

Arquitetura de Computadores – Lista de exercícios sobre desempenho

- 1) O desempenho de um computador X é 5 vezes melhor que o desempenho de um computador Y que executa uma determinada aplicação em 10 segundos. Quanto tempo o computador X levará para executar essa aplicação?

$5X = Y$ (computador X é 5 vezes melhor)

$Y = 10$ (Y executa uma determinada aplicação em 10 segundos)

$$5X = 10$$

$$X = 10/5 = 2 \text{ segundos}$$

- 2) Uma determinada aplicação leva 8 segundos para ser executada em um processador Z com clock de 1 GHz e um CPI de 4 ciclos por instrução para essa aplicação. Qual é a contagem de instruções da aplicação nesse processador?

$$T_{\text{execução da CPU}} = I \times \text{CPI} \times T_{\text{clock}}$$

$$8 \text{ segundos} = I \times 4 \times T_{\text{clock}}$$

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ ciclo/s}$$

$$1 \text{ GHz} = 1 \times 10^9 \text{ Hz} = 1 \times 10^9 \text{ ciclos/s}$$

$$T_{\text{clock}} = 1/1 \times 10^9 = 1 \times 10^{-9} \text{ s}$$

$$8 = I \times 4 \times 10^{-9}$$

$$8/(4 \times 10^{-9}) = I$$

$$I = 2 \times 10^9 \text{ instruções}$$

- 3) Um processador com CPI igual a 5 para uma dada aplicação possui uma taxa de execução de instruções igual 500 MIPS. Qual é a frequência de operação do relógio desse processador?

$$\text{Taxa}_{\text{execução de instruções}} = \frac{1}{\text{CPI} \times T_{\text{clock}}} = \frac{f_{\text{clock}}}{\text{CPI}}$$

$$500 \times 10^6 \text{ IPS} = F_{\text{clock}}/5$$

$$F_{\text{clock}} = 5 \times (500 \times 10^6)$$

$$F_{\text{clock}} = 2500 \times 10^6 = 2,5 \times 10^9 = 2,5 \text{ GHz}$$

- 4) Uma determinada aplicação leva 5 segundos para ser executada em um processador que sustenta uma taxa de execução de instruções igual a 100 MIPS. Sem mudar o CPI (que é igual a 3) e a contagem de instruções, qual deveria ser a frequência de relógio do processador para que o tempo de execução fosse cinco vezes menor?

$$\text{Taxa}_{\text{execução de instruções}} = \frac{1}{\text{CPI} \times T_{\text{clock}}} = \frac{f_{\text{clock}}}{\text{CPI}}$$

$$100 \times 10^6 \text{ IPS} = F_{\text{clock}}/3$$

$$F_{\text{clock}} = (100 \times 10^6) \times 3$$

$$F_{\text{clock}} = 300 \text{ MHz ou } 0,3 \text{ GHz (frequência descoberta)}$$

Agora basta aumentar a frequência em 5x

$$5 \times 0,3 \text{ GHz} = 1,5 \text{ GHz}$$

- 5) Em experimentos para comparação de desempenho de dois servidores X e Y executando dois programas A e B foram obtidos os seguintes dados:

Programa	Tempo de execução na CPU (s)	
	Servidor X	Servidor Y
A	4	2
B	9	12

Responda às perguntas abaixo apresentadas :

- (a) Se fosse necessário executar uma carga de trabalho em que 70% das execuções fossem constituídas pelo programa A e 30% pelo programa B, qual servidor teria o melhor desempenho e quanto melhor ele seria em relação ao outro?

$X_{ta} = 0,7 \times 4$ (70% das execuções fossem constituídas pelo programa A)

$X_{tb} = 0,3 \times 9$ (30% das execuções fossem constituídas pelo programa B)

$X = X_{ta} + X_{tb}$

$X = 2,8 + 2,7 = 5,5s$ (tempo servidor X)

$Y_{ta} = 0,7 \times 2$ (70% das execuções fossem constituídas pelo programa A)

$Y_{tb} = 0,3 \times 12$ (30% das execuções fossem constituídas pelo programa B)

$Y = Y_{ta} + Y_{tb}$

$Y = 1,4 + 3,6 = 5,0s$ (tempo servidor Y)

Desempenho = $X/Y = 5,5/5 = 1,1 = Y$ é 1,1x mais rápido do que X

- (b) Assumindo que a contagem de instruções para o programa A seja a mesma nos dois servidores (1×10^9 instruções) e que o processador do servidor X opere a 1,5 GHz enquanto que o processador do servidor Y opere a 2 GHz, calcule o CPI de cada computador para o programa A.

I_a e $I_b = 10^9$ instruções

$F_x = 1,5 \times 10^9$ Hz

$F_y = 2,0 \times 10^9$ Hz

$T_{execX} = 4$

$T_{execY} = 2$

$$T_{execuçãodaCPU} = I \times CPI \times T_{clock}$$

$$4 = 10^9 \times CPI \times 1/(1,5 \times 10^9)$$

$$4 = CPI \times 1/1,5$$

$$CPI = 4 \times 1,5$$

$$CPI = 6 \text{ (A CPI do servidor X é igual a 6)}$$

$$2 = 10^9 \times CPI \times 1/(2 \times 10^9)$$

$$2 = CPI \times 1/2$$

$$CPI = 2 \times 2$$

$$CPI = 4 \text{ (A CPI do servidor Y é igual a 4)}$$

- 6) Considere a tabela apresentada na questão 5. Supondo que o servidor X custe R\$ 10.000,00 e o servidor Y custe R\$8.000,00. Qual servidor possui a melhor relação custo-benefício se os dois programas forem executados na mesma proporção (50%-50%)? Para essa carga de trabalho, qual deveria ser o valor do desconto (em reais) a ser solicitado ao vendedor do servidor de pior relação custo-desempenho para que ele apresentasse uma relação idêntica à do servidor com melhor relação custo-desempenho?

$X_{ta} = 0,5 \times 4$ (70% das execuções fossem constituídas pelo programa A)

$X_{tb} = 0,5 \times 9$ (30% das execuções fossem constituídas pelo programa B)

$X = X_{ta} + X_{tb}$

$X = 2 + 4,5 = 6,5s$ (tempo servidor X)

$Y_{ta} = 0,5 \times 2$ (70% das execuções fossem constituídas pelo programa A)

$Y_{tb} = 0,5 \times 12$ (30% das execuções fossem constituídas pelo programa B)

$Y = Y_{ta} + Y_{tb}$

$Y = 1 + 6 = 7,0s$ (tempo servidor Y)

Desempenho = $Y/X = 7/6,5 = 1,076923076923077 = X$ é 1,077x mais rápido do que Y

Como o servidor X é mais rápido o servidor Y vai precisar de 0,077 x mais investimento para se equiparar ao servidor X em desempenho

Servidor x custa 10000

Servidor y custa $8000 \times 1,076923076923077 = 8615,384615384615$

Com investimentos para equiparar o desempenho podemos ver quão mais caro um investimento é em relação ao outro

Diferença de custo = $10000/8.615,384615384615 = 1,160714285714286$

Ou seja, o Servidor X é 16% mais caro em custo desempenho que o servidor Y.

- 7) Se você tivesse que construir um programa para avaliação de desempenho de computadores para indicar qual é mais adequado para ser utilizado como servidor em sistemas de busca como o Google e o Yahoo!, que tipo de operação/função você utilizaria com mais frequência em seu programa: de aritmética ou de acesso a disco. Por quê?

Acesso a disco, pois seria necessário acessar a lista de páginas indexáveis para cada busca realizada enquanto as operações aritméticas seriam mais simples.

- 8) Considere duas organizações multiciclo (X e Y) para uma mesma arquitetura de processador na qual existam três classes de instrução: A, B e C. Assumindo que as duas organizações trabalhem na mesma frequência de operação (1 GHz), mas possuam CPIs diferentes para cada classe de instrução ao executar uma dada aplicação (com contagem de instruções igual nos dois processadores), determine a relação de desempenho entre as duas organizações para cada mix de instruções apresentado na tabela abaixo, indicando qual processador possui melhor desempenho e quão melhor ele é relação ao outro.

Classe de instrução	CPI para a organização		Mix de instruções	
	X	Y	Mix 1	Mix 2
A	2	2	30%	30%
B	3	1	10%	40%
C	3	4	60%	30%

$F_{clock} = 1 \times 10^9$ Hz

$T_{clock} = 1 \times 10^{-9}$ s

Mesmo número de instruções

$$T_{\text{execução da CPU}} = I \times CPI \times T_{\text{clock}}$$

O segredo aqui perceber que só CPI muda para cada organização e cada mix de instruções

	Mix 1 = $0.3*A + 0.1*B + 0.6*C$	Mix 2 = $0.3*A + 0.4*B + 0.3*C$
Organização X	= $0,3*2 + 0,1*3 + 0,6*3$	= $0,3*2 + 0,4*3 + 0,3*3$
Organização Y	= $0,3*2 + 0,1*1 + 0,6*4$	= $0,3*2 + 0,4*1 + 0,3*4$

	Mix 1 = $0.3*A + 0.1*B + 0.6*C$	Mix 2 = $0.3*A + 0.4*B + 0.3*C$
Organização X	2,7	2,7
Organização Y	3,1	2,2

Com isso observamos que a Organização X é melhor com o Mix1 em 3,1/2,7 vezes, ou seja, 1,148x

Com isso observamos que a Organização Y é melhor com o Mix2 em 2,7/2,2 vezes, ou seja, 1,227x