FFI 202 – Física Computacional II

Terceiro Projeto: Modelos de Crescimento

Instruções

- Crie um diretório "PROJ3_nome" em /home/public/FISCOMP2/PROJ3
- **Não** proteja seu diretório para não ser lido por "g" e "o" :-)
- Deixe no diretório um arquivo de nome "rel_proj3.pdf", com um relatório (elaborado utilizando `latex`) sobre o projeto, incluindo texto, listagens dos códigos, gráficos e tabelas.

Exercícios

1) Modelo de Eden: considere uma rede bidimensional, com um aglomerado (ou *cluster*) de sítios "ocupados" (indicados, por exemplo, com valor 1) e os demais pontos da rede "desocupados" (por exemplo, com valor 0). O algoritmo para crescimento do aglomerado no chamado modelo de Eden é dado da seguinte forma: a cada instante de tempo (discreto) t é selecionado aleatoriamente e adicionado ao cluster um sítio de sua *periferia*, definida como todos os sítios desocupados que possuem ao menos um vizinho ocupado. Este é um modelo de crescimento "de dentro para fora", diferente do modelo de agragação limitada por difusão, discutido mais abaixo, em que o crescimento é feito "de fora para dentro". Considere a evolução do modelo em uma rede bidimensional suficientemente grande, tomando como condição inicial um cluster de apenas um sítio ocupado, na posição zero do plano x, y. Faça gráficos do crescimento do cluster para vários valores de t e calcule a **dimensão fractal** do cluster, produzindo um gráfico com a "massa" (i.e. número de pontos ocupados) do cluster em função do raio r e discutindo a inclinação da curva no gráfico log-log. Como você colocaria barras de erro em seu gráfico? que sistemas físicos o seu modelo poderia descrever?

2) Modelo de agregação limitada por difusão (DLA): nesse modelo, que descreve inúmeros sitemas da natureza (como flocos de neve e o crescimento de cristais), o cluster incorpora partículas do meio em que se encontra, à medida que tais partículas "colidam" com o cluster durante seu processo de difusão no meio. Mais precisamente, já que o processo de difusão pode ser simulado pelo chamado *passeio aleatório* para as partículas, são considerados passeios aleatórios de partículas do meio, e quando o passeio interceptar qualquer ponto da superfície do cluster a partícula será incorporada a ele. Desta forma, cria-se um objeto muito menos denso do que o cluster do exercício acima, com dimensão fractal menor que a dimensão do espaço considerado (e.g. dimensão fractal 1.65 em 2 dimensões).

Simule um modelo DLA em duas dimensões, partindo de um cluster com apenas um sítio na origem no tempo zero (como no exercício acima), considerando a agregação de uma partícula de cada vez. Você pode "soltar" a partícula de uma distância grande comparada ao raio do cluster r_{cluster} (definido como a maior distância de um sítio do cluster até a origem), por exemplo tomando a posição inicial da partícula com distribuição uniforme no círculo de raio $5 \times r_{\text{cluster}}$. Para simplificar, siga apenas o passeio aleatório de partículas que se movimentem "na direção certa", isto é, abandone o passeio (e "solte"uma nova partícula) quando ele se afastar demais do cluster (e.g. se ele estiver a uma distância maior do que 1.5 vezes o raio inicial onde a partícula foi solta). Faça gráficos e calcule a dimensão espectral do cluster, como acima. Repita o exercício para o caso tridimensional (a dimensão fractal encontrada nesse caso deve ser ≈ 2.5).
Extra: ao invés de selecionar pontos uniformemente a uma dada distância do centro do cluster, tome apenas pontos no eixo x. Como isso afeta a forma do cluster?

3) Modelo de agregação balística: considere agora o modelo DLA em 2 dimensões mas tomando como cluster inicial todos os pontos do eixo x, e passeios originando-se apenas em pontos com $y > 0$. Este ó chamado modelo de agregação balística. As estruturas assim formadas descrevem os padrões observados em descargas elétricas em gases, o chamado *efeito corona*. Faça gráficos dos padrões formados.

4) Considere agora o modelo DLA em 2 dimensões com as seguintes modificações: além da condição inicial de semente na origem, "crie" ou não (com probabilidade respectivamente p ou $1-p$) partículas paradas para cada sítio da rede. Considere agora que o cluster se move como um todo executando um passeio aleatório e incorporando a si as partículas que encontra no caminho. Faça gráficos da evolução temporal deste modelo. Que sistema físico ele poderia descrever?