

文章编号: 1001-1986(2001) 03-0005-03

VRML在三维地质曲面动态显示中的应用

芮小平,余志伟,许友志 (中国矿业大学资源与环境科学学院,江苏 徐州 221008)
邱少鹏 (中煤航测遥感局遥感应用研究院,陕西 西安 710054)

摘要:简要介绍了虚拟现实和 VRML 的基本概念。根据地质曲面的实际情况,提出采用网格化数据文件与 Elevation Grid 节点相结合方法建立虚拟空间,动态显示三维地质曲面。将该方法应用到煤田地质曲面上,取得了良好的视觉效果。
关键词:虚拟现实; VRML; GRID 文件
中图分类号: P628.3 TP399 **文献标识码:** A

1 引言

在地质领域中,如何形象地表现三维地质曲面,更好地反映地质表面形态变化,一直是个研究的热点。长期以来,人们借助于计算机图形学的知识,利用复杂的算法对地质曲面进行拟合、绘制并进行动态显示。近年来,随着一些优秀图形库(如 OpenGL)的出现,使得编程实现地质曲面动态显示的难度大大降低,但是由于三维地质曲面形态及其实现算法先天的复杂性,这些程序还很难适应目前日益发展的网络化要求。80 年代末 90 年代初期出现的虚拟现实技术,由于它能够充分反映三维物体的形态,同时又加强了人机交互的能力,为三维地质曲面的动态显示提供了新的研究思路。

虚拟现实(Virtual Reality,简称 VR)是一种新的概念,它用以描述当前涌现的借助计算机技术及最新的传感装置所创建的一种崭新的模拟环境。虚拟现实是一门综合计算机图形技术、多媒体技术、传感器技术、显示技术、以及仿真技术等多种学科而发展起来的,90 年代计算机领域的最新技术^[1~3]。作为虚拟现实技术与 WWW 的接口,虚拟现实建模语言(VRML)不但语法简单、结构清晰,而且具有强大的构建 WWW 上三维物体能力。它的出现使许多有内置 VRML 浏览器的网络用户能够亲自编写反映三维世界的程序,体会三维世界真实感。这些软硬件的发展又极大地促进了虚拟现实在各个领域的应用。

2 VRML在三维地质曲面中应用的原理及实现方法

2.1 VRML的基本概念

VRML 是英文 Virtual Reality Modeling Language——虚拟现实建模语言的缩写^[4,5]。VRML 文件是虚拟空间的文本描述,它是一个由文本编辑器或字处理器生成的文本文件。它主要描述虚拟对象的生成、所处空间位置、以何种颜色显示等特性。在 VRML 中定义了大多数目前在三维应用中通常使用的语义,如分层转换、光源、视点、几何学、动画、雾化、材料特性和纹理映射等。它是超文本标识语言 HTML 的三维模型,是一种用于 Internet 上描述三维交互式虚拟场景的独立于平台的开放式语言。VRML 主要可以完成四个功能:

- a. 使动画空间的物体运动;
- b. 在特定的空间里播放声音和影像;
- c. 允许使用者与你所在空间进行交互;
- d. 使用脚本来控制、改进自己设计的空间(脚本是指在 VRML 空间里实现动作的小程序)。

利用 VRML,我们可以在因特网上设计自己的三维虚拟空间,创建动态的三维世界,感觉丰富的虚拟环境。

最早的 VRML1.0 技术规范是在 1995 年 5 月出台的,而后又在 1996 年 8 月通过了 VRML2.0。目前,最新的 VRML 的规范修订本是 VRML97,已经由国际标准化组织 ISO 批准。

VRML 中采用的坐标系为符合右手规则的空

间坐标系,它以 VRML 浏览器中用户区的中心作为其坐标系的原心。该坐标系的基底坐标为 xoz 平面,而 y 则表示物体的高度。

VRML 提供了 6+1 度的自由,既可沿三个方向移动,也可沿三个方位旋转,同时还建立了与其它 3D 空间的超链接,因此 VRML 是超空间的。作为网络语言,它又具有平台无关性、可扩展性、在低带宽上良好的运行能力以及面向对象、面向事件等特点。

一个完整的 VRML 程序通常包括 VRML 文件头、原型、造型和脚本以及路径等几个部分。它可以在 EDIT 环境下编制,只要存为后缀名为 .wrl 的文本文件即可通过 VRML 浏览器观察。在 IE5.0 中,就内置了一个 VRML 浏览器,它可以直接打开所需浏览的 VRML 文件。

2.2 ElevationGrid 节点的定义

在 VRML 中能够反映面的节点主要有两种: IndexedLineSet 和 Elevation。能够反映地质曲面形态的节点主要为 ElevationGrid,其定义 (# 为注释符,在 VRML 文件被浏览时不起任何作用)为:

ElevationGrid{

```
x Dimension 0 # field SInt32
x Spacing 0.0 # field SFloat
z Dimension 0 # field SInt32
z Spacing 0.0 # field SFloat
height [] # field MFloat
color NULL # exposedfield SFNode
colorPerVertex TRUE # field SBool
normal NULL # exposedfield SFNode
NormalPerVertex TRUE # field SBoolSBool
TexCoord NULL # exposedfield SFNode
ccw TRUE # field SBool
solid TRUE # field SBool
creaseAngle 0.0 # field SFloat
set_height # event In MFloat
}
```

它的域含义和域值范围详细说明如下:

x Dimension 和 z Dimension 分别指定了基底坐标中网格的列数与行数。

x Spacing 和 z Spacing 分别指定了基底栅格中列间距和行间距。

height 域值表示 y 方向上的海拔,它是一个 x Dimension \times z Dimension 二维矩阵,基底上的每一个栅格点都与 height 矩阵中的一个海拔值相对应。

ccw 域指定了一个 bool 变量,如果该值为真,则表明在用海拔栅格建立地质曲面时采用逆时针边

界,反之则为顺时针边界。

solid 域也是一个 bool 变量,它表明海拔栅格指定的几何形状是否被当作实体造型。实体造型相邻表面的正面总是使这个造型上距离较远的表面的背面隐藏起来。如果是真则表明是实体,实体表面的背面在显示时被跳过,从而提高了绘图的速度。

creaseAngle 域的值指定了一个折痕角的阈值,它以弧度表示。如果栅格中相邻表面之间的夹角比折痕值阈值小,那么它们将被平滑绘制,从而使它们之间的边界变得模糊。如果这个夹角大于折痕角的阈值,那么这两个表面绘制时将不具有任何平滑的效果,同时它们之间的边界也显得清晰。

set_height 通过接受事件改变 height 矩阵中的海拔值。

color 和 colorPerVertex 为控制曲面表面着色的域,一般取其默认的值。

texCoord 提供了纹理坐标,它的值与海拔栅格中的每一个栅格对应。

normal 和 normalPerVertex 提供了一个法向量,用以控制物体的明暗效果。

2.3 网格化数据文件的数据结构

针对 ElevationGrid 节点域的特点,在处理数据时,将原始样品点数据处理成与之相应的网格化数据文件 (GRID 文件) 格式^[6]。网格化数据文件有两种格式,即文本格式和二进制格式,由于 VRML 是文本性描述语言,因此这里仅介绍文本格式的数据结构。在网格化数据文件中,前 5 行为文件头,以后各排数据为表示每个网格点对应的属性标高数据,各排中点的 x 坐标从小到大排列;第一批的 y 坐标为最小,往下按照网格间距逐渐增大。若一排数据一行写不下,可换行续写;但是,每一行均需从新行开始写。数据之间用空格隔开。GRID 的第一行为顶格写的四个字符,若为 DSAA,则指该文件为文本文件 (若为 DSBB,则为二进制文件)。GRID 的第 2 到第 5 行分别为:

```
nx ny
xmin xmax
ymin ymax
zmin zmax
```

其具体含义分别表示为:

nx 为网格列数, ny 为网格行数;

x_{min} 为 x 坐标的最小值, x_{max} 为 x 坐标的最大值;

y_{min} 为 y 坐标的最小值, y_{max} 为 y 坐标的最大值;

z_{min} 为标高 z 的最小值, z_{max} 为标高 z 的最大值;

第五行以后的数据为一个二维的矩阵,用以表

示插值后 z 的标高值,它的行数和列数由用户在插值时决定

2.4 用 VRML实现三维地质曲面动态显示的方法

在 ElevationGrid 节点中,控制三维地质曲面形态的域主要是 x Dimension z Dimension x Spacing z Spacing 及 height,如果在建立网格化数据文件时,使其第五行后的二维矩阵的行数与列数分别与 z Dimension 和 x Dimension 相等,则这几个域可以直接从网格化数据文件中找到对应的值。我们可以将 VRML动态显示三维地质曲面的方法总结为以下几个步骤:

a. 获取原始的样品点数据。典型的数据含有地理坐标 (x, y) 及其对应的标高值 (z)

b. 对原始数据进行处理。由于地理坐标的数值相当大,而在实际作图时,坐标值的前几个高位数据对图形形状不产生任何影响,因此,可以将地理坐标数据前几位相同的数据直接去掉,只保留图形位置的低位坐标。而对于控制曲面起伏形态的标高 z 值,可作规则化处理,具体公式如下:

$$z = \frac{z - z_{\min}}{z_{\max} - z_{\min}} \quad (1)$$

c. 将经过处理后的数据文件再进行网格化处理。目前能够进行数据网格化处理的软件包很多,我们选用效果较好的曲面样条函数插值法进行插值^[7],产生网格化数据文件。

d. 运用 VRML编制动态的地质曲面显示的程序。在处理 ElevationGrid 节点时,可分别将网格化文件中 nx 的值赋给 x Dimension, ny 的值赋给 z Dimension,而将网格化数据文件中第五行以后的数值赋给 height域。

e. 通过网络浏览器浏览动态的地质曲面,观察曲面变化形态,判断地势走向,从而进一步指导现实生产工作

3 应用实例

这里选用山东某煤矿的钻孔数据作为原始数据。通过 VRML编程,我们得到了能够全方位动态展示三维地质曲面的虚拟空间,用户可以从各个角度观察地质曲面的形态。(图 1)

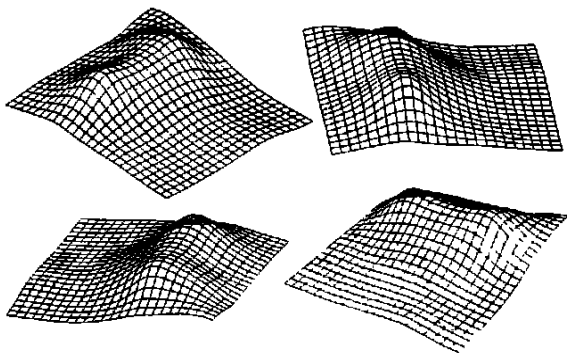


图 1 煤层地质曲面动态显示的几个图形

4 结语

虚拟现实技术是一个全新的领域,它在三维地质曲面动态显示领域所表现的强大功能,已经引起国内外专家的注意。而能够支持 WWW 浏览的 VRML具有很大的灵活性,一方面,它能够作为其它网络语言(如 HTML和 JavaScript 等插入的对象,另一方面它又能够通过 Script 调用其它网络资源,它的出现促进了虚拟现实技术向网络化发展。

虽然 VRML具有强大的构建三维对象的能力,但对于构建三维地质实体,实现难度较大,因为 VRML本身所带的几种几何原型都比较简单,不足以描述三维地质的实际形态。目前具有真三维操作功能的软件还不多,常用的方法是将体的问题转化为面的问题解决。为了适应网络化要求,我们可以选用 JAVA 语言与 VRML结合的方法,使用特定的算法,实现三维地质体的动态显示。

参考文献

- [1] 曾建超,俞志和. 虚拟现实的技术及其应用 [M]. 北京:清华大学出版社,1996.
- [2] 曾芬芳. 虚拟现实技术 [M]. 上海:上海交通大学出版社,1997.
- [3] 何定,华宏等; Joe Gratch. The Virtual Reality Construction Kit. 虚拟现实系统制作指南 [M]. 北京:电子工业出版社,1996.
- [4] 宗志方,季晖,谭江天. Anddrea L. Ames, David R. Nadeau, John L. Moreland. VRML2.0 Source. VRML资源手册 [M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [5] 张旆,杜可亮,刘见灼等. WWW 上的虚拟现实技术——VRML语言 [M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [6] 谭海樵,余志伟. 遥感与非遥感地质信息复合应用中的计算机处理 [M]. 北京:地质出版社,1995.
- [7] 余志伟. 一种新的地质曲面插值算法——曲面样条函数方法 [J]. 中国矿业学院学报,1987,16(4): 69-76

Application of VRML to dynamic display of three dimension gelolgic surface

RUI Xiao-ping, YU Zhi-wei, XU You-zhi

(College of Resource and Environment Technology, CUMT, Xuzhou 221008, China)

QIU Shao-peng (Remote Sensing Application Institute of ARSC, Xi'an 710054, China)

Abstract The basic conception of Virtual Reality and VRML is introduced. According to geologic surface, the virtual space to display the three dimension geologic surface dynamically is constructed using GRID file and Elevation Grid node. The application of this method to coal-field geologic surface approaches a fine visual effect.

Key words Virtual Reality; VRML; GRID file