

三维真实感地图生成

赵韶平

(北京第二炮兵第一研究所, 北京 100085)

高世海 齐世举

(西安第二炮兵工程学院, 西安 710025)

摘要 介绍了 OpenGL 的基本工作机制,并详细论述了利用 Windows95 + OpenGL + VC++ 5.0 平台开发三维真实感地图的基本原理和过程。实践证明,利用该方法开发三维地图不仅速度快,而且真实感效果好。

关键词 DTM OpenGL 纹理映射 真实感地图

0 引言

地形是自然界最复杂的景物,其三维真实感图形的绘制一直是国内外计算机图形学领域关注的热点。三维真实感地图能高度逼真地反映外部真实世界,相对于传统纸制地图和计算机生成的线划地图、实体型地图,它具有可视化程度高、动态感强、存储和查询方便等优点。

由于通常所用地图的数据量极大,三维真实感地图的生成对计算机的图形处理能力提出了很高的要求。这些工作原来只能在三维图形工作站或大型计算机上完成,但其昂贵的价格使大量用户望而却步。因此基于普通 PC 机快速生成高度真实感的三维地图是计算机图形学领域的一个挑战性课题,具有重要的经济和军事价值。

1 性能卓越的三维图形开发平台

三维真实感地图的生成是基于 OpenGL 和 Visual C++ 5.0 平台开发的。VC++ 5.0 具有功能强大,可视化编程能力强,界面友好等特点。而 OpenGL 是近几年发展起来的一个性能卓越的三维图形标准。前几年,OpenGL 只能在具有 UNIX 操作系统的工作站上使用。最近 Microsoft 公司已把 OpenGL 动态链接库挂到 Windows NT 和 Windows 95 中,并把 OpenGL

图形库封装在 Visual C++ 2.0 及以上版本中,使广大 PC 机用户可以利用 OpenGL 快速开发高质量的三维图形。

该开发平台的硬件配置为 Pentium 133 微机 + OpenGL 三维图形加速卡。

2 三维真实感地形图生成

2.1 数据格式

地形图生成所用的原始数据为 DTM (Digital Terrain Model) 数据。DTM 数据是用一系列等间隔的地形高程值来表示。它代表一块方形网格地形,网格交叉点就是对应地面某点的高程值。这些点的 X, Y 值可从方形区域的行列号和间距值中推算出来。DTM 数据的基本格式如图 1(a) 所示。

2.2 坐标转换

通常的 DTM 坐标系与 OpenGL 的坐标系是不同的,因此三维地形图的生成,首先要进行空间三维坐标变换,即将世界坐标的地形数据 (X, Y, Z) 转换为观察坐标空间的数据 (X_1, Y_1, Z_1) 。然后把地形景物放置于观察坐标系中的合适位置,并设置好视点以作为基准点观察地形场景。如图 1(b) 所示。

2.3 地形模型的简化

由于实验平台的地形数据庞大,在一般计算机条件下进行三维场景的计算和绘制都很困难。故很有必要对地形模型进行简化和分层处理。在国内外已有用小波或倾角阈值编码法进行地形模型数据的

简化的报道。本文采用比较简单而实用的间隔采样方法。彩色图版 I 中的图 1 为不同采样间隔所生成的地形图。可以看出采样间隔小的地形图反映地形逼真,而且质感细腻。而采样间隔大则因信息损失大而导致失真度大,图形粗造。其间隔的选取应综合考虑显示速度与效果之间的平衡。

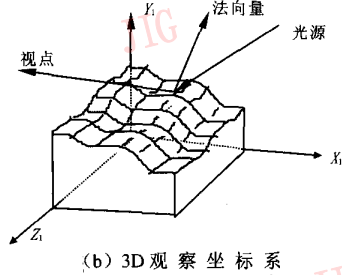
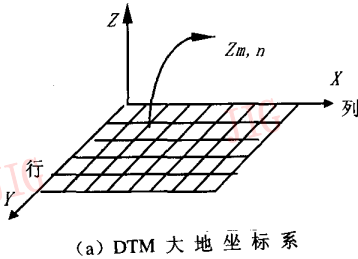


图1 坐标系对应关系

2.4 多边形预处理

OpenGL把图形单元分解成基本片面后进行栅格化。显然,对一个庞大的模型数据集进行分解需要大量的计算。因此在场景模型的建立过程中多边形的预处理是图形优化的重要步骤。

多边形预处理的最佳方法是把多边形分解成三角形网,因为三角形网不仅可以使命令解释器的次数最少,而且可最大限度地利用CPU与图形管道之间的数据传送带。

2.6 使用纹理映射

纹理映射技术是真实感技术的一个重要方面。地形表面的纹理具有颜色和几何纹理的双重属性。遥感图象是对地面景象的一种真实记录,它所含的信息量丰富,现势性好。因此,将遥感图象作为一种真实的纹理图象,采用纹理映射算法生成地形表面的三维实景图,使三维真实感地图显示出与实地一致的纹理特征。这样就可以很好地仿真客观世界。纹理映射效果如彩色图版 I 中的图 2、图 3 所示。

2.5 光照和色彩定义

OpenGL的光照和材质功能使得三维物体具有真实效果。场景的视觉效果由光源和物体材质共同决定。三维图形的光源和材质取决于3个光因子:环境光(Ambient)、漫射光(Diffuse)、反射光(Specular)。OpenGL中光源的颜色是按照它们发出的红、绿、蓝光的强度来描述的。而材质颜色是用材质对光的红、绿、蓝三元色的反射百分率来近似定义。其中,RGB值的范围是[0.0,1.0]。其颜色关系如图2所示。

3 地物模型建立

虚拟地形环境中,地物模型一般为实物模型,如街区、桥梁、汽车、丛林等。如果要直接通过三维建模或编程来开发,将是很复杂烦琐的,也需要大量相关学科的知识。

文中探索了一种地物模型的建立方法。以制作飞机模型为例(如图3所示),用3DS建立飞机模型,然后利用转换软件,将其转化为适于OpenGL中处理的显示表。在需要地物时,通过调用显示表显示该飞机模型。此方法为三维真实感图形提供了一种新的便捷方法。

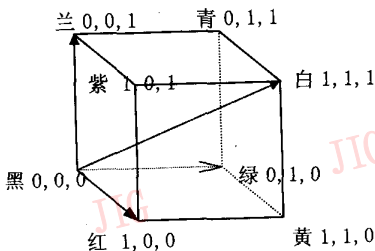


图2 材质RGB颜色关系



图3 地物模型

4 地物叠加

三维真实地形图所用 DTM 不仅应有地形表面的高程数据,而且还要有叠加在地形表面的各种人工和自然地物。人工和自然地物就其几何形状,分为线状地物,如交通网、河流等;面状地物,如湖泊、居民地等;以及点状地物,如塔、井等。

在 DTM 上叠加地物要完成两个匹配:

(1) 地物数据在 $x-y$ 平面上与 DTM 格节点的匹配;

(2) 地物数据点高程与 DTM 格网节点高程的匹配。

地物数据在 $x-y$ 平面上与 DTM 格网节点匹配时可采用距离近似原则:若地物数据点在 $x-y$ 平面上的值为 (x, y) ,那么,它对应的格网节点 $N(m, n)$ 为: $m = \text{INT}(\frac{x}{M} + 0.5)$, $n = \text{INT}(\frac{y}{N} + 0.5)$,地物数据点高程值为 $z = f(m, n)$,即格网节点地表高程值,如图 4 所示。

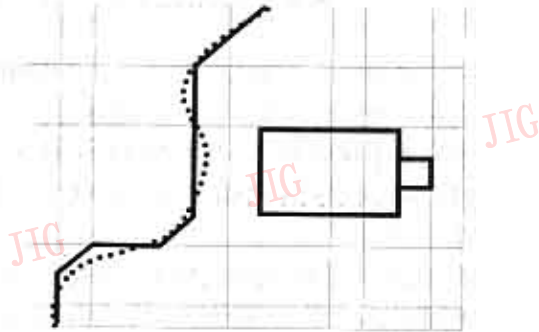


图 4 地物叠加示意图

在 DTM 上叠加地物的一个直接应用就是生成电子沙盘,如彩色图版 I 中的图 4 所示。

贯穿整个三维真实感地图绘制的图形优化技术是 OpenGL 显示表的使用。显示表方式的设计能很好地优化程序运行性能,提高图形绘制的效率。



高世海 西安第二炮兵工程学院教授。主要研究方向为突防与精确制导技术,在组合制导,电子测量与计量,图象图形处理方面有重大影响。

5 应用开发

三维真实感地图生成技术已成功移植应用于若干领域,如某地理信息系统中的三维场景漫游,某飞行器飞行视景仿真,及三维战场动态推演。彩色图版 I 中的图 5 即为某地理信息系统中的场景漫游,该模块能实现三维地形的移动、旋转、沿路线漫游及叠加地物等功能。

6 结论与展望

本文介绍了利用 Windows95 + OpenGL + VC + 5.0 平台开发三维真实感地图的方法。在探讨地形三维显示的理论及算法中采用了显示表、多边形预处理、纹理映射等新方法,并使用多种图形软件及数据库的跨平台开发方法,使三维图形开发速度有了极大的提高,真实感也得到了很大的增强。在三维真实感地图生成的基础上应用动画技术可进一步开发成三维动态电子地图和电子沙盘,以顺利进行三维作战推演及视景仿真等。该方法也可用于各种三维真实感图形的开发。

参考文献

- 1 孙家广等. 计算机辅助几何造型技术. 北京:清华大学出版社, 1990.
- 2 李晓梅,黄朝晖. 科学计算可视化论. 长沙:国防科技大学出版社,1996.



赵韶平 北京二炮某研究所硕士研究生。主要从事图象图形处理, GIS, 精确制导及网络数据库等方面的研究工作。



齐世举 西安第二炮兵工程学院副教授。主要研究方向为自动控制与精确制导技术。

Generation of Stereo Map with High Scene of Reality

Zhao Shaoping

(The First Institute of the Second Artillery, Beijing 100085)

Gao Shihai, Qi Shiju

(The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025)

Abstract In this paper, the fundamental work mechanism of OpenGL is introduced firstly, and then the principle and course of generating stereo map with high scene of reality are discussed in detail under the platform of Windows 95 + OpenGL + Visual C++ 5.0. The fact shows that it is prompt to develop stereo map with this method, and the real display effect is improved very much.

Keywords DTM, OpenGL, Texture mapping, Stereo map with high scene of reality

益世公司针对三维制作和先进的机械设计需要推出 基于 REALimage 技术的 Tornado 图形板系统

益世公司宣布推出该公司目前最强大的图形板产品 Tornado 3000™。Tornado 3000 图形板的用户群是使用 Windows NT 进行三维制作、模拟、可视化、高端机械设计的专业人员,为业界提供领先水平的纹理功能、双屏、真彩输出和高清晰度。此前不久,益世公司曾推出低价位的 Lightning 1200™ 图形板。目前,连同现有的 AccelGALAXY 系列图形板,益世公司具有价位在 699 美元至 1649 美元之间的基于 REALimage 技术的图形板产品。

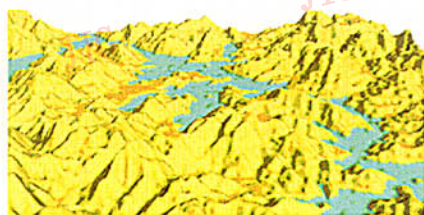
Tornado 3000 图形板采用了 REALimage 3000 技术,是目前专业级图形卡中图形纹理处理速度最快的图形卡,且支持 1920 × 1200、1920 × 1080(HDTV)真彩分辨率和每屏 1280 × 1024 的双屏。Tornado 3000 每秒处理 5 百万个图元,能够在最高 3D 屏分辨率下,以每秒 100 兆图元的持续像素填充率支持具有纹理的双线和三线多边形。此外,它还支持益世公司的 DYNAMICgeometry™ 驱动软件,充分利用 Intel PIII 的 SIMD 单指令多数据扩展功能。

益世公司的 Tornado 3000 图形板的推出获得了许多三维制作领域的支持,其中包括主要的应用程序销售商等。Discrete 公司 3D Studio MAX(前 Autodesk 公司 Kinetic 部)的产品经理 Phillip Miller 说:“Tornado 3000 的双面处理速度极其显著,对需要强大功能或想以 1280 × 1024 的真彩运行双屏的 MAX 用户来说,这是理想的选择。”英国三维创作市场的主要平台供应商——Max Black 公司的技术经理 Andy Bennett 说:“益世公司的 Tornado 3000 图形板提供了一流的纹理和几何处理功能,价格定位合适,这正是我们的用户所需要的。它让我们生产出能够与 Intergraph 和 SGI 公司竞争的工作站。”

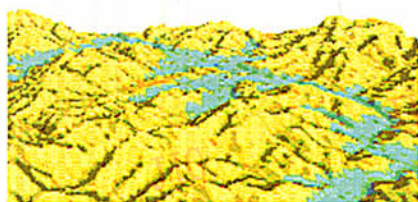
Avid 技术公司 Softimage 项目经理 Patrick de Grasse 说:“Tornado 3000 在我们的 3D Studio Max 和 Avid Softimage|3D 测试中表现出众,我过去从没看到过这么出色的性能。我们的用户一直渴望着一种能提供非常高水平的纹理贴图功能和质量的图形板,益世公司的 Tornado 3000 不仅做到了这点,而且提供更多,Avid 的 Softimage|3D 用户将对此非常满意。”

益世公司工作站图形部副总裁 Rick Maul 说:“益世公司 Tornado 3000 图形板满足了三维制作专业用户的需求。针对市场的需要,我们增加了一种可以提供特殊能力的内存子系统构架,如支持 3D Studio Max 用户的高速双面功能和支持 Softimage 和 Lightwave 用户的高性能双监视器。此外,机械设计人员所需要的支持大型监视器分辨率如 1920 × 1200 或双监视器的功能也能从 Tornado 3000 的先进性能中得益。”

益世公司 Tornado 3000 图形板支持益世公司 DYNAMICgeometry™ 驱动软件构架,能充分地使用多种工作站资源,使用基于奔腾三代内处理器的 Intel 单指令多数据 SIMD 扩展和硬件几何引擎进行 OpenGL 几何处理及数据传输加速。



(a)间隔取样=2



(b)间隔取样=8

图1 不同间隔取样所生成的地形图

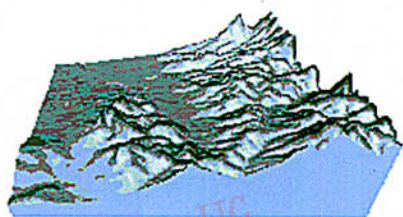


图2 原始地形图

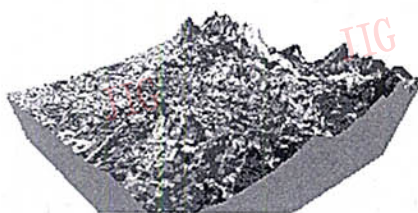


图3 迭加纹理的地形图

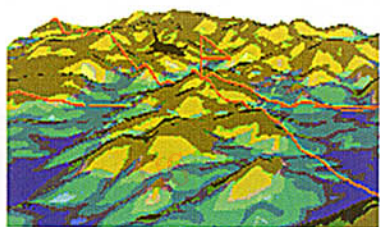


图4 地物迭加

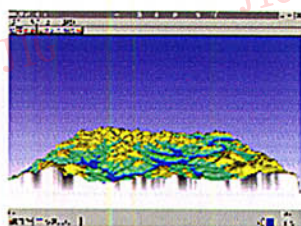


图5 三维地形漫游

孙松青等：电视天气预报图象图形自动人机交互处理系统

图版 I



图1



图2