

# Computação de Alto Desempenho na Simulação de Multidões

Mateus Raeder, Soraia R. Musse,  
Luiz Gustavo Fernandes

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)  
Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 32 - PPGCC  
mateus.raeder@acad.pucrs.br, {soraia.musse, luiz.fernandes}@pucrs.br

## Introdução

*Softwares* de jogos, produções cinematográficas, planejamento de construções e avaliação comportamental em situações de emergência são alguns exemplos de aplicações de uma área que cresceu muito na computação nos últimos anos: a Simulação de Multidões (*Crowd Simulation*). Em todas as situações supracitadas, existem simulações computacionais de diferentes entidades (pessoas, exércitos, animais, etc.), objetivando um maior realismo com menor custo para o(s) desenvolvedor(es)/produtor(es). Filmes como “O Senhor dos Anéis”<sup>1</sup> e “Shrek”<sup>2</sup> são bons exemplos da utilização desta técnica.

Entretanto, simular multidões demanda, geralmente, um alto custo computacional. Isto se deve à diversidade de características e cenários a serem simulados. Imagine simular uma situação com milhares de pessoas em um ambiente repleto de objetos: para dar realismo, pessoas não podem se bater, nem bater em objetos, interagem entre si, têm suas vontades e objetivos perseguidos (chegar a algum outro ponto do cenário, sentar em um banco, etc.). Assim sendo, simular todo este ambiente torna-se uma tarefa computacionalmente custosa.

Neste contexto, o estudo a ser desenvolvido tem o intuito de diminuir este custo computacional, propondo uma estratégia paralela para a simulação de multidões (preservando a correteude dos resultados originais).

## Implementação sequencial e estratégia de alto desempenho

A implementação sequencial utilizada neste estudo é descrita em [BIC 09]. Trata-se da simulação de multidões baseada no modelo de geração de padrões de nervura em folhas, através da utilização do algoritmo de colonização do espaço [RUN 05]. Este modelo baseia-se na distribuição de auxinas sobre a superfície da folha. As auxinas são responsáveis pelo crescimento e pela orientação das nervuras. A cada iteração, as nervuras crescem de acordo com a distribuição das auxinas, competindo pelo espaço da superfície da folha. O algoritmo de colonização do espaço garante que uma auxina influencia uma (e apenas uma) nervura a cada iteração, assegurando a não-sobreposição de nervuras.

Na implementação da simulação de multidões em [BIC 09], as auxinas são chamadas de marcadores e são distribuídas na superfície sobre a qual os agentes<sup>3</sup> irão se mover. Os agentes são “guiados” pelos marcadores, que indicam as posições na superfície para

<sup>1</sup>Disponível em “<http://www.lordoftherings.com>”.

<sup>2</sup>Disponível em “<http://www.shrek.com>”.

<sup>3</sup>Agentes são as entidades sendo simuladas.

as quais podem avançar. O principal aspecto deste modelo refere-se ao comportamento de colisão entre os agentes: conforme descrito anteriormente, não é desejável que pessoas colidam com outras pessoas ou com objetos no cenário simulado. Utilizando os marcadores e o algoritmo de competição pelo espaço, há a garantia de que os agentes não colidem. Para maiores detalhes sobre o modelo de simulação, sugere-se a leitura de [BIC 09].

Para que a trajetória dos agentes seja suavizada (ou seja, para que “caminhem” de maneira tão realista quanto possível), uma grande quantidade de marcadores deve ser distribuída no cenário (representado por uma matriz). No algoritmo, para cada um dos marcadores existe a verificação do agente mais próximo, para que cada marcador seja atribuído a apenas um agente, evitando, assim, as indesejáveis colisões. Medições realizadas mostram que com o aumento da quantidade de marcadores e de agentes, o tempo de execução cresce consideravelmente.

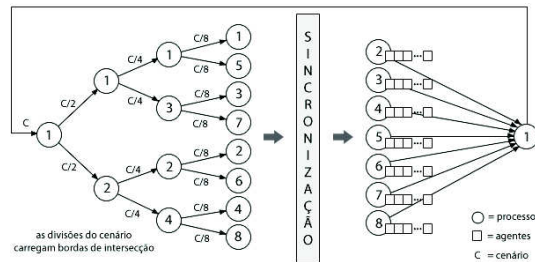


Figura 1: Estratégia de alto desempenho para a simulação de multidões.

A cada iteração da simulação existem dois passos principais: a escolha do agente mais próximo e a movimentação do agente. A estratégia de alto desempenho a ser desenvolvida pode ser visualizada na Figura 1. Na primeira fase (na qual existe um forte acoplamento dos dados para a escolha do agente mais próximo de cada marcador), os processos (seja qual for a arquitetura utilizada) são distribuídos em uma estrutura do tipo árvore. O cenário é, então, dividido entre os participantes, sempre carregando informações das células vizinhas (ou “bordas”, necessárias para a correta escolha dos agentes). A seguir, uma fase de sincronização é realizada, para garantir que todos os agentes já possuam seus marcadores. Na próxima fase, cada processo fica encarregado de calcular a movimentação de um determinado número de agentes paralelamente (uma vez que a movimentação de cada agente é independente dos vizinhos, pois é baseada nos seus marcadores). Ao término, as informações resultantes são reunidas no processo iniciador, que começa a próxima iteração com os dados atuais, até que alcance o final da simulação.

## Referências

- [BIC 09] Bicho, A. L. . Da modelagem de plantas à dinâmica de multidões: um modelo de animação comportamental bio-inspirado. 2009. Tese (Doutorado em Doutorado em Engenharia Elétrica - UNICAMP) - Universidade Estadual de Campinas, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
- [RUN 05] Runions, A.; Fuhrer, M.; Lane, B.; Federl, P.; Rolland-Lagan, AG.; Prusinkiewicz, P. . Modeling and visualization of leaf venation patterns. ACM Trans Graphics. 2005;24:702-711.