AULA PRÁTICA N.º 6

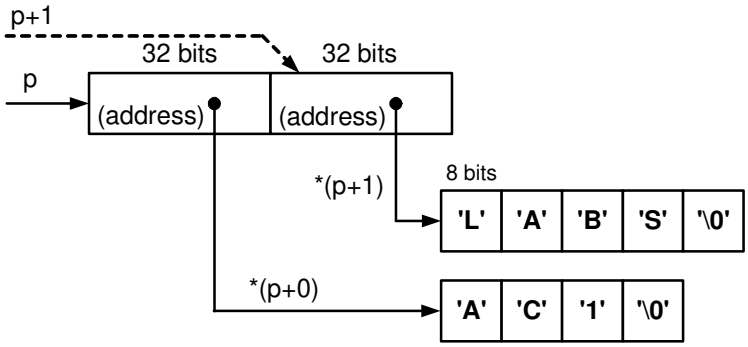
Objetivos:

- Utilização de ponteiros em linguagem C – *array* de ponteiros para caracter. Tradução para *assembly*.

Guião:

Para além do acesso simples a *arrays* visto nas aulas anteriores, em linguagem C os ponteiros podem ser usados em estruturas de dados mais elaboradas como a que se apresenta neste guião.

A figura seguinte apresenta esquematicamente o conceito que pode ser descrito sucintamente como um *array* de ponteiros (dois, no exemplo), cada um deles apontando para um caracter (no exemplo, esse caracter é o primeiro de um *array* de caracteres). Se **"p"** for o ponteiro para o início do *array* de ponteiros (i.e. **"p"** é o endereço da posição zero do *array* de ponteiros), então **"p+1"** é um ponteiro para o segundo elemento desse *array*. O endereço do caracter apontado pela primeira posição do *array* **"p"** será então **"*p"** e, de modo idêntico, o endereço do caracter apontado pela segunda posição do *array* **"p"** será **"*(p+1)"**.



Em linguagem C esta estrutura de dados é definida do seguinte modo:

```
char *p[]={"AC1", "LABS"};    // Array de ponteiros para caracter

ou,

char *p[2]={"AC1", "LABS"};   // Array de ponteiros para caracter
```

1. O programa seguinte define 3 strings, organizadas na estrutura de dados descrita anteriormente, e imprime-as.

```
#define SIZE 3

void main(void)
{
     static char *array[SIZE]={"Array", "de", "ponteiros"};
     int i;

     for(i=0; i < SIZE; i++)
     {
          print_str(array[i]);
          print_char('\n');
     }
}
```

a) Traduza o programa para *assembly* do MIPS e teste o seu funcionamento no MARS.

Tradução parcial do código anterior para *assembly*:

```
# i:   $t0
#
       .eqv SIZE,...
       .data
array:.word   str1,...
str1:  .asciiz "Array"
str2:  .asciiz "de"
str3:  ...
       .text
       .globl  main
main:
       ...
for:   ...
       la      $t1,array   # $t1 = &array[0]
       sll     $t2,$t0,2   #
       addu    $t2,...     # $t2 = &array[i]
       lw      $a0,...     # $a0 = array[i]
       ...
       jr      $ra
```

2. No programa apresentado no exercício anterior utilizou-se o modo indexado para aceder ao *array* de ponteiros. Uma implementação alternativa é apresentada de seguida onde o acesso sequencial ao *array* é efectuado por ponteiro.

```
#define SIZE 3

void main(void)
{
    static char *array[SIZE]={"Array", "de", "ponteiros"};
    char **p;
    char **pultimo;

    p = array;
    pultimo = array + SIZE;

    for(; p < pultimo; p++)
    {
        print_str(*p);
        print_char('\n');
    }
}
```

a) Traduza o programa para *assembly* do MIPS e teste o seu funcionamento no MARS.

Tradução parcial do código anterior para *assembly*:

```
# p    :       $t1
# pultimo:     $t2
       ...
       la      $t1,array   # $t1 = p = &array[0] = array
       li      $t0,SIZE    #
       sll     $t0,$t0,2   #
       addu    $t2,...     # $t2 = pultimo = array + SIZE
for:   ...
```

3. O programa seguinte imprime as 3 strings, caracter a caracter (separados pelo caracter '-'), usando acesso indexado.

```
#define SIZE 3

void main(void)
{
     static char *array[SIZE]={"Array", "de", "ponteiros"};
     int i, j;

     for(i=0; i < SIZE; i++)
     {
          print_str( "\nString #" );
          print_int10( i );
          print_str( ": " );
          j = 0;
          while(array[i][j] != '\0')
          {
               print_char(array[i][j]);
               print_char('-');
               j++;
          }
     }
}
```

a) Traduza o programa para *assembly* do MIPS e teste o seu funcionamento no MARS.

Tradução parcial do código anterior para *assembly*:

```
# i    :        $t0
# j:            $t1
# array[i][j]: $t3
        ...
while:
        la      $t3,array       # $t3 = &array[0]
        sll     $t2,$t0,2       #
        addu    $t3,$t3,$t2     # $t3 = &array[i]
        lw      $t3,0($t3)      # $t3 = array[i] = &array[i][0]
        addu    $t3,$t3,$t1     # $t3 = &array[i][j]
        lb      $t3,...         # $t3 = array[i][j]
        ...
```

4. Em alguns sistemas operativos é possível executar programas em linha de comando (exemplo no S.O. linux: **`evince AC1-P-Aula6.pdf`**). Nesses casos há necessidade de passar ao programa argumentos de entrada (por exemplo o nome de um ficheiro) ou parâmetros que condicionam o modo como o programa deve executar. Para isso o conjunto de argumentos introduzidos na linha de comando (sequências de caracteres separadas por um ou mais espaços) é passado para a função **`main()`** através de uma estrutura de dados idêntica à apresentada nos exercícios anteriores. Nesse caso, o protótipo da função **`main()`** passa a ser:

Mars: Settings: Program arguments provided to MIPS programs

```
int main(int argc, char *argv[]);
```

em que **`argc`** representa o número de argumentos de entrada introduzidos na linha de comando e **`argv[]`** é um *array* de ponteiros (com dimensão **`argc`**) para as strings que representam esses argumentos.

```
                $a0          $a1 -> endereço para o numero de parametros
int main(int argc, char *argv[])
{
     int i;
     print_str("Nr. de parametros: ");
     print_int10(argc);

     for(i=0; i < argc; i++)
     {
          print_str("\nP");
          print_int(i);
          print_str(": ");
          print_str(argv[i]);
     }
     return 0;
}
```

a) Traduza o programa anterior para *assembly* do MIPS, considerando que os argumentos para a função **`main()`** são passados nos registos **`$a0`** e **`$a1`** pela ordem com que aparecem no protótipo (**`argc`** em **`$a0`** e **`argv`** em **`$a1`**).

b) Teste o programa no MARS. No MARS pode passar os argumentos para o programa através da linha "*Program Arguments*" disponível na janela de texto ("*Text Segment*"). Para isso terá que ativar a opção "*Program arguments provided to MIPS program*", disponível no menu "*Settings*".

Exercícios adicionais

1. Escreva um programa em linguagem C que determine e imprima no ecrã a seguinte informação relativa aos argumentos passados através da linha de comando:

- o número de caracteres de cada um dos argumentos;
- o número de letras (maiúsculas e minúsculas) de cada um dos argumentos;
- a string com o maior número de caracteres.

2. Traduza o código que escreveu no exercício anterior para *assembly* do MIPS e teste-o no MARS.

3. Reescreva o código C apresentado no exercício 3 do guião, de modo a efetuar o acesso sequencial aos dois *arrays* através de ponteiros (use como base o código C apresentado no exercício 2). Traduza o código resultante para *assembly* do MIPS e teste-o no MARS.