2.1概述及相关工作

在以SPH，MPM等为代表的各类无网格法仿真计算的结果表示中，多以粒子的形式存在。各粒子携带有物质的质量、速度、温度等各种物理量，而其最重要的一个特点就是，粒子的位置分布是非规则的，所以这也造成了其所代表的模型很难从这样的非规则分布粒子中提取表面信息。

针对这类问题，隐式表面方法是一种被广泛采用的重构表面信息的方法。该方法主要有两种形式，其一为Hoppe等人【1】提出的符号距离函数法，该方法分两个步骤：首先通过一点附近邻域内的点集进行线性拟合，得到一个局部的正切平面；然后对于空间中任意一点，计算到的距离函数，若位于表面外则记为正，反之为负。则该重构的表面便可以用隐式地表达。其二为M¨uller等人【2】使用的用标量场的等值面定义表面的算法。该算法在每一个粒子的位置定义一个“核”，空间一点处的值为该点到核心的半径的函数，对空间中任意一点，该处的标量场值为所有“核”在该点处贡献的叠加。

第一类方法适用于粒子数量较大、密度分布较为均匀的情况，而当模型局部的粒子比较少的时候，通过局部拟合来构造表面的方法明显不合适，而第二类方法却不受这个限制，即使只有一个粒子，也可以完成表面构造。而本文需要处理碎片等情况，会有局部粒子较少的情况，所以考虑使用第二类方法。

本文中此部分的功能主要基于Yu和Turk在2013年的工作【3】，这篇文章主要基于【2】的方法，但是通过引入各向异性核，并加入表面粒子位置调整功能从而实现了更加光滑的表面构造，并且能够保持边角棱等模型的局部细节。本章针对【3】中的一些不足之处对其中的算法提出一定改进，以及结合本文后处理模块的特点和需求，对其算法进行了适用性扩展，主要工作如下：

1.【3】中的主要效率瓶颈为标量场的计算，其算法要为模型中的每个粒子计算标量场值，这消耗了大量时间，同时存储所有网格结点也会耗费较大内存。本文通过引入一种增长型八叉树结构，可以实现只计算模型表面附近的标量场从而达到大大降低计算时间和减小内存消耗的目的；同时实现了空间划分，加速光线跟踪算法中光线和重构出的三角形表面求交运算的速度。

2.由于【3】中算法仅仅是针对算例，需要根据模型数据的不同手工调试参数，这对于后处理系统来说明显不现实，于是本文设计了一套对数据文件的自动分析模块，具体实现参考第四章。该模块的分析结果在表面重构中可以动态自动设置标量场值范围、粒子半径及邻近粒子搜索半径等参数。

2.2

[1]Hugues Hoppe, Tony DeRose, Tom Duchamp, John McDonald, Werner Stuetzle. Surface reconstruction from unorganized points. Computer Graphics (Proceeding of ACM SIGGRAPH 92),26(2):71-78,1992

【2】M¨ULLER, M., CHARYPAR, D., AND GROSS, M. 2003. Particle-based fluid simulation for interactive applications.

In Proceedings of the ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation. Eurographics Association, 154–159.

【3】Yu, J. and Turk, G. 2013. Reconstructing surfaces of particle-based fluids using anisotropic kernels. ACM Trans. Graph. 32, 1, Article 5 (January 2013)