

基于 WWW 构建 3D GIS 的若干关键技术探讨

石琴琴 熊永良

(西南交通大学, 四川成都, 610031)

[摘要] 本文分析了在目前的技术条件下 GIS 发展的主导趋势, 提出一个在 WWW 上实现 3D GIS 的可行性方案。通过对其中的几项关键支撑技术进行详细介绍, 阐述系统的工作原理, 并对该方案进行评价。

[关键词] WebGIS; 3D GIS; VRML; Java; 建模数据库

[中图分类号] P208 [文献标识码] A [文章编号] 1001-8379(2004)01-0018-02

ON SEVERAL KEY TECHNIQUES APPLIED IN 3D GIS CONSTRUCTED ON WWW

SHI Qin-qin XIONG Yong-liang

(Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: In this paper, the dominant development trend of GIS under current technology conditions is analyzed, and a feasible project about realizing 3D GIS on WWW is presented, then, the work principle of the system provided in the project is illustrated through introducing the main supporting technologies in the project in detail. At last, a evaluation for this project is provided.

Key words: WebGIS; 3D GIS; VRML; Java; Modeling database

1 引言

随着 Internet 技术的不断发展和人们对地理信息系统 (GIS) 的需求, 利用 Internet 在 Web 上发布和出版空间数据, 让 Internet 用户从 WWW 的任意一个节点, 就可浏览到 WebGIS 站点中的空间数据, 并进行各种空间检索和空间分析, 使 GIS 功能通过 WWW 得以扩展, 真正成为一种大众使用的工具。是 GIS 发展的必然趋势。此外, 随着“数字地球”的提出和虚拟现实 (VR) 技术的发展, GIS 技术也经历了一场由二维平面系统向三维立体系统的变革, 将原来在二维地理信息系统中只占一般地位的三维可视化模块提高为整个系统的核心, 把用户对地理信息的三维视觉、听觉等多种感觉的实时交互作为系统的存在基础, 引入了三维地理信息系统新技术的概念。三维 GIS 和二维 GIS 相比, 完善了地理信息系统空间分析能力, 拓展了 GIS 信息表现形式, 可以帮助人们更加准确真实地认识我们的客观世界。

第二代 WWW 引入了虚拟现实技术, 这一技术为在现有 Web GIS 模式的基础上实现三维地理信息系统的功能提供了有利的技术支持。结合具有诸多优点的网络编程语言 Java 的深层应用, 打开了 GIS 网络三维应用的新视野。

2 一种基于 Web 构建 3D GIS 可行性方案

2.1 工作原理 (图 1)

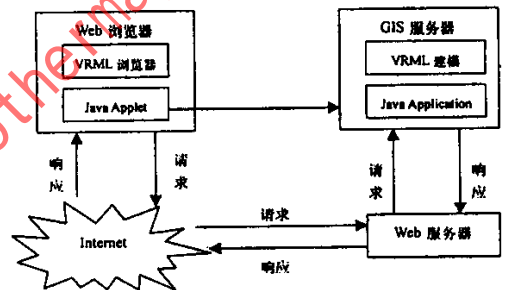


图 1 系统工作原理图

2.2 系统工作流程

(1) 用户向 Web GIS 服务器通过 HTTP 协议请求数据服务, 服务器返回 VRML 方式书写的服务页面, 并下载相关的 Java Applet。

(2) 用户浏览器通过解释执行 VRML 文档, 得到所需地理信息的三维界面。

(3) Java Applet 在浏览器上装载成功后, 可以通过响应鼠标和键盘与用户对话, 完成对三维模型的交互操作。

3 方案实现所需的支持技术

3.1 VRML 三维建模技术

VRML (Virtual Reality Modeling Language, 即虚拟现实建模语言) 是目前 Internet 上基于 WWW 的三维互动网站制作的主流语言, 和 HTML 一样, 可由

浏览器解释执行，区别在于 HTML 描述的是一个页面的格式，而 VRML 则描述成 3D 环境和目标的布局。利用 VRML 我们可以构建一个真实世界的虚拟环境，并可在这个环境中浏览，与关心的物体进行交互，有直观真实的感受。

这里选择 VRML 作为 GIS 工作站建立三维网页的工具，是因为它综合了现有三维软件的景象描述的优点，并具备以下特点：（1）以网络为开发平台，适合网上传输，可节约网络带宽；（2）作为一种描述虚拟境界的语言独立存在，与设备无关；（3）与 Java 通讯良好，可执行复杂的事件命令和交互命令等。

在对现实世界进行分析、归类和抽象以后，我们所研究的地理现象主要有四种类型：点、线、面、体，因此这里采用 VRML 点线面建模方案来进行三维建模，理论上可构建任何三维地理模型，包括复杂的地形。

VRML 最基本的组成部分是节点，通过对节点的定义和使用、节点的层层嵌套来完成虚拟建模。它有基本元素、顶点、线和面的定义，并有优化的数据结构。点线面造型用到的节点包括：PointsSet, IndexLineSet, IndexdFaceSet, Shape, Coordinate, Appearance, Material 等，其中的一个重要结点是 Coordinate，它用来引入点的坐标列表，并作为 PointsSet、IndexLineSet、IndexdFaceSet 的 coord 字段的域值使用。按照 VRML 语法套用上述这些结点，编写文本文件，构造出实体形状并加以颜色调配、表面贴图、纹理映射等。具体的 VRML 节点应用可参阅相关书籍。

事实上，由于点线面造型法的语法简单且结构有序，建模语句可用高级语言编制程序调用点坐标数据来进行文本生成，经 Internet 传输到用户机后，可用带有 VRML 浏览插件的浏览器（如：Netscape 的 Communicator4 和 Microsoft Internet Explorer4.0），直接浏览由 VRML 生成的三维网页。

3.2 支持三维建模的空间数据库设计

在 VRML 中创建点、线、面造型的基础就是给出一系列有序空间点的参数，为了使数据库适于 VRML 建模，WebGIS 服务器端的空间数据库以三维空间点为基础建立，主要包括如下几个子表：

（1）实体表，包括的字段有：ID 号、实体名、所含面的个数、面的顺序编号；

（2）面表，包括的字段有：ID 号、面名、构成面的多边形包含的点数、点的顺序编号；

（3）点表，包括的字段有：ID 号、点名、X、

Y、Z。

在体表和面表里包含了建模数据间简单的拓扑关系描述。VRML 针对实体进行建模，实体通过包含的面的 ID 号调用面表的数据，同理，面可通过点的 ID 号调用点的数据，并按照表中给出的拓扑关系描述进行图形组合。其他如属性表、贴图表等，都可通过 ID 号字段与点、面、实体进行索引调用，便于 Java 编程进行人机交互。

这样，以空间点序列为基础建立的数据库可提供 VRML 实体建模的细节，而且通用性强，便于高级语言编程调用。

建模数据库的建立可根据实际的项目实时进行数据采集，也可通过数据挖掘访问原有的数据仓库来建立。

3.3 Java 技术

Java 是一种跨平台，适合于分布式计算环境和广泛使用的网络编程语言，Java 语言的特性使它可以最大限度地利用网络。采用 Java 技术在本文所提的方案中作为重要的通信计算工具，因为 Java 语言具有以下诸多优点：

（1）Java 语言的平台无关性。这是因为 Java 程序是解释执行的，它的源程序首先被编译成中性的“字节码”，只要安装了 Java 运行时系统，Java 就可在任意的处理器上运行，“写一次，任何地方都可运行（Write once, run anywhere.）”。

（2）Java 的分布式特性。分布式包括数据分布和操作分布，对前者 Java 提供一个 URL 对象，可对网络 URL 资源直接访问，如同访问本地文件系统；对后者，Java Applet 可以从服务器下载到客户端，在客户端完成部分计算，实现两端负载的平衡。

（3）Java 语言提供了多线程机制，一个 Java 程序可以由若干个的子线程同时运行，容易实现网络上的实时交互行为。

（4）Java 语言提供了安全性机制。Java 不支持指针，免去了由于误用或有意识操作内存而引起的程序安全问题。

Java 语言在上述方案中的功能主要体现在三个方面：

（1）Java 与 VRML 的结合

通过 VRML 浏览器，用户可得到一个 3D 的虚拟模型，也可通过触发相应的节点（如：Sensor 节点）来完成一些简单的三维交互功能，但远非实用的 3D GIS，要完成属性查询、空间分析等复杂的 GIS 功能，则要借助于 Java 编程。

线。

(四) 平差及基准转换问题: GPS 基线向量包含长度、方位二维信息,是不能脱离某一坐标系统存在的特殊观测值。对于工程控制网而言,转换到高斯平面后,一般在平差时或平差后需要转换到原有坐标系统中去。此时要注意以下几点:

(1) 如果平差采用强制符合到已知点的方法时,由于原有坐标系统的已知点精度一般低于 GPS 观测值精度,所以平面已知点并非以数量多、分布均匀为好。工程网直接服务于工程实践,要求有很高的相对精度,而 GPS 控制网本身作为一个整体在

(上接第 19 页)

Java 可通过两种方式与 VRML 通信。一种方法是将 Java 源程序编译生成的扩展名为 .class 的文件,通过 VRML 的 Script 节点嵌入 VRML 文档,具体是由 Script 结点的字段 url 来引用 .class 文件, eventIn 字段将事件传至 Java 程序,Java 程序对事件进行处理,通过 eventOut 字段将结果送回 Script 结点,实现对 VRML 节点的控制;另一种方法是利用 VRML 的 EAI (External Authoring Interface),它是一种介于 VRML 世界与外部环境的创作接口,使外部程序能够通过 VRML 事件模型访问 VRML 场景结点,这里的外接程序指的是与 VRML 文件一起下载到客户端的 Java Applet,Java Applet 可响应用户由键盘、鼠标发出的指令,实现三种类型对 VRML 场景的访问:访问 VRML 场景中的节点、发送 eventIn 事件给场景的某一节点、读取场景中某一结点的 eventOut 事件,来操纵 VRML 世界。

(2) Java Applet 对数据库的操作

与 VRML 文档一同下载到客户端的 Java Applet 可直接访问 Web GIS 服务器端相应数据库,完成人机交互时的属性数据调用。另外,Java Applet 还可通过 Socket 连接启动 Web GIS 服务器端的 Java Application,完成在服务器端的数据操作。

4 评价

从上面的论述可以看到,在这一方案中,建模数据库以空间点的三维坐标为基础建立,数据的获取途径较多,例如常规工程测量、GPS 散点测量、已知数字化地图采样等方法,不仅建库方便,且数据的通用性较强。VRML 的点线面造型法可直接引用这些点的三维坐标完成建模,模型的实现快捷,同时也可作为常用的 GIS 分析计算中的直接数据源,如面积土方运算、高程内插、特定区域勾界等。三

原坐标系统中的精度相对次要。所以已知点 2 个即可,但出于可靠性的考虑可选 3 个。

(2) 如果原有控制网范围较大,已知点远离中央子午线时,应采用一个已知点、一个已知方位及固定边的约束方法以保证 GPS 网的相对精度。

参考文献

[1] 南方 NGS-200 型 GPS 测量系统使用手册 [Z].

[收稿日期] 2003-08-25

[作者简介] 李玉宝 (1956-), 山东泗水人, 硕士学历, 副教授, 教研室主任。

维建模完成后,再加上新颖灵活的 Java 编程来进行人机交互,整个系统的运作是流畅的。这一方案的缺点在于,对规模较大的 GIS 项目,要较精确地完成三维建模和分析的任务,需要采集的空间点坐标数量会急剧增加,数据间拓扑关系的描述也相应复杂,将会出现由于数据量庞大而难于管理的局面,同时对网络带宽和用户机系统性能要求也相应提高,使得这一方案的应用范围受到限制。

5 结束语

3D GIS 和 WebGIS 都是目前 GIS 发展的热点,二者的结合虽然是新生事物,却有着不可忽视的生命力。从目前网络及计算机软硬件的发展状况来看,基于 Web 实现 3D GIS 有着良好的开发环境,其中的一些制约因素都将不断得以改善,这样,不久的将来,三维的虚拟 GIS 环境将通过 Internet 走入人们的生活。

参考文献

[1] 严子翔. VRML 虚拟现实网页语言 [M]. 北京:清华大学出版社,2001.

[2] 王克宏. Java 技术及其应用 [M]. 北京:高等教育出版社,1999.

[3] 汪兴谦,牛燕明,邓谆谆. VRML 与 Java 编程实例讲解 [M]. 北京:中国水利水电出版社,2002.

[4] 王艳慧. 基于 VRML 三维动态虚拟现实场景的实现 [J]. 四川测绘,2002,(2).

[5] 张昆,边藜苓. 网络环境下的 3 维空间数据分层可视化技术 [J]. 测绘通报,2002,(9).

[6] 万剑华,潘正风,李清泉. 基于 VRML 的虚拟城市的建立 [J]. 测绘通报,2002,(5).

[收稿日期] 2003-09-05

[作者简介] 石琴琴 (1975-),女,西南交通大学大地测量与测量工程专业硕士研究生。