

Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística
Bacharelado em Ciência da Computação

Caio Costa Salgado

Computação de Alta Performance em Astrofísica

São Paulo
Dezembro de 2017

Computação de Alta Performance em Astrofísica

Monografia final da disciplina
MAC0499 – Trabalho de Formatura Supervisionado.

Supervisor: Prof. Dr. Rodrigo Nemmen da Silva

São Paulo
Dezembro de 2017

Resumo1

Uma grande dúvida dos astrofísicos e também de toda a comunidade científica é o que ocorre em um buraco negro e em suas proximidades. Na busca de respostas programas de computador são feitos com o intuito de simular essa região e talvez trazer alguma luz, um desses programas é o *GrMonty*.

Programas dessa natureza tendem a ser muito intensos no que diz respeito ao processamento, exigindo muito das *unidades centrais de processamento* (CPU, em inglês) estas tornam-se assim um limitante, um gargalo, para a velocidade com a qual o programa pode devolver um resultado. É neste contexto que buscamos aplicar métodos de *Computação de Alta Performance* (HPC, em inglês) para otimizar ao máximo o uso todos os dispositivos do computador (hardware) que temos disponíveis.

Muitas das técnicas de HPC exploram a paralelização, o que pode ser feito massivamente por um hardware específico as *unidades de processamento gráfico* (GPU, em inglês). Tais dispositivos são confeccionados primordialmente para processamento gráfico em jogos digitais, porém graças a avanços recentes tais dispositivos tem se tornado mais genéricos

Ao analisar o funcionamento do *GrMonty*, por sua característica de simulador de partículas, é possível classificar parte de sua execução no modelo "única instrução, múltiplos dados" (SIMD, em inglês). Dada essa informação podemos explorar

Resumo

Aqui vai o resumo que ainda tem que ser feito....

Palavras-chave: GPGPU, CUDA, HPC, Monte Carlo, Transferência radioativa, Buraco Negro.

Abstract

And here will be the english abstract, that still need to be done....

Keywords: GPGPU, CUDA, HPC, Monte Carlo, Rasioactive Transfer, Black Hole.

Sumário

Resumo	1	i
Lista de Abreviaturas		ix
1 Introdução		1
2 Desenvolvimentos		3
3 Conclusões		5
A Título do apendice rapido		7
Referências Bibliográficas		9

Lista de Abreviaturas

CUDA	Transformada contínua de Fourier (<i>Continuous Fourier Transform</i>)
GPU	Transformada discreta de Fourier (<i>Discrete Fourier Transform</i>)
GPGPU	Potencial de interação elétron-íon (<i>Electron-Ion Interaction Potentials</i>)
HCP	Transformada de Fourier de tempo reduzido (<i>Short-Time Fourier Transform</i>)

Capítulo 1

Introdução

Aumento de performance em cálculos de transferência radioativa ao redor de buracos negros usando unidades de processamento gráfico de propósito geral (GPGPU). GRmonty (nome reduzido, em inglês, de Monte Carlo para Relatividade Geral) é um programa de computador que simula as características ao redor de um buraco negro afim de calcular a transferência radioativa,

Existe o programa grmonty (<https://github.com/rsnemmen/grmonty> Dolence et al. 2009 ApJ), o qual calcula a propagação de fótons nas proximidades de um buraco negro, utilizando-se de um alto custo de processamento. Apesar desse programa estar escrito em C e utilizando bibliotecas de computação em alta performance (HPC sigla em inglês) como OpenMP ainda há muito espaço para melhorias em sua performance. Este trabalho mira ser uma dessas melhorias.

A estrutura de funcionamento do grmonty por ser descrita como um único cálculo aplicado a uma grande quantidade de dados, no qual cada calculo é independente dos demais. Dada esta descrição é possível usar um modelo de computação, única instrução múltiplos dados (SIMD), com um hardware especializado a fim de aumentar a performance do calculo como um todo. O emprego desta técnica neste programa específico é o tema deste TCC.

Uma monografia deve ter um capítulo inicial que é a Introdução e um capítulo final que é a Conclusão. Entre esses dois capítulos poderá ter uma sequência de capítulos que descrevem o trabalho em detalhes. Após o capítulo de conclusão, poderá ter apêndices e ao final deverá ter as referências bibliográficas.

Para a escrita de textos em Ciência da Computação, o livro de Justin Zobel, *Writing for Computer Science* (Zobel, 2004) é uma leitura obrigatória. O livro *Metodologia de Pesquisa para Ciência da Computação* de Wazlawick (2009) também merece uma boa lida.

O uso desnecessário de termos em língua estrangeira deve ser evitado. No entanto, quando isso for necessário, os termos devem aparecer *em itálico*.

Modos de citação:

indesejável: [AF83] introduziu o algoritmo ótimo.

indesejável: (Andrew e Foster, 1983) introduziram o algoritmo ótimo.

certo : Andrew e Foster introduziram o algoritmo ótimo [AF83].

certo : Andrew e Foster introduziram o algoritmo ótimo (Andrew e Foster, 1983).

certo : Andrew e Foster (1983) introduziram o algoritmo ótimo.

Uma prática recomendável na escrita de textos é descrever as legendas das figuras e tabelas em forma auto-contida: as legendas devem ser razoavelmente completas, de modo que o leitor possa entender a figura sem ler o texto onde a figura ou tabela é citada.

Apresentar os resultados de forma simples, clara e completa é uma tarefa que requer inspiração. Nesse sentido, o livro de ?, *The Visual Display of Quantitative Information*,

serve de ajuda na criação de figuras que permitam entender e interpretar dados/resultados de forma eficiente.

Capítulo 2

Desenvolvimentos

Embora neste exemplo tenhamos apenas um capítulo, entre a introdução e a conclusão de uma monografia podemos ter uma sequência de capítulos descrevendo o trabalho e os resultados. Estes podem descrever fundamentos, trabalhos relacionados, método/modelo/algoritmo proposto, experimentos realizados, resultados obtidos.

Cada capítulo pode ser organizado em seções, que por sua vez pode conter subseções.

Um exemplo de figura está na figura 2.1.

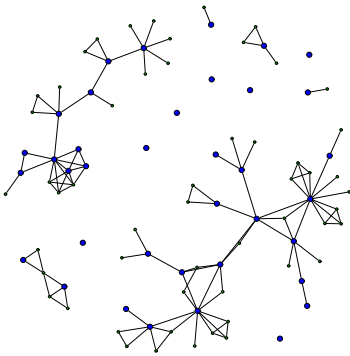


Figura 2.1: *Exemplo de uma figura.*

Capítulo 3

Conclusões

[illegible]

¹Exemplo de referência para página Web: www.vision.ime.usp.br/~jmena/stuff/tese-exemplo

Apêndice A

Título do apendice rapido

[illegible]

Referências Bibliográficas

Wazlawick(2009) Raul S. Wazlawick. *Metodologia de Pesquisa em Ciencia da Computação*. Campus, primeira edição. Citado na pág. [1](#)

Zobel(2004) Justin Zobel. *Writing for Computer Science: The art of effective communication*. Springer, segunda edição. Citado na pág. [1](#)