

基于 LOD 建模的视景仿真生成技术研究

李竹林^{1,2}, 孟晓红¹, 张洪香¹, 赵宗涛¹

(1. 第二炮兵工程学院, 陕西 西安 710025;

2. 延安大学 计算机科学系, 陕西 延安 716000)

摘要: 细节层次(LOD)模型是指对同一个场景或场景中的物体, 使用具有不同细节的方法得到一组模型以实现三维场景仿真, 而视景生成会使仿真过程更直观形象。文中提出一种利用地形、景物数据库数据, 采用 LOD 建模方法实时生成三维视景, 实验结果表明该方法具有一定理论和实用价值。

关键词: 仿真; 视景生成; LOD

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1005-3751(2006)02-0050-03

Research on Generating Technology of Visual Simulation Based on LOD

LI Zhu-lin^{1,2}, MENG Xiao-hong¹, ZHANG Hong-xiang¹, ZHAO Zong-tao¹

(1. The Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025, China;

2. Department of Computer Science, Yan'an University, Yan'an 716000, China)

Abstract: LOD is a modeling technology with different details in the same scene, its purpose is to realize 3D visual simulation. View - scene generating can make combat - simulation visualization and reliable. This paper proposes a method of 3D view - scene generation that using the data of terrain and object database. The simulation results show the method is valuable.

Key words: simulation; view - scene generating; level of detail

0 引言

随着未来作战向信息化方向发展, 作战体系由陆、海、空向陆、海、空、天、电一体化方向发展, 战场环境、作战条件十分复杂。为使部队作战有效完成作战任务, 仅靠一般的定性分析, 采用一般的解析模型难以检验作战方案, 必须通过作战仿真才能检验评估作战方案, 而视景仿真技术的应用为研究作战运用问题提供了新的手段和平台。

建立 LOD 模型能有效地降低数据量和复杂度, 实现三维场景的实时处理^[1~3]。文中利用 LOD 技术对地形和场景中的物体进行仿真建模, 然后根据仿真任务的要求来驱动模型, 实现信息的多维化, 为用户创造了一个实时反映实体变化与相互作用的多维图形世界, 形成作战仿真三维战场视景图。

1 细节层次(LOD)建模

细节层次(LOD)简化技术进行仿真建模的基本思想是^[4]: 从网格的拓扑特性出发进行顶点删除操作、边压缩操作和面片收缩操作。

a. 顶点删除操作: 删除网格中的一个顶点, 然后对它的相邻三角形形成的空洞做三角剖分, 以保持网格的拓扑一致性;

b. 边压缩操作: 把网格的一条边压缩为一个顶点, 与该边相邻的两个三角形退化面积为零, 而它的两个顶点融合为一个新的顶点;

c. 面片收缩操作: 把网格上的一个面片收缩为一个顶点, 该三角形本身和与其相邻的 3 个三角形都退化, 而它的 3 个顶点收缩为一个新的顶点。

利用这些基本操作, 计算每次操作给网格场景带来的误差计算, 把用这个误差代价计算方法计算出的原始网格上的每一个误差作为权值, 通过循环进行网格简化。

LOD 技术的研究主要集中在以下两个方面:

(1) 建立不同层次细节的几何模型, 对任意给定的复杂多边形网格 M , 由精细至粗糙建立一个模型序列: 从 $M_0, M_1, \dots, M_n$, 其中 $M_0 = M$ 。与原模型相比, 每个模型均保留了一定层次的细节。当从近处观察物体时, 采用精细模型, 而当从远处观察物体时, 则采用较为粗糙的模型。

(2) 建立相邻层次多边形网格 $M_i, M_{i+1} (0 \leq i < n)$ 之间的几何形状过渡:

$$\Psi: M_i \rightarrow M_{i+1}$$

当视点连续变化时, 在两个不同层次模型间就存在一个明显的跳跃, 因而有必要在两个相邻层次的模型间形成

收稿日期: 2005-05-25

基金项目: 二炮科研项目(EP2002-062)

作者简介: 李竹林(1972-), 女, 陕西佳县人, 博士研究生, 研究方向为指挥自动化; 赵宗涛, 博士生导师, 研究领域为数据库与信息处理。

光滑的视觉过渡,这称之为几何形状过渡。

3D 模型 LOD 算法的基本思想是找出夹角最小而且公共边最短的两个三角形,将它们的公共边删除,将共边的三角形合并,然后不断循环。

步骤如下:

Step1:根据权值计算公式^[5]计算所有边的权值;

Step2:将权值最小的边(两个端点为 u 和 v)删除,并将边的相邻面进行合并;

Step3:重新计算包含顶点 u 和 v 的所有边的权值;

Step4:重复第 2 和第 3 步,直到三角形数量减少到要求的数量。

通过细节层次显示和简化技术,不仅可以较好地简化场景的复杂度,同时,采用不同分辨率的模型来显示复杂场景的不同物体,使在生成的真实感图像质量损失很小的情况下,实时产生真实感图像,满足了作战仿真推演过程实时性要求。

2 视景生成技术

文中是利用地形、景物数据库数据,采用 LOD 建模方法生成三维视景。主要作法是利用先进的虚拟现实技术软件和建模软件,根据计算机图形学的原理,把三维真实景物用二维的图形组合表现出来,利用图形管理数据库建立它们之间的关系,使它们有机结合,构成三维视景。

2.1 基于 Vega 的仿真驱动的实现

构造完仿真模型,需要根据实际仿真任务的要求来驱动模型,生成既有好的视觉效果又可实时现实的动态图像。为了能较容易地开发基于 MFC 的 Vega 应用程序,Vega 通过继承 MFC 中的 CView 类而派生出一个子类 zsVegaView,它提供了启动一个 Vega 线程最基本的功能。整个仿真程序由以下几个基本步骤组成:

Step1:系统初始化。设置图形运行环境,创建公共数据区,并为各类列表预分配初始长度的内存,初始化各类参数。

Step2:文件定义。读取三维场景文件,将其数据存入各类列表中。

Step3:系统配置。对场景作预处理,以便渲染时调用。

Step4:渲染显示。获得由外部输入和系统其它部分产生的状态参数,并根据这些状态参数,完成对视景仿真对象的控制和实时显示。

框架如下:

```
zsVegaView.h:
class vgObserver; //定义观察视点
class vgScene; //定义场景
class vgObject; //定义实体对象
zsVegaView.cpp:
void zsVegaView::runVega(void)
{
```

```
vegaThread = AfxBeginThread(runVegaApp, this, THREADID_PRIORITY_LOWEST);
```

```
//启动线程
```

```
.....
```

```
}
```

```
UNIT runVegaApp(LPVOID pParam)
```

```
{
```

```
zsVegaView * pOwner = (zsVegaView *)pParam;
```

```
vgInitWinSys(AfxGetInstanceHandle(), pOwner->GetSafeHwnd()); //初始化
```

```
vgDefineSys(pOwner->adfName); //文件定义
```

```
vgConfigSys(); //系统配置
```

```
while(pOwner->getContinueRunning())
```

```
{
```

```
vgSyncFrame(); //实时刷新显示
```

```
vgFrame();
```

```
.....}
```

```
}
```

2.2 虚拟战场环境的实时显示

大场景的实时显示一直是虚拟战场环境仿真的难点,而观察视点的变换、特殊效果的显示等也是战术导弹视景仿真中需要关注的问题,文中主要对这个问题进行探讨与研究。

2.2.1 大场景管理技术

作战视景仿真系统要求在大量复杂数据库上连续运行而无延迟,对高精度和真实地理信息方面的要求增加了仿真应用的复杂性。这样一次驻留在工作站内的海量数据的管理问题是目前视景仿真领域研究的重要内容之一。利用数据库子集技术虽然可以解决内存不足的问题,但同时也导致了由于装入新数据库而延迟的后果,因此文中在数据库子集的基础上,采用了 AOI(感兴趣区域)和动态调度策略来解决海量数据管理的难题。

在三维地形环境绘制时,通常只处理感兴趣区域。动态定义一个可移动的数据库原点,采用双精度类型,它始终接近观察者,从而当观察者远离数据库的初始原点时,消除了显示效果上的任何跳动。在视景仿真系统的战场环境管理中运用 AOI 技术,使观察者在视觉数据海洋的中心位置并允许用户定义它的规模,在实时非同步数据处理的过程中,确保了系统的高性能、易用等特点,并有效地分配和使用昂贵的计算机系统内存。

动态调度策略就是在对场景进行处理的基础上,视景仿真程序创建子进程场景库进行管理,并创建数据融合缓冲区及通讯标志进行数据块的装载/卸载操作和通讯。在模拟实物运动过程中,视景仿真程序需要在场景库管理子进程中动态地装载地形环境,内存中只保留 AOI 内的装载模块,近距离内采用高精度模型子块,远处调用低精度模型子块,纹理内存也同样处理。

2.2.2 听觉信息的显示

听觉信息是仅次于视觉信息的第二传感通道,它是虚

拟战场环境多维信息中的一个重要组成部分。与一般虚拟环境的声音显示不同,在多维信息显示系统中要充分考虑全局因素,声音的强度不能以声源的真实距离计算,有时大距离也要求有声音,这时就必须增加听觉信息的提示。另外,由于同时观察到的实体数目较多,为了不使其产生混乱,必须按照一定的规则和顺序进行有选择的显示。

在本模拟实验中,为某实体的飞行过程加入了声音特效,增加了视景仿真的真实感,其关键步骤如下:

a. 定义存储声音数据的动态数组:

```
CArray < awSound *, awSound * > m_DanEngineSound;
```

b. 在相应的状态下让声音特效触发:

```
vgTriggerSnd(m_DanEngineSound.GetAt(Index));
```

c. 清除声音:

```
vgRelSnd(m_DanEngineSound.GetAt(Index));
```

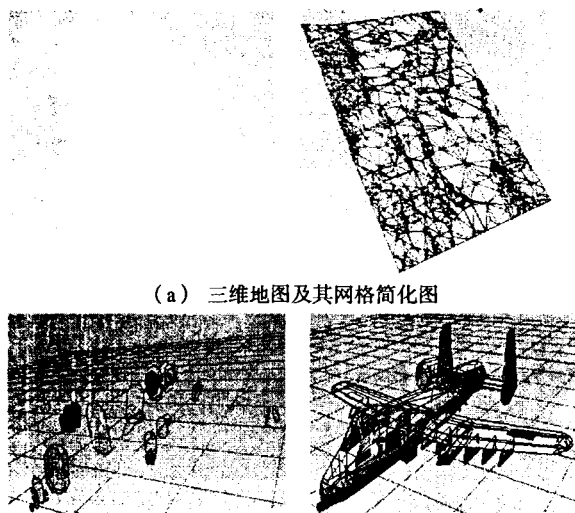
```
m_DanEngineSound.RemoveAll();
```

3 实验结果

(1)硬软件环境。

模拟仿真系统的硬件环境:图形工作站、若干 PC 机、网络交换机等。软件环境: Windows NT V4.0 操作系统, Oracle V8.1.6 数据库, MultiGen 三维建模软件, Vega3.7 SP for Windows 视景仿真驱动, Visual C++ 6.0 软件开发工具等。

(2)实体网格构建模型如图 1 所示。



(a) 三维地图及其网格简化图

(b) 景物主体截面图和构建图

图 1 地表面和飞机实体建模图

(3)三维视景部分图如图 2 所示。

图 2 所示的场景为部分战场视景,典型目标飞机清晰可见。使用文中介绍的方法进行调试,可以得到满意的效果。在作战仿真中,经应用证明,所述理论方法是可行的。

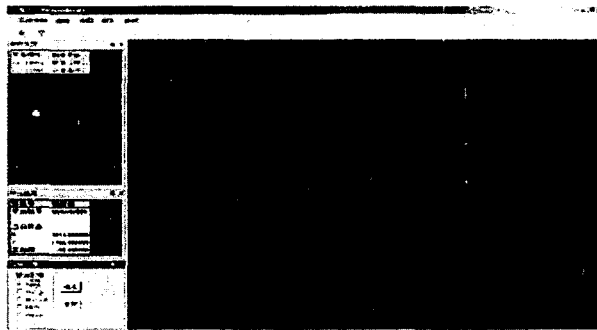


图 2 部分场景图

关于仿真视景的生成,主要结合实际应用进行讨论和实验,还有不少问题有待进一步研究,例如,改进 LOD 算法,快速准确地提取感兴趣区域(AOI),改进动态调度策略等等,以进一步提高实时性,这对作战仿真系统是至关重要的。

4 小结

利用 LOD 进行仿真建模,根据仿真任务的要求对已建模型进行场景渲染与显示。并给出了采用仿真建模工具 MultiGen 和视景驱动软件 Vega 进行战场三维态势显示的结果。与传统的图像绘制合成技术相比,不仅能够较好地保持细节,保持模型的拓扑结构和几何特征,而且提高了实时性和逼真度。

参考文献:

- [1] 彭雷,戴光明. LOD 模型生成算法研究[J]. 微机发展, 2005,15(4):27-29.
- [2] Bimber O, Frohlich B, Schmalstieg D. Real-time view-dependent image warping to correct non-linear distortion for curved Virtual Showcase displays[J]. Computers & Graphics, 2003,27(1):515-528.
- [3] 马小虎. 虚拟现实多细节层次模型的研究[D]. 杭州:浙江大学,1997.6-30.
- [4] Hoppe H. Smooth view-dependent level-of-detail control and its application to terrain rendering[A]. Proceeding of IEEE Visualization[C]. North Carolina, United States: Research Triangle Park, 1998.35-42.
- [5] 张宛方,苏鸿根. 3D 模型 LOD 算法的研究及其 OpenGL 实现[J]. 计算机工程与设计,2004,25(10):1790-1791.

(上接第 49 页)

- [5] 贾云得. 机器视觉[M]. 北京:科学出版社,2000.226-235.
- [6] Yuille A, Hallinan P, Cohen D. Feature Extraction from Faces Using Deformable Templates[J]. Computer Vision, 1992, 8 (2):99-111.

- [7] 耿新,周志华,陈世福. 基于混合投影函数的眼睛定位[J]. 软件学报,2003,14(8):1394-1399.
- [8] 王磊,莫玉龙,戚飞虎. 基于霍夫变换和眼睑弹性模板的眼睛特征提取[J]. 红外与毫米波学报,1999,18(1):53-60.