Arquitetura de Computadores
Primeira Lista de Exercícios
Desempenho
(Gabarito)

Prof. Norton Trevisan Roman

10 de outubro de 2019

1. $t_A = 10s$ e $t_B = 15s$
   $\frac{t_B}{t_A} = \frac{15}{10} = 1,5$. t_A é 50% mais rápido que t_B

2. $t_A = 10s$, $f_A = 2\,GHz$, $t_B = 6s$, $n_B = 1,2n_A$, $f_B = ?$
   $t_A = \frac{n_A}{f_A}$, e $t_B = \frac{n_B}{f_B}$
   $f_B = \frac{n_B}{t_B} = \frac{1,2n_A}{t_B} = \frac{1,2t_A f_A}{t_B} = \frac{1,2 \cdot 10 \cdot 2}{6} = 4\,GHz$

3. $T_A = 250ps$, $CPI_A = 2$, $T_B = 500ps$, $CPI_B = 1,2$
   $t_A = n \cdot T_A \cdot CPI_A$, e $t_B = n \cdot T_B \cdot CPI_B$, onde n é o número de instruções do programa.
   $\frac{t_B}{t_A} = \frac{T_B \cdot CPI_B}{T_A \cdot CPI_A} = \frac{500 \cdot 1,2}{250 \cdot 2} = 1,2$
   A é $1,2\times$ mais rápido

4. $n_A = 10$ bilhões, $n_B = 8$ bilhões, $f_A = f_B = 4\,GHz$, $CPI_A = 1$, $CPI_B = 1,1$
   (a) $MIPS_A = \frac{f_A}{CPI_A \times 10^6} = \frac{4 \times 10^9}{1 \times 10^6} = 4 \times 10^3$ $MIPS_B = \frac{f_B}{CPI_B \times 10^6} = \frac{4 \times 10^9}{1,1 \times 10^6} \approx 3,64 \times 10^3$
   A é mais rápido
   (b) $t_A = \frac{n_A \cdot CPI_A}{f_A} = \frac{10 \times 10^9 \cdot 1}{4 \times 10^9} = 2,5s$
   $t_B = \frac{n_B \cdot CPI_B}{f_B} = \frac{8 \times 10^9 \cdot 1,1}{4 \times 10^9} = 2,2s$
   B é mais rápido

5. $f_1 = 3\,GHz$, $CPI_1 = 1,5$, $f_2 = 2,5\,GHz$, $CPI_2 = 1,0$, $f_3 = 4\,GHz$, $CPI_3 = 2,2$
   (a) $IPS_1 = \frac{f_1}{CPI_1} = \frac{3 \times 10^9}{1,5} = 2 \times 10^9$
   $IPS_2 = \frac{f_2}{CPI_2} = \frac{2,5 \times 10^9}{1,0} = 2,5 \times 10^9$
   $IPS_3 = \frac{f_3}{CPI_3} = \frac{4 \times 10^9}{2,2} \approx 1,82 \times 10^9$
   P_2 tem melhor desempenho
   (b) $t = 10s$. O número de instruções n vem de $t = \frac{n \cdot CPI}{f}$. Então:
   $n_1 = \frac{t \cdot f_1}{CPI_1} = \frac{10 \cdot 3 \times 10^9}{1,5} = 2 \times 10^{10}$

$n_2 = \dfrac{t \cdot f_2}{CPI_2} = \dfrac{10 \cdot 2,5 \times 10^9}{1,0} = 2,5 \times 10^{10}$
$n_3 = \dfrac{t \cdot f_3}{CPI_3} = \dfrac{10 \cdot 4 \times 10^9}{2,2} \approx 1,82 \times 10^{10}$
O total de ciclos é dado por $C = n \cdot CPI$. Então
$C_1 = n_1 \cdot CPI_1 = 2 \times 10^1 0 \cdot 1,5 = 3 \times 10^{10}$
$C_2 = n_2 \cdot CPI_2 = 2,5 \times 10^1 0 \cdot 1 = 2,5 \times 10^{10}$
$C_3 = n_3 \cdot CPI_3 = 1,82 \times 10^1 0 \cdot 2,2 = 4 \times 10^{10}$

(c) Temos que $t' = 0,7t$, e $CPI' = 1,2CPI$. Como $t' = \dfrac{n \cdot CPI'}{f'}$, então
$f' = \dfrac{n \cdot CPI'}{t'} = \dfrac{n \cdot 1,2CPI}{0,7t} = \dfrac{1,2}{0,7}\dfrac{n \cdot CPI}{t} = \dfrac{1,2}{0,7}f$
e
$f_1' = \dfrac{1,2}{0,7} \cdot 3 \approx 5,14\,GHz$
$f_2' = \dfrac{1,2}{0,7} \cdot 2,5 \approx 4,29\,GHz$
$f_3' = \dfrac{1,2}{0,7} \cdot 4 \approx 6,86\,GHz$

6. $f_1 = 2,5\,GHz$, $CPI_1^A = 1$, $CPI_1^B = 2$, $CPI_1^C = 3$, $CPI_1^D = 3$
$f_2 = 3\,GHz$, $CPI_2^A = 2$, $CPI_2^B = 2$, $CPI_2^C = 2$, $CPI_2^D = 2$
$n = 1.000.000$
$n_A = 0,1n = 100.000$
$n_B = 0,2n = 200.000$
$n_C = 0,5n = 500.000$
$n_D = 0,2n = 200.000$

(a)
$$\begin{aligned} CPI_1 &= 0,1 \cdot CPI_1^A + 0,2 \cdot CPI_1^B + 0,5 \cdot CPI_1^C + 0,2 \cdot CPI_1^D \\ &= 0,1 \cdot 1 + 0,2 \cdot 2 + 0,5 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 \\ &= 2,6 \\ CPI_2 &= 0,1 \cdot CPI_2^A + 0,2 \cdot CPI_2^B + 0,5 \cdot CPI_2^C + 0,2 \cdot CPI_2^D \\ &= 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 + 0,5 \cdot 2 + 0,2 \cdot 2 \\ &= 2,0 \end{aligned}$$

(b) Temos que $C_j = \sum_{i=A}^{D} n_i \cdot CPI_j^i$
$$\begin{aligned} C_1 &= n_A \cdot CPI_1^A + n_B \cdot CPI_1^B + n_C \cdot CPI_1^C + n_D \cdot CPI_1^D \\ &= 100.000 \cdot 1 + 200.000 \cdot 2 + 500.000 \cdot 3 + 200.000 \cdot 3 \\ &= 2.600.000 \\ C_2 &= n_A \cdot CPI_2^A + n_B \cdot CPI_2^B + n_C \cdot CPI_2^C + n_D \cdot CPI_2^D \\ &= 100.000 \cdot 2 + 200.000 \cdot 2 + 500.000 \cdot 2 + 200.000 \cdot 2 \\ &= 2.000.000 \end{aligned}$$
Para saber qual implementação é mais rápida, lembre que $t_j = \dfrac{C_j}{f_j}$. Então
$t_1 = \dfrac{C_1}{f_1} = \dfrac{26 \times 10^5}{2,5 \times 10^9} = 1,04 \times 10^{-3}$
$t_2 = \dfrac{C_2}{f_2} = \dfrac{20 \times 10^5}{3,0 \times 10^9} \approx 0,67 \times 10^{-3}$
E I_2 é mais rápida.

7. $f_1 = 4\,GHz$, $CPI_1 = 0,9$, $n_1 = 5 \times 10^9$ instruções
$f_2 = 3\,GHz$, $CPI_2 = 0,75$, $n_2 = 1 \times 10^9$ instruções

(a) $t_1 = \dfrac{n_1 \cdot CPI_1}{f_1} = \dfrac{5 \times 10^9 \cdot 0,9}{4 \times 10^9} = 1,125$ s

$t_2 = \dfrac{n_2 \cdot CPI_2}{f_2} = \dfrac{1 \times 10^9 \cdot 0,75}{3 \times 10^9} = 0,250$ s

Não é verdadeiro

(b) $n_1 = 1 \times 10^9$, $n_2 = ?$

$t_1 = \dfrac{n_1 \cdot CPI_1}{f_1} = \dfrac{1 \times 10^9 \cdot 0,9}{4 \times 10^9} = 0,225$ s

$n_2 = \dfrac{t_2 \cdot f_2}{CPI_2} = \dfrac{0,225 \cdot 3 \times 10^9}{0,75} = 0,9 \times 10^9$

(c) $MIPS_1 = \dfrac{f_1}{CPI_1 \cdot 10^6} = \dfrac{4 \times 10^9}{0,9 \times 10^6} \approx 4.444$

$MIPS_2 = \dfrac{f_2}{CPI_2 \cdot 10^6} = \dfrac{3 \times 10^9}{0,75 \times 10^6} \approx 4.000$

Não, pois $t_2 < t_1$ (item 7a) e $MIPS_1 > MIPS_2$

(d) $MFLOPS_1 = \dfrac{0,4 \cdot n_1 \cdot f_1}{n_1 \cdot CPI_1 \times 10^6} = \dfrac{0,4 \cdot f_1}{CPI_1 \times 10^6} = \dfrac{0,4 \cdot 4 \times 10^9}{0,9 \times 10^6} \approx 1,78 \times 10^3$

$MFLOPS_2 = \dfrac{0,4 \cdot f_2}{CPI_2 \times 10^6} = \dfrac{0,4 \cdot 3 \times 10^9}{0,75 \times 10^6} = 1,6 \times 10^3$

8. $t = 250s$

(a) $t = t_{PF} + t_{RESTO} - \Rightarrow t_{RESTO} = 250 - 70 = 180s$

$t' = 0,8 \cdot t_{PF} + t_{RESTO} = 0,8 \cdot 70 + 180 = 236s$

$\dfrac{t'}{t} = \dfrac{236}{250} = 0,944 \Rightarrow 5,6\%$

(b) $t = t_{DSV} + t_{RESTO} \Rightarrow t_{RESTO} = t - t_{DSV} = 250 - 40 = 200s$

$t'_{DSV} = t' - t_{RESTO} = 0,8 \cdot t - t_{RESTO} = 0,8 \cdot 250 - 200 = -10s$

Não há como fazê-lo

9. $n_{pf} = 50 \times 10^6$, $n_{int} = 110 \times 10^6$, $n_{RAM} = 80 \times 10^6$, $n_{dsv} = 16 \times 10^6$

$CPI_{pf} = 1$, $CPI_{int} = 1$, $CPI_{RAM} = 4$, $CPI_{dsv} = 2$

$f = 2\,GHz$

(a)
$$\begin{aligned} t &= \frac{n \cdot CPI}{f} \\ &= \frac{n_{pf} \cdot CPI_{pf} + n_{int} \cdot CPI_{int} + n_{RAM} \cdot CPI_{RAM} + n_{dsv} \cdot CPI_{dsv}}{f} \\ &= \frac{512 \times 10^6}{2 \times 10^9} \\ &= 0,256\,s \end{aligned}$$

$t' = 0,5 \cdot t = 0,128\,s$

$t' = \dfrac{n_{pf} \cdot CPI'_{pf} + n_{int} \cdot CPI_{int} + n_{RAM} \cdot CPI_{RAM} + n_{dsv} \cdot CPI_{dsv}}{f}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow CPI'_{pf} &= \frac{t' \cdot f - n_{int} \cdot CPI_{int} - n_{RAM} \cdot CPI_{RAM} - n_{dsv} \cdot CPI_{dsv}}{n_{pf}} \\ &= \frac{-206 \times 10^6}{50 \times 10^6} \\ &= -4,12 \end{aligned}$$

Não é possível.

(b) $t' = \dfrac{n_{pf} \cdot CPI_{pf} + n_{int} \cdot CPI_{int} + n_{RAM} \cdot CPI'_{RAM} + n_{dsv} \cdot CPI_{dsv}}{f}$

$$\begin{aligned} \Rightarrow CPI'_{RAM} &= \frac{t' \cdot f - n_{int} \cdot CPI_{int} - n_{pf} \cdot CPI_{pf} - n_{dsv} \cdot CPI_{dsv}}{n_{RAM}} \\ &= \frac{64 \times 10^6}{80 \times 10^6} \\ &= 0,8 \end{aligned}$$

(c)
$$\begin{aligned}
t' &= \frac{n_{pf} \cdot CPI'_{pf} + n_{int} \cdot CPI'_{int} + n_{RAM} \cdot CPI'_{RAM} + n_{dsv} \cdot CPI'_{dsv}}{f} \\
&= \frac{n_{pf} \cdot 0,6 \cdot CPI_{pf} + n_{int} \cdot 0,6 \cdot CPI_{int} + n_{RAM} \cdot 0,7 \cdot CPI'_{RAM} + n_{dsv} \cdot 0,7 \cdot CPI_{dsv}}{f} \\
&= \frac{342,4 \times 10^6}{2 \times 10^9} \\
&\approx 0,171s
\end{aligned}$$

$\frac{t'}{t} = \frac{0,171}{0,256} \approx 0,67$. Temos então um tempo 33% menor.