

SIMULACAO COM ESTRUTURA MISTA IMPLICITA PARAMETRICA

Aluno: Rafael Martinez
Orientador: Thomas Lewiner

Introdução

A simulação de fluídos vem sendo cada vez mais utilizada na indústria e na pesquisa. A evolução dos meios computacionais permitiram alcançar simulação de fenômenos de grande escala. Em particular em casos industriais como a aplicação de mecânica dos fluídos à indústria do petróleo, é possível simular escoamentos de tamanho de alguns minutos em menos de um mês de cálculo computacional. Porém, esse tempo pode ser superado usando técnicas adequadas para representar a geometria do problema, em particular na representação da superfície livre do fluído.

Objetivos

O objetivo deste trabalho é representar dinamicamente a fronteira de um fluído durante a simulação, misturando estruturas implícitas às estruturas explícitas. Para isso, implementamos uma estrutura de partículas e uma estrutura para a superfície livre que constituam o fluído onde podem se aplicar as leis da física específicas à superfície.

Estrutura implícita

A estrutura do Fluído é composta pela estrutura da Curva e pela estrutura da Quadtree. O projeto começou pela implementação da estrutura Quadtree, que corresponde a representação implícita do fluído.

A Quadtree é uma estrutura recursiva: uma árvore quaternária. Ela organiza no plano seu conteúdo, no nosso caso as partículas. Esta estrutura divide o plano recursivamente em quatro quadrantes até que cada quadrante contenha um número máximo de partículas, no caso uma partícula. A raiz da Quadtree representa o espaço que contém todas as partículas. E cada um dos quatro nos “filhos” representa um dos quadrantes do “pai”. A Quadtree possui quatro



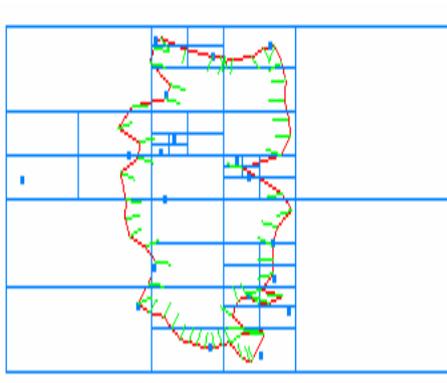
métodos principais: Subdividir : que é utilizado para se construir a Quadtree dada as partículas ; Retirar : que retira uma partícula da Quadtree ; Colocar (semelhante ao ultimo) ; e Atualizar: que desloca alguma partícula.

A Quadtree é responsável também por aumentar a eficiência da simulação. Uma vez que a cada atualização da simulação não precisamos considerar todas as partículas interagindo com cada ponto da curva. Somente avalia-se a interação das partículas mais próximas a cada ponto. Assim o que seria um algoritmo de ordem n^2 torna-se $\log(n)$.

Estrutura explícita

A parte explícita da estrutura do Fluido corresponde à Curva. Ela representa a fronteira do fluido. A Curva possui dois métodos de refinamento: o colinear e o ponderado. Estes métodos aumentam a precisão da curva fornecendo mais pontos a mesma. Existe também o método de Suavização, para uniformizar a curva, diminuindo as saliências da mesma, geralmente devidas aos erros numéricos. Além destes, a Curva tem métodos para calcular a normal a seus pontos e para suavizar cada normal. Um conjunto de testes permite aprovar a coerência da estrutura após cada operação.

Resultados



As duas estruturas são coordenadas pela classe Fluido que, por sua vez, une as duas representações através de métodos como Projetar, que projeta cada ponto da curva nas partículas. Ele possui o método Atualizar responsável por calcular as variações do fluido no tempo.

As estruturas estão prontas e implementadas. Cada operação foi validada por uma bateria de testes próprios. Porém as equações usadas nos testes simulam um fluido ainda muito simples (gás em expansão).

Conclusão

O que foi desenvolvido neste projeto pode ser visto como o primeiro passo para o desenvolvimento de uma simulação de fluidos em 3D.

O projeto permitiu uma grande compreensão sobre as diferentes partes em que se divide a simulação. Aprendi muito sobre as diferentes estruturas de dados utilizadas no projeto (estruturas que representam as Partículas, a Curva, o Fluido e estruturas de partição do espaço). Além disto, tive um grande contato com programação orientada a objetos (pois a linguagem de programação utilizada é JAVA) e com o pacote gráfico OPENGL (para JAVA: JOGL).

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPQ - PIBIC pela oportunidade de realizar o projeto. Infelizmente eu não terei a possibilidade de dar continuidade imediata ao projeto uma vez que farei o programa de Duplo Diploma Internacional.

Referências

- 1 - BARGTEIL A.W., GOKTEKIN T.G., O'BRIEN J.F., STRAIN J.A. A Semi-Lagrangian Contouring Method for Fluid Simulation. ACM Transactions on Graphics 25(1), 2006.
- 2 - CHUNG T. J. Computational Fluid Dynamics. 2002.