

Implementação baseada GPGPU e arquitetura CUDA de Simulação de alto desempenho para análise de algoritmos de inteligência de enxames

Bruno Panerai Velloso¹, Alice Cybis Pereira², Mauro Roisenberg³, Mario Dantas⁴

¹²⁴ Programa de Pós Graduação em Eng. e Gestão do Conhecimento - EGC

³ Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação - PPGCC
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

bpvelloso@gmail.com, acybis@gmail.com, {mauro, mario}@inf.ufsc.br

Os algoritmos de *swarm intelligence* fazem uso de um número elevado de agentes, de complexidade baixa. Como produto de sua interação com o ambiente ou entre si, produzem, na forma de uma propriedade emergente, a solução para o problema ao qual se destinam[Rouff et al. 2004]. A inspiração biológica presente nestes algoritmos pode ser observada em sistemas que baseado em colônias de formigas implementam buscas em grafos[Dorigo et al. 1996] e rotas em redes de computadores[Kwang and Weng 2003], ou mesmo baseado na movimentação de cardumes de peixes implementam o reconhecimento de padrões em imagens[Omran et al. 2005].

No estudo apresentado por [Velloso 2008] o autor propõe uma metodologia capaz de otimizar o ajuste dos parâmetros que regem o comportamento, e consequentemente o desempenho, dos algoritmos do tipo *Ant Colony Optimization*(ACO). Estes algoritmos propostos por [Dorigo et al. 1996] são focados na busca do menor caminho em um grafo e seu conjunto de parâmetros tem papel crítico no desempenho do algoritmo[Dorigo and L. M. Gambardella 1997].

Um sistema capaz de executar as simulações necessárias em um tempo menor se mostra particularmente interessante, uma vez que torna possível a configuração dos parâmetros de maneira mais rápida impactando positivamente no desempenho do algoritmo de roteamento envolvido.

Neste trabalho é apresentado a implementação das simulações com o uso de processadores gráficos de uso geral(GPGPU)[NVIDIA 2011]. Assim sendo, esperava-se ser possível melhorar o desempenho da aplicação em estudo.

O objetivo do simulador proposto neste trabalho é replicar o funcionamento do simulador apresentado em [Velloso 2008] utilizando tecnologia CUDA e desta forma possibilitar a execução de simulações com maior desempenho.

A construção do simulador em tecnologia CUDA foi baseado nos códigos fonte do simulador original disponibilizados em [Velloso 2008], e foi definido como diretriz o reaproveitamento de código. Desta forma, é esperado um menor tempo de desenvolvimento e um impacto mínimo no comportamento do simulador.

Os parâmetros estudados no simulador proposto são: tamanhos de Mapa: dimensões do ambiente, nas simulações é definido pelo tamanho do lado de um grafo quadrado; taxas de Evaporação: número de ciclos de simulação necessários para extinguir o

feromônio depositado por um agente; densidade de Agentes, relação que define o número absoluto de agentes em relação ao tamanho do mapa;

As simulações executadas apresentaram comportamento dentro do esperado e os resultados do simulador implementado são compatíveis com o simulador original.

O tempo médio de cada ciclo de simulação executado pelo simulador original foi da ordem de 80,22 ms e o tempo médio obtido com o uso da GPGPU foi de 57,8 ms. Os dados apresentam uma relação de aproximadamente 1,4 vezes de ganho de velocidade pelo simulador CUDA com relação ao simulador original.

Os resultados indicam uma melhora evidente de performance, mesmo que abaixo do esperado. As deficiências indicadas no sistema concentram-se na baixa velocidade do barramento de transferência de dados entre o *host* e a GPGPU e em possíveis deficiências na implementação, que reutiliza código não específico para sistemas paralelos.

Este trabalho não pretende concluir os estudos sobre o escopo abordado, e indica como possíveis passos a serem efetuados, a execução em diferentes ambientes do simulador proposto e o impacto disto no desempenho do sistema e a construção de um simulador baseado em um arquitetura paralela e distribuída buscando um melhor aproveitamento da tecnologia CUDA pelo simulador.

Referências

- Dorigo, M. and L. M. Gambardella, L. (1997). Ant colony system: A cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1).
- Dorigo, M., Maniezzo, V., and Coloni, A. (1996). Ant system: Optimization by a colony of cooperating agents. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, 26(1).
- Kwang, M. S. and Weng, H. S. (2003). Ant colony optimization for routing and load-balancing: Survey and new direction. *IEEE Transaction on systems, man, and cybernetics*, 33(5).
- NVIDIA, C. (2011). Plataforma de computação paralela - cuda. disponível em: http://www.nvidia.com.br/object/cuda_home_new_br.html.
- Omran, M., Engelbrecht, A. P., and Salman, A. (2005). Particle swarm optimization method for image clustering. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 19(3).
- Rouff, C., Vanderbilt, A., Hinchey, M., Truskowski, W., and Rash, J. (2004). Verification of emergent behaviors in swarm-based systems. *Proceedings - 11th IEEE International Conference and Workshop on the Engineering of Computer-Based Systems, ECBS*.
- Velloso, B. P. (2008). Proposta de uma metodologia baseada na teoria da percolação para configuração dos parâmetros de um algoritmo de inteligência de enxames. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.