

Ambiente de Alto Desempenho com Alta Exatidão para a Resolução de Problemas

Carlos Amaral Hölbíg, Dalcídio Moraes Claudio,
Tiarajú Asmuz Diverio

Universidade de Passo Fundo e PPGC da UFRGS

holbig@upf.br

Faculdade de Informática da PUCRS

dalcidio@pucrs.br

Instituto de Informática e PPGC da UFRGS

diverio@inf.ufrgs.br

Introdução

Este trabalho visa a disponibilização de um ambiente de alto desempenho com alta exatidão. A alta exatidão na solução de um problema é obtida através da realização de cálculos intermediários sem arredondamentos como se fossem em precisão infinita. Ao final do cálculo, o resultado deve ser representado na máquina. O resultado exato real e o resultado representado diferem por um único arredondamento e, caso este seja representado através de intervalos, pode-se aplicar arredondamentos para cima e para baixo nesse valor real, transformando a resposta em um intervalo que contém o resultado real exato, onde os valores do intervalo representam os dois números de máquina localizados antes e depois do resultado exato que se deseja representar. Esses cálculos em alta exatidão devem estar disponíveis para algumas operações aritméticas básicas, em especial as que possibilitam a realização de somatório e de produto escalar. A biblioteca C-XSC levou a cabo tais conceitos, sendo estes disponibilizados através da implementação de tipos de dados especiais e de operações aritméticas entre esses tipos. Com isso, deseja-se utilizar o alto desempenho através de um ambiente de *cluster* onde tem-se vários nodos executando tarefas ou cálculos. A comunicação será feita por troca de mensagens usando a biblioteca de comunicação MPI. Para se obter a alta exatidão neste tipo de ambiente tem-se que disponibilizar rotinas de comunicação capazes de suportar a troca de valores representados em precisão estendida. Logo, extensões ou adaptações nos programas paralelos tiveram que ser disponibilizadas para garantir que a qualidade do resultado final realizado em um *cluster*, onde vários nodos colaboram para o resultado final do cálculo, mantivesse a mesma qualidade do resultado obtido em uma única máquina (ou nodo) de um ambiente de alta exatidão.

Validação do Ambiente Proposto

Um conjunto de testes foi realizado com o objetivo de avaliar o desempenho do C-XSC e validar o uso de seus tipos de dados especiais no ambiente disponibilizado. Esses testes foram divididos em quatro categorias: testes dos *solvers* verificados para matrizes

densas e bandas, testes básicos sobre o cálculo do produto escalar e da multiplicação de matrizes, testes dos métodos para sistemas lineares e testes adicionais que abordam a implementações de alguns métodos tradicionais para a resolução de sistemas lineares [KAR 03]. Alguns dos resultados obtidos nesses testes foram publicados em [HÖL 05], [HÖL 05a] e [HÖL 04].

Conclusões e Trabalhos Futuros

Com base nos testes realizados, pode-se destacar as principais contribuições deste trabalho. Essas contribuições são a disponibilização em um ambiente de alto desempenho (do tipo *cluster* de computadores) da característica da alta exatidão, do correto funcionamento da biblioteca C–XSC em *clusters* de computadores e sua integração com a biblioteca de troca de mensagens MPI, da implementação em C–XSC de *solvers* verificados para a resolução de sistemas de equações lineares e da implementação de vários métodos para a resolução de sistemas de equações lineares com a característica da alta exatidão.

Além disso, pode-se destacar, também, os principais pontos de pesquisa que poderão ser trabalhados com base nos resultados que foram obtidos até o momento. Entre esses possíveis pontos de pesquisa destaca-se a otimização da biblioteca C–XSC, a paralelização dos *solvers* verificados para a resolução de sistemas lineares, a adaptação de alguns métodos paralelos tradicionais para o suporte às técnicas da Computação Verificada, o desenvolvimento de novos métodos verificados paralelos para a resolução de problemas numéricos e a identificação de novas aplicações reais de grande porte e o estudo da viabilidade de sua solução através da Computação Verificada em *clusters* de computadores.

Referências

- [HÖL 05] HÖLBIG, C. A.; MORANDI JÚNIOR, P. S.; CLAUDIO, D. M.; DIVERIO, T. A. Solving Real Life Applications With High Accuracy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PARALLEL COMPUTING, PARCO 2005, 2005, Málaga, Spain. **Anais...** Málaga: Universidad de Málaga, 2005. p.98.
- [HÖL 05a] HÖLBIG, C. A.; MORANDI JÚNIOR, P. S.; ALCALDE, B. F. K.; DIVERIO, T. A.; CLAUDIO, D. M. **Solving Linear Systems on Cluster Computers with High Accuracy**. Copenhagen, Denmark: Department of Informatics and Mathematical Modelling of the Technical University of Denmark, 2005. (IMM-Technical report-2005-09).
- [HÖL 04] HÖLBIG, C. A.; KOLBERG, M. L.; MORANDI JÚNIOR, P. S.; ALCALDE, B. F. K.; DIVERIO, T. A.; CLAUDIO, D. M. Solvers with High Accuracy to Linear Systems on Clusters. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON COMPUTATIONAL AND APPLIED MATHEMATICS, XI, 2004, Leuven, Belgium. **Proceedings...** Leuven: Katholieke Universiteit Leuven, 2004. p.70.
- [KAR 03] KARNIADAKIS, G.; KIRBY II, R. **Parallel Scientific Computing in C++ and MPI: A Seamless Approach to Parallel Algorithms and Their Implementation**. 2th.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.