

Resolução de Sistemas Lineares com Alta Exatidão no Ambiente de Agregados

Carlos Amaral Hölbíg¹, Dalcídio Moraes Claudio², Tiaraju Asmuz Diverio³

Instituto de Informática e PPGC da UFRGS
Campus do Vale – Av. Bento Gonçalves, 9500 – Bloco IV – Porto Alegre – RS
holbig@upf.br, dalcidio@inf.pucrs.br, diverio@inf.ufrgs.br

Resumo

Quando se trabalha com computação científica, deve-se considerar que a estrutura algébrica que suporta os processamentos numéricos é apenas um anelóide. Disto decorre o erro de arredondamento a que estão sujeitos os processamentos numéricos e, por consequência, problemas de exatidão dos resultados obtidos. Muitos tem sido os esforços de pesquisa para elaborar uma aritmética que supere as limitações imposta pela estrutura algébrica assim como para elaborar uma fundamentação para a computação científica. Tanto dos pontos de vista numéricos e teóricos, alguns dos problemas encontrados na tentativa de atingir tal objetivo não foram solucionados ainda, não tanto pela qualidade das pesquisas, mas à abordagem utilizada. Até os dias de hoje tem-se buscado uma combinação de software (métodos de inclusão monotônica) com o hardware (aritmética de alta exatidão, matemática intervalar, arredondamentos direcionados, produto escalar ótimo, etc.) para que a tarefa de decidir se o resultado é ou não satisfatório seja transferido para o computador, ou seja, a Computação Verificada.

O trabalho abordado nesta tese visa o desenvolvimento de bibliotecas para a resolução de sistemas de equações lineares com matrizes densas e esparsas, utilizando a biblioteca C-XSC (biblioteca de alta exatidão baseada em C++) no *cluster* Labtec do II-UFRGS. A biblioteca para computação científica C-XSC (eXtended Scientific Computing) é uma ferramenta de programação para a computação científica propícia para o desenvolvimento de algoritmos numéricos com alta e verificação automática de resultados (computação verificada), ou seja, o objetivo do C-XSC é servir de interface entre a computação científica e a programação para C++ ([HAM 95] e [HOF 01]). O C-XSC foi escrito utilizando classes em C++, sendo, portanto, uma biblioteca para C++ que torna o computador mais poderoso aritmeticamente e reduz significativamente a carga de programação, adotando uma notação bem próxima da notação matemática usual. Por exemplo, para somar dois vetores basta utilizar o sinal "+", como na matemática, ao invés de um laço de controle. Todos os operadores que foram redefinidos na biblioteca possuem máxima exatidão, isto é, o resultado computado difere do resultado correto em apenas um arredondamento (desde que usando os tipos de dados adequados). O C-XSC também tem disponível bibliotecas de resolução de uma

¹ Aluno de doutorado do PPGC da UFRGS e professor da Universidade de Passo Fundo.

² Co-orientador, professor das Faculdades de Matemática e Informática da PUCRS.

³ Orientador, professor do Instituto de Informática e do PPGC da UFRGS.

série de problemas numéricos – *Toolboxes* (para maiores detalhes ver [KRÄ 94] e [HAM 95]).

Na primeira parte desta pesquisa a biblioteca C-XSC foi adaptada para ser utilizada de maneira correta no cluster Labtec do II-UFRGS e algumas alterações foram realizadas, principalmente quando utiliza-se as variáveis *dotprecision* (variáveis que possibilitam cálculos com máxima exatidão). Além disso, foi realizada a integração entre essa biblioteca e a biblioteca MPI. Juntamente com esse uso e adaptação da biblioteca C-XSC no *cluster*, foram implementados métodos com alta exatidão para a resolução de sistemas lineares densos e esparsos ([HÖL 03] e [HÖL 03a]). No momento, pesquisas que se referem a como paralelizar esses métodos implementados e em como introduzir a alta exatidão em métodos tradicionais (como, por exemplo, o método Gradiente Conjugado) estão sendo desenvolvidas. Por fim, com esta pesquisa, deseja-se capacitar os novos ambientes, propícios ao processamento paralelo e distribuído, a computação verificada (ou algumas das técnicas que a compõem), para que eles resolvam problemas reais com alta exatidão e alto desempenho ([HÖL 02]).

Palavras-chave

Alta Exatidão, Alto Desempenho, Agregados de Computadores e C-XSC.

Referências

- [HAM 95] Hammer, R., Hocks, M., U. Kulisch, U., Ratz, D., C-XSC Toolbox for Verified Computing I: basic numerical problems, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, 1995.
- [HOF 01] Hofschuster, W., Krämer, W., Wedner, S., Wiethoff, A., C-XSC 2.0: A C++ Class Library for Extended Scientific Computing, Universität Wuppertal, Preprint BUGHW – WRSWT 2001/1, 2001.
- [HÖL 02] Hölbig, C.A., Diverio, T.A., Claudio, D.M., Krämer, W., Bohlender, G. Automatic Result Verification in the Environment of High Performance Computing. In: IMACS/GAMM INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SCIENTIFIC COMPUTING, COMPUTER ARITHMETIC AND VALIDATED NUMERICS, 2002, Paris, Extended abstracts, pg. 54-55, 2002.
- [HÖL 03] Hölbig, C.A., Diverio, T.A., Krämer, W. An Accurate and Efficient Selfverifying Solver for Systems with Banded Coefficient Matrix. In: PARALLEL COMPUTING, 2003, Dresden, 2003.
- [HÖL 03a] Hölbig, C.A., Morandi Júnior, P.S., Alcalde, B.F.K., Diverio, T.A.. Selfverifying Solvers for Linear Systems of Equations in C-XSC. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PARALLEL PROCESSING AND APPLIED MATHEMATICS, 5th, 2003, Czestochowa, 2003.
- [KRÄ 94] Krämer, W., Kulisch, U., Lohner, R., Numerical Toolbox for Verified Computing II - Advanced Numerical Problems, University of Karlsruhe, 1994 (see <http://www.uni-karlsruhe.de/~Rudolf.Lohner/papers/tb2.ps.gz>).