

# Introdução à programação paralela

Gabriel Martins de Miranda – 13/0111350

## 1. Título do capítulo

More on performance.

## 2. Objetivo do capítulo

É continuado com o assunto de performance do capítulo anterior. É apresentada a lei de Amdahl e como ela foi reavaliada com a ideia da escalabilidade de sistemas paralelos. Ainda ao final é abordado o problema de se medir performance em problemas paralelos, assunto iniciado no capítulo anterior, e também um software para auxiliar nesta medição. A lei de Amdahl implicava que sistemas paralelos de grande escala seriam limitados quanto ao aumento proporcional de velocidade, entretanto foi conseguido por um grupo de pesquisadores um aumento de cem vezes em velocidade num processador com 1024 núcleos, o que fez necessitar uma reavaliação da lei, principalmente pela ideia de escalabilidade. Escalabilidade significa a possibilidade de um programa de manter dada eficiência enquanto o número de processadores e a complexidade ou tamanho do problema aumentam.

## 3. Resumo do capítulo

Por Amdahl, se uma fração  $s$  de um programa é inerentemente serial (que não é possível paralelizar), o máximo de aceleração que ele consegue obter é de  $1/s$  independente de quantos núcleos sejam usados. Um exemplo é um programa 10% inerente serial, o máximo de aceleração é  $1/0.10 = 10$  independente do número de processos usados.

É fato que se temos um problema fixo e aumentamos o número de processos, a eficiência diminui. Mas se aumentarmos o poder computacional, aumentamos também o tamanho do problema a se resolver. Isto nos leva ao conceito de escalabilidade. Um programa é escalável se conseguimos manter uma eficiência constante aumentando o tamanho do problema ao mesmo tempo em que aumentamos o número de processos. Temos aqui o conceito de trabalho e sobrecarga. O trabalho feito por um programa serial é seu tempo de execução, enquanto que o feito por um programa paralelo é a soma dos trabalhos de cada processo. A sobrecarga em um programa paralelo é a diferença entre o trabalho feito por um programa paralelo e seu correspondente serial. A eficiência é o trabalho do equivalente serial dividido pelo trabalho do paralelo.

São três as fontes de sobrecarga em programas paralelos: comunicação interprocesso, tempo ocioso de processo e custo adicional de processamento (processamento não necessário no equivalente serial). Além disso, existem casos em que há maior dificuldade de mensurar a performance no sistema paralelo, que são contenção de recursos, desbalanceamento de carga, sobreposição de processamento em comunicação e comunicação coletiva. Devido a estes fatores, pode-se usar uma interface fornecida pelo MPI que permite que usuários criem a própria biblioteca para cada função do MPI que desejam analisar.

Também é apresentado um programa que pode ser usado para estudar o comportamento de programas paralelos, o Upshot. Ele permite geração de gráficos de Gantt de programas paralelos, que mostram os avanços de cada processo relacionados ao todo ou separadamente.

## 4. Solução dos exercícios

**1. Determine  $T_0$  for the solution to the trapezoidal rule that uses a simple loop of receives on process 0. Compare the scalability of this implementation with the implementation that uses a tree-based reduce.**

$T_0(n,p) = W_r(n,p) - W_o(n) = pT_r(n,p) - T_o(n)$ , ou seja, o overhead é a diferença entre o trabalho realizado pelo programa paralelo e o trabalho de seu serial equivalente.

## 5. Programas

### 1. Escreva um programa que gere estatísticas de tempo de execução em funções de comunicação coletiva.

Process 0 > Total time in MPI\_Send = 8.459091e-04

Process 0 > \*x = 1

Process 1 > Total time in MPI\_Send = 0.000000e+00

Process 1 > \*x = 1

O resultado saiu como esperado. É mostrado tempo gasto do MPI\_Send. O resultado do broadcast deve ser um pra cada processo.

## 6. Conclusão

Foi feita uma continuação ao assunto começado do capítulo anterior. Aqui abordou-se a lei de Amdahl, que infere um aumento de velocidade limitado quanto ao crescimento de processadores num sistema paralelo, que precisou ser reavaliada devido a um caso de limites de aceleração ultrapassados. Abordou-se os conceitos de trabalho e sobrecarga e seus fatores, além de casos em que torna-se mais difícil a mensuração de performance. Foi apresentando também o software Upshot para auxiliar a medir este comportamento.

## 7. Referências consultadas

Parallel Programming with MPI by Peter Pacheco ; More on performance – chapter twelve.