



Localização de pontos 3D usando GPUs

Autor: Matheus Aguilar de Oliveira¹

Orientador: Salles Viana Gomes de Magalhães²

¹ Graduando em Ciência da Computação/UFV - matheus.a.aguilar@ufv.br; ² Professor do Departamento de Informática/UFV - salles@ufv.br

Instituição de Financiamento: PIBIC/Funarbic

Categoria: Pesquisa | Grande Área: Ciências Exatas e Tecnológicas | Área Temática: Ciência da Computação

Palavras-chave: Computação, Geometria, GPU

Introdução

O processo de localização de pontos em 3D é um problema de grande relevância na área de geometria computacional, uma vez que serve de base para algoritmos muito utilizados, como a detecção de colisão entre objetos.

Contudo, garantir eficiência e robustez nesse procedimento ainda é um grande desafio, devido às falhas de arredondamento da aritmética de ponto flutuante, da grande quantidade de casos degenerados do algoritmo e do crescente tamanho dos conjuntos de dados atuais.

Com base nisso, propõe-se o uso de GPUs para acelerar a computação exata desse problema.

Objetivos

- Aprimorar e ajustar o algoritmo de localização Pinmesh, desenvolvido pelo orientador [1] desse projeto.
- Analisar a capacidade de contribuição das GPUs em problemas geométricos.
- Melhorar algoritmos geométricos existentes usando as estratégias do algoritmo desenvolvido.

Material e Métodos

- Algoritmo desenvolvido computa a localização de pontos 3D em meshes formadas por tetraedros. Esse faz uso das seguintes estratégias para aumentar sua eficiência:
 - Uso de uma grade cartesiana como índice geométrico, para reduzir computações desnecessárias.
 - Uso de aritmética intervalar na GPU, ao invés de números racionais, dado que seu custo é menor.
 - Uso de processamento paralelo na CPU para recalcular predicados ambíguos da aritmética intervalar.
 - Uso do método Simulation of Simplicity (SoS) para tratar casos degenerados de forma simples.

- Uso de GPU para calcular a localização de vários pontos em paralelo, visto que esses cálculos são independentes entre si.
- O conjunto de testes é composto por uma tetramesh com cerca de 1,6 milhões de tetraedros e 2 milhões de pontos gerados aleatórios no interior ou na borda desse objeto.
- Os resultados do algoritmo foram comparados com um algoritmo de localização 3D sequencial e em CPU.

Resultados e Discussão

- Testes preliminares mostraram um ganho de cerca de 28 vezes do algoritmo em GPU, em relação a uma versão sequencial.
- Quando apenas o tempo da localização é considerado, essa diferença é de cerca de 63 vezes.
- Uma nova técnica desenvolvida foi agrupar pontos da mesma célula na GPU, de modo a manter as threads balanceadas, melhorando a performance.
- Apenas 1637 pontos de 2 milhões (cerca de 0,08%) tiveram que ter sua localização calculada com números racionais (mais lentos), o que reforça a precisão da aritmética intervalar.

Conclusões

O algoritmo desenvolvido apresentou um ganho de performance significativo em relação à versão sequencial. Logo, é possível observar que GPUs são uma opção viável para realizar cálculos geométricos de forma exata e eficiente. Portanto, isso sugere que outros algoritmos geométricos também podem ser aprimorados por meio dessa ferramenta.

Bibliografia

[1] DE MAGALHÃES, Salles Viana Gomes. et al. PinMesh - Fast and exact 3D point location queries using a uniform grid. **Computers & Graphics**, v. 58, p. 1-11, 2016.

Apoio Financeiro

FUNARBE
FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES

Agradecimentos

- W. Randolph Franklin
- Marcelo de Matos Menezes
- Bruno Ferreira Coelho
- CAPES