

Modelagem de Multidões: Abordando novos aspectos no Modelo *Biocrowds*

Natasha Sayuri Dias Nakashima , Léo Pini Magalhães (Orientador)

Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial (DCA)

Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC)

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Caixa Postal 6101, 13083-970 – Campinas, SP, Brasil

{sayuri,leopini}@dca.fee.unicamp.br

Resumo – Crowd Simulation has significantly grown in importance at various areas of knowledge these past two decades. Recent works try to simulate crowds as realistically as possible. This paper describes two new aspects of the Biocrowd simulator [1]: the simulation of *pushing* phenomenon and its implementation using parallel processing techniques on GPUs. These aspects aim to obtain more realistic simulations of crowds and levels of simulator performance compatible with the application.

Palavras-chave – GPU, crowd simulation, *pushing*

1. Introdução

A importância de pesquisas relacionadas a modelagem e simulação de multidões tem crescido significativamente nestas duas últimas décadas, tendo-se tornado tema de interesse de diversas áreas do conhecimento, como por exemplo na engenharia de segurança, onde as simulações podem ser utilizadas para o estudo da desocupação de construções, na indústria de entretenimento, onde podem ser utilizadas na produção de animações, jogos e filmes e no planejamento e desenvolvimento de áreas urbanas, edifícios e eventos onde haja grande fluxo de pessoas.

Existem na literatura, diversas propostas para simular multidões, entretanto, muitas destas apresentam abordagem referentes a uma aplicação específica, como a simulação de situações de pânico. Além disto, algumas destas são pré-programadas e possuem métodos complexos que necessitam de um cuidado na escolha dos parâmetros para a obtenção de resultados realísticos.

O modelo proposto por Bicho [1], denominado de *Biocrowds*, baseia-se no modelo de colonização do espaço, proposto por Runions et. al. [6], e apresenta a idéia de que indivíduos competem pelo espaço no qual se movem, sendo este espaço representado por marcadores, e seu movimento afetado apenas pela disponibilidades dos mesmos.

Em sua tese, Bicho apresenta uma análise qualitativa de seu modelo em relação a outros modelos de simulação de multidões [7, 4, 8, 2] *apud* [1] e pode-se perceber que o modelo *Biocrowds* apresenta uma taxa de quadros por segundos condizente

com a quantidade de agentes simulados, mostrando que o seu desempenho é comparável com os outros modelos, como pode ser visto na tabela abaixo:

Autores/Modelos	Hardware	Custo/Desempenho Computacional
Helbing et al. (2000)	Não especificado	$O(n^2)$, onde n é o nº agentes
Treuille et al. (2006)	Pentium 3,4 Ghz	10000 ags. (2 a 5 FPS)
Pelechano et al. (2007)	Xeon 2,99 Ghz, 2 GB RAM	1800 ags. (25 FPS)
Berg et al. (2008b)	Xeon 2,93 Ghz, 8 GB RAM	2500 ags. (20 FPS) a 20000 ags. (2 FPS)
<i>Biocrowds</i>	Core 2 Duo 2,2 Ghz, 3 GB RAM	$O(nm)$, onde n é o nº agentes e m é o nº marcadores; 800 ags. (30 FPS) a 12800 ags. (6 FPS)

Tabela 1. Custo computacional dos modelos para simulação de multidões

Entretanto, ao aumentar o número de agentes, percebe-se uma diminuição considerável na taxa de quadros por segundo. Além disto, para simulações mais realistas, onde o número de agentes seja muito grande, o custo computacional para sua simulação será muito grande. Assim, a utilização de computação paralela para a implementação de algoritmos para simulação de multidões se apresenta como uma possível alternativa para atingir nível de desempenho compatível com esta aplicação.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma implementação do algoritmo *Biocrowds* utilizando técnicas de computação paralela através de unidades de processamento gráfico (GPUs) e uma solução para o problema relacionado ao *pushing* para a simulação de cenários onde há grande densidade de indivíduos, o qual não é tratado pelo *Biocrowds*.

Este artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 são expostos conceitos básicos sobre o simulador *Biocrowds* e é apresentada a proposta da tese e por fim, na seção 3, são apresentadas as contribuições e perspectivas sobre o presente trabalho.

2. Proposta

O *Biocrowds*, proposto por Bicho [1], é um modelo para simulação dinâmica de multidões e foi desenvolvido baseado no algoritmo de colonização do espaço, apresentado por Runions et. al. [6] para simular o crescimento de nervuras em folhas, galhos e ramos de árvores. Neste trabalho, o espaço disponível para o crescimento da lâmina da folha é identificado pela presença de um hormônio chamado auxina e o crescimento acontece devido a competição por estes espaços pelas nervuras da folha.

Na abordagem proposta por Bicho, o crescimento das nervuras pode ser interpretado como o deslocamento de um agente em um determinado cenário preenchido por marcadores. Assim, o algoritmo pode ser dividido em três etapas: cálculo do agente mais próximo de cada marcador, cálculo do vetor de movimento instantâneo de cada agente e atualização de sua posição.

Na primeira etapa, acha-se o conjunto S que contém todos os marcadores contidos no espaço pessoal do agente i que estejam mais próximos a ele do que qualquer outro agente que esteja no cenário. Este conjunto pode ser representado por $S_i = a_1, a_2, \dots, a_n$, onde n é o número total de marcadores relacionadas a um agente i .

Em seguida, é calculado para cada agente o vetor de movimento instantâneo v_i (em unidades de deslocamento por iteração), o qual é utilizado para guiar o movimento do agente no cenário. A equação de v_i é a seguinte: $v = s_{min} \frac{m}{||m||}$, onde $s_{min} = \min\{||m||, s_{max}\}$, onde s_{max} é a velocidade máxima que um agente pode atingir. Nesta equação, m é o vetor movimento que atribui a cada

vetor de distância $d \in S$, pesos referentes ao alinhamento do agente com o vetor objetivo do mesmo.

Será utilizado o framework para programação paralela de sistemas heterogêneos OpenCL para paralelizar o algoritmo descrito. Para isto, foram definidas três etapas de trabalho: a primeira refere-se a identificação de partes do algoritmo que podem ser implementadas de forma paralela, a segunda etapa está relacionada a escolha do tipo de paralelismo a ser utilizado, que pode ser paralelismo de dados ou tarefas. A última etapa é a reimplementação do algoritmo *Biocrowds* para GPUs.

Além disto, será apresentada uma forma de implementação do fenômeno chamado *pushing*, o qual só ocorre quando há contato físico entre os agentes, propiciando que pressões sejam simuladas entre os agentes envolvidos. No algoritmo proposto por Bicho, o que define o deslocamento do agente é a presença, ou não, de marcadores, os quais são a representação do hormônio auxina do algoritmo de Runions, dentro do espaço pessoal do mesmo. Assim, os agentes desconhecem a existência um do outro, sofrendo apenas uma influência indireta dos mesmos. Uma solução para implementação de *pushing* foi proposta por Pinheiro [5]. Nesta, ocorre a mudança interativa de densidades locais das auxinas em porções do cenário onde há um acúmulo de pedestres. Entretanto, esta mudança ocorre de forma premeditada.

Assim, duas soluções são propostas para o tratamento deste problema. A primeira propõe a modificação da função de ponderação utilizada para o cálculo do vetor movimento dos agentes caso seja verificado que estes se encontram estagnados. A segunda ideia refere-se a implementação de um observador onisciente, o qual mudará a densidade dos marcadores caso ocorra uma situação em que o fenômeno de *pushing* pode ser observado.

3. Considerações Finais

Alguns algoritmos para simulação de multidões, atualmente, já estão obtendo resultados satisfatórios com a utilização da GPU para processamento, como no trabalho [3]. Isto mostra que a tendência será uma maior utilização de GPUs para sistemas de alto desempenho.

Assim, neste trabalho busca-se o aperfeiçoamento do *Biocrowds* sob dois aspectos, o pri-

meiro envolvendo a adição de uma nova funcionalidade, através da simulação do efeito de *pushing*. O segundo refere-se a implementação do mesmo de forma a obter uma melhora significativa em seu desempenho utilizando técnicas de processamento paralelo juntamente com o framework OpenCL para programação paralela para dispositivos heterogêneos.

Referências

- [1] Alessandro Lima Bicho. *Da modelagem de plantas à dinâmica de multidões: um modelo de animação comportamental bio-inspirado*. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Computação) – Universidade Estadual de Campinas, 2009.
- [2] D. Helbing, I. Farkas, and T. Vicsek. Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, 207(6803):487–490, 2000.
- [3] Jan Ondřej, Julien Pettré, Anne-Hélène Olivier, and Stéphane Donikian. A synthetic-vision based steering approach for crowd simulation. *ACM Trans. Graph.*, 29:123–123, July 2010.
- [4] N. Pelechano, J. M. Allbeck, and N. I. Badler. Controlling individual agents in high-density crowd simulation. In *Proceedings of the 2007 ACM SIGGRAPH/Eurographics symposium on Computer animation, SCA 2007*, pages 99–108. Eurographics Association, 2007.
- [5] Igor Campos Pinheiro. Simulação de multidões – um modelo bio-inspirado. *XVIII Congresso interno de Iniciação Científica da UNICAMP*, page 352, 2010.
- [6] A. Runions, M. Fuhrer, B. Lane, P. Federl, A. Rolland-Lagan, and P. Prusinkiewicz. Modeling and visualization of leaf venation patterns. volume 24, pages 702–711, 2005.
- [7] A. Treuille, S. Cooper, and Z. Popovic. Continuum crowds. volume 25, pages 1160–1168, 2006.
- [8] Jur van den Berg, Sachin Patil, Jason Sewall, Dinesh Manocha, and Ming C. Lin. Interactive navigation of multiple agents in crowded environments. In *Symposium on interactive 3D graphics and games*, pages 139–147. ACM, 2008.