

# 基于粒子系统的云层数据可视化\*

赵正旭, 卢石磊

(石家庄铁道大学, 石家庄 050043)

**摘要:** 可视化云层是虚拟场景的重要组成部分, 对于增强虚拟场景的“沉浸感”具有重要作用, 但是由于云层结构的复杂性以及形态变化的不规则性, 使得云层数据的可视化具有很大难度。针对这种情况, 本文总结各种可视化方法的优点提出一种基于粒子系统的云层数据可视化方法, 即根据粒子系统图像生成原理, 将云层细节数据进行解析、还原, 得到具有较强真实感的可视化云层。实验证明, 该方法可以得到表现效果非常真实的可视化云层。

**关键词:** 可视化; 云层; 粒子系统; 细节

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号:

## Visualizing Cloud Data based on Particle System\*

ZHAO Zheng-xu, LU Shi-lei

(Shijiazhuang Tiedao University, Shijiazhuang 050043, China)

**Abstract:** As an important part of the virtual scene, visualization of clouds plays an indispensable role in enhancing the immersion of the virtual scene. However, it is difficult to visualize the cloud data due to the complexity of the cloud structure and the irregularity of the form. In view of this situation, this paper summarizes the advantages of various visualization methods and put forward a method of cloud data based on particle system. According to the principle of particle system image generation, analyze and reduce the cloud detail data and we can obtain a visual clouds with strong real sense. Experiment shows that the method can get a performance result of the visualization of the cloud.

**Keywords:** visualization; cloud; particle system; details

### 0 引言

随着计算机图形学技术的快速发展, 雨、雪以及云层等动态自然景观的可视化被广泛应用在航天、军事、游戏以及影视等多个领域, 作为虚拟环境中的重要组成部分, 这些自然景物对于场景的“沉浸感”有重要贡献。但是由于这些自然景物的不规则外形以及动态特性使得计算机对雨、雪以及云层的可视化具有很大难度, 不能得到很好的可视化效果, 尤其对于云层的可视化。因为云层的结构复杂、动力学特征变化不定以及受到周围大气环境的影响等原因<sup>[1]</sup>, 利用常规的建模方法对其形状和运动特性进行描述具有很大难度, 而且难以得到真实感强的可视化效果<sup>[2]</sup>。大气云层的动态随机特性使其具有不规则的几何形状, 并且伴随着细微的颜色变化、浓度变化和形态变化, 而且这种动态变化极其复杂而且不确定<sup>[3]</sup>。因此, 云层数据的可视化一直是自然景物可视化中最具有挑战性的研究方向之一。

### 1 相关研究

对于自然景物的可视化, 景物的真实度是衡量可视化效果的重要指标。为了得到逼真的可视化效果, 研究者们提出了多种建模方法, 在云层可视化领域应用最广泛的有光线追踪法、基于体的绘制方式、基于三维映射的绘制方式、基于分型技术的绘制方式以及基于粒子系统的动态可视化五种可视化方法, 利用这些方法都可以得到良好的可视化效果, 但是无论是在实时性上还是对于硬件设备的要求上都具有各自的局限性, 因此, 本文根据云层不具有规则形状以及形态、颜色变幻无常的特性, 在总结多种云层模型绘制方法的基础上, 吸取五种绘制方法的优点, 提出一种利用粒子系统进行云层数据可视化的方法。

Reeves 于 1983 年提出粒子系统的方法, 是为了实现对一些模糊的、形状不规则的自然现象、景物或者空间扭曲的仿真, 比如火花、烟、云、雾、雪和爆炸等抽象景物<sup>[4]</sup>。早期的粒子系统中各个粒子之间不存在相互作用力, 只是保持各自的不断运动和形态改变, 适合对于非整体的物体描述, 像烟雾、云以及烟花的描述。粒子系统根据模糊景物不规则的形态特点采用了一套不同于传统造型、绘制系统的方法构造和绘制景物, 使用过程计算模型代替简单的静态模型, 是仿真不规则模糊景物最成功的图形生成算法之一<sup>[5]</sup>。基本思想是构建一个不规则的密闭区域, 将大量简单形状的细小粒

子作为基本单元聚集起来, 根据仿真对象的外观特征形成一个不规则的模糊物体, 构成一个密闭区域, 即粒子系统<sup>[6]</sup>。

### 2 云层可视化方法

#### 2.1 云层模型建立

大气云层是由于大量水汽上升, 气温降低凝结成小水滴和冰晶, 在天空中大量聚集形成, 当浓度和范围达到一定程度时就可以被肉眼所识别。因此首先利用粒子系统图像生成原理, 根据获得的云层细节数据将被可视化的云层不规则外形进行建模还原, 通过设置关键节点的方法将云层外形的不规则细节进行再现, 得到一个封闭的云层模型; 然后在封闭区域内填充粒子, 即云层的基本组成单元, 并将粒子进行随机分布。在生成粒子的同时, 对每个粒子进行属性赋值, 即赋予粒子生命周期、颜色、透明度、初速度以及大小等属性, 使粒子处于动态变化中<sup>[7]</sup>。

基于粒子系统的云层数据可视化的基础是云层数据, 因此在计算机上对云层数据进行可视化, 首先需要建立所描述区域云层的外形数据模型, 借鉴 Dobashi 查找表的方法, 建立起一个精度比较高的三维网络, 即在系统显示的三维空间内, 选定一个点作为原点, 以此原点为标准, 向  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三个垂直方向进行延伸, 使其呈指数增长, 直到其最小表示单位达到像素级别为止<sup>[8]</sup>。系统坐标图如图 1 所示。

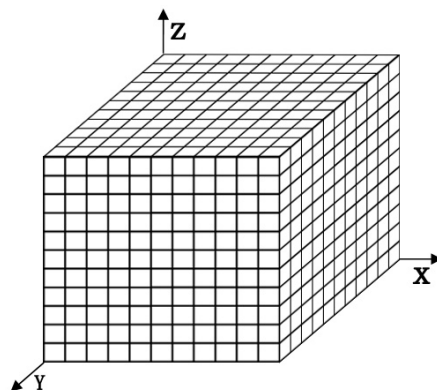


图 1 系统坐标图

接着系统根据云层细节数据在生成坐标范围内构建云层外形细节: 首先按照获得的云层细节数据生成云层所有外形细节节点, 然后系统遍历所有节点, 实现最优连接, 即将

收稿日期:

修回日期:

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (60873208)。

**作者简介:** 赵正旭(1960—),男(汉),山东青岛人,长江学者,博士生导师,主要研究方向为小世界网络系统、虚拟现实技术及应用; 卢石磊(1989—),男(通信作者),硕士研究生,主要研究方向为虚拟现实技术及应用。