

# 某训练模拟器电视跟踪系统视景仿真设计

兰文祥, 李卫忠, 高鹏, 陈长兴

(空军工程大学 导弹学院, 陕西 三原 713800)

**摘要:**根据电视跟踪系统实时、快速、直观、逼真的要求,在开发某训练模拟器的电视跟踪系统时采用了 OpenGL 与硬件相结合的解决方案。介绍了利用 OpenGL 开发电视跟踪系统视景仿真软件时的整体结构及关于建模、视景、位图文本处理和目标数据驱动的几个关键技术,最后给出了仿真结果。

**关键词:**训练模拟器;OpenGL;仿真

**中图分类号:**TP391.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)05-0033-03

在新型武器系统中,为了排除电磁干扰,提高制导的可靠性,一些装备还配备了光学跟踪系统(电视跟踪)。电视系统将跟踪到的周围环境、目标以及设备状态直观地显示在屏幕上。

在开发某型训练模拟器中,要求用软件来模拟电视跟踪的过程,在屏幕上实时显示目标的方位、姿态、周围视景及系统设备的工作状态等。要达到逼真连续的画面表现,一方面要优化算法,另一方面还在于采用先进的图形处理技术和图形硬件加速技术。视景仿真系统结合硬件技术和软件技术开发实现。

## 1 系统结构

OpenGL 是一个非常优秀的开放式三维图形软件,它是图形与硬件的接口。OpenGL 中包括 100 多个图形函数,利用这些函数就可以构造三维景物模型,进行三维图形实时交互视景仿真软件的开发。根据仿真系统的要求及界面显示参数较多的特点,系统采用可视化编程语言 C++ Builder 作为开发平台<sup>[1]</sup>,硬件采用 Pentium III 计算机,支持 OpenGL 硬件加速的显示卡 ElsaLT 并结合三维图形开发库 OpenGL、多线程技术、网络通信技术开发,较好地模拟了视景。

视景仿真系统在整个模拟器中是一个接收信息经计算后显示输出的系统<sup>[2]</sup>,它由视景数据库、主控机、显控机、网络数据交换机、输出设备等组成(如图 1 所示)。

视景数据库模块主要完成三维模型转换和所需视景环境的生成。系统所需的模型如战斗机、直升机、轰炸机、巡航弹、导弹,采用 AutoCAD 和 3DS MAX 造型,然后借助转换软件,将模型文件 \*.3ds 转换成 OpenGL 所能接受的 C 语言文件存于视景数据库中。视景环境系采用若干图片无缝连接而成的一幅大位图。

显示模块完成视景环境、目标姿态及参数的显示。显控机根据接收数据进行相应处理后送输出设备输出显示。当目标数据、天线数据变化后,系统从视景数据库中读取信息,利用 OpenGL 提供的函数进行一系列几何变换、纹理映射、光照、消隐等操作,完成显示信息的更新。

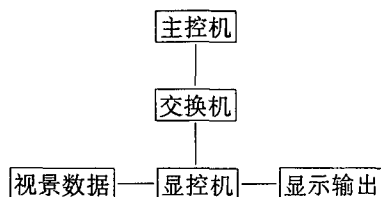


图 1 系统结构

## 2 主要处理技术

收稿日期:2000-09-14

作者简介:兰文祥(1965-),男,湖南冷水江人,讲师,硕士,主要从事工程图学、计算机图学和计算机仿真研究。

## 2.1 模型建造

仿真系统中的模型包括各种飞机及导弹,形状比较复杂。OpenGL中的物体是通过基本图元来绘制的,在建模方面它只提供了最底层的操作,对复杂物体的建模没有提供直接的实现功能,而一些流行的三维造型软件如3DS MAX、AutoCAD所造的模型文件不能直接调用。因此,对于3DS MAX、AutoCAD所造的飞机和导弹模型需借助wcvt2pov、3dstogl、crossroads之类的转换软件,将其转换为OpenGL所能识别的C语言格式<sup>[3]</sup>。

由于模型复杂,每个模型牵涉到成千上万个点和面,直接调用画多边形的方式比较费时。因此转换后的模型应该以显示列表采用编译的方式存储。系统运行时,先把显示列表模型绘制命令预先计算并装入内存,在需要时直接调用。这样,可提高绘制速度,满足实时性的要求。

## 2.2 周围场景生成

周围场景随着天线的转动而变化,为了快速生成天空、树木、村庄等自然景象,系统采用贴纹理的方法。采用贴纹理的方法<sup>[4]</sup>,首先需要摄取场景中的若干幅连续的图像,然后采用无缝连接技术拼成一幅全景图像。

受电视视野的限制,显示系统每次只显示全景图像的一部分。显示时需根据电视天线的方位角和高低角,从全景图像中取出一个矩形区域进行映到屏幕(如图2所示)。

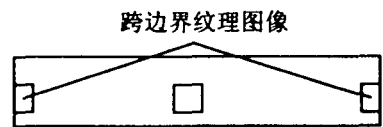


图2 全景图像

## 2.3 文本显示

OpenGL中提供的文本显示函数可以显示各种英文字符<sup>[5]</sup>。显示之前,必须先用函数wglUseFontBitmaps为字符创建显示列表,然后通过显示列表完成字符的输出。

然而对于仿真系统中的汉字“搜索”、“跟踪”、“手动”、“匹配”和特殊符号“△”,必须采用glBitmap函数以位图的形式输出。在glBitmap函数的位图信息中,显示位置1,非显示位置0。

为了加快显示速度,需将汉字和特殊字符定义成显示列表。

定义汉字显示列表的代码为:

```
glPixelStorei(GL_UNPACK_ALIGNMENT,1);
glNewList(CCListBase + SEARCHTEXT, GL_COMPILE);
    glBitmap(64,32,0.0,0.0,0.0,0.0,&searchdot[0][0]);
glEndList();
```

其中searchdot[32][8]为汉字的位图信息。

显示汉字的代码为:

```
glPixelStorei(GL_UNPACK_ALIGNMENT,1);
glRasterPos3f(TeleSX,TeleY1,-2000.0);
glCallList(CCListBase + SEARCHTEXT);
```

## 2.4 几何变换

为了便于建模,通常以物体坐标系的原点为原点建立一个几何物体,然后通过平移和旋转来改变物体在场景中的位置和方位。

OpenGL中的变换,可以理解为后一次变换是在前一次变换后形成的局部坐标系的基础上进行的。这种理解在某些场合下是比较方便的,如模拟机器手的运动。变换也可理解成每次都是相对世界坐标系进行变换。实施变换时必须注意变换的顺序,按局部坐标系理解时程序中变换书写顺序与实际变换顺序相同。按世界坐标系理解时书写顺序与实际变换顺序相反,不可颠倒。

例如有个变换,图形绕z旋转45°,然后沿x轴平移(相对世界坐标系),假如物体位于坐标原点,变换顺序的不同产生不同的结果如图3所示。

图3(a)中的变换顺序为:

```
glRotatef(...);
glTranslatef(...);
```

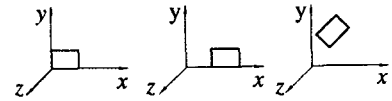
图3(b)中的变换顺序为:

```
glTranslatef(...);
glRotatef(...);
```

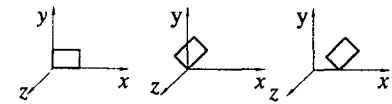
## 2.5 目标和导弹方位姿态的数据驱动

目标是沿着主控程序给出的航迹运动的,导弹是沿着实时计算出的弹道运动的。目标在某一时刻的参数包括距离  $pR$ 、方位角  $pA$ 、高低角  $pE$ 、俯仰角  $Sit$ 、航向角  $Fa$ ;电视方位角  $At$ ,电视高低角  $Et$ 。为了便于计算目标跟踪框的大小,软件中只进行了模型变换,而视景变换通过模型的反变换来实现。实施变换时,要注意电视、目标角度的定义方法,进行必要的转换。目标在场境中的显示可以通过以下代码实现。

```
float x, y, z;
x = pR * cos(pE * DegToRad) * cos(pA * DegToRad);
y = pR * sin(pE * DegToRad);
z = pR * cos(pE * DegToRad) * sin(pA * DegToRad);
glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
glLoadIdentity();
glRotatef(-Et, 1.0, 0.0, 0.0); //绕 x 转高低
glRotatef(At + 90, 0.0, 1.0, 0.0); //绕 y 转方位
glTranslatef(x, y, z); //飞机定位
glRotatef(-(180 + Fa), 0.0, 1.0, 0.0); //飞机绕 y 轴转航向角
glRotatef(Sit, 0.0, 0.0, 1.0); //飞机绕 z 轴俯仰角
glPolygonMode(GL_FRONT, GL_FILL);
glColor3f(0.2, 0.2, 0.2);
glDepthMask(GL_TRUE);
glEnable(GL_DEPTH_TEST);
glCallList(PLANE);
```



(a) 先平移后旋转



(b) 先旋转后平移

图3 几何变换

## 3 仿真结果

相对于采用 OpenGVS 系统而言,采用 OpenGL 开发电视跟踪部分,编程比较复杂,但整个系统投资较少。图4是仿真系统中画面的一部分。从演示来看,系统设计是可行的,逼真的,显示效果与实际兵器相仿,可满足使用要求。

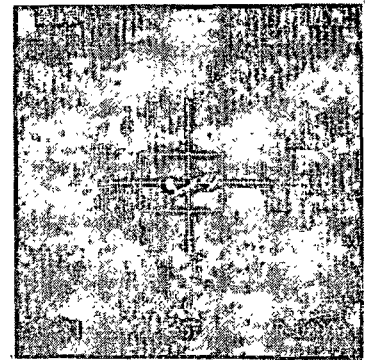


图4 仿真画面

### 参考文献:

- [1] 许冬岗,周涤非,聂文强. Borland C++ Builder 编程技巧与实例[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1998.
- [2] 李海军,王明松,刘霄. 反舰导弹视景仿真系统设计[J]. 海军航空工程学院学报,2000,15(1):136-138.
- [3] 陈文英,马光宇. 利用 OpenGL 开发仿真软件系统[J]. 电脑编程技巧与维护,1999,(1):54-57.
- [4] 彭小明,王坚. OpenGL 深入编程与实例揭秘[M]. 北京:人民邮电出版社,1999.
- [5] 贾志刚. 精通 OpenGL[M]. 北京:电子工业出版社,1998.

## Visual Simulation Designs of TV-Track System in a Simulator

LAN Wen-xiang, LI Wei-zhong, GAO Peng, CHEN Chang-xing

(The Missile Institute, Air Force Engineering University, Sanyuan 713800, China)

**Abstract:** Based on the requirements of the TV-track System—real time, swiftness, directness and trueness to life, a combination of Open GL with hardware is adopted as a solution to developing the TV-track system of a simulator. This paper introduces the whole construction of developing the visual simulation software of the TV-track system with the aid of Open GL, several key technologies concerning modelling, viewing, pattern version processing and target data driving, and then furnishes the results of simulation.

**Key words:** simulator; open GL; emulate