

# 基于粒子系统与纹理映射的自适应雨景仿真系统研究

芮乐军

(南通航运职业技术学院 航海系,江苏 南通 226010)

**摘 要:**文章在分析传统的雨景模拟方法的优劣性基础上提出一种将粒子系统与纹理映射系统相结合的雨景模拟方法,介绍了雨景仿真系统的实现方法,并进行了仿真实验,结果表明雨景仿真系统的逼真度与实时性得到了有效提高。

**关键词:**雨景仿真 纹理映射 粒子系统 自适应

中图分类号:TP15

文献标识码:A

文章编号:1671-9891(2016)01-0018-05

## 0 引言

随着虚拟现实技术的发展,对各种真实场景的仿真模拟已经出现在各种应用领域,如汽车模拟、飞行器模拟以及航海模拟系统。<sup>[1]</sup>以航海模拟系统为例,通过对真实海上场景的模拟,航海模拟系统能够给航海训练员提供非常接近于真实驾驶船舶时的主观感受,在避免意外操作带来的危险前提下最大限度的训练提高航海船员的驾驶技术。在航海模拟系统中,对气象的模拟是其重要组成部分。这是因为在实际船舶驾驶中,经常会受到各种气候的影响,如雨、浓雾、雪等等。因此,针对这些天气状况的模拟一直以来也是航海模拟系统的研究重点方向之一。

Straik 在 2002 年提出视频场景中的降雨算法,但是该方法在 3D 应用中存在一定的局限性;Reeves 提出的粒子建模系统可以有效模拟虚拟系统中的不规则物体的特性,被有效地用于模拟雨雪场景。<sup>[2-3]</sup>但是该方法由于是对每一个雨滴都分配一个粒子进行描述,所以在内存的使用上消耗比较大,这样对系统的实时性有很大的影响。在实际使用过程中,为保证航海模拟的实时性要求,本文提出一种粒子系统与纹理映射相结合的雨滴模拟算法。该算法可以在保证系统实时性要求的前提下,尽可能地贴近真实雨景。实验证明,本文算法可以在保证逼真度的前提下有效提高运行速度。

## 1 粒子系统与纹理映射系统相结合的模拟算法

### 1.1 粒子系统

粒子系统自提出之后就被采用于对不规则物体场景的模拟之中,并被 K.kusamoto 首次用于模拟雨景系统。粒子系统的基本原理就是为每一个雨滴分配一个粒子,并赋予每个粒子以初始位置、形状、生存周期以及速度等属性。通过一个随机过程对每个粒子的属性进行控制,以达到模拟雨景中各种雨滴的运动状态模拟。<sup>[4-5]</sup>粒子系统具体的算法流程如下:

- (1)创建新的雨滴粒子,并对其属性进行初始化;
- (2)计算当前存活粒子的属性,并对其更新;
- (3)删除系统中生命周期结束的粒子;
- (4)绘制并显示当前存活的粒子。

在模拟 3D 系统中,并不是在整个系统中创建粒子,而是在当前视点区域创建雨滴粒子,如图 1 所示。通过这种方法,可以有效减少粒子数。

收稿日期:2015-11-15

作者简介:芮乐军(1982—),男,江苏溧水人,南通航运职业技术学院航海系实验师。

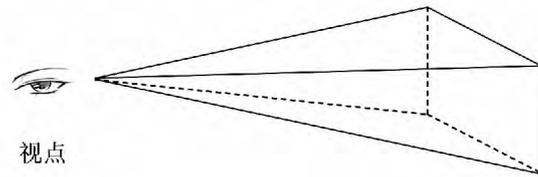


图 1 视点区域示意图

雨滴粒子在实际运动过程中主要受到雨滴本身所受到的重力、下落过程中受到的阻力以及运动过程中可能受到的风力。按照牛顿动力学得到粒子在运动过程中的速度方程,如式(1)所示:

$$V_c = V_p + g * t + V_{dif} \quad (1)$$

其中,  $V_c$  代表当前时刻粒子的运动速度,  $V_p$  代表前一时刻的粒子运动速度,  $t$  表示时间间隔,  $V_{dif}$  代表空气阻力以及风力对速度带来的影响。考虑到空气阻力很小,并且相邻两帧之间的时间间隔很小,将雨滴粒子在相邻两帧之间的运动近似为匀速运动,即:

$$V_c = V_p \quad (2)$$

因此,雨滴粒子在相邻两帧间的位置方程如式(3)所示:

$$P_c = P_p + V_c * t \quad (3)$$

式中,  $P_c$  表示当前雨滴粒子所在的位置,  $P_p$  表示雨滴粒子在前一帧所在位置,  $V_c$  表示雨滴粒子运动速度。此外,为保证粒子的可重复利用,当粒子超出可视区域后,并非直接让其消亡,而是对其属性进行重置,这样代替产生新粒子的方法,从而减轻计算机负担。

## 1.2 纹理映射

该方法的主要思想就是采用雨滴纹理信息来覆盖整个需要模拟的场景,并按照实际雨点的方向进行循环滚动。<sup>[6]</sup>图 2 中展示了一些雨景视频中分离出来的中雨和暴雨场景下的雨线纹理。

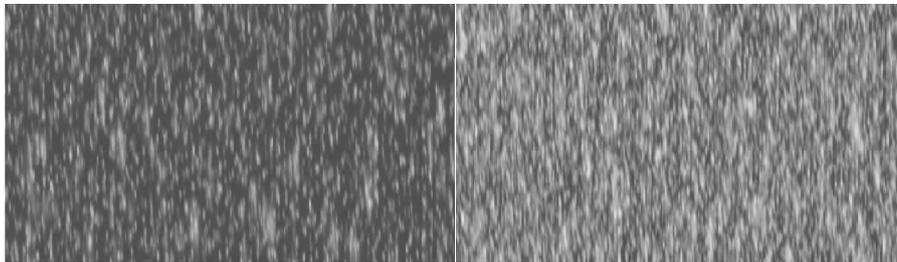


图 2 雨线纹理

该方法的优点就是实现简单,并且对计算要求也不高,可以有效地满足实时性要求。但由于它是采用单一的纹理映射的方法,在实际的模拟情况下逼真度会受到影响。

## 1.3 粒子系统与纹理映射结合算法

在传统的基于粒子系统的雨景模拟系统中,考虑到实时性要求,最多可以模拟的粒子数只有几万个,虽然可以满足普通的降雨场景,但是对于暴雨场景是远远不够的。并且,实际使用过程中,计算机除了模拟降雨场景之外,还需同时处理其他任务。因此,单纯使用粒子系统来模拟雨景是不符合实际使用要求的。结合基于粒子系统以及纹理映射雨景模拟方法,本文提出一种根据雨量大小自适应的雨景模拟系统。在实际雨景模拟系统使用中往往发现,人们会对眼前的雨滴比较敏感,在远离自己视点处的雨滴场景实际上并不是很关注。<sup>[7]</sup>因此本文采用视点分层方法来进行雨景模拟,如图 3 所示。

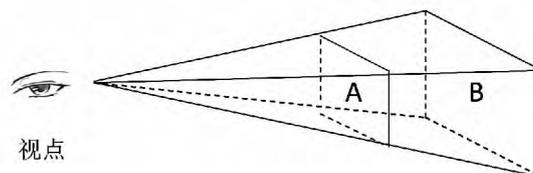


图 3 视点分层示意图

在靠近视点 A 层采用粒子系统进行雨滴的模拟,在远离视点的 B 层则动态选用粒子系统和纹理映射系统。当降雨量比较小的情况下,计算机完全有能力进行粒子的计算处理,两层均采用粒子系统进行雨景模拟;当降雨量比较大的情况下,为保证逼真度,距离视点较近的一层依旧采用粒子系统,而较远一层则采用纹理映射。通过设定阈值来确定选取何种策略,算法流程如图 4 所示。

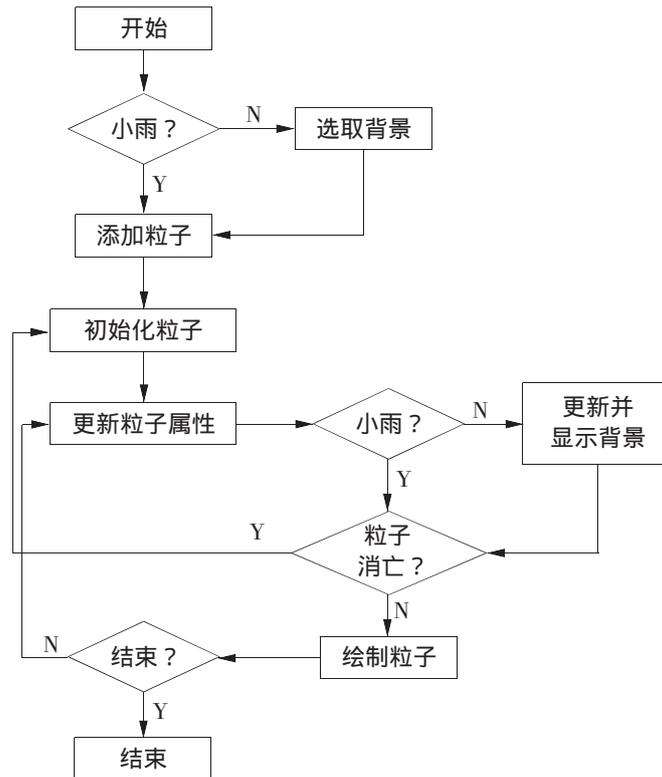


图 4 算法流程图

## 2 粒子系统与纹理映射结合的雨景仿真系统的实现

本文设计的仿真系统充分利用了图像处理器 GPU(Graphics Processing Unit,以下简称“GPU”)的性能,最大限度地提高系统的实时性。采用 CPU 与 GPU 协同工作,映射纹理的选取、显示以及粒子系统中粒子的初始化均交由 CPU 处理,GPU 主要计算降雨过程中粒子的属性,并对相应的粒子属性进行更新。

### 2.1 粒子属性定义

每一个雨滴粒子都有其大小、位置以及生存周期等属性,定义一个结构变量 Particle 进行描述粒子:

```

struct Particle :
{
    Float size;    //粒子大小
    Vec4f color;  //粒子颜色
    Vec3f pos;    //粒子位置
    Vec3f V0;     //粒子生存周期
    Bool alive;   //粒子舒服结束
}
  
```

### 2.2 自适应雨景生成

在实际降雨场景中,将降雨量大致分为以下三个等级:小雨、中雨以及大雨。在小雨场景中,使用纹理映射的方法会使模拟逼真度有一定损失。因此,我们在小雨场景中完全采用粒子系统进行场景的模拟,只有在中雨以及大雨情况下采用粒子系统与纹理映射相结合的方法。这就要求该系统具有自适应调节的能力,实现伪代码如下:

```

If (light_rain):
    Particle_system_initial()    //粒子初始化
    For each frame do:
        Particle_show();        //显示粒子
        For each particle do:
            Calculate_properity(); //计算粒子属性
            Update_properity();   //更新粒子属性
Else:
    Particle_system_initial()    //粒子初始化
    For each frame do:
        Particle_show();        //显示粒子
        Texture_update_and_show() //纹理更新并显示
        For each particle do:
            Calculate_properity(); //计算粒子属性
            Update_properity();   //更新粒子属性
    
```

### 2.3 线程分配

为提高计算机效率,使用 CPU 与 GPU 协同工作,实现框架如图 5 所示。<sup>[8]</sup>

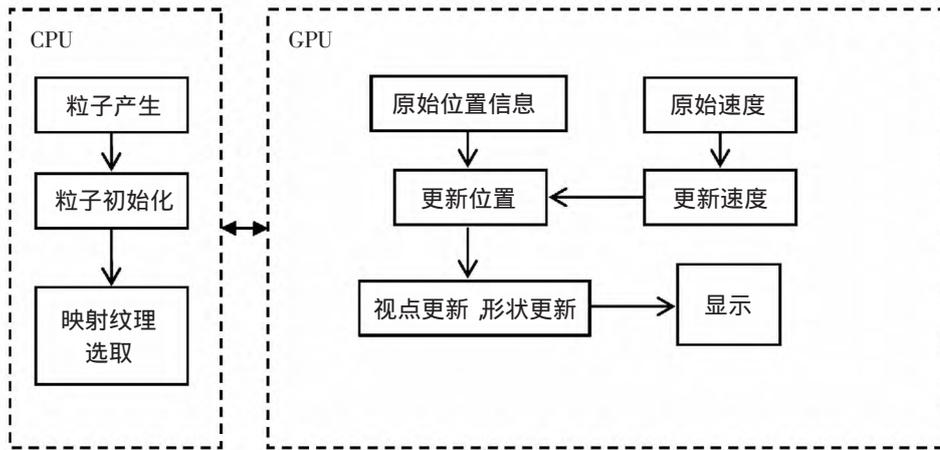


图 5 系统工作框架示意图

### 3 雨景仿真系统实验结果比较

本文将粒子系统与纹理映射结合的自适应仿真与传统基于粒子系统以及纹理映射仿真的方法进行对比,图 6 为采用该系统模拟出的小雨以及中雨场景。左图是完全使用粒子系统进行模拟的结果,右图为混合了粒子系统与纹理映射的模拟结果。从实验结果可以看出,本文方法能够有效模拟不同雨量的雨景。



图 6 模拟小雨及中雨场景截图

为测试本文算法的实时性,将本文方法与单纯使用粒子系统以及纹理映射的方法进行对比。在模拟相同雨景时的显示帧率作为评判实时性指标,帧率越高说明实时性越好,获得实验结果如表 1 所示。

表 1 模拟雨景的显示帧率实验数据

雨量	显示帧率(fps)		
	粒子系统	纹理映射	本文方法
小雨	115	312	271
中雨	80	307	251
暴雨	6	280	197

根据表中数据可以发现,在降雨量大致相同的情况下,本文提出的方法相比较粒子系统,帧率有比较明显的优势,但是与纹理映射方法比较时,优势却不是很大。在实际的模拟观测中发现,基于本文算法二者结合的雨景仿真系统较纹理系统,逼真度还原方面更加接近粒子系统。从图 7 三种模拟方法下的降雨场景进行对比图可以发现:单从一帧图像之上观察,三种模拟方法都可以有效表示出中等降雨场景。但以连续帧播放的方法对比发现:粒子系统的模拟效果最好,但是帧率相对较低;纹理映射系统重复感比较明显,给模拟逼真度带来了不好的影响,但是其帧率比较高;本系统综合两种方法的优势之后,不仅可以有效地逼近粒子系统的逼真度,同时也将帧率保持在比较好的范围。因此,本方法更加符合实际使用要求。

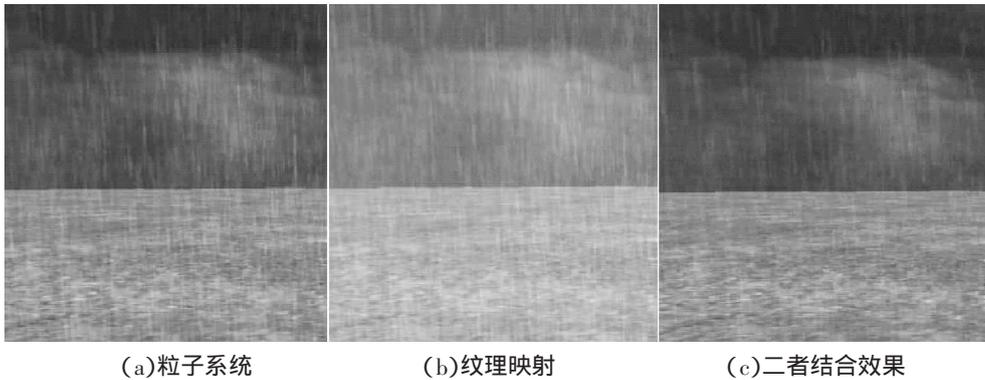


图 7 模拟方法实验对比截图

#### 4 结束语

模拟航海系统中雨景仿真的实时性一直是航海模拟系统领域的研究重点之一。本文通过对实时性较好的纹理映射系统以及逼真度较好的粒子系统进行研究,提出了一种粒子系统与纹理映射相结合的雨景模拟算法。本文使用的纹理映射方法简单直接,采用提取的雨点纹理信息进行映射,但这会给仿真逼真度带来一定的影响,尤其是雨后目标的清晰度与展现的问题。因此,下一步的研究发现主要是如何采用比较好的纹理映射方法,可以在具有较好实时性要求的前提下,进一步提升仿真的逼真度,增强雨后目标的清晰度,这样可以进一步减少粒子系统个数,系统的实时性可以得到进一步提升。

#### 参考文献:

- [1]胡小强.虚拟现实技术基础与应用[M].北京:北京邮电大学出版社,2009.
- [2]STARIK S,WERMAN M.Simulation of rain in video[J].Proceedings of the 3rd International Workshop on Texture Analysis and Synthesis,2002(10):95-100.
- [3]Reeves W T. Particle Systems - A Technique for Modeling a Class of Fuzzy Objects [J]. Acm Trans on Graphics, 1983(2):91-108.
- [4]Kusamoto K, Tadamura K, Tabuchi Y. A method for rendering realistic rainfall animation with motion of view [J]. IPSJ SIG Not,2001 (106):21-26.
- [5]范桓.航海模拟器中气象仿真技术与应用[D].武汉:武汉科技大学,2015.
- [6]刘颜.航海模拟器中基于 GPU 的雨的实时渲染[D].大连:大连海事大学,2008.
- [7]刘芳,王宝华,王聘,等.基于虚拟环境的实时降雨模拟研究[J].微型电脑应用,2015(8):34-36.
- [8]卢风顺,宋君强,银福康,等.CPU/GPU 协同并行计算研究综述[J].计算机科学,2011(3):5-9.

(下转第 26 页)

量、伺服油压力设定值、扭矩限制等是根据估算功率来设计的,其中伺服油压力设定值会影响到燃油消耗。因此对于主机配置 PMI OFF-LINE 的船舶,轮机管理人员定期利用 PMI 系统对主机工况测量、分析,并通过 MOP 进行调节是十分必要的。当参数分析需要对主机进行调节时,根据笔者的经验,每次修改的参数不能太大。

#### 4 结束语

共轨式全电控柴油机,凭借其优良的燃烧性能、较低的废气排放、相对低的油耗率,是未来船舶制造的首选机型。然而,面对新技术和新设备,势必要求轮机人员掌握新的管理方法与技能,唯有加强学习与交流,刻苦钻研新技术才能逐步提高轮机维护管理水平,保障船舶运营的安全性与可靠性。

#### 参考文献:

- [1]陈志强,龚卫清,张云龙.MAN ME 型主机液压系统及其管理要点[J].航海技术,2016(1):50-53.  
[2]张云龙,龚卫清.MAN ME 型主机 FIVA 阀的控制及动作原理[J].航海技术,2015(4):30-32.

## Analysis of MAN ME-C Electronic Control Main Engine Management

ZHU Xiao-liang

(Seamen Management Branch Company, Jiangsu Ocean Shipping Co., Ltd., Nanjing 210049, China)

**Abstract:** This article introduces the control principles of MAN ME-C electronic main engine, analyzes the frequent failures in ship operating as well as puts forward the suggestions for this field, which is of certain reference value.

**Key words:** Electronic control main engine; Failure analysis; Management

(上接第 22 页)

## Research on Adaptive Rain Simulation System Based on Particle System and Texture Projection

RUI Le-jun

(Dept. of Navigation, Nantong Vocational & Technical Shipping College, Nantong 226010, China)

**Abstract:** Based on an analysis of the advantages and disadvantages of the conventional approaches of rain simulation, this article puts forward a method of rain simulation combining particle system and texture projection, expounds the implementation methods of the rain simulation system as well as makes a simulation experiment. The results indicate that a marked improvement has been achieved to the fidelity and real-time performance of this system.

**Key words:** Rain simulation; Texture projection; Particle system; Self-adaption