

静态软件缺陷预测方法*

吴靖宇

¹(中国科学技术大学安徽省计算几何与感知智能重点实验室,安徽合肥 226019)

通讯作者: 吴靖宇, E-mail: andyng@mail.ustc.edu.cn

摘要: 近年来, 随着市场对于高质量游戏场景, 高精度三维模型的实时渲染要求, 对于高性能图形流水线的需求也越来越多, 传统的基于纯硬件的渲染管线面临着巨大的挑战。针对以上问题, 本文调研并改进了一种基于分块的软件光栅流水线——CUDARaster。该流水线可以在保持图元顺序的基础上, 通过流水线每一个阶段启动特定的CUDA核函数进行光栅化; 该流水线支持多种渲染模式, 并且实现了一套完整的性能测量体系, 方便系统性能测量和优化。

但是该管线年代久远, 流水线依赖于底层优化, 与其最初设计的GPU架构紧密耦合, 无法在现代的GPU架构上充分发挥硬件性能。同时为了保障光栅化计算精度, 限制了渲染分辨率。同时, 图元保序设计极大的影响了系统性能的进一步扩展。

本次研究的主要工作在探究系统在现代GPU上如何充分发挥性能, 故主要工作可分为以下几点: 实现线程安全的warp原语, 以实现在现代GPU架构上的正确渲染; 调研系统的栅格化算法以及限制分辨率的主要原因, 并在此基础上实现基于CPU调度的4K分辨率渲染算法; 以及为了探究系统性能随Bin block数增加的变化, 而实现的改进的规约算法。在此基础之上, 我们实现了一个基于分块的软件光栅化渲染器。通过以上改进, 提高系统实际应用能力以及可扩展性, 为后续的大规模并行渲染系统设计和改进奠定了基础。

关键词: GPU; 软件光栅化; 并行渲染; CUDA; 分块渲染; 图形管线

1 绪论

1.1 研究背景

图形流水线是一种将三维场景描述输出为二维图像的计算系统, 是渲染器的重要组成部分。随着市场对于高质量游戏场景, 高精度三维模型的实时渲染要求, 对于高性能图形流水线的需求也越来越多。例如, 在游戏中, 图形流水线可以用于生成动态的光照、阴影和反射, 增强游戏的画面质量, 为玩家提供视觉享受。在CAD中, 基于图形流水线的可视化模块, 可以用于渲染高精度的三角网格模型, 从而提高设计师的工作效率, 保证产品的设计质量。

以著名开源CAD引擎Open CASCADE[?]为例, 可视化(渲染)模块是构成CAD引擎的核心之一, 不仅对模型的渲染精度提出了要求, 还需要满足与设计人员实时交互的需求^{??}。

参考文献

Open CASCADE Technology | Collaborative development portal[EB/OL]. [2024-04-25]. <https://dev.opencascade.org/>.

程锦, 叶虎强, 谭建荣, 等. 三维CAD技术研究进展及其发展趋势综述[J]. 机械工程学报, 2023, 59(23): 158-185.

SCHOLLMEYER A, FROEHLICH B. Efficient and anti-aliased trimming for rendering large nurbs models [J/OL]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2019, 25(3): 1489-1498. DOI: 10.1109/TVCG.2018.2814987.

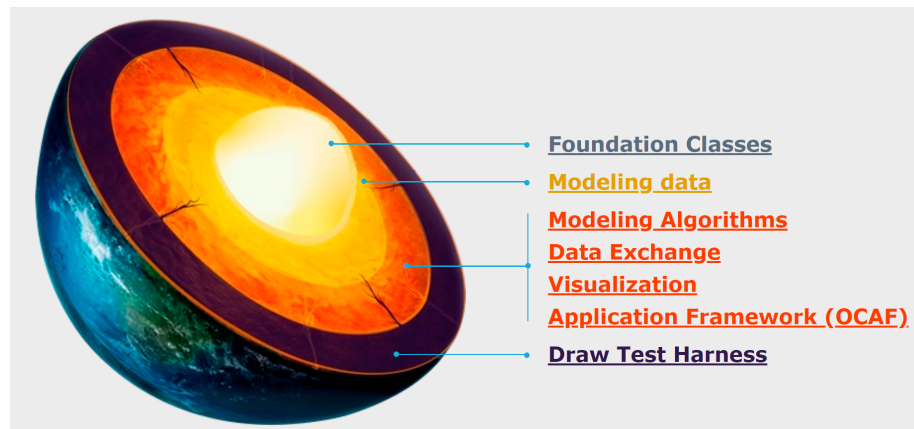


图 1: Open CASCAD 系统架构图?