

基于 VTK 三维地震数据体绘制系统框架

李大勇, 路游

(中国石油大学 地球物理与信息工程学院, 北京 102249)

摘要:针对地震数据信息量大的特点,文中提出了一种针对三维地震数据体绘制系统的框架。解决的方法是将数据处理、用户交互、渲染绘制分离成三个模块,并且设计了层次结构来保持模块之间的独立性,便于各个模块的修改、更换和扩展,提高了可视化绘制系统快速开发的灵活性。基于三维可视化开发工具包 VTK,设计并编程实现了一个地震数据体绘制系统界面。通过实验结果证明,此体绘制方案是可行的、有效的。

关键词:体绘制;三维地震数据;VTK

中图分类号:TP319

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)11-0201-03

Framework of Volume Rendering System for 3D Seismic Data Based on VTK

LI Da-yong, LU You

(College of Geophysics and Information Engineering, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: Aiming at the large amount of seismic data, a framework for the rendering system of three dimensional seismic data is proposed. The framework divided the system's major function into three modules including data process module, user interface (UI) module and rendering module. At the same time the framework generates three layers which can keep the independence among the modules. The framework also makes the system more flexible, extensible and adaptable. Based on VTK, design and program the rendering system of three dimensional seismic data. Experimental results show that the methods discussed in this paper are effective and correct.

Key words: volume rendering; 3D-seismic data; VTK

0 引言

科学计算可视化(Visualization in Scientific Computing)是发达国家在20世纪80年代后期提出并发展起来的一个新的研究领域。美国国家科学基金会在华盛顿于1987年2月召开了有关科学计算可视化的首次会议,与会者有来自计算机图形学、图像处理以及从事不同领域科学计算的专家。大家一致认为,“将图形和图像技术应用于科学计算是一个全新的领域”,并且指出,“科学家们不仅需要分析由计算机得出的计算数据,而且需要了解在计算过程中数据的变化情况,而这些都需要借助于计算机图形学及图像处理技术”。同时将这一涉及到多个学科的领域定名为“Visualization in Scientific Computing”,简称为“Scientific Visualization”^[1-4]。

现有的可视化系统主要以表达二维的图形和属性

信息为主。随着各个领域数字化工作的逐渐深入^[5],人们发现二维可视化系统和数据处理技术已经远远不能满足应用需求。现有的三维技术又多采用曲面绘制的方法,它还不能有效地表达数据体内部信息。近些年,随着计算机硬件性能的不提高和图形学的发展,为三维体绘制方法实现提供了技术和理论上的有力支撑^[6]。

1 三维可视化工具 VTK

Visualization Toolkit (VTK)是由Will Schroeder等三人创立的Kitware Inc.的开放源代码产品,是针对2维、3维图形图像和可视化用途设计的科学可视化图形库^[7]。用它特有的绘制特征,可以高效地生成三维数据体图形各种属性。

VTK中利用了流行的面向对象技术,可以在Windows、Unix等操作系统下运行。事实上,VTK仅仅是一个目标库。而这些目标库中的程序可以嵌入应用程序中,同时还可以在VTK基本函数的基础上开发自己的库函数。由于VTK是开放式的软件,而且具有强大的三维图形功能、良好的体系结构和高度的灵活性、可

收稿日期:2012-03-11;修回日期:2012-06-20

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60873093)

作者简介:李大勇(1986-),男,山东潍坊人,硕士,研究方向为图形学和三维可视化;路游,副教授,博士,中国计算机学会会员,主要研究方向为图形学、虚拟现实(VR)。

移植性,目前已在美国、西欧等各个高校、研究所已经得到了广泛的应用^[7,8]。

2 系统框架设计及模块构建

三维地震数据体可视化显示系统接受的数据是标准 SEG-Y 类型文件;此系统在 Visualization Toolkit (VTK) 软件包的基础之上,与 MFC 结合,实现外部用户交互界面(UI)与底层可视化功能的结合。

2.1 三维地震数据场可视化显示系统整体框架

a. 创建工区(Survey),接受用户指定的标准 SEG-Y 文件,分析提取文件的关键信息,生成信息文件保存至该工区目录下,便于后来的各应用程序读取;

b. 文件转换,提取外部的 SEG-Y 数据转换成本系统内部的数据文件,包括 SEG-Y 卷头、道头文件以及数据文件;

c. 选定已有工区,进入显示系统;

d. 三维地震数据体可视化显示系统主界面,包含各个子功能模块的操作。主界面包括功能菜单、树形功能操作窗口、三维显示窗口;所有功能集成于一个 MFC 单文档窗口之内;

e. 卷头、道头的显示功能,用于显示该工区的 SEG-Y 文件的卷头、道头信息;

f. 地震数据三维体绘制显示,由用户交互指定工区范围内的整体或部分体数据绘制、显示;

g. 地震数据二维切片绘制显示,由用户指定工区范围内数据体的切片绘制、显示;

h. 地震数据二维剖面图像显示,单独功能模块,由主框架调用,集成在 MFC 单文档窗口之内,接收参数显示指定地震剖面,包含放大、缩小,切换切片等功能。

2.2 数据读取、分析与转换

由于某种原因,VTK 中的程序不能识别 SEG-Y 文件格式。为此,系统需要用户首先建立工区来存储系统显示需要的原始数据信息。细节如下:

a、在本系统可执行程序所在路径下初始化路径文件 initpath.txt,首次启动程序读取默认路径,用户一旦更改工作目录立即保存,以后程序启动即读取上次工作路径;

b、工作目录下保存工区列表文件 SurveyListFile.txt,存放在该工作目录下的工区列表,用于读取已有的工区信息;

c、每个工区对应一个文件夹,文件夹下保存该工区的信息、转换后的文件。

其次,分析地震数据文件 SEG-Y 的格式特点:

(1)文本文件头:包括 3200 字节的文本文件头,其中有 40 条描述地震信息的直接可读记录。

(2)二进制文件头:在 400 字节的二进制文件头

中包含一些对整个文件有重要影响的 2 字节或 4 字节的两位互补整型数值。

(3)道信息:道头中以 2 字节或 4 字节的两位互补整型数据来存储该道的属性。道头的 1~180 字节的内容为道头属性值,181~240 字节是可选择信息。

(4)道数据:允许道的数据长度可变,并规定在二进制文件头中必须设置道采样间隔和采样数。每道的采样数可以不同,也不同于二进制文件头中给出的采样数。

最后,通过以上分析,可以将 SEG-Y 文件的数据格式转换为 VtkImageData 格式的数据。

2.3 显示界面设计

主界面提供了三维地震数据体可视化显示系统所有功能接口的跳转。

实现细节:

1、整体界面,MFC 切分窗口、树形操作界面、三维显示窗口;

2、菜单栏、工具条,子功能模块的跳转;

3、树形控件操作功能的具体实现;

在左侧窗口中操作树形控件,实现添加、删除、编辑切片以及体的功能。右击切片和体,可以选择对其进行编辑等操作。

4、三维显示窗口的设计^[9];

界面切分为两个视口,右侧视口为 VTK 显示窗口。

5、初始界面;

根据读入的地震数据,绘制并显示地震数据的边框。

6、三维窗口交互设计;

将右侧视口的鼠标信息移交给 VTK 窗口,由 VTK 窗口处理鼠标交互。鼠标交互可以改变观察视角,可以改变切片的位置(通过改写 vtkImagePlaneWidget 实现切片的交互)。

7、体绘制实现;

使用纹理映射算法实现体绘制,如图 1 所示。

8、切片显示的实现^[10];

使用 VTK 内部的 ImagePlaneWidget 实现切片的显示。

9、透明度、配色方案实现、切换功能实现;

10、视角快速切换实现;

11、颜色条实现;

12、跟踪坐标轴实现,如图 2 所示。

2.4 二维显示地震切片信息

该模块比较清晰和详细地显示一个切片的信息^[11]。包括切片两个方向的坐标范围等,如图 3 所示。

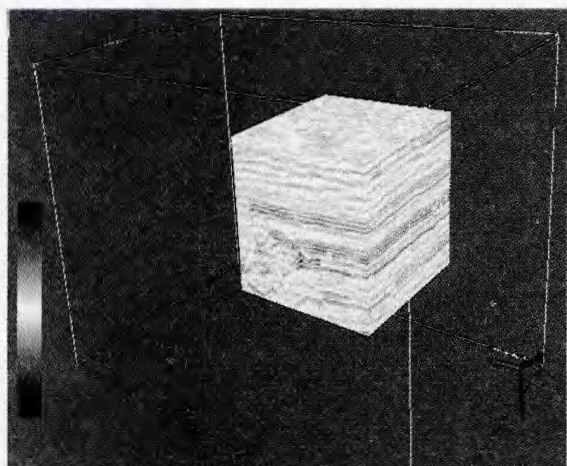


图 1 地震数据体数据的纹理映射算法实现

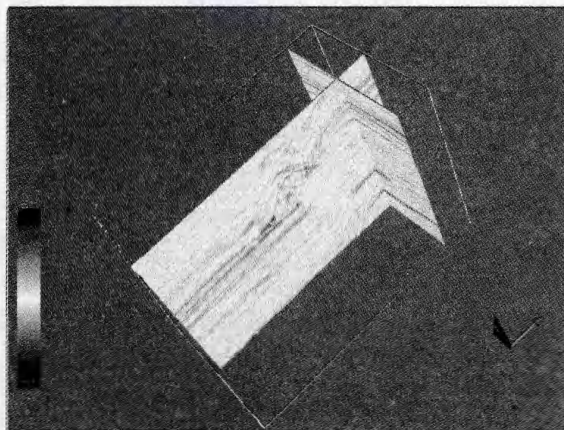


图 2 透明度、视角、坐标跟踪的交互

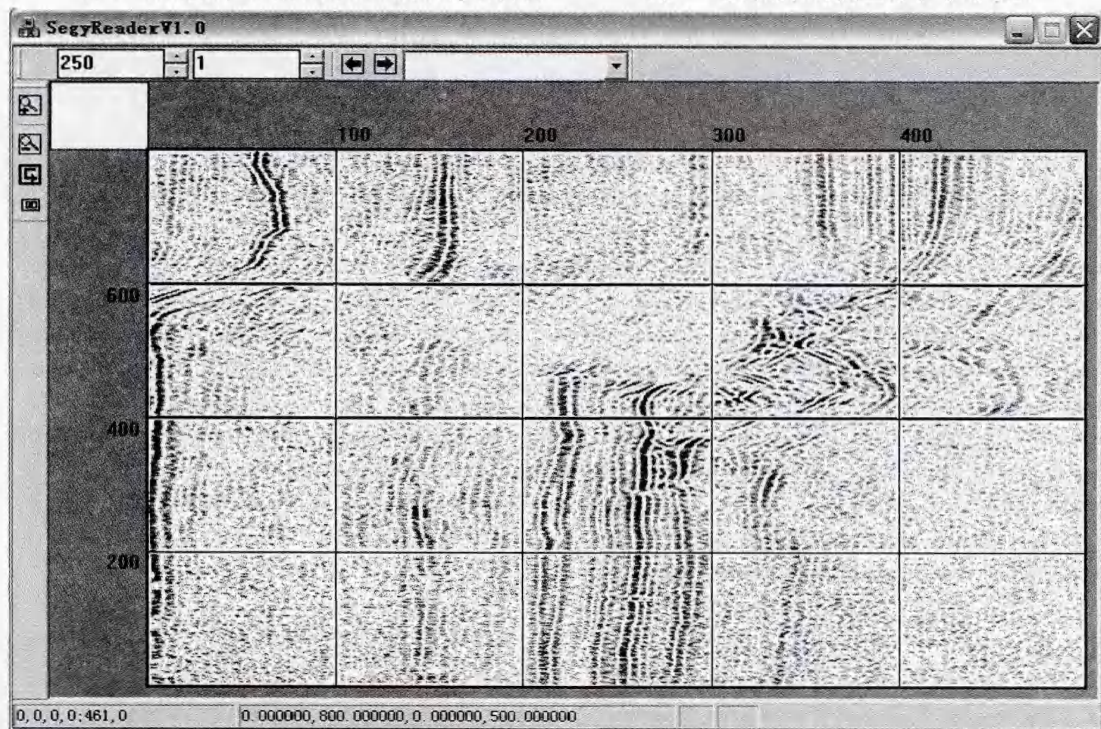


图 3 三维地震数据体的二维显示切片

功能实现:在单文档框架中嵌入 VTK 窗口,通过调整 VTK 相机的位置和角度,使要显示的切片占据整个 VTK 窗口。

利用鼠标交互实现切片的放大缩小功能。鼠标左击和拖动实现橡皮筋矩形框,放大所选的切片部分。左侧工具栏实现缩小、拍照功能。

3 结束语

文中利用计算机图形学的方法和理论以及 VTK 开源软件包,对地震数据可视化做了相关探讨。并在此基础上实现了以下设想:

(1)从地震数据可视化的基本要求出发,设计了

一种针对三维地震数据体绘制系统的框架。

(2)分析了 SEG-Y 数据格式并将其转换为系统所需要的内部格式。即,数据处理模块。

(3)利用 MFC 和 VTK 开发库以及 C++面向对象编程,实现系统主题框架与图形可视化模块的主要功能。

(4)实现系统主题框架的交互模块的主要功能。

在下一步的研究中,对数据加载、处理方面,设计并行处理策略。并采用多线程、后台处理,以便提高系统的数据处理效率^[12]。

(下转第 208 页)

的系统集成方案,并研究了基于组件的维修服务系统组件设计方案,对维修服务业务的一体化运作管理具有非常关键的作用。同时,为今后研究中小企业制造服务信息化以及“云制造服务”平台后向一体化的建设提供了基础研究工作。

表 1 组件的功能描述

包名	组件名	组件功能描述
服务台	维修服务请求	进入系统创建服务请求单,并发送消息给相关工作人员
	维修服务审核	服务企业工作人员对接收到的服务请求单信息进行审核,决定是否接受此次请求,并将其审核结果返回给请求方
	维修请求单	是服务请求过程中必须明确的信息,并且具有添加、修改、删除功能
维修合同管理	维修合同管理	是根据通过审核的维修请求单来进行维修合同的签署
	维修合同	是明确合作双方企业各自的权利和义务的有关信息,并且具有添加、修改、删除功能
维修计划管理	维修计划	是更具维修合同对需要维修的产品做详细的计划,如工单编号、描述问题、需要的技工、备品备件、时间等
	维修排程	根据工时预测、工单筛选以及资源进行综合工单分配
工单管理	工单记录	记录现场执行过程中的所想细节
	工单报告	工单执行完成后,报告工单的实际情况,如工时报告、备品备件使用报告、故障情况报告等
	工单查询	按照需要了解的情况对工单进行查询
	维修工单	是记载维修过程中必要信息的载体,包含着更细节的信息

参考文献:

[1] Ou J, Perot B, Rothstein J P. Laminar Drag Reduction in Microchannels Using Ultrahydrophobic Surfaces[J]. Phys. Fluids, 2004, 16(12): 4635-4643.

[2] Cook M B, Bhamra T A, Lemon M. The Transfer and Application of Product Service System: from Academia to UK Manufacturing Firms[J]. Journal of Cleaner Production, 2006, 14(17): 1455-1465.

[3] 布隆伯格. 逆向物流与闭环供应链流程管理[M]. 刘彦平译. 天津: 南开大学出版社, 2009.

[4] Seborg D E. 过程的动态特性与控制[M]. 王京春, 王凌, 金以慧译. 第2版. 北京: 电子工业出版社, 2006: 628-632.

[5] 牛培峰. 过程控制系统[M]. 北京: 电子工业出版社, 2011: 50-66.

[6] Jun H B, Kiritsis D, Xirouchakis P. Research Issues on Closed-loop PLM[J]. Computers in Industry, 2007, 58(8/9): 855-868.

[7] 刘涛, 侯秀萍. 基于 ESB 的 SOA 架构的企业应用研究[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(5): 231-233.

[8] 蔡伟淦. 软件工程中系统需求初探[J]. 信息系统工程, 2011, 20(9): 116-118.

[9] 高扬. 基于 .NET 平台的三层架构软件框架的设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(2): 77-80.

[10] 钱航伟, 项凯. 软件组件获取方法的研究[J]. 计算机工程与应用, 2005, 32: 73-75.

[11] 丁善静. 基于通信量优化的分布式组件部署策略的研究[J]. 计算机工程与科学, 2010, 32(1): 97-99.

(上接第 203 页)

参考文献:

[1] Alexandre M U Z Y. A post-processed 3D visualization tool for forest fire simulations[C]//1st International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques for Communication, Network and System. [s. l.]: [s. n.], 2008.

[2] 绍昊. 地质体的三维建模与可视化研究[D]. 北京: 中国地质大学, 2008.

[3] 梅康平. 基于 VTK 的医学图像重建与三维交互式方法的实现[J]. 计算机与数字工程, 2009, 37(6): 138-140.

[4] Malzbender T. Fourier Volume Rendering[J]. ACM Trans on Graphics, 1993, 12(3): 233-250.

[5] 徐宗健. "数字地球"与公路工程[J]. 公路, 2000(7): 69-71.

[6] Kidd G D. Fundamentals of 3-D seismic volume visualization[J]. TLE, 1999, 18(6): 702-709.

[7] Schroeder W, Martin K, Lorensen B. The Visualization Tool-

kit: An Object-oriented Approach to 3DGraphics[M]. [s. l.]: Prentice Hall, 1998.

[8] Admasu F, Toennies K. Anisotropic 3D seismic features for robust horizons correlation across faults[C]//Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing. Carolina, USA: [s. n.], 2005: 221-225.

[9] Gao D L. Volume texture extraction for 3D seismic visualization and interpretation[J]. Geophysics, 2003, 11(5): 1294-1302.

[10] 李金, 胡战利. 三维物体的任意方向二维断面图像提取[J]. 生命科学仪器, 2008, 6(1): 44-47.

[11] 王家华, 高建国. 三维地质数据的体绘制研究[J]. 中国科技信息, 2008(1): 113-115.

[12] Hetal S. A two-point, three-dimensional seismic ray tracing using genetic algorithms[J]. Physics of the Earth and Planetary Interiors, 1999, 113: 355-365.