

文章编号:1001-9081(2007)05-1129-03

基于标准 PC 机的大数据实时体绘制算法研究

谢 凯¹, 杨 杰², 朱跃敏³

- (1. 湖南大学 计算机与通信学院, 湖南 长沙 410082;
 2. 上海交通大学 图像处理与模式识别研究所, 上海 200240;
 3. 法国国家科学研究中心, 法国 里昂 69621)
- (xie_kai2001@sina.com)

摘 要:为了解决在标准 PC 机上对大数据进行实时体绘制的问题,提出了一种基于图形处理器的大数据高质量体绘制算法。该算法采用三维纹理映射作为核心的绘制算法,结合可见性测试、遮挡测试和模板测试来加快绘制速度。实验结果表明,对虚拟人体数据,可以在不损失图像质量的前提下,以可交互的速度进行绘制。

关键词:体绘制;三维纹理映射;图形处理器

中图分类号: TP391 **文献标识码:** A

Real-time volume rendering of large datasets on standard PC hardware

XIE Kai¹, YANG Jie², ZHU Yue-min³

- (1. School of Computer and Communication, Hunan University, Changsha Hunan 410082, China;
2. Institute of Image Processing & Pattern Recognition, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240, China;
3. the French National Center for Scientific Research, Lyons France)

Abstract: A high quality volume rendering technique was presented to render a large volume dataset at interactive rates on standard PC hardware. We employed 3D texture mapping as a core rendering engine and took advantage of combinations of HW-supported visibility tests such as occlusion queries, stencil tests and programmable shaders to accelerate the whole rendering process. We have implemented the volume rendering algorithm for large volume data, and achieved real-time performance without any loss of image quality.

Key words: volume rendering; 3D-texture map; graphics processing units

0 引言

近年来,对大体数据进行绘制的需求在逐步增加,体数据获取设备产生了庞大的数据,如:一个 CT 扫描仪可以产生 1500 多张切片的二维图像,分辨率为 512×512 。显卡技术的迅速发展使得直接体绘制达到可以交互的速度,一种典型的基于显卡的体绘制方法是利用显卡支持的三维纹理映射进行绘制。但是,显卡的有限显存不能对大的体数据进行直接体绘制。在文献中,为了解决大数据体绘制的问题,研究者通过压缩原始数据,然后在显存中解压,这种方法会损失部分图像质量^[1,2]。并且,这种方法在医学成像和科学可视化中是有问题的。如:在医学成像中,对病人的重要区域的显示由于数据的压缩而遗漏。这样就会误导医生产生不正确的诊断结果。而且,医生想在任何时候以高分辨率(如 512×512 窗口)显示体绘制的结果,这样,结果图像中的质量损失就变的非常明显,会导致对病人的错误诊断^[3]。

为了解决在标准 PC 机上对大数据进行实时体绘制的问题,

本文提出了一种高质量的体绘制算法。我们采用三维纹理映射作为核心的绘制算法,结合可见性测试、遮挡测试和模板测试来加快绘制速度。而且,利用体素计数表和滤过的可见子块,排除只有很少可见体素的子块,减少了在 CPU 和 GPU 之间的数据传输量。实验结果表明,对 $512 \times 512 \times 512$ 的体数据,可以在不损失图像质量的前提下,以可交互的速度进行绘制。

1 基于 GPUs 的体绘制算法

大部分基于显卡的体绘制依靠三维纹理的硬件。文献[4]利用显卡可以对 2563 的体数据进行实时的绘制;文献[5]提出了一种基于多通道的绘制技术的基于显卡的体绘制算法。最近,利用可以编程的显卡,各种优化技术(如:提前不透明度截止^[6]和空体元空间跳跃技术^[7])已经有效运用到基于显卡的体绘制中。

本文算法的整个流程划分为四个步骤,如图 1 所示,其中空子块的空间跳跃和提前子块截止是以每个子块来进行的操作。

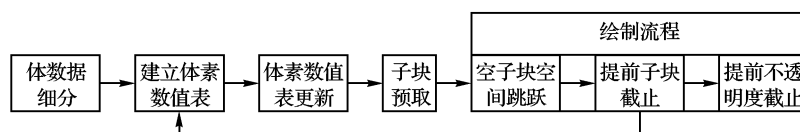


图 1 绘制流程

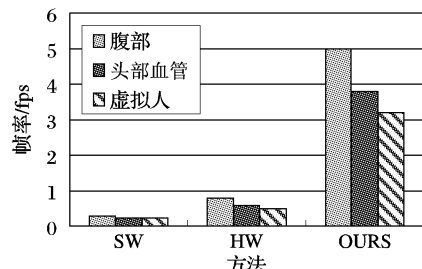
收稿日期:2006-11-08;修订日期:2007-01-12 基金项目:中法先进计划资助项目(PRA SI 03-03)

作者简介:谢凯(1974-),男,湖北潜江人,讲师,博士,主要研究方向:医学图像处理; 杨杰(1963-),男,教授,博士生导师,主要研究方向:图像处理、模式识别; 朱跃敏(1958-),男,教授,博士生导师,主要研究方向:医学图像处理。

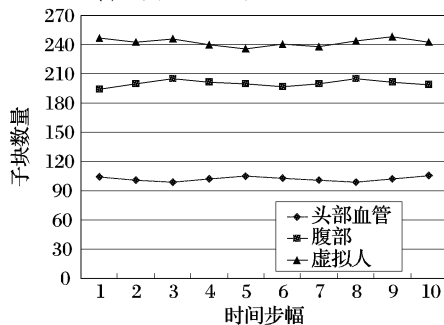
扫描数据得到的体绘制结果图。数据大小分别是(a) $512 \times 512 \times 426 \times 2\text{B}$, (b) $512 \times 512 \times 512 \times 2\text{B}$, (c) $512 \times 304 \times 1730 \times 2\text{B}$,绘制的窗口为 512×512 ,没有任何的图像质量损失。

表1 基本体数据(绘制结果见图3)

体数据	分辨率	切片数量	单个体素大小/B	体数据大小/MB
腹部	512×512	426	2	213
头部血管	512×512	512	2	256
虚拟人	555×308	1730	2	564



(a) 与其他绘制算法的性能对比



(b) 绘制的子块的数量

图2 性能分析和对比

3 结语

本文提出了一种基于显卡的硬件加速体绘制算法,能够对比显存容量大的体数据进行绘制。由于采用了可见性测试和遮挡测试的技术,加快了绘制速度,能够对大体数据以可交互的速度进行绘制。本算法也存在不足,主要是由于CPU和GPU之间的数据传输速度造成的,我们希望新一代的PCI-E总线技术能够解决这个问题。

(上接第1128页)

不需要等到跟踪到完整的目标轨迹。然而,当训练轨迹较长且数目众多时,深度优先搜索算法的时、空效率是一个需要考虑的问题。幸运的是在数据挖掘领域已经提出了许多快速的序列模式挖掘算法,如何将这此算法应用于目标运动轨迹的分析和理解将是我们的下一步的研究方向。

参考文献:

- [1] COLLINS R. A system for video surveillance and monitoring: VSAM final report. TR: CMU-RI-TR-00-12[R]. Carnegie Mellon University, 2000.
- [2] HARITAOGLU I, HARWOOD D, DAVIS L. W4: Real-time surveillance of people and their activities[A]. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence[C]. 2000. 809 – 830.
- [3] YANG M, AHUJA N. Extraction and classification of visual motion pattern recognition[A]. Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition[C]. 1998. 892 – 897.

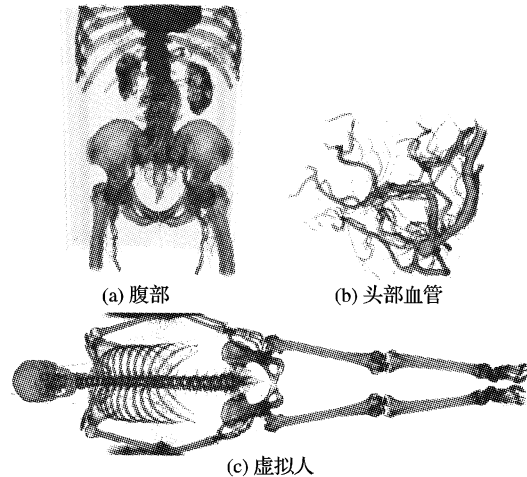


图3 体绘制结果

参考文献:

- [1] BAJAJ C, IHM I, PARK S. Compression-based 3D texture mapping for real-time rendering[J]. Graphical Models, 2000, 62(6): 391 – 410.
- [2] STRENGERT M, MAGALLON M, WEISKOPF D, *et al.* Large volume visualization of compressed time-dependent datasets on GPU clusters[J]. Parallel Computing, 2004, 31(2): 205 – 219.
- [3] POMMERT A, HÖHNE KH. Evaluation of Image Quality in Medical Volume Visualization: The State of the Art[A]. Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. Proc, MICCAI 2002 Part II Lecture Notes in Computer Science 2489[C]. Springer Verlag Berlin, 2002. 598 – 605.
- [4] CULLIP TJ, NEUMANN U. Accelerating Volume Reconstruction with 3D Texture Mapping Hardware. TR93-027[R]. University of North Carolina, 1993.
- [5] MEIBNER M. Enabling Classification and Shading for 3D Texture Mapping based Volume Rendering using OpenGL and Extensions[A]. IEEE Visualization 99[C]. 1999. 207 – 214.
- [6] MATSUI M, INO F, HAGIHARA K. Parallel volume rendering with early ray termination for visualizing large-scale datasets[A]. ISPA 2004[C]. 2004. 245 – 256.
- [7] LI W, MUELLER K, KAUFMAN A. Empty space skipping and occlusion clipping for texture-based volume rendering[A]. IEEE Visualization 2003[C]. 2003. 317 – 324.
- [8] LEVOY M. Efficient ray tracing of volume data[J]. ACM Transactions on Graphics, 1990, 9(3): 245 – 261.

- [4] HU WM, XIE D, TAN TN. A hierarchical self-organizing approach for learning the patterns of motion trajectories[J]. IEEE Transaction on Neural Networks, 2004, 15(1): 135 – 144.
- [5] OWNES J, HUNTER A. Application of the self-organizing map to trajectory classification[A]. Proceedings of IEEE Workshop on Visual Surveillance[C]. 2000. 77 – 83.
- [6] KOHONEN T. Improved versions of learning vector quantization[A]. International Joint Conference On Neural Networks[C]. 1990. 545 – 550.
- [7] 潘梅森, 颜君彪. 基于图像块动态调整的码字内再匹配矢量量化[J]. 计算机应用, 2006, 26(3): 592 – 594.
- [8] 高新波. 模糊聚类分析及其应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2004. 50 – 53.
- [9] 吕静, 王晓峰, ADJEI O, 等. 序列模式图及其构造算法[J]. 计算机学报, 2004, 27(6): 784 – 788.
- [10] WU S, MANBER U. Fast text searching allowing errors[J]. Communication of The ACM, 1992, 35(10): 83 – 91.