

Universidade Federal de Pernambuco
Graduação em Ciência da Computação

Centro de Informática



SIMULAÇÃO FÍSICA DE CORPOS
DEFORMÁVEIS EM TEMPO REAL

Proposta de Trabalho de Graduação

Aluno: Mozart William Santos Almeida (mwsa@cin.ufpe.br)

Orientadora: Judith Kelner (jk@cin.ufpe.br)

Co-orientadora: Veronica Teichrieb (vt@cin.ufpe.br)

09 de Outubro de 2007

1. INTRODUÇÃO

Conhecida por sua inerente interdisciplinaridade, a simulação física de corpos deformáveis tem sido bastante utilizada em áreas como Engenharia Mecânica e Ciência dos Materiais, unindo temas como dinâmica newtoniana, computação numérica, cálculo diferencial, dentre outras. Nestas áreas, procura-se simular o comportamento de determinados objetos sob certas condições, com o maior nível de precisão possível.

Na história da Computação Gráfica, esse tipo de simulação vem obtendo resultados significantes há cerca de duas décadas, iniciando com discussões acerca de animação 3D [1] em conjunto com o trabalho pioneiro de Terzopoulos *et al.* sobre modelos elasticamente deformáveis [2], basicamente utilizados para animação.

Desde então, novas técnicas vêm sendo desenvolvidas para uma utilização mais realista de objetos maleáveis em filmes, aplicações científicas – que demandam poder computacional muito alto – e ultimamente, *softwares* interativos, nos quais se enquadram aplicações de realidade virtual e aumentada, além de jogos eletrônicos.

Para filmes e aplicativos que demandam muitos cálculos, as animações são feitas de forma *offline*, isto é, um processamento da cena é executado previamente para que ela possa ser apenas visualizada, sem possibilidade de interação e retorno consecutivos. Para aplicações que exigem manuseio do usuário, como as já citadas aplicações interativas ou jogos, deve-se procurar utilizar/desenvolver técnicas menos complexas, para a renderização em tempo real, ou seja, o usuário deverá perceber os resultados de suas ações sobre o ambiente no momento da interação.

A grande importância da simulação de objetos deformáveis em tempo real é a capacidade de poder demonstrar mais coerentemente o comportamento de cada objeto numa cena, visto que nem todos os objetos da natureza são perfeitamente rígidos. Com isso, poderão ser criados jogos, assim como aplicações de realidade virtual e aumentada que explorem o realismo na representação de pele, cabelo ou tecidos. Alguns exemplos podem ser encontrados em [3] [4] [5].

Segundo [6], pode-se classificar a simulação de corpos deformáveis em duas categorias: Modelos Interativos e Modelos Precisos. Nos primeiros, velocidade e baixas latências são prioritárias enquanto nos modelos precisos, a precisão física aliada à complexidade matemática são priorizadas.

Assim, apesar do grande número de resultados bastante positivos, o principal desafio nesta área consiste em desenvolver técnicas que cumpram as duas principais e certamente conflitantes demandas nesse tipo de simulação: a interatividade e a precisão. Esta última, quanto mais preciso seja o requisito da aplicação, mais complexos ficam os modelos matemáticos utilizados, podendo tornar a aplicação inviável para execução em tempo real. A interatividade, por sua vez, exige modelos mais simples que possam fornecer uma resposta útil ao usuário em tempo hábil.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O trabalho de graduação proposto neste documento tem por finalidade o estudo de técnicas de simulação de corpos deformáveis. A partir deste estudo, duas técnicas de simulação de corpos deformáveis em tempo real serão implementadas, a fim de demonstrar a viabilidade de utilização de cada uma, bem como analisar comparativamente suas principais vantagens e desvantagens. Finalmente, de acordo com os resultados obtidos, possíveis melhorias poderão ser propostas.

As técnicas *Position Based Dynamics* [7] e o modelo de animação interativa proposto por Desbrun *et al* [8] serão estudadas de forma mais aprofundada, devido às suas características de simplicidade de execução e possibilidade de utilização em aplicações de tempo real.

Pretende-se utilizar o OGRE [9] para renderização gráfica dos objetos, pois é um *engine* gráfico *open source* de alto nível para renderização 3D em tempo real. Pelas suas características, abstrai alguns conceitos gráficos que permitem renderização gráfica das simulações, que não serão implementadas, pois não fazem parte do escopo do trabalho proposto.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Estudo dos conceitos relacionados à simulação física, com ênfase em objetos deformáveis;
- b) Pesquisa do estado da arte em técnicas de simulação física de objetos deformáveis em tempo real;
- c) Implementação de técnicas de tempo real (*Position Based Dynamics*, modelo proposto por Desbrun *et al.*);
- d) Realização de estudos de caso para avaliação comparativa das técnicas implementadas;
- e) Escrita do relatório do trabalho de graduação.

3. Cronograma

Atividade	Mês														
	Set 07			Out 07			Nov 07			Dez 07			Jan 08		
Estudo de conceitos relacionados à simulação física	■	■	■	■	■										
Pesquisa do estado da arte em técnicas de simulação física				■	■	■									
Implementação de técnicas de tempo real				■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Realização de estudos de caso para avaliação comparativa										■	■	■			
Escrita do relatório							■	■	■	■	■	■	■	■	

Referências Bibliográficas

- [1] John Lasseter, "Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation", ACM SIGGRAPH Computer Graphics, ACM Press, pp. 35-44, Julho de 1987.
- [2] Demetri Terzopoulos, John Platt, Alan Barr, e Kurt Fleischer, "Elastically Deformable Models", ACM SIGGRAPH Computer Graphics, ACM Press, pp. 205-214, Julho de 1987.
- [3] Andrew Nealen, Matthias Müller, Richard Keiser, Eddy Boxerman, e Mark Carlson, "Physically Based Deformable Models in Computer Graphics", State of the Art Report Proceedings of Eurographics, Dublin, pp. 71-94, Setembro de 2005.
- [4] Morten B.-Nielsen, e Stéphane Cotin, "Real-Time Volumetric Deformable Models for Surgery Simulation using Finite Elements and Condensation", Computer Graphics Forum in Proceedings of Eurographics, Vol. 15, n. 3, pp. 57-66, Poitiers, França, Agosto de 1996.
- [5] David Baraff, e Andrew Witkin, "Large Steps in Cloth Simulation", Proceedings of 25th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, ACM Press, pp. 43-54, 1998.
- [6] Doug L. James, e Dinesh K. Pai, "ArtDefo – Accurate Real Time Deformable Objects", Proceedings of 26th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, ACM Press/Addison-Wesley Publishing, pp. 65-72, 1999.
- [7] Matthias Müller, Bruno Heidelberger, Marcus Hennix, e John Ratcliff, "Position Based Dynamics", Proceedings of the 3rd Virtual Reality Interactions and Physical Simulation, pp. 71-80, 2006.
- [8] Mathieu Desbrun, Peter Schröder, e Alan Barr, "Interactive Animation of Structured Deformable Objects", Proceedings of the Conference on Graphics Interface, pp. 1-8, Kingston, Canadá, 1999.
- [9] OGRE 3D – Disponível em: Site do OGRE Team. URL: <http://www.ogre3d.org>, visitado em Setembro de 2007.

4. Data e Assinaturas

Recife, 09 de Outubro de 2007

Judith Kelner (Orientadora)

Veronica Teichrieb (Co-orientadora)

Mozart William Santos Almeida (Proponente)