

一种三维数据场多表面显示方法

诸葛婴, 田 捷, 罗希平

(中科院自动化研究所人工智能实验室, 北京 100080)

摘 要: 本文提出了一种基于体绘制的三维数据场多表面显示方法. 首先, 采用灰度梯度加权提取出三维数据场中不同物质间的边界, 根据显示的需要只对这些边界上的体元赋予相应的阻光度并进行光亮度合成计算, 因而可大大减少计算量, 提高显示的速度; 将边界上的体元作为不同物质的混合体, 采用与方向有关的三线性插值来计算视线方向与体素内等值面的交点, 根据交点的法向量进行光照效应计算以提高显示图像的质量; 最后用投影成像法显示最终的图像. 本文对医学 CT 图像做了相关的实验, 取得了较好的效果.

关键词: 体绘制; 三维数据场; 表面显示; 法向量; 投影成像

中图分类号: TN391.41 **文献标识码:** A **文章编号:** 0372-2112 (2001) 01-0140-03

A Multi-Surfaces Rendering Method Based on Volume Rendering for 3D Data Sets

ZHU Ge-ying, TIAN Jie, LUO Xi-ping

(AI Lab, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: In this paper, we present a multi-surfaces rendering method based on volume rendering for 3D data sets. First, we extract the boundaries between two different materials by weighting with gray-level gradient, and only voxels on these boundaries participate in the generation of each image, so it drastically reduces the rendering time. Second, we think the voxels on boundaries as the mixture of different materials, so in every voxel there is a surface. We use the oriented cube-interpolation technique to get the intersection point of viewing orientation and the surface in the voxel, then compute the surface normal of the intersection point. We use the normal to shade the voxel in order to improve the image quality, and make some experiments with medical CT images.

Key words: volume rendering; 3D data sets; surface rendering; normal; projection

1 引言

三维数据场的表面绘制运用分类操作将体数据中感兴趣的部分提取出来并以面的方式显示. 主要有两类方法: 一是在一系列的二维切片上生成等值线, 然后用几何元素对这些等值线进行拟合形成等值曲面. 另一类方法直接在数据场中抽取等值面. 相对而言, 前一种方法占用存储少, 速度快, 便于进行三维实时旋转操作. 但它在确定多分支等值线在相邻切片间的拓扑关系以及分支处顶点的连接关系时比较困难, 至今尚未彻底解决. 后一种方法避免了相邻切片间等值线连接的困难, 可以直接生成三维的等值曲面, 其中最著名的是 Lorensen^[1]于 1987 年提出的移动立方体法 (Marching Cubes). 但在有些情况下会造成等值面的二义性.

1988 年 Levoy^[2]利用分类函数对三维数据场中的体元进行阻光度分配, 并对物质边界面处的体元赋予高阻光度以突出显示物质表面. 每一个阻光度不为 0 的体元对最终图像的显示都有所贡献. 唐泽圣^[3]对此方法进行了改进, 以重构三维数据场代替原有的重构光亮度场, 提高了可视图的质量并节约了存储空间, 并用改进的方法来显示多等值面, 但需要通过

不断的采样来判断等值面的位置, 计算量很大. Udupa^[4]及宛铭^[5]采用投影成像法来绘制三维数据场并显示多等值面, 但是对投影成像中光照效应差的问题仍没有解决, 仅用体元中心的梯度值来代替整个体元的法向量.

在许多应用中, 人们有时只关心不同物质间的边界部分, 并由其反映整个数据场的全局状况. 本文提出了一种三维数据场多表面显示方法. 为加快显示速度, 不用分类函数对数据场中的体元进行阻光度分配^[6], 本文提取出三维数据场中不同物质间的边界, 只对这些边界上的体元进行颜色合成计算, 因而可大大减少计算量. 此外, 还可根据显示需要对不同的边界赋予相应的阻光度, 可灵活的反映不同物质边界在三维空间中的相互关系; 在提高显示图像质量方面, 传统的投影成像方法用体元中心的梯度值来代替整个体元的法向量, 因而无法反映体元所影响的像素之间的差别. 将边界上的体素作为不同物质的混合体, 采用方向有关的三线性插值来计算视线方向与体素内等值面的交点, 对体元所影响的多个像素存在着不同的交点, 根据交点的法向量进行光照效应计算, 从而可提高显示图像的质量.

收稿日期: 1999-07-21; 修回日期: 2000-06-23

基金项目: 国家自然科学基金 (No. 69843001); 国家 863 计划基金 (No. 863-306-ZD04-06-4)