



Desempenho de Processadores

Arquitetura e Organização de Computadores

Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Computação
Prof. Dr. rer. nat. Daniel D. Abdala

Nesta Aula

- Definição de desempenho;
- Mensuração de desempenho;
- Desempenho da UCP e seus fatores;
- Desempenho de instruções;
- Considerações acerca do consumo de energia;
- Desempenho em sistemas multiprocessados;
- Benchmarking.

A Importância do Desempenho

- Avaliar desempenho de computadores
 - Desafiador / Complexo;
 - Importante → a classe de problemas resolvíveis é limitada pelo desempenho;
 - Escolha do sistema computacional;
 - Estimar as necessidades computacionais para uma determinada aplicação;

O que é Desempenho?

- O que significa dizer?
“Computador A possui melhor desempenho
que o Computador B”
- Uma analogia para definir o termo:

Exemplo

Veículo	Vel. média	Alcance	Capacidade	Flexibilidade
Trem	100km/h	4.000 km	600	Baixa
Avião	800km/h	8.000 km	400	Baixa
Carro	90km/h	600 km	5	Alta
Ônibus	70km/h	700 km	42	Média

- Qual veículo apresenta melhor desempenho?
 - Depende de como definimos desempenho:
 - Velocidade
 - Alcance
 - Capacidade
 - flexibilidade

Do ponto de vista computacional...

- Um programa em dois computadores distintos:
 - Computador que termina o programa antes possui maior desempenho
- Datacenter com diversos computadores rodando diversas tarefas:
 - O computador mais rápido é aquele que completa o maior número de tarefas por dia.

Throughput & Tempo de Execução

- Largura de Banda
 - Ou Throughput;
 - Quantidade total de trabalho em um determinado tempo;
- Tempo de Resposta
 - Ou tempo de execução;
 - Tempo decorrido entre o início e o término de uma tarefa;

Questões Chave:

- Substituir o processador em um sistema computacional por um processador mais rápido.
- Acrescentar processadores adicionais a um sistema que utiliza múltiplos processadores para tarefas separadas.

Tempo de Resposta

- Desempenho é inversamente proporcional ao tempo de resposta

$$Desempenho_x = \frac{1}{Tempo\ de\ Execução_x}$$

- Considerando dois computadores, dizemos que se

$$\frac{Desempenho_x}{Tempo\ de\ Execução_x} > \frac{Desempenho_y}{Tempo\ de\ Execução_y}$$

Desempenho Relativo

- Computador A executa um programa em 10s e computador B em 15s. Quanto A é mais rápido que B?

$$\frac{Desempenho_x}{Desempenho_y} = n$$

$$\frac{15}{10} = 1,5$$

Outros pontos a serem considerados

- **Tempo de execução** → tempo decorrido entre o início de um processo e seu término.
- **Tempo de CPU** → tempo efetivamente transcorrido em que o processador trabalha no processo.
- Tempo de acesso a memória
- Tempo de entrada e saída

Desempenho da UCP

- Considere um programa executando em um computador hipotético qualquer:

$$\text{Tempo de Exec. da CPU} = \# \text{Ciclos de Clock} \times \text{Tempo do ciclo de clock}$$

- Fica claro que duas formas de se melhorar o tempo de execução e conseqüentemente o desempenho seriam:
 - Diminuir o números de clock necessários para executar o programa
 - Diminuir a duração do ciclo de clock

Desempenho da Instrução

- A equação anterior não faz menção ao # de instruções que compõem o programa;
- Podemos definir o tempo de execução de um programa como:
 - # de instruções x tempo médio das instruções
- CPI → Ciclos de Clock por Instruções (Clockcycles Per Instruction)
- Consequentemente:
$$CPI = \#instr. \times \# \text{ médio de ciclos de clock por instr.}$$

Equação Clássica de Desempenho da UCP

$$Tempo_{UCP} = \frac{\#instruções \times CPI}{Taxa\ de\ Clock}$$

- Exercícios

Desempenho em Sistemas Paralelos

- Intuição
 - 1 μ Proc | 1 thread \rightarrow tempo de execução = x ns
 - 2 μ Proc | 1 thread \rightarrow tempo de execução = $x/2$ ns
 - 4 μ Proc | 1 thread \rightarrow tempo de execução = $x/4$ ns
- Certo?
 - Infelizmente ... NÃO!!!!!!

Lei de Amdahl

- Frequentemente usado em computação paralela para prever o máximo **speedup** teórico usando múltiplos processadores;

$$s(n) = \frac{1}{B + 1/n(1 - B)}$$

- n = número de threads
- B = parcela do algoritmo puramente sequencial [0,1]

Speedup para $B = 0.1$ (10%)

- $S(1)=1$
- $S(2)=1.81$
- $S(4)=3.07$
- $S(16)=6.4$
- $S(32)=7.8$
- $S(64)=8.7$
- $S(128)=9.34$
- $S(256)=9.66$

Bibliografia

- Livro do Patterson, edição nova. Páginas 19 a 29

Trabalho Extra

- Escreva um pequeno artigo no qual a lei de Amdahl é revisada e explicada. Aponte os problemas com ela e então correlacione as correções previstas pela lei de Gustafson;
- 2 pontos na média;
- Entrega no final do semestre;