Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Jeronimo Silvério Venetillo

Simulação de partículas baseada em GPU com tratamento de colisão

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Waldemar Celes Filho

Rio de Janeiro, março de 2007

Pontifícia Universidade Católica
do Rio de Janeiro

Jeronimo Silvério Venetillo

Simulação de partículas baseada em GPU com tratamento de colisão

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Informática da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Waldemar Celes Filho
Orientador
Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Marcelo Gattass
Departamento de Informática – PUC-Rio

Prof. Paulo Cezar Pinto Carvalho
IMPA

Prof. José Eugênio Leal
Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 26 de março de 2007

Jeronimo Silvério Venetillo

Graduou-se em Engenharia de Computação na PUC-Rio em 2004. Estagiou em empresas que prestaram serviço para o INPE e CVRD. Desde de 2004 trabalha no laboratório de Computação Grafica da universidade (Tecgraf) que é financiado principalmente pela Petrobrás.

Ficha Catalográfica

Venetillo, Jeronimo

Simulação de partículas baseada em GPU com tratamento de colisão / Jeronimo Silvério Venetillo; orientador: Waldemar Celes Filho. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2007.

v., 47 f: il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática

Incluí referências bibliográficas.

1. Informática – Teses. 2. Computação Gráfica 3. Renderização em Tempo Real 4. Placa Gráfica 5. Simulação 6. GPU 7. Colisão I. Celes Filho, Waldemar. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

Agradecimentos

Ao meu orientador Waldemar Celes e a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

À CAPES e à PUC–Rio, pelos auxílios concedidos.

Resumo

Venetillo, Jeronimo; Celes, Waldemar. **Simulação de partículas baseada em GPU com tratamento de colisão.** Rio de Janeiro, 2007. 47p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta uma nova proposta para a implementação de um sistema de partículas em GPU. A simulação é feita inteiramente no processador gráfico, o que elimina a transferência de dados entre a CPU e a GPU. O sistema proposto é capaz de simular partículas de diferentes diâmetros em ambientes confinados, incluindo tratamento de colisão entre partículas, restrições e colisão de partículas com o ambiente. A detecção de colisão entre as partículas é feita com base numa estrutura de subdivisão do espaço em uma grade regular de células. Em GPUs atuais, o sistema é capaz de simular um milhão de partículas a taxas iterativas. Também é proposto um método flexível para modelar os obstáculos que compõe o ambiente, permitindo a criação de diferentes cenas sem necessidade de re-codificação de shaders. O sistema é composto por diferentes shaders, responsáveis por cada etapa da simulação. Um programa de fragmentos é responsável por fazer a atualização da posição das partículas. Em seguida, um programa de vértices faz a montagem da estrutura de subdivisão espacial. As etapas seguintes (detecção e tratamento de colisão e de restrições) são efetuadas apenas por programas de fragmentos usando a técnica de relaxação.

Palavras-chave

Computação Gráfica; Renderização em Tempo Real; Placa Gráfica; Simulação; GPU; Colisão;

Abstract

Venetillo, Jeronimo; Celes, Waldemar. **GPU-based particle simulation with collision handling.** Rio de Janeiro, 2007. 47p. MSc. Dissertation - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This work presents a new proposal for the implementation of a GPU-based particle system. The simulation runs entirely on the graphic processor, thus eliminating data transfer between the CPU and the GPU. The proposed system is able to simulate particles with different diameters in confined environments, including support for inter-particle collisions, constraints, and particle-obstacle collisions. Inter-particle collision detection is accomplished by subdividing the space into a regular grid of cells. On modern graphics cards, the system is able to simulate up to one million particles at interactive rate. It is also proposed a flexible approach for modeling the obstacles that define the environment, allowing the creation of different scenes without relying on shader re-coding. The system is divided in different shaders responsible for each stage of the simulation. One fragment program is responsible to advance the particles in time. After that a vertex program builds the space subdivision structure. The following stages (collision detection and response, and constraint solving) are performed only by fragment programs using the relaxation method.

Keywords

Computer Graphics; Real Time Rendering; Graphic Board; Simulation; GPU; Collision;

Sumário

Lista de figuras

Lista de tabelas