

# 基于 PMSI 网络拓扑编辑工具的设计与实现

苏 瑞,王 勇,杨指挥

(桂林电子科技大学 网络中心,广西 桂林 541004)

**摘 要:**网络拓扑信息在网络管理、网络安全研究以及网络性能分析等方面占有举足轻重的地位,如何获取和利用网络拓扑信息也是众多研究所关注的一个热点。然而,传统的拓扑图绘制都仅仅展现网络设备之间的逻辑关联,无法将设备的物理位置描绘清楚。文中给出一种新的基于公共地图服务框架的网络拓扑图手工绘制工具的设计方案,使得网络设备的物理位置和逻辑关联都可以体现在拓扑图中,提高了网络管理的效率。

**关键词:**网络拓扑;公共地图服务框架;瓦片地图

**中图分类号:**TP393

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2009)05-0180-04

## Design and Realization of Drawing Tool of Network Topology Chart Based on Public Map Service Infrastructure

SU Rui, WANG Yong, YANG Zhi-hui

(Network Center of Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

**Abstract:** The topological information of the network occupies very important position in such aspects as network management, network case study and analysis of performance of network. How to get and use the topological information of the network is paid attention by multitudinous research institutes as a hot spot. However, traditional drawing the topological chart represent logic of network equipment relation and unable to describe clearly physical position of apparatus. This text provides a kind of new manual design plan of drawing software of topological picture of network based on public map service infrastructure, making the physical position of network equipment and logic relation to reflect on the topological chart raising efficiency of network management.

**Key words:** network topology; public map service infrastructure; tiles map

### 0 引 言

网络拓扑信息是网络管理的基础,传统的获得网络拓扑信息的方式主要有:手动绘制方式和自动发现方式。但传统的网络拓扑显示方法大多是按照网络结构的层次来进行拓扑显示,无法处理设备的地理信息,或仅能提供简单的相对位置信息,其管理能力已远不能满足现在复杂网络的设备管理需求,尤其是在网络故障发生的时候,不能以很直观的方式提示管理员,影响网络管理效率<sup>[1,2]</sup>。

随着 GIS 技术的不断成熟, GIS 已广泛地应用于社会各个领域。WebGIS 作为一种基于 Web 技术标准和通信协议的网络化 GIS,利用 Web 技术来扩展和完善 GIS。2005 年 Google 公司推出 Google Earth 的网络版本 Google Maps 之后,国内纷纷出现诸如 51ditu、

mapbar、sogoumap 之类的网络地图服务。

这些网络地图都采用了基于地图瓦片金字塔模型的位置搜索新模式服务,也被称为“公众地图服务框架”(Public Map Service Infrastructure, PMSI)。其实现方法完全不同于传统的 WebGIS,显示地图快速简单易用。通过将地图服务引入网络监控系统,用以绘制更加合理有效的网络拓扑图能够为网管系统提供精确详实的设备地理信息,实现直接快速的地理定位,减少故障排除流程中的咨询处理,进而提高工作效率<sup>[1,3,4]</sup>。

### 1 公众地图服务框架

传统的 WebGIS 是实时请求地图服务器传输地图的,反应了地图的现势性;而 PMSI 首先预生成规矩的瓦片地图存储于硬盘目录下, PMSI 地图以链接图片的方式快速定制。

两种模式在请求及响应的速度方面有明显的差异, PMSI 的响应速度要快于传统的 WebGIS,同时对

收稿日期:2008-08-10

基金项目:2008 广西壮族自治区创新计划项目

作者简介:苏 瑞(1980-),女,河南安阳人,硕士研究生,研究方向为计算机网络技术等;王 勇,教授,博士,研究方向为网络安全等。

地图服务器的负载也相应小一些<sup>[5]</sup>。

### 1.1 地图预生成

所谓地图的预生成,就是指将指定范围内不同比例尺的地图切成多级小尺寸(通常为  $256 \times 256$  像素,格式为 png、jpg 等)图片,切图后获得的正方形小图片称作瓦片(Tile)<sup>[6]</sup>。借助客户端系统对瓦片地图数据进行显示,显示的时候仅仅是根据 URL 地址取地图。对于通常的矢量地图数据需要对其进行相应的转换,将其转换为栅格图片。

### 1.2 金字塔模型瓦片地图

如图 1 所示,瓦片地图数据是采用规则格网的金字塔层次数据<sup>[7]</sup>,按照金字塔模式将预先生成的瓦片地图数据按照不同的级别进行组织。这些瓦片地图在传输时速度较快,而且可以先传输客户端关注的区域,这些小图片在客户端利用 ajax 技术拼接成一幅完整地图。瓦片拼接技术与图片缓存技术的利用使数据的显示更快,从而使地图漫游、缩放更为平滑。

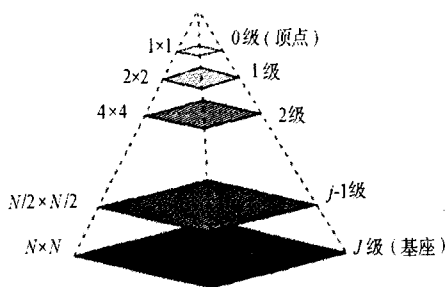


图 1 金字塔影像

### 1.3 地图的切割

地图的切割是预生成技术的关键,它和地图的缩放也有着密不可分的关系。因为切割所得到的瓦片地图是采用缩放级别(zoomLevel)、瓦片所在行数(row)和列数(column)来编号或者命名的,命名格式为 zoom-Level\_row\_column。当地图在客户端显示时,根据编号从服务器上获取目标瓦片。假设第一级地图切片的为  $m$  行  $n$  列,则第 level 级地图瓦片行、列数以及地图总的瓦片数如下<sup>[8]</sup>:

$$\text{行数: row} = m \times 2^{\text{level}-1} \quad (1)$$

$$\text{列数: column} = n \times 2^{\text{level}-1} \quad (2)$$

$$\text{总的瓦片数: titleNum} = \text{row} \times \text{column} \quad (3)$$

其中,无论地图缩放多少级别,瓦片的大小总是固定不变的,也就是说如果初始化瓦片大小定义为  $256 \times 256$  那么变化后瓦片大小仍为  $256 \times 256$ 。假设当前地图由以下四个瓦片构成显示:

AB

CD

放大地图时,瓦片采用二叉树剖分的方法瓦片地

图变成如下排列:

$A_{11}A_{12}B_{11}B_{12}$

$A_{21}A_{22}B_{21}B_{22}$

$C_{11}C_{12}D_{11}D_{12}$

$C_{21}C_{22}D_{21}D_{22}$

两个地图中,相同大写字母所代表的地图区域相同。地图放大而瓦片尺寸不变,显然就会需要更多的瓦片来显示。上面的例子就显示当地图的长宽均变为原来的 2 倍时,地图放大了  $2 \times 2 = 4$  倍,此时瓦片数也变为原来的 4 倍。

## 2 相关技术支持

传统 WebGIS 的每一项功能服务都是通过 GIS 平台运算实现的。而公共地图服务框架 PMSI 在完成了地图的预生成、构建好瓦片地图图片库之后,便完全可以脱离 GIS 平台,通过现有的互联网技术(如 Ajax、数据库技术等)实现空间位置服务。

### 2.1 Ajax 技术

Ajax 是 Asynchronous JavaScript and XML(以及 DHTML 等)的缩写。它是一种综合使用 Javascript、XHTML 和 CSS、DOM、XMLHttpRequest、XML 和 XSTL 的技术。它使用 XHTML 和 CSS 实现标准化的呈现界面;使用 DOM 实现动态的显示和交互;使用 XMLHttpRequest 实现与服务器的异步通信;使用 Javascript 将 XHTML、DOM、XMLHttpRequest、XML 进行绑定<sup>[9]</sup>。Ajax 在浏览器客户端与 Web 服务器之间增加了中间层 Ajax 引擎,通过异步交互的处理方式,消除了网络交互过程中处理—等待—处理—等待的缺点。图 2 显示了采用 Ajax 技术进行客户端与服务端端的交互过程。

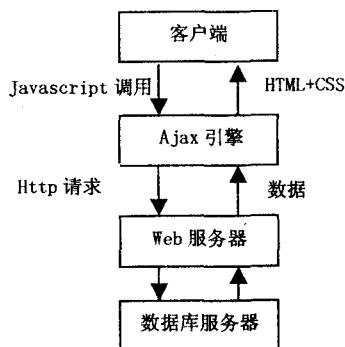


图 2 Ajax 异步交互模式

### 2.2 VML 技术

VML(Vector Markup Language)即矢量标记语言,是由微软公司为矢量图形能在网上发布而推出的基于与 XML 交换、编辑和传递的一种格式<sup>[10]</sup>。只有 IE5.

0 以上版本对 VML 提供支持。VML 可以在 IE 中绘制矢量图形,支持广泛的矢量图形特征和高质量的矢量图形显示。VML 规范包括大量的支持多种不同矢量图形特征的元素。由于 VML 使用简单的文本来表示图像,这样就可用很少的字节来表示比较复杂的图像。

### 3 设计实现

基于公共地图服务框架的网络拓扑图手工绘制工具的设计就是要在实现网站地图基本功能的同时,将已经建立的图形信息集中存储于服务器上,允许用户在不同的终端上以地图为基础进行图形图像的编辑操作,并且最终将用户所绘制的各种网络设备的逻辑关联与物理位置予以保存以便在用户需要的时候重现、修改网络拓扑信息。因此,网络拓扑图的绘制主要包括三个方面:地图服务的实现、网络拓扑图的绘制、客户端与服务器端的数据提交保存与提取。在编辑图形过程中,需要在服务器与客户端保持数据通信。

#### 3.1 地图服务的实现

##### 3.1.1 瓦片的切割和拼接

由于网络拓扑图总是对应着某一确定区域的网络拓扑关联情况,首先要对该区域地图数据进行瓦片切割,目前可进行瓦片切割的方式有很多,既可以利用开源的网络地图服务 Mapserver 自带的切图程序进行实时切割,也可以采用用户自定义程序进行切割。瓦片切割形成金字塔瓦片地图之后,在客户端利用异步传输通信技术从服务器端下载瓦片,然后用文档对象模型技术将瓦片无缝拼接成二维格网,整个格网即构成一幅完整的地图。

##### 3.1.2 地图服务基本功能的实现

该网络拓扑图手动绘制软件采用开源的 js 类库 Mapeasy 作为瓦片拼接工具。对于基本的地图服务的各项功能,该工具实现了对于地图的平移、拖动、放大、缩小以及拉框放大缩小、路径测量功能。通过 Mapeasy 中的 ListenerSupport 类集合所有的 Listener 对象,并按不同的事件类型进行区分,触发 Listener 集合中相关的 Listener 的 PropertyChange 事件 (firePropertyChange) 完成一系列的移动和缩放操作。而路径测量的功能主要是为了配合网络监控管理系统中的综合布线管理,通过 VML 矢量标记语言在地图上捕捉用户鼠标轨迹画线,并计算路径的地图长度与相应的比例尺相乘求得实际地物之间的距离。

当地图上附着有网络设备图像关联信息的时候,由于图像信息的添加并不是地图的组成部分,所以每当地图发生移动或者缩放地图进行重现的同时,都要

首先对地图上的图像图形信息进行采集暂存,待动作发生地图重现之后再再将所采集的图形图像信息重现于地图之上。

#### 3.2 网络拓扑图的绘制

这个部分主要是用来完成对于新建拓扑图的绘制和现有拓扑图的维护。在绘制过程中,基于地图的画板的制作是个难点,为了方便用户的使用,采用 Ajax 配合 VML 技术来实现。整个面板采用框架结构,框架之间通过 self.parent.frames 属性来选定。在绘制拓扑图的过程中,用户可以添加网络中现有的任何设备用户,无需另外输入任何设备信息,所有需要的网络设备的信息获取都源自于数据库信息。每一个设备图像和设备连接线都具有唯一的 ID 标识,并能显示网络设备的相关备注信息。为了方便用户添加网络中各种设备的图像,在填写设备 IP 时,采用 Ajax 技术实现了对用户输入进行提示。当用户进行输入操作时,触发键盘的 onkeyup() 事件,通过一个 ActiveX 对象 XMLHttpRequest 将用户的输入从客户端传送到服务器端进行数据库查询操作,最终将数据库中与输入相关的记录返回到客户端显示,用户可以根据需要选择待添加设备的 IP,当用户选择了要添加的设备时,设备类型选项也将随之确定下来。拓扑图中每一个图像都是通过在一个动态生成的 DIV 元素中嵌入的一个 IMG 图片,通过设置 DIV 的属性可以使设备图像随意改变位置,并实现了通过鼠标滚轮滑动自动缩放设备图像的大小。画板还实现了文本标注的自动添加,用户可以为拓扑图添加必要的文字说明。对于画板上的各种图形图像及文字元素均可以通过鼠标右键来完成属性的查询和删除操作,使用户的使用更加方便。

设备之间的连接采用 VML 矢量标记语言来进行连接线的绘制,拓扑图中的每一条连接线都是一个独立的图形对象。由于 VML 支持 DHTML 对象编程模型、DHTML 事件编程模型,所以能够轻松地读取、更改连接线对象的各种属性,响应用户触发的鼠标、键盘等事件,等等。为了方便用户的输入与管理,通过鼠标的 onmousedown() 和 onmouseup() 事件以及鼠标事件的 ClientX 和 ClientY 属性记录连接线的起始点和终止点的位置,而且通过鼠标的单击事件和 event 对象的 srcElement 属性可以识别出待连接设备的 ID 号,自动生成设备连接线。在设备图像需要移动位置的时候,原有的连接线可以任意延展重新与设备连接。

#### 3.3 客户端与服务器端的数据提交保存与提取

如何进行客户端与服务器端的信息交互也是一个关键步骤。提交保存拓扑图信息的第一步就是要准确采集地图上拓扑图中的所有图像信息。其中的一个难

点就是要精确地保存设备图像间连线的位置信息,由于每一条连线的绘制都是在一个动态生成的 DIV 元素中添加的一个 VML 图形对象。为了实时记录一条连接线中的每一个有用节点的位置,在一条连接线画完的同时立即将其位置信息传递到后台服务器端进行保存。为了能将客户端采集的数据传送到服务器端,首先需要用 Javascript 创建一个 XMLHttpRequest 对象,通过该对象 Ajax 可以像桌面应用程序一样只同服务器进行数据层面的交换,而不用每次都刷新界面<sup>[11]</sup>。

主要实现部分如下:

```
var xmlhttp;
try
{ xmlhttp = new XMLHttpRequest(); } catch(e)
{ xmlhttp = new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP") }
.....
xmlhttp.open("post", "Default1.aspx? saveline = true", true);
xmlhttp.setRequestHeader('content - type', 'application/x -
www - form - urlencoded');
xmlhttp.send("TopyID = " + escape(TopyID) + "&lineid = "
+ escape(lineid));
```

执行了上述代码之后,也就成功创建了一个 XMLHttpRequest 对象并且使用 open 方法创建了一个对服务器端的请求,通过 send 方法将客户端数据以字符串的形式发送到服务器端。对于图形的重现,主要是将服务器端返回的拓扑图信息字符串进行分解得到拓扑图中的所有设备和连接信息,重新生成各个图像构成拓扑图。

对于服务器端除了接收客户端的请求以外还要负责对后台数据库进行操作将结果返回客户端。由于 open 中使用了 post 方法,所以服务器端通过 Request 对象的 Form() 方法来获取客户端传递的数据。通过 Response 对象的 Write() 方法以字符串的形式将用户请求的信息返回客户端。

作为客户端程序, Javascript 是配合服务器端网页技术最佳的客户端 Script 语言。它自身也具备在客户端操作数据库的能力,但为了防止数据库信息泄露,保证数据库的安全,更需要使用客户端与服务器端相结合的操作方式。这其中,很重要的就是参数传递过程中的字符串连接和分解问题。

信息向服务器端传递时,要将所有信息用特定的字符分割并相互连接,通过 XMLHttpRequest 对象的 send 方法传送到服务器端;当数据库信息向客户端传递时,也是用同样的特定字符相连接后再传递到客户端,由客户端编写程序对字符串进行分解,得到所需的信息。

## 4 结束语

将网络拓扑与 GIS 地图联系起来,对于大型的网络管理系统提高管理效率有着非常重要的意义。本工具已初步应用于桂林电子科技大学网络监控系统,将网络拓扑图的手工绘制与公共地图服务相结合,既解决了单凭文本编辑器编写 VML 格式来绘制图形所带来的不方便的问题,也弥补了仅仅依靠自动发现获得网络拓扑与实际工程需求的差距,而且使得网络设备的物理位置以及设备之间的逻辑关联关系都得以很好的体现。笔者参与设计和实现的绘图工具是一个可视化拓扑图绘制软件,通过该软件可方便高效地绘制所需的基于地图的网络拓扑图,并可对图形图像添加属性数据。在中型和大型网络环境下,特别是在网络中集成了大量不同厂商的网络设备、网络链路数不多但是连接复杂的环境下,此设计都有很好的应用,大大提高了日常网络管理的效率。

## 参考文献:

- [1] Claffy K, Huffaker B. MAPNET[EB/OL]. 2002. <http://www.caida.Org/tools/visualization/mapnet/>, 2002206205.
- [2] 王 恺, 杨 峰. 一种基于 GIS 的网络层次化地图模型及实现算法[J]. 计算机工程, 2005, 31(3): 1-2.
- [3] Mehdi-ul-Hasnain, Syed Qadri Bokhari. A business model for the global GIS Business environment[EB/OL]. 2002-09. [http://www.directionsmag.com/article.php?article\\_id=244&trv=1](http://www.directionsmag.com/article.php?article_id=244&trv=1).
- [4] Calvert K, Zegura E. GT2ITM[EB/OL]. 2002. <http://www.cc.gatech.edu/projects/gtitm>, 2002210214.
- [5] Charmdx. 再议瓦片地图 - 公共地图服务框架模式[EB/OL]. 2007-07-11. <http://www.cnblogs.com/charmdx/articles/813948.html>.
- [6] 朱 玉, 周杨芳, 魏 璐. 瓦片网络地图技术在河南交通气象服务系统中的应用[C]//中国气象学会 2007 年年会天气预报预警和影响评估技术分会论文集. 广州: 中国气象学会, 2007: 1339-1345.
- [7] 马静谨, 李 强. 基于瓦片数据的 DEM 构建与显示[J]. 测绘工程, 2007, 16(2): 27-30.
- [8] Xu Tom. 基于 ArcIMS 的地图切图原理(定范围)[EB/OL]. 2007-01. <http://bbs.gissky.net/images/upfile/2007-3/200737125155.pdf>.
- [9] 柯自聪. Ajax 开发精要——概念、案例与框架[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [10] 陈新保, 刘庆元, 王殊伟, 等. 基于 VML 的 IE 绘图软件的设计与实现[J]. 北京测绘, 2006(3): 14-17.
- [11] 严丽平, 袁可风, 宋 凯. 基于 Ajax 技术的 Web 应用开发研究[J]. 华东交通大学报, 2007, 24(4): 97-100.