Mapeamento de Processos Aplicado a um Modelo Meteorológico

Felipe L. Madruga, Eduardo R. Rodrigues, Philippe O. A. Navaux

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

{flmadruga,errodrigues,navaux}@inf.ufrgs.br

1. Introdução

Modelos meteorológicos são uma importante ferramenta cuja aplicação se estende a diversas áreas como agricultura, defesa civil, controle de tráfego aéreo e outros setores econômicos e ambientais importantes. Tipicamente, esses modelos são compostos por um conjunto de equações que representam o estado da atmosfera. Essas equações são discretizadas e resolvidas em um processo iterativo. Um aspecto importante desse tipo de aplicação é a resolução. Resolução corresponde a qualidade do resultado produzido em uma previsão meteorológica.

Muitas aplicações exigem resoluções que normalmente não podem ser resolvidas em computadores seqüenciais em tempo satisfatório. Portanto, para diminuir o tempo de execução, computadores paralelos são empregados. Uma alternativa bastante comum de implementação de modelos meteorológicos (e aplicações paralelas em geral) se baseia no padrão MPI (*Message Passing Interface*). Na maioria dos casos, é empregada uma decomposição espacial de domínio em que os processadores trocam mensagens contendo as bordas (*ghost-zones*) entre si.

O objetivo deste trabalho é analisar a aplicação de uma otimização que corresponde a seleção de que sub-domínios devem ser executados em que processador e em que núcleo dos processadores *multi-core* que compõem os nós do *cluster*. Essa abordagem corresponde ao problema de mapeamento de grafos minimizando os custos de comunicação, sendo esse um problema NP-completo. Neste trabalho, são mostradas características da técnica de mapeamento de processos aplicada a um modelo meteorológico em *clusters* com máquinas *multi-core* visando melhorar o desempenho.

2. Metodologia

Para o desenvolvimento do presente trabalho, utilizamos o modelo regional BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modeling System*) [Souto et al. 2007], cuja decomposição montada é apresentada na Figura 1. O padrão de comunicação deste experimento foi extraído através de uma instrumentação da biblioteca MPI. Através dos dados obtidos, é possível montar um grafo de comunicação a ser utilizado no processo de obtenção de um bom mapeamento de domínios para processadores.

Em *clusters* onde os nós são computadores SMPs (*Symmetric Multiprocessors*) ou baseados em processadores *multi-core*, o tempo de comunicação entre processos varia muito de acordo com o processador para onde eles foram mapeados [Chai et al.

2007]. Sendo assim, monta-se um grafo que representa a interconexão dos processadores para realizar o mapeamento entre os grafos.

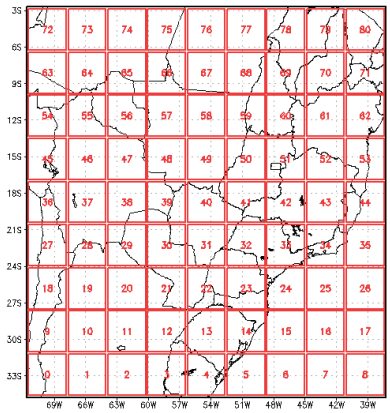

Figura 1. Decomposição de Domínio.

Tendo obtidos a estrutura de comunicação entre os processos e as características da interconexão entre os processadores sob a forma de grafos, o mapeamento pode ser tratado como o problema de mapear um grafo em outro. Para obter um mapeamento próximo do ótimo, utilizou-se o método *Dual Recursive Bipartitioning*.

3. Conclusão

Muitos programas de modelos meteorológicos são rodados várias vezes, com várias condições iniciais e de contorno, entretanto, apresentando o mesmo padrão de comunicação. A aplicação de técnicas de mapeamento para esse caso se mostra útil pois pode-se analisar a comunicação em uma rodada e melhorar consideravelmente o desempenho das próximas execuções.

Técnicas de mapeamento de processos são muito importantes em *clusters* e a construção de modelos para tal utilizando MPI é um processo intuitivo. Apesar de essas técnicas já terem se mostrado eficientes em outros programas [Chen et al. 2006], aqui foi explorado um programa paralelo de modelo meteorológico que apresenta características desejáveis para a aplicação da técnica e a utilização da técnica em *clusters* de *multi-cores,* sendo obtidos ganhos de desempenho.

Referências

Chai, L., Gao, Q., and Panda, D. (2007). Understanding the Impact of Multi-Core Archi-tecture in Cluster Computing: A Case Study with Intel Dual-Core System. In Cluster Computing and the Grid, pags 471–478.

Chen, H., Chen, W., Kuhn, B., and Huang, J. (2006). Methods and apparatus to perform process placement for distributed applications. US Patent App. 11/418,311.

Souto, R., Avila, R., Navaux, P., Py, M., Diverio, T., Velho, H., Stephany, S., Preto, A.,Panetta, J., Rodrigues, E., et al. (2007). Processing Mesoscale Climatology in a Grid Environment. In Cluster Computing and the Grid, pags 363–370.