

基于 XML 的国土资源空间数据网络发布与集成

邓吉秋¹, 鲍光淑²

(1. 中南大学地学与环境工程学院, 长沙 410083; 2. 中南大学信息物理工程学院, 长沙 410083)

摘要: 提出了一种全新的基于 XML 无 GIS 平台支持的国土资源空间数据网络发布与集成体系框架。国土资源空间数据采用基于矢量的全要素数据模型。该模型由 XML 描述, 并由关系型数据库存储, 采用 SVG 与 X3D 实现其可视化表达与空间操作。对该框架进行了原型实现, 构建了一个全国省级国土资源空间数据网络发布与集成环境。

关键词: XML; 国土资源; 空间数据; 网络发布; 网络集成

XML-based Network Publication and Integration of Spatial Data of Land Resources

DENG Jiqiu¹, BAO Guangshu²

(1. School of Geoscience and Environmental Engineering, Central South University, Changsha 410083;

2. School of Info-Physics and Geomatics Engineering, Central South University, Changsha 410083)

【Abstract】 A new XML-based network publication and integration framework of spatial data of land resources without GIS platform support is put forward. In this framework, the spatial data of land resources are described by XML based on vector-based full feature data model, and are stored by RDBMS, and the visualization and spatial operation of them are realized by using SVG and X3D. Finally, a prototype system based on this framework is realized, and then a network publication and integration environment of spatial data of countrywide provincial land resources in China is formed.

【Key words】 XML; Land resources; Spatial data; Network publication; Network integration

随着社会经济的迅速发展, 高度重视合理利用资源、保护环境、减轻自然灾害, 与大自然和谐共存已刻不容缓。运用先进的 3S 技术进行国土资源现状调查, 建立国土资源信息系统, 是当前国土资源领域的一项重要内容。

目前, 基于 3S 技术特别是 GIS 技术开展的国土资源信息化建设很多, 譬如车学文基于 Oracle 数据库与 ArcGIS 平台实现了云南省国土资源管理信息系统^[1]; 采用 WebGIS 技术、插件技术与 Java, 基于 SQL Server 2000 实现了吉林省国土资源信息系统^[2]; Chang, Yoon-Seop 等基于 WebGIS 实现了局部汉城城区的钻孔与地质数据的有效管理^[3]; 类似的应用不少, 但由于部门归属不一、采用软件平台不一与体系结构不一, 使得不同部门、不同系统、不同数据库之间的数据无法有效共享与充分利用。正在建设中的全国省级国土资源遥感综合调查成果信息系统, 就因为各省采用的平台不一致使得各省数据很难直接共享与集成。

在空间数据的发布与集成方面, 实现不同系统或数据之间的共享与集成包括直接访问、数据转换、互操作等模式^[4]。但此类模式与方法用于国土资源信息建设的应用与研究较少, 国内有唐宇应用空间信息栅格基于 GML 与 Services, 利用 MO 与 MO IMS 实现了华北平原地下水资源评价^[5]; 国外有 Farcy, C. 等基于 CORBA/IIOP 与 XML/兼容 GML, 采用 Star Informatic 的 3 个软件 (WinStar, Star GIS ActiveX 与 e-NeXt) 实现了比利时 Walloon 地区国家森林与野生动植物分级管理^[6]。此类方法实现了不同系统之间的共享与集成, 但无法脱离 GIS 专业平台的支持, 限制了国土资源信息建设的推广与

应用。

本文基于 XML 提出一种全新的跨平台、跨数据库、无需 GIS 平台支持、开放式的分布式国土资源空间信息发布与集成体系, 以全国省级国土资源大调查为背景, 构造信息内容丰富、操作便捷的信息发布与集成环境。

1 国土资源空间数据网络发布与集成体系框架

基于 XML 无 GIS 平台支持的国土资源空间数据网络发布与集成 (如图 1), 完全脱离 GIS 平台的支持, 国土资源空间数据的处理、编辑、分析、应用、发布与共享等都可以基于 XML 实现。采用关系型数据库存储国土资源空间数据, 数据的基本交换/传输格式是 XML, 数据的可视化表达与控制采用基于 XML 的 SVG/X3D 实现。

本体系基于多层 C/S 结构, 包括数据库端、服务器端和客户端。数据库端实现空间数据的关系型数据库存储、更新与检索; 服务器端是数据库端与客户端之间的桥梁, 负责二者之间的请求与通信, 实现数据的发布与传输; 客户端通过提交请求从而获得数据, 并实现可视化表达与空间数据操作等, 在本地实现数据的集成应用; 服务器端与客户端的信息

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40473029); 中国地质调查局基金资助项目 (200215000005)

作者简介: 邓吉秋 (1972 -), 男, 讲师、博士, 主研方向: 地理信息系统, 遥感, 空间信息系统集成与计算机应用等; 鲍光淑, 教授、博导

收稿日期: 2006-04-14 **E-mail:** djq318@163.com

传递基于网络协议以 XML 方式实现。同时, 为了实现与其它集成模式空间数据源的集成, 服务器端有一个扩展部件——搜索交换引擎, 负责从别的集成模式中提起空间数据。

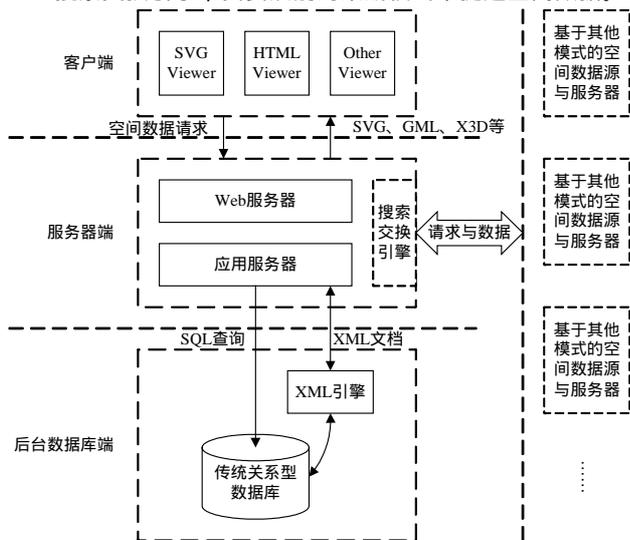


图1 基于XML的国土资源空间信息网络发布与集成体系框架

由于在本体系中的所有数据流都是基于XML, 因此具有很好的开放性, 既能被别的体系或系统集成, 亦能对别的体系或系统进行集成。如果别的基于GIS平台的体系(或系统)直接(或间接)支持XML, 那么可以整体认为其就是一个XML提供者, 同样可以集成到本体系中。

2 国土资源空间数据网络发布与集成体系组成部分

2.1 数据库端

数据库端实现基于XML的空间信息存储、检索与查询, 以及XML数据的生成与分解, 由数据库管理系统与XML数据引擎两部分组成。

(1)数据库管理系统: 由传统的关系型数据库构建, 具有以下功能和作用: 1)以表或表集的形式存储、管理由XML分解而来的空间信息及其元数据; 2)存储空间信息的可视化表达参数; 3)直接接收基于标准SQL的空间属性信息处理语句并执行; 4)通过XML引擎接收基于地理扩展的空间查询语句并执行; 5)数据库索引、备份、安全等机制的建立与维护。

(2)XML数据引擎: 是一个扩展的数据库管理系统模块, 具有以下功能和作用: 1)实现对空间信息及相关资料的XML描述; 2)将基于XML的空间信息及相关信息描述分解存储为数据库表; 3)基于给定条件由数据库表生成XML数据; 4)实现基于地理扩展的空间检索、查询、更新等。

2.2 服务器端

服务器端是数据库端与客户端之间的桥梁, 负责两者之间的请求与通信, 实现数据的发布与传输; 同时自动地在网络上搜索符合要求的空间信息数据源, 负责从别的集成模式中提取空间数据, 存入后台数据库。服务器端包括应用服务器、Web服务器和搜索交换引擎。

(1)应用服务器: 是数据库端与Web服务器乃至客户端的连接, 负责基于XML的空间信息数据处理、转换等, 具有以下功能和作用: 1)客户端基于XML数据请求的接收与响应; 2)请求任务的解析与流程控制; 3)处理客户请求的负载均衡; 4)将客户端请求传递给数据库端; 5)向搜索交换引擎发送请求以获得体系外的数据。当从底层数据库中获得空间和属性数据并以XML文档的形式返回应用服务器后, 应用

服务器将根据客户端的要求对所获取的文档进行归并与分发。

(2)Web服务器: Web服务器用于响应客户端的请求, 并与应用服务器相连接。

(3)搜索交换引擎

搜索交换引擎负责与其它集成模式空间数据源的集成, 主要是空间数据搜索与交换; 是其它集成模式空间数据源或服务器与本体系统应用服务器的连接。包括搜索引擎、交换引擎两部分。

搜索引擎负责从网络搜索符合条件的空间数据或服务, 具有以下功能和作用: 1)接受应用服务器的空间信息搜索请求; 2)以一定条件从网络中搜索符合条件的空间数据或服务; 3)将搜索结果返回给交换引擎。

交换引擎负责与体系外空间数据源或服务器交换数据, 具有以下功能和作用: 1)接受搜索引擎的搜索结果; 2)对搜索结果进行不同的处理, 生成符合本体系的XML数据; 3)将从搜索结果获得的最终数据通过应用服务器写入数据库; 4)响应体系外的数据请求; 5)向响应应用服务器传递体系外数据请求; 6)发布应用服务器返回的数据。

2.3 客户端

客户端主要负责地图的浏览、显示、空间操作以及与用户的交互等。

客户端对返回的XML数据进行个性化和多样化的展示。显示XML数据的主要工作由XML解析器完成, Microsoft的IE、Netscape的Navigator等浏览器已经内嵌了XML解析器。结合基于XML的描述矢量图形元素的规范(SVG, 可伸缩的矢量图形; X3D, 扩展的3D建模语言, 具有XML的语法和VRML的行为)与脚本语言, 实现对空间信息的可视化表达、查询与操作等。对于属性数据的显示, 则根据用户的需求灵活地配置, 使用XSL、XSLT以及CSS在客户端对属性数据进行多样性的显示。

3 国土资源空间数据网络发布与集成关键技术

3.1 全要素数据模型

现实世界是由各种空间对象及现象构成的, 全要素模型(Full Feature Model, FFM)将现实世界的所有对象与现象按层次分解成要素(对象)。基于全要素模型, 所有对象均基于点、线、面、体4种类型(如图2), 由此构成点状地物、线状地物、面状地物、体状地物、简单对象(对应于某一种地物)、组合对象(包含多个简单对象)与复杂对象(包含多个简单对象、组合对象与复杂对象, 复杂对象可以多层次嵌套或递归)。

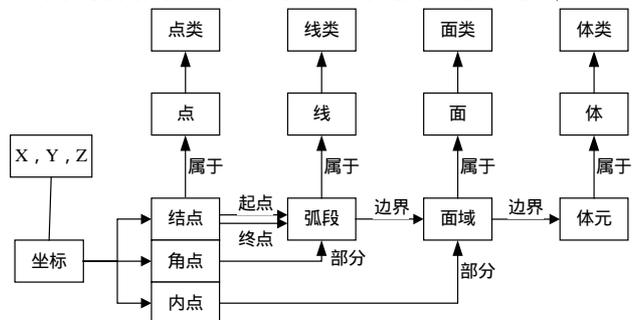


图2 基于矢量的全要素数据模型

在该模型中, 只需按层次存储所有目标的结点数据, 目标的位置、形状和拓扑关系等信息都可以得到描述, 且目标层次简单、清晰, 可以实现基于矢量的、全要素化的、面向

对象的一体化表示。

3.2 空间信息存储、检索与更新

首先,将 XML 与全要素模型层次关系中一对多的层次关系拆分了多个一对一的关系,从而实现基于 XML 空间数据的对象层次映射、空间特性映射、属性映射与时态映射。然后,设计基于关系数据库的属性特性、空间特性、对象层次与专题特性的存储方法与存储结构。接着,基于关系数据库设计数据查询与检索的实现思路,最终表达为 SQL 执行语句。最后,在前面的基础上,实现空间数据的关系数据库映射、存储、检索与更新。

3.3 空间数据的 XML 引擎

首先,设计合理的基于 XML 的数据请求与结果描述文档(R-XML),描述请求操作类型、执行状态等及其参数。然后,XML 引擎根据服务器传递过来的操作请求,将操作细化与分解,最终通过调用数据库的 SQL 语句实现分解后的数据操作,然后将处理结果(包括执行是否成功以及需传送给服务器的空间数据)传送给服务器。

3.4 基于 XML 的空间数据发布与发现

在基于 XML 的空间信息网络集成模式中,服务器是国土资源空间数据发布及体系外空间数据发现的主体,客户端是服务器数据发现的主体。服务器是连接 XML 引擎(或数据库)与客户端及其它服务器的桥梁,负责主动搜索与发现其它服务器上的数据,接受客户端请求与数据,生成任务流并传递给 XML 引擎执行,获得执行结果,并发送给相应的客户端。服务器与 XML 引擎及客户端之间可以是一种多对多的关系,但某个客户端与服务器之间且有且仅有一个主对应关系,客户端通过主对应的服务器获得其它服务器的信息,然后再与其它服务器链接。

3.5 基于 XML 的空间信息的可视化表达

空间数据可视化是基于 XML 的空间数据呈现给用户的途径,由客户端实现。空间数据可视化包括专题、对象、空间与属性特性等的可视化,其中空间与属性特性可视化是客户端处理的核心问题。

基于本集成模式的客户端采用 SVG 实现二维数据的可视化,采用 X3D 实现三维数据的可视化,以二维作为空间数据的表达、查询与控制的主体。

(1)专题数据表达的实现:以树形列表显示于界面中,以体现专题的层次性;根据专题数据的显示控制参数(包括专题的可见性、比例尺范围、专题表达的顺序、符号等)将专题数据显示于地图窗口中;并可以控制其参数。

(2)对象数据表达的实现:除空间与属性数据表达外,对象层次是表达的重点内容;可以根据需要表达对象层次的不同层次细节。

(3)空间数据表达的实现:根据所需表达的对象数据层次(由系统默认或用户操作确定),对每个空间特性进行标记(由 SVG/X3D 文档中的元素属性记载),标记当前状态是否需要表达该空间特性;根据标记状态,采用对应符号,显示所有需显示的空间特性;当因条件改变而标记发生变化时,对标记发生变化的空间特性进行相应的显示/隐藏处理。

(4)属性数据表达的实现:根据所需表达的对象数据层次,对该对象所有下级属性记录进行标记(由 SVG/X3D 文档中的元素属性记载),标记当前状态是否需要表达该属性记录;根据标记状态,采用对应界面,显示所有需显示的属性数据;或对地图上的对象进行标注;显示属性的界面采用网

格列表。

3.6 基于 XML 的空间数据的集成空间操作

SVG/X3D 提供了丰富的消息触发及事件响应函数获取用户消息。通过图形对象以及消息与事件响应,可以实现地图的交互及控制、图层管理、图标管理、地图属性的定义、空间分析等 GIS 功能,其中空间分析包括空间量算、叠加分析、缓冲区分析、网络分析、地形分析等。

基于本集成模式下,根据不同的部署方式,实现空间操作的途径与方法亦不相同,根据空间操作执行的具体环节包括 XML 引擎实现、服务器中介实现与客户端实现 3 种方式;这 3 种方式各有优劣,在具体的实施过程中综合 3 种方式来实现空间分析是比较好的选择,一般情况下:将不复杂且数据库执行起来快捷的空间分析由 XML 引擎实现,复杂或跨服务器的空间分析由客户端实现。

4 国土资源空间数据网络发布与集成应用

以全国省级国土资源大调查为背景,以中国基础地理信息、湖南省与海南省国土资源遥感综合调查及其成果数据为基础,应用基于 XML 无 GIS 平台支持的国土资源空间信息网络发布与集成模式,采用相关的关键技术,构建了两个体系内的国土资源数据服务器与数据库(分别基于 Access 与 SQL Server)、一个体系外的服务器与数据库(基于 ArcSDE 和 SQL Server),建立了一个多点多类国土资源空间数据的网络发布与集成原型系统(如图 3)。



图 3 原型系统界面

5 结论

本文在对比分析现有国土资源信息建设方法的基础上,提出了一种基于 XML 无 GIS 平台支持的国土资源空间信息网络发布与集成体系框架及其实现机制,并进行了原型实现。采用该框架能降低国土资源信息建设与利用的成本,提高空间信息的开放性与可利用率。

参考文献

- 1 车学文. 云南省国土资源厅国土资源管理信息系统设计概述[J]. 地矿测绘, 2003, 19(2): 21-23.
- 2 赵文吉, 宫辉力, 李小娟, 等. 基于 WebGIS 技术的吉林省国土资源信息系统[J]. 地理信息世界, 2003, 1(6): 40-46.
- 3 Yoon-Seop C, Hyeong-Dong P. Development of a Web-based Geographic Information System for the Management of Borehole and Geological data[J]. Computers & Geosciences, 2004, 30(8): 887-897.
- 4 马照亭, 潘 懋, 林 晨, 等. 多源空间数据的共享与集成模式研究[J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(24): 31-34.

(下转第 263 页)