PARALELIZAÇÃO DE MÉTODOS COMPUTACIONAIS APLICADOS A ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DO TEOR DE UMIDADE EM SOLOS

Edson Padoin, Pedro Borges, Sérgio Luis Dill, Roberto Schaedler Borges

UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do RS
Rua do Comércio, 55 3332-0200, Fax
{padoin, pedrob, dill, beto}@unijui.tche.br

Introdução

O problema abordado neste trabalho constitui-se da avaliação de desempenho de um algoritmo utilizando os recursos de processamento paralelo e da necessidade obtenção de resultados mais precisos na resolução do modelo matemático. O algoritmo resolve o problema do movimento da água em um tubo cilíndrico de solo, considerando os estados de solo saturado e não saturado [HOL 05] [BOR 06]. Foi considerado um tempo de irrigação no círculo central da superfície do cilindro, com um fluxo de água pré-determinado. O movimento da água no solo ocorre devido à existência de gradientes de potencial total (y). Este potencial é a soma dos potenciais matricial (y_m) e gravitacional (y_g), para solos não saturados gravitacionais e de pressão (y_p) para os solos saturados. Pela ação dos potenciais, a água movimenta-se no solo nas direções r (raio) e z (altura), fazendo variar o teor de umidade em cada ponto e instante de tempo.

Algoritmo Seqüencial

Foram realizados experimentos de irrigação e monitoramento do teor de umidade no cilindro de solo na direção vertical. O cilindro de solo foi marcado na superfície, segundo quatro raios perpendiculares e nos planos definidos pelo deslocamento vertical de cada um deles, foram realizadas as coletas de solo em tempos e pontos diferentes. As amostras de solo foram coletadas com um tubo de vidro e o teor de umidade foi medido utilizando o método gravitacional.

Utilizou-se o Método das Diferenças Finitas com diferenças centrais, por se tratar de um problema praticamente difusivo, devido à reduzida velocidade com que a água se desloca no solo. O domínio de integração foi definido em função de r e z, sendo que os volumes considerados em cada célula correspondem a anéis de raio r_i, espessura Dr e altura Dz.

O algoritmo seqüencial é composto por 5 blocos. O primeiro bloco é o de entrada de dados, onde estão os parâmetros característicos do solo e as dimensões do cilindro. O segundo bloco é da definição da malha de diferenças finitas, onde são definidos os Dt, Dr e Dz em função das dimensões do cilindro e das exigências de convergência do problema. O terceiro bloco define as condições de contorno do

problema. O quarto bloco calcula o teor de umidade para cada nó interno da malha e refaz as condições de fronteira que dependem do tempo. O quinto e último bloco tem os comandos de saída de dados.

Os dados experimentais e resultados apresentados demandaram elevados tempos de processamento em uma malha de apenas 21 pontos. Tornando-se difícil a exploração de resultados mais precisos com malhas maiores devido ao crescimento exponencial do tempo de execução e da grande dependência de dados imposta pela aplicação.

Algoritmo Paralelo

Para a execução paralela da aplicação, foi configurado a biblioteca de comunicação PVM 3.4.5-3 num aglomerado homogêneo composto por 20 máquinas, Celeron R 2,6 GHz, 256 MBytes de memória RAM, HD de 40 GBytes e adaptador de rede Fast Ethernet. O sistema operacional é GNU/Linux (distribuição SuSE 9.3). Aglomerado este formado pelas máquinas do laboratório de informática do Departamento de Tecnologia da UNIJUÍ [BUY 99].

Na implementação paralela do algoritmo utilizou-se uma programação do tipo mestre-escravo, pretendendo escalonar o trabalho entre os diversos nodos da máquina virtual formada pelo PVM. As escolhas por este modelo de programação e a utilização de PVM, se devem ao fato de que outros métodos matemáticos como Givens e Householder já foram paralelizados e publicados [COP 03].

Resultados

Além de aumentar a precisão do sistema, baseado no aumento de ordem da matriz, percebeu-se um ganho bastante interessante com relação ao tempo de execução. Os tempos gastos na execução seqüencial do método para uma matriz de ordem 128, 256, 512 e 1024 foram respectivamente: 23 segundos, 80.69 segundos, 317.9 segundos e 1369 segundos. Com a distribuição das tarefas com matrizes de mesma ordem, os melhores tempos obtidos foram: 6.05 segundos (17 nodos), 18.05 segundos (18 nodos), 58.24 segundos (20 nodos) e 180 segundos (20 nodos).

Referências

[HOL 05] HÖLGIG, C.A.; Cláudio, D. M.; DIVÉRIO, T.A. **Obtendo alta exatidão em clusters: resolução de SELAS** – um estudo de caso. In Workshop de Processamento Paralelo e Distribuído – WSPPD 2005, Porto Alegre, RS, 2005.

[BOR 06] BORGES, Pedro A.P.; PADOIN Edson Luiz. **Exemplos de Métodos Computacionais Aplicados a Problemas na Modelagem Matemática**. In ERAD –Escola Regional de Alto Desempenho, 6. Ijuí – RS. 2006..

[BUY 99] BUYYA, R. **High Performance Cluster Computing: Architecture and Systems**, volume 1. Prentice Hall, 1999.

[COP 03] COPETTI, Alessandro, PADOIN, Edson L, Khatchatourian, O. **Resolução Paralela de Sistemas de Equações Lineares Algébricos**, In ERAD – Escola Regional de Alto Desempenho, 3. Santa Maria –RS. 2003..