

Refinamento em Tempo de Execução de Malhas Irregulares Paralelamente Distribuídas *

Claudio Schepke, Nicolas Maillard

¹Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil

{cschepke,nicolas}@inf.ufrgs.br

1. Introdução

Técnicas de refinamento de malhas são frequentemente citadas na literatura como um meio de representar geometrias complexas e aumentar a resolução local de um domínio, através da adoção de uma malha mais fina em um determinado momento da simulação. Este é o caso do Refinamento Adaptativo de Malhas [Plewa et al. 2003], que pode aumentar significativamente a performance da computação e/ou permitir simulações com uma resolução maior se comparada com uma abordagem de refinamento uniforme da grade.

Sistemas numéricos eficientes podem ser escritos para sobrepor a grade original por uma grade refinada desde que estas sejam do tipo estruturada e Cartesiana. Este é o caso de PARAMESH, uma biblioteca de funções que prove suporte ao refinamento adaptativo de malhas paralelamente distribuídas para uma grande e importante classe de aplicações [MacNeice et al. 2000]. Entretanto, soluções desse tipo são restritas a malhas estruturadas e não cobrem aplicações que utilizam decomposição de domínios triangulares (bidimensional) ou em forma de prisma (tridimensional), aplicadas, por exemplo, na representação da atmosfera terrestre em modelos climatológicos.

Neste contexto, este trabalho propõe o refinamento em tempo de execução de malhas não estruturadas paralelamente distribuídas. A próxima seção apresenta a solução proposta aplicada a um modelo meteorológico.

2. Implementação

Um refinamento de malhas não estruturadas pode ocorrer em uma parte específica do domínio onde há interesse por uma maior resolução durante a simulação. Uma vez definida a região que irá ser refinada, todos os elementos triangulares contidos nessa área são divididos em 4 novos triângulos de forma iterativa, até se alcançar a resolução desejada. Como em tempo de execução a malha encontra-se distribuída em diversos processos, cada um é responsável por determinar se algum ponto da submalha precisa ser refinado.

3. Avaliação, Resultados e Conclusão

Com o objetivo de avaliar o impacto do refinamento de malhas em tempo de execução, foram feitas algumas medições de tempo em um cluster formado por 10 nós compostos, cada um por um processador quad-core e 8 GB de memória RAM. Em todos os testes foram simuladas 24 horas de condições atmosféricas, sendo que cada etapa iterativa representa 60 segundos do tempo contínuo. Um refinamento de malhas ocorre exatamente durante a metade da simulação sob uma região específica da terra [Schepke et al. 2011].

* Apoio: CNPq

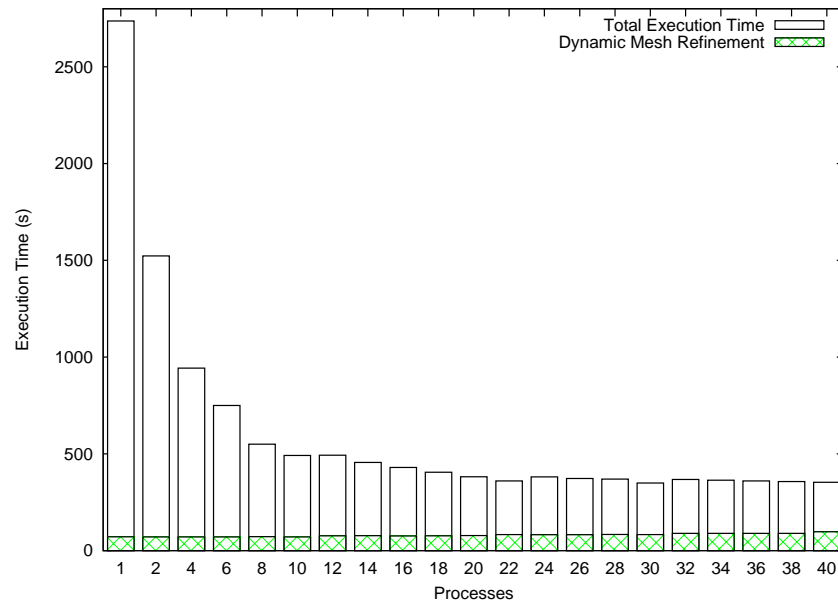


Figura 1. Tempo de execução utilizando de 1 a 40 processos

A Figura 1 apresenta os resultados, em segundos, do tempo de execução total e o gasto com o refinamento em tempo de execução utilizando uma malha de 100 Km de resolução horizontal, variando o número de processos de 1 a 40. A coluna maior de cada processo representa o tempo de total de execução, sendo que o tempo diminui a medida que mais processos são utilizados. Já a segunda coluna apresenta o tempo necessário para parar a execução, refinar as malhas e realocar variáveis. Este refinamento tem baixo impacto no tempo total de execução, mantendo-se mais ou menos constante independente do número de processos utilizados.

4. Conclusão e Trabalhos Futuros

O refinamento de malhas em tempo de execução adiciona maior precisão às simulações. A implementação proposta neste trabalho mostra que a impacto no tempo de execução tem pouca variação. Como trabalhos futuros, esquemas de balanceamento de carga podem ser propostos para o domínio refinado, com o objetivo melhor a distribuição do processamento e diminuir o tempo de total de execução.

Referências

- MacNeice, P., Olson, K. M., Mobarry, C., de Fainchtein, R., and Packer, C. (2000). Paramesh: A parallel adaptive mesh refinement community toolkit. *Computer Physics Communications*, 126(3):330–354.
- Plewa, T., Linde, T., and Weirs, V. G. (2003). *Adaptive Mesh Refinement - Theory and Applications*. Springer, Berlin.
- Schepke, C., Maillard, N., Schneider, J., and Heiss, H.-U. (2011). Why online dynamic mesh refinement is better for parallel climatological models. In *23th International Symposium on Computer Architecture and High Performance Computing (SBAC-PAD 2011)*, Vitória, Espírito Santo. IEEE.