第 36 卷　第 8 期　　计　算　机　工　程　　2010 年 4 月
Vol.36　No.8　　Computer Engineering　　April 2010
·开发研究与设计技术·　文章编号：1000—3428(2010)08—0281—03　文献标识码：A　中图分类号：N945

WebGIS 在 114 电话导航中的应用

付仲良[1]，张文元[1]，刘卫国[2]，高彦梅[1]
(1. 武汉大学遥感信息工程学院，武汉 430079；2. 天津市测绘院，天津 300381)

摘　要：针对 114 传统业务在空间信息查询方面的局限性及用户对位置信息的多样化需求，实现一种基于瓦片和 Ajax 技术的电子地图发布，设计 POI 查询、公交搜索和自驾导航路径分析等 3 个空间搜索引擎，并开发一套 114 电话导航 WebGIS 平台。该平台可供 114 客服人员为客户提供各种空间信息查询服务。

关键词：WebGIS 技术；114 电话导航；瓦片；搜索引擎

Application of WebGIS in 114 Phone Navigation

FU Zhong-liang[1], ZHANG Wen-yuan[1], LIU Wei-guo[2], GAO Yan-mei[1]
(1. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079;
2. Tianjin Institute of Surveying and Mapping, Tianjin 300381)

【Abstract】In order to solve the problems caused by the limitations of existed 114 services in the spatial information query, and to satisfy the customer's ever diversified demand for location information, a tiling strategy and Ajax technology-based map publishing is implemented, and three spatial search engines are designed, which referes to POI query, bus transfer search, and self-drive navigation path analysis. The 114 phone navigation WebGIS platform is developed as well, which can be used to provide various spatial related information services.

【Key words】WebGIS technology; 114 phone navigation; tile; search engine

1　概述

114 作为中国通信行业最早的特服号码之一，已经成为普通百姓日常使用频率较高的信息获取渠道。电话导航是中国网通依托 114 强大的品牌影响力和便利快捷的查询功能，为广大用户提供的与号码相关联的综合信息服务平台。然而，现有的 114 电话导航难以满足客户的多样化空间信息查询需求，如交通、旅游、住宿、餐饮等，这些与公众日常生活密切相关的信息几乎全部与位置有关。由于 WebGIS(Web Geography Information System)具有强大的空间信息查询和表达功能，本文将 WebGIS 技术应用到 114 电话导航中，设计并实现了一套 114 电话导航 WebGIS 平台，能够方便快捷地为客户提供随时随地的位置查询服务。

2　基于瓦片和 Ajax 技术的地图发布

目前，实现 WebGIS 地图发布主要有 2 类技术：一类是以 ArcIMS 为代表的矢量地图动态生成技术；另一类是近年来在公共地图服务领域广泛应用的基于瓦片方式的地图预生成技术，如 Google Map, 51ditu, Mapbar 等。后者和前者相比，其优势在于服务器端不需要复杂的空间计算，而是直接利用索引快速调用预先生成的图片进行组合显示，在减轻服务器负担的同时，可以提高客户端地图浏览速度[1]。114 电话导航服务要求响应速度快，本文采用地图预生成技术实现地图发布。

2.1　地图瓦片预生成算法

基于瓦片的地图预生成技术是预先将地图分成若干等级，对每一级的地图按照指定尺寸(如 256×256)和指定格式(如 JPEG, PNG 等)切成若干行列的正方形(或矩形)图片，并按一定的索引规则存储在服务器上。在生成瓦片前，需要对地图数据进行分层、分级、比例尺设置、符号化等预处理工作。本文基于 ESRI 公司的 ArcGIS Engine(以下简称 AE)组件实现一种批量生成地图瓦片的算法，算法流程如图 1 所示。

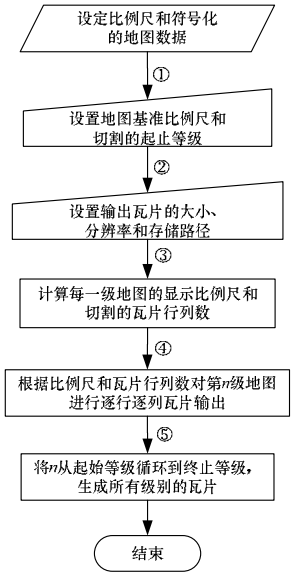

图 1　地图瓦片预生成算法流程

本文算法按照固定比例尺切图，设定下一级地图比例尺为上一级的 2 倍，这样使得输出瓦片的数量按照四叉树结构增长，有利于瓦片索引的建立。设置基准(第 1 级)比例尺为 S，则第 n 级比例尺为 $S/2^{n-1}$。假设第 1 级地图只输出 1 张瓦片，

作者简介：付仲良(1965－)，男，教授，主研方向：地理信息系统，图像处理与分析；张文元，博士研究生；刘卫国，高级工程师；高彦梅，硕士研究生

收稿日期：2009-11-04　**E-mail：**fuzhl@263.net

第 2 级地图输出 2 行 2 列 4 张瓦片，则第 n 级地图输出 2^{n-1} 行×2^{n-1} 列共 2^{2n-2} 张瓦片数。

算法第④步是关键，需要根据第 n 级地图的坐标范围、瓦片大小和数量求解任意一张瓦片对应的地理范围(cXmin, cXmax,cYmin,cYmax)。计算公式如下：

$$cX\min = X\min + j\times\frac{\Delta x}{cols} \qquad cX\max = X\min + (j+1)\times\frac{\Delta x}{cols}$$
$$cY\min = Y\max - (i+1)\times\frac{\Delta y}{rows} \qquad cY\max = Y\max - i\times\frac{\Delta y}{rows} \tag{1}$$

其中，Xmin 和 Ymax 表示整个地图范围的 X 坐标极小值和 Y 坐标极大值；ΔX,ΔY 分别为地图的宽度和高度；i, j 为瓦片的行列号；$rows$ 和 $cols$ 为第 n 级地图切割的瓦片行列数。

每张瓦片对应的地理范围解算出来后，再利用 AE 组件中 IActiveView 接口提供的 Output 方法将该范围的矢量地图输出成栅格图片[2]。所有瓦片生成后，将这些瓦片按照一定的索引规则存储在服务器的虚拟目录中。

本算法的优点体现在：(1)只需一个地图数据源来自动切图；(2)切图参数可以灵活设置(见图 2)，有利于局部范围内部分瓦片的快速更新；(3)多线程编程技术的运用能够大幅提高算法效率。

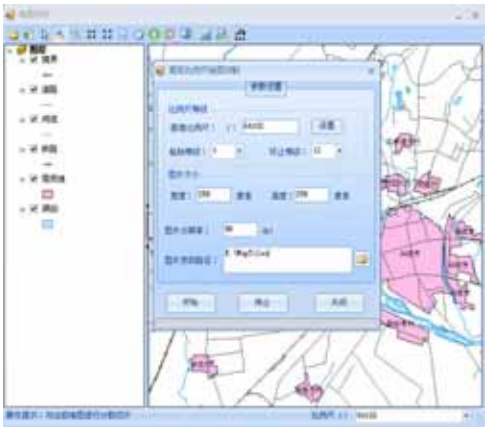

图 2　地图切片参数配置界面

2.2　基于 Ajax 技术的客户端瓦片调用

在客户端显示地图时，需要根据视窗的地理范围实时计算所需瓦片的行列号，然后从服务器下载相应的瓦片，并利用客户端技术将多个瓦片无缝拼接起来。这一过程需要解决地理坐标与地图瓦片行列号的反算问题，即根据某一地理坐标值(x,y)和当前地图显示等级(level)，推算所需瓦片的行列号(i,j)，计算公式如下：

$$i = Math.Floor[\frac{Y\max - y}{\Delta y}\times 2^{level-1}]$$

$$j = Math.Floor[\frac{x - X\min}{\Delta x}\times 2^{level-1}] \tag{2}$$

当用户进行地图缩放、漫游等操作时，需要不断从服务器下载新瓦片，为了有效减轻服务器和网络负担，本文使用了 Ajax 技术[3]，用于实现数据的异步传输和请求，控制浏览器在后台进程中完成瓦片的下载。这样既可以充分利用浏览器(如 IE)的多线程下载功能，且下载过的瓦片缓存在客户端又无须再次访问服务器，能加快地图浏览速度。此外，使用 Ajax 还可以实现网页的无刷新更新，减少等待时间，提升用户体验。

3　114 电话导航搜索引擎设计

114 电话导航业务目前主要有 3 类位置查询需求：兴趣点(Point of Interest, POI)查询，公交查询和自驾导航查询。为了给用户提供直观的空间查询结果，本文利用 AE 组件和.NET 框架开发了一套基于空间数据的搜索引擎，包括 POI 搜索、公交搜索和自驾导航搜索。

3.1　POI 搜索引擎

POI 是指局部范围内具有地理标识作用的建筑物，如医院、学校、酒店、公司等。为了快速方便地实现 POI 的查询定位和周边搜索功能，本文将 POI 的位置信息和属性信息以 GeoDatabase 数据模型统一存储在空间数据库中。

本文设计的 POI 搜索引擎包含 2 类功能：一类是基于名称、地址等关键字的 POI 查询和定位；另一类是缓冲区查询，即查询以指定 POI 为中心，周围一定范围内的某类兴趣点信息，如某火车站周围 1 km 范围内有哪些酒店等。AE 开发包中的 GeoDatabase 类库包含了对空间数据进行各种查询操作的接口，其中的空间过滤器接口 ISpatialFilter[2]，既可以按照名称、类别等属性字段检索，又可以基于一定的几何形状实现空间关系查询。合理设置 ISpatialFilter 接口的 WhereClause、Geometry 和 SpatialRel 等属性就能实现对 POI 等数据的空间查询功能。

114 电话导航的 POI 查询业务量大，为了减轻话务员频繁输入长串中文的麻烦，提高搜索效率，本文设计的 POI 搜索引擎还支持按首字母缩写查询功能。话务员只需输入某 POI 的名称或地址的首字母缩写，系统就会自动列出包含该缩写的中文信息，如图 3 所示。

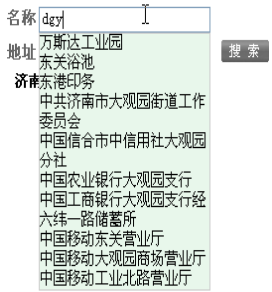

图 3　POI 查询界面

3.2　公交搜索引擎

公交搜索一般包括线路查询、站点查询和公交换乘查询等，其中，公交换乘查询是核心和难点。为了实现一种高效的公交换乘搜索算法，并解决步行换乘和最优换乘点选择等问题，本文首先设计了一个包含公交站点、公交路段、公交线路和公交站点线路关系等 4 张表的较优化的公交数据结构。其中，公交站点表存储站点的编号、名称、坐标等信息；公交路段表存储 2 个相邻且有直达公交车的站点之间的路段位置信息；公交线路表存储各条公交线路的编号、名称、开停班时间等信息；公交站点线路关系表用于存储公交线路所经过的站点以及该站点在上行和下行线路中的顺序，是公交换乘查询的核心表。考虑到步行换乘问题，在公交站点表中增加了一个同名站点编号字段，用于标记那些名称相同(或相近)且位置邻近的站点。

笔者基于以上公交数据结构实现了一种以最少换乘次数和途经站数为目标的公交换乘算法。首先进行直达搜索，查询同时包含起止点的公交线路；若无直达线路，则进行一次换乘搜索，先搜索起止站点各自能够直达的站点集合，其交集即为换乘站点集合，再利用换乘站点的编号获取其同名站点编号值，通过同名站点编号可找出步行换乘的相邻站点，

再基于这些站点搜索到达目标点的线路。这样做一方面可以解决在距离相近的站点进行步行换乘的实际问题，另一方面通过比较起点到换乘点途经的站点数和换乘点到终点途经的站点数之和，可以找出站数最少的最优换乘方案。二次换乘和一次换乘类似，也是基于同名站点编号找出 3 种换乘线路总站数最少的换乘方案。此外，本算法充分利用空间数据引擎 ArcSDE 的格网空间索引[4]以及 Oracle 数据库的索引技术，并结合基于内存的集合查找、字符串拆分处理等手段，有效解决了一般公交搜索算法效率较低的问题。

3.3 自驾导航搜索引擎

自驾导航是指查询从出发地到目的地的最佳驾车行驶路线，本文采用 ArcGIS 网络模型来构建道路网的拓扑关系。在 ArcGIS 网络模型中，主要采用了点要素表、边要素表和连接关系表来存储网络的连接拓扑关系[5]。在导航路径查询中，用户追求的不一定是距离最短，往往还会考虑时间、费用、是否走高速等因素。因此，在对道路数据建立网络拓扑关系的同时，还需要对网络中的边或点设定权重，可直接用道路数据的属性作为权重因子。笔者利用 AE Network Analysis 组件库中相关接口和方法，编程实现了导航数据网络模型的创建以及网络上任意两点间最优路径的查询功能。查询结果以图文结合的方式清晰地描述沿途需要经过的路段名称、长度和拐弯情况等。

4 114 电话导航 WebGIS 平台

笔者基于 AE 组件为某省网通公司开发了一套 114 电话导航 WebGIS 平台，使用 Oracle 和 ArcSDE 来实现海量数据的集中管理和分布式应用。系统总体架构分为 4 层：应用层，接口层，服务层，数据层，如图 4 所示。

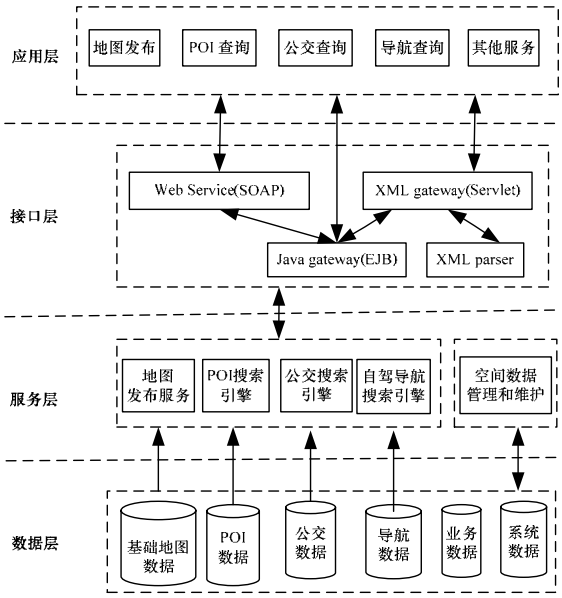

图 4 114 电话导航 WebGIS 系统体系结构

应用层负责发布地图的显示、各项查询请求的建立、查询结果的显示和定位等；服务层是系统的智能处理中心，包括地图发布服务和 POI 搜索、公交搜索、自驾导航搜索等引擎；接口层主要利用 Web Services 和 XML 等实现应用层和服务层之间的通信；数据层提供系统所需的各类空间数据、属性数据和业务数据。浏览器通过接口层提供的接口向服务器发送查询请求，服务器响应并处理请求，并将处理得到的文字、坐标或图片信息反馈到浏览器，最后进行结果的解析和显示。

114 电话导航 WebGIS 平台由 B/S 结构的前台客服查询系统和 C/S 结构的后台数据管理维护系统组成。其中，客服查询系统主要供分布在各地的 114 话务员使用，界面如图 5 所示。

图 5 114 电话导航客服查询系统界面

5 结束语

WebGIS 技术在 114 电话导航中的应用，不仅能够改变 114 传统的以属性查询为主的服务模式，而且可以提供丰富的位置查询服务，在给客户带来愉悦体验的同时，也能为 114 服务运营商创造经济效益。这种建立在企业专网上的 WebGIS 系统同现有的公众网络地图服务相比，在空间数据安全性、信息丰富程度、服务便利性等方面都有很大的优越性，它是实现 GIS 应用大众化的一种有效途经。

参考文献

[1] Liu Zao, Pierce M E, Fox G C. Implementing a Caching and Tiling Map Server: A Web 2.0 Case Study[C]//Proc. of 2007 Int'l Symp. on Collaborative Technologies and Systems. Orlando, USA: CTS Press, 2007.

[2] ESRI. ArcGIS Developer Help 92[Z]. (2008-08-18). http://blogs.esri.com/Dev/blogs/arcobjectsdevelopment/archive/2008/08/18/What-every-ArcObjects-programmer-should-know-about-Singletons.aspx.

[3] Garrett J J. Ajax: A New Approach to Web Applications[Z]. (2006-02-18). http://www.Adaptivepath.com/publica-tions/essays/archives/000385.php.

[4] 张明波, 申排伟, 陆 锋, 等. 空间数据引擎关键技术与应用分析[J]. 地理信息科学, 2004, 6(4): 80-84.

[5] 马德涛, 刘建忠, 王 锐, 等. 基于 ArcGIS Server 的城市道路最短路径分析方法研究[J]. 海洋测绘, 2007, 27(5): 58-61.

编辑 陈 文