是分布的，而用户又需要对分布的地理信息完成浏览、查询、分析等操作，这就要求 WebGIS 需要解决如何实现地理信息客观上分布与实际操作、应用中的集中问题。因此，分布式 WebGIS 的产生和发展是地理信息获取和处理的必然结果。分布式计算目前的实现是 Client/Server(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。完全的分布式计算必须是一个非集中的、点对点等(peer-to-peer，简称 P2P)的协同计算。

2.2 WebGIS的实现方案

WebGIS 逻辑上由 4 部分组成^[9]：① Web 浏览器，用户可以通过其获取分布于 Internet 上的各种地理信息；② WebGIS 的信息代理，设定地理信息代理机制和地理信息代理协议，并提供数据访问接口，是实现地理信息 Internet 发布的关键；③ WebGIS 服务器，根据用户请求操作 GIS 数据库，为用户提供地理信息 GIS 服务，实现客户机与服务器的动态交互；④ 编辑器，提供可视化、对话式、多窗口的集成开发环境，建立对象、模型和进行空间数据的编辑及显示(图 1)。

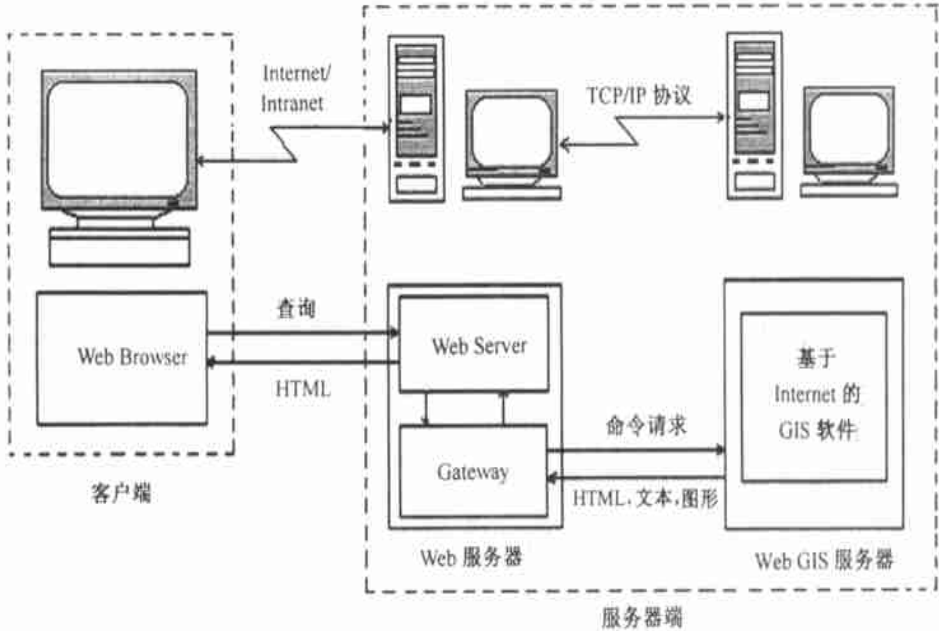


图 1 WebGIS 的实现方案

WebGIS 的实现技术主要有三种方法：① CGI 技术方法，即通用网关接口技术方法(Common Gateway Interface)；② Plug-in 技术方法，即应用程序插件技术方法；③ Microsoft 公司提出的 ActiveX 控件和 DCOM (Distributed Component Object Model, 分布式组件对象模型)对象构件技术方法(DCOM/ActiveX)以及 Object Management Group (OMG)和

Javasoft 公司联合推出的 CORBA/Java 技术方法(CORBA 是 Common Object Request Broker Architecture 的缩写,即是公用对象请求代理体系结构)。目前第三种方法占主导地位,许多应用方案都是基于 DCOM/ActiveX 或 CORBA/Java 设计的。在应用方面,CORBA/Java 明显优于 DCOM/ActiveX,但是就技术标准而言,CORBA/Java 和 DCOM/ActiveX 仍难分优劣。CORBA/Java 的最大优势仍然在于其跨平台能力,但在运行速度上仍然不如 DCOM/ActiveX。DCOM/ActiveX 目前还只能运行于 32 位 Windows 系列操作系统,但是 Windows 系列操作系统的市场占有率达 80%以上,在 Internet 客户端,其占有率则可能更高。因此究竟选用何种规范来开发 WebGIS,需要根据工程的设计目标来权衡(表 1)^{[10],[11]}。

表 1 WebGIS 实现的技术方案与性能比较^[12]

比较项目		客户端			服务器端		
		GIS 插件	ActiveX	Java Applet	桌面系统扩展	ActiveX 服务器	Java Applet 服务器
性能	处理大数据表	一般	一般	一般	较好	好	好
	减少网络拥塞	好	好	好	一般	一般	较好
	影响 Web 服务器	低	低	低	高	中	中
兼容性	跨平台性	差	差	好	差	差	好
	浏览器兼容性	差	差	好	好	好	好
地图显示	客户端矢量图	可以	可以	可以			
	响应	快	快	快	慢	中	中
安全性		中	差	好	好	好	好
部署		难	中	较易	中	中	易
费用		高	高	低	最高	中	低

3 几种流行的 WebGIS 软件比较

WebGIS 软件很多,比较流行的有 ESRI 的 MapObjects IMS 和 ARC IMS、MapInfo 公司的 MapXtreme、Intergraph 公司的 GeoMedia Web Map 以及著名的 CAD 厂商 Autodesk 公司推出的 Mapguide,还有国产的 GeoSurf 等^[13]。这几种 WebGIS 软件的主要技术特征见表 2。

这些软件在不同程度上也都提供了二次开发的方法,归纳起来,流行的主要有 API(Application Programming Interface)和类(类是一种复杂的数据类型,它是将不同类型的数据和与这些数据相关的操作封装在一起的集合体)、ActiveX 控件及 JavaBean(描述 Java 的软件组件模型,类似于 Microsoft 的 DCOM 组件)3 种方法。API 和类方法是通过内嵌在浏览器中的 GIS 函数对象与 JavaScript(一种被嵌入到 HTML 代码中,并且由浏览器来执行的居于 Java 程序语言的脚本语言)或 VBScript(Microsoft Visual Basic Scripting Edition)对象完成通讯。API 和类函数具有矢栅地图显示、GIS 实体选择、查询、图层控制、报表和缓冲分析等功能。而 ActiveX 控件和 JavaBean 都属于组件的设计方法,只是不同语言的具体实现^[14~16]。3 种方法的区别见表 3。

4 WebGIS 应用简介

我国在 WebGIS 的应用方面做了许多有益的探索,取得了宝贵经验,如农业、林业、

表 2 几种流行的 WebGIS 软件比较^[4]

产品名称	Map Xtreme	GeoMedia Web Map	MapObjects IMS	Map Guide	Geo Surf
客户端 是否需要插件或控件	不需要	需要	不需要	需要	不需要
网络传递的图形格式	JPEG (栅格图)	ActiveCGM (栅格图和矢量图)	JPEG/GIF (栅格图)	MapGuide SDF(矢量数据)或 JPEG (栅格图)	GeoSurf DH (矢量数据)
与数据库连接方式	ODBC	ODBC	ODBC	ODBC	JDBC
地图预出版处理	动态生成地图	动态生成地图	动态生成地图	需进行数据格式转换处理	需进行数据格式转换处理
可发布的数据格式	MapInfo 地图文件、Oracle Spatial 空间数据	MGE 工程、Microstation DGN 文件、FRAME 文件、MGEDM 文件、ArcView Shape 文件、Arc/Info Coverage、Autodesk DWG 文件、Mapinfo TAB 文件	ArcView Shape 文件、Arc/Info Coverage、SDE 地图	ArcView Shape 文件、Arc/Info Coverage、Autodesk DWG 文件、MicroStation DGN 文件、Mapinfo MIF 文件	GeoStar 数据文件、Autodesk DWG 文件、Microstation DGN 文件、Mapinfo MIF 文件、ArcView Shape 文件、Arc/Info Coverage

表 3 WebGIS 二次开发的设计方法对照表^[14]

特征	API 和类	ActiveX	JavaBean
典型软件	MapGuide	GeoMedia Web Map	MapXtreme for Java
组件开发	否	是	是
功能支持	最丰富	简单	丰富
跨平台	是	否	是
移动计算	不支持	支持	支持
多层部署	否	否	是

气象、水利、地震、国土资源、海洋、环境保护、铁路交通、电力、城市建设和规划等部门或行业所做的应用试验等^[17]。但大多仍处于试验阶段，要达到 WebGIS 提出的目标(即实现实用化)还有很长一段路要走。“九五”国家重点攻关项目“中国可持续发展信息共享示范”基本上体现了我国 WebGIS 的应用水平^{①②③}。

4.1 农业

在国家“863 计划”智能化农业应用系统和国家自然科学基金的农业知识工程应用基础研究的支持下，天津大学和新疆生产建设兵团合作开发了基于 WebGIS 的农业专家系统(Agricultural Expert System)，又称农业智能系统。该系统实际上是利用处理后的卫星遥感图像信息作为原始数据，将 WebGIS 技术溶合到专家系统中来，拓宽了专家系统的适用范围。

① 国家海洋基础信息网络服务系统: <http://wde-d.coi.gov.cn/yhzn/>

② 国家空间信息交换中心: <http://www.nsi.gov.cn/>

③ 全国自然保护区信息共享系统: <http://www.sdinfo.net.cn/hiodiv/issn/niesmain/>

农业信息 WebGIS 系统是农业部信息中心建设的, 其建设目标是使该系统成为农业生产和农业决策服务与支持的信息网络。该系统可以为农业生产及服务提供丰富、及时的农业生产信息资源(农业气象、农村经济、农产品价格、农产品贸易)以及网上地理信息管理和应用, 为农业生产提供各种图形、图像等网上信息检索、查询、浏览, 以及各种信息的交流服务。农业部门各级领导、农业生产决策者在中国地图上可直观地查出诸如某一地区小麦、玉米、大豆等作物的种植面积、分布情况; 相关的气象条件; 农产品的价格分布情况; 农民收入情况等专题图信息, 而不必只是通过单调的阿拉伯数字和文字来判断相关的农业生产和农业服务情况。同时利用这一系统, 还可以及时了解国内最新农业生产信息及与农业相关的各种经济信息。

4.2 林业

国家林业局调查规划设计院建设的林火信息发布子系统是防灾/森林防火信息系统中一个组成部分。该项目建立在国家林业局信息中心计算机网络和国家林业局森林防火办公室林火监测网络基础之上, 采用了 Client/Server(客户机/服务器)模式、数据库技术、WebGIS 技术和遥感技术, 能够完成火点定位、火险预报、林火行为预报、林火信息发布等功能, 并尝试将一些公用图形数据作为公共数据提供给需要的用户。

国家林业局信息中心以及一些林业重点省份也利用 ArcGIS 系列软件进行森林资源动态监测和湿地监测, 用现代化的 3S 技术和网络技术等手段为天然林保护、退耕还林、野生动植物保护、三北等重点地区建立防护林体系系统。

4.3 气象

由大连理工大学开发的黑龙江防汛决策指挥系统应用最新的 WebGIS 技术, 采取 Browser/Server(浏览器/服务器)与 Client/Server(客户机/服务器)相结合的模式。其中 GIS 平台采用 ESRI 的 ArcIMS, 后台采用 Oracle 数据库, Web 采用 Java 解决方案。系统共有信息服务子系统、防洪调度子系统、防汛会商子系统等 11 个子系统组成。该系统可查询河道、堤防、控制站、水库等实时的、历史的水雨工情信息。

江西省减灾协会正在建设的基于 WebGIS 的江西省防灾、抗灾和救灾综合决策指挥系统, 主要包括人工影响天气、旱涝灾害防御等 8 个防灾、抗灾和救灾决策指挥子系统。囊括自然灾害的监测、预测、评估以及地理信息和决策指挥信息的发布、查询等各个方面的内容。

4.4 地震

在“中国可持续发展信息共享示范”项目中, 中国地震局和其他部门合作, 利用国家基础地理信息中心提供的全国 1 400 万基础地理信息共享平台数据与各种灾害数据叠加, 进行集成试验, 取得了许多宝贵经验, 为在本项目负责单位中国 21 世纪议程管理中心和各参加共享单位的系统中进行集成奠定了良好基础。

中国地震局地质研究所采用 MapObjects 和 Internet Map Server for MapObjects(简称 MO/MOIMS)技术, 结合当前流行的 Web 应用开发技术, 建立了具有地图浏览、空间查询分析、统计分析和专题图制作等功能的地震地质基础信息 WebGIS 应用系统(SGWebGIS), 为地震研究中空间信息的共享提供平台^{[18]、[19]}。

WebGIS 在防震减灾中具有无可比拟的优势。无论是震害预测信息服务平台的开发还是数字地震减灾系统的研究都可以为整个社会提供及时、必需的信息和理念。这些都能为

实现政府倡导的减灾政策打下坚实的基础^{[20], [21]}。比如在 1999 年台湾集集 7.6 级地震中, 其灾害调查、灾情统计、救济工作等都是基于 WebGIS 来开展的, WebGIS 在抗震救灾、安定民心等工作中发挥了一定的作用^①。

4.5 水利

主要应用于防汛决策支持系统或信息管理系统的平台, 洪涝灾害风险分析与区划, 城市防洪, 水资源管理、水环境和水土保持方面, 水利水电工程建设和管理等^{[22], [23]}。

北京市防洪抢险信息系统建立在数据库、WebGIS 和网络技术之上, 通过动态网页技术实现对抢险相关信息的快速查询。系统建成后, 完整实现从报险到 WebGIS 动态显示出险地点的信息, 再到预案查询、仓库物资查询、责任制单位查询、物资调度、队伍调度的抢险全部业务流程。如通过空间关系的查询, 自动查出离出险地点最近的仓库、责任制单位等。该系统由 6 个模块组成: ① 全市防汛指挥系统和责任制; ② 仓库、抢险物料管理; ③ 防洪抢险规程; ④ 抢险队伍; ⑤ 险情信息; ⑥ 数据维护。WebGIS 技术在各个模块之间起着粘合的作用, 它显示险工险段、仓库、责任制单位的地理信息, 用户点击后可以从数据库中调出该实体的属性信息。如果根据实体属性进行查询, 查询结果可以动态形式在电子地图上显示出来^[24]。

4.6 海洋

国家海洋基础信息网络服务系统采用的是美国 ESRI 公司的 MapObjects 和 ArcIMS 加以建设的, 具有属性信息查询、信息检索、信息统计、放大、缩小、图层标识显示、平移等功能。对中国海洋资源、经济、环境、灾害空间数据库系统和 1:100 万海洋基础地理信息等提供网上共享服务。

福州大学开发的“福建省海洋功能区划管理信息系统”是“国家海洋功能区划管理信息系统”的一个分中心, 是“数字海洋”的示范工程, 对于了解海洋、合理使用和开发海洋资源提供了一个很好的平台^[25]。

4.7 国土资源

华南农业大学利用 ArcIMS 建立了广东省土壤资源信息 WebGIS 系统, 客户使用普通的 WWW 浏览器即可实现土壤资源空间信息远程查询访问, 使土壤资源信息能够更广泛地为广东省农业生产服务^[26]。

中国宏观国土资源信息系统建设的目标是通过 Internet/Intranet 技术平台, 利用 Java 编程语言构建 WebGIS 系统, 实现用户能通过 Internet/Intranet 对系统进行空间与属性数据的查询、检索等访问, 而且通过客户端浏览器和 Plug-in 插件启动系统的分析评价和决策等应用模型。最终可实现诸如空间分析计算等复杂的应用功能^②。

在地质环境方面, 中国地质科学院地质力学研究所利用 MOIMS 技术建立了地应力和地质灾害网上数据库查询系统^[27], 同济大学和中國地震局地质研究所也做了类似的尝试^{[28], [29]}。

4.8 环境保护

国家环保总局建设的江苏省环保信息查询管理系统是建立于 WebGIS 基础上的环境

① 朱子豪等 网路地理资讯系统 in 环境灾害及建地安全管理之应用, 2000。

② <http://www.castic.ac.cn/infoagri/papers/IGIS.htm>

MIS 系统与环境 GIS 系统的集成系统。它具有环境空间信息共享、环境空间信息网络查询、空间数据管理、网络环境下环境空间数据专题图制作与发布、环境空间数据的分析、可视化环境管理等功能。改变了目前环境空间信息开发、应用和共享的落后局面,满足了社会各领域对环境空间数据共享的需求^[30]。

4.9 铁路交通

目前铁路系统正在实施 RGIS (铁路地理信息系统) 计划, 准备为全国铁路系统提供统一的 WebGIS 平台, 把铁路售票系统、客运管理系统、调度系统等都集成到该平台上。今后的目标之一就是开发出基于 GIS 的城市移动系统, 为高速列车上的旅客提供列车前方到站、时刻表变化、天气状况、旅游、交通等图文详细信息^[31]。

4.10 电力

WebGIS 在电力系统中的应用主要体现在以下几个方面: ① 电厂设备管理; ② 输配电管理; ③ 用电管理。许多 WebGIS 系统都只是针对特定的用户设计的^[32]。华北电力大学开发的配电网 WebGIS 系统, 采用 Java 技术, 开发了地图交互操作的各项功能, 如在客户端采用鼠标方式进行地图的选取、漫游、鹰眼等操作。采用 Asp 并结合 MapXtreme 对地图空间数据的显示及处理, 实现了配电网线路及设备的录入、查询、定位、打印等功能。

4.11 数字城市

WebGIS 是数字城市建设的关键技术之一。现在我国正在构建的 WebGIS 大多数是局域网或城域网, 如“数字北京”、“数字福建”等。“数字北京”首先从中关村开始试点, 逐步推向政府和企业, 目前已承载了电子政务、电子商务、社会保障、信息化社区和交通、旅游 WebGIS 等各种信息系统, 并与 Chinanet 以及中央各部委交换网、银行专用网、全国有线电视网等重要网络实现了互联互通。根据计划安排, 到 2005 年底, 北京市的“电子政府”将全面运行^①。

4.12 文博

主要是数字图书馆和数字博物馆。基于 WebGIS 的古籍检索系统是北京大学 985 项目支持的“北京大学古籍数字图书馆”的重要组成部分, 也是中美合作“中国文化记忆网”(CMNet) 项目。该系统以 WebGIS 为平台, 将 GIS 提供的时空检索、概念层次导航下的浏览以及基于元数据属性结构的查询进行集成, 为用户提供了更方便、有效的检索手段。目前系统中的主要资源为拓片元数据^②。台湾也在进行这方面的应用研究工作^③。

4.13 其他

WebGIS 在电信、旅游、军事、教育、商业、城市规划、城市管理、新闻媒体、智能交通、110 报警服务、在线政府公共信息服务等领域应用也非常广泛, 如统计分析、房地产、油气管理、土地和地籍管理、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、城市管道管理等^[33]。其中香港的旅游资讯服务系统是比较有代表性的。

① 人民网-IT-业界动态-IT 经 我国数字城市发展现状。2001-12-14. <http://www.peopledaily.com.cn>

② <http://www.idl.pku.edu.cn/5/main.asp>

③ 台湾数位典藏国家型科技计划: <http://www.ndap.org.tw/TechReport/>

5 WebGIS 的发展趋势

5.1 服务理念, 从数据服务到信息处理服务

随着 Internet、分布式计算以及计算图形学的飞速发展, 开发基于 Internet 的 3 维 GIS 系统已成为可能。这三种技术的有力结合, 为地理信息系统开创了一个新的时代, 促使 WebGIS 的概念由“地理数据服务”提高到“地理信息处理服务”的新阶段。地理信息服务 (GIServices) 的概念是地理信息系统发展的必然趋势^[34]。

5.2 网格 GIS

互联网技术正经历着 Internet→Web→网格的发展历程。网格技术已逐渐成为新一代计算机网络技术发展的主流^[35]。在基于网格技术的网络环境下, 互联网应用更强调网上各种资源的共享与互操作性, 这种发展趋势对当前各种形式的 GIS (包括 WebGIS) 必将产生越来越深刻的影响^{[36]、[37]}。

5.3 虚拟地理环境

所谓“虚拟地理环境”, 是指用计算机技术来生成一个逼真的三维视觉、听觉、触觉或嗅觉等感觉世界, 让用户可以从自己的视点出发, 利用自然的技能和某些设备对这一生成的虚拟世界客体进行浏览和交互考察。这一定义强调的是: 逼真的感觉、自然的交互、个人的视点及迅速的响应。

虚拟现实技术 (Virtual Reality) 提供的可视化, 不只是一般几何型体 (目标) 的空间显示, 还可对获取的有关目标地理信息予以可视化。在地理信息系统中, 结合三维可视化技术与虚拟现实技术, 完全再现目标地理环境的真实情况, 而不必亲自到达现场, 对于现代战争以及“绘制”行星地貌都是一种高效实用的手段。

5.4 多源数据访问

网络环境下开放的空间数据交换格式是目前普遍追求的目标。GML+SVG 方式是今后的发展方向^{[38]、[39]}。GML (Geography Markup Language) 是由 Open GIS 联盟制定的基于 XML 的对地理信息 (包括地理特征的几何属性) 的传输和存储的编码规范, SVG (Scalable Vector Graphics) 是可伸缩的矢量图形, 是用来描述二维图形的 XML 语言。应用 GML 和 SVG 可以克服传统 WebGIS 的很多缺点。GML 可以用来交换 GIS 数据, 而 SVG 可以用来方便浏览 GIS 数据。两者可以互相补充, 使 WebGIS 的功能更加丰富, 开发更加简单, 实现更加容易。

5.5 智能化的 GIS

目前 GIS 的大部分应用都处于输出信息为客户提供辅助决策支持的阶段, 缺乏知识处理、主动学习和推理的能力, 而客户需要的却不仅仅是信息, 还有针对某种问题的知识或智能解决方案。客户希望在与 GIS 的交互过程中, GIS 能通过知识学习和积累逐步了解客户的习惯、需求等, 不断实现优化以便提供个性化的服务。因此, 基于知识的 GIS 智能化研究是今后一个很重要的方向^[40]。

6 结束语

地理信息系统从 GIS 到 WebGIS 实现了一次跨越。传统的 GIS 已经发展得很成熟了, 应用得也比较广泛, 因此和传统的 GIS 相比, 根据目前的应用现状来看, WebGIS 的发展

还必须得到更多的关注和支持。当然,地理信息用户的需求、技术的进步和应用方法论的提高等,也将深深地影响着 WebGIS 的发展,而网络技术日新月异的飞速发展更是大大加速了 GIS 普及应用的进程,最终将使 GIS 真正实现大众化。

参考文献:

- [1] 周成虎, 贵景飞, 陆锋, 等. 第四代 GIS 软件研究[J]. 中国图像图形学报, 2001, 6A(9): 817-823.
- [2] 李琦, 杨超伟, 王京傲, 等. 数字地球的雏形—WebGIS 研究[J]. 中国图像图形学报, 1999, 4(4): 1-3.
- [3] 龚健雅, 韩海洋. 基于超图原理的分布式空间数据模型[J]. 中国图像图形学报, 2002, 7A(7): 687-692.
- [4] 宋关福, 钟耳顺, 王尔琪. WebGIS—基于 Internet 的地理信息系统[J]. 中国图像图形学报, 1998, 3(3): 251-254.
- [5] 李德仁, 李清泉. 地球空间信息学与数字地球[J]. 电子科技导报, 1999, 4(5): 33-36.
- [6] 刘荣高, 庄大方, 刘纪远. Web 环境下实现空间数据表达的框架研究[J]. 测绘学报, 2001, 30(3): 276-280.
- [7] 杨超伟. WebGIS 的理论、技术与实现方法研究[D]. 北京: 北京大学, 2000.
- [8] 吴旭彦. 移动地理信息系统数据模型的研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2000.
- [9] 周旭. 基于万维网的地理信息系统体系结构与关键技术研究[D]. 北京: 中国科学院地理研究所, 1998.
- [10] 周旭. 基于万维网的地理信息发现与集成研究[D]. 北京: 中国科学院地理科学与资源研究所, 2002.
- [11] 费川云. 基于 WebGIS 的地理信息共享与实现研究[D]. 北京: 中国科学院地理研究所, 1999.
- [12] 程承旗, 胡雪莲. 自适应型 WebGIS 构成模式初探[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2002, 38(1): 115-120.
- [13] 朱凌. Web GIS 及其常用软件比较[J]. 测绘通报, 2002, (9): 60-61.
- [14] 陈能成, 龚健雅, 朱欣焰, 等. WebGIS 组件方法研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版), 2002, 27(4): 387-390.
- [15] 刘春菊, 朱欣焰. 基于 JSP 技术的 Web GIS[J]. 测绘通报, 2002, (6): 41-43.
- [16] 吴小锋, 张新长, 张润朋. 基于 GeoMedia WebMap 的 WebGIS 研究与开发[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(7): 112-114.
- [17] 田国良. 国产 GIS 应用示范工程[J]. 中国图像图形学报(应用版), 2001, 6(9): 9-10.
- [18] 屈春燕, 叶洪, 刘治. 网络地理信息系统(WebGIS)在地震研究中的应用[J]. 地震学报, 2002, 24(1): 90-97.
- [19] 屈春燕. 工程地震基础信息 WebGIS 应用系统研究与开发[D]. 北京: 中国地震局地质研究所, 2001.
- [20] 李闽峰. 地震完全性分析及余震删除与 Internet 震害预测服务平台的实现[D]. 北京: 中国地震局地球物理研究所, 2002.
- [21] 朱东海. GIS 与神经网络在区域数字地震减灾系统中的应用研究[D]. 北京: 清华大学, 2001.
- [22] 徐枫, 李浩川, 蓝文纪, 等. 洪涝灾情信息交换中心系统的设计与实现[J]. 中国图像图形学报(应用版), 2001, 6(3-4): 21-23.
- [23] 刘仁义, 刘南. 基于 GIS 技术的水利防灾信息系统研究[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(1): 62-67.
- [24] 秦春. 浅析基于 WebGIS 的防洪抢险信息系统[J]. 水利信息化, 2002, (6): 10-12.
- [25] 肖桂荣, 邬群勇, 郭朝珍. 海洋功能区划 WebGIS 的设计与实现[J]. 福州大学学报(自然科学版), 2002, 30(3): 317-322.
- [26] 吴顺辉, 蒋成爱, 戴军, 等. WebGIS 在广东省土壤资源信息系统的应用[J]. 华南农业大学学报(自然科学版), 2002, 23(2): 15-17.

- [27] 王津, 邵兆刚, 雷伟志. MOIMS 在 WebGIS 中的应用[J]. 地质力学学报, 2001, 7(4): 377-382.
- [28] 陈能. 城市工程地质 GIS 理论与实践: 以大庆市东城区为例[D]. 上海: 同济大学, 2001.
- [29] 单新建. 遥感技术和地理信息系统在地质环境评价中的集成应用[D]. 北京: 中国地震局地质研究所, 1999.
- [30] 刘仁义, 刘南. 基于互联网 GIS(WebGIS)的环境灾害信息系统研究[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 14-19.
- [31] 王英杰, 贾利民, 秦勇, 等. 地理信息系统在铁路上的应用[J]. 中国铁道科学, 2002, 23(5): 23-28.
- [32] 刘建民, 许中平, 张军伟. Web GIS 技术的实现及其在电力系统中的应用[J]. 遥感技术与应用, 2002, 17(4): 205-208.
- [33] 李晶. 基于 WebGIS 的校园信息系统的研究与实现[D]. 武汉: 武汉大学, 2001.
- [34] 陶闯, 王全科. 基于地学信息服务的 Internet 3 维 GIS: GeoEye 3D[J]. 测绘学报, 2002, 31(1): 17-21.
- [35] 都志辉, 陈渝, 刘鹏. 网格计算[M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.
- [36] 骆剑承, 周成虎, 蔡少华, 等. 基于中间件技术的网格 GIS 体系结构[J]. 地球信息科学, 2002, 4(3): 17-25.
- [37] 方金云, 何建邦. 网格 GIS 体系结构及其实现技术[J]. 地球信息科学, 2002, 4(4): 36-42.
- [38] 许春杰, 邹乐君, 沈晓华. SVG、GML 在 WebGIS 中的应用[J]. 遥感信息, 2002, (3): 38-40.
- [39] 周文生. 基于 SVG 的 WebGIS 研究[J]. 中国图像图形学报, 2002, 7A(7): 693-698.
- [40] 余涛, 俞立中, 王铮. 移动计算环境下 GIS 技术的发展及其应用[J]. 测绘通报, 2002, (2): 40-42.

Application status and developmental trend of WebGIS

LIU Ji-fu^{1,2}, CHEN Yong³, CHEN Qi-fu⁴, HUANG Jing²

(1. Seismological Bureau of Jiangxi Province, Nanchang 330039; 2. Institute of Geophysics, CSB, Beijing 100081;
3. China Seismological Bureau, Beijing 100036; 4. Center for Analysis and Prediction, CSB, Beijing 100036, China)

Abstract: Since the concept of WebGIS appeared, its theory and application have been researched in our country. But it is still under the experimentation until now, so it cannot be called the real “WebGIS”. So it is necessary to summarize the research results for these years. This paper sums up the main characteristics of WebGIS on the basis of collecting and studying a great deal of published scientific theses, research reports, degree theses and applications. The paper also sums up the key problems and realizing technology of WebGIS, and its application status in agriculture, forestry, weather, water conservancy, earthquake, ocean, land and resource environment protection, railroad and traffic, electric power, city construction and programming are emphasized. Finally the paper discusses the development trend of WebGIS. The conclusion is that WebGIS can be used more widely as an opening application platform.

Key words: WebGIS; Geographic information system; Realizing technology; Application status; Development trend