Paralelização de *Solvers* Intervalares para Resolução de Sistemas Lineares

Andriele Busatto do Carmo, Prof. Msc. Marcelo Trindade Rebonatto, Prof. Dr. Carlos Amaral Hölbig

Universidade de Passo Fundo
Campus 1 – Km 171 – BR 285, Bairro São José, Caixa Postal 611 – CEP 99001-970 – Passo Fundo/RS, (54) 3316-8100, (54) 3316-8125
andriele@upf.br, rebonatto@upf.br, holbig@upf.br

Introdução

Um dos problemas numéricos mais comuns em aplicações científicas é a resolução de sistemas de equações lineares. Tais sistemas surgem, por exemplo, em conexão com a solução de equações diferenciais parciais, determinação de caminhos ótimos em redes (grafos), dentre outros. Os problemas que podem ser resolvidos através destes sistemas envolvem, por exemplo, a determinação de potenciais em certas redes elétricas, o cálculo do estresse numa armação de construção ou de uma estrutura de ponte ou o cálculo das estimativas das concentrações de reagentes sujeitos a simultâneas reações químicas [ALC 04]. O objetivo desta pesquisa é paralelizar o *solver* verificado Linear System *Solver* (LSS), o qual foi implementado utilizando a biblioteca de alta exatidão C-XSC [HOF 01] para resolver sistemas lineares quadrados, sobre e sub-determinados para valores reais, números complexos, intervalos e intervalos complexos com matrizes do tipo densa [ALE 83].

Metodologia

Para a paralelização do *solver* LSS foi necessário o estudo das rotinas que compõem a versão seqüencial do LSS, analisando de forma separada o tempo de execução dispendido em cada uma dessas rotinas. Com essa análise foi possível identificar pontos de demora no processamento do *solver*, pontos esses que poderão ser trabalhados e implementados em paralelo. Para esse processo serão utilizadas as linguagens de programação C e C++, os compiladores gcc/g++, a biblioteca C-XSC para garantir a exatidão dos resultados, a biblioteca MPI com o objetivo de trabalhar o paralelismo das funções e o cluster Colorado da Universidade de Passo Fundo para que os testes sejam realizados. Foi possível observar através dos testes seqüenciais que o *Solver* LSS apresenta considerável demora na resolução de sistemas de tamanho médio, provando desta forma a necessidade da paralelização do mesmo. Além disso, foi através dos testes e da medição do tempo despendido por cada função do *solver* na resolução dos sistemas que pôde-se identificar os pontos críticos da execução do mesmo. Visto que o *solver* tem como finalidade resolver sistemas de equações lineares, apresentando, com isso, uma quantidade considerável de multiplicações entre matrizes e vetores e ainda cálculos de produtos escalares, é que decidiu-se fazer a paralelização destas

operações, pois apresentaram maior demora nos cálculos realizados, necessitando uma melhora considerável em seu desempenho. Através da paralelização destes pontos críticos, será possível a realização de testes em paralelo, analisando-se a partir de que ponto a paralelização trará benefícios e fará diferença em seu desempenho se comparada com sua versão seqüêncial.

Discussões

A resolução de sistemas lineares com alta exatidão é de grande importância para problemas que exigem uma qualidade numérica muito elevada no seu resultado. Mas o uso de ferramentas de alta exatidão acaba acarretando uma perda de desempenho, o que pode ser compensado se bibliotecas ou *solvers* que foram desenvolvidos com alta exatidão possam ser executados em ambientes paralelos como, por exemplo, clusters de computadores. Com a adaptação da biblioteca C-XSC para ambientes paralelos (ver [HÖL 05] e [GRI 05]) e com a possibilidade de se paralelizar *solvers* que nela foram desenvolvidos, tipo o LSS, uma gama de oportunidades serão abertas para a resolução de problemas de grande porte com alta exatidão e com alto desempenho.

Considerações Finais

O *solver* LSS surgiu da implementação dos algoritmos do Numerical Toolbox for Verified Computing II em C-XSC. A meta agora é paralelizar as rotinas intervalares que compõem o *solver* LSS, para que elas possam ser executadas em ambientes de alto desempenho do tipo de cluster de computadores e com alta exatidão.

Referências

[ALC 04] ALCALDE, B. F. K.; MORANDI JÚNIOR, P. S.; HÖLBIG, C. A.; DIVERIO, T. A. Resolução de Sistemas Lineares com Alta Exatidão. Revista Eletrônica de Iniciação Científica (online), Porto Alegre, v.1, 2004.

[ALE 83] ALEFELD, G.; HERZBERGER, J. An Introduction to Interval Computations. New York: Academic Press, 1983.

[HOF 01] HOFSCHUSTER, W.; KRÄMER, W. C–XSC 2.0: A C++ Class Library for Extended Scientific Computing. Wuppertal, Germany: BUGH, Universität Wuppertal, 2001. (Preprint BUGHW-WRSWT 2001/1).

[HOL 05] HÖLBIG, C.A. Ambiente de Alta Exatidão com Alto Desempenho para a Resolução de Problemas. 2005. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

[GRI 05] GRIMMER, M. An MPI Extension for the Use of C-XSC in Parallel Environments. Wuppertal, Germany: BergischeUniversität Wuppertal, 2005. (Preprint WRSWT 2005/3).