

SVG 动态地理信息统计专题图系统方法研究

张 垒, 沈玉利, 蒋明亮, 陈 勇

(仲恺农业工程学院 计算机科学与工程学院, 广东 广州 510225)

摘 要:针对目前专题图系统网络化程度低、速度慢、交互性和实时性差的不足,提出了基于 SVG 动态 WebGIS 专题图系统的方法来解决这些不足。首先对目前专题图系统的研究与应用现状进行了综述性地介绍,指出了这些方法存在的不足,并分析了 SVG 在 WebGIS 上的优点,然后对基于 SVG 的 WebGIS 专题图系统进行了分析和研究,并在此基础上对专题图系统进行了详细的设计,最后对专题图的两种统计方法、数十种统计图示进行试验。实践表明该专题图系统有通用性强、制图速度快等优点。

关键词:SVG; WebGIS; 专题图; 通用性; 交互性

中图分类号:TP301

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)05-0190-05

Research on SVG GIS Dynamic Statistics and Special Charts System Method

ZHANG Lei, SHEN Yu-li, JIANG Ming-liang, CHEN Yong

(College of Computer Science and Engineering, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: Aiming at the shortage of current thematic mapping system which is low network, slow, poor interaction and real-time, present a new idea that solves the shortage of WebGIS thematic maps through the SVG. Proposed SVG-based WebGIS thematic map dynamic systems approach to address these deficiencies. First, briefly introduce thematic map of the current research and application of the system, point out the insufficiency of these methods, and analyze the advantages of SVG in WebGIS, design the system in detail on this base, finally the two statistical methods, ten statistical icons in thematic maps are described and tested. Practice shows that it has high universality, faster graphics and other advantages.

Key words: SVG; WebGIS; thematic map; universal; interaction

0 引 言

专题地图制图作为对空间地理目标专题数据或属性数据的最有效可视化工具,不仅能将 GIS 中的专题信息进行渲染和直观的可视化分析,而且能对地理信息进行深加工,发掘隐藏在数据中的模式以及发展趋势,为人们获取某种或某些特定的信息提供一个有效的手段^[1]。专题图是 WebGIS 中不可缺少的一部分,是专题属性信息可视化的重要表现,也是空间分析结果表达常用的形式。

在基于 SVG 的 WebGIS 系统中,地图数据在客户端是以 SVG(Scalable Vector Graphics)为展现的方式。

SVG 是 W3C(World Wide Web Consortium)制定的地图显示的标准,它有强大的地图渲染功能和交互函数,但 SVG 的浏览需要 SVG 解析器的支持,比如 SVG Viewer,而且这种 Viewer 不支持制作专题图的相关 API,需要通过程序实现动态的专题图的绘制。在专题图制作方法上,前人也做了相应的研究。潘燕分析探讨 GIS 技术在专题图制作过程中的应用,提出一个基于 GIS 的专题图制作的基本模式^[2];杨明等探讨了在 ArcView 环境下专题地图的制作工艺方法,以及 ArcView 在制图中的相关应用^[3];徐京华对 MapInfo 的专题地图制图技术与方法进行探讨^[4];董文旭,师向伟介绍了基于 MapInfo 进行专题地图制作的概念、步骤、制作技术和方法。并在此基础上,提出了应用 MapInfo 制作专题地图时可以通过应用系统提供的 MapBasic 语言编程来制作具有更强表现力的专题地图^[5];吴涛等介绍了基于 flash 技术制作各类网络数字专题地图的流程,细述了地理底图和专题要素表示方

收稿日期:2010-09-17;修回日期:2010-12-21

基金项目:广东省科技支持项目(2009Z1-E561);广州市科技重点项目(2009A02010101004);仲恺农业工程学院校级科研项目(G3100010)

作者简介:张 垒(1983-),男,实验员,研究方向为空间信息理论与方法、矢量水印技术、图形图像处理。

法的设计,并着重探讨了专题信息动态更新机制的实现方法^[6];黄勇奇等,通过实例介绍了如何应用 ArcEngine 制作专题地图^[7];马金锋等,结合 Java connector 的面向对象开发功能,从数据角度和显示角度实现制作动态专题图的目的^[8];但 SVG 是开发的国际标准,它在基于 Web 的统计表现优势,Fujino 等在 2004 年已经进行了详细的阐述,并且通过 SVG 进行显示统计结果^[9]。文献[10]通过使用 SVG、Ajax 和 R 设计了一个基于 Web 的统计。从上面的总结可以看出,基于桌面版 GIS 的专题图制作文章较多,随着时间的推移,网络的不断进步,基于网络的 GIS 专题图制作的文章也开始崭露头角,但仍然占有的比例比较小,基于 SVG 的专题图制作的文章更是屈指可数。为了弥补这种不足,文中在网络的环境下,实现了专题图系统的设计和实现,并且可以对专题图动态的绘制。

1 SVG GIS 中统计专题图的动态绘制

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^[11]。

1.1 SVG 绘制统计专题图的优点

SVG 是 W3C 于 2001 年 9 月 4 日正式作为推荐标准(Recommendation)发布的。为适应 Internet 制定的基于 XML 语言的可升级矢量图形语言描述规范,由元素和属性等标记标注的文本组成。SVG 中定义了 circle(圆)、ellipse(椭圆)、rect(矩形)、line(线)、polyline(折线)、polygon(多边形)六种基本形状,这些基本形状和路径可以组合起来形成任何复杂的图形。每个基本形状都带有指定其位置和大小属性,它们的颜色和轮廓分别由 fill 和 stroke 属性确定^[12]。SVG 完全基于 XML,因此它继承了 XML 的优秀扩展性等很多优点,能提供给用户和开发者更多的功能。

SVG、XML 都是基于文本的一元格式,SVG 具有以下特点^[13]:

(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。

从上面 SVG 的特点可以看出,SVG 在统计专题图的动态绘制和表现上有独特的优势。

1.2 统计专题图的动态绘制

通常统计专题图符号可以分为三种类型:点状、线状和面状统计专题符号。对于不同的专题符号可以使用 SVG 的不同形状组合来实现。

1.2.1 点状图的动态绘制

在 SVG 中没有点形状,但是可以通过绘制其他较小的面状图标来表示,比如 circle、ellipse、rect、polygon 来实现图标的绘制。多个较小面积的面状图标就可以构成一个区域的点状图标集。

在系统绘制的过程中,SVG 提供了相应的标签来实现面状符号的绘制,而且提供了对符号特征的控制的方法,和面状符号填充的方法,如下面一个圆形面状符号的实例:

```
<circle x="100" y="100" r="100" stroke=" "
fill=" ">
```

其中 x,y 是绘制该圆的圆心位置,r 为该圆的半径,stroke 可以设置对图形的边界的样式、粗细等进行设置,fill 是对该面状符号的填充颜色和透明度等属性的设置。

在 SVG 中可以提供丰富的 Javascript 函数给用户调用,对应上述符号的绘制可以通过 create 类、setAttribute 类函数等动态创建和设置图形。

1.2.2 线状图的动态绘制

SVG 提供了 path、line、polyline 等方法绘制线状符号,而且可以通过 stroke 属性对线的线条样式、线的颜色和线的粗细等属性进行设置。在绘制线状专题图的时候,通常要使用坐标系。一般计算,向右为 X 轴正方向,向下为 Y 轴正方向,在 SVG 系统中也是如此,如图 1(a)所示。这个坐标可以直接使用,但使用过程中

会有些不便,特别是对地理信息数据。在 SVG 中提供了坐标转换的属性 transform,可以通过该属性将坐标系进行翻转,其中的 scale 属性可以实现坐标轴的翻转;translate 属性实现坐标轴的平移,通过翻转和平移操作能够实现坐标的正常显示。

在 SVG 中提供了 text 标签添加文字,结构如下:

```
<text x="10" y="100" font-size="40" font-family="Monotype Corsiva" stroke="red">学校</text>
```

其中 x,y 属性为给文字显示的位置,font-size 为文字的大小,font-family 为文字的字体,stroke 为文字的颜色,另外还可对文字的显示方向等属性进行设置。同样,用户可以通过调用 Javascript 中的 create 类、setAttribute 类函数等来创建图形和设置图形相关属性。

在绘制面状专题图的时候,同样通过绘制线状专题图的坐标和文字方法和绘制点状专题图的面符号的方式来实现面状专题图的动态绘制。

2 统计专题图系统的设计

2.1 系统的总体设计

统计专题图系统是整个 WebGIS 系统的一部分,所以要考虑到和其它模块的交互。整个 WebGIS 系统首先从外部读取一定是空间数据和属性数据作为 WebGIS 系统的操作的对象,将其中的属性数据存入属性数据库,系统根据读取的属性数据提供给用户可统计的字段。系统可以根据属性数据的特征和数据在载入系统时人机交换的设置,来判断该字段的值是否为数字,或是否为 ID 号和年代,如果不是 ID 号和年代且字段值为数字,则提供相应的接口供用户进行统计操作,从而实现辨识哪些字段可以统计,哪些字段不可以进行统计。然后系统根据用户的选择条件和统计方法进行统计。该统计专题图系统的总体设计如图 1 所示。

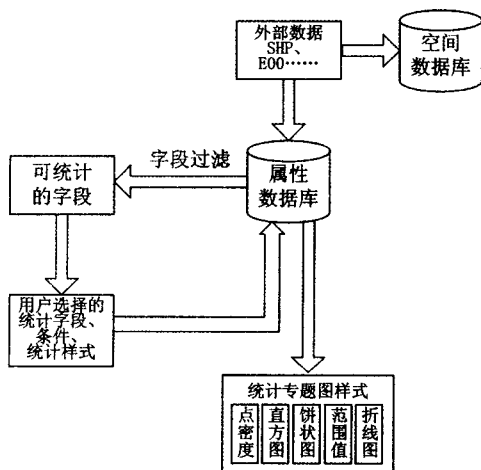


图 1 统计专题图系统总体设计表

系统根据数据库中数据,从属性数据库中提取和当前地图相对应的属性数据展示给用户,供用户进行统计的选择,用户选择好相关的字段、条件和统计样式后提交给后台的程序,然后查找相应的数据并传输到前台统计图显示系统进行动态的绘制。

2.2 属性数据库的设计

在设计属性数据库的时候考虑到整个 WebGIS 系统的应用,系统允许不同的用户根据自己具有的权限进行更换地图和属性数据的操作;不同的用户可能会上传不同的地图和属性数据;属性数据的字段不固定等因素。如果给每一个用户上传的每一个地图分配一个属性表,随着系统的运转,系统的属性数据表的数量会不断的增加,这样会影响查询数据库的速度;所以在这里建立了一个通用的属性竖表来做属性数据的存储,在进行数据查询的时候,竖表可以通过同一记录的字段的主键来生成相对应的横表,而且查询的速度可以通过表索引来提高。该属性表的结构如表 1 所示。

表 1 空间属性数据表

字段名	字段类型	字段约束	说明备注
id	int	primaty	自增 ID
username		Foreign key	用户名
mapid	varchar	Foreign key	地图内部 ID 和 GML 内部 ID 一致
objid	varchar	Foreign key	对象 ID
setid	varchar	Foreign key	记录映射 ID
attrname	varchar		对象属性名
attrvalue	varchar		对象属性值
subjectyear	varchar		统计值的年限
name	varchar		统计对象的名字

在上面表格中,其中 username 是用户名,不同的用户可能上传的数据不同,每一个用户只能看到和使用自己上传的或具有使用权限的数据,所以该字段也是在查找数据时限制条件之一;mapid 是系统自动为图形配置的 ID,使属性数据和空间数据对象相对应,在专题图绘制时,使图形显示到正确的位置;objid 为对象的 ID,在 SVG 中每一个对象可以拥有一个 ID,存储 ID 号可以提高在 DOM 中查找该对象的速度;setid 为记录映射 ID,因为横表中同一记录的不同字段放到竖表中不同记录中,可以通过该 ID 进行映射,而且也是竖表转换为横表的一个关键;attrname 是对象的属性名,attrvalue 为对象的属性值,subjectyear 为该统计记录的统计年代,name 为统计对象的名字,这些是属性数据的主要内容。

3 统计专题图绘制的实现

统计专题图是用于分析和表现数据的一种强有力的方式。用户可以通过使用统计专题图的方式使地图

统计数据图形化,使数据以更直观的形式在地图上体现出来。用户可以通过不同的专题图模式和不同的专题图渲染方式来发掘在数据记录中的模式和趋势,为用户的决策支持提供依据和支持。在该系统中专题图的统计方法主要分为两种,第一种是点统计,对单个对象进行统计,统计的样式有柱状图、饼状图、分段图、雷达图、面积图、散点图、直方图、折线图,其中前两种为专题图,其它为统计图;另外一种为拉框统计,可以对被用户拉框选中的对象进行统计比较,统计的样式有柱状图、饼状图、范围值图、点密度图、分段图、雷达图、面积图、散点图、直方图和折线图,其中前四种为专题图,其它为统计图。根据绘制的方法,只要可以分为点状图、线状图和面状图的绘制。

3.1 坐标转换

在 SVG 中不同的空间数据可能被放到不同的图层,不同的图层可以有不同的可视区域即 SVG 中的 ViewBox。如果专题图的图层与空间数据图层分开管理,而且拥有各自的 ViewBox,为了保证专题图能够叠加到正确的空间位置,则需要进行坐标转换,其转换的公式如下:

$$\begin{aligned} \text{svgmap_x} &= \text{viewbox_x} + \frac{\text{viewbox_width} \times \text{client_x}}{\text{html_width}} \\ \text{svgmap_y} &= \text{viewbox_y} + \frac{\text{viewbox_height} \times \text{client_y}}{\text{html_height}} \end{aligned}$$

其参数的含义如下:(svgmap_x, svgmap_y)为点符号在 SVG 地图中的目标位置;viewbox(x, y, width, height)为目标 SVG 地图视口;(html_width, html_height)为放置 SVG 地图的网页表格的大小;(client_x, client_y)为通过鼠标获取的点符号的屏幕坐标。

3.2 点状图的绘制

点状图主要包括点密度专题图和散点统计图。其中散点图根据相应属性值在坐标系中的位置通过<circle>来绘制。

点密度图的绘制首先要确定点的半径和点值。点值就是每个点子所代表的数量,点值不能太大,太大不能反映现象的实际分布状况;也不能太小,太小点子过于稠密,表达不清晰,多次实验决定点值。其次,选择布点方法。一种是均匀布点法,即把点子均匀地绘在各统计单元内;另一种是条件布点法,即按照事物的实际分布特征来布点^[14]。在该系统中采用均匀布点法。

3.3 线状图的绘制

在该系统中线状图主要包括折线图和雷达图。

在两种统计方法中都包括了该统计方法。折线图和雷达图主要反映同一区域内不同年之间的某一统计量的变化情况或反映多个区域某一个统计量的变化情况,通过这些变化可以提供给用户辅助决策作用。绘

制的思想:折线图的坐标轴的长度或雷达图半径长度固定,根据数据库返回的参数,找出统计序列中的最大值,根据该最大值来确定和绘制 Y 轴或半径所代表的最大值,最后根据统计值序列绘制折线图和雷达图。线的绘制在这里采用了 SVG 中<line>方法来实现。<line>如下所示:

```
<line x1="start-x" y1="start-y" x2="end-x" y2="end-y" style=".....">
```

线的属性可以通过 style 方法来设置。

3.4 面状图的绘制

面状图占据了专题统计图样式的大部分,包括柱状图、饼状图、范围值图、分段图、面积图、直方图。

柱状专题图在两种统计方式中都存在。点统计的柱状图是对一个对象中不同统计值的对比,通过每个柱状图的高度来代表统计值的大小。绘制的思想:首先找到选中字段中的最大值,根据选中对象的包矩形,将该外包矩形的中心点作为显示直方图的 X 轴的中点,该点到外包矩形的上边框的距离作为最大距离的高度,然后根据这个高度值和最大统计值计算出其他的统计值的高度。这样可以保证地图的柱状图的高度不会超出地图的范围。

拉框统计中的状态图是对多个对象的同一个统计值进行对比,从而分析出该统计值在地图中的总体分布情况。

直方图和分段图主要用于多个对象的属性统计值的对比。柱状专题图、直方图和分段图在 SVG 中可以通过绘制一个或多个<rect>来实现两种图式的绘制,<rect>标签在 SVG 中如下表示:

```
<rect x="..." y="..." width="..." height="..." />
```

并可以通过 fill 属性对其进行填充颜色。

饼状图同样也在两种统计方法中。主要是比较被选中的几个统计字段各自所占有的比例或对比被选中的同一统计值的大小和该统计值在地图中的总体分别情况。绘制的思想:在 SVG 中同心等半径的扇形可以通过<path>标签来实现,该标签中的“d”属性可以对扇形的圆心、半径、起始直线、终止直线和方向进行设置。给“d”的结构如下:

```
d="M startX, startY L r_x, r_y A r, r 0 1 0 endX, endY L r_x, r_y";
```

范围值图主要是表现某一统计值在选中区域中的分别情况。绘制的思想:根据数据库返回的参数,找到最大的统计值,根据该统计值确定多个范围值的范围,范围的个数可以由用户自定义,然后根据统计值的大小对不同的范围填充不同等级的颜色。在 SVG 中通过对应的<path>的 fill 属性的改变来填充颜色。

面积图是显示每一个数值所占大小随时间或类别

而变换的趋势。在 SVG 中可以通过<path>标签来实现,该标签中的“d”属性可以实现一个封闭的路径,并通过 fill 属性进行填充颜色。

4 结束语

SVG 在空间信息表达上具有许多独特的优势,采用 SVG 技术实现 WebGIS 还处于初步阶段,各种相关技术还在研究中。专题图系统是 WebGIS 中不可缺少的重要一部分,文中实现了在网络环境下基于 SVG 统计专题图系统的设计和开发,并可作为 SVG WebGIS 地图符号化的通用系统推广应用,且改变了传统专题图数据存储与表达为一体、地图内容与表示方法固定不变使得用户只能被动接受信息、成图手工技能要求高等不利状况,实现了专题图的动态的开发。但系统还存在不足之处,特别是人机交互的环节上有待进一步改进和加强。

参考文献:

- [1] 周海燕,华一新. GIS 中定量专题制图模板的研究与实践[J]. 测绘通报, 2000(10): 9-11.
- [2] 潘燕. 一种基于 GIS 的专题地图制作模式[J]. 测绘通报, 2005(9): 30-40.
- [3] 杨明,何宗宜,陈江华. 基于 Arc View 的专题地图的制作[J]. 现代测绘, 2003(3): 32-34.
- [4] 徐京华. 专题地图制作技术与方法探讨[J]. 测绘通报,

(上接第 189 页)

三维建模,使用了参数化设计的方法,达到了良好的效果。在绘制过程中有两个关键问题,一是螺旋桨的曲面设计,必须按照曲面设计的相关要点,设计出流线型较强的曲面;二是文件保存的格式,CATIA 软件默认的格式并不适用与 gambit 直接联系,必须保存为 .stp 格式才能导入 gambit 软件中进行网格化。CATIA 软件实现了无人机零件的参数化设计,节约了资源空间,极大地提高了设计效率,是一种高效、适用的很成熟的工具,在现代制造与设计中发挥着很大的作用。总之,基于 CATIA 的涵道风扇无人机三维建模,使得整机绘制趋于智能化、标准化,为后续的流体力学分析奠定了模型基础。

参考文献:

- [1] 徐嘉,范宁军. 涵道无人机研究现状与结构设计[J]. 飞航导弹, 2008(1): 10-19.
- [2] 王锦,彭岳林,朱宇,等. 无师自通 CATIA V5 之曲面设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2007.
- [3] 赵云波,鲁君尚,侯洪生,等. CATIA V5 基础教程[M]. 北京:人民邮电出版社, 2007.
- [4] 吴剑,张呈林. 碟形无人直升机总体设计技术研究[D].

2003(3): 46-48.

- [5] 董文旭,师向伟. 基于 MapInfo 的专题地图制作技术与方法[J]. 西安联合大学学报, 2004(5): 95-97.
- [6] 吴涛,戚铭尧,祝国瑞. 网络数字专题地图的制作与发布研究[J]. 测绘科学技术学报, 2006(4): 261-264.
- [7] 黄勇奇,韦合勇,谢玉波. 基于 ArcGIS Engine 的专题地图制作的实现[J]. 安徽农业科学, 2007(14): 4144-4147.
- [8] 马金锋,潘瑜春,郭占军,等. 应用 Arc IMS Java connector 制作动态专题图[J]. 计算机应用研究, 2008(5): 1465-1468.
- [9] Fujino T, Yamamoto Y, Tarumi T. Possibilities and problems of the XML-based graphics in statistics [C] // In: COMP-STAT Proceedings in Computational Statistics. [s. l.]: [s. n.], 2004: 1043 - 1052.
- [10] Fujino T. SVG+Ajax+R: a new framework for WebGIS [J]. Computational Statistics, 2007, 22: 511 - 520.
- [11] 卢文龙,王英杰,阎东生. 用 SVG 技术实现基于 GML 的 WebGIS 研究[J]. 中国图象图形学报, 2007, 3(3): 546-571.
- [12] The Soul of SVG Questions [EB/OL]. 2005-02-07. <http://www.yesky.com/20001022/125244.shtml>, 2000210222/2005207205.
- [13] SVG 问题精华 [EB/OL]. 2000-10-22. <http://www.yesky.com/20001022/125244.shtml>.
- [14] 杜霞. 空间统计数据的地图表示研究[J]. 高师理科学刊, 2003, 23(3): 50-60.

南京:南京航空航天大学, 2004.

- [5] 张香圃. 基于 CATIA 的齿轮参数化设计及建模[J]. 科技纵横, 2009(12): 199-200.
- [6] Salluce D N. Comprehensive System Identification of Ducted Fan UAVs [D]. California: California Polytechnic State University, 2004.
- [7] 陈靖芯,徐晶,陆国民,等. 基于 CATIA 的三维参数化建模方法及其应用[J]. 机械设计, 2003, 20(8): 48-50.
- [8] Pflimlin J M, Hamel T, Mahony R. A Hierarchical Control Strategy for the Autonomous Navigation of a Ducted Fan Flying Robot [C] // Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation. Orlando, Florida: [s. n.], 2006: 2491-2496.
- [9] 龚晓群. CATIA V5 环境下的凸轮轴参数化设计[J]. 中国制造业信息化, 2004, 33(12): 103-104.
- [10] 李苏红. CATIA V5 实体造型与工程图设计[M]. 北京:科学出版社, 2008.
- [11] 盛选禹. CATIA 三维模型入门与提高[M]. 北京:机械工业出版社, 2002.
- [12] Page J. Design, simulation and analysis of a semi-dirigible micro aerial vehicle [D]. Australia: University of New South Wales, 2009.