

粒子系统在虚拟校园中的应用研究

刘巧红, 单 贵

(上海电子信息职业技术学院 计算机应用系, 上海 200411)

摘要:为了增强虚拟校园漫游系统的逼真程度,在分析粒子系统基本原理的基础上,利用视景仿真工具 Vega 特效模块中的自定义粒子系统功能,在虚拟校园中实时的模拟出雨雪特效。通过对粒子系统中雨雪粒子模型的属性分析,模拟出不同程度大小的雨雪效果,使用户能在不同天气环境下实现校园漫游,从而大大提高了虚拟校园三维场景的真实感。实验结果表明,基于粒子系统和 Vega 的雨雪模拟,能够有效应用到虚拟场景中,并且使其具有交互性好、真实感强的特点。

关键词:粒子系统;虚拟校园;雨雪;特效模块

中图分类号:TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)02-0246-04

Research of Particle System Applied in Virtual Campus

LIU Qiao-hong, SHAN Gui

(Dept. of Computer, Shanghai Technical Institute of Electronics and Information, Shanghai 201411, China)

Abstract: In order to enhance the realism degree of virtual campus roam system, rain and snow special effect is simulated in virtual campus in the analysis of the basic principles of particle system, based on the use of custom particle system in the special effect module of visual simulation tools Vega. The different rain and snow effect is simulated by analysis of particle model's property, users are allowed to different weather conditions to achieve roaming the campus, which greatly enhanced the virtual campus realistic three-dimensional scene. Experimental results show by particle system and Vega of the rain and snow can be effectively applied to the virtual scene, and to make it interactive is good, realistic strong features.

Key words: particle system; virtual campus; rain and snow; special effect module

0 引言

计算机虚拟校园是基于虚拟现实技术和可视化技术而构建的人机交互系统,也可以将之称为虚拟校园漫游系统。虚拟校园最大的特点是使用户可以如亲身置于真实的校园环境中,并通过视、听、触等感觉与之交互,因此在虚拟校园漫游系统中不仅要逼真的展示校园中的一景一物,更需要对各种自然现象进行模拟,使得用户能感受不同自然环境下的校园场景。以上海电子信息职业技术学院为原型,构建了虚拟校园漫游系统,模拟雨雪等自然现象,在漫游系统中可随用户的需要更换晴天、雨天和雪天等不同特殊效果的虚拟校园。

在如今,虚拟场景中最多被模拟的自然现象有雨、雪、烟雾、火焰、爆炸、流水等,除此之外,还有一些不规则对象。它们不仅有复杂的逻辑结构,并且还可能发

生动态的变换,传统的几何建模方式很难来表现^[1]。于是在 1982 年 William T. Reeves 提出了粒子系统 (Particle System) 的概念,模拟不规则模糊物体的生成。迄今为止,粒子系统 (Particle System) 可以说是计算机图形学中用于描述不规则对象最成熟的理论之一,也是视景仿真领域模拟自然现象和特殊效果的方法中视觉效果最好的一种^[1]。

虚拟校园在视景仿真软件 Vega 中实现了由多种输入设备驱动的漫游,同时,由于 Vega 的特殊效果模块中提供了功能强大的自定义粒子系统,利用 Vega 的 Lynx 图形界面创建各种复杂的粒子系统,并根据具体的情况来更改粒子属性,实现复杂的特殊视觉效果。本系统中采用 Vega 的特殊效果模块,模拟了雨雪中的虚拟校园,效果逼真,实时变换,具有良好的可视性^[2]。

1 粒子系统的原理

粒子系统模拟的不规则对象是采用了大量的、属性各异的、具有一定生命的微小粒子图元作为基本单位的。每一个粒子具有不可变及可变的多种属性,例

收稿日期:2010-05-22;修回日期:2010-08-05

基金项目:上海高校选拔培养优秀青年教师科研专项基金(dxz06010)

作者简介:刘巧红(1979-),女,湖北荆州人,讲师,硕士,研究方向为虚拟现实、计算机仿真与可视化等;单 贵,副教授,硕士,研究方向为虚拟现实、计算机教育等。

如形状、大小、颜色、透明度、运动速度、运动方向、生命周期等相关的属性。而且其中很多属性都是时间的函数,在时间的进程中,每个粒子经历三阶段——“产生”、“活动”、“消亡”。特定的粒子系统一般都是基于特定的物理模型的,这样才能模拟出真实的效果^[2]。在粒子系统的创建过程中,必须要考虑的因素包含真实的物理模型和相应的动力学规律,以及粒子的各项属性的设定^[3]。

粒子系统中的每一个粒子在它的生命期必须经历这样五步工作^[4-6]:

- (1) 粒子源产生粒子,由粒子源决定粒子产生的初始状态并进入粒子系统;
- (2) 建立粒子属性变化的动态特性,更新粒子属性;
- (3) 判断粒子的生命值;
- (4) 删除已经超过生命周期的粒子;
- (5) 绘制并显示有生命的粒子组成的图形。

粒子系统的流程图如图1所示:

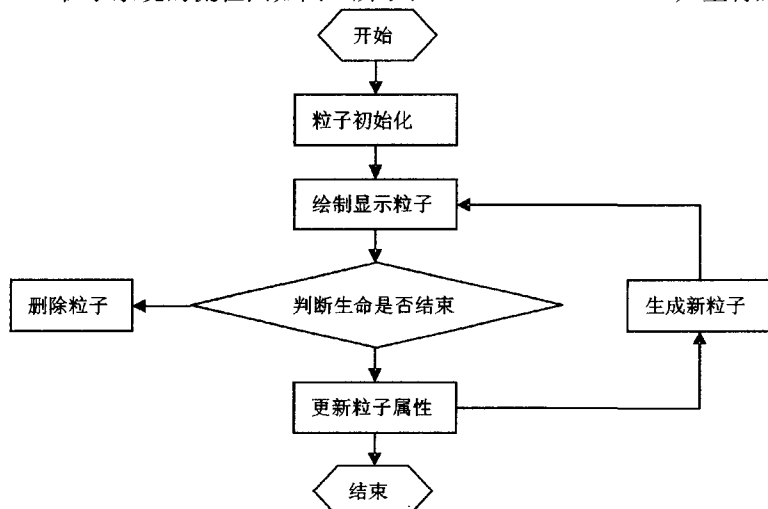


图1 粒子系统流程图

2 基于Vega的雨雪模拟

2.1 实现的基本思想

Vega特效模块通过例如高级纹理技术或复杂的粒子系统的各种先进的实时仿真技术,对三维特效效果进行视景仿真。Vega特效模块中提供的特殊效果能进行常见的特殊效果模拟,比如地面爆炸、水面爆炸及爆炸碎片效果;武器开火闪光效果、飞行导弹尾迹效果;螺旋桨旋转效果、旋翼下降气流效果;燃烧烟雾效果、光点跟踪效果等^[1]。另外,通过在Lynx图形界面中的设置特殊效果模块来自定义粒子系统^[7],实现多种自然现象的特殊效果及其它相关应用粒子系统的特殊效果。在Vega的特殊效果模拟模块中,利用粒子系统模拟雨雪效果时,一方面要考虑到雨雪的原始模型,

另一方面要遵循相应的动力学原理,同时还要设置粒子本身固有的大量属性^[7]。

在虚拟校园漫游系统中为了增加用户在虚拟场景中漫游的真实性,特添加了雨雪特效,模拟下雨天和下雪天在校园漫步的场景。而对于雨雪的模拟来说,最适合的就是采用粒子系统,每一滴雨水或者每一粒雪花都是系统中的一个粒子,它们都具有一些在粒子系统循环的过程中相对固定不变的属性,也有一些可随着时间变换的属性。

2.2 雨粒子和雪粒子的基本属性

用来模拟自然现象的例子的基本属性较多,最主要的有粒子的生命周期和粒子个数,粒子源和粒子发射类型,粒子速度分布和粒子运动边界盒以及重力矢量。其中,粒子的生命周期是指每个粒子经历产生和活动期进而消亡的过程,然后进入下一轮循环。每当新粒子经历一次生命周期后,便会重新从粒子源开始进入下一次的循环。这样的粒子可以有无数个,用来产生特殊效果^[1,8]。

粒子源是粒子产生的平台,粒子源形状和粒子源大小是其两个重要的性质,由它们来决定粒子产生的初始状态。从粒子源中发射出来的粒子有连续式和爆发式。

粒子都具有一定的速度,且其根据其距Z轴的距离呈不同的分布状态,可以有三种速度分布:平面型、球形和高斯型。而粒子的运动有一定的界限,在Vega粒子系统中可以用一个平行与坐标轴的边界盒来限制。粒子均在边界盒内运动,当粒子到达某个边界的时候,该方形的速度为0,其他方向的速度没有变化。

不会随时间的改变而发生变化的量是重力矢量,是粒子系统中的常量,是重力角速度对每个粒子都会产生的一定影响。比如要设置垂直向下运动效果的粒子系统,可以设置重力矢量为 $(0,0,1)$ ^[9]。

2.3 雨粒子和雪粒子可变属性

除了上述的基本属性外,粒子还有一些随着时间发生变化的属性,如运动速度、大小和颜色等等。

粒子的实际运动速度不是一个单一的量,是由多个不同的分量组成,有速度矢量、风速矢量、球形速度和随机速度四种运动速度共同决定,粒子运动过程中的运行速度是由每一个速度分量合成,而每个速度分量都要单独计算的^[3]。

粒子大小包括粒子尺寸和粒子流长度。粒子系统中每个粒子的都有大小,默认情况下,粒子的直径是个标准单位大小。粒子的长度会随着运行情况发生变化,这个就是粒子流长度,粒子在它当前运动速度矢量

方向的长度来定义。由粒子尺寸和粒子流长度共同决定了粒子的实际外观大小。

Vega 中特殊效果默认颜色是白色,颜色和透明度也可以根据需要设定。粒子的实际颜色就是颜色和透明度的融合,而且这些量都可以随着时间发生变化^[3,10]。

2.4 雨雪特效粒子系统设置

系统中为了模拟雨雪特效,充分考虑了以上的各种粒子属性,表 1 为雨雪特效粒子系统相关属性的设置。

表 1 雨雪特效粒子系统设置

属性	降雨特效设置值	降雪特效设置值
Life Circle	6	6
N. Particles	1200	900
Source Shape	Square	Square
Source Size	20	30
Velocity Distribution	Plane	Plane
Flow Type	Stream	Stream
	+X:500 +Y:500 +Z:100	+X:500 +Y:500 +Z:100
Bounding Box	-X:-500 -Y:-500 -Z:-40	-X:-500 -Y:-500 -Z:-40
Gravity Vector	X:0 Y:0 Z:-200	X:0 Y:0 Z:-5
Wind Velocity Vector	T:0 X:2 Y:-2 Z:0	T:0 X:2 Y:-2 Z:0
	T:1 X:0 Y:0 Z:0	T:1 X:0 Y:0 Z:0
Random Velocity Table	T:0 Vel:3	T:0 Vel:3
Scale Along V-Vector	T:0 Sc:10	T:0 Sc:2
Particle Size Table	T:0 Sc:0.2	T:0 Sc:1
Size Var	0.20	0.20

3 实验结果与分析

在粒子系统实现的原理基础上,将每一滴水或者每一粒雪花化为粒子系统中的一个粒子,利用 Vega 的特殊效果模块中的自定义粒子系统,成功的实现了对雨和雪的模拟。原先的虚拟校园,用户只能在白云晴天的天气环境中漫游,缺少了天气环境的变化。在模拟了雨和雪后,用户可以随需求更换不同的天气情况,享受雨中漫步校园的轻松惬意,也感受白雪皑皑的校园冬日,更进一步的使得用户得到更多更强烈的视觉效果。

雨雪的模拟在虚拟校园中的应用,证实了在逼真性和实时性上都有着很好的效果。粒子系统对粒子生命周期、粒子数量、粒子大小、运行速度等属性不同数量级的设置,达到了虚拟校园中对雨雪各方面性能的要求,如大雪小雪、大雨小雨的模拟。另外雨雪模拟的生成并没有影响漫游系统的运行速度和实时性,漫游系统依然能随用户的视点流畅的运行。

伴随雨雪环境的虚拟校园在 Windows XP 操作系统上实现,硬件环境为 CPU Intel Pentium 4,主频 2.4G,内存 2G,显卡 Geforce4 MX 460,显存 128M,软件环

境为 MultiGen Creator3.0 和 Vega3.7,Visual C++6.0。实验证明,将该系统移植到各种不同配置的计算机上运行,均能得到相同效果,此系统也具有一定的可移植性。

图 2~5 是虚拟校园中降雨和降雪的部分场景。



图 2 大雪中的学生宿舍区

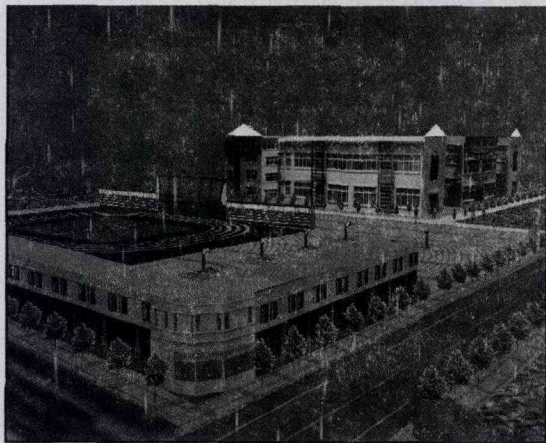


图 3 小雨中的办公大楼和运动场



图 4 大雪中的技术中心和图书馆

4 结束语

粒子系统发展至今,已经成为计算机图形学中用于模拟自然现象和不规则对象最好的方法之一^[11,12]。

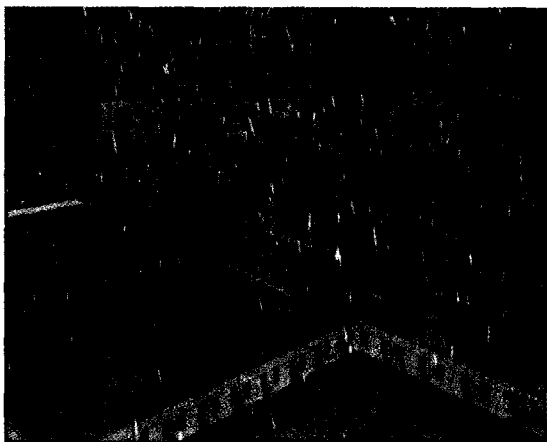


图5 大雨中的L楼和学生宿舍

基于粒子系统的对象模拟已经广泛的应用于军事仿真、游戏开发、几场飞行模拟等众多领域,本文中,粒子系统也应用到虚拟校园漫游系统的三维仿真平台中。文中所实现的雨雪天气模拟完全是为了适应用户对虚拟校园的视觉感受,造就出更为真实、实时性好的校园仿真系统。所模拟的雨雪模型主要依托于视景仿真软件 Vega 的特殊效果模块,效果也很真实。在今后,将更多的考虑到复杂气候环境下的雨雪粒子特征,实现更为逼真的雨雪天气环境。

参考文献:

- [1] 聂文兵. 基于 Vega 的虚拟战场中雨雪特效模拟[J]. 现代电子技术, 2009, 32(10): 48-50.
- [2] 王 乘, 李利军, 周均清, 等. Vega 实时三维视景仿真技术[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2005: 183-218.
- [3] 杨述华, 廖守亿, 王仕成, 等. 基于粒子系统和 Vega 的实时雨雪模拟[J]. 计算机应用, 2008, 28(6): 238-240.
- [4] 赵 刚, 许国玉, 沈志峰. 基于粒子系统的林火模拟[J]. 计算机工程, 2008, 34(20): 249-251.
- [5] Loop C, Zhang Zhengyou. Computing Rectifying Homographies for Stereo Vision[C]//Proc. of IEEE' Cone on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.]. IEEE Press, 1999: 125-131.
- [6] Richard S, David T. Surface modeling with oriented particle systems[J]. Computer Graphics, 1992, 26(4): 185-194.
- [7] 伍艳莲, 赵青松, 刘金定. 基于粒子系统的降雪过程模拟[J]. 西华大学学报, 2008, 27(1): 91-96.
- [8] 蒋恒恒, 章国稳. 利用粒子系统实现喷泉模拟[J]. 重庆邮电大学学报, 2008, 20(6): 749-753.
- [9] 魏 伟, 郭新宇, 赵春江, 等. 农业场景中下雪和积雪的实时模拟[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(24): 6350-6352.
- [10] 王功明, 郭新宇, 赵春江, 等. 基于 OpenGL 几何变换的虚拟漫游视点控制及应用[J]. 计算机工程与设计, 2007, 28(24): 5973-5976.
- [11] 肖 何, 何明耘, 白忠建. OpenGL 中基于粒子系统的喷泉模拟实现[J]. 计算机仿真, 2007, 24(12): 201-204.
- [12] Agui T. Generating 2-dimensional Flame Image in Computer Graphic[J]. IEEE Trans. of Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 1991, 74(2): 184-189.

(上接第 245 页)

参考文献:

- [1] 杨 杰, 吴中如. 大坝安全监控的国内外研究现状与发展[J]. 西安理工大学学报, 2002, 18(1): 26-30.
- [2] 陈文燕, 朱 林, 王文韬. 大坝安全监测的现状与发展趋势[J]. 电力环境保护, 2009, 25(6): 38-42.
- [3] 吴中如. 水工建筑物安全监控理论及其应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [4] 陈维江, 马震岳, 董毓新. 建立大坝安全监控数学模型的一种新方法[J]. 水力学报, 2002(8): 91-96.
- [5] 王 建, 吴中如, 顾冲时. 大坝监测资料分析中环境量影响综合评价的加权面积法[J]. 水力学报, 2002(8): 43-46.
- [6] 赖道平, 吴中如, 周 红. 分形学在大坝安全监测资料分析中的应用[J]. 水力学报, 2004(1): 100-104.
- [7] Wen Zhiping, Wu Zhongru, Su Huaizhi. Safety Monitoring System of Dam Based on Bionics[C]//Proceedings of 2004 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. [s. l.]: [s. n.], 2004: 1099-1104.
- [8] Zhao Erfeng, Jin Yongqiang. Dam Deformation Monitoring Model and Forecast Based on Hierarchical Diagonal Neural Network[C]//4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. WiCOM '08. Dalian: [s. n.], 2008: 1-4.
- [9] Si Chundi, Lian Jijian, Qie Zhihong, et al. Research on the Genetic Regression Model of Earth-Rock Dam Safety Monitoring and ITS Application[C]//Proceedings of 2005 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. [s. l.]: [s. n.], 2005: 2874-2879.
- [10] 朱伯芳, 张国新, 贾金生, 等. 混凝土坝的数字监控--提高大坝监控水平的新途径[J]. 水力发电学报, 2009(1): 130-136.
- [11] 潘 琳. 大坝安全监测资料分析建模系统及其应用[J]. 大坝安全监测, 2000(1): 213-217.
- [12] 谢俊莹, 王艳艳, 潘建波. B/S 结构的大坝安全监控信息系统的研究与实现[J]. 华北水利水电学院学报, 2007(5): 23-25.
- [13] 电力工业部. 混凝土大坝安全监测技术规范[S]. DL/T5178-2003. 2003.
- [14] 徐洪钟, 吴中如. 偏最小二乘回归在大坝安全监控中的应用[J]. 大坝观测与土工测试, 2001(6): 22-23.