

Simulação de Movimentos em 3D de Corpos Submetidos a Campos de Força Não Lineares

HOMERO LUIZ PICCOLO¹, LUIZ ARISTIDES RIOS², RICARDO BITENCOURT DE SOUZA³

UnB - Universidade de Brasília, Departamento de Ciência da Computação - CIC
C.P. 4640 - Campus Universitário - Asa Norte, CEP 70910-970 Brasília - DF
¹homero@cic.unb.br

Colégio Objetivo, Dep. de Informática,
SGAS 913, Lotes 54/55, Bloco IV, CEP 71390-130
^{2,3}{rios,bitencourt}@objetivo.br

Abstract. This technical communication describes a simulation system used in the visualization of objects and planes affected by non linear power fields. Numerical experiments are shown through animations, where the collision detection and deviations are displayed. Initial settings and conditions are given, gravity and electrical fields are then taken into account in the calculation process.

Keywords: Animation, simulation, collision, gravity.

1 Introdução

A simulação computacional tem sido aplicada a um grande número de situações físicas, como a visualização de fenômenos gasosos Helman (1989)], interação de campos magnéticos, detecção de colisões, [Moore (1988); Baraff (1989)] entre outros. Modelos que envolvem equações não lineares normalmente apresentam grande complexidade quando abordados analiticamente, fazendo com que a simulação seja, muitas vezes, a única forma de obtenção de soluções e previsões de comportamento para sistemas dinâmicos.

2 Descrição do Trabalho

O sistema de simulação de movimentos aqui descrito permite a visualização de movimentos em três dimensões, para corpos submetidos a acelerações originadas pela imersão em campos de força não lineares. [Rios (1995)].

No estágio atual de desenvolvimento, podem ser aplicados campos de natureza gravitacional ou elétrica, criados por esferas providas de massa e carga elétrica e por planos infinitos com carga elétrica uniformemente distribuída.

Além dos movimentos naturalmente induzidos pelos campos, são tratadas também as alterações de trajetória resultantes de colisões entre dois ou mais corpos e entre esferas e planos, levando-se em consideração os coeficientes de elasticidade dos elementos envolvidos.

3 Entrada de dados e funcionamento

O sistema recebe como entradas as definições das esferas e dos planos. Para caracterização de cada esfera devem ser informados: posição e velocidade em cada um dos três eixos espaciais; massa e carga; constante elástica, identificação e cor. Para cada plano, devem ser informadas as coordenadas de dois pontos distintos e a identificação de um eixo paralelo ao plano (x, y ou z), a densidade de carga elétrica superficial, a constante elástica, seu nome e cor. Podemos ainda optar entre planos sólidos ou permeáveis (que podem ser atravessados pelas esferas, como acontece por exemplo, quando resultantes da distribuição uniforme de cargas elétricas esparsas simulam uma linha ou plano de cargas ou quando o corpo atravessa uma superfície líquida).

Montado o cenário e escolhido o intervalo de tempo de amostragem pelo usuário, o sistema inicia o cálculo, para todos os corpos, das acelerações resultantes das interações e em seguida determina a nova posição e velocidade, desde que não haja colisões, através de aproximações lineares sucessivas.

A implementação das rotinas de tratamento de colisões representou parte significativa das dificuldades encontradas. Primeiramente o sistema deve detectar eventuais choques, pela verificação das trajetórias entre cada par de instantes de amostragem, para todos os corpos. Esta detecção não é trivial pois devem ser considerados os movimentos relativos durante todo o trajeto analisado e não apenas para as posições finais e iniciais. Para isto, é encontrada a função linear que

representa a distância entre os corpos durante o movimento. Se um choque é detectado através do valor mínimo da função distância, o intervalo de amostragem é subdividido e o instante do choque é tratado separadamente. Todos os possíveis choques são encontrados, uma lista temporalmente ordenada é criada e apenas a primeira colisão é tratada. Os parâmetros do movimento de cada corpo no instante imediatamente após o choque, são recalculados levando-se em conta os coeficientes de elasticidade de cada um deles e uma nova trajetória posterior à colisão é calculada. Entretanto, como esse novo movimento também pode levar a novos choques, sob novas condições, a antiga lista de colisões é descartada e todo o processo é refeito, alterando-se as posições e movimentos de todos os corpos envolvidos até que nenhuma nova colisão seja detectada, quando então a nova configuração espacial é visualizada.

4 Características da Interface Gráfica

O sistema permite a visualização dos movimentos a partir de qualquer um dos três eixos coordenados, com recursos de *zoom* e translação de câmera, com representação simplificada das superfícies dos corpos, dos centros de massa ou ainda a animação final dos quadros previamente gerados com o acréscimo de renderização, através do uso da ferramenta gráfica UnB3D, projeto em andamento no Laboratório de Visão Computacional/Computação Gráfica do Departamento de Ciências da Computação da Universidade de Brasília [Piccolo (1991)].

5 Aplicações

O sistema pode ser usado em experiências didáticas de física, química e astronomia, estudo estatístico do comportamento de moléculas de gases e simulações na área de física elétrica.

6 Resultados :

Graças à simulação do comportamento de sistemas que não podem ser reproduzidos experimentalmente, foi

possível perceber características e relacionamentos que não são explicitadas em experimentos sujeitos a perturbações externas.

O sistema algumas vezes surpreendeu, apresentando comportamentos inesperados, mas que uma vez analisados cuidadosamente à luz dos modelos teóricos utilizados, indicou o correto funcionamento do modelo. Como exemplo pode-se citar efeitos de aumento de velocidade, após centenas de choques, de corpos contra recipientes ideais que não absorviam energia.

A simplificação imposta ao sistema que aproxima trechos de trajetória (entre dois cálculos sucessivos) por segmentos de reta (onde o movimento é retilíneo uniforme) pode ser ajustado de acordo com o interesse do usuário para a obtenção de melhor relação performance/precisão.

7 Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Kentaro Takahashi pela inestimável ajuda prestada na fase de pesquisa bibliográfica.

8 Referências Bibliográficas

Moore M, Wilhelms J (1988) "Collision detection and response for computer animation", *Computer Graphics* 22, pp. 289-298.

Baraff D. (1989) "Analytical methods for dynamic simulation of non-penetrating rigid bodies", *Computer Graphics* 23, pp. 223-231.

Rios L. A., Bitencourt R. (1995) "Sistema de Simulação de Movimentos em Campos de Força Não Lineares", Monografia de Graduação, Universidade de Brasília, Depto. de Ciência da Computação

Piccolo H.L. et al. (1991) "LAFIT - Animation Language for Tridimensional Figures Proceeding of Compugraphics", 1991, vol. 1, pp. 163-170