

Módulo 4 :: AC :: LEI

31 de Outubro 2012

Questão 1

$$T_{\text{exec}} = \#I * CPI * T_{\text{cc}} = \#CC * T_{\text{cc}}$$

$$T_{\text{exec}} = \#I * (CPI_{\text{cpu}} + CPI_{\text{mem}}) * T_{\text{cc}} = (\#CC_{\text{cpu}} + \#CC_{\text{mem}}) * T_{\text{cc}}$$

$$\#CC_{\text{mem}} = \#I * CPI_{\text{mem}} = \#misses * missPenalty = \#acessosMem * missRate * missPenalty$$

(com a *missPenalty* expressa em ciclos do relógio)

$$CPI_{\text{mem}} = (\#acessosMem / \#I) * missRate * missPenalty = \%acessosMem * missRate * missPenalty$$

como há acessos à memória para aceder a instruções (100%) e a dados vem:

$$\%acessosMem * missRate \rightarrow$$

$$= \%mem_I * missRate_I + \%mem_D * missRate_D =$$

$$= 1 * missRate_I + \%mem_D * missRate_D = mr_I + \%mem * mr_D$$

$$CPI_{\text{mem}} = (mr_I + \%mem * mr_D) * mp$$

$$T_{\text{exec}} = \#I * [CPI_{\text{cpu}} + (mr_I + \%mem * mr_D) * mp] * T_{\text{cc}}$$

a) $f = 1\text{GHz} \Leftrightarrow T_{\text{cc}} = 1\text{ns}$, assuma uma cache infinita $\rightarrow CPI_{\text{global}} = ?$, $T_{\text{exec}} = ?$

$$\#I = (6+12+2) * 10^8 = 20 * 10^8$$

$$CPI_{\text{cpu}} = 1 * 6/20 + 1 * 12/20 + 3 * 2/20 = 1.2$$

$$mr_I = mr_D = 0 \rightarrow CPI_{\text{mem}} = (0 + 0 * 12/20) * mp = 0$$

$$CPI_{\text{global}} = CPI_{\text{cpu}} + CPI_{\text{mem}} = 1.2 + 0 = 1.2$$

$$T_{\text{exec}} = \#I * CPI / f = 20 * 10^8 * 1.2 / 10^9 = 2.4 \text{ s}$$

Tipo de instrução	Nº Instruções	CPI
Operações inteiras	$6 * 10^8$	1
Acessos à memória	$12 * 10^8$	1
Operações FP	$2 * 10^8$	3

b) sem cache, acessos à Mem em blocos 4 palavras, tempo de acesso à Mem é 60ns+10ns/palavra $\rightarrow CPI_{\text{global}} = ?$, $T_{\text{exec}} = ?$

$$\text{sem cache} \rightarrow mr_I = mr_D = 1 \text{ (100\%)}$$

$$mp \text{ (expressa em tempo)} = 60 + 4 * 10 = 100 \text{ ns, ou seja, } 100\text{ns} / T_{\text{cc}} = 100 \text{ ciclos}$$

$$\%mem \text{ (percentagem de instruções que acede à memória)} = 12 / 20 = 0.6 \Leftrightarrow 60\%$$

$$CPI_{\text{mem}} = (1 + 0.6 * 1) * 100 = 160$$

$$CPI_{\text{global}} = 1.2 + 160 = 161.2$$

$$T_{\text{exec}} = 20 * 10^8 * 161.2 / 10^9 = 322.4 \text{ s}$$

c) acrescentar um nível de cache, $mr_I = 0.08$, $mr_D = 0.1 \rightarrow CPI_{\text{global}} = ?$, $T_{\text{exec}} = ?$, ganho (c) sobre (b) = ?

$$CPI_{\text{mem}} = (0.08 + 0.6 * 0.1) * 100 = 14$$

$$CPI_{\text{global}} = 1.2 + 14 = 15.2$$

$$T_{\text{exec}} = 20 * 10^8 * 15.2 / 10^9 = 30.4 \text{ s}$$

$$\text{ganho} = T_{\text{exec}}(b) / T_{\text{exec}}(c) = 322.4 / 30.4 = 10.6 \text{ vezes}$$

d) dobro de cache $\rightarrow mr_I=0.048$, $mr_D=0.07$, CPI_{cpu} aumenta 25% $\rightarrow CPI_{global} = ?$, $Texec = ?$

$$CPI_{mem} = (0.048 + 0.6 * 0.07) * 100 = 9$$

$$CPI_{global} = 1.25 * 1.2 + 9 = 1.5 + 9 = 10.5$$

$$Texec = 20 * 10^8 * 10.5 / 10^9 = 21 \text{ s}$$

e) para tirar partido da localidade espacial o #palavras/linha da cache passa de 4 para 8 $\rightarrow mr_I=0.03$, $mr_D=0.05 \rightarrow CPI_{global} = ?$, $Texec = ?$

$$mp \text{ (expressa em tempo)} = 60 + 8 * 10 = 140 \text{ ns, ou seja, } 140 \text{ ciclos}$$

$$CPI_{mem} = (0.03 + 0.6 * 0.05) * 140 = 8.4$$

$$CPI_{global} = 1.5 + 8.4 = 9.9$$

$$Texec = 20 * 10^8 * 9.9 / 10^9 = 19.8 \text{ s}$$

f) usar uma memória + rápida para mp $\downarrow \rightarrow$ latência=50ns e 7.5ns/palavra $\rightarrow CPI_{global} = ?$, $Texec = ?$

$$mp \text{ (expressa em tempo)} = 50 + 8 * 7.5 = 110 \text{ ns, ou seja, } 110 \text{ ciclos}$$

$$CPI_{mem} = (0.03 + 0.6 * 0.05) * 110 = 6.6$$

$$CPI_{global} = 1.5 + 6.6 = 8.1$$

$$Texec = 20 * 10^8 * 8.1 / 10^9 = 16.2 \text{ s}$$

g) novo processador com $f=2\text{GHz}$, resto mantém-se $\rightarrow CPI_{global} = ?$, $Texec = ?$, ganho (g) sobre (f) = ?

$$mp \text{ (expressa em ciclos)} = 110 \text{ ns} * f = 110 * 10^{-9} * 2 * 10^9 = 110 * 2 = 220$$

$$CPI_{mem} = (0.03 + 0.6 * 0.05) * 220 = 13.2$$

$$CPI_{global} = 1.5 + 13.2 = 14.7$$

$$Texec = 20 * 10^8 * 14.7 / 2 * 10^9 = 14.7 \text{ s}$$

$$\text{ganho} = Texec(f) / Texec(g) = 16.2 / 14.7 = 1.1 \text{ vezes}$$

Comentário: O ganho (1.1x) é muito inferior ao aumento da frequência (2x) devido ao “peso” da hierarquia da memória.

Questão 2

$f=3\text{Ghz}$, $CPI_{cpu}=0.8$, $\#I=30*10^9$, $\#I_{acessoMem}=15*10^9$, $mr_I=0.05$, $mr_D=0.1$, $Texec=128\text{s}$ $\rightarrow mp = ?$

$$\%mem = 15/30 = 0.5 \Leftrightarrow 50\%$$

$$Texec = \#I * (CPI_{global}) / f$$

$$CPI_{global} = Texec * f / \#I = 128 * 3 * 10^9 / 30 * 10^9 = 12.8$$

\Rightarrow deduzir a expressão de mp

$$mp = (CPI_{global} - CPI_{cpu}) / (mr_I + \%mem * mr_D) = (12.8 - 0.8) / (0.05 + 0.5 * 0.1) = 120 \text{ ciclos}$$

$$\text{Convertendo para tempo} \rightarrow mp_{tempo} = mp_{ciclos} / f = 120 / (3 * 10^9) = 40 \text{ ns}$$