

J2EE 平台 Web GIS 设计技术探讨

武志鹏, 李名世*, 李 颂

(厦门大学计算机科学系, 福建 厦门 361005)

摘要: 针对传统 Web GIS 设计方法的局限性, 利用 Java 平台无关性的优点, 为拓展 GIS 在电子政务中的应用, 提出了基于 J2EE 平台的 Browser/ Server 模式的分布式解决方案, 并以一个城市电子地图为例, 着重探讨了 J2EE 平台上采用中间件 (Map Xtreme) 设计和架构应用于电子政务的 Web GIS 的思想, 主要包括客户端的选择、功能考虑以及服务器端的结构设计等, 并据此提供了一个原型。该原型的建立及其设计思想方法对于其他更为复杂的 Web GIS 的开发具有借鉴意义。

关键词: 地理信息系统; 电子政务; Web GIS; J2EE

中图分类号: TP 392

文献标识码: A

文章编号: 0438-0479(2005)05-0645-05

GIS (Geographic Information System, 地理信息系统) 是利用电子计算机以及外部设备采集、存储、描述和分析地理信息的系统^[1]。GIS 已经广泛应用于经济、军事等诸多领域, 其在电子政务中的应用也很有进展。经过十多年的积累, 传统的 GIS 技术已经逐步成熟, 但随着互联网的发展, 在网上提供地理信息, 让用户通过浏览器获得 GIS 中的数据和功能服务已经成为新的需求。Web GIS 具有独特的优点: 可以大幅度降低开发成本, 扩大应用范围、简化操作、减少软件维护工作量等。

虽然 Web GIS 具有许多优点, 但是目前在各类政务网站中的成功实例却不多见, 其主要原因在于 HTML 并不支持复杂的地理图元处理。在基于独立 PC 或 C/S 体系结构下, 专业化的工具可以对地理图元进行很好的交互处理, 但是在浏览器界面中, HTML 的简单性使得它难以进行这类复杂的处理。

虽然单独的浏览器不能实现复杂的功能, 但是与一些开发技术的结合, 可以使它对 GIS 的支持大大增强, 从而使得 Web GIS 逐步广泛应用于各类政务网站成为可能。以下探讨几种 Web GIS 开发的解决方案和技术路线。

1 Web GIS 若干开发技术评价

随着计算机技术的不断发展, 用于 Web GIS 开发的技术也有多种, 下面分析几种常用方法的优缺点。

收稿日期: 2004-12-06

基金项目: 国家“九七三”信息与高性能软件的子项目 (G199803040803) 资助

作者简介: 武志鹏 (1983 -), 男, 硕士研究生。

* 通讯作者: mslee@xmu.edu.cn

1.1 通用网关接口 (CGI) 方法

CGI (Common Gateway Interface) 建立了 Internet 服务器与应用程序之间的接口, 是最早实现动态网页的技术, 它使用户可以通过浏览器进行交互操作, 并得到相应的操作结果。

基于 CGI 的 Web GIS 是按照如下方式实现 WWW 交互的^[2]: 用户发送一个请求到服务器, 服务器通过 CGI 把该请求转发给后端运行的 GIS 应用程序中, 由应用程序生成结果交还给服务器, 服务器再把结果传递到用户端显示。

CGI 机制本身有很大的缺陷, 对于每一个客户端的请求, 都要重新启动一个新的服务进程。对于像 Web GIS 这样复杂的客户/服务器应用来说, 网络通信量相当大, 采用这种方式很难进一步提高速度。

1.2 Server API 方法

Server API 是经过扩充的 CGI 工具, 比如 Microsoft 的 ISAPI 和 Netscape 的 NSAPI。采用 Server API, 服务器请求后端 GIS 应用程序时不用重新启动该程序, 而是通过 IPC (Inter-process Communication, 进程间通讯) 与之进行信息交换, 这样比 CGI 运行速度快得多。但是 Server API 最大的缺点在于它没有统一的标准, 必须依赖于特定的 Web 服务器, 像 ISAPI 就依附于 IIS (Internet Information Server, 因特网信息服务), 只能在 MS-Windows 平台下运行, 可移植性较差。

1.3 插入法 (Plug-ins)

基于 CGI 的系统仅能提供给客户端有限的 GIS 功能, 传给用户的信息都是静态的, 而且用户的 GIS 操作都需要由服务器来处理。标准 Web 浏览器只提供最基本的浏览和导航功能, 缺乏处理地理空间数

据的能力. 解决这个问题的一种方法是在客户端安装额外能和 Web 浏览器交换信息的专门 GIS 软件, 这种增加 Web 浏览器功能的方法就叫“插入法”. GIS 插件不但可以增加网络浏览器处理地理空间数据的能力, 使人们更容易获取地理数据, 而且减少了网络服务器的信息流量, 从而使服务器可以为更多的用户服务.

但 GIS Plug-ins 与运行平台、操作系统以及 GIS 数据类型又是相关的, 不同版本之间的不兼容性及版本管理问题将难以处理.

1.4 ActiveX 方法

ActiveX 是建立在 OLE(Object Linking and Embedding, 对象连接与嵌入)技术之上发展起来的因特网新技术, 其基础是 COM(Component Object Model, 组件对象模型), 是为扩展 Microsoft Web 浏览器 IE 功能而提供的公共框架. ActiveX 控件和 Plug-ins 非常相似, 是扩展 Web 浏览器功能的动态模块. 所不同的是, ActiveX 能被支持 OLE 标准的任何程序语言或应用系统所使用; 相反, Plug-ins 只能在某一具体的浏览器中使用. 基于 GIS ActiveX 控件的万维网地理信息系统依赖 GIS ActiveX 来完成地理图元的处理和显示.

ActiveX 控件目前只有 IE 全面支持, 在 Netscape 中则必须有特制的插件才能运行, 兼容性较差, 并且只能运行在 MS-Windows 平台上; 另外, 由于它可以进行磁盘操作, 安全性较差.

1.5 基于 Java 语言的开发

利用互联网程序语言进行 WebGIS 的开发设计, 其中, 最为通用的是 Java. Java Applet (Java 小应用程序) 嵌入在 HTML 文件中, 在 Web 浏览器下载该 HTML 文件时, Java 程序的执行代码也同时被下载到用户端的机器上, 由浏览器解释执行.

采用 Java Applet 的开发与前面所述的“插入法”的主要不同之处在于它允许可执行程序从网络服务器下载到用户机器上, 并直接在用户机器上运行, 从而省略了一整套传统软件的安装过程, 这样就有可能在客户端与服务器端实现任务的合理配置, 如部分功能由客户端下载的程序来执行, 以减少网络的信息流量. 另外, 由于是在运行时从服务器动态下载, 所以客户端总是使用最新的版本, 当用户退出应用时又自动卸载. 同时 Java Applet 也是安全的, 它无法访问本地系统资源, 从而不会破坏或窃取本地客户的信息, 也不会使客户计算机感染病毒, 所有这些特点使得采用 Java Applet 进行 WebGIS 的开发成为一种比较好的选择.

当然, Java Applet 的缺点是使用已有的 GIS 操作分析资源的能力较弱, 处理大型 GIS 的能力(叠置、资

源分配等)有限, 另外, 由于考虑安全因素, 对于 GIS 数据的保存、分析结果的存储和网络资源的使用等方面的能力也受到一定的限制.

2 J2EE 平台上的 WebGIS 构架设计

J2EE 的提出基于三个基本思想: 基于标准协议、共享公共服务、软件组件化^[3]. J2EE 各种应用程序和组件之间的通信是建立在标准协议的基础之上的, 这些协议包括 HTTP、TCP/IP、SSL、RMI 等, 而 WebGIS 正是利用这些协议让用户只要有浏览器就可以获得信息; J2EE 各种应用程序的组件运行在容器里, 另外应用程序还要调用一些其他的服务, J2EE 中这些服务集成在一起或提供统一的 API 进行调用, 其中包括 JDBC (Java Database Connectivity, Java 数据库互连), 而 WebGIS 中的数据是巨大的, 采用 JDBC 可以快速地和不同厂商的关系数据库进行连接; J2EE 的三个主要组件模型是: JSP、Servlet 和 EJB, 在 WebGIS 中, 这三个组件可以提供强大的动态页面机制.

总之, 在 J2EE 平台进行开发可以提供包括表示层(如 JSP 等)、业务层(如 EJB 等)、资源层(如 JDBC 等)的多层支持.

在 J2EE 平台上进行 WebGIS 开发需要使用适当的 Web 服务中间件. 本文以 Map Xtreme for Java 中间件为例说明 WebGIS 的设计思想.

2.1 Map Xtreme for Java 剖析

Map Xtreme for Java 是因特网、企业外部网和内部网的地图服务器支撑软件. Map Xtreme Java 版本中包含了对象模型和 JSP 的地图组件库, 为开发者集成网络应用提供了高度可视的、直观的地图组件. 它是 100% 的纯 Java, 基于 Servlet 架构、符合 SUN J2EE 规范、可以运行于任何平台的中间件^[4]. 其核心部分是服务器端组件 Map XtremeServlet, 它管理着地图服务请求和响应, 包括栅格图像请求、向量数据请求以及元数据请求. 另外它采用智能化的 Java 线程来有效地服务众多并发用户, 具有减少阻塞、低内存消耗和随着 CPU 资源的增加而调整用户负载的优点^[4].

Map Xtreme for Java 提供了许多强大的地图化功能以满足用户的不同层次的需求, 包括专题图、缓冲区分析、查找、图层控制、空间选择、访问各种数据源等.

另外, Map Xtreme for Java 支持 GML (Geography Markup Language, 地理标记语言). 空间数据具有多源性、多语义性、多时空性、多尺度等特点, 这就决定了空间数据表达的高度复杂性, 尤其在网络环境下, 如何对空间数据采用规范化的编码, 使得分布在网络下的

所有用户都可以无缝地获取、访问和浏览,确实还存在着很大的技术问题。GML 是由 OGC (Open Geospatial Consortium, Inc = Open GIS Consortium, Open GIS 联盟) 制定的,它是基于 XML 语法用于地理信息传输和存储的编码规范。正如 XML 语言将 Web 页面的内容及其表现分离一样, GML 也在地理信息世界中将内容及其表现形式分离开来。GML 所关注的是地理数据内容的表现,它用地理特性来描述世界^[5]。GML 可以对很复杂的地理实体进行编码。随着越来越多的组织机构和软件开发商使用 XML 作为空间数据表达、传输、存储的规范,空间数据编码的统一以及数据互操作和共享将最终成为现实,从而真正实现开放的空间信息访问。

2.2 客户端类型的选择

一般而言,客户端可以配置成三种:瘦客户端,胖客户端以及中型客户端。

在瘦客户端配置下,用户所有的请求必须通过服务器端响应,通过嵌入在 HTML 中的静态图像(栅格图像)返回响应信息,其特点是对客户端配置的要求不高,但是交互能力弱。

在胖客户端配置下,客户端首先需要下载 Java Applet,所有的地图操作都由执行 Applet 完成。另外,服务器返回的是矢量数据,客户端从远程数据库中接收空间对象,其特点是交互能力强,但对客户端配置的要求较高。

中客户端介于瘦/胖客户端之间,它也必须下载 Java Applet,但它从服务器端接收的是栅格图像,这样的环境可以允许更健壮和更灵活的用户界面,同时减少从服务器端下载的数据量。中客户端的传输数据量和交互能力介于前两者之间。

由于初始化时胖客户端需要下载较大的数据量,而在 WebGIS 中,用户最为常用的只是一些基本功能,当前的网络环境常常使得用户不堪忍受长时间的等待,因而胖客户端可以在速度较快的 Intranet 内部使用,而在 Internet 中则比较经常选用瘦/中型客户端进行开发。图 1 为中客户端开发方式的架构。

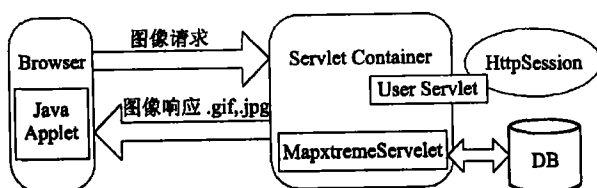


图 1 中客户端结构

Fig. 1 Middle client/ server structure

2.3 客户端的功能及设计分析

对于不同类型的 WebGIS 系统,客户所需要的功能也不同。如在一个包含各行业分布的城市电子地图中, WebGIS 系统要为用户提供放大、缩小、漫游、测距等基本功能,另外应该提供双向查询,如指定范围内的点击查询,结果以文字形式给出;或者通过文字查询进行目标定位等功能。

这样的系统需要经常性地从客户端(浏览器)处获取用户操作点坐标集合,因此客户端必须具有显示地图和响应地图上的鼠标操作的能力。这样,在客户端的设计中,可以选择多种开发方式,不同的开发方式决定了不同的客户端形式,如可以采用包含 IMG 类型的 HTML 表单,也可以选择 JavaScript,这两种对应的是瘦客户端;采用 Java Applet 的则是中客户端。但是,由于 IMG 类型表单的功能有限,极少单独使用;JavaScript 缺乏图形接口,如果要在客户端画复杂的图形具有较大难度,另外,它的代码暴露,安全性差;相比较而言,Java Applet 可以实现客户端的复杂图形功能,再加上 Java 语言的特点,使得它具有较大的优势。当然,在实际开发中,鉴于 JavaScript 语句可以直接嵌在 HTML 页面中解释执行,具有一定的网页控制能力和编程能力,如函数定义、函数调用、条件判断、循环、动态获取系统日期等,采用以 Java Applet 为主,结合 JavaScript 的方法进行开发,可以达到事半功倍的效果。

采用这样的设计,在操作时 Java Applet 捕获用户操作时的地图状态(鼠标点击时的坐标,功能的设定状态等)并把它发送给服务器,服务器根据这些状态进行响应,如果需要,返回适当的数据(如矢量数据、栅格图形或查询的结果),由 Java Applet 进行处理(绘制图形或显示文本)。

2.4 服务器端的分析设计

下面以城市电子地图服务为例,按照各自职责,分为几个部分,如图 2 所示。

(1) 客户端(浏览器)传递到服务器端的请求服务信息内容,包括用户在地图上操作点的位置坐标信息、服务请求工具号信息、查询的数据等信息。

(2) 处理用户操作地图位置坐标信息的入口,整个服务采用 MVC (Model-View-Controller, 模型-视图-控制器) 结构^[6],所有的操作都是由它响应服务请求的,采用 JSP、Java Servlet 等技术,这里对一些简单的操作如放大、缩小、平移等直接响应,对于更为复杂的需要较大代码量才能实现的功能进行服务分发,转交部分(3)实现。以下是对于平移请求情况的一种响应处理:

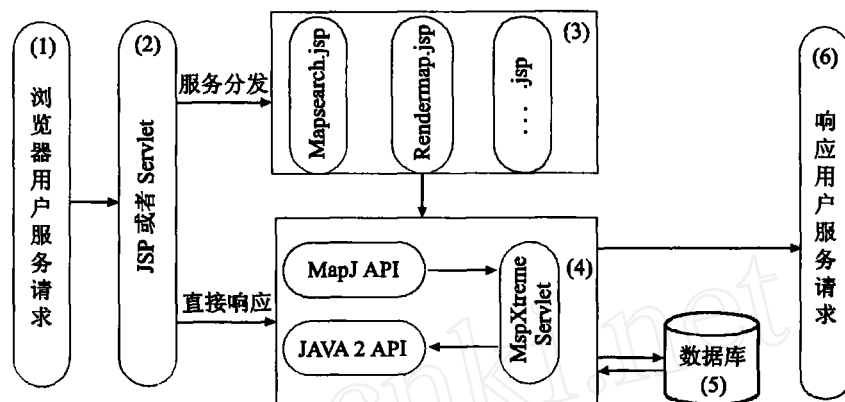


图2 城市电子地图系统的服务体系架构

Fig.2 The server structure in system of electronic map of city

```

// 取得地图的实际中心坐标
DoublePoint newPoint = myMap. getCenter();
// 转换为屏幕中心坐标
DoublePoint tempPoint = myMap. transformNumericToScreen(newPoint);
// (xStr, yStr), (xStr2, yStr2) 分别为平移地图时按下的坐标和释放时的坐标
DoublePoint screenPoint = new
DoublePoint((xStr. doubleValue() - xStr2. doubleValue()) + tempPoint. x, (yStr. doubleValue() - yStr2. doubleValue()) + tempPoint. y);
// 把新得到的屏幕坐标转换为地图实际坐标
newPoint = myMap. transformScreenToNumeric(screenPoint);
// 设置放大比例和中心坐标, 以便下面部分重新绘制地图
myMap. setZoomAndCenter(myMap. getZoom(), newPoint);

```

(3) 此处各页分别实现较为复杂的功能, 它们从部分(2)处取得用户的服务请求, 再进行坐标提取、坐标转化、功能实现操作。

(4) 这一部分是应用与 MapXtreme 相结合的部分。在这里, 一些 Beans 或者 Class 组成类库, 在各个页面中被调用完成特定的系统功能。

(5) 地图信息数据, 可以存在于 MapInfo 表文件中, 或者分布于各种数据库中, 通过 JDBC 可以对 RDBMS 的空间数据进行存取^[7]。

(6) 结果发送给用户, 如包含查询数据的结果等。这里如果有地图状态的变化, 根据配置的不同, 服务器端可以直接产生一个图像流数据返回, 或者将重新生成的地图的 URL 返回与客户端显示。以下是关键的代码段示例:

```

// 初始化 MapXtremeImageRender 对象, mapServletURL 是 MapXtremeServlet 的 URL 地址

```

```

MapXtremeImageRender rr = new MapXtremeImageRenderer(mapServletURL);
// 按照给定的参数绘制地图
rr. render(ImageRequestComposer. create(myMap, NUM_OF_COLORS, BACKGROUND_COLOR, "image/ gif"));
// 以数据流格式输出到客户端
rr. toStream(response. getOutputStream());

```

2.5 基于上述方法的一个应用示例

如图3所示, 是基于上述解决方案用 MapXtreme for Java 实现的一个示例。主界面包含四个部分: 最上面是按钮区, 按钮区的下面是地图显示区域, 右上角是查询区域, 包括地点查询以及在区域查询时选择范围和(或)类型(包括政府部门、学校、医院、酒店宾馆、车站、银行、广播电视等), 右下角是结果显示区域。

该示例的主要功能有:

- (1) 矢量图形的任意放大、缩小、漫游;
- (2) 距离测量;
- (3) 指定类型的地点查询;

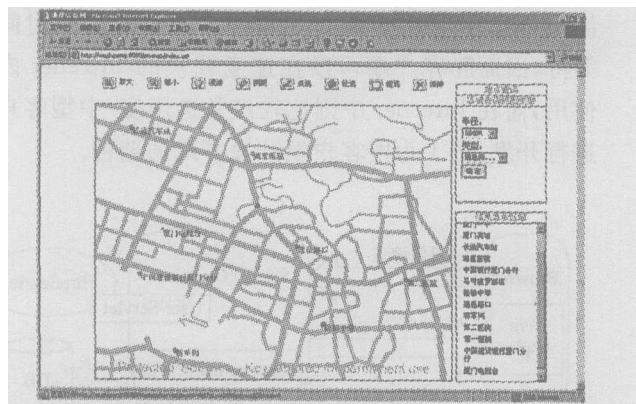


图3 一个实现部分城市电子地图功能的示例

Fig.3 An example implements some functions of electronic map of city

- (4) 指定半径、类型的圆形区域查询;
- (5) 矩形区域查询;

对于每个查询的结果,鼠标单击就可以在地图上显示它的位置.一些城市电子地图查询功能的实现可以以此为原型进行拓展.

3 结束语

WebGIS 提供了一种易于维护的分布式 GIS 解决方案,它在政府上网中的作用将更为突出.在政府机关进行信息检索、决策分析以及所发布的政务信息中,如人口分布、地域概况、科教文卫信息等,绝大部分与空间定位信息有关,另外,空间信息与属性信息应该是紧密联系的,并能以可视化的方式将其表现出来.因此,一个开放的政府电子系统,地图化的政府网站是一个重要的标志.尽管到目前 WebGIS 软件所提供的空间分析功能还很难满足专业应用的需要,但是随着技术的发展,WebGIS 终将取代传统的 GIS,使 GIS 应用走向大众,通过网络将空间地理信息传至天南地北.

参考文献:

- [1] 罗云启,曾琨,罗毅.数字化地理信息系统建设与 Map Info 高级应用[M].北京:清华大学出版社,2003.
- [2] 宋关福,钟耳顺,王尔琪. WebGIS —— 基于 Internet 的地理信息系统[J].中国图象图形学报,1998,3(3):251 - 254.
- [3] 刘晓华.J2EE 企业级应用开发[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [4] Map Info Corporation. MXTJ45DevGuide [EB/OL]. <http://www.mapinfo.com/>. 2004-03-01.
- [5] Ron Lake. Introduction to GML [EB/OL]. <http://www.w3.org/Mobile/posdep/GMLIntroduction.html>. 2002-01.
- [6] 林上杰,林康司.JSP2.0 技术手册[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [7] 韩海洋,龚健雅,袁相儒. Internet 环境下用 Java/JDBC 实现地理信息的互操作与分布式管理及处理[J].测绘学报,1999,28(2):177 - 183.

Research on the Design Technology of WebGIS Based on J2EE Platform

WU Zhi-peng, LI Ming-shi^{*}, LI Song

(Dept. of Computer Science, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract : After analyzing the localization of the traditional designing technologies in WebGIS, taking advantage of the platform-free characteristic of Java, for expanding the GIS applications in e-Government, this article provides an available distributed solution in Browser/Server model, based on J2EE platform. Taking an electronic map of city as an example, the article discussed the designing methods and configuration in WebGIS, which can be applied in e-Government, based on J2EE platform using middleware (MapX-treme), mainly including the choice of client, the designing consideration in client side and the structure designing in server side. According to that, the article provides a prototype. The prototype and the designing methods are helpful for other more complicated WebGIS.

Key words : GIS; e-Government; WebGIS; J2EE