

Pretende-se com esta sessão que os alunos avaliem o impacto da hierarquia da memória no desempenho dos sistemas de computação actuais.

Exercícios

1. Considere um programa com as características apresentadas na tabela 1, executado numa máquina com uma frequência do relógio de 1 GHz. Note que os valores apresentados correspondem ao que normalmente designamos por CPI_{CPU} para cada classe de instruções.

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

Tabela 1 - Distribuição das instruções e CPI

- a) Considere que a máquina tem uma *cache* infinita (isto é, não há *cache misses*, todos os dados e código estão sempre na *cache*, logo $mr_I = mr_D = 0$). Qual o CPI global e o tempo de execução deste programa?
- b) Suponha agora o mesmo programa a executar numa máquina sem *cache* (logo $mr_I = mr_D = 1$). Os acessos à memória central são realizados em blocos de 4 palavras, sendo necessários 60 ns para iniciar a transferência e 10 ns adicionais por cada palavra transferida. Qual o CPI global e o tempo de execução?
- c) Se à máquina da alínea anterior for acrescentado um nível de memória *cache*, exibindo uma *miss rate* de acesso às instruções de 8% e de acesso aos dados de 10%, qual o CPI global e o tempo de execução do programa? Qual o ganho relativamente à alínea anterior?
- d) Suponha que a capacidade da *cache* é aumentada para o dobro, resultando numa *miss rate* de 4.8% para as instruções e 7% para os dados. Este aumento de capacidade resulta também num aumento do tempo de acesso à *cache*, implicando um aumento de 25% do CPI_{CPU} . Qual o CPI global e o tempo de execução do programa?
- e) Para tirar partido da localidade espacial aumentou-se, na máquina anterior (alínea d)), o número de palavras por linha da *cache* de 4 para 8, reduzindo a *miss rate* de instruções para 3% e de dados para 5%. Qual o CPI global e o tempo de execução do programa?

- f) Para reduzir a *miss penalty* a memória principal da máquina anterior foi substituída por outra mais rápida, com uma latência de 50ns e 7.5ns por palavra. Qual o CPI global e o tempo de execução do programa?
- g) O processador da máquina foi substituído por outro com uma frequência de 2 GHz, mantendo-se constantes todos os outros parâmetros do sistema. Qual o CPI global e o tempo de execução do programa? Qual o ganho relativo à máquina anterior? Comente esse resultado em termos do ganho obtido relativamente ao aumento da frequência.
2. Considere um programa que, executado numa máquina com uma frequência do relógio de 3 GHz, exibe um $CPI_{CPU}=0.8$. Este programa executa uma totalidade de $30 \cdot 10^9$ instruções, das quais $15 \cdot 10^9$ requerem um acesso à memória para aceder a operandos. A *miss rate* de instruções é de 5% e a de dados de 10%. Sabendo que o tempo de execução deste programa é de 128 segundos, qual o tempo de acesso à memória central (isto é, *miss penalty* expressa em nano segundos).