

用 SVG 技术实现基于 GML 的 WebGIS 研究

卢文龙 王英杰 阎东生

(铁道科学研究院, 北京 100081)

摘要 互联网的发展为传统 GIS 的普及和大众化提供了机遇。目前,许多 WebGIS 应用都依赖于 GIS 软件,由于 GIS 软件和数据格式多种多样,从而难以互操作,缺乏灵活性。为了实现 GIS 在互联网的传播,探讨以 GML 组织地理数据,并以 SVG 展现地理数据,以实现地理数据在互联网的传播与发布,为 GIS 在互联网上的应用构造另外一种模式。

关键词 万维网地理信息系统 几何图形标记语言 可伸缩矢量图形

中图分类号: TP393.4 P208 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2007)03-0546-06

Realizing a WebGIS with SVG Technology Based on GML

LU Wen-long, WANG Ying-jie, YAN Dong-sheng

(China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081)

Abstract The development of internet provides a chance for the popularization of GIS. Up to now, many applications of WebGIS depend on GIS software, while it is difficult to deal with and is lack of flexibility because of diversity of GIS software and GIS data. This paper presents another kind of WebGIS using GML organizing geography data and SVG displaying geography data, thus the geography data can be displayed and transmitted on the internet.

Keywords WebGIS, geography markup language(GML), scalable vector graphics(SVG)

1 引言

互联网络(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^[1]。地理信息系统技术也赶上了网络时代信息发布的快车道,并提供了在互联网上发布地理信息的技术——WebGIS,使得用户能够通过浏览器,享受地理信息系统提供的功能服务和地理数据。WebGIS 经过这些年的发展,已经出现了许多优秀的产品,在很多领域得到了广泛的应用。

WebGIS 在发展过程中,出现了瘦客户端和胖客户端两种模式。瘦客户端的实现技术主要有 CGI、ServerAPI,这也是传统的 WebGIS 实现方法。这种模式所有的操作都提交给服务器,由服务器

执行并返回结果给客户端,即使是一个移动地图的操作,也需要提交服务器端,服务器端根据要求,把矢量数据转成栅格图片,再把栅格图片发回给浏览器。这种方式既加重了服务器的负担,也加大了网络流量。胖客户端的实现技术主要是插件技术,如 Plug-ins、ActiveX 和 Java Applet 等。这种技术是在浏览器中嵌入一个可以读取矢量数据的插件,从而把一部分服务器端的功能转移到客户端执行,这样既平衡了服务器端与客户端的负荷,也减少了网络流量,加快了响应速度。但由于插件必需事先安装,而且不同的公司有不同的 GIS 插件,这给用户带来了极大的不便。因此,需要有一种插件技术能够独立于 GIS 软件和数据,由于 XML(extensible markup language)的广泛应用和发展,基于 XML 的可伸缩矢量图形(scalable vector graphics, SVG)担当了这一重任。

收稿日期:2005-08-01; 改回日期:2005-10-19

第一作者简介:卢文龙(1977~),男。2003年于中国地质大学获理学硕士学位。主要研究方向为铁路地理信息系统、铁路智能交通系统等。E-mail:wenlonglu@rails.com.cn

2 GML、SVG 的特点

GML (geography markup language) 是用于表示地理空间对象中空间数据和属性数据的地理标记语言。它由 OGC (开放式地理信息系统协会) 于 1999 年提出, 并得到许多公司大力支持, 而成为空间信息的编码标准。GML 是 XML 在地理空间信息领域的应用, 它为网络时代的地理空间 Web 领域提供了一种“开放式”的标准, 它的出发点是空间数据编码, 包括分布式空间数据的编码^[2]。

GML 是 XML 文档, 采用 GML 语言标识地理数据具有以下几个优势^[3]:

(1) GML 使地理数据和表现形式可以相互分离。GML 关注地理数据本身, 而使得其图形表现形式可以灵活多样 (如 SVG, 矢量标记语言 (vector markup language, VML) 等)。

(2) GML 以文本方式表示地理数据。GML 是 XML 在地理信息领域的扩展应用, 与 XML 编码一样, GML 以文本方式表述地理数据, 使地理数据容易理解编辑, 并方便传输和交换。

(3) GML 统一封装空间数据及属性数据。以往大部分 GIS 系统的空间数据和属性数据是分开存放的, 而 GML 采用地理特征把地理数据的空间几何信息与属性数据封装在一起, 使地理数据的描述更加符合现实世界。

(4) GML 可以实现地理数据的分布式存储。GML 数据的分发是十分方便的, 它也为分布式存储提供了便利的手段。

(5) GML 可以封装地理参考。GML 封装了空间地理参考, 投影关系等, 空间地理参考是地理数据处理的基础。

GML 关注的是地理数据, 而地理数据的显示展现要用到另外的技术。在万维网的大部分时间里, 浏览器显示图片只能通过光栅图像, 随着 Web 的发展, 浏览器上显示矢量图形的技术先后出现了虚拟现实标记语言 (virtual reality markup language, VRML)、Flash、SVG 等。VRML 为向量图像在 Web 上的应用做出了尝试, 它试图将 HTML 的简易性带入图像中, 然而它是基于 3 维的模型, 过于复杂, 不太适合 2 维的 GIS 数据展现。Flash 图像由应用程序所创建, 它作为二进制文件嵌入网页, 很难跟外部进行交互通讯, 因此, 尽管 Flash 动画图像非常流行, 也不适合

GIS 数据展现。SVG 是新一代 Web 上的向量图像语言, 它是 XML 语言在图像方面的应用, 符合 XML 规范, 以文本方式表示图像, 浏览器 (SVG 插件) 读取这些基于文本的指令, 绘制相应的图像。

SVG 是 W3C 组织制定的网络矢量图形标准, 是 XML 的一个子集。SVG 规范^[4]定义了 SVG 的特征、语法和显示效果, 包括模块化的 XML 命名空间 (namespace) 和 SVG 文档对象模型 (DOM)。SVG 的绘图可以通过动态和交互式方式进行, 在实际操作中, 则是以嵌入方式或脚本方式来实现的。SVG 不仅提供超链接功能, 还定义了丰富的事件。由于 SVG 支持脚本语言 (Script), 可以通过 Script 编程, 访问 SVG DOM 的元素和属性, 即可响应特定的事件, 从而提高了 SVG 的动态和交互性能。SVG 实现了图形、图像和文字的有机统一。SVG 除了支持 HTML 中常用的标记, 如文本、图像、链接、交互性、CSS 的使用、脚本 (Script) 外, 还提供了大量针对图形、图像、动画的特定标记。这就为实现 GIS 提供了可能^[5]。

SVG、XML 都是基于文本的, 也就是一元格式, 因此, SVG 图像具有以下特点^[6]:

(1) SVG 图像中的命令语句可以自由地和脚本或程序, 和 JavaScript 或 XML 进行交互, 完全通过代码来实现。

(2) 作为基于文本的格式, SVG 图像中的文字可以被网络搜索引擎所搜寻 (这样可以制作自由的图像搜索引擎), 或被用户浏览器查找和编辑。

(3) SVG 图像可以方便地由程序语言来动态生成, 例如用 JavaScript、perl、Java, 这对于一些数据库制表是非常实用的, 图像可以根据数据库中的关系量实时地改变。

(4) SVG 完全支持 DOM (文档物件模型), 因而 SVG 以及 SVG 中的物件 (元素) 完全可以通过脚本语言接受外部事件的驱动, 例如鼠标动作, 实现自身或对其他物件, 图像的控制。

(5) SVG 可以很好地跨平台工作, 解决外部输出, 色彩, 带宽等相关问题。

3 系统设计

3.1 系统体系结构

系统采用 B/S 结构, 客户端通过 Web 浏览器及 SVG 插件实现数据显示浏览。服务器端完成复杂的 GIS 功能及数据提取。本系统可以分为 3 层, 客

户端的表现层以及服务器端的功能层和数据层,其总体结构如图 1 所示。

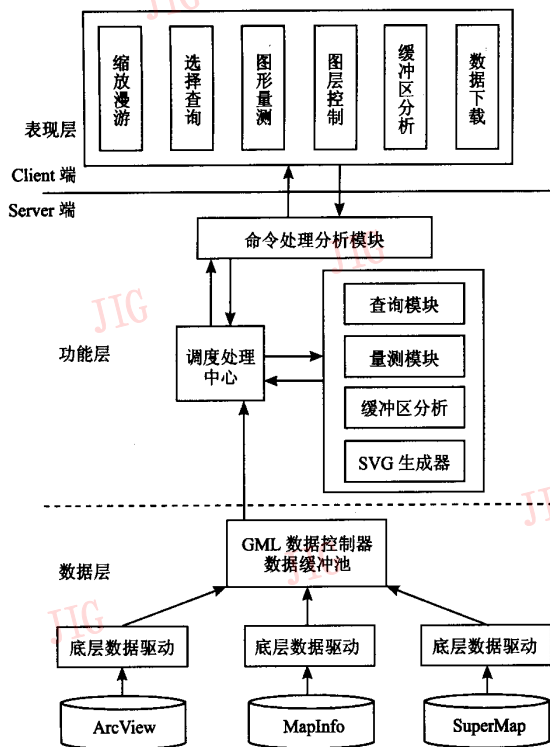


图 1 系统体系结构图

Fig. 1 The framework of system

3.2 数据层

数据层主要的功能及作用在于准备数据,为功能层提供数据服务。底层数据驱动用于读取 GIS 数据源。GIS 数据源是多种多样的,每一种 GIS 数据都需要建立数据驱动,对于数据编码比较透明的 GIS 数据,可以建立自己的数据驱动类,而一些编码不透明的 GIS 数据,则可以采用商用的组件读取数据,以减少工作量,加快开发进程。

数据层的核心部分是 GML 数据控制器,它有两类服务:一类是实现各个地理对象,为地理对象的 RGML (railway geography markup language) 模型提供类实现;另一类是控制地理对象,协调各个地理对象间的关系。RGML 数据模型是以文本方式定义的地理对象,在实际应用过程中,需要对其进行类封装,与 RGML 数据模型一一对应,每一类地理对象需要封装成一个类,另外,还需要为缓冲区里的地理对象实例建立索引,用于检索和快速定位地理对象,这由控制地理对象实现。当功能层向数据层提交一个数据请

求时,地理对象类在控制地理对象类的协调下,先检查数据缓冲池中是否有现成的数据,若有则直接获取数据并构造地理对象实例,如果缓冲池中无数据,则要求底层数据驱动读取数据源,并构造地理对象实例,最后把携带数据的地理对象实例提交给功能层。

3.3 功能层

功能层在表现层及数据层之间,是连接表现层及数据层的纽带。功能层的主要作用在于响应表现层的命令,并分析处理命令,返回数据。命令处理分析模块接受表现层的命令,并对命令做出初步分析,判断命令类型,提取命令参数,把分析结果交给调度处理中心。调度处理中心根据命令分析结果调用相应模块,也负责将其他功能模块的计算结果返回给表现层。如果表现层发出的是需要数据请求,则调度处理中心要向 GML 数据控制器提出数据请求,由 GML 数据控制器获取数据后,调用 SVG 生成器,转化为 SVG 数据并返回给表现层。调度控制器不但在功能层中居于核心地位,也是整个系统关键模块,它的运行状况直接影响到系统的运行效率。

3.4 表现层

表现层位于客户端,其功能由浏览器与 SVG 插件来承担。表现层的主要功能是响应用户的操作,并展现地理数据。由于 SVG 技术的优点,许多不涉及数据请求的操作(如漫游,缩放等)都可以在客户端通过 SVG 内嵌的脚本语言来实现,这样就显著地提高了地图的显示及运行速度。只有当涉及数据的操作(如查询,地图细节的显示等)才需要向服务器提交请求。SVG 显示返回数据时,可以不用刷屏,保持界面的统一稳定,这一优点在实时监控系统中非常明显。

4 系统实现

本系统操作系统平台是 Windows2000, Web 服务器采用 IIS, 服务器端开发语言是 .NET 平台的 c#, 客户端脚本采用 JavaScript。

4.1 消息传送分发

消息是用户与系统交互的语言,用户在客户端用浏览器查阅电子地图,选择工具栏中的工具,并通过鼠标点击事件构建命令消息,若不涉及新的数据(如放大、缩小、平移等),则命令直接在客户端完成,如果涉及新的数据或复杂的操作,则把消息发送到服务器,服务器接收到消息后,分析此消息,根据

不同的消息调用不同的处理模块,消息处理完之后返回给客户端,客户端接收并处理返回结果后,直接交给浏览器显示结果。

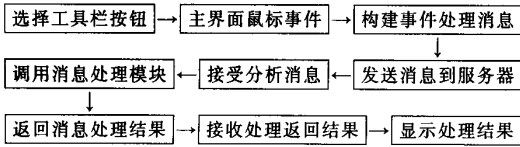


图 2 消息传送分发

Fig.2 The transmission and distribution of message

4.2 RGML 数据模型

GML 是标准的地理标记语言,由于它要适合各种地理对象与模型,所以它比较复杂,本系统结合铁路上的地理对象特点,对通用的 GML 做了裁剪,对铁路专用的对象做了定义,形成了一种新的语言——铁路地理标记语言 RGML,这是本系统的内在数据模型,也是系统内部的中间数据格式。

RGML 数据模型是在 Schema 文档中定义的, RGML 通过两种方式定义其在铁路领域特有的地理特征,一种是直接包含 GML Schema 中定义的地理特征,另一种是从 GML Schema 中派生出铁路领域特有的地理特征。下面通过一个例子描述 RGML Schema 是如何描述、定义一个地理特征的。

如图 3 所示, Railway 特征对象派生自抽象特征对象 gml: AbstractFeature, 因此具有几何属性, 而 Railway 特征对象与几何属性 LineString 之间的关系, 是由抽象几何对象属性 GeometryProperty 的实例 LineStringProperty 连接完成的, 这样就定义了一个铁路地理特征 Railway。

按照上述方式可以定义其他铁路专用的地理特

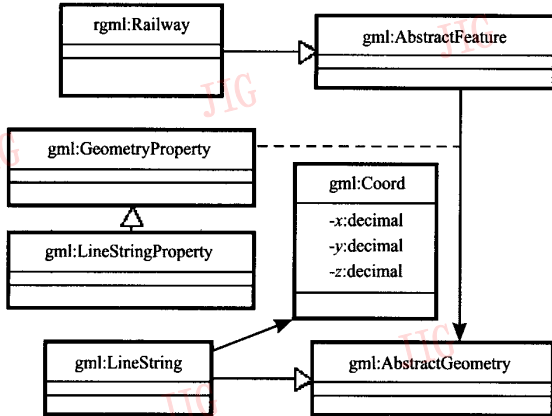


图 3 Railway 对象模型

Fig.3 The model of railway object

征。地理特征定义好之后,接着定义图层 RGMLGeoTable,它在逻辑上包含多个地理特征,同样,可以定义图层集合 RGMLGeoDaset。这样,整个 RGML 数据模型就构造好了,根据数据模型,用 c# 生成相应的类,以供服务器端读取使用。

4.3 SVG 数据生成

SVG 的数据生成主要是通过样式表完成的,由于其源数据是 RGML 文档,而 RGML 是标准的 XML 文档,所以,可以通过定义样式表来定义数据的表现形式——SVG,各种文档之间的关系如图 4 所示。GML2.0 中定义了 3 个最基本的模式,即 Xlink 模式、几何对象模式、特征对象模式。RGML 模式在此基础上定义了铁路领域特有对象的标记,形成了自己的地理标记语言。RGML 文档就是应用 RGML 模式中定义的标记形成的对象集合。样式表根据 SVG 规范及 RGML 模式,定义了 RGML 与 SVG 之间的转化规则,也就是说,样式表把 RGML 模式中定义的标记与 SVG 规范中定义的标记进行了一一对应。这样,SVG 生成器只要读取样式表以及 RGML 文档,就可以生成相应的 SVG 文档。这种方法的另一个优点就是可以建立多个样式表,于是同一个 RGML 文档数据就可以有不同的图形展现。

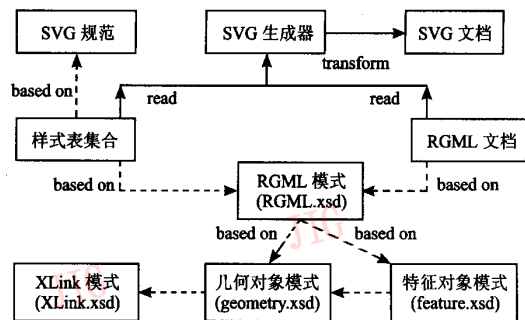


图 4 SVG 文档生成图

Fig.4 The transformation of SVG document

5 应用实例

在 3 层模型的基础上,开发了一个应用实例:沪宁线列车运行实时报警系统。系统不但实现了基本的 GIS 功能如放大、缩小、漫游、点选查询、量算距离、量算面积、图层控制,而且也实现了列车报警信息的实时显示,报警列车的追踪等。

地理数据以及报警数据存放在数据库服务器中,在 Web 服务器中安装本系统,通过上海铁路局

内部局域网提取数据,并发布到互联网中,客户端可以通过浏览器(安装了 SVG 插件)浏览地理数据及报警信息,系统网络结构如图 5 所示。

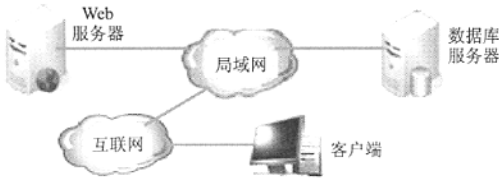


图 5 沪宁线列车运行实时报警系统网络结构
Fig.5 The network of real-time train running alarm system of HuNing railway

目前,沪宁线部署的主要安全监控系统有:红外轴温监控系统、运行状态地面安全监控系统、货物列车运行状态监控系统、机车信号监控系统、车站微机、道岔电气监控系统、晃车仪监控系统。列车运行实时报警系统收集各种安全监控系统的报警数据,实时地在地图上显示其报警测点车站、报警车次、报警车辆数等,当点击此条报警,可以详细地察看此列车的详细信息,并可追踪列车的运行轨迹,系统运行主界面如图 6 所示。对比报警数据的入库时间以及报警数据在地图上的显示时间,它们之间的时间差在秒级,可见,系统能够及时地显示报警数据,为铁路相关工作人员做出及时的措施提供方便。

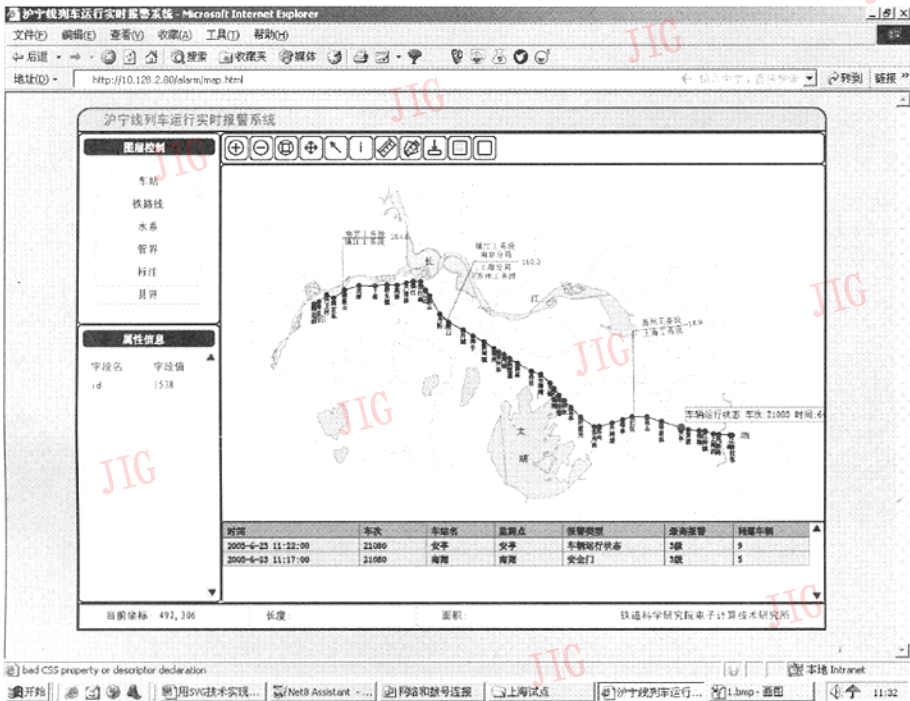


图 6 沪宁线列车运行实时报警系统运行主界面

Fig.6 The main interface of real-time train running alarm system of Huning railway

6 结论

提出了用 SVG 技术实现基于 GML 的 WebGIS 的技术框架和技术路线,并开发了一个应用实例。当前 XML 技术方兴未艾,而 XML 技术在 GIS 领域的应用与扩展——GML 更是未来 WebGIS 领域的发展方向,其结合 SVG 矢量图形技术,使 GML 数据在 Web 上展示更加灵活方便。从系统实现以及示例

中都可以看出,GML 与 SVG 相结合开发的 WebGIS 具有以下特点:

(1) 运行效率高 由于 SVG 技术可以实现把一部分不需要更新数据的操作放在客户端进行,而无需每次操作都提交服务器,这样既节省了客户端与服务器端通讯传输的时间,又减轻了服务器端的负荷,因此提高了系统的运行效率。

(2) 界面整洁统一 SVG 可以嵌入 HTML 页面中,可以与其他网页集成,并且 SVG 可以使用内

嵌脚本语言,把回传的数据显示在网页中,显示的时候不需要更新页面,因此可以保持页面的整洁统一。

(3) 开发定制灵活 由于服务器端采用的是 GML 数据标准,客户端用的 SVG 插件,极大地摆脱了 GIS 软件的限制,使开发者集中精力关注业务,因此开发更加灵活方便。

(4) 数据量较大时,由于受 SVG 插件的影响,客户端图形操作响应较慢。

参考文献 (References)

- 1 Song Guan-fu, Zhong Er-shun, Wang Er-qi. WebGIS-geography information system based on internet [J]. Journal of Image and Graphics, 1998, 3(3): 251 ~ 254. [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.]
- 2 Tian Y M. GML: Management leap of Geography Information [EB/OL]. <http://gissky.com/Gis/ShowArticle.asp? BID = 1&SID = 12&ID = 1148, 2005-02-04/2005-07-05>. [田宇民. GML: 地理信息管理的飞跃 [EB/OL]. <http://gissky.com/Gis/ShowArticle.asp? BID = 1&SID = 12&ID = 1148, 2005-02-04/2005-07-05>.]
- 3 Comparison of GML, SVG and VML [EB/OL]. <http://www.8esky.com/books/Article.asp? articleid = 40507, 2005-02-27/2005-07-05>. [GML, SVG, VML 的比较 [EB/OL]. <http://www.8esky.com/books/Article.asp? articleid = 40507, 2005-02-27/2005-07-05>.]
- 4 W3C. Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification [EB/OL]. [http://www.w3.org/TR/SVG/\[EB/OL \]](http://www.w3.org/TR/SVG/[EB/OL]). 2003-01-14/2005-07-05.
- 5 Realization GIS With SVG Technology Based on Web [EB/OL]. <http://edu.tmn.cn/html/5/45/2005216/17117.htm, 2005-02-27/2005-07-05>. [用 SVG 技术实现基于 Web 的 GIS [EB/OL]. <http://edu.tmn.cn/html/5/45/2005216/17117.htm, 2005-02-27/2005-07-05>.]
- 6 The Soul of SVG Questions [EB/OL]. <http://www.yesky.com/20001022/125244.shtml, 2000-10-22/2005-07-05>. [SVG 问题精华 [EB/OL]. <http://www.yesky.com/20001022/125244.shtml, 2000-10-22/2005-07-05>.]