

利用 Java-X3D 实现地震层位三维可视化

钱荣毅, 唐科学

(中国地质大学 地下信息探测与仪器实验室, 北京 100083)

摘要: 地震层位三维可视化可以提供形象化的地震层位三维特征, 便于地震资料的后期解释。在叙述地震层位三维可视化技术原理、目标、方法的基础上, 尝试利用 Java-X3D 技术实现地震层位三维可视化, 并利用实际坐标数据, 实现了在 Internet 上跨平台的地震层位及地质构造三维可视化模拟, 取得了良好的效果。

关键词: 地震层位; 数据可视化; Java-X3D 技术

中图分类号: P631.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2005)06-0561-04

可视化技术是 80 年代中期诞生的一门综合计算机数据处理、图形图像显示、辅助设计等技术的崭新交叉学科。其根本目的是要用真实的静态或动态图形图像描述观测数据、显示计算过程和分析结果, 从而揭示大量分离、复杂数据中包含的信息和内在联系, 使人们能更深入地理解各种现象的发生、发展及影响。地震勘探以其数据量大、数据分析方法多、运算量大而长期依赖计算机进行处理。地震勘探资料处理后的一个重要输出结果就是勘探地质体的层位信息, 分析结果一般都以图形图像来反映。所以, 可视化技术的出现给地震勘探工作提供了新的数据分析及结果表达的有效手段。笔者基于 X3D 用地层的空间坐标信息生成空间曲面, 加入视点切换功能, 对空间曲面进行了光照处理, 然后根据地层中坐标点的地震属性值对空间曲面进行纹理映射, 可通过 Java Applet 对层位颜色进行动态修改, 从而绘制出层状地质体的三维结果。

1 目标

地震资料是地下各种地质体的响应, 传统的地震资料分析方法是点、线、剖面资料分析入手, 进行解释和推断预测, 形成对地下地质构造、地层特性与矿产富集状况的认识。由于地震资料本身的离散、局部性和分析手段的限制, 长期以来反映地下地质形态、岩石特性的地震解释成果都以剖面图、平面等值线图、三维曲面图等形式来表达, 手段单调, 不形象。可视化技术的引入为地球物理工作者打开了一个五彩缤纷的三维世界。

地震勘探三维可视化的应用有 2 个方面: 一是

为数据分析解释提供新的手段, 二是为数据表达和成果显示充实的新方法。前者着重于人机交互或自动化的工作过程, 而后者更强调能准确反映客观世界的图形图像视觉效果。两者的基础是综合、整体、三维、真实感、动静结合的模式。就两者所要达到的根本目标而言, 前者是要建立一套自动化和人机交互相结合的资料三维立体与整体解释方法, 使人们不再把具有有机联系的数据分割成小块或小片, 而对整个数据体在三维空间进行分析解释, 比较直观地显示出各种地质界面、处理界面相互空间关系以及数据特征异常。后者是要把零星、局部、基本的解释结果在三维空间中综合起来, 把解释人员通过资料分析在头脑中建立的地质模式用三维图形图像完整地再现出来, 并能对各种地质过程和地震过程进行仿真模拟。

地震三维可视化最终的目标是: 地震三维数据体在三维空间整体显示与快速动画浏览; 地震三维数据体直接整体绘制与子区域自动划分, 几何面、几何体自动提取; 解释层位面、断层面, 进行三维地质构造形态建模, 生成空间不规则几何体集; 在三维地质模型中以空间观察通道形式进行钻井轨迹设计与钻井预演; 空间几何面、几何体的交互定位与修改编辑, 实施地震立体解释; 利用可视化或是虚拟现实技术进行油藏模拟。

2 特点及关键技术

地震勘探三维可视化应用软件开发工作有如下特点: 一是涉及的数据类型多样, 既有规则分布的数据场, 也有尺度不同的点、线、面数据, 这是当前地震

数据处理、解释向综合化、集成化方向发展的特点;二是数据关系复杂,既有空间结构方面的,又有属性变量方面的;三是数据图形图像表达方式各异。这些因素的融合使得地震勘探三维可视化软件开发的考虑因素增多,设计与开发难度大大增加。要开发出优秀的地震勘探三维可视化软件,必须很好地处理一些重要技术环节。

2.1 空间交互问题

空间交互是指在计算机屏幕上与三维场景中的景物发生操作关系。空间交互问题是立体解释、修改的基础。空间交互的关键点是从平面到空间位置转换,要把屏幕上视区内的鼠标器二维坐标转换为三维场景坐标系中的空间线,然后用包围盒法判断或搜索与空间线最接近的景物节点的方法确定空间目标及坐标。它涉及景物三维空间变换、包围盒计算、空间点线距离计算等过程。目前还有一种空间编辑工具,是以 3 个坐标平面操作合成空间坐标。

2.2 空间几何体模型生成问题

空间几何体模型能有效地表达地质模型,并可进一步实现体积计算、地质体运动演化等功能。对于简单模型,可用体素布尔运算加空间编辑的思路进行三维建模。这里的体素既有常规的球、圆柱、立方体,也包括用母线扫动、旋转获得的较复杂的三维体。对于复杂地质模型,只有先用控制点拟合出空间曲面,再把众多曲面穿插组合,分割整个立体空间,形成以不规则几何体为基本单元的体积模型。

2.3 图形图像生成的速度问题

快速生成图形图像是模拟、仿真的基础,可使人们对所要观察的对象有深刻的印象和完整的把握。在环境条件一定时,景物的复杂性和显示速度是一对矛盾,需要根据情况作出适当的权衡。在处理高维大规模标量、矢量数据场时,需要研究数据场简化或快速显示算法,才能保证其快速响应。

2.4 实现地震层位三维可视化的优势

实现地震三维可视化的方法众多,最常用的有 OpenGL、Matlab 和 Java-X3D 等。OpenGL 和 Matlab 等可视化手段,只能在 Web 服务器端生成图像,再一幅一幅传给客户端显示。在当前的 Internet 传输能力下,它们不能满足网络环境下高性能计算的可视化要求。Java-X3D 技术最大的优势在于它的代码的可传输性,生成可视化场景的小巧的 X3D 和 Applet,可以方便地从服务器传给客户端,然后在客户端本地运行。其传输的不是图像本身,而是控制三维图像生成的程序和数据,因而大大节省了网络传输的数据量。客户端从服务器端下载 X3D 和 Applet 数据

plet,由 Web 浏览器解释执行,在执行过程中不断从服务器端获取控制图像变化的数据,就可以生成动态的三维可视化效果。而且 Java 和 X3D 都是跨平台的语言,从而适合各个工作站点和不同操作系统的应用。所以 Java-X3D 技术能满足网络环境下跨平台高性能计算的可视化要求的。

地震勘探是一个十分依赖人的智慧的领域,在对各种数据资料进行处理、分析和最终解释地震层位时,需要勘探专家依据丰富的勘探经验和大量的专业知识进行参与和决策。同一套数据,不同的专家可能得到不同的结论,因此,专家分析决策水平的高低对地震勘探开发是十分重要的。基于 Java-X3D 可以实现网络地震层位可视化系统,即远程勘探系统(图 1)。此系统可把地球物理学家、岩石物理学家、地质学家和油藏工程师集中在一起,使在各地的勘探专家能够通过网络共同分析同一套数据,能够通过网络征求各方面专家的意见,使专家工作组的综合分析工作建立在网络之上,必将大大提高地震勘探数据处理、分析和勘探开发决策的水平。

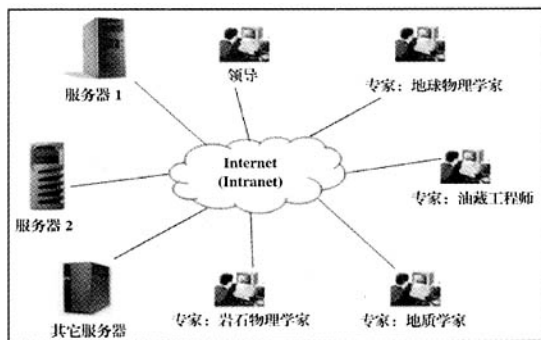


图1 基于 Java-X3D 远程勘探系统的原理

3 系统的设计与实现

地震勘探资料处理后的一个重要输出结果就是勘探地质体的层位信息。地质体的每一个连续地层可看作是一个空间曲面,而一个不连续的地层(如有断层存在),我们可以将其分解为多个空间曲面。笔者提出的方法基于 X3D 用地层的空间坐标信息生成空间曲面,并加入了视点切换功能,对空间曲面进行了光照处理。按照其发射光线的方向,可分为点光源、平行光源和聚光光源。在场景中,我们只能观察到由光源所产生的光照效果,而不能真正观察到光源的几何形状。然后根据地层中坐标点的地震属性值对空间曲面进行纹理映射,并可通过 Java Applet 对层位颜色进行动态修改,从而绘制出层状地质体的三维结果。

THE REALIZATION OF THREE-DIMENSIONAL VISUALIZATION OF SEISMIC HORIZON ON THE BASIS OF JAVA-X3D

QIAN Rong-yi, TANG Ke-xue

(*China University of Geoscience, Beijing 100083, China*)

Abstract: The technology of three-dimensional visualization is very useful in that it can provide three-dimensional image which contains the information of structures and stratigraphic characteristics. The authors attempt to achieve the three-dimensional visualization of seismic horizon based on Java-X3D. Compared with the conventional methods, this technology has advantages of stepping platforms, real-time character, distribution feature, and the power of interaction. It can satisfy the demand of three-dimensional visualization of highly complicated calculation in the network environment. In this paper, the authors employ the bend surface using the coordinate of the horizon based on X3D, and apply the function of viewpoint switch.

Key words: seismic horizon; visualization; Java-X3D

作者简介: 钱荣毅(1971-),男,副教授,在读博士,1993年中国地质大学(北京)应用地球物理系毕业,现主要从事地震勘探和工程地球物理的教学与科研工作,公开发表学术论文数篇。

上接 560 页

A STUDY OF THE MULTI-SOURCE INFORMATION FORECAST METHOD FOR COAL MINE WATER DISASTER

CUI San-yuan, CUI Ruo-fei

(*China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China*)

Abstract: On the basis of the MAPGIS platform, a multi-source information forecast system for coal mine water disaster has been developed and written with VC++ language. Multi-source data, including seismic, electrical and hydrological data, are processed. Special maps, registration and spatial quantitative analyses are made in the MAPGIS system. A forecast model is constructed. Using the system, the authors processed the actual data in some coal mines and, as a result, obtained more accurate forecasting results.

Key words: MAPGIS; multi-source information; spatial quantitative analysis; forecast of water disaster in coal mine

作者简介: 崔三元(1978-),男,陕西杨凌人,中国矿业大学硕士研究生,从事煤田地球物理勘探及GIS开发的研究工作。