

基于XML的开放式WebGIS研究

周文生¹⁾ 毛 锋¹⁾ 胡 鹏²⁾

¹⁾(清华大学建筑学院, 北京 100084) ²⁾(武汉大学资源与环境科学学院, 武汉 430079)

摘 要 首先对目前 WebGIS 中所存在的问题进行了深入分析, 指出开放式 WebGIS 是今后发展的方向, 并应用 XML 技术对开放式 WebGIS 所涉及的两个重要方面(数据互操作与功能互操作)进行了探讨和研究。在上述研究的基础上提出了一个完全基于 XML 的开放式 WebGIS 整体解决方案, 并基于该方案设计, 完成了一套原型系统。最后, 利用该原型系统完成了几个对分布式异构地理空间数据进行集成处理的实验, 验证了该方案的理论正确性和技术可行性。

关键词 WebGIS XML GML SVG WebService OpenGIS

中图法分类号: TE68 P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2004)10-1258-07

Study of Open WebGIS Based on XML

ZHOU Wen-sheng¹⁾, MAO Feng¹⁾, HU Peng²⁾

¹⁾(College of Architecture, Tsinghua University, Beijing 100084)

²⁾(College of Resource and Environment Science, Wuhan University, Wuhan 430079)

Abstract The paper analyzes the problems existed in WebGIS that traditional WebGIS is independent and isolated and there is no sufficient interoperability among different systems. Then the paper discusses the application of XML on WebGIS in two aspects, namely the data interoperability and the function interoperability. After this, a schema for open WebGIS based on XML is proposed. Since the schema is designed with the open technologies, so it is different from the traditional one. The system developed according to the schema is interoperable, extensible and interactive. Finally based on the above schema, a prototype system is developed to test the theory correction and technique feasibility of the schema. With the prototype, some tests for the integration of the heterogeneous geospatial data are implemented and some satisfied results are achieved.

Keywords WebGIS, XML, GML, SVG, Web Service, OpenGIS

1 引 言

WebGIS 经过近几年的发展, 无论是从理论、技术、产品以及应用上都取得了很大的进步。无疑, WebGIS 的发展有力地促进了 GIS 的社会化, 也推动了地理空间数据的广泛应用。然而应该看到, 由于目前的 WebGIS 产品是在不同的环境中独立开发的, 有着自己的文化背景、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, 但实际操作上却差别很大, 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。对于这种系统, 如果用户想在一个 WebGIS 系统中浏览或整合其他系统的数据是很难的, 甚至是不可能的。这种封闭、独立的系统由于对空间数据的处理保持着一种完全封闭的状态, 导致了系统间无法共享数据和处理方法, 这种状况的产生严重阻碍了 WebGIS 的进一步发展。

为此, 许多政府机构、研究组织、软件开发商及系统集成人员成立了开放地理信息系统协会(open GIS

基金项目: 国家 863 计划资助项目(2001AA602019-06, 2001BA605A-02); 国家自然科学基金资助项目(50178036)

收稿日期: 2003-10-31; **改回日期:** 2004-03-25

consortium, 简称 OGC) 研究并且制定了一套支持 Open GIS 的规范 OGIS (open geographic information specification), 它鼓励软件开发者和系统集成者坚持 OGIS 的标准, 逐步地开发出一系列符合规范的工具、数据库及其他地理信息互操作的产品, 以最大限度地共享资源及信息交互。从 OGC 的 WMT 文献以及 NSDI、GSDI 和数字地球的描述中可以看出, OGC 所提倡的 WebGIS 系统至少应具有互操作性、可扩展性、分布式特征以及良好的交互性等 4 个特征^[1]。

按照以上的 4 点要求, 目前独立、封闭的 WebGIS 系统只实现了用户交互性和部分的可扩展、分布能力, 而并没有实现十分重要的互操作性。事实上, WebGIS 要想进一步得到发展, 必须走开放式的发展道路, 而开放式 WebGIS 所要解决的问题实际上就是系统间的互操作问题。本文将基于 XML 技术对互操作所涉及的两个重要方面, 即数据互操作和功能互操作, 进行深入细致的研究, 在此基础上提出一个全面、系统的开放式 WebGIS 整体解决方案, 并基于该方案设计一套完整的原型系统, 以验证该方案的理论正确性和技术可行性。

2 Web 环境下地理空间数据的开放式表达方法

2.1 相关技术介绍

2.1.1 扩展标记语言 XML

扩展标记语言 (extensible markup language, XML) 是一种可提供描述结构化资料的格式, 详细来说, XML 是一种用来描述数据的语言, 它提供了一种独立的运行程序的方法来共享数据, 它是用来自动描述信息的一种新的标准语言, 它能使计算机通信把 Internet 的功能由信息传递扩大到人类其他多种多样的活动中去。XML 由若干规则组成, 这些规则可用于创建标记语言, 并能用一种被称作分析程序的简明程序处理所有新创建的标记语言, 正如 HTML 为第一个计算机用户阅读 Internet 文档提供一种显示方式一样, XML 则创建了一种任何人都能读出和写人的世界语。目前, XML 已得到人们的广泛关注, 并在很多行业得到了应用, 制定了各种与本行业有关的基于 XML 的规范。

2.1.2 地理标记语言 GML

地理标记语言 GML (geography markup

language)^[2]是由国际 OGC 组织所制定的基于 XML 的地理信息编码标准。它是 XML 最早的行业应用之一。GML1.0 规范是 OGC 于 2000 年 5 月 12 日发布的, 并很快成为了业界所接受的空间数据格式。此后, OGC 根据 W3C 于 2001 年 2 月发布的 XML Schema 候选推荐标准, 适时地于 2001 年 2 月 20 日发布了 GML2.0 规范。该规范被认为是空间信息互操作体系结构发展中一个重要里程碑, 该规范使用 XML Schema 取代了 1.0 中使用的 DTD 和 RDF。由于 GML 是建立在已被大多数组织或团体所接受的公共地理模型基础之上, 同时, 由于 GML 内在的可传输性和可访问性使得该语言对地理空间数据的共享具有十分深远的意义。可以说, GML 的出现使人们可以第一次真正谈论开放的地理信息, 也使 GIS 领域有了一个真正通用的交流工具。

2.1.3 矢量图形标记语言 SVG

可伸缩矢量图形格式 SVG (scalable vector graphic) 是 W3C 组织为适应 Internet Web 应用飞速发展的需要而制定的一套基于 XML 语言的用于描述矢量图形、图像的标准规范 (该标准于 2000 年 8 月 2 日正式公布)^[3,4]。由于 SVG 在开放性、交互性、中立性、易读、易生成性等方面较现有的图形格式具有其明显的优势, 同时由于 W3C 的特殊身份, 使其一问世便在业界引起了强烈的反响, 众多知名厂商纷纷宣布了对 SVG 的支持, 其中包括 Microsoft, Netscape, Apple, Adobe, Autodesk, Corel 等, 更引人瞩目是目前的主流浏览器如 IE 和 NC 也将会内置对 SVG 的支持, 这使我们完全有理由相信在不久的将来 SVG 必将会成为万维网上的图形标准。

2.2 Web 环境下地理空间数据的 3 层表达体系

Web 环境下地理空间数据的 3 层表达体系就是从 WebGIS 对地理空间数据处理的角度来研究地理空间数据模型在地理空间数据的不同处理阶段的表达方法, 这 3 个表达层面分别是基于 XML 的虚拟地图表达、基于 GML 的实体地图表达以及基于 SVG 的可视化地图表达。这 3 种对地图的表达方式分别对应于 WebGIS 中地图数据的请求, 地图数据的集成以及地图数据的显示。图 1 给出了这 3 者之间的关系。详细内容参见文献[5]。

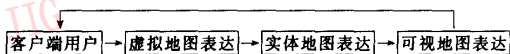


图 1 Web 环境下地理空间数据的 3 层表达体系

3 开放式 WebGIS 中的服务互操作

3.1 地理信息服务

服务是指对有效请求做出反应,它是可以通过一个接口来访问的操作集合,它允许用户通过触发其行为来获得响应的结果^[6]。地理信息服务则是指在网络环境或平台中自主获取对地理空间数据操作的服务,从而使应用之间能进行交互、管理、传递和处理地理数据,一般来说这些服务包括地理空间数据的获取,地理空间数据的更新,地理元数据的获取以及地理空间数据的投影转换等。

OGC 作为全球最大的空间信息互操纵规范的制定者,在参考了 ISO/TC211 标准的基础上,在 WMT2 中制定了获取地理信息服务的 3 种主要参考模型^[7],即 Web Map Server (WMS)、Web Coverage Server (WCS) 以及 Web Feature Server (WFS),5 种模型/信息管理服务,即 Web Map Service、Web Coverage Service、Web Feature Service、Web Registry Service 以及 Gazetter Service。这些模型的制定为地理信息的标准化处理奠定了基础,同时也是 WebGIS 实现功能互操作的基石。

3.2 Web Service

在网络环境下实现地理信息服务的基础就是分布式计算技术,而目前存在着两种流行的分布式计算技术,即 CORBA 和 DCOM,虽然这两种技术在各种平台上得到了实现,但它们之间的协作却存在问题,即 CORBA 应用程序和 DCOM 应用程序不能实现互操作。为此一种革命性的技术——Web Service 技术应运而生。所谓的 Web Service 是指使用标准技术实现的、公布并运行在互联网上的一些业务流程。应用 Web Service 的公司可以轻松地通过标准的网络协议使用 XML 格式把应用程序连接到任何客户端(包括桌面应用程序、Web 浏览器、移动设备和 PDA)。与此相似的是,Web Service 还可以轻松地把来自完全不同硬件平台(如大型机、应用服务器和 Web 服务器)的应用程序互相连接起来。另外,Web Service 还支持在异构操作系统(如 Windows、Java 和 Unix)中实现互连。Web Service 还使开发人员创建的电子商务应用程序能够与世界上任何地方的任何客户、供应商和业务伙伴进行连接,并且这种连接是与开发平台或编程语言无关的。

图 2 描述了 Web Service 的体系结构中的 3 个重要角色(服务提供者、服务请求者、服务代理者)以及 3 个操作(发布、查找、绑定)。在该体系中服务提供者通过服务代理者那里注册来配置和发布服务,服务请求者通过查找服务代理者那里的被发布服务的登记记录来找到服务,服务请求者绑定服务提供者并使用可用的服务。

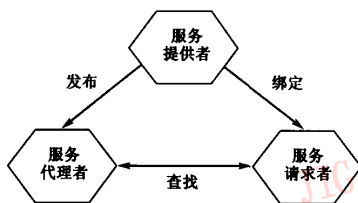


图 2 Web Service 的体系结构

3.3 Web Service 对开放式 WebGIS 的作用

通过以上的分析,不难发现,Web Service 这一划时代的网络计算技术将对开放式 WebGIS 的构建具有十分深远的意义,具体来说有以下几点:

(1) Web Service 具有十分广阔的应用前景,Web Service 代表了一个具有革命性的、基于标准的框架结构,它可以使各种在线的地理空间数据处理系统和基于位置的服务之间无缝地集成。同时,也使分布式的地理空间数据处理系统使用目前广为流行的技术。Web Service 提供了与厂商无关的、可互操纵的框架结构来对分布式异构的地理空间数据进行基于 Web 的数据发现,数据处理、集成、分析、决策支持和可视化表现。

(2) Web Service 是一个为地理空间数据处理应用建立网络连接的框架结构,或者说是将地理数据处理功能与其他信息应用系统如 MIS 和 ERP 系统进行集成的平台。这个平台可以想像成为一个自由市场,市场中人可以是卖主,也可以是消费者。因此,Web Service 的提供者既可以提供具有地理空间数据处理功能的服务器,也可以是各种服务器的使用者。从这种意义上讲,Web Service 提供了一种开放的、可互操作、动态链接的空间信息服务网络体系平台。

(3) Web Service 将使未来的地理空间数据处理系统和基于位置的服务通过 Web 有机地联系在一起。它是一个自我包含、自我描述、模块化的应用,可以用于数据的分布、访问,以及通过 Web 来进行调用。一个 Web Service 可以认为是一个“黑箱”,它

屏蔽了操作的具体细节,通过提供一系列访问接口来提供地理空间数据的服务。它可以以元数据的形式来描述所执行的操作,因此,可以通过 Web 搜索来获得这些服务的相关信息。

4 基于 XML 的开放式 WebGIS 的设计

4.1 设计思想

在上述研究的基础上,提出了一个基于 XML 的开放式 WebGIS(open webGIS based on XML,简称 OWBX)的整体解决方案,该方案的基本设计目标是通过 XML 技术的综合应用使系统能够跨平台地对分布式异构地理空间数据进行有效地管理、分析和集成,具体的设计目标如下:

(1) 由于地理空间数据固有的分布、异构特性,使得系统的体系结构应是一个分布式结构,分布性主要体现在两个方面:一是地理信息资源的分布性;二是服务资源的分布性。

(2) 作为一个开放式系统,系统设计应充分考虑到系统的开放性,这种开放性指的也是两个方面:一是数据的开放性;二是服务功能的开放性。数据的开放性在这里主要指地理空间数据在系统的整个处理过程中是以“透明”的方式进行表示,以便无论是用户还是数据处理单元都能理解并能处理系统中所流动的数据。对于服务功能的开放性,则是任何合法用户都可以了解到系统所能提供的各种服务功能,而且能够根据系统对服务功能的描述来实现对服务功能的调用,而用户在对服务功能进行调用时无需关心诸如服务所在的物理位置,服务是在何种操作平台下运行以及开发服务所用的工具等一系列细节问题。

为了达到上述的设计目标,方案的设计采用了以下基本思想:

(1) 通过对 OWBX 功能的分析,并参阅有关 OGC 的基本地理服务模型的内容将整个系统的功能进行合理的划分,根据各服务功能的特点将其分布在网上不同的节点,同时为了能够有效地实现各服务功能的相互调用,采用 Web Service 技术将它们设计包装成一个个可以跨平台调用的 Web Service,这样,各系统间就可以相互调用服务功能,使系统间的互操作成为可能。

(2) 为了有效地对分布式异构地理空间数据进行有效地管理、分析和集成,同时也为使地理空间数

据在系统的整个处理过程能被用户或数据处理单元理解、处理,采用了在 Web 环境下基于 XML、GML 以及 SVG 的地理空间数据的 3 层表达体系来对所处理的地理空间数据进行开放式的描述和表达。

4.2 系统体系结构

OWBX 的体系结构如图 3 所示。在该解决方案中,整个构架由客户端、地理信息服务中心、数据节点以及服务节点 4 部分组成。

4.2.1 客户端

客户端是系统的应用使用端,客户端用户通过地理信息服务中心所提供的服务来完成诸如地理元数据的查询、定制地图的查询、地图数据的请求等操作。对于授权用户,还可以进行各种数据维护操作,如地理元数据的管理,地理空间数据的增删、更新等操作。此外,对于空间数据提供商,可将自己的数据通过地理元数据服务注册至元数据库中以便共享自己的空间数据。而对于服务开发商来说,也可以通过服务注册服务将自己所开发的服务登记在服务注册表中,以便其他用户使用。

客户端用户对地理信息服务中心服务的使用可采用两种模式:一是浏览器模式;二是桌面浏览、编辑模式。在浏览器模式中,所有的操作均在浏览器中完成,地图的操作通过基于 SVG 插件所开发的地图浏览器来实现。在桌面浏览、编辑模式中,采用专用的桌面应用程序使用地理信息服务中心所提供的 Web 服务,在该模式中可对分布式异构数据进行可视化的在线/离线编辑处理。

4.2.2 地理信息服务中心

地理信息服务中心是整个系统的中枢,它通过地理元数据来对分布式地理空间数据进行有效的管理,同时通过服务元数据来对分布式的服务资源进行管理。客户端的合法用户可以使用该中心所提供的各种服务进行诸如数据查询,数据维护等操作。

在地理信息服务中心拥有地理空间数据元数据库以及服务元数据库,地理空间数据提供商可通过地理信息服务中心提供的地理空间数据数据源服务和图层元数据服务来注册自己想要发布的数据;地理服务的开发商也可将自己所开放的地理 Web 服务,如网络分析、缓冲区分析等通过地理信息服务中心提供的 Web 服务注册服务来注册自己的服务。这样,客户端用户即可通过地理信息服务中心提供的各种查询服务来确定自己所需要的空间数据或地理服务。

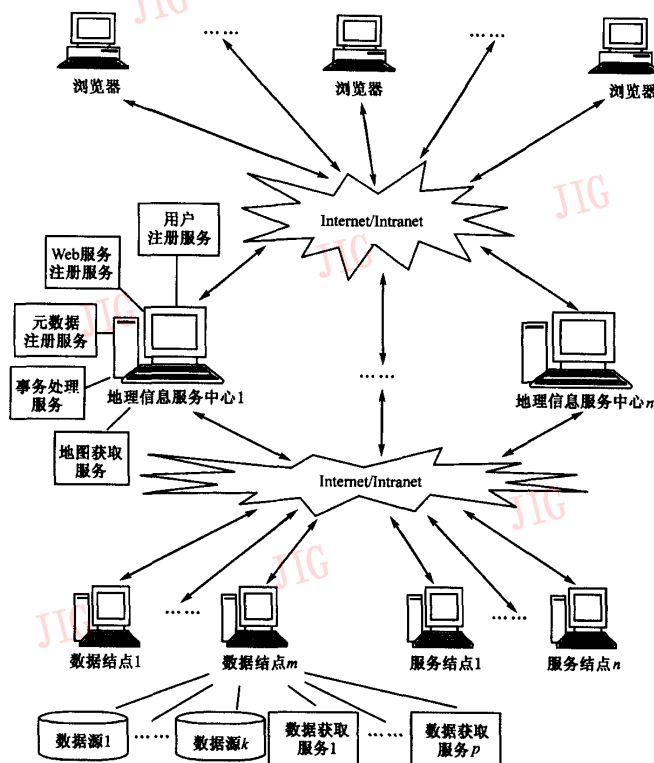


图3 OWBX 的构架模式

参考 OGC 的基本服务模型,设计了以下 12 个用于地理服务中心的 Web 服务。

- (1) 用户信息查询服务 GetUserInfo
- (2) 用户信息变更服务 TransactionUserInfo
- (3) Web 服务查询服务 GetServiceData
- (4) Web 服务变更服务 TransactionServiceData
- (5) 数据源元数据查询服务 GetDataSource
- (6) 数据源元数据变更服务 Transaction-DataSource
- (7) 图层元数据查询服务 GetLayerData
- (8) 图层元数据变更服务 TransactionLayerData
- (9) 定制地图查询服务 GetCustomMap
- (10) 定制地图变更服务 TransactionCustomMap
- (11) 地图获取服务 GetMap
- (12) 地理特征变更服务 TransactionFeature

4.2.3 数据节点

数据节点是整个系统中的“血液”,是系统的数据真正提供者。在一个数据节点,数据是以一个个数据源的形式存在的,一个数据源中又包含有若干图层。为了能对各数据节点中的数据源数据进行存取

操作,首先需要将该数据源的地理元数据信息通过地理服务中心所提供的元数据注册服务登记到地理元数据库中(地理数据源元数据注册表和地理数据源图层元数据注册表),此外还需对不同类型的数据源设计或提供相应的数据操作服务引擎,当然,对于不同类型的数据操作服务引擎都具有相同的接口以及相同的输入、输出格式。

4.2.4 服务节点

服务节点与数据节点一样也是系统中的基本节点,但与数据节点不同,服务节点不存在任何数据源,它仅提供一些对地理数据的操作服务,如各种空间分析服务、空间转换服务、投影变换服务以及空间数据转换服务等。

4.3 技术特点分析

由于 OWBX 采用的均是开放式的技术,使得该方案与现有的 WebGIS 有很大的不同,其主要特征就是依据该方案构建的 WebGIS 系统完全具有 OGC 对 WebGIS 所提出的 4 个基本要求,即互操作性、可扩展性、数据、服务分布性以及交互性。具体来说,该方案具有以下几个显著特点:

(1)分布性 由于系统的设计采用的是一种分布式体系结构,使得对地理信息资源与服务资源管理更为方便有效。该系统不但能够对分布式异构地理空间数据进行浏览、查询,而且还可以进行增删、更新等操作。

(2)开放性 体现在对地理空间数据表达的开放性和服务资源使用的开放性两个方面。对于地理空间数据来说,系统从地理空间数据的请求到地理空间数据的可视化均采用的是一种完全开放式的表达方法,使地理空间数据无论是对用户还是对数据处理单元都保持着一种“透明”状态,使系统间数据互操作能力大大加强。对于系统所提供的服务,由于采用的是 Web Service 技术,使得各服务功能可以通过 WSDL 来进行描述,并可以在地理信息服务中心上自由发布,因此各服务功能对用户和开发者来说都是“透明”的,这样用户可以自由选择所需调用的服务。

(3)松散耦合性 由于系统是基于 Web Service 技术,这样,当系统中某个 Web Service 的实现发生变化时,只要 Web Service 的调用接口不变,系统仍然能够正常运作,这就使所开发的系统是一种松散耦合的系统,极大地提高了系统的适应、扩充能力。

(4)与地理数据资源格式的无关性 在系统中对地理数据源的访问是通过一抽象接口来实现的,这样对于一种特定类型的数据源,只需根据抽象接口的要求设计出针对该数据源的 Web Service,数据

使用者就可以通过地理元数据信息来实现对该数据源的访问。因此,这种数据访问方式不但能对现有的数据格式进行访问,而且还具有访问未来数据格式的能力。

(5)智能化的“瘦”客户机系统 在系统中尽管采用的是一种“瘦”客户机模式。由于传送到客户端的是基于 SVG 的智能化地图,这样在客户端也能对地图进行各种本地操作,由此可以看出该系统不但具有传统瘦客户机模式的优点,同时也有效地克服了瘦客户机模式的缺点。

(6)多方参与、可无限扩展性 由于系统的设计采用的是一种完全开放的技术,该技术可以被任何数据提供商或地理服务提供商所掌握,这使得来自全球的数据提供者和服务开发商都可以积极参与系统的构建,使系统可以扩展到整个网络世界。

5 原型系统的设计与实验

基于 XML 的开放式 WebGIS 的原型系统共由 8 个部分组成,即桌面地理信息系统 GeoHDP,地图服务中心地图 Web Service 群,地图服务中心 ASP 应用程序,数据节点 Web Service 群,服务节点 Web Service 群,客户端 SVGMap 地图浏览器以及桌面异构地理空间数据网上编辑器。各部分配置如图 4 所示。

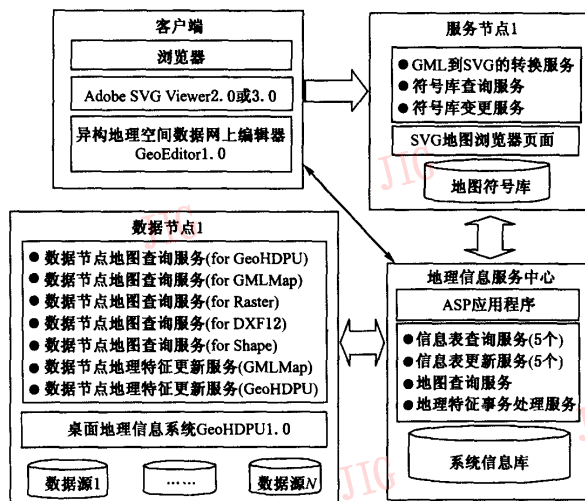


图 4 原型系统 OWBX 的体系结构

为了验证基于XML的开放式WebGIS构建思想的可行性、合理性以及本实验原型系统各部分的性能,设计并完成了以下实验内容:

(1)来自同一数据节点不同类型数据源的数据集成;

(2)来自不同信息节点不同类型数据源的数据集成;

(3)SVGMap地图浏览器中空间数据、属性数据以及多媒体数据集成;

(4)利用分布式异构地理空间数据编辑器GeoEditor进行数据的编辑。

实验取得了很好的实验效果。

6 结 论

开放式WebGIS是未来GIS的非常重要的发展方向,本文的研究成果是对开放式WebGIS一次很有益的探索性工作,该研究成果将会对未来WebGIS的构建模式产生深远的影响,同时也会对国家空间信息基础设施(NSII)和数字地球(DE)的建设具有重要的指导作用。

参 考 文 献

- 1 杨崇俊,王宇翔,王兴玲等. 万维网地理信息系统发展及前景[J]. 中国图象图形学报,2001,6(9):886~894.
- 2 Geography Markup Language (GML) v2. 0 [EB/OL]. <http://www.opengis.org/techno/specs/00-029/GML.html>
- 3 刘啸,毕永年. 基于XML的SVG应用指南[R]. 北京:北京科海集体公司,2001.

- 4 周文生. 基于SVG的WebGIS研究[J]. 中国图象图形学报,2002,7(7):693~698.
- 5 周文生. Web环境下地理空间数据的开放式表达体系研究[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2004,29(1):43~47.
- 6 ISO/TC211, ISO19115, Geographic Information-Metadate [EB/OL], <http://www.statkart.no/isotc211/scope.htm#19115>, 2001.
- 7 ISO/TC211, ISO19119, Geographic Information-Services [EB/OL], <http://www.statkart.no/isotc211/scope.htm#19119>, 2001



周文生 1966年生。副教授。2002年于武汉大学获地图制图学与地理信息工程专业工学博士学位,现为清华大学博士后研究人员。主要从事网络地理信息系统、摄影测量与遥感以及城市规划与设计方面的研究。

E-mail: zwswh@sohu.com



毛 锋 1963年生。教授、博士生导师。1996年于武汉测绘科技大学获大地测量专业工学博士学位。主要研究方向为基于3S技术的“数字城市”和“数字油田”。



胡 鹏 1945年生。教授、博士生导师。主要从事空间数学基础,地图代数以及3S集成方面的研究。