

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

| | |
|-----------------------------------|---|
| Conteúdos | 2 – Hierarquia de memória |
| Resultados de Aprendizagem | R2.2 – Quantificar o impacto da hierarquia da memória no desempenho da máquina R2.3 - Utilizar modelos quantitativos para prever/avaliar impacto do hierarquia da memória no desempenho dos algoritmos |

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*). Qual o CPI global e o tempo de execução deste programa?
- b) Suponha agora o mesmo programa a executar numa máquina sem *cache*. 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} (i.é., sem *misses*). 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.
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).