

基于Direct3D的气旋式粒子系统的模拟

吴华蕾

(厦门城市职业学院 电子与信息工程系,福建 厦门 361008)

【摘要】粒子系统是模拟不规则模糊物体最为成功的图形生成算法之一。研究粒子系统原理和Direct3D图形函数库开发技术,分析气旋粒子的静态属性和运动规律,根据物理运动原理模拟气旋式粒子系统的三维场景。系统用户可操纵摄像机进行观察、交互,具有较好的真实感、实时性。

【关键词】Direct3D;粒子系统;气旋

【中图分类号】TP311.11 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2013)04-0036-03

引言

任何物体都是由最基本的粒子构成的。二十世纪八十年代,Reeves提出了粒子系统,其基本思想是将无数简单的微小粒子聚集起来,构成一个不规则的模糊物体^[1]。这些粒子的集合就是粒子系统,每个粒子都具有一定的生命周期,并且在不断地运动着、不断地改变着形态,粒子们相互组合,效果叠加。粒子系统中的粒子都经历产生、活动、消亡三个阶段,并具有群体性、统一性、随机性等特点。粒子系统是基于动态随机生长模型的算法,也是模拟不规则模糊物体最为成功的图形生成算法之一。运用粒子系统能够很好地模拟火、烟花、爆炸、尘、云、水、雨、雪、原野等等景观效果^[2,3]。

Direct3D是基于通用对象模式COM(Common Object Mode)的三维图形API(应用程序接口),是微软公司为游戏开发创建的3D API规范,用与设备无关的方法完成对视频加速硬件的访问^[4]。程序员利用Direct3D提供的绘图编程接口可以高效地进行三维空间图形程序的开发。Direct3D的接口函数丰富,且具有较高的渲染效率。

本文运用粒子系统原理和微软的Direct3D技术模拟三维的气旋式粒子系统,采用面向对象的方式构造系统,开发了包括:粒子系统类,摄像机类,地面类等,设计过程包括气旋粒子建模、运动模型研究、粒子系统渲染。

1 气旋粒子建模

气旋的中心气压最低,逐渐向外递增,因而空气不断流入中心,形成上升气流。气流柱和地球表面发生摩擦,受到地球自转偏向力的影响,产生气旋型漩涡。在北半球,气旋呈逆时针方向旋转。气旋由大量空气或水汽的小颗粒构成,可以由粒子系统进行模拟。气旋粒子系统中的粒子呈螺旋式上升,低层的气旋粒子向中心辐合,高层的气旋粒子

向外扩散。

气旋粒子系统中的每个粒子都具有一定属性,包括:位置属性,外观属性(如颜色、大小等),运动属性(如速度、加速度),生存属性等。气旋粒子属性定义的代码如下所示:

```
struct Cyclone_Particle
{
    D3DXVECTOR3_pos; //粒子位置
    D3DXCOLOR_color; //粒子颜色
    D3DXVECTOR3_velocity; //粒子速度
    D3DXVECTOR3_acceleration; //粒子加速度
    float_lifeTime; //粒子存活的最大时间
    float_age; //粒子当前已经存活的时间
    bool_isAlive; //粒子状态
    float_size; //粒子大小
};
```

气旋粒子初始化的部分相关代码如下所示:

```
d3d: : GetRandomVector (&attribute->_pos,
&D3DXVECTOR3 (0.0f, -1.2f, 0.0f) ,
&D3DXVECTOR3 (0.0f, -1.0f, 0.0f)); //在发射体的
随机初始位置发射粒子
attribute->isAlive=true; //设置粒子成活
attribute->_velocity.y=d3d: : GetRandomFloat
(0.5f, 1.5f); //设置y轴方向初始速度
attribute->_color=d3d: : YELLOW; //设定初始颜色为黄色
```

2 粒子运动规律

粒子系统中的粒子可以多种方式发射,在其生命周期内按一定规律在三维空间中运动。在本文设计的气旋式粒子系统中,粒子从气旋底部生成,螺旋式上升,上升至粒子系统包围盒顶部后消亡。以Direct3D的左手坐标系为准,气旋粒子在Y轴方向上上升,在XOZ平面上的运动如图1所示,图中黑

收稿日期:2013-09-21

作者简介:吴华蕾(1978-),女,福建泉州人,讲师,硕士,研究方向:计算机图形学、软件开发。

色小圆为模拟的一颗气旋粒子。

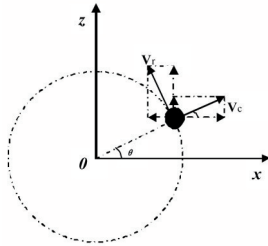


图1 X0Z平面上气旋粒子的运动速度分解

粒子的运动轨迹与其运动属性有关。本文模拟的气旋粒子的速度与位置随着时间的变化而变化,结合物理规律来定义粒子更新的过程。粒子系统中的粒子相似,受力也相似。粒子在各方向上的实时速度则由如下公式得出:

$$V_x = V_c \cdot \cos\theta - V_r \cdot \sin\theta;$$

$$V_y = V_y + (a - g) \cdot \Delta t;$$

$$V_z = V_c \cdot \sin\theta + V_r \cdot \cos\theta;$$

其中, V_x 、 V_y 、 V_z 分别为 x 、 y 、 z 方向上的速度, V_c 为离心方向的速度, V_r 为切线方向的速度, a 为 y 轴方向上上升的加速度, g 为重力加速度, Δt 为时间间隔。在本例中, V_c 和 V_r 均取合理范围内的随机数,也可以考虑离心力等的受力影响。

计算出 x 、 y 、 z 方向的速度后,可由前一帧的粒子位置 P_0 、粒子的速度向量 V 、时间间隔 Δt 求得气旋粒子的位置 P :

$$P = P_0 + V \cdot \Delta t$$

3 粒子系统渲染

3.1 点精灵

点精灵是由 Direct3D 8.0 引入的一个特殊的点元,常应用于粒子系统中。它与普通的点的区别在于它有纹理映射并能改变大小。用一个简单的点描述点精灵,大大节省了计算所需的内存和处理时间。

点精灵的行为多由其渲染状态来控制,其中: $D3DRS_POINTSPRITEENABLE$ 用于指定将当前的纹理全部绘制到点精灵上; $D3DRS_POINTSIZE$ 用于指定点精灵的尺寸。而点精灵绘制的最终尺寸为:

$$FinalSize = ViewportHeight \cdot PointSize \cdot \sqrt{\frac{1}{A + B(D) + C(D^2)}}$$

其中, $ViewPortHeight$ 为视口的高度; A 、 B 、 C 分别为 $D3DRS_POINTSCALE_A$ 、 $D3DRS_POINTSCALE_B$ 和 $D3DRS_POINTSCALE_C$ 指定的数值; D 为视图空间中点精灵到摄像机的距离。

3.2 粒子系统的绘制

本文设计的粒子系统类的主要方法与作用如下所示:

```
Virtual bool Init (IDirect3DDevice9*pDevice,
char *fileName);
//初始化粒子系统,创建纹理缓冲区
Virtual bool Reset();//重新设置所有粒子
Virtual bool AddParticle();//添加新粒子到链表中
virtual bool Update(float timeDelta)=0;//更新绘制
virtual bool PreRender();//渲染前渲染状态的准备
virtual bool Render();//分段渲染图元
virtual bool PostRender();//渲染后渲染状态的处理
```

```
bool IsEmpty();//判断粒子链表是否为空
```

```
bool IsDead();//判断链表中粒子是否全部死亡
```

系统使用链表来管理粒子,可以减少不断增减内存分配造成的性能冲击。另外,使用可容纳最多粒子数目的顶点缓冲区进行渲染虽然直观,但是低效,所以系统采用动态缓存管理策略分段渲染粒子系统。创建一个具有合理容量的顶点缓冲区,将其划分为若干段。绘制时,若顶点缓冲未滿,则用标记 $D3DLOCK_NOOVERWRITE$ 锁定片段,将 n 个粒子复制到锁定片段中;若顶点缓存已滿,则用 $D3DLOCK_DISCARD$ 锁定,从起始位置开始写,依此类推,分段渲染。这样,CPU的写操作不会影响GPU对数据的读取操作,有利于CPU和GPU的协同工作,提高渲染效率。

3.3 摄像机类的运用

系统设计了一个基于 Direct3D 技术的摄像机类,摄像机能围绕任意方向进行旋转和平移,达到对模拟的虚拟场景的漫游和观察。系统还渲染了地面作为参照物。以下为利用键盘控制摄像机运动的部分代码:

```
if (:: GetAsyncKeyState ('W') &0x8000f)
m_pCamera->walk(4.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState ('S') &0x8000f)
m_pCamera->walk(-4.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState ('A') &0x8000f)
m_pCamera->strafe(-4.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState ('D') &0x8000f)
m_pCamera->strafe(4.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState (VK_UP) &0x8000f)
m_pCamera->pitch(1.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState (VK_DOWN) &0x8000f)
m_pCamera->pitch(-1.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState (VK_LEFT) &0x8000f)
m_pCamera->yaw(-1.0f*0.01);
if (:: GetAsyncKeyState (VK_RIGHT) &0x8000f)
```

m_pCamera->yaw(1.0f*0.01);

4 模拟的效果

为使观看效果更加清晰,适度放大气旋粒子系统中的粒子,得出气旋运动模拟的三幅效果图,如图 2 所示,较好地仿真了气旋粒子螺旋式运动的特点。

结束语

本文研究粒子系统的基本原理和 Direct3D、点精灵技术模拟粒子系统的设计方法,分析气旋粒子的运动规律,实例模拟了气旋式粒子系统的运动,效果具有较好的真实感。今后可考虑更多复杂的受力影响(如风力)对气旋粒子的影响,进一步完善以实现更逼真的模拟效果。

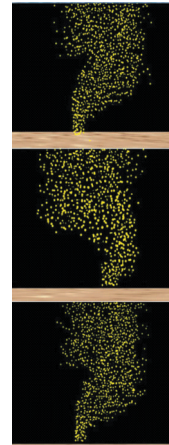


图 2 气旋式粒子系统效果图

注释及参考文献:

- [1]Reeves W.T., Particle System: A Technique or Modeling a class of fussy object. SIGGRAPH' 83, 1986: 359-376.
- [2]杨宇科.一种风场作用下粒子系统火焰的动态模拟[J].计算机应用与软件.2013(1):138-141.
- [3]吕雪,刘丽,王俊杰,等.基于 GPU 粒子系统的烟花模拟[J].计算机工程与设计.2013(3):237-240.
- [4]Frank Luna.Introduction to 3D Game Programming with DirectX 9.0[M].Wordware Publishing,2006.

Cyclone Particle System Simulation Based on Direct3D

WU Hua-lei

(Department of Electronics and Information Engineering, Xiamen City University, Xiamen, Fujian 361008)

Abstract: Particle system is one of the most successful graphics generation algorithms to simulate fuzzy objects. Study particle system and Direct3D techniques, analyze static properties and movement rule of cyclonic particles, and simulate three-dimensional scene of cyclonic particle system according to the physical movement principle. Users can operate camera to observe and interact with the system in real-time with good realistic.

Key words: Direct3D; Particle System; Cyclone

(上接 35 页)

Abstract: Xinghuo 2 Well was located at the top point on Yakela hump in Shaya apophysis, and it was an important prospecting well. Borehole well was very instability because the open well was long, wellbore size was large, and the petrography character was complex in the second interval. After the electropositivity well drilling fluid system was applicanted, and corresponding measures of maintaining and hanging technics was taken, these down-hole troublesome condition was solved. It included that round trip was touchdown in upper formation and tight hole sticking occurred frequently in down formation. The wellbore was stability during the course of drilling. At last, the success of drilling the second interval laid the foundation for future work in Xinghuo 2 well.

Key words: Xinghuo 2 Well; Large well bore; Long open well; Electropositivity well drilling fluid