

Geração de Malhas e Métodos de Solução no Modelo UnHIDRA

Guilherme Galante,
Rogério Luis Rizzi, Tiarajú Asmuz Diverio

PPGC, Instituto de Informática, UFRGS
CP 15064, 91501-970, Porto Alegre, RS
{ggalante, diverio}@inf.ufrgs.br, rogerio@unioeste.br

Introdução

Diversos problemas científicos, sob o escopo da Dinâmica de Fluidos Computacional (DFC), envolvem a solução numérica de um conjunto de equações em domínios que possuem formas complexas. A solução de tais problemas requer que seus domínios sejam discretizados, de modo a se produzir um conjunto de pontos de modo que algoritmos numéricos possam ser utilizados. A forma usual de discretização é a construção de malhas, ou seja, o domínio no qual as equações são efetivamente resolvidas é aquele definido pela malha (Figura 1).

Dentro desse contexto, o objetivo desse trabalho é o desenvolvimento de algoritmos para a geração da malha a ser utilizada no modelo UnHIDRA (*Unstructured HIDRA*). As malhas são do tipo não estruturadas ortogonais e devem substituir as estruturadas (Figura 1-b) utilizadas no modelo HIDRA [RIZ02].

Sendo o UnHIDRA um modelo paralelo de DFC, outro objetivo deste trabalho é o particionamento da malha gerada, de modo que malha seja particionada e distribuída entre os processadores disponíveis. Por fim tem-se o emprego de métodos numéricos paralelos para a solução dos sistemas de equações decorrentes da discretização do domínio. Mais precisamente, serão implementados e analisados métodos de decomposição de domínio e multigrid.

Geração e Particionamento de Malhas

As malhas desenvolvidas seguem a abordagem de Casulli e Walters [CAS00], e são denominadas malhas não estruturadas ortogonais. Essa especificação decorre da abordagem matemática e numérica que é empregada no modelo UnHIDRA.

Uma malha é dita não estruturada ortogonal, se cada polígono desta malha possui um ponto, chamado de centro, de tal forma que o segmento que une os centros de dois polígonos adjacentes for ortogonal ao lado compartilhado por estes dois polígonos [CAS00]. Este tipo de malha fornece informações indispensáveis à solução dos sistemas de equações gerados na construção dos esquemas numéricos para o modelo UnHIDRA. Após a geração, a malha é particionada, utilizando-se da biblioteca *metislib*, disponibilizada no pacote de particionamento de grafos METIS [KAR98].

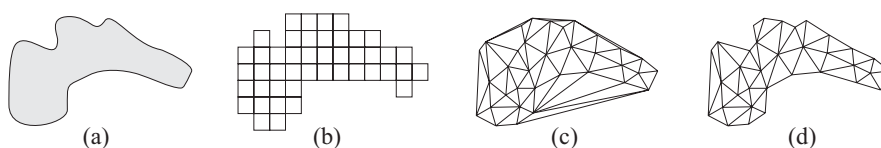


Figura 1: (a) Domínio do Problema (b) Malha Estruturada (HIDRA) (c) Malha Não Estruturada (atual) (d) Malha Não Estruturada Não Convexa

A etapa de geração e particionamento da malha está atualmente em fase de conclusão. O software implementado (*Mesh*) ainda possui algumas limitações ao que diz respeito à geração de malhas não convexas (Figura 1-d), e à adaptatividade da malha em locais específicos. Estas novas funcionalidades estão em desenvolvimento.

Métodos Paralelos de Solução

Para a solução paralela dos sistemas de equações serão considerados duas classes de métodos: os métodos de decomposição de domínio (MDD) e os métodos multigrid.

Os MDDs designam um conjunto de técnicas e métodos matemáticos, numéricos e computacionais para resolver problemas em computadores paralelos. Baseiam-se no particionamento do domínio computacional em subdomínios, de modo que a solução global do problema é obtida pela combinação apropriada das soluções obtidas localmente em cada um dos subdomínios.

Multigrid são uma classe de métodos que resolvem eficientemente um grande conjunto de equações algébricas através da aceleração da convergência de métodos iterativos. Sua motivação é resolver as equações em muitas malhas, reduzindo todos os componentes de frequência de erro. Na malha mais refinada (original) os componentes de alta frequência de erro são efetivamente reduzidos, mas os componentes de baixa frequência de erro são relativamente difíceis de remover. Iterações a baixo custo computacional, na malha grosseira, rapidamente diminuem os componentes de baixa frequência de erro.

A implementação destes métodos de solução em malhas não-estruturadas ortogonais, é exatamente o tema de dissertação de mestrado em desenvolvimento.

Referências

- [CAS00] CASULLI V.; WALTERS R. A. **An Unstructured Grid, Three-Dimensional Model based on the Shallow Water Equations**. International journal for numerical methods in fluids, v. 3, p. 331-348. 2000.
- [KAR98] KARYPIS G.; KUMAR V. **METIS: A Software Package for Partitioning Unstructured Graphs, Partitioning Meshes, and Computing Fill-reducing Orderings of Sparse Matrices**. 1998. Disponível em: <http://www.cs.umn.edu/~karypis>.
- [RIZ02] RIZZI, R. L.; DORNELES, R. V.; DIVERIO, T. A., NAVAUX, P. O. A. **Parallel Solution in PC Clusters by the Schwarz Domain Decomposition for Three-Dimensional Hydrodynamics Models**. In: VECPAR2002 5th International Meeting on High Performance Computing for Computational Science, 2002, Porto, Portugal.