

**Ficha 7 - Processamento paralelo de dados (SIMD)**

*Assumir por omissão que o número de elementos dos vetores a processar é múltiplo de 4.*

1. Pretende-se realizar operações vetoriais utilizando instruções SIMD (*Single Instruction Multiple Data*). Considerar os vetores P, Q e R, contendo n números representados em vírgula flutuante com precisão simples. Assumir o protótipo da função a chamar em C para executar as sub-rotinas seguintes.

- a) Implementar a sub-rotina `somaV` que calcula o vetor soma,  $P + Q$ , e armazena-o em R.

```
void somaV(float *P, float *Q, float *R, int n)
```

- b) Implementar a sub-rotina `altV` que multiplica cada elemento de P pelo escalar k.

```
void altV(float *P, int n, float k)
```

- c) Implementar a sub-rotina `msubV` que, utilizando as sub-rotinas anteriores, calcula  $P - k \times Q$  e armazena o resultado em R.

```
void msubV(float *P, float *Q, float *R, int n, float k)
```

2. Considerar os vetores R e S com n elementos do tipo `int`. Implementar a sub-rotina `prodintV` que calcula o produto interno de R e S aproveitando o paralelismo das instruções SIMD.

```
long int prodintV(int *R, int *S, int n)
```

3. Considerar um vetor V de números inteiros de 8 bits (tipo `char` em C/C++) com dimensão favorável ao paralelismo do processamento a realizar.

Pretende-se implementar a sub-rotina `conta_ocorr` que determina o número de ocorrências de um inteiro `val` no vetor V com dimensão n. O protótipo da função em C a usar para invocar a sub-rotina é:

```
long int conta_ocorr(char *V, long int n, char val)
```

4. Implementar a sub-rotina `incsatV` que soma com saturação o escalar x a cada elemento de um vetor Z com n números inteiros. O protótipo da função em C a usar para invocar esta sub-rotina é:

```
void incsatV(int *Z, int n, int x)
```

5. Uma sequência de n pontos  $(x_i, y_i)$  do plano está guardada em memória como um vetor de 2n números reais  $\{x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n\}$ . Escrever uma sub-rotina que troca as coordenadas horizontal e vertical de cada ponto.

Assumir que para executar esta sub-rotina é chamada a função em C com o seguinte protótipo:

```
void mirrorSeq(float *pt, int n)
```

6. A norma de um vetor  $\vec{v} = (c_1, c_2, \dots, c_n)$  é definida por  $\sqrt{\sum_{i=1}^n c_i^2}$ .

Pretende-se implementar a sub-rotina `normV` que calcula a norma de  $\vec{v}$  utilizando SIMD. Assumir que a dimensão do vetor é múltipla de 2.

Considerar o protótipo `double normV(double *ptV, long int n)`, em que `ptV` é o endereço do vetor e `n` é a respetiva dimensão.

7. Desenvolver uma sub-rotina para determinar quantos elementos de um vetor com `n` números de precisão simples são inferiores a um valor `lim`. Para executar esta sub-rotina é chamada a função em C com o seguinte protótipo:

```
long int conta_inf(float *V, long int n, float lim)
```

8. Considerar a seguinte função escrita em C++.

```
#include <cmath>
void ajuste(float *X, float *Y, int n, float da)
{
    int i;
    for (i = 0; i < n; i++)
        Y[i] = Y[i] - da * fabs(X[i]);
}
```

Implementar em *assembly* a sub-rotina `ajusteSIMD`, que produz os mesmos resultados que o código apresentado acima.

9. A expressão seguinte mostra o cálculo do produto de dois números complexos  $z_1 = a + b \cdot i$  e  $z_2 = c + d \cdot i$ .

$$z_1 \times z_2 = (a \cdot c - b \cdot d) + (a \cdot d + b \cdot c) \cdot i$$

Pretende-se calcular o produto de dois vetores, `Z1` e `Z2`, de `n` números complexos (`n` é par) representados pelas respetivas partes real e imaginária. Considerar  $Z1 = \{a_1, b_1, a_2, b_2, \dots, a_n, b_n\}$  e  $Z2 = \{c_1, d_1, c_2, d_2, \dots, c_n, d_n\}$ , em que  $a_i$  e  $c_i$  representam a parte real e  $b_i$  e  $d_i$  representam a parte imaginária do  $i$ -ésimo complexo dos vetores. O vetor produto é definido por

$$Z1 \times Z2 = \{(a_1 \cdot c_1 - b_1 \cdot d_1), (a_1 \cdot d_1 + b_1 \cdot c_1), \dots, (a_n \cdot c_n - b_n \cdot d_n), (a_n \cdot d_n + b_n \cdot c_n)\}.$$

Implementar a sub-rotina que calcula o vetor `Z` resultante do produto dos números complexos que formam os vetores `Z1` e `Z2`. Notar que estes vetores possuem `2n` números reais.

Considerar que para executar esta sub-rotina é chamada a função em C com o seguinte protótipo:

```
void prod_complexosV(float *Z1, float *Z2, float *Z, long int n)
```

Fim