

MAC 420 – Introdução à Computação Gráfica

Prof. Marcel Parolin Jackowski

BCC - IME/USP – Primeiro Semestre de 2012

Primeiro Exercício-Programa

Data de entrega: até 30/abril/2012

Simulação de dinâmica de partículas sob campos de força

Neste exercício-programa você simulará a movimentação de partículas de massa unitária sujeitas a um campo de forças. Em outras palavras, você criará um programa que utilize-se das bibliotecas GLUT e OpenGL para fazer a animação desta movimentação, que dependerá da magnitude e direção destas forças descritas por um campo vetorial. Esta tarefa ilustra uma das aplicações de CG, a visualização científica.

Campo de forças

Um campo associa uma grandeza a uma determinada localização no espaço. Essas grandezas podem ter natureza escalar, como temperatura, pressão, etc. No entanto, algumas grandezas podem ser vetoriais, como gravidade, vento, etc. Neste caso, em cada ponto do espaço temos um vetor que representa a direção e magnitude de alguma grandeza física. Neste EP, você deverá ser capaz de ler um arquivo-texto contendo a descrição de um campo vetorial no espaço utilizando a seguinte formatação:

```
<Nx> <Ny> <Nz>
<dx> <dy> <dz>
<vx_1> <vy_1> <vz_1>
<vx_2> <vy_2> <vz_2>
<vx_3> <vy_3> <vz_3>
...
<vx_Nx.Ny.Nz> <vy_Nx.Ny.Nz> <vz_Nx.Ny.Nz>
```

onde <Nx> <Ny> <Nz> representam as dimensões (colunas, linhas e fatias) do campo vetorial; <dx> <dy> <dz> os espaçamentos físicos entre cada vetor; e <vx_i> <vy_i> <vz_i> os componentes x, y, z de cada vetor v_i . No arquivo, eles estão dispostos de forma linear, mas no espaço 3D, por exemplo, v_1 deverá estar localizado no canto superior esquerdo da primeira fatia, enquanto $v_{Nx.Ny.Nz}$ deverá estar localizado no canto inferior direito da última fatia. Ou seja, nos cantos da diagonal deste paralelepípedo. O nome do arquivo texto deverá ser especificado como parâmetro via linha de comando para o seu simulador.

Objetivos

1. Visualização do campo de forças (30%)

Como primeiro objetivo deste EP, você deverá mostrar que leu o campo de forças corretamente, “plotando” o campo vetorial através de cilindros que devem ser escalados de acordo com a magnitude individual de cada vetor. Estes “glifos” deverão ter um comprimento máximo de $\sqrt{dx^2+dy^2+dz^2}$, para que todos os vetores sejam visíveis e não se aglutinem. Você precisará descobrir a magnitude mínima e máxima de todos os vetores do campo. Essa visualização deve ser capaz de ser ligada e desligada durante a simulação, através do teclado. Você é livre para pintar os vetores com as cores que você julgar apropriadas.

2. Simulação da dinâmica de partículas (40%)

Agora, em cada ponto do reticulado, especificado pelas posições do campo vetorial, você instanciará uma esfera, com diâmetro equivalente ao menor dos espaçamentos dx , dy e dz . Ela deverá estar centralizada em cada posição, e a partir de uma ordem sua, via teclado, elas deverão se deslocar na direção apontada pelo vetor de força naquela posição, com velocidade proporcional à magnitude deste vetor. Isso fará com que a esfera se desloque para uma nova posição no reticulado, e assim o processo é repetido infinitamente. Ao longo do tempo, cada esfera percorrerá uma trajetória definida pelo campo de forças. É possível que elas estacionem caso o vetor de força se torne nulo em algum ponto do campo. Também é possível que elas atinjam o limite físico do campo, e neste caso, elas devem parar. Ou seja, elas não devem desaparecer da simulação.

Cálculo da trajetória

Assumindo que uma partícula está na posição $\mathbf{x}(t)$, no tempo t , a sua posição no tempo $t+dt$ será $\mathbf{x}(t+dt) = \mathbf{x}(t) + dt * \mathbf{f}(\mathbf{x},t)$. O seu dt deverá ser proporcional ao o tempo entre quadros, que poderá ser deduzido utilizando funções da própria GLUT. A função $\mathbf{f}(\mathbf{x},t)$ representa o vetor de força do seu campo na posição \mathbf{x} . Como você irá perceber \mathbf{x} pode não coincidir exatamente onde você tenha um vetor. Neste caso, você precisará estimar um novo vetor nesta posição usando informações dos vetores vizinhos. Utilize o método da interpolação trilinear para efetuar essa aproximação (http://en.wikipedia.org/wiki/Trilinear_interpolation).

3. Movimentação da câmera (15%)

Você deverá utilizar o mouse para alterar o ângulo de visão do campo vetorial da seguinte forma. Enquanto o **botão esquerdo** for pressionado, e houver movimentação lateral (eixo- x) do mouse, você deverá movimentar a câmera em relação ao **eixo y** . Se houver movimentação longitudinal (**eixo- y**) do mouse, você deverá movimentar a câmera em relação ao **eixo x** . Enquanto o botão direito for pressionado, e houver movimentação longitudinal do mouse, você deverá aproximar ou distanciar a câmera da origem, simulando assim o efeito de zoom. Quando o seu programa iniciar, ele deverá apontar a câmera para o centro do campo de forma a visualizá-lo adequadamente.

Observações gerais (15%)

- Sempre mantenha a razão de perspectiva dos objetos da sua cena, mesmo durante o redimensionamento da janela.
- Sempre mantenha a sua cena centralizada na viewport.
- Os planos **near** e **far**, devem ser ajustados apropriadamente para as dimensões do campo lido.
- A resolução dos cilindros e das esferas é arbitrária e fica por sua conta. Deixe a sua vida mais fácil fazendo com que estes valores possam ser facilmente alterados (e.g. linha de comando).
- O seu programa deverá permitir a troca entre projeções (perspectiva e ortográfica) a qualquer instante, mesmo durante a simulação.
- O usuário deve ser capaz de pausar ou reiniciar a simulação a qualquer instante.
- Documente em um arquivo LEIAME.TXT instruções de como compilar o seu programa, e como utilizar o seu software.
- É recomendado que este EP seja feito em dupla. Somente um dos participantes deverá entregar o código fonte e quaisquer arquivos auxiliares. Entregue um único arquivo através do PACA, compactado (.tgz, .zip), e com os nomes dos participantes. Ex: Marcel-Miguel.tgz.