

O Governo Brasileiro deseja avaliar o desempenho dos alunos que estão cursando o 9º ano do ensino fundamental, para ajustar políticas de investimento. Para isso, alunos de cidades em diferentes regiões do país passaram por avaliações, e suas notas finais foram submetidas para o Governo Federal. Após processar essas notas, o Governo retornará os dados por cidade, região e do Brasil como um todo, i.e., em três níveis. Os dados retornados para cada nível são: a menor e a maior nota, a mediana, a média aritmética simples, e o desvio padrão. Serão dados prêmios em dinheiro para a cidade e para a região com as maiores médias aritméticas simples das notas.

Desenvolva uma aplicação concorrente em C/OpenMP no Linux que simule o cálculo que o Governo fará com as notas recebidas dos alunos, organizadas por cidade e região. Haverá R regiões, cada uma com C cidades, e cada cidade com A alunos. O número total de avaliações (NTA) será, portanto, $NTA = R * C * A$. Os valores de R , C e A serão fornecidos pelo usuário no início da execução. Para facilitar, esses dados serão redirecionados de um arquivo texto contendo nas 03 primeiras linhas, respectivamente, os valores para estas variáveis acima.

As notas dos alunos virão na forma de matriz, onde cada posição (célula) da matriz representa a nota de um aluno em particular, cada linha uma cidade e cada matriz (ou parte de uma matriz) uma região. As notas dos alunos serão geradas pseudoaleatoriamente pela aplicação, tendo-se com origem uma semente (*seed*) que será lida da 4ª linha do arquivo texto de entrada. As notas de cada aluno devem ser geradas por cidade e região, em ordem crescente de cidade e região. Em outras palavras, começa no aluno 0, da cidade 0, da região 0; e depois aluno 1, da cidade 0, região 0. As notas são valores inteiros em uma escala de 0 a 100.

A saída desta aplicação C/OpenMP deve exibir a menor e a maior nota, a mediana, a média, e o desvio padrão para cada cidade, para cada região e depois para o Brasil, seguindo o padrão abaixo. As regiões e as cidades devem ser numeradas, iniciando-se a numeração em zero. Na saída, mostre regiões e suas cidades ordenadas pelos números das mesmas. Na sequência devem ser mostradas a região e então a cidade Brasileira que receberão os prêmios por terem as melhores médias das notas (seguindo o padrão abaixo).

Para execução, a aplicação deve ser iniciada da seguinte forma: *students < input.in* onde, *students* é o nome do arquivo binário para execução, *<* é um operador que redireciona a entrada e *input.in* é um arquivo texto contendo R , C , A e *seed* nas primeiras 04 linhas, respectivamente.

Desenvolva a sua aplicação segundo as diretrizes passadas em sala de aula. Determine e explore a concorrência da aplicação de maneira flexível sobre uma plataforma MIMD com memória compartilhada. O projeto deve ser flexível sobre modelo de programação OpenMP, legível e seguir as boas práticas de programação.

O projeto deve minimizar o tempo de resposta, dados os valores de entrada da aplicação. Para coletar o tempo, *não considere* a entrada dos dados (coleta dados iniciais, alocação de matriz(es) e geração de números aleatórios), nem considere a impressão dos resultados finais (esta deve ser feita no final da aplicação).

Submeta no Moodle (e-disciplinas) um arquivo compactado (padrão zip) contendo: o código fonte sequencial (deve se chamar *studentsseq.c*), código fonte em C/OpenMP (deve se chamar *studentspar.c*) e a descrição do projeto do algoritmo paralelo (seguindo PCAM e o arquivo deve se chamar *pcam.pdf*). Se houver, inclua também o *makefile* que realiza a compilação e execução dos códigos sequencial e paralelo.

O trabalho deverá ser feito por um grupo com não menos que 04 e não mais que 05 alunos. Espera-se que os integrantes do grupo participem de todo o desenvolvimento e que os grupos interajam entre si. No entanto, ressalta-se que os projetos desenvolvidos devem ser únicos (cópias de trabalho, mesmo que parciais, não são permitidas). A entrega deve ser feita até as 23:55h do dia 10/11/2019 (domingo) no Moodle USP (e-disciplinas).

Espera-se que esta descrição esteja completa e correta, porém, se mesmo assim você encontrar algum defeito na mesma, por favor, avise o professor imediatamente para a devida correção. Questões omissas e/ou ambíguas serão fixadas pelo professor. Para saná-las, entre em contato com o professor para a orientação adequada.

A seguir há um exemplo instanciando os seguintes valores de entrada (valores vindos do arquivo *input.in*)

```
R=3          >> Número de regiões
C=4          >> Número de cidades
A=6          >> Número de alunos por cidade
SEED=7       >> Semente usada antes de gerar os nrs aleatórios.
```

Para este conjunto de valores, o arquivo *input.in* estaria assim:

```
3
4
6
7
```

Os seguintes dados podem ser gerados na memória com base na entrada fornecida.

Obs: o valor seed =7, neste texto, apenas ilustra. Ele não foi usado de fato neste exemplo. Use uma semente no seu algoritmo uma única vez, antes da geração do primeiro número pseudoaleatório.

Região 0	30	40	20	80	85	10
	10	20	30	40	50	60
	60	50	40	30	20	10
	70	55	35	80	95	27
Região 1	35	45	25	85	90	15
	15	25	35	45	55	65
	65	55	45	35	25	15
	75	60	40	85	100	32
Região 2	20	30	10	70	75	0
	0	10	20	30	40	50
	50	40	30	20	10	0
	60	45	25	70	85	17

A seguinte saída deve ser produzida para esta entrada (use este padrão para a sua saída):

Reg 0 - Cid 0: menor: 10, maior: 85, mediana: 35.00, média: 44.17 e DP: 31.37

Reg 0 - Cid 1: menor: 10, maior: 60, mediana: 35.00, média: 35.00 e DP: 18.71

Reg 0 - Cid 2: menor: 10, maior: 60, mediana: 35.00, média: 35.00 e DP: 18.71

Reg 0 - Cid 3: menor: 27, maior: 95, mediana: 62.50, média: 60.33 e DP: 26.32

Reg 1 - Cid 0: menor: 15, maior: 90, mediana: 40.00, média: 49.17 e DP: 31.37

Reg 1 - Cid 1: menor: 15, maior: 65, mediana: 40.00, média: 40.00 e DP: 18.71

Reg 1 - Cid 2: menor: 15, maior: 65, mediana: 40.00, média: 40.00 e DP: 18.71

Reg 1 - Cid 3: menor: 32, maior: 100, mediana: 67.50, média: 65.33 e DP: 26.32

Reg 2 - Cid 0: menor: 0, maior: 75, mediana: 25.00, média: 34.17 e DP: 31.37

Reg 2 - Cid 1: menor: 0, maior: 50, mediana: 25.00, média: 25.00 e DP: 18.71

Reg 2 - Cid 2: menor: 0, maior: 50, mediana: 25.00, média: 25.00 e DP: 18.71

Reg 2 - Cid 3: menor: 17, maior: 85, mediana: 52.50, média: 50.33 e DP: 26.32

Reg 0: menor: 10, maior: 95, mediana: 40.00, média: 43.63 e DP: 25.07

Reg 1: menor: 15, maior: 100, mediana: 45.00, média: 48.63 e DP: 25.07

Reg 2: menor: 0, maior: 85, mediana: 30.00, média: 33.63 e DP: 25.07

Brasil: menor: 0, maior: 100, mediana: 40.00, média: 41.96 e DP: 25.50

Melhor região: Região 1

Melhor cidade: Região 1, Cidade 3

Tempo de resposta sem considerar E/S, em segundos: 1.325s