Programação Paralela e o Modelo Mestre-Escravo

Trabalho 1 - Programação Paralela e Distribuída

Nicolas Pereira do Nascimento

Estudante de Engenharia de Computação

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, Brasil

nicolas.nascimento@acad.pucrs.br

Gabriel Chieza Chiele

Estudante de Engenharia de Computação

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, Brasil

gabriel.chiele@acad.pucrs.br

*Abstract*— This paper presents the implementation of a parallel algorithm using the master-slave paradigm and the MPI libraries. It also compares the performance of algorithm when modifying the number of processes used to execute.

Keywords—Parallel Programming; MPI; Distributed Programming, Master-Slave Paradigm;

# Introdução

A construção de sistemas atuais se baseia em diferentes frentes. Dentre elas estão aspectos econômicos, legais e performáticos. Esta última, especificamente, é bastante relevante e é alvo de diversos estudos. Uma das alternativas que visa o aumento de desempenho é a aplicação de um modelo de programação paralela, que objetiva a realização de tarefas através de múltiplos processos executando em múltiplos processadores. Cabe ressaltar que o paradigma paralelo pode ser utilizado em sistemas com um único processador, contudo a execução das tarefas torna-se concorrente e o paralelismo é apenas aparente.

# Funcionamento

## Algoritmo

A fim de garantir a fidelidade dos resultados e visando medir o ganho de performance da mudança de paradigma exclusivamente, o algoritmo utilizado foi o Rank Sort. Este algoritmo é um algoritmo de ordenação de vetor e caracteriza-se por ter uma performance de ordem quadrática (O(n²)).

## Paradigma Paralelo

A programação paralela pode ser realizada de muitas formas. Especificamente à esse trabalho, usou-se o paradigma mestre-escravo. O modelo especifica uma hierarquia entre os processos de maneira que exista um processo “mestre” e diversos processos “escravos”. O processo “mestre” fica responsável pela divisão da tarefa total em sub-tarefas, pela distribuição das mesmas entre os processos “escravos” e pela integração dos resultados provenientes dos escravos. Aos processos escravos cabe realizar as sub-tarefas e, ao finalizarem-las, enviar as sub-tarefas completas ao mestre.

# Implementação

O trabalho foi desenvolvido em ambiente Linux e implementado em linguagem C, utilizando a biblioteca MPI para a distribuição dos processos e a criação das comunicações necessárias.

O programa implementado realiza a ordenação, em ordem crescente, de um vetor, que é populado com valores contidos em um arquivo. O caminho do arquivo deve ser passado por parâmetro, juntamente com o tamanho desejado para o vetor, além do parâmetro “np” (representando o número de processos a ser utilizados) utilizado pela biblioteca MPI.

Caso o valor “np” seja igual a um, o programa irá executar sua versão sequencial, caso contrário, será criado um processo mestre, que nesta implementação é o processo cujo rank é igual a zero, os demais processos criados serão os escravos.

O processo mestre é encarregado de separar o vetor em diversas partes e entrega-las aos escravos, através da chamada MPI\_Send(), que serão encarregados de realizar a ordenação da parte que lhes foi entregue.

O número de partes em que o vetor será dividido é definido pela equação:

n° de partes = tamanho do vetor / ( n° de processos \* 4 )

# Execução

Todos os testes da aplicação foram executados no LAD(Laboratório do Alto Desempenho) da PUCRS. O cluster utilizado, chamado atlântica, tem sua especificação detalhada abaixo:

“O cluster Atlântica é composto por 16 máquinas Dell PowerEdge R610. Cada máquina possui dois processadores Intel Xeon Quad-Core E5520 2.27 GHz Hyper-Threading e 16GB de memória, totalizando 8 núcleos (16 threads) por nó e 128 núcleos (256 threads) no cluster. Os nós estão interligados por 4 redes Gigabit-Ethernet chaveadas.

O último nó (atlantica16), dispõe de uma NVIDIA Tesla S2050 Computing System, com 4 NVIDIA Fermi computing processors (448 CUDA cores cada) divididos em 2 host interfaces e 12GB de memória (3GB por GPU) ”[1].

# Resultados

## Authors and Affiliations

The template is designed so that author affiliations are not repeated each time for multiple authors of the same affiliation. Please keep your affiliations as succinct as possible (for example, do not differentiate among departments of the same organization). This template was designed for two affiliations.

### For author/s of only one affiliation (Heading 3): To change the default, adjust the template as follows.

#### Selection (Heading 4): Highlight all author and affiliation lines.

#### Change number of columns: Select the Columns icon from the MS Word Standard toolbar and then select “1 Column” from the selection palette.

#### Deletion: Delete the author and affiliation lines for the second affiliation.

### For author/s of more than two affiliations: To change the default, adjust the template as follows.

#### Selection: Highlight all author and affiliation lines.

#### Change number of columns: Select the “Columns” icon from the MS Word Standard toolbar and then select “1 Column” from the selection palette.

#### Highlight author and affiliation lines of affiliation 1 and copy this selection.

#### Formatting: Insert one hard return immediately after the last character of the last affiliation line. Then paste down the copy of affiliation 1. Repeat as necessary for each additional affiliation.

#### Reassign number of columns: Place your cursor to the right of the last character of the last affiliation line of an even numbered affiliation (e.g., if there are five affiliations, place your cursor at end of fourth affiliation). Drag the cursor up to highlight all of the above author and affiliation lines. Go to Column icon and select “2 Columns”. If you have an odd number of affiliations, the final affiliation will be centered on the page; all previous will be in two columns.

## Identify the Headings

Headings, or heads, are organizational devices that guide the reader through your paper. There are two types: component heads and text heads.

Component heads identify the different components of your paper and are not topically subordinate to each other. Examples include ACKNOWLEDGMENTS and REFERENCES, and for these, the correct style to use is “Heading 5.” Use “figure caption” for your Figure captions, and “table head” for your table title. Run-in heads, such as “Abstract,” will require you to apply a style (in this case, italic) in addition to the style provided by the drop down menu to differentiate the head from the text.

Text heads organize the topics on a relational, hierarchical basis. For example, the paper title is the primary text head because all subsequent material relates and elaborates on this one topic. If there are two or more sub-topics, the next level head (uppercase Roman numerals) should be used and, conversely, if there are not at least two sub-topics, then no subheads should be introduced. Styles named “Heading 1,” “Heading 2,” “Heading 3,” and “Heading 4” are prescribed.

## Figures and Tables

### Positioning Figures and Tables: Place figures and tables at the top and bottom of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be below the figures; table heads should appear above the tables. Insert figures and tables after they are cited in the text. Use the abbreviation “Fig. 1,” even at the beginning of a sentence.

1. Table Styles

| Tempo de Processamento (milisegundos) | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| N° de processos | N° de elementos do vetor | | |
| 10K | 50K | 100K |
| 1 | 1000 | 17000 | 67000 |
| 4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 |

| Speed Up | | | |
| --- | --- | --- | --- |
| N° de processos | N° de elementos do vetor | | |
| 10K | 50K | 100K |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0 | 0 |

1. Sample of a Table footnote. *(Table footnote)*
2. Example of a figure caption. *(figure caption)*

Figure Labels: Use 8 point Times New Roman for Figure labels. Use words rather than symbols or abbreviations when writing Figure axis labels to avoid confusing the reader. As an example, write the quantity “Magnetization,” or “Magnetization, M,” not just “M.” If including units in the label, present them within parentheses. Do not label axes only with units. In the example, write “Magnetization (A/m)” or “Magnetization (A ( m(1),” not just “A/m.” Do not label axes with a ratio of quantities and units. For example, write “Temperature (K),” not “Temperature/K.”

##### Acknowledgment *(Heading 5)*

The preferred spelling of the word “acknowledgment” in America is without an “e” after the “g.” Avoid the stilted expression “one of us (R. B. G.) thanks ...”. Instead, try “R. B. G. thanks...”. Put sponsor acknowledgments in the unnumbered footnote on the first page.

##### References

The template will number citations consecutively within brackets [1]. The sentence punctuation follows the bracket [2]. Refer simply to the reference number, as in [3]—do not use “Ref. [3]” or “reference [3]” except at the beginning of a sentence: “Reference [3] was the first ...”

Number footnotes separately in superscripts. Place the actual footnote at the bottom of the column in which it was cited. Do not put footnotes in the reference list. Use letters for table footnotes.

Unless there are six authors or more give all authors’ names; do not use “et al.”. Papers that have not been published, even if they have been submitted for publication, should be cited as “unpublished” [4]. Papers that have been accepted for publication should be cited as “in press” [5]. Capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols.

For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [6].

1. LAD ( Laboratório de Alto Desempenho) – Descrição Cluster Atlântica http://www3.pucrs.br/portal/page/portal/ideia/Capa/LAD/LADInfraestrutura/LADInfraestruturaHardware
2. J. Clerk Maxwell, A Treatise on Electricity and Magnetism, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.