

文章编号:1001-9081(2007)07-1776-04

基于 SIG 框架的上海城市空间信息应用服务系统

余柏浪¹, 吴健平¹, 陈爱丽², 钱大君¹

(1. 华东师范大学 地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062;

2. 上海城市发展信息研究中心, 上海 200032)

(yubailang@126.com)

摘要: 基于空间信息网格 SIG 框架的上海城市空间信息应用服务系统中城市空间特征、绿化、环保、水系、土地、道路网络等各类城市空间信息资源分布在网络的不同节点上; 建立了集中的元数据库提供相关数据的描述信息; 以分布在不同节点上的 GIS Web Service 提供空间数据处理服务。平台以门户网站的方式提供元数据检索, 利用检索结果获取分布式的各类空间信息数据资源; 提供空间数据处理网络应用程序, 调用 GIS Web Service, 提供格式转换、坐标转换、地图综合、空间分析等空间数据处理功能; 提供 GIS Web Service 的搜索和注册。此平台已经在上海公务网中实际运行。

关键词: 空间信息栅格; 空间信息; 服务; 上海

中图分类号: TP311.13; TP392 **文献标志码:** A

Shanghai city spatial information system for application and service based on spatial information grid

YU Bai-lang¹, WU Jian-ping¹, CHEN Ai-li², QIAN Da-jun¹

(1. Key Laboratory of Geographic Information Science, Ministry of Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China;

2. Information Center of City Development Research in Shanghai, Shanghai 200032, China)

Abstract: The architecture, technologies and implementation of the Shanghai city spatial information system for application and service, a SIG (Spatial Information Grid) based platform was introduced. In the system, there were ten categories of spatial information resources, including city planning, land-use, real estate, river system, transportation, municipal facility construction, environmental protection, sanitation, urban afforestation and basic geographic information data. In addition, spatial information processing services were offered as means of GIS Web Services. The resources and services were all distributed in different Web-based nodes. A single database was created to store the metadata of all the spatial information. A portal site was published as the main user interface of the system. There are three main functions in the portal site. First, users can search the metadata and acquire the distributed data by using the searching results. Second, some spatial processing Web applications developed with GIS Web Services, such as file format conversion, spatial coordinate transfer, cartographic generalization and spatial analysis are offered. Third, GIS Web Services currently available in the system can be searched and new ones can be registered. The system has been working efficiently in Shanghai government network since 2005.

Key words: Spatial Information Grid (SIG); spatial information; service; Shanghai

0 引言

随着信息技术和地理信息科学的发展, 空间信息在众多领域得到了广泛的应用。许多机构先后建立了各自的地理信息系统, 采集和存储了大量的空间信息资源, 并且提供不同的空间信息处理功能。由于各个机构建立的系统大多数是相互独立、互不交融的, 传统的地理信息系统不能很好地解决空间信息的共享和利用问题, 信息的共享程度不高, 形成了信息孤岛^[1]。20 世纪 90 年代初, 网格作为一种新概念被提出, 它将分布在不同地理位置的计算资源包括 CPU、存储器、数据库等, 通过高速的互联网组成充分共享的资源集成, 提供一种高性能计算、管理及服务的资源能力^[2,3], 组成了一个实现大尺

度下资源发现、共享、集成和处理的信息基础设施^[4]。将网格技术与空间信息技术结合, 能够有效实现空间信息共享和整合, 并能提供有效的空间信息服务模式^[1,3,5]。

空间信息网格 (Spatial Information Grid, SIG), 也称空间信息栅格, 是网络技术与空间信息相结合的创新性概念和技术体系, 它是一种汇集和共享地理上分布的海量空间信息资源, 对其进行一体化组织与处理, 从而具有按需服务能力的空间信息基础设施^[6]。SIG 应用的目标是能够做到服务点播和一步到位的服务^[5]。

在 SIG 框架下, 以城市建设和管理领域应用为牵引, 建立了上海城市空间信息应用服务系统, 实现空间信息资源的共享和整合。

收稿日期: 2007-01-12; 修回日期: 2007-03-06。 基金项目: 国家 863 计划项目 (2004AA131010)。

作者简介: 余柏浪 (1979-), 男, 四川宜宾人, 博士研究生, 主要研究方向: 城市空间信息服务、GIS; 吴健平 (1962-), 男, 浙江宁波人, 教授, 博士, 主要研究方向: 遥感、GIS; 陈爱丽 (1975-), 女, 浙江温岭人, 工程师, 硕士, 主要研究方向: 城市遥感、空间信息共享; 钱大君 (1981-), 男, 安徽滁州人, 硕士研究生, 主要研究方向: GIS。

1 系统体系

SIG 是在大规模计算服务、宽带传输和海量数据存储处理等栅格支撑环境和空间信息获取系统的基础上建立的一个多层次的空间服务体系,主要由三个层次组成:空间信息资源、空间信息一体化管理与处理平台和面向应用领域的空间信息集成应用环境^[6,7]。

上海城市空间信息应用服务系统是一个在网络环境下共享分布于不同节点的城市空间信息数据资源,以服务方式提供分布式存在的数据处理功能,服务于城市管理、城市建设、城市发展等方面的综合应用系统。基于 SIG 框架,系统的体系共分为三层(图 1)。

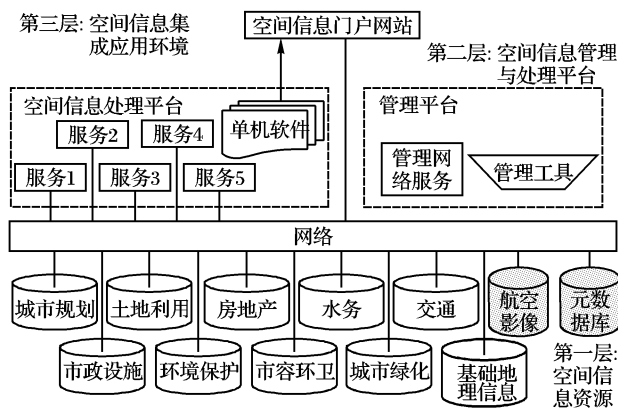


图 1 上海城市空间信息应用服务系统的体系

1.1 空间信息资源

空间信息资源是 SIG 的基础。在上海城市空间信息应用服务系统当中,空间信息资源包括各类矢量空间信息数据、多时相高分辨率的航空遥感图像以及相关元数据等。

矢量空间信息数据共有 10 类,包括城市规划、土地利用、房地产、水务、交通、市政设施、环境保护、市容环卫、城市绿化和城市基础地理信息数据等。这些数据由不同的职能部门提供,通过空间数据库引擎(Spatial Database Engine, SDE)存入数据库,并且分布在不同的 SIG 网络节点上。多时相高分辨率的航空遥感图像涵盖了上海市行政区划范围内自 2000 年起,每隔 2 年更新一次的比例尺为 1:50 000、空间分辨率为 1.4m 的影像。航空遥感图像存放在数据库中,作为 SIG 节点连接到网络中。由于 SIG 框架具有开放性和可扩展性,新的空间信息数据可以作为节点加入到系统当中。

此外,一个独立的数据库被建立并作为单独的 SIG 节点连接网络,用以存放所有空间信息资源的元数据。元数据当中包括空间信息资源的标识、内容、时间范围、地理范围、使用限制、负责单位等信息。

1.2 空间信息管理与处理平台

上海城市空间信息应用服务系统当中的空间信息管理与处理平台是一个分布式的、松散耦合的一体化平台,由空间信息处理平台和管理平台两部分组成。

空间信息处理平台提供文件格式转换、坐标转换、地图综合、空间分析和数据基本信息提取等多种空间处理服务。它由分布在不同网络节点上的多个 GIS 网络服务(GIS Web Service)和单机应用软件组成。

管理平台以网络服务和单机管理工具软件两种方式提供系统用户管理、空间信息元数据管理、权限认证、特殊服务请求审批等功能。

1.3 空间信息集成应用环境

空间信息集成应用环境是在 SIG 服务的基础上,针对各应用领域中不同的空间信息应用要求,提供面向任务可定制的用户界面、空间信息应用政策和协议、应用工具、空间信息任务模型库和任务引擎等,建立空间信息服务与应用的集成环境^[6]。上海城市空间信息应用服务系统的集成应用环境是以空间信息门户网站的形式实现的。门户网站中共有 4 方面的功能:

空间信息资源中心 门户网站中提供基于 Web 的上海市地理信息元数据查询系统。用户可以利用浏览器访问地理信息元数据查询系统,根据所需要的检索条件查询,获得所需要的元数据,浏览对应的地图数据^[8]。具有一定权限的用户可以实时下载查询到的元数据或者直接使用分布在不同节点的空间信息资源;其他用户可以填写空间信息资源使用申请表,待管理员审批后获取相关数据。

空间信息处理中心 门户网站中的空间信息处理中心提供空间处理网络应用程序实现实时空间信息处理。这些网络应用程序调用一个或者多个 GIS Web Service,实现一些常用的空间处理功能。用户通过网页上提供的交互界面进行参数设置,并且获取结果。同时空间信息处理中心提供单机空间处理应用程序的搜索和下载。用户可以下载软件后在本地机器上使用这些空间信息处理工具。

网络服务注册中心 门户网站提供各类空间信息处理和管理的网络服务的注册和搜索。用户可以通过注册中心搜索已经发布的 GIS Web Service,并且获取相关的网络服务描述信息,在自己的应用系统中嵌入这些 GIS Web Service 的功能。新的网络服务也可以通过注册中心向外进行发布。

用户管理中心 提供系统用户的权限验证、新用户注册等功能。

2 系统实现

2.1 空间信息资源的共享和获取

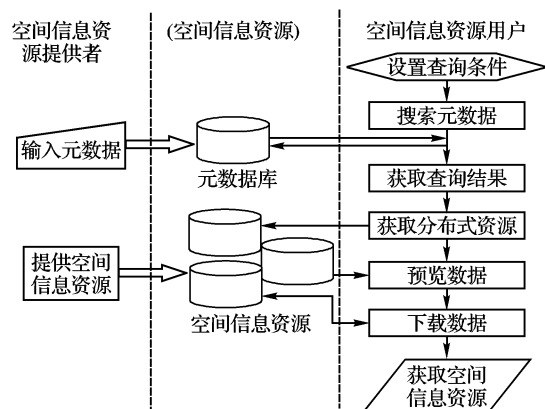


图 2 空间信息资源共享和获取的流程

空间信息资源获取的思路是首先构建一个集中的元数据库,所有空间信息资源的元数据通过元数据编辑器(包括 C/S 和 B/S 两种方式)存入库中;在门户网站中通过基于 Web 的元数据查询系统查询元数据;通过元数据获取分布在不同节点的空间信息资源,并通过浏览器显示数据;具有一定权限的用户可以下载使用所需要的数据。流程如图 2 所示。

元数据编辑器共有两种:一种是基于 C/S 架构的单机元数据编辑软件,另外一种是基于 B/S 架构的网络应用程序。基于 C/S 架构的元数据编辑软件采用 VB 开发,数据输入人员可

以根据需要选择元数据标准中的内容项,把这些选择的项保存为模板,并根据自己的需要选择相应的模板;输入相应的元数据信息之后,可以保存为 XML 文件和 TXT 文件,也可以直接保存到数据库中;编辑器对地理信息编码以树型结构进行显示,可以增加、删除和编辑实体信息^[9]。基于 B/S 的架构的元数据编辑器采用网页表单的形式进行元数据的录入和修改,通过有效性检验以后的元数据将被提交存入元数据库。

基于 Web 的元数据查询系统采用网络开发常用的三层体系结构^[8]。表现层,即客户端采用的是 Web 浏览器中插入 Applet 的方法。设置查询条件有两种方式,一种是普通的查询条件采用 HTML 表单输入,最后由网页向服务器发出请求;另外一种是在地图上画框选择范围,采用 Java Applet 方式,在网页中插入 Applet,对 Applet 操作,由 Applet 直接向服务器发出请求。业务层采用 JSP/JavaBean 的方式接受客户端的请求,并且返回查询结果;数据层采用的是 SQL Server 2000 数据库。JSP/JavaBean 采用 JDBC (Java Database Connection) 和数据库连接池技术与后台的数据库连接,执行 SQL 查询,返回查询结果给客户端。设置查询条件并执行查询以后,查询到的元数据的简要信息将以列表的形式显示在网页上,用户可以查看每一条元数据的详细信息。

由于现有的矢量数据不能直接在网页浏览器上显示,我们利用 Java 语言开发了空间数据浏览器,并且以 Applet 的方式嵌入到 JSP 网页当中^[10]。通过元数据查询系统查询到的元数据所对应的分布在不同节点的空间信息资源(真实数据)可以同时浏览上进行显示。空间数据通过 ESRI 公司的空间数据引擎软件 ArcSDE 存储在数据库当中。在显示空间数据时,通过 ArcSDE 的 API 函数读取各个节点的数据,并且通过网络传送到服务器上;所有数据在服务器端转换为统一格式 GML (Geographic Markup Language, 地理标识语言),空间数据浏览器将 GML 绘制在 Applet 上。空间数据浏览器具有对图形放大、缩小和漫游等功能、可以进行属性查询。

空间数据浏览器除了支持通过 ArcSDE 存储到数据库中的空间数据显示外,还可以支持常用的 GIS 数据格式,例如:ESRI Shapefile、ESRI E00、MapInfo Tab、MapInfo MIF 和 AutoCAD DXF 等。这些文件都将先被转换为 GML 文件,然后在浏览器上显示。

显示在空间数据浏览器上的数据,可以下载直接使用。下载的文件格式为 ESRI Shapefile 或者 GML,文件均压缩为 ZIP 包后下载。

2.2 实时空间信息处理

实时空间信息处理可以实时、在线处理空间信息,返回用户处理结果。系统中采用 GIS 网络应用程序 (GIS Web Application) 实现在线处理,每个 GIS Web Application 调用了一个或者多个分布式的 GIS Web Service 来实现空间信息处理的功能。

2.2.1 GIS Web Service 开发

首先需要开发和发布 GIS Web Service。单个 GIS 网络服务分成两个部分:一是 GIS Server;二是 Web Service 的包装 (Web Service Wrapping)。GIS Server 是 GIS Web Service 的核心功能模块,用于实现相关 GIS 功能,是 GIS Web Service 与普通的 Web Service 相区别的关键。GIS Server 应该具有获取、管理和处理空间数据的能力;按照实现功能的不同,GIS Server 能够实现获取地图、坐标转换、空间分析等地理任务;利用 GIS Server 处理后的结果应该是常见的空间数据表现形

式,如地图、矢量数据、遥感图像、地理坐标等。Web Service 的包装用来提供标准的 Web Service 框架和流程。Web Service 的包装对于 GIS Web Service 有如下功能:1)产生 GIS 网络服务的 WSDL,并且通过 UDDI 注册服务。2)提供和客户进行绑定的能力,接收并解析客户端的 SOAP 请求,用 GIS Server 所识别的参数调用 GIS Server 的功能。3)将从 GIS Server 得到的结果进行 SOAP 封包,再将这些 SOAP 消息返回客户端。

在系统中,采用 VB 和 MapObjects 开发 GIS 功能模块作为 GIS Server,并且以基于 COM 的动态链接库 (Dynamic Linkable Library, DLL) 方式存在, DLL 向外预留调用 GIS Server 的接口。使用 Java 作为开发语言对后台的 GIS Server 进行 Web Service 包装。Java 程序使用 Java 本地接口 (Java Native Interface, JNI) 调用作为 GIS Server 的 DLL。采用 Apache AXIS 作为 GIS Web Service 的容器对外发布服务。对外发布服务的时候,按照 AXIS 的规范编写网络服务发布描述 (Web Service Deployment Descriptors, WSDD) 文件,利用 `java org.apache.axis.client.AdminClient deploy.wsdd` 命令,发布网络服务。网络服务发布的时候,会自动生成服务的网络服务描述语言 (Web Service Description Language, WSDL)。WSDL 中详细描述了服务提供的方法、每个方法接收和返回参数的类型等信息。

2.2.2 GIS Web Application 开发

GIS Web Application 是基于网络的应用程序,它利用网页作为用户界面,通过与用户的交互实现 GIS 功能。在系统中,利用 JSP 动态网页作为网络应用程序的用户界面,每个 GIS Web Application 调用一个或者多个分布式的 GIS Web Service 实现空间处理的功能。

调用 GIS Web Service 首先需要根据网络服务发布的网址获取 WSDL;然后利用 Apache AXIS 提供的 WSDL2Java 类,可以通过 WSDL 文件自动生成调用这个网络服务的客户端代码,客户端代码都是以 Java 类的形式存在。

利用 JSP 动态网页、HTML 表单和 JavaScript 结合,定制 GIS Web Application 的界面。HTML 表单用于参数的设置、上传文件的选择等功能;JavaScript 用于参数有效性检验;JSP 可以调用已经生成的 GIS Web Service 客户端 Java 类,实现 GIS 功能。用户通过网页,将文件上传到服务器端,并且在 GIS Web Service 处理后,通过网页上的下载链接,将处理好的文件下载到本机使用。

3 应用实例

3.1 获取上海市水务和道路数据

在上海市水务数据库中有上海市主要河道的矢量数据;在上海市交通数据库中有上海市的道路、路段和道路节点的矢量数据。两个数据库分布在网络上不同的节点上。以这些数据为例,分布式的空间信息资源的共享和获取流程如下:

1)数据提供单位通过网络或者单机的元数据编辑工具,将这些数据的元数据输入到元数据库当中(图3(a))。

2)用户登录上海城市空间信息应用服务系统的门户网站,进入元数据查询系统的首页,并且定制查询条件,搜索已经在数据库中存储的元数据信息(图3(b))。

3)符合搜索条件的元数据信息将以列表的形式显示在网页上,有一定权限的用户还可以查看元数据的详细信息,并且可以下载元数据(图3(c))。

4)将所需要获取的数据,包括河道、道路、路段和道路节点四个图层添加到地图显示列表当中(图3(d))。

5)点击“显示地图”按钮以后,这些分布式的数据将同时叠加显示在网页中的矢量地图浏览器上面,用户还可以通过这个浏览器进行缩放地图、属性查询等操作(图3(e))。

6)点击矢量地图浏览器上的“下载”按钮,将会弹出对话框(图3(f))。对话框中显示,当前登录用户有权限直接下载河流数据使用,其余数据可以通过在线填写申请表的方式,经过管理员通过以后再行下载。下载的数据格式为 ESRI Shapefile,所有文件被压缩在一个 ZIP 包中提供下载。

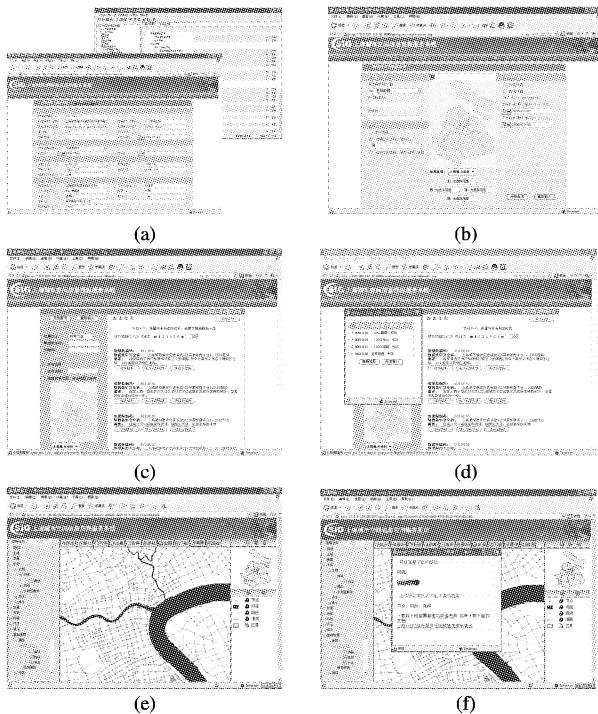


图3 分布式数据的共享和获取

3.2 计算上海市各区县人口分布重心

计算分布中心是空间处理的一种常见功能,用于计算整个区域(或各个子区)的几何中心,也选择某一字段计算分布重心,如人口分布重心。

上海城市空间信息应用服务系统的用户拥有一幅上海市行政区划的矢量地图,矢量地图的格式是 ESRI Shapefile。地图中的每个图斑为上海市乡镇(街道)的行政界线,对应的属性表中记录了这个乡镇(街道)所属的区(县)名称和每个街道的人口数量(图4(a))。用户利用自有的上海市行政区划的矢量地图,通过上海城市空间信息应用服务系统计算上海市分区的人口分布重心的流程如下:

1)登录上海城市空间信息应用服务系统的门户网站,进入空间处理页面,搜索到计算分布中心的网络应用程序,进入这个程序的主界面(图4(b))。通过网页上提供的对话框,将上海市行政区划的矢量地图上传到服务器端。

2)服务器将解析用户请求,验证矢量地图是否为有效的数据。当数据通过验证后,服务器调用第一个 GIS Web Service“获取图层属性表”得到矢量地图的属性数据,并且将属性表的字段名等数据列举在网页中的下拉选择框中(图4(c))。用户通过网页设置参数,包括区(县)名称对应的字段名、人口数量字段名等。参数设置完成后,点击“开始计算”按钮,服务器将调用第二个 GIS Web Service“计算分布重心”获得计算好的矢量地图。

3)用户通过网页可以下载处理成功的数据(图4(d))。处理后得到的结果是上海市分区的人口分布重心的点状矢量地图,数据格式为 ESRI Shapefile,所有文件被压缩在一个 ZIP 包中提供下载(图4(e))。

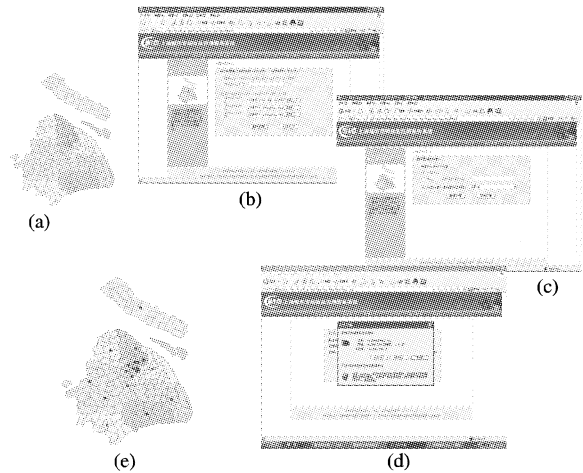


图4 计算上海市各区县人口分布重心的流程

4 结语

SIG 是用于解决当前在空间数据整合和共享的过程中所遇到问题的一种崭新概念。上海城市空间信息应用服务系统是基于 SIG 框架的用于解决在上海城市管理、城市建设、城市发展过程中空间信息资源整合和共享问题的一个综合平台。系统已经从 2005 年底开始在上海市公务网中实际运行。上海城市空间信息应用服务系统具有开放性和可扩展性,在未来的工作中,还将根据实际应用的需要在系统中增加更多空间信息处理功能,并且共享更多空间信息资源。

参考文献:

- [1] 李德仁,朱欣焰,龚健雅.从数字地图到空间信息网格——空间信息多级网格理论思考[J].武汉大学学报:信息科学版,2003,28(6):642-650.
- [2] FOSTER I, IMAN C, TUECHE S. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations[J]. International Journal of Super-computer Applications, 2001, 15(3): 200-222.
- [3] 潘宝玉. 网格技术在空间信息科学中的应用[J]. 测绘通报, 2005(1): 28-31.
- [4] CZAJKOWSKI K, FITZGERALD S, FOSTER I, et al. Grid information services for distributed resource sharing[C]// Proceedings of the Tenth IEEE International Symposium on High-Performance Distributed Computing (HPDC-10). Washington DC: IEEE Computer Society, 2001: 181-194.
- [5] 李德仁. 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 513-520.
- [6] 唐宇, 陈萃, 何凯涛, 等. 空间信息栅格 SIG 框架体系与关键技术研究[J]. 遥感学报, 2004, 8(5): 425-433.
- [7] HE KT, TANG Y, YU WX. Spatial information grid and its application in geological survey[C]// Proceedings of the ISPRS Hangzhou 2005 Workshop. Hangzhou, China: [s. n.], 2005, 36(4/W6): 283-287.
- [8] 余柏菴, 吴健平. 基于 Web 的上海市地理信息元数据查询系统开发[J]. 测绘与空间地理信息, 2004, 27(6): 26-31.
- [9] 齐小玲. 上海市地理信息元数据系统软件的开发[D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
- [10] 陆嵘. 分布式空间数据集成平台软件开发[D]. 上海: 华东师范大学, 2005.