

Movimento de uma carga eléctrica entre três cargas fixas

André Melo (75882) e Rui Marques (75969)

13 de Janeiro de 2013

1 Introdução

O presente programa pretende simular graficamente o movimento de uma carga eléctrica q_0 quando sujeita ao campo eléctrico de três outras cargas fixas (Q_1, Q_2, Q_3). O utilizador pode regular as características das cargas, nomeadamente o seu valor, posição e massa. No caso da carga livre, em vez do raio, pode regular-se a massa; é ainda possível conferir-lhe uma velocidade inicial. De modo a evitar que se gerassem forças de ordem de grandeza muito elevada, considerou-se que, quando as cargas se sobrepõem, a força eléctrica é nula.

2 Método

A equação que rege o problema é a Lei de Coulomb, que é dada por:

$$\vec{F}_{0,i} = k_e \frac{q_0 Q_i \vec{e}_r}{r_{0,i}^2} = q_0 \vec{E}_i, i \in 1, 2, 3 \quad (1)$$

O programa foi escrito em C, sendo que a interface gráfica foi concebida em GTK+ e CAIRO. O GTK+ foi instrumental no desenvolvimento do ambiente de janela do programa, enquanto que o CAIRO foi utilizado para gerar o movimento das cargas no ecrã. O código do programa está dividido em diferentes ficheiros, nomeadamente:

1. *cargas.c*, onde está programada a interface gráfica: o ambiente de janelas, o movimento das cargas, as funções *callback*, entre outros.
2. *electric.h/electric.c*, onde estão definidas a estrutura de uma carga (*charge*) e o calculo do campo \vec{E}_{q_0} respeitantes às mesmas.
3. *vector.h/vector.c*, onde estão definidas as operações relativas ao calculo vectorial.

O problema em causa implica a resolução de uma equação diferencial de 2ª ordem, que foi tratada computacionalmente recorrendo ao método de EULER-CROMMER. Praticamente todos os cálculos foram feitos vectorialmente (com coordenadas cartesianas). A função *coulomb* permite o cálculo do campo entre q_0 e Q_i , e a função *electric* soma vectorialmente todos os campos eléctricos. Com estes dados, basta calcular a força/aceleração e aplicar o metodo EULER-CROMMER. Como o *refresh rate* do ecran é relativamente lento para permitir cálculos exactos usando este método, a solução encontrada foi fazer um 1000 ciclos a cada refresh do ecrã, apurando os cálculos sem comprometer a componente gráfica. Sendo o *refresh rate* de 10^{-2} s, e o numero de ciclos em cada *refresh* de 1000, o intervalo de tempo "infinitesimal" dt será 10^{-5} , garantindo assim o tempo real.

O diminsionamento de velocidades iniciais, massas e raios foi o necessário de modo a que haja um movimento de ordem de velocidade aceitável ao olho humano e às capacidades gráficas

de um computador modesto, tendo ainda em conta que o valor de cada carga pode estar no intervalo $[-50,50]$. A constante k foi assim definida em 10^6 , como *macro* no ficheiro *eletric.h*.

A cronometragem do tempo foi feita com a função *clock()* do *time.h* pois assegura um controlo do tempo mais fidedigno. Esse tempo é o tempo usado para a geração de gráficos. Os gráficos e o rasto são feitos tendo em conta os ultimos 400 pontos. Os gráficos têm reajustamento automatico mas caso o utilizador queira, pode alterar a escala (não aconselhavel).

3 Explicação da interface do programa

Apresenta-se, abaixo, uma imagem do programa.

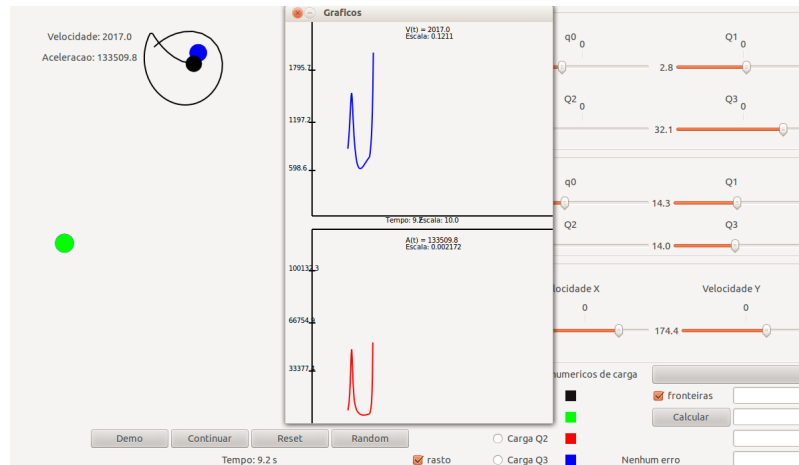


Imagem 1: *Screenshot* do programa

Na secção à esquerda, encontra-se a simulação pretendida, bem como botões "Iniciar/Pausa", *Reset*, *Demo* (introduz valores para uma demonstração) e *Random* (gera uma configuração aleatória de cargas, quer em posição, velocidade, massa e carga) que permitem ao utilizador controlar o decurso da simulação. Existe tambem uma *checkbox* que desactiva ou activa o rasto da trajectória da bola e outro que permite controlar a existência de fronteiras.

Já à direita, encontram-se os controlos que dizem respeito às cargas. O utilizador pode, deste modo, regular as características das cargas em tempo real, recorrendo aos *sliders*. Para alterar a posição das cargas, deve selecciona-se, no conjunto de *radio buttons* do canto inferior direito, a carga a alterar e, seguidamente, clicar no local onde se deseja fixar a mesma. À direita dos *radio buttons*, o utilizador dispõe de uma *dropdown* e um conjunto de *text fields* que lhe permitem escolher valores de forma mais exacta para as características das cargas e, assim, poder estudar a simulação com maior detalhe. Para isso é necessário introduzir os 4 valores nos campos de escrita, no qual a sua ordem está de acordo com a legenda à esquerda, e de seguida carregar em calcular.

No menu *Opções*, o utilizador pode ainda abrir uma janela de gráficos que mostra em função do tempo a velocidade (a azul) e a aceleração (a vermelho). Existem ainda duas outras opções ("Guardar estado" e "Recuperar estado") que permitem ao utilizador guardar e repor o estado actual da simulação.

Para alterar a escala dos gráficos, é necessário aceder ao menu de "Opções" na janela principal e seleccionar "Alterar escala". Após a abertura da janela de alteração, a escala é alterada através dos *sliders*. Nota: a posição dos *sliders* é alterada em tempo real, logo o melhor é colocar a animação em pausa durante as alterações.