
 <p>Universidade do Minho</p>	<p><b>Módulo 5</b></p> <p><b>Hierarquia de memória: impacto da codificação</b></p>	
--	--	---

### Objectivos:

Com esta sessão pretende-se identificar o impacto da hierarquia de memória na forma de codificação dos algoritmos em linguagens de alto nível (i.é., C).

### Exercícios:

Utilize o software PAPI para contar o número de acessos à memória e o número de *misses* na *cache* de dados L1 e L2, alterando o módulo `papi_inst.cpp`. Este módulo contém o código para medir os eventos `PAPI_TOT_INS`, `PAPI_TOT_CYC`. Note que na arquitetura Core2 apenas se podem medir dois destes contadores em cada execução. Utilize os seguintes eventos:

`PAPI_L1_DCA` – Número de acessos à cache L1

`PAPI_L1_DCM` – *Misses* na *cache* de dados L1

`PAPI_L2_DCM` – *Misses* na *cache* de dados L2

- a) Recolha dados para a execução da rotina `convolve3x1`, utilizando imagens de 64x64, 128x128, 256x256, 512x512, substituindo 64 pelo valor correspondente à dimensão da imagem (utilize como grau de optimização `-O3`).

```
./convolve AC_images/abe_natsumi64.pgm result.ppm 1
```

Calcule o CPI, CPE e *miss rate* na *cache* L1 e L2 para cada caso. Comente os resultados obtidos, lembrando-se que cada pixel da imagem ocupa 4 bytes e considerando a dimensão da *cache* L1 e L2. Os parâmetros da hierarquia da memória podem ser obtidos na linha de comando com `papi_mem_info`. Note que pode usar o número de *misses* na *cache* L1 como uma estimativa do número de acessos à *cache* L2.

- b) Troque a ordem dos ciclos X e Y no código da rotina `convolve3x1.cpp` e repita o exercício a) para uma imagem 256x256. Explique os resultados obtidos considerando a alteração efectuada no código. Qual das duas alternativas de codificação é mais “amigável” da hierarquia de memória? Porquê?
- c) Repita o exercício a) para a rotina `convolve` original (i.é., sem efetuar a troca dos ciclos X e Y) e compare com os resultados obtidos em a) para uma imagem de 256x256. Lembre-se que esta função utiliza uma máscara de 3x3 para cada pixel (logo, efetua 3 vezes mais operações por pixel). Compare também o número absoluto de *misses* (i.é., `L1_DCM` e `L2_DCM`) e explique os resultados. Qual das duas rotinas é mais “amigável” da hierarquia de memória? Utilize o seguinte comando para medir os valores:

```
./convolve AC_images/abe_natsumi128.pgm result.ppm 0 1
```

- d) Repita o exercício da alínea anterior, para uma imagem de 512x512, aumentando sucessivamente o valor do último parâmetro (1, 3, 5, 7). Este parâmetro aumenta a dimensão da máscara a aplicar a cada pixel. Explique os resultados obtidos.