CEFET-MG - Campus II
Departamento de Engenharia Elétrica
Computação de Alto Desempenho

Lista I

Alunos: Antônio Augusto Diniz Sousa
Professor: Eduardo Henrique da Rocha Coppoli

13 de Maio
2019

CEFET-MG - Campus II
Departamento de Engenharia Elétrica
Computação de Alto Desempenho

Lista I

Lista I apresentado à Disciplina de Computação de Alto Desempenho do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, como requisito parcial para conclusão das matérias eletivas do curso de Engenharia de Computação da mesma instituição.

Alunos: Antônio Augusto Diniz Sousa

Professor: Eduardo Henrique da Rocha Coppoli

13 de Maio
2019

Sumário

1 Questão 1

Nessa questão foi solicitada a confecção de um código que gerasse diversos números aleatórios, ordenasse a lista gerada, e separasse em faixas uniformes.

Como tratou-se de um código muito extenso, ele se encontra no github do trabalho. Segue abaixo as imagens referentes a execução do código para uma lista de 256 números.

Figura 1: Lista de Números Aleatórios gerada

```
Números aleatórios gerados:
41      123     16      242     48      135     221     117     27      232
49      69      227     11      71      41      103     242     68      70
199     218     156     161     196     107     157     154     169     87
253     201     201     6       180     249     140     146     103     166
123     151     234     87      154     42      119     2       29      179
71      220     142     219     118     76      71      12      221     231
99      219     169     45      216     94      31      102     239     133
5       99      22      239     178     175     18      34      176     47
212     238     4       92      202     121     167     10      132     133
232     222     89      138     5       50      231     35      151     207
168     148     44      189     124     213     101     141     246     22
179     204     251     182     33      199     40      199     200     164
69      178     131     157     61      127     206     30      162     95
228     67      242     17      247     111     221     93      243     205
106     168     146     102     95      178     38      127     122     238
36      190     153     166     92      205     31      35      234     192
121     200     250     108     208     242     210     175     72      191
125     177     104     16      16      190     193     54      62      52
29      97      233     181     1       62      123     31      96      95
214     217     40      209     62      247     196     10      167     5
192     29      181     41      44      196     230     228     241     38
17      15      134     249     187     126     56      56      156     144
150     115     98      189     69      151     173     2       152     78
6       89      106     178     129     142     112     97      107     98
126     124     113     251     118     45      123     166     92      24
55      241     131     144     167     191
```

Com a lista gerada, demonstrada pela Figura 1, ordenou-se através de um algoritmo *Merge Sort*, obtendo o resultado da Figura 2

Figura 2: Lista Ordenada

```
Números aleatórios ordenandos
1       2       2       4       5       5       5       6       6       10
10      11      12      15      16      16      16      17      17      18
22      22      24      27      29      29      29      30      31      31
31      33      34      35      35      36      38      38      40      40
41      41      41      42      44      44      45      45      47      48
49      50      52      54      55      56      56      61      62      62
62      67      68      69      69      69      70      71      71      71
72      76      78      87      87      89      89      92      92      92
93      94      95      95      95      96      97      97      98      98
99      99      101     102     102     103     103     104     106     106
107     107     108     111     112     113     115     117     118     118
119     121     121     122     123     123     123     123     124     124
125     126     126     127     127     129     131     131     132     133
133     134     135     138     140     141     142     142     144     144
146     146     148     150     151     151     151     152     153     154
154     156     156     157     157     161     162     164     166     166
166     167     167     167     168     168     169     169     173     175
175     176     177     178     178     178     178     179     179     180
181     181     182     187     189     189     190     190     191     191
192     192     193     196     196     196     199     199     199     200
200     201     201     202     204     205     205     206     207     208
209     210     212     213     214     216     217     218     219     219
220     221     221     221     222     227     228     228     230     231
231     232     232     233     234     234     238     238     239     239
241     241     242     242     242     242     243     246     247     247
249     249     250     251     251     253
```

Após a ordenação da lista, criou-se também um método que separa esses números em faixas. Para visualizar essas faixas, desenvolveu-se outro método para imprimir as faixas, para facilitar na visualização dos números pertencentes a cada faixa, conforme Figura 3.

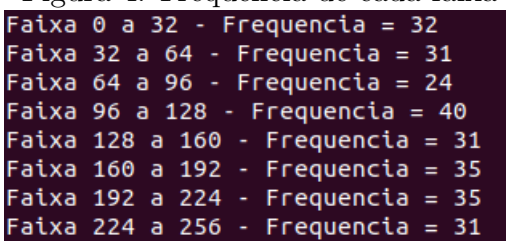
Figura 3: Faixas Geradas

```
Imprimindo faixa 0
1       2       2       4       5       5       5       6       6       10
10      11      12      15      16      16      16      17      17      18
22      22      24      27      29      29      29      30      31      31
31      251

Imprimindo faixa 1
33      34      35      35      36      38      38      40      40      41
41      41      42      44      44      45      45      47      48      49
50      52      54      55      56      56      61      62      62      62
113

Imprimindo faixa 2
67      68      69      69      69      70      71      71      71      72
76      78      87      87      89      89      92      92      92      93
94      95      95      95

Imprimindo faixa 3
96      97      97      98      98      99      99      101     102     102
103     103     104     106     106     107     107     108     111     112
113     115     117     118     118     119     121     121     122     123
123     123     123     124     124     125     126     126     127     127


Imprimindo faixa 4
129     131     131     132     133     133     134     135     138     140
141     142     142     144     144     146     146     148     150     151
151     151     152     153     154     154     156     156     157     157
161

Imprimindo faixa 5
161     162     164     166     166     166     167     167     167     168
168     169     169     173     175     175     176     177     178     178
178     178     179     179     180     181     181     182     187     189
189     190     190     191     191

Imprimindo faixa 6
192     192     193     196     196     196     199     199     199     200
200     201     201     202     204     205     205     206     207     208
209     210     212     213     214     216     217     218     219     219
220     221     221     221     222

Imprimindo faixa 7
227     228     228     230     231     231     232     232     233     234
234     238     238     239     239     241     241     242     242     242
242     243     246     247     247     249     249     250     251     251
253
```

Para finalizar a visualização do algoritmo, criou-se uma função para contabilizar a quantidade de elementos pertencentes a cada faixa, conforme de-

monstrado pela Figura 4.

Figura 4: Frequência de cada faixa



Após a criação do algoritmo, testou-se diversos níveis de otimização, para diversos tamanhos de listas. O resultado pode ser visto através da Tabela 1.

Tabela 1: Resultado para diversos níveis de otimização

Número item	**256**	**2560**	**25600**	**256000**	**2560000**	**25600000**
Sem Otimização	0,002s	0,002s	0,013s	0,076s	0,652s	7,092s
Level 1	0,002s	0,002s	0,008s	0,053s	0,367s	3,865s
Level 2	0,002s	0,002s	0,007s	0,053s	0,366s	3,883s
Level 3	0,002s	0,002s	0,008s	0,053s	0,352s	3,772s
Level 4	0,002s	0,002s	0,007s	0,051s	0,352s	3,657s
Level 5	0,002s	0,002s	0,007s	0,051s	0,352s	3,542s

Com esses testes, pode-se concluir que os níveis de otimização reduzem consideravelmente o tempo de execução de um algoritmo, principalmente para entradas grandes. No exemplo utilizado, a maior diferença deu-se passando do Level 0 para o Level 1, reduzindo cerca de 50% do tempo de execução.

2 Questão 2

Nessa questão foi solicitada a conversão de dois números para o padrão de ponto flutuante estabelecido pela norma 754 da IEEE. Tal norma separa os tipos de dados em três, conforme sua precisão, sendo:

- Single precision (*float*) 32 bits (precisão 24 bits)
- Double precision (*double*) 64 bits (precisão 53 bits)
- Double extended precision 80 bits (precisão 63 bits)

O padrão também define como deve ser escrita o número, tendo sua representação numérica dada pela

$$(-1)^S M \times 2^E \tag{1}$$

Onde:

- Bit de sinal s determina se número é negativo ou positivo;
- Mantissa M é um valor fracionário no intervalo [1.0,2.0), na representação normalizada;
- E representa o expoente

Agora, sabendo um pouco sobre a norma utilizada, podemos fazer as conversões.

2.1 a

Numero a ser convertido é: 0,00752.

Por questões de facilidade, irei utilizar a precisão simples, ou single precision, por precisar de um número menor de bits.

De acordo com a norma, o numero pertencente a essa precisão possui a seguinte forma:

- 1 bit para o sinal.
- 8 bits para o expoente.
- 23 bits para a representação da mantissa.

Seguiremos agora um passo a passo para facilitar o entendimento dos cálculos executados:

1. Converter o número de decimal para binário:

   $0{,}00752 = 0,0000000111101100110101001010101000010000...{}_2$

2. Deslocar a vírgula:

   $0{,}00752 = 1,1110110011010100101010100001000...{}_2 \times 2^{-8}$

3. Normalizar o expoente:

   -8+127 = 119 = 1110111_2

4. Juntar tudo

   $0,00752_{10}$ = 0 01110111 $11101100110101001010101_{IEEE754}$

2.2 b

Numero a ser convertido é: -688,25.

Por questões de facilidade, também irei utilizar a precisão simples nesse exercício.

Seguiremos o mesmo passo a passo utilizado na questão anterior:

1. Converter o número de decimal para binário:

   -688,25 = $1010110000,01_2$

2. Deslocar a vírgula:

   -688,25 = $1,01011000001_2 \times 2^9$

3. Normalizar o expoente:

   9+127 = 136 = 10001000_2

4. Juntar tudo e completar o número de bits com 0 a esquerda.

   $-688,25_{10}$ = 1 10001000 $00000000000001011000001_{IEEE754}$

2.3 Observações

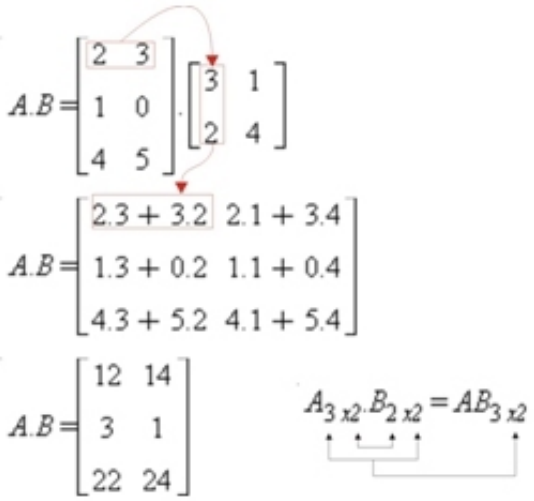
Para calcular a conversão de decimal para binário da parte inteira, utilizou-se a própria calculadora do sistema operacional. Já para calcular a da parte fracionada, utilizou-se uma planilha no *LibreOffice Calc*, na qual está disponibilizada no github da disciplina.

3 Questão 3

Primeiramente, para solucionar esse problema, é necessário saber o funcionamento de uma operação de multiplicação de matrizes.

O produto de matrizes é resultado da multiplicação da coluna da primeira matriz, pela linha da segunda, conforme Figura 5

Figura 5: Multiplicação de matrizes



Considerando matrizes quadradas de ordem n, para calcular um termo é necessário n multiplicações e $n-1$ adições. Como a matriz resultante possui n^2, o total de operações necessárias para fazer um produto de 2 matrizes é $n^2 \times (2n-1)$, ou seja, $2n^3 - n^2$.

Para ter 1Mflop é necessário que a máquina consiga calcular o produto de duas matrizes de ordem superior a 100 em 1 segundo.

Já para ter 1Gflop, é necessário o produto de matrizes de ordem superior a 1000.

4 Questão 4