

MAC 0219/5742 – Introdução à Computação Concorrente, Paralela e Distribuída

Prof. Dr. Alfredo Goldman

1º Exercício Programa versão 1.1 - Pthreads e OpenMP

Monitores: Giuliano Belinassi e Marcos Amaris

1 Introdução

Sejam $A \in \mathbb{R}^{m \times p}$, $B \in \mathbb{R}^{p \times n}$ matrizes de entradas reais com m linhas e p colunas, e p linhas e n colunas, respectivamente. Neste exercício programa deve ser implementado um ou mais algoritmos para calcular:

$$C = AB$$

da maneira *mais eficiente possível* em precisão dupla, ou seja, número de ponto flutuante de 64-bits. Em C/C++, este tipo corresponde a um `double`. Em Fortran, este tipo corresponde a um `DOUBLE PRECISION`.

2 Restrições

1. Todas as três matrizes A , B e C cabem na memória do computador.
2. Não há restrições sobre características especiais da matriz, como por exemplo, se estas são esparsas, densas, simétricas, definida positiva, etc.
3. Todos os cálculos devem ser implementados em precisão dupla. As entradas das matrizes também devem estar em precisão dupla.
4. **Não** é permitido usar bibliotecas externas relacionadas, exceto `Pthreads`, `OpenMP`, as bibliotecas padrões da linguagem e as `intrinsics` da Intel.
5. **Não** é permitido usar a instrinsic `MATMUL` do Fortran.
6. Pode-se usar quaisquer resultados vistos em livros, outras disciplinas, etc.
7. O código deve ser compatível com as versões mais recentes dos processadores da Intel (a partir do Sandy-Bridge).
8. O código não deve usar aceleradores, tais como GPUs, Xeon Phi, FPGA, etc.
9. O código deve ser compatível com o GCC e Linux.

3 Entrada/Saída

As matrizes A e B devem ser lidas através de arquivos, e a matriz C deve ser escrita em um arquivo com o mesmo formato que A e B . O formato do arquivo de cada matriz deve seguir a seguinte especificação:

1. A primeira linha do arquivo deve conter a quantidade de linhas, um espaço e a quantidade de colunas da matriz.
2. As demais linhas do arquivo devem conter a i -ésima linha da matriz, espaço j -ésima coluna da matriz, espaço, e o valor nesta posição da matriz.
3. Se uma posição não é especificada no arquivo de entrada, o valor da matriz nesta posição é 0.
4. Sejam $1 \leq k \leq i$ e $1 \leq l < j$. Se em uma dada linha do arquivo a posição (i, j) foi especificada e a posição (k, l) não foi especificada até o momento, então (k, l) não será especificada e portanto deve ser 0. Ou seja, o arquivo está ordenado em relação às posições da matriz.

Ou seja:

quantidade_de_linhas	quantidade_de_colunas
linha_i	coluna_j valor

Exemplo: (Note que a posição $(2, 1)$ não foi especificada e portanto é 0)

2	2
1	1 0.3
1	2 0.1
2	2 1.3

Corresponde a: $\begin{bmatrix} 0.3 & 0.1 \\ 0 & 1.3 \end{bmatrix}$

e o executável `main` deve aceitar um parâmetro `implementação` e os arquivos para as matrizes A, B, C da seguinte forma:

```
main <implementação> <caminho_matr_A> <caminho_matr_B> <caminho_matr_C>
```

Onde `<implementação> = p` para executar o programa em modo `pthread`, ou `<implementação> = o` para executar em modo `OpenMP`. Portanto, os algoritmos devem ser implementados de duas formas, uma usando `OpenMP` e outra usando `Pthreads`. Este exercício programa deve ser implementado em C, C++, Fortran, ou qualquer combinação destas linguagens, ou seja, é permitido misturar códigos destas diferentes linguagens.

4 Dicas

- O capítulo 1.1 do livro *Fundamentals of Matrix Computations*, de Watkins pode ser de grande utilidade.

- Utilizem o máximo do cache do processador.
- Utilizem o máximo das instruções vetoriais do processador.
- Vejam implementações de bibliotecas de alto desempenho, como o OpenBLAS, LAPACK.
- Usem inteiros de 64-bits para indexar as matrizes. Isto evitará **SEGFAULT** se a matriz for bem grande.

5 Entrega

Deverá ser entregue um pacote no sistema PACA com uma pasta com o nome e o sobrenome do estudante que o submeteu no seguinte formato: **nome.sobrenome.zip**. Se o EP for feito em dupla, o formato deve ser **nome1.sobrenome1.nome2.sobrenome2.zip**. Somente um estudante da dupla submeterá a tarefa. Essa pasta deve ser comprimida em formato ZIP e deve conter dois itens:

- Os códigos fonte do programa, em conjunto com um **Makefile** que o compila, gerando um executável **main**.
- Um relatório em **.txt** ou **.pdf** explicando a solução feita.

Em caso de dúvidas, use o fórum de discussão do Paca. A data de entrega deste Exercício Programa é até a **Domingo 20 de Maio**.