

三维场景中树木建模方法的研究与应用

Research and Application of Methods to Tree Modeling in Three Dimension Scene

李元章 张雪兰 张金亮

(北京理工大学计算机系 北京100081)

摘 要 三维场景中树木的建模方法有很多种,本文较为系统地阐述了其中的两种——分形法和纹理贴图法,分析了两种方法的适用条件,并对这两种方法在实现的复杂度、效果的逼真度等方面做了比较。

关键词 虚拟现实,建模,分形,纹理贴图

前言

在虚拟的三维场景中,经常需要对各种实物及其运动进行模拟,所以就必须对其建立模型,而模型的复杂度往往直接影响到视景的逼真度和显示速度。单纯地对于实物模型而言,通常复杂度越高,其逼真度也相应的越高。但对于一个高度复杂的模型来说,由于所包含点的数目众多,将会占用大量的系统资源,在运行过程中对这些点的处理也会占用大量的cpu处理时间,导致系统效率低下,从而严重影响仿真效果。因此,选择一种既不失模型的逼真度又能实时显示的建模方法就显得尤为重要。本文讨论在三维场景中利用分形法和纹理贴图法生成树木,并对其性能进行比较。

1 分形法

1973年美籍法国数学家 B. B. Mandelbrot 首次提出了分维和分形几何的设想,从而创立了分形法建模的思想。

分形是描述不规则几何形态的有利工具,分形的计算机生成具有重大的应用价值。采用分形生成方法,可以以少量的数据生成复杂的自然景物图像,这使我们在计算机仿真方面前进了一大步。树的分形生成算法种类繁多,例如可以通过L系统(L-System)、迭代函数系统(Iterated Function System)等来生成。根据某三维视景仿真系统的特定要求,在保持树的真实性的同时,还要兼顾到减少因计算树的复杂度给系统带来的额外开销,即要在做到树木逼真的同时应当尽量减少构成三维树木的点数。在进行权衡之后,决定采用迭代函数系统生成分形树。

众所周知,一棵树由树干和叶子组成。分形算法的基本思想是树有一根主树干,主树干上分出多个(设为3个)子树干,每个子树干上再分出三个子树干……,如图1所示。在计算机中分形算法可以通过递归函数实现,递归中止时则画出带有树叶的树干。当

然,为了使树木更加真实,在画子树干的时候,可以进行角度旋转、树干半径及长度的缩小等操作,这就需要引进随机旋转及缩放的函数。

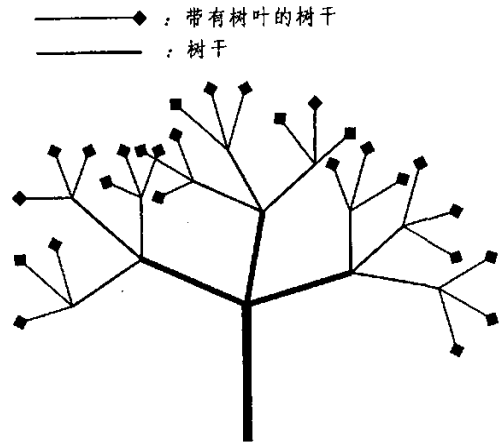


图1

以下是树的分形算法:

```
FractalTree (int level)
{
    if (level == LEVEL)
    {
        旋转角度 a;
        画带有树叶的树干;
    }
    else
    {
        旋转角度 b;
        画树干;
        旋转角度 c1; // 实际上是旋转了 b+c1度
        FractalTree(level+1); // 画子树枝1
        旋转角度 c2; // 实际上是旋转了 b+c2度
        FractalTree(level+1); // 画子树枝2
        旋转角度 c3; // 实际上是旋转了 b+c3度
        FractalTree(level+1); // 画子树枝3
    }
}
```

利用性能卓越的三维图形平台 OpenGL 所提供的图形库以及 VC, 可以较好地实现树的分形算法。为增强程序的封装性,在三维视景仿真系统中定义一个生成分形树的类 Fractal, 如下所示:

```
class Fractal
```

```

{
public:
    Fractal(GLfloat tree_a[4], GLfloat tree_s[4],
           GLfloat leaf[4], int lev);
    void NewTree(void);
    void drawscene(void);
    void myGLInit(void);
    void SetupMaterials(void);
    void FractalTree(int level);
    void CreateTreeLists(void);
    void CreateTree(void);
private:
    GLfloat tree_ambuse[4];
    GLfloat tree_specular[4];
    GLfloat leaf_ambuse[4];
    GLfloat leaf_specular[4];
    long TreeSeed;
    int LEVEL;
};

```

其中构造函数的四个参数指定了树的属性,分

别是:

tree_a[4]:树干的环境光源

tree_s[4]:树干的反射光源,leaf[4]:树叶颜色,lev:递归次数。递归次数越大效果越真实,但也意味着计算量增加。

算法实现中还可以定义随机数产生函数,以便在生成三个分叉树枝时,在固定的范围之内产生随机角度,从而生成不同的树,以增加场景的真实性。

图2显示了最后的生成效果。图2a显示了在不同递归调用次数及不同情况下生成的树。图2b显示了在设置不同的颜色材质属性后生成的树的不同效果。这样生成的树的真实感更为强烈。

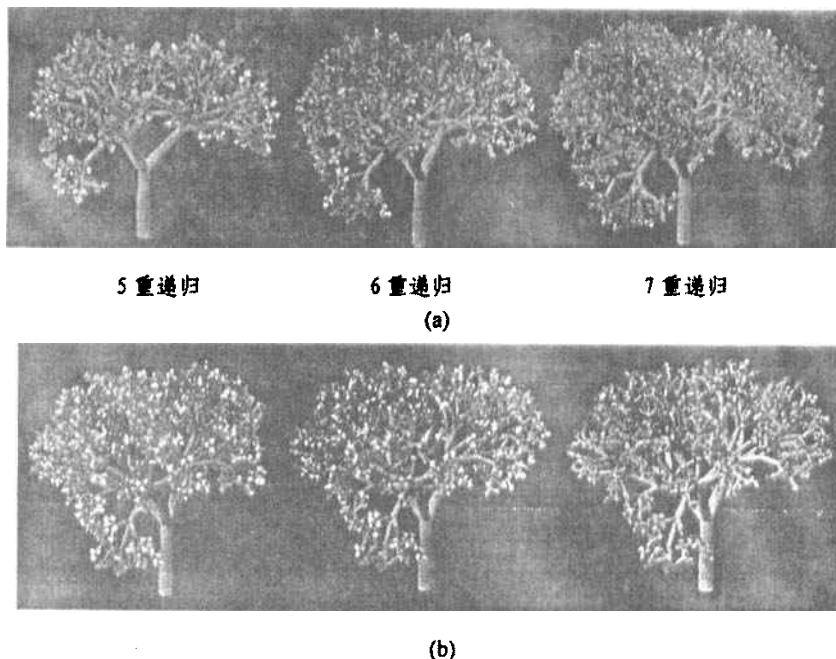


图2

2 纹理贴图法

在系统中实际建模时,我们还经常采用纹理贴图法(这里采用 wtk 自带的 nff 文件格式,wtk 为 sense8 公司开发出来的一种视景仿真开发平台),具体实现方法是:采用4(或者更多)个高度为10m,宽度为5m的长方形,相邻两个长方形的夹角为45度进行交叉,每个长方形都贴上相同的树的纹理,俯视图如图3。

为了实现的方便性,对于每种树木,系统先生成一个 nff 格式的文件并保存,在程序中通过调用来实现显示。不同的树木通过粘贴不同的纹理得到,因而在系统中可以保留多种树。树木重要的、常用的属性及方法有:

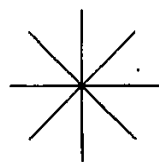


图3

•Center:当前树木中心的位置,这个属性用来标记移动以后树木的位置。

•Height:树木的高度用来取得对初始树木进行放大和缩小以后树木的高度值。

•MoveTo(WTp3 newPos):将树木移动到 newPos 指定的位置。

所生成树木的最后效果见图4。

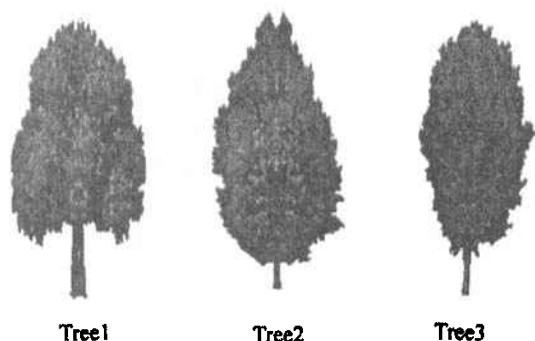


图4

3 两种建模方法的比较

通过分形算法和纹理贴图两种不同的方法生成树木,可发现其各自以下的优缺点:通过纹理贴图法生成树木的优点之一是简单快捷。它只需使用某些3D建模工具(如WorldUp)以及找到合适的纹理贴图即可,不必编写源代码。另外它生成的树木点数较少,较大地节省了系统开销。

此方法的缺点是真实性较差,特别是在视点较近时容易失真。另外灵活性不好。由于是先生成树木再由系统调用,随机性只能通过树木位置的排列来实现,树木外形不能改变。

通过分形算法生成树木的优点是真实性较好,树木立体感较强,不会因视角移近而产生失真现象。另外随机性强。由于是程序动态生成,通过改变递归的调用次数、树枝的旋转角度、树枝颜色及形状、树叶颜色和光照效果,可以生成外形各异的树木。分形

算法的第三个优点是调用方式灵活。它可以在OpenGL中生成并输出为某种格式的文件,然后在程序中调用,或是在程序中直接调用OpenGL算法动态生成。此方法的缺点是增加系统开销。其一是本方法生成的树点数较多,以一个通过四重递归生成的树为例:每个树枝由一个20个点的圆柱体构成,每个树叶由一个六个点的多边形构成。树干由 $1+3+3\times3+3\times3\times3=40$ 个圆柱体构成,也就是说光是树干就有 $40\times20=800$ 个点。而要生成较为真实的树,递归调用应在四重以上,这样在系统运行时会增加额外的负担。其二是若采用在系统运行时动态生成的方式,在递归计算上也会消耗一定的时间。另一个缺点是生成方式较为复杂,其开发周期较长。因为生成及调用都需要编程实现。

结束语 如上所述,两种方法各有特点,在实际应用于某个系统时,应综合考虑真实性、系统开销和调用的方便性等因素。笔者在所开发的三维视景仿真系统中,结合使用以上两种方法生成树,收到了较满意的视觉效果。

参考文献

- 1 陶志良,成迟慧,潘志庚,石教英.多分辨率BSP树的生成及应用.软件学报,2001,12(1):117~125
- 2 陈彦云,严涛,张晓明,吴恩华.基于分类及环境的数木真实感绘制.软件学报,2001,12(1):65~73
- 3 倪树祥,张雪兰,李元章.基于梯形道路的履带式车辆运动算法.火力与指挥控制,2001,12(4)
- 4 Sense8 Corporation. WorldToolKit Release 9 Reference Manual. April. 1999

(上接第204页)

否则把该 u_i 从嫌疑人当中排除。实践证明上述检验方法可靠程度较高。

4.3 推断

推断是根据经验公式,利用量化后的足迹特征数据推断作案人的身高、体重、性别等数据。

结束语 本系统已经在全国多家公安机关使用,并协助公安干警破获了一些大案和要案,在公安系统产生了很大的影响。这个系统为刑侦提供了量化和规范的平台。

参考文献

- 1 解云,张玉洁,等.步法定量化检验研究.第二届全国痕迹学学术交流.北京:群众出版社,1988
- 2 赵长安,等.平面粉尘层次特征的计算机识别.第三届全国痕迹学学术交流.北京:群众出版社,1992
- 3 Rhodes M L. Computer graphics and medicine: a complex partnership. IEEE Computer Graphics and Applications, 1997(1)
- 4 刘宁宁,田捷.基于区域特征的交互式图像分割方法及其应用.软件学报,1999,3
- 5 边肇祺,张学工.模式识别(第二版).北京:清华大学出版社,2000