

基于 SVG 的 WebGIS 研究

周文生

(石油大学地球资源与信息学院, 山东东营 257062)

摘要 万维网地理信息系统(WebGIS)是 Internet 和万维网(WWW)技术与地理信息系统(GIS)相结合的产物,它的出现,使在全球范围内实现地理信息资源的网上发布与共享成为可能,并对国民经济的发展和人们的日常生活产生了十分重要的影响.该文分析了目前 WebGIS 中所存在的问题,介绍了由 W3C 组织推荐的 Internet 上描述二维图形的标准文件格式 SVG(Scalable Vector Graphics)的有关情况,并根据 SVG 所具有的特性,提出了基于 SVG 构建网络地理信息系统的思路,还着重介绍了将空间几何数据和属性数据编码成 SVG 文档的方法,同时也给出了基于 SVG 建立 WebGIS 的体系结构方案,并对客户端利用 SVG 插件来实现 GIS 功能的方法进行了研究.通过对试验系统的开发表明,该基于 SVG 构建 WebGIS 的思路是可行和有效的.相信在不久的将来,随着 SVG 在 WebGIS 中研究的不断深入,SVG 在地理空间数据的发布和共享中将发挥越来越大的作用.

关键词 地理信息 XML SVG WebGIS

中图分类号: TE68 P208 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2002)07-0693-06

Research of WebGIS Based on SVG

ZHOU Wen-sheng

(College of Earth Resource and Information, University of Petroleum, China, Dongying Shandong 257062)

Abstract World Wide Web Geographical Information System (WebGIS) is the combination of Internet/Web technologies and Geographical Information System, it makes the web publishing and sharing of geospatial information in the whole world possible and has bought great influence to the national economical development and our everyday life. The paper first analyses the problem existed in WebGIS, and then introduces the Scalable Vector Graphics, in short SVG, which is a standard of file format for describing 2D graphics on Internet, recommended by W3C. Considering the trait of SVG, the thought for constructing WebGIS based on SVG is presented, and then the method of coding the geospatial data and attribute data with SVG is given, the system architecture of WebGIS based on SVG is described, the method in developing GIS's function using Adobe's SVGViewer 2.0 plug-in in client side is also discussed. The thought given in this paper is proved feasible and effective with an experiment system. The author believe that with more research on WebGIS based on SVG, SVG will play greater role in publishing geospatial information, furthermore, the geospatial information web sharing will become easier.

Keywords Geographic information, XML, Scalable vector graphics, WebGIS

0 引言

近年来,随着 Internet 迅速发展及其在全球范围内的普及,基于 Internet 的网络地理信息系统(即 WebGIS 或 Internet GIS)已成为 GIS 领域重要的研

究方向.在 WebGIS 的研究中,由于目前标准的浏览器只支持栅格图象(如 GIF, JPEG 等格式)的显示,而不支持矢量图形数据的显示,因此,围绕着如何在客户端显示空间数据的问题,人们提出了基于服务器和基于客户端^[1,2]的两种解决问题方案.其中,基于服务器的方案是指当客户端的用户向服务

器发出服务请求后,服务器即处理该请求,并将处理结果(栅格图象)返回给客户端,以便这种方案的代表技术有 CGI 技术和 ISAPI 技术;而基于客户端的方案则是指当客户端的用户向服务器发出服务请求后,服务器就将所需的空数据和处理该数据的工具一并返回给客户端,以便在客户端进行本地的数据处理,这种方案的代表技术有 Plug-in 技术、ActiveX 控件技术以及 Java Applet 技术。

对于基于服务器的方案,尽管对客户端的要求很低,但由于每次客户对地图的操作请求都要传到服务器,并要等待服务器生成新的栅格图象再传回显示,这样就大大增加了网络和服务器的负担,在目前网络带宽十分有限的情况下,这种解决方案并不十分可取。相比之下,基于客户端的方案则具有服务器和网络传输负担轻、交互性能好的特点,但由于不同格式空数据需要有不同的处理工具,因此使得在客户端对于不同格式的空数据、不同的操作平台、不同的浏览器需要事先安装不同的插件,或在使用时,下载不同的 ActiveX 控件或 JavaApplet,这无疑给系统的开发带来了很大的困难,此外,对于客户端的用户来说,由于 Plug-in 和 ActiveX 控件有权获得客户机平台的权限,因此对于从 Internet 上,下载的未知 Plug-in 和 ActiveX 控件都有可能给客户机系统带来威胁。

近年来,出现了一种极具发展潜力的网络矢量图形格式 SVG (Scalable Vector Graphics),由于 SVG 是一种基于 XML 的开放式标准的矢量图形描述语言,因此它在图形数据的描述表达方面有许多独特的优点。有鉴于此,本文将考虑采用 SVG 作为地理空数据存、传输和显示的手段,以期解决目前 WebGIS 中所面临的问题。

1 SVG 概述

1.1 起源与发展

SVG (Scalable Vector Graphic 直译为可升级矢量图形)是一个开放的二维矢量图形格式^[3],如同数学标记语言(MathML)一样,它也是扩展标记语言 XML^[4]的一个应用。SVG 的产生有其客观必然性。进入 20 世纪 90 年代末,互联网的迅猛发展使网上传统的栅格图象(如 GIF, JPEG 和 PNG)已很难满足人们的需要,为此,各知名厂商都纷纷推出了各自的 Web 图象解决方案,如 Macromedia 公司所推

出的交互式矢量动画格式 SWF, Adobe 公司的 E-paper 方案等,从而使 Web 的图象标准进入一种诸侯割据的状况。在这种情况下,国际 W3C 组织成立了 SVG 工作组,并于 1999 年 2 月 11 日完成了第一个工作草案,到 2000 年 6 月又先后提交了 8 个工作草案,用来对前面的标准进行补充、完善。2000 年 8 月 2 日, W3C 正式发布 SVG 推荐规范,由于该规范在图形、图象描述方面的卓越表现,再加上 W3C 的特殊地位,使该规范一经推出,就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,如 Apple, Autodesk, BitFlash, Corel, HP, IBM, ILOG, INSO, Macromedia, Microsoft, Netscape, OASIS, Quark, RAL (CCLRC), Sun, Visio, Xerox 等公司。

作为一种基于 XML 的二维矢量图形的描述语言, SVG 规定了 17 类 80 多种元素(详细情况请参阅 <http://www.w3.org/Graphics/SVG>),它涉及基本图形、文字、图象的显示,图形元素动画、超链接、颜色渐变、透明效果、滤镜效果、剪辑处理、蒙板、合成以及模式填充等诸多方面。这样,通过 SVG 就可设计出各种精美的、具有互动性的矢量图形。以下就是图 1 所示图形的 SVG 文档内容。



图 1 SVG 示例

```
<? xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<svg width="200" height="200">
  <g id="background">
    <rect x="20" y="20" width="160" height="130"
      style="fill:#CCCCCC;"/>
  </g>
  <g id="image" style="fill:blue">
    <path d="M20 100 100 20 180 100z"/>
    <text x="47" y="73" style="font-size:45; fill:
      white;"/>SVG</text>
  </g><!-- image -->
</svg>
```

1.2 技术特点

总的来说, SVG 有以下几个特点:

① 任意缩放性、文件尺寸小 作为一种矢量图形,与栅格图象相比,由于它可自由地缩放,而不会破坏图形的质量,同时文件的大小与图形的具体尺寸无关,而仅与图形的复杂程度有关,因此非常适合网上的传播。

② 易生成、易修改性 作为一种纯文本格式的图象,SVG文档很容易读懂,不仅可以方便地由各种程序语言(如VB,VC,Java等)来动态生成,并可方便地进行修改和升级。

③ 强交互性 由于SVG完全支持DOM(文档对象模型),因此SVG中的图形对象完全可以通过脚本语言来接受外部事件的驱动(如鼠标动作),以实现自身或对其他图形对象的控制。

④ 文本独立性 SVG文档中的文本可以被网络搜索引擎所搜寻或被用户浏览器查找和编辑。

⑤ 超链接性 SVG文档中的图形对象可直接与其他媒体(如图象,视频,音频等)进行链接,使图形元素成为一扇通向其他信息的大门。

⑥ 中立性 由于SVG是一个正式定义的国际开放标准,因此,它不属于任何团体和个人。

⑦ 平台无关性 SVG可以很好地跨平台工作,以解决外部输出及色彩相关问题。

1.3 支持状况

由于SVG的中立性,因此任何团体、研究机构、公司或个人都可根据所制定的规范来参与SVG的开发和推广,从而制作出适合不同应用场合的SVG创作、编辑、浏览工具。目前,已有几种SVG的创作工具,如Apache公司的SVG Toolkit, Jasc Software公司的WebDraw, Adobe公司的Illustrator 9、GoLive 5.0, Corel公司的CorelDraw 9、CorelDraw 10以及Beatware公司的ePicture Pro等。此外Adobe也推出了自己的SVG浏览器,它可以作为现在使用的主流网页浏览器Netscape Communicator及Internet Explore的插件。更为重要的是,Netscape公司和Microsoft公司也已经开始进军SVG领域,这标志着未来的网络浏览器将会内置对SVG文件的支持功能。相信在不久的将来会有越来越多的团体投入SVG的开发工作,使SVG在网络上的应用更加广泛。

2 基于SVG构建WebGIS的意义

由上面的讨论可以看出,由于SVG是一种完全

开放的二维矢量数据格式,并得到众多国际知名软件厂商(尤其是微软和网景公司)的支持,因此,在WebGIS的研究中,若将地理空间数据编码成SVG格式来进行空间数据存储、传输和表现,则会有效地消除针对现有专有空间数据格式所产生的数据传播中的问题,因为在不久的将来,无论是NC或是IE都将直接支持SVG,即使在目前,也有多家公司的SVG插件供用户使用,这样,在客户端就无需下载任何数据处理部件。此外,对于众多的非专业用户,一方面可方便地通过各种通用的SVG创作、编辑工具来组织,并发布自己的空间信息资源,从而使地理信息资源和其他网上资源一样,被整个社会方便地共享,以充分发挥其应有的价值;另一方面,由于SVG中的图形元素具有动画功能,据此可以产生动画地图,使展现在客户端用户面前的地图更具有表现力。

由此可见,将SVG用于WebGIS,具有非常重要的意义,然而由于地理空间数据的复杂性,在将空间数据编码成SVG格式时,尚有许多问题有待解决,在这里将主要对空间数据在SVG文件中的数据组织问题进行一些初步的研究。

3 地理空间数据的SVG编码

3.1 地理空间数据在SVG文档中的组织

大家知道,地理空间数据是用来描述地理空间现象的,一般可分为空间几何数据和属性数据。由于空间几何数据比较复杂,因此在传统的GIS中,空间几何数据是以文件的形式进行存储,且采用拓朴数据模型或空间实体模型^[5]来对空间几何数据进行组织。两种模型的区别主要在于对复杂空间对象以及空间对象之间关系的描述:在拓朴数据模型中,复杂地理空间对象是通过对结点的引用而形成的,其优点是多个不同的对象可以共用相同的结点,从而可以节省存储空间,同时由于地理空间对象间的拓朴关系是显示地存储在“特征表”中,因此可方便地进行各种空间分析,这种数据模型的最大缺点是,维护拓朴关系的开销较大;而在实体模型中,每个地理空间实体对象都是自包含的,即空间对象的结点是直接存储在实体对象内部的,这样虽然会造成因公共结点的重复存储而产生数据冗余,但它无需维护实体间的拓朴关系。

由于SVG目前仅支持一些基本的图形元素,为

了能够有效地通过 SVG 来对地理空间数据进行描述,就必须将空间几何数据按空间实体模型来进行组织,具体实施时,可采用如图 2 所示的层次组织方法,即将现实世界中的地物分为简单地物与复杂地物两大类,其中简单地物还可根据其几何特征进一步分为点状地物、线状地物、面状地物等 3 种地物类型,而复杂地物则由多个简单地物构成。另外,各地理实体由目标标识码、描述该地理实体的几何数据和属性数据组成,一般,若干地理实体可以作为一个图层,这里与一般 GIS 系统(如 Arc/Info)不同,一个图层可以包含不同类型的地理实体,而若干图层则可组成一幅地图。

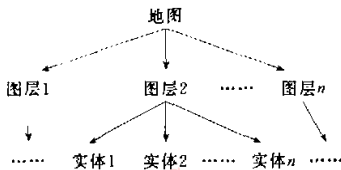


图2 地理空间数据层次组织模式

3.2 编码方案的设计

从上面的分析可以看出,需要描述的对象有地图对象、图层对象以及地物(包括简单地物和复杂地物)对象 3 大类。为了能够对所描述的对象进行有效的操作,在这里做一个简单的约定,即对所有的描述对象均采用 SVG 所提供的分组元素 g 作为主元素,同时为了能够区别这 3 类对象,在这里规定,对于地图对象,分组元素的 id 属性代表地图编号,以“M”字母开始;对于图层对象,分组元素的 id 属性代表图层编号,以“L”字母开始;对于地物对象,分组元素的 id 属性代表地物标识,针对点状地物、线状地物、面状地物和复杂地物分别以“FP”,“FL”,“FA”以及“FC”开始,以下就是具体的编码方案。

3.2.1 地图对象的编码

地图对象包含地图名称以及所包含的各图层对象两部分内容,其中地图名称通过 $title$ 元素进行表示。

3.2.2 图层对象的编码

图层对象包括图层标识、显示式样(如颜色,线型)、图层名称以及所属地物对象等内容,其中,显示式样通过分组主元素的 $style$ 属性(该属性中,通过 $visibility$ 可控制图层的显示与否)进行描述,图层名称通过 $title$ 元素进行表示。

3.2.3 地物对象的编码

地物对象包括属性数据、几何数据、注记以及与地物对象的交互信息等内容。

(1) 属性数据的编码

对于属性数据可采用内嵌法和外联法两种编码方法。

① 内嵌法是指将所关联的属性数据与几何数据放在同一个地物分组元素中,由于 SVG 并未提供对属性数据的描述标记,因此在这里自定义一个 $GeoAttribute$ 元素来标记属性数据,各属性项作为 $GeoAttribute$ 元素的子元素依次列出。由于 $GeoAttribute$ 元素是一个自定义元素,因此一般的 SVG 文档浏览器(如 Adobe 的 SVGView 插件)不会对该元素进行处理,这时,用户为了查询到该地物所挂接的属性数据,就需要通过操作 SVG 的 DOM 树来取得相应的属性数据(具体的实现代码见后)。当然对于非常简单的属性可以直接利用 $desc$ 元素表示。

② 外联法是指属性数据通过地物标识号存储在外部数据库中,为此,地物标识号需要进行进一步的约定,即地物标识号除了以“F*”开始外,还包含地物类别号和目标标识号,其中,通过地物类别号可确定与该类地物对应的属性关系表,而通过目标标识号来定位属性表中的记录号,此外,也可直接通过超连接,将属性数据页面(通过 ASP 技术动态生成)与几何数据联系起来。

(2) 几何数据的编码

由于 SVG 已经提供了一些基本的图形元素,如圆,多边形,路径等,因此对于几何数据的描述可直接采用这些元素。如前所述,这里所要描述的地物包括复杂地物和简单地物,其中,对于复杂地物可直接通过它包含的简单地物所提供的几何数据来表示;而简单地物则分以下 3 种情况分别进行表示。

① 点状地物

对于点状地物,首先需用 def 元素或 $symbol$ 元素定义相应的点符,之后通过 use 元素引用相应的符号来进行表示。

② 线状地物

线状地物通过 $circle$, $rect$, $polyline$, $path$ 等元素来进行表示。

③ 面状地物对象

面状地物通过 $circle$, $rect$, $polygon$, $path$ 等元素来进行表示。

(3) 注记的编码

对于注册信息可通过 text 元素直接进行表示.

以下就是根据上述编码原则所描述的某一区域的 SVG 文档片断:

```

<? xml version="1.0" encoding="utf-16"?>
<svg width="200" height="200">
  <g id="M001">
    <title>校园平面图</title>
    <g id="L001" style="fill: red; stroke: black; stroke-width:1;">
      <title>建筑层</title>
      <g id="FA-01-001">
        <rect x="5" y="5" width="40" height="40" style="fill: red;">
          <text x="10" y="20" style="fill: red;">机械馆</text>
        <GeoAttribute>
          <建筑日期>1980-08-01</建筑日期>
          <建筑面积>13852</建筑面积>
          <建筑用途>教学</建筑用途>
        </GeoAttribute>
      </g>
      .....
    </g>
    <g id="L002" style="fill: red; stroke: black; stroke-width:2;">
      <title>供水管线层</title>
      <g id="FL-02-001">
        <polyline points="5,5 45,45 5,35 45,5"/>
        <GeoAttribute>
          <管线编号>gs002</管线编号>
          <管径>100</管径>
          <管材>铸铁</管材>
        </GeoAttribute>
      </g>
      .....
    </g>
  </svg>

```

4 基于 SVG 的 WebGIS 的体系结构

在研究了地理空间数据的 SVG 编码方法后,笔者开发了一个基于 SVG 的 WebGIS 试验系统,该系统的构架如图 3 所示,下面就该系统开发的有关问题进行一些说明.

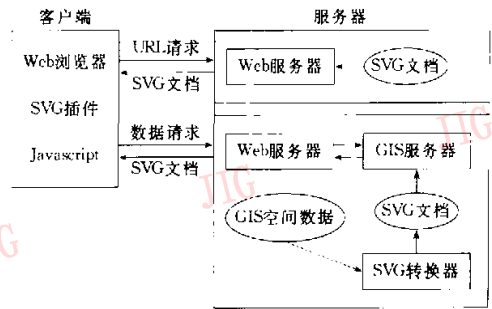


图3 基于SVG的WebGIS的体系结构

4.1 客户端的实现策略

正如前面所介绍的,由于目前主流浏览器还不支持 SVG,因此,在这里采用 Adobe 的 SVG 插件 SVGBrowser2.0 来对 SVG 文档进行操作. 尽管该插件具有很强的图形表现能力,能够满足一般图象操作的需要,但对于地图的显示和操作,其功能就显得很不够,例如,插件没有直接提供地图图层的显示控制、地图的滚动、属性数据的显示等 GIS 中的必备功能,为此,还需要对其功能进行扩充. 由于该插件提供了 DOM 接口,因此,就为功能的扩充奠定了良好的基础. 具体实施时,就是在 SVG 文档的宿主页面中,通过脚本来操作 SVG 文档的 DOM 树,以实现诸如图形漫游、属性信息查询、图层显示控制等功能. 由于篇幅有限,本文只对属性信息查询功能的实现做一介绍.

在 1.2 节已经谈到由于 SVG 文档中的图形对象,可通过脚本语言接受外部事件的驱动,因此要实现图形到属性的查询,就需要将事件句柄(通常为 onclick)赋给所要查询的地物对象,如

```
<g id="FL-02-001" onclick="query('FL-02-001')">
```

同时在宿主页面中加入用 VBScript 或 JavaScript 脚本语言编写的查询函数 Query,即可实现属性信息的查询功能. 下面给出的是用 VBScript 编写的 Query 函数的具体实现代码.

```

function query(id) {
  //id 为地物的用户标识
  var svgdoc=document.SVGMap.getSVGDocument();
  //SVGMap 为页面中所插入的 SVG 文档对象
  var ObjectNode=svgdoc.getElementById(id);
  var ObjectCNodes=ObjectNode.getChildNodes();
  for (var i=0;i<ObjectCNodes.getLength();i++)
  {
    var ObjectCNode=ObjectCNodes.item(i);

```

```

if (ObjectCNode. getNodeTypes() == 1 &&
    ObjectCNode. getTagName() == 'GeoAttribute')
{
    var AttrNodes = ObjectCNode. getCNodes();
    var str = '属性信息';
    for (var j = 0; j < AttrNodes. getLength(); j++)
    {
        var AttrNode = AttrNodes. item(j);
        if (AttrNode. getNodeTypes() == 1)
            str = str + "\n" + AttrNode. getTagName() + ":"
                + AttrNode. getFirstChild(). getNodeValue();
    }
    alert(str);
    return null;
}
}

```

这里,需说明的是,该函数所显示的属性数据是按照本文所描述的属性数据的组织方法来进行组织的。

4.2 服务器端的实现策略

在服务器端,针对非专业用户和专业用户有简单应用模式和专业应用模式两种不同的应用模式,其中,简单应用模式为,在服务器端对于客户端的请求,不经过任何中间件的处理,直接将预先构造好的 SVG 文档发送到客户端,该模式主要是针对非专业用户的,因为非专业用户一般没有 GIS 软件,在这种情况下,若要发布自己的空间信息,则只需通过一般通用的工具来构造自己的 SVG 文档,并将其放在服务器上进行发布即可;而对于专业应用模式来说,则需要根据所请求的数据要求,通过 GIS 服务器将 GIS 空间数据库中的数据,用 SVG 转换器转换成 SVG 文档,发送到客户端进行处理。

5 结束语

地理信息资源的发布与共享是 GIS 领域所面临的严峻问题,基于 XML 的矢量图形描述语言 SVG 为该问题提供了一个解决方案,本文在这方面作了一些初步的研究,可以相信,随着研究的进一步深入,以及 SVG 如能得到主流浏览器的支持,地理信息资源也会像其他网上资源一样,为更多的用户所使用,从而为社会创造更多的价值。

参考文献

- 1 张犁等,林辉,李斌. 互联网时代的地理信息系统[J]. 测绘学报, 1998, 2(1): 9~16.
- 2 李青元等. WebGIS 实现技术探讨[J]. 中国图象图形学报, 1998, 3(6): 486~489.
- 3 Scalable Vector Graphics (SVG) [EB/OL]. <http://www.w3.org/Graphics/>
- 4 Elliotte Rusty Harold. XML 实用大全[M]. 北京: 中国水利电力出版社, 2000.
- 5 崔伟宏. 空间数据结构研究[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.



周文生 1966 年出生,副教授,在读博士,1990 年获武汉测绘科技大学硕士学位,现主要从事 GIS 方面的应用研究,发表了多篇 GIS 方面的论文,并自主开发了管网地理信息系统,虚拟可视化物业管理系统。