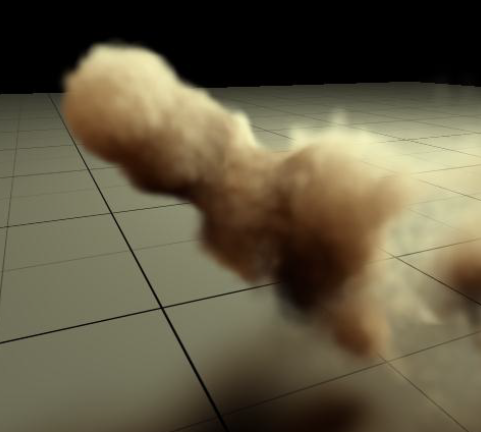
第三章 粒子表示的介质体碎片云效果渲染算法

3.1概述和相关工作

由第一章所述，以SPH，MPM等方法为代表的无网格法最主要的一些用途就是处理一些大变形、流固耦合、冲击破碎、爆炸等物理过程。本文所设计的后处理系统显然应该能够很好地渲染这些物理过程的仿真结果。这类问题当中，我们经常需要渲染比如冲击侵彻后的碎片云以及爆炸后的烟雾火光效果，不同于上一章所讲的表面重构，这类效果的物质通常没有明确的表面信息，而且一般是半透明材质，所以不能使用传统的基于三角形面片的渲染框架进行渲染，这类物质一般称为介质体。

对于这类物体，Reeves于1983年创立了粒子系统【1】，该系统后来被广泛应用于烟雾、火、爆炸等自然现象的模拟；其特点是能够以很高的效率实现较为真实的视觉效果；然而，该方法的粒子是通过人为的规则控制其产生、运动和消亡的，并没有遵从真实物理过程。而且其渲染过程也是更多地使用了人工着色再结合半透明混合算法，难以实现真实感的视觉效果。

为了给粒子系统引入更加具有真实感的视觉效果，人们提出了很多体阴影算法来实现更真实的光照效果，有代表性的如深度图算法【2】以及如【3，4】等的一些列改进算法，这类算法大多数都是对待渲染物体进行切片，并对每一片计算阴影图，最终使用混合这类传统渲染方式将图形显示到屏幕上。这类方法已经可以实现效果比较理想的介质体渲染，且一般效率比较高，如【4】中使用GPU实时渲染的烟雾：



但是这类方法的不足之处是其大多针对单光源的情况，很难使用固定方向上的阴影图来实现不同方向上的多光源照明。而且这类方法处理的问题也多数是简单照明，处理复杂光照环境及全局照明上存在一定困难，而且由于像【4】中算法主要用于渲染烟，而由于烟的照明系数较低，全局照明对其效果影响不显著，所以也没有必要考虑此因素。

同时，由于近些年基于物理的仿真在图形学界的流行，人们提出了很多基于流体动力学的烟雾仿真算法【5,6】，这类算法大多使用欧拉网格进行仿真计算和结果的渲染，而在空间体素网格结构上可以很容易地使用体光子映射【7】等全局照明算法，且能够处理复杂多光源及非均匀介质的情况，所以能够生成质量非常高的真实感图形。

结合本文后处理系统的需求及前人工作，本章做了以下工作：

1. 分析碎片云的特点，选定适合本后处理系统的算法类型
2. 提出一种可以体现模型动态效果的运动模糊算法，以便使生成的动画更加真实

3.2 算法类型的选定及实现

本文的后处理系统所要渲染的无明确表面物体主要有以下几种形式：爆炸产生的烟雾和火光、高速冲击侵彻产生的固体碎片云以及液体的雾气效果。其中碎片云中可能会有一些体积稍大的小碎块，这部分可以用第二章的表面重构算法处理；而体积更小的碎片通常由于其已经远远小于单个像素大小且数量极其巨大，而且在无网格法的计算结果中通常已经是当个粒子，所以这种情况已经不适合于进行表面重构，它在本质上更接近于烟，于是这些效果都适合于使用粒子系统进行渲染。由于本文中的后处理系统更主要的目标是获得高质量的真实感图形，而对渲染实时性的要求并不高，而且有些介质体的材料具有较高的照明系数，这时若不考虑全局光照，便不能获得正确的光照效果，如高速冲击形成的水雾等效果，所以以阴影图为代表的方法并不适合本文。

对于液体，如果是低速动力学行为，则单个粒子应视其为液滴，而高速冲击情形下，单个粒子应作为介质体粒子表示的雾气效果渲染。

【2】LOKOVIC, T., AND VEACH, E. 2000. Deep shadow maps. In Proceedings

of the 27th annual conference on Computer graphics

and interactive techniques, 385–392.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 【3】Fourier opacity mapping  Jon Jansen, Louis Bavoil | | |
| February 2010 |  | I3D '10: Proceedings of the 2010 ACM SIGGRAPH symposium on Interactive 3D Graphics and Games |

【4】

Volumetric Particle Shadows

Simon Green

NVIDIA CUDA Samples Doc July 2012

【5】

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [Visual simulation of smoke](http://dl.acm.org/citation.cfm?id=383259.383260&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075)  [Ronald Fedkiw](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100612327&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075), [Jos Stam](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100148921&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075), [Henrik Wann Jensen](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100640205&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075) | | |
| August 2001 |  | **SIGGRAPH '01:**Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques |

【6】

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [Smoke simulation for large scale phenomena](http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1201775.882335&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075)  [Nick Rasmussen](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100172208&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075), [Duc Quang Nguyen](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100511689&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075), [Willi Geiger](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100325446&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075), [Ronald Fedkiw](http://dl.acm.org/author_page.cfm?id=81100612327&coll=DL&dl=ACM&CFID=668643590&CFTOKEN=35085075) | | |
| July 2003 |  | **SIGGRAPH '03:**SIGGRAPH 2003 Papers |
| 【7】H. W. Jensen and P. H. Christensen. Efficient Simulation  of Light Transport in Scenes with Participating Media using  Photon Maps. In *SIGGRAPH 98 Conference Proceedings,*  *Annual Conference Series*, pages 311–320, July 1998. |  |  |