Uso de alternativas de implementação para a melhora de desempenho em rotinas numéricas da Álgebra Linear

Leila Diane Wentz, Prof. Dr. Carlos Amaral Holbig,
Prof. Msc. Marcos José Brusso

Universidade de Passo Fundo
CAMPUS I - Km 171 - BR 285, Bairro São José, Caixa Postal 611 - CEP 99001-970 – Passo Fundo/RS PABX (54) 3316-8100
leilahwentz@gmail.com, holbig@upf.br, brusso@upf.br

Introdução

Essa pesquisa visa a realização de um estudo sobre as alternativas de implementação (otimização) de algoritmos visando uma melhora no desempenho na execução dos mesmos e a utilização de algumas técnicas de redução da complexidade de algoritmos. Visa, ainda, realizar um estudo comparativo entre alguns algoritmos numéricos básicos implementados com e sem o uso destas alternativas objetivando apresentar resultados que auxiliem os pesquisadores que necessitem de alto desempenho no uso de estratégias de otimização. Para atingir este objetivo algumas dessas alternativas foram estudadas e detalhadas no decorrer deste trabalho (uso de algumas características de hardware como, por exemplo, as funções da biblioteca BLAS, as instruções SSE e as diretivas de otimização de compiladores). Este detalhamento foi realizado através da descrição das funções e benefícios que proporcionam essas alternativas na execução dos algoritmos mais utilizados na resolução de problemas da Álgebra Linear - o somatório, produto escalar e a multiplicação de matrizes.

Metodologia

De acordo com a área de pesquisa abordada por este trabalho foi realizada uma revisão de alguns conceitos básicos de arquitetura de computadores, um detalhamento das funções Streaming SIMD Extension (SSE) e uma revisão das principais características do compilador gcc. Após esta etapa alguns algoritmos foram implementados e testes foram realizados visando a obtenção de um melhor desempenho em algoritmos numéricos mais tradicionalmente utilizados em aplicações que abordam conceitos da Álgebra Linear. Estes algoritmos foram selecionados devido a sua aplicabilidade na resolução de inúmeros problemas na área da Computação Científica. Portanto, esse trabalho visa apresentar algumas alternativas de implementação de algoritmos numéricos básicos utilizados na resolução de problemas reais com o objetivo de obter um melhor desempenho computacional na resolução destes problemas.

Discussões

Conforme (WENTZ, 2005), "a correta escolha de ferramentas computacionais para a resolução de um problema numérico específico é de fundamental importância para a obtenção de um resultado correto e rápido". Para atingir um melhor desempenho computacional, alguns algoritmos numéricos básicos foram selecionados e implementados. O primeiro deles é o somatório, que é uma operação básica da Álgebra Linear que tem por finalidade executar a totalização (soma) de um conjunto finito de algarismos. Outra rotina muito utilizada na resolução de aplicações reais de grande porte é o produto escalar (que faz uso do somatório). Esta rotina consiste da multiplicação dos elementos de um vetor v pelos seus respectivos elementos em um vetor w, gerando como resultado um escalar (número real). Ainda será implementada a multiplicação de matrizes, que implica em um grande número de operações aritméticas. Essa quantidade de operações pode determinar o desempenho de um algoritmo. O número total de operações necessárias para o correto funcionamento de um algoritmo pode ser medido pela sua ordem (O, para o pior caso, Ω para o melhor caso e Θ para o caso médio). Segundo Siang Wun Song (Song, 2006), "Para o problema de multiplicação de matrizes de ordem n, apenas para ler os elementos das duas matrizes de entrada leva $O(n^2)$". A maioria dos algoritmos utilizados para a multiplicação de matrizes possuem uma complexidade de ordem $O(n^3)$. Porém, existem dois métodos quem conseguem realizar a mesma tarefa com uma complexidade inferior a esta. Um deles é o método de Strassen, onde a complexidade do algoritmo é da ordem de $\Theta(n^{2,81})$. Outro método de multiplicação de matrizes com uma complexidade menor é o de Winograd. "O algoritmo de Winograd é uma variante do algoritmo de Strassen. Este método realiza três somas a menos que o método de Strassen, o que leva a uma melhoria no tempo de execução" (HOLBIG, 2004, p.2).

Conclusões

Levando-se em consideração os resultados obtidos nos testes iniciais, pode-se concluir que a análise do desempenho e realização de otimizações nos códigos dos programas podem auxiliar em implementações mais eficientes de algoritmos numéricos complexos que são utilizados na resolução problemas reais de grande porte.

Referências

[HOL 04] HOLBIG, Carlos Amaral. Algoritmos para Multiplicação de Matrizes: análise de desempenho e exatidão, 2004.

[SON 06] SONG, Siang Wun. Complexidade Computacional. 2006. Disponível em: <http:// w3.ualg.pt/~hshah/algoritmos/aula8/Aula8.htm>. Acessado em: junho/2006.>

[WEN 05] WENTZ, Leila Diane; CARMO, Andriele Busatto do; ALMEIDA, Alexandre; BRUSSO, Marcos José; HÖLBIG, Carlos Amaral. Resolução de Problemas Numéricos com alto Desempenho: Alternativas de Implementação. 2005. Revista Hífen, Volume 29, Número 55/56. pág 27.