Utilização de Instruções Vetoriais na Geração de Cartas Climáticas Digitais

Alexandre Almeida, Marcelo Trindade Rebonatto, Carlos Amaral Hölbig

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
68935@inf.upf.br, rebonatto@upf.br, holbig@upf.br

Introdução

Na geração de cartas climáticas digitais, o processo de interpolação de dados é necessário para o cálculo de valores de temperatura desconhecidos entre pontos amostrados. O método da Krigagem Ordinária destaca-se em relação aos métodos tradicionais de interpolação de dados, pois, com sua maior complexidade, implementa a análise espacial dos dados amostrados fornecendo, dessa forma, resultados mais exatos [MEN 04]. Em conseqüência, esse método apresenta um elevado custo computacional decorrente da quantidade de operações vetoriais efetuadas, necessárias à obtenção dos valores desconhecidos. A biblioteca BLAS oferece um conjunto de funções para resolução otimizada de operações vetoriais, através das extensões SSE da arquitetura IA-32 [INT 06], as quais operam um grupo de valores de forma paralela (SIMD). Portanto, o objetivo deste trabalho é a implantação de funções da biblioteca BLAS no método, visando a obtenção de uma melhora no desempenho da Krigagem Ordinária.

Metodologia

Foram interpolados, através do método da Krigagem, 563.274 pontos de uma região, tomando como base a temperatura de 8, 20, 45, 60 e 120 pontos amostrados. As operações de produto escalar encontradas no método da Krigagem Ordinária foram substituídas pela função cblas_ddot, implementada na biblioteca BLAS (distribuição ATLAS), responsável pela resolução dessa operação com alto desempenho. As etapas da interpolação que sofreram a substituição de suas operações de produto escalar foram a geração dos vetores de pesos do ponto desconhecido, o cálculo do valor interpolado e o procedimento de correção do valor interpolado em função da altitude do ponto, sendo que a média do tempo de execução foi obtida através de 100 execuções para as versões do programa com 8, 20 e 45 amostras, e 30 execuções para as versões que envolveram 60 e 120 amostras. Todos os testes foram executados em um ambiente computacional dotado de um processador AMD Athlon XP 1700+ (~1.46 GHz), com 768 MB de memória principal.

Resultados

As implementações do método da Krigagem Ordinária que utilizaram as funções da biblioteca BLAS, mostraram ter um ganho de desempenho considerável em relação às versões tradicionais escritas em ANSI-C. Utilizando 45 amostras, a versão tradicional computa os valores desconhecidos em, aproximadamente, 18,6 segundos contra 12,2 segundos da implementação com a BLAS, para o mesmo número de pontos amostrados. Notou-se ainda uma pequena perda de desempenho na implementação do método com a BLAS para a interpolação envolvendo 8 pontos conhecidos, obtendo-se 4,22 segundos para a implementação tradicional contra 4,52 segundos para a versão com a BLAS. Esse aumento no tempo de resposta é, em parte, decorrente da grande quantia de chamadas à função cblas_sdot, o que causa uma sobrecarga adicional ao programa, aumentando assim o tempo de processamento do método. Entretanto, de acordo com o gráfico da figura 1, pode-se notar que a medida que o número de amostras aumenta, maior o ganho de desempenho obtido com a biblioteca BLAS em relação à respectiva implementação em linguagem ANSI-C, chegando-se a uma execução 2,16 vezes mais eficiente com a BLAS em relação à implementação tradicional, para um número de 120 amostras.

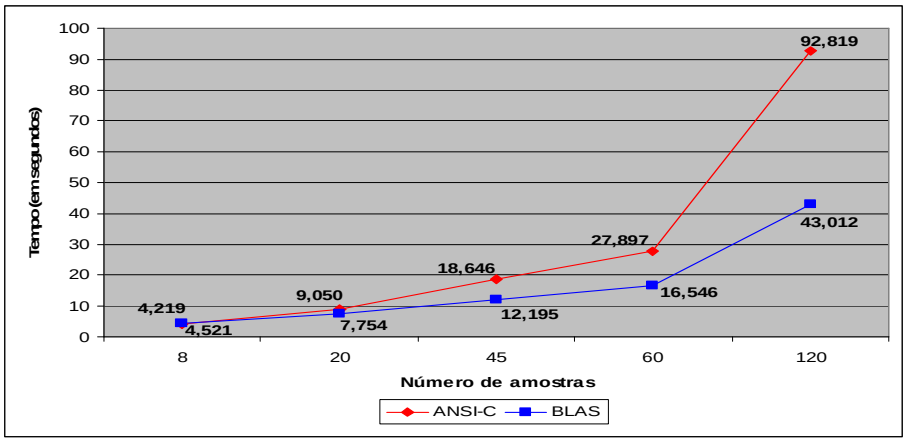

Figura 1. Gráfico do tempo de processamento em função do número de amostras

Conclusões

O uso das instruções vetoriais SSE, através da biblioteca BLAS, para a otimização do método da Krigagem Ordinária mostrou-se muito eficiente. Porém, o tempo de processamento ainda torna-se muito alto a medida que o número de amostras cresce, uma vez que nem todas as etapas da Krigagem Ordinária foram passíveis de otimização pelas funções da BLAS.

Referências

[MEN 04] MENEGOL, Luis Roberto. Paralelização de métodos de interpolação de dados - krigagem. 2004. Monografia (Graduação em Ciência da Computação), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004.

[INT 06] IA-32 INTEL ARCHITECTURE Software Developer's Manual. Volume 1: Basic Architecture. Denver, EUA: Intel, 2006.