

中图法分类号: TP301.6 文献标志码: A 文章编号: 1006-8961(2011)05-0903-06

论文索引信息: 李跃, 王艳慧. LBS中基于SVG的空间数据表达与压缩[J]. 中国图象图形学报, 2011, 16(5): 903-908

# LBS中基于SVG的空间数据表达与压缩

李跃, 王艳慧

(首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室, 北京 100048)

**摘要:** 针对位置服务系统中移动端矢量空间数据的有效组织问题, 对现有方案进行比较和拓展, 提出一套新的基于可伸缩矢量图形(SVG)的数据表达和压缩的系统解决方案, 重点研究并解决了利用表达的精简和GZIP压缩相结合的改进方法实现数据压缩的关键技术。实验结果表明, SVG格式适用于位置服务中对空间数据的表达, 且改进的压缩方式优于传统压缩算法, 验证了技术方案的可行性。

**关键词:** 移动位置服务系统; 可伸缩矢量图形; 表达; 开放源码无版权工业标准压缩格式(GZIP); 可伸缩矢量图形压缩格式(SVGZ)

## SVG based representation and compression of spatial data in LBS

Li Yue, Wang Yanhui

(3D Information Collection and Application Key Lab of Education Ministry, Capital Normal University, Beijing 100048 China)

**Abstract:** It is known that how to organize effectively geodata of mobile device in LBS (location based services) are organized ineffectively. So after the existing solutions are compared and extended in the paper, a new SVG (scalable vector graphic) based solution is provided to represent and compress spatial data. Then the key technologies in the fields of SVG data representation and compression are researched and resolved, in which the improved compression method combined simplified SVG representation and GZIP compression. The test result showed that SVG based method is appropriate to represent geodata in LBS, and the improved method to compress SVG based data is better than traditional method, in which the feasibility of the solution is validated.

**Keywords:** location based services (LBS); scalable vector graphic (SVG); representation; GZIP; SVGZ

## 0 引言

与传统的 Web 空间信息服务系统相比, 基于 GIS 的移动位置服务系统有其自身的一些特性, 如有限的带宽和计算能力、有限的显示尺寸、传输信号不稳定、移动终端多样性、空间位置依赖性等。因此, 地理空间较大的数据量与无线网络较窄的带宽、移动设备较弱的存储与计算能力以及较小的显示设备之间存在着一定的矛盾, 如何更好地解决这些矛

盾, 为用户提供灵活的自适应可视化服务便成为构建移动位置服务系统的重要任务之一。

在 LBS (移动位置服务)、ITS (智能交通系统) 等 GIS 应用中, SVG 已经成为最近的研究热点。作为 W3C (互联网联盟) 制定的一个图形标准, SVG (scalable vector graphic) 是一种使用 XML 来描述 2 维图像的语言, 它允许图形对象以 3 种形式存在, 分别是矢量图形、点阵图像和文本<sup>[1]</sup>。

由于 SVG 的中立性、易用性、强交互性和平台无关性, 许多大公司如网景和微软已开始涉足 SVG

收稿日期: 2010-04-13; 修回日期: 2010-06-17

基金项目: 国家自然科学基金项目(40701147); 北京市自然科学基金项目(8102014)。

第一作者简介: 李跃(1985—), 女。首都师范大学地理信息系统与地图学专业硕士研究生, 主要研究方向为空间数据的 SVG 表达, 已发表 EI、ISTP 检索论文 1 篇。E-mail: Liyue6695@163.com。

领域,应用 SVG 提高空间信息在网络上的发布效率和表达能力。SVG 的子集 Mobile SVG 尤其适合在移动网络条件下作为移动设备上 2 维矢量图形数据的可视化。在国外,有多家组织对移动空间信息系统中应用 SVG 进行相关研究,如 ESRI 公司、KDDI 公司、加利福尼亚大学、HCRL 等。日本的 NTTDoCoM 公司在手机上使用了类似 SVG 的矢量图形技术,展示了矢量图 SVG 的应用前景;CRICO 公司推出的 Pcket SVG 产品使 Pcket PC 上 SVG 图形的显示得以实现;ZOOMON 公司推出的在移动设备上显示 SVG 的 ZOOMON SVG Palyer。Brinkhoff 等人的研究证明了基于 SVG 的数据标准适合应用于移动客户端<sup>[2-3]</sup>;Moreno 等人利用大量实验数据验证了移动客户端基于 SVG 的图形组件比传统矢量数据表达有明显的优势<sup>[4]</sup>。Reichenbacher 等人研究了移动客户端基于 SVG 的地图自适应可视化<sup>[5]</sup>;这些研究为后续 SVG 的应用奠定了一定的基础。而国内针对 SVG 在空间信息系统中应用的研究主要集中在有线网络上,如武汉大学等几家单位进行了 WebGIS 中地理空间信息的传输与表达方面的研究;陈传波和宋荆汉提出在电力领域中使用 SVG 数据表达精简方法以达到数据压缩的效果;徐成俊等人阐述了不同文本压缩算法的比较研究<sup>[6]</sup>。综观国内外的研究现状,总体上目前还没有基于 SVG 的成熟空间移动位置服务信息的表达和组织管理模式。

因此,针对空间数据的多源性和移动终端的多样性,结合 SVG 适合互联网传输的矢量数据格式,利用 SVG 的开放性,使系统能够支持更多类型的移动终端,便于计算能力较弱的客户端处理,也使系统能够向用户提供更高质量的服务。以占有垄断性地位的 ESRI 公司的 ArcGIS 数据格式为例,根据 SVG 本身的特点,简化传统数据的组织与编码方式;综合分析各种压缩方法,采用数据表达的精简和服务器端压缩组件的添加相结合的扩展方式有效地节省网络带宽,并验证其压缩效果。

## 1 基本技术流程

在位置服务系统中引入 SVG 技术作为空间数据有效组织的解决方案,其基本流程图如图 1 所示。在收集、分析资料的基础上,比对现有的获取 SVG 文件方式,选取合适的自编程方式,并探讨 SVG 的

表达、渲染方式;对得到的 SVG 数据进行压缩方式的优化,以实验数据支撑所选方案的有效性。

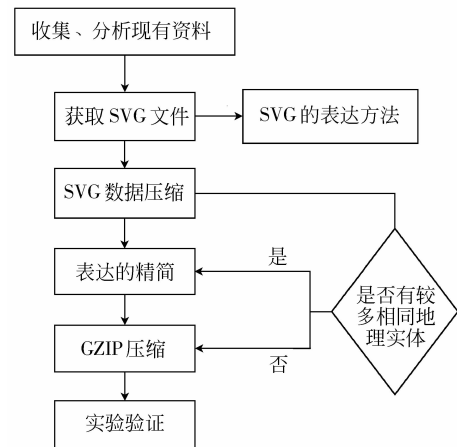


图 1 SVG 解决方案的流程图

Fig. 1 Flow chart of SVG solution

## 2 基于 SVG 的空间数据表达

对比研究已有的 SVG 获取方式,选择编程方法实现传统地理数据和 SVG 之间的转换<sup>[7]</sup>。将现有的地理数据转换为 SVG 格式不会造成信息(包括属性)的失真或遗漏。属性数据通过相同的 ID 连接到 SVG 表达的地理实体上。要素间的空间关系,如拓扑、连通性等,以 XML 的格式记录到 SVG 中。通过对 SVG 的渲染修改地理实体的表达方式,比修改传统数据更易于实现。

### 2.1 SVG 数据的获取

针对基于 SVG 的地理数据表达,它的获取方式一般分为两种:利用 Illustrator、CorelDRAW 等图形图像软件生成 SVG 图形;利用已有的 GIS 数据生成 SVG 格式数据。前者数据源有限,准确度低,而且一般的地理数据有坐标、属性等特征,通常采用专业的 ArcGIS、Mapinfo 等软件提供的转换工具进行格式转换,获得 SVG 数据。

针对已有的传统矢量数据格式的转换,从应用角度上讲,业界常用的软件为 ArcGIS、Mapinfo 和一些常用的国内 GIS 软件(SuperMap、山海易绘)等。ArcGIS 的 Shp 格式常用的转换方法有利用第 3 方开发的软件生成;利用 ArcGIS 的核心组件渲染生成实现;通过分析 Shapfile 的数据格式和 SVG 对地理数据的表达,编程实现。同样,Mapinfo 常用的方法有利用第 3 方开发的软件 Mapinfotosvg 生成;利用

MapInfo 的核心组件 MaPJ 渲染生成实现;通过分析 MapInfo 的数据格式和 SVG 对地理数据的表达,编程实现。

以 ArcGIS 数据 3 种方法为例,第 1 种方式转换需要对第 3 方软件付费,费用相对昂贵;第 2 种方式无法集成属性信息,而属性信息在地图数据中是非常重要的;第 3 种相对前两种来说,更具有现实性价值,适合研究工作的数据获取。

### 2.2 SVG 的渲染与表达

区别于传统空间数据的表达方式,SVG 采用 XML 标准表达地理数据,以 <g> 为标志表达不同的图层。SVG 对点、线、面的表达均遵守 XML 标准,表达点、线、面数据并不局限于单一方式,拥有丰富的符号库。传统的数据表达中,用同一符号组织图层中相同性质的地理实体,对于不同的实体,需要添加对应的表示图层。而 SVG 的编码方式更灵活,同一图层也可以表示不同性质的地理实体。SVG 表示点数据的代码如下<sup>[8]</sup>:

```

<? xml version = "1.0" encoding = "utf-8"
standalone = "no" ? >
<svg width = "800pt" height = "600pt"
viewBox = "0 0 800 600"
enable-background = "new 0 0 800 600" version = "1.1"
xmlns = "http://www. w3. org/2000/svg"
xmlns:xlink = "http://www. w3. org/1999/xlink" >
  <g id = "point" >
    <clipPath id = "SVG_CP_1" >
      <path
d = "M0,0L0,628.49764L797.24409,628.49764L797.24409,
0L0,0z"/ >
    </clipPath >
    <g font-family = "' ESRI Default Marker '"
font-size = "3" font-weight = "400"
clip-path = "url( #SVG_CP_1)"
xml:space = ' preserve ' >
      <text transform = "matrix(4 0 0 4 100
100)" > <tspan x = "0" y = "0" >! </tspan > </text >
    </g >
  </g >
</svg >

```

SVG 编码和传统表达方式的地图符号是一一对应的。如表 1 列出了 ESRI 公司的矢量数据格式 Shp 和 SVG 文件中点数据的对应表达。其中 <text >

<text > 标签下的 ! 对应表 1 中的 ●,在移动终端的地图表达中为通常见到的点。

表 1 SVG 和 Shp 文件格式中点数据表达的对应  
Tab.1 Corresponding representation for point feature between SVG format and Shp format

SVG	Shp	SVG	Shp	SVG	Shp	SVG	Shp
a		p		6		.	
b		q		7		,	
c		r		8		:	
d		s		9		"	
e		t		0		!	
f		u		*		@	
g		v		(		#	
h		w,x	空格	)		\$	
i		y,z		-		%	
j		1		+		^	
k		2		?		;	
l		3		[		'	
m		4		]		&	清空后面
n		5		\		/	
o							

### 3 SVG 数据的压缩

SVG 是文本格式的,虽然相比传统的矢量数据表达方式,其数据量已经较小,但是当多个比例尺、大量的 SVG 文件堆砌起来时,数据量仍有待缩减。在 GIS 领域,目前的研究多集中在 SVG 服务器端组件的压缩,而对表达方式的精简很少涉足。本文借鉴电力领域中已经广泛使用的数据表达精简方法<sup>[7]</sup>,首先对 SVG 的表达编码进行精简,然后进行服务器端组件的压缩,以期有效地节省网络带宽。

#### 3.1 SVG 表达的精简

SVG 表达的精简即利用合理、优秀的算法和灵活轻便的描述减少图形描述编码。本文采用模块化

思想,将相似地理实体的共同特征封装在一起,用 <symbol> ... </symbol> 表示,使用时引用此特征的 ID 便可以轻松实现其可视化,且大大减少了描述 SVG 的代码量。SVG 数据压缩之前判断是否需要

进行表达的精简,精简的原则为图层中相同的地理实体较多,只是发生了位移变化,实体的形状完全相同<sup>[9]</sup>。主要代码为

```

<symbol id = " test" >
<g >
.....
</g >
<!--End Element-->
</symbol >
<g id = test1" transform = " translate(0,0)" >
<use xlink ;href = "#test"/ >
</g >

```

### 3.2 服务器端组件的压缩

服务器端的压缩通过不同的压缩原理实现。现有的文本压缩方式按照编码的失真程度分为无损压缩和有损压缩两种,具体的分类参见图 2<sup>[6]</sup>。有损压缩即原始数据不能完全恢复,主要应用于图像和

数字化的语音方面;无损压缩就是经过一个压缩后,能够产生和输入完全一致的压缩技术,主要用于存储数据库记录或处理文本文件<sup>[6]</sup>。因此,SVG 适合于无损压缩的压缩方式。

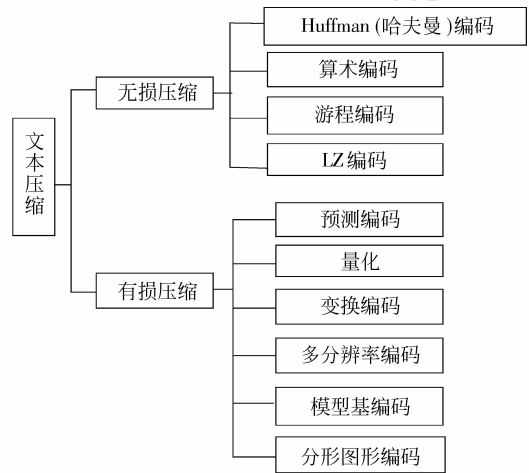


图 2 常用的文本压缩方式

Fig.2 Way of compression of text

#### 3.2.1 4 种无损压缩算法

总结 4 种无损压缩算法的基本原理和各自的优缺点见表 2。

表 2 4 种无损压缩算法比较

Tab.2 Comparison of four types lossless compression algorithm

算法名称	基本原理	优点	缺点
Huffman 编码	根据字符出现的频率构造平均长度最短的编码,并且保持编码的唯一可解性。	动态 Huffman 编码只需扫描一次;无须维护和传输串码对应表,对字符在整个串中出现频率不均现象有很好的压缩效果。	静态 Huffman 编码对于过短的文件进行压缩的意义不大;存储编码信息时,用于通信网络会引起较大的延时;对于较大的文件频繁读写速度慢。
算术编码	从全序列出发,采用递推形式的连续编码。	无损压缩效率最高;无须分组编码,避开用一个特定码字代替;有自适应性。	很难在具有固定精度的计算机上完成无限精度的算术操作;高度复杂的计算量不利于实际应用;需要两次扫描原数据流。
游程编码	通过统计待压缩数据中的重复字符,去除文本中的冗余字符或字节中的冗余位,从而达到减少数据文件所占存储空间的目的。	压缩重复率高的文件效果好。	针对文件的某些特点所设计,使用上的局限性。
LZ 编码	把文本中出现频率较高的字符组合成一个对应的字典列表,并用特殊代码来表示这个字符。	最为简单的压缩算法之一;压缩算法的细节处理不同只对压缩率和压缩时间有影响,却不会影响到压缩程序。	每次都需要向前搜索到原文开头,速度慢。

由于 GIS 数据自身数据量大,重复性小的特点,需要选取合适的压缩算法来表达。本研究采用的是 SVG 标准,而 SVG 标准支持 GZIP 压缩(在互联网工程任务组(IETF)制定的 RFC1952 中已经被证明的标准)。

### 3.2.2 GZIP 压缩

使用开放源码无版权工业标准压缩格式(GZIP)的压缩算法来压缩 SVG 文件,压缩后的 SVGZ 文件压缩率可以达 60%~90%,压缩过的 SVGZ 文件在浏览时可以通过浏览器自动解压并显示,而且速度和未压缩的情况也相差不大。GZIP 压缩使用 Deflate 压缩算法,通过阅读 gzip-1.2.4 的源码,GZIP 压缩首先使用 LZ 编码的一个变种进行压缩,对得到的结果再使用 Huffman 编码。根据文件的大小不同获得不同的压缩率,但是总体来说,压缩效果十分理想<sup>[10-11]</sup>。

由于压缩后的 SVG 文件(SVGZ)不能使用文本编辑器编辑,即使打开后显示的也是无意义的乱码,这样也从一定程度上提高了地图的安全性。

## 4 实验

SVG 表达实验中,使用在 ArcGIS 中矢量化得到的 4 组 Shp 文件作为数据源,数据量成依次递增次序以查看其数据量变化比率。参考开源代码 Shp2svgSource,在 C++ 环境下编写、运行 Shp2svg.exe 程序,将 Shp 转换为 SVG 格式。

SVG 压缩实验中,以 3 组 ArcGIS 中矢量化得到的 Shp 文件为数据源。使用 C# 下开发的 GZIP 压缩源代码进行 GZIP 压缩处理。

### 4.1 SVG 表达与传统方式的对比

使用 SVG 数据比使用传统的数据存储方式能够节约存储空间,缩减占用的无线网络带宽。本文做了如下验证,如表 3 所示,SVG 文件和 Shp 文件的数据量相差悬殊,使用 SVG 文件作为 GIS 数据可视化的基础数据完全可行且能起到优化作用。

表 3 Shp 文件与 SVG 文件大小的比较

Tab.3 Comparison of the size between Shp file and SVG file

ID	SVG 文件大小/KB	Shp 文件大小/KB	比率/%
1	13.7	95.4	14.36
2	66.3	437	15.17
3	111	713	15.57
4	219	1 310.72	16.71

## 4.2 压缩实验

现有的研究已经对 GZIP 压缩做了大量的实验,而本研究在进行 GZIP 压缩前,使用了 SVG 数据表达的精简,利用 3.1 节中描述的表达精简的方法完成。表 4 为实验数据经过表达精简和 GZIP 压缩后的压缩率对比。

从表 4 中可以看到,数据量越大,压缩效果越好。现实应用中,系统存储有不同尺度、不同时相的大量数据,使用优化后的压缩方法对 SVG 的压缩效率有显著提高,对移动端的数据可视化和数据传输有重大意义。

表 4 压缩率对比

Tab.4 Comparison of the rate of compression

ID	原始大小 /KB	表达精简后 大小/KB	压缩率 /%	GZIP 压缩后 大小/KB	总压缩 率/%
1	3.16	1.41	44.6	0.741	76.6
2	11.4	3.45	69.7	0.763	93.3
3	25.3	3.8	85.0	0.797	96.8

## 5 结论

移动位置服务中使用 SVG 数据进行地理数据表达,数据编码组织方式上明显优于传统表达方式。对 SVG 数据优化的压缩处理方法能够有效地减少数据的内存占用空间,节省传输数据需要的网络带宽资源。经过压缩的 SVGZ 格式适用于类似于位置服务的网络 GIS 应用,并且增强了数据的通用性和保密性。随着 W3C 近年来的大力推广,SVG/SVGZ 将具有强大的竞争力,必将成为未来研究 WebGIS 和移动 GIS 的发展趋势。

## 参考文献 (References)

- [1] Xue Xiaona, Wang Zhong, Long Yu. Application of mobile GIS based on J2ME and mobile SVG [J]. Electronic Measurement Technology, 2007, 30(1):94-95. [薛晓娜,王忠,龙宇.基于 J2ME/Mobile SVG 开发平台在移动 GIS 中应用[J].电子测量技术,2007,30(1):94-95.]
- [2] Brinkhoff Thomas. Towards a declarative portrayal and interaction model for GIS and LBS [C]//Proceedings of 8th Conference on Geographic Information Science (AGILE 2005). Estoril, Portugal:IEEE Computer Society, 2005:449-458.
- [3] Brinkhoff Thomas, Jürgen Weitkämper. Mobile viewers based on SVG ± geo and XFormsGI [C]//Proceedings of AGILE 2005.

- Estoril, Portugal; IEEE Computer Society, 2005:56-61.
- [ 4 ] Moreno Edward David, José Ivo Fernandes de Oliveira. Architectural impact of the SVG-based graphical components in web applications[ J]. Computer Standards & Interfaces, 2009, 31(6):1150-1157.
- [ 5 ] Reichenbacher Tumasch. Adaptive methods for mobile cartography [ C ]// Proceedings of the 21th International Cartographic Conference ( ICC ). Durban, South Africa: Cartographic Renaissance, 2003:1311-1322.
- [ 6 ] Xu Chengjun, Shu Yi, Chai Rong, et al. Comparative study of text compression algorithm[ J]. Gansu Science and Technology, 2006, 22(12):81-83. [ 徐成俊, 舒毅, 柴蓉, 等. 文本压缩算法的比较研究[ J]. 甘肃科技, 2006, 22(12):81-83. ]
- [ 7 ] Chen Chuanbo, Song Jinghan. An optimized model for SVG-based real-time data publication[ J]. Computer Engineering & Science, 2004, 26(8):45-47. [ 陈传波, 宋荆汉. 基于 SVG 的实时信息发布优化模型[ J]. 计算机工程与科学, 2004, 26(8):45-47. ]
- [ 8 ] SVG working group of W3C. SVG1.1 specifications scalable vector graphics ( SVG ) 1.1 specification[ DB/OL]. (2009-04-30)[2010-04-09]. <http://www.w3.org/TR/SVG11/>.
- [ 9 ] Wang Min. Application of WebGIS SVG-based in power system [ J]. China Water Transport, 2010, 10(1):68-69. [ 王闵. 基于 SVG 的 WebGIS 在电力系统中的应用[ J]. 中国水运, 2010, 10(1):68-69. ]
- [ 10 ] Li Kaifeng, Lv Zhiping, Shi Shanbin, et al. The organization and transmission of geo-spatial data based on SVG in network navigation[ J]. Engineering of Surveying and Mapping, 2008, 17(5): 8-11. [ 李凯峰, 吕志平, 石善斌, 等. 网络导航中基于 SVG 的地理空间数据组织与传输[ J]. 测绘工程, 2008, 17(5): 8-11. ]
- [ 11 ] Xie Qi, Hu Xinjie. Application research of mobile GIS based on SVGTiny[ J]. Control and Automation, 2010, 26(1-1):128-129. [ 谢琦, 胡昕杰. 基于 SVGTiny 的移动 GIS 应用研究[ J]. 微计算机信息(测控自动化), 2010, 26(1-1):128-129. ]