Apontadores

Programação I
2020.2021

Teresa Gonçalves
tcg@uevora.pt

Departamento de Informática, ECT-UÉ

Reminder…

Sumário

Apontadores

Vetores e matrizes

Variáveis dinâmicas

Listas

Apontadores

Variáveis: r-value e l-value

```
int k; k=2;
```

R-value

Valor da variável

Exemplo: valor 2

L-value

Endereço de memória onde a variável está armazenada

Exemplo: indicado por **&k**

Apontador

Variável que guarda um endereço de memória

Exemplo

int *ptr

ptr é um apontador (indicado pelo *) para uma variável de tipo int

ptr é uma variável que guarda um endereço de memória onde está um inteiro

Exemplo

```
int k; int *ptr;
```

Atribuição

```
ptr = &k;
```

&k : endereço de memória onde está a variável k

Referência

```
printf( “%d\n”, *ptr );
```

***ptr** : valor guardado na posição de memória referida pela variável `ptr`

Operadores

&

operador unário que permite obter o endereço de memória de uma variável

*****

operador unário que permite obter o valor apontado por um endereço (posição de memória)

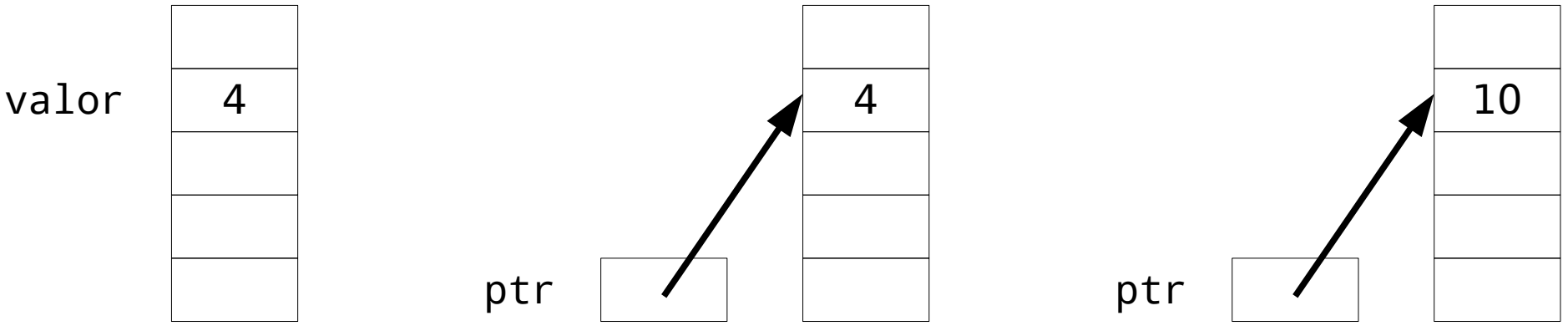
Utilização

```
int valor, outroValor; /* declara valor e outroValor */
int *valor_ptr;        /* declara apontador para um int */

valor                  /* um inteiro, por exemplo 4 */
&valor                 /* endereço/apontador para um inteiro */
valor_ptr              /* apontador para um inteiro */
*valor_ptr             /* um inteiro */
```

Exemplo

```
…
valor = 4;
ptr = &valor;  /* aponta para valor */
*ptr = 10;     /* atribui 10 a valor */
```



Exemplo

```
...
int x = 1, y = 2;
int *ip;
ip = &x;
y = *ip;
x = (int) ip;
ip = 3;  /* atencao */
...
```

	x	y	ip
endereço	*0x1000*	*0x1004*	*0x1008*
	1	2	?
			0x1000
		1	
	0x1000		
			3

Está a apontar para o endereço de memória 3 (0x0003)

Inicialização e tipos

Inicialização

Um apontador deve ser inicializado com valor **NULL**

(não aponta para nada)

Tipos

```
int *ip;      /* apontador para inteiro */
char *cp;     /* apontador para char */
```

Operações sobre apontadores

É possível incrementar/decrementar um apontador

fá-lo avançar/recuar para a variável seguinte ou anterior (na memória)

Útil para manipulação de vetores/matrizes

Exemplos

```
int *ip;
int i=5, j=6;
ip = &i;
ip++; ip--;
ip = ip + 2; ip = ip – 3;
```

Exercício

Ler um número inteiro e escrever os valores dos seus bytes constituintes recorrendo a apontadores

```
#include <stdio.h>
main(){
    int i;
    int *pi;
    char *pc;
    printf("Introduza um número inteiro: ");
    scanf("%d", &i);
    pi = &i;
    pc = (char *) pi;
    /* um int ocupa 4 bytes, um char ocupa um byte */
    printf("%d:%d:%d:%d\n", *(pc+3), *(pc+2), *(pc+1), *pc);
}
```

sizeof()

Função que indica o tamanho de uma variável/tipo

Tamanho de tipo

```
sizeof( int );
```

Tamanho de variáveis

```
int i;
```

`sizeof( i )` → espaço ocupado pela variável i (inteiro)

```
char c;
```

`sizeof( c )` → espaço ocupado pela variável (char)

```
int *ip;
```

`sizeof( ip )` → espaço ocupado pela variável ip (apontador)

```
char *cp;
```

`sizeof( cp )` → espaço ocupado pela variável xp (apontador)

`sizeof( ip ) == sizeof( cp )`

O espaço que um apontador ocupa não depende do tipo de dados para onde aponta!

Erros comuns

Não é possível atribuir um endereço a uma variável não apontadora

```
int k;
&k = 0x1000;
```

Erro de compilação

Um apontador tem de ser sempre inicializado antes de ser utilizado

```
#include <stdio.h>
main(){
    int k;
    int *p;
    *p = 10;
    printf("%d\n", *p);
}
```

Compilação sem erros. Em execução aparece a mensagem de erro "Segmentation fault (core dumped)"

Como **p** não tem um valor conhecido, não se sabe onde será colocado o valor 10!

Vetores e matrizes

Vetores e apontadores

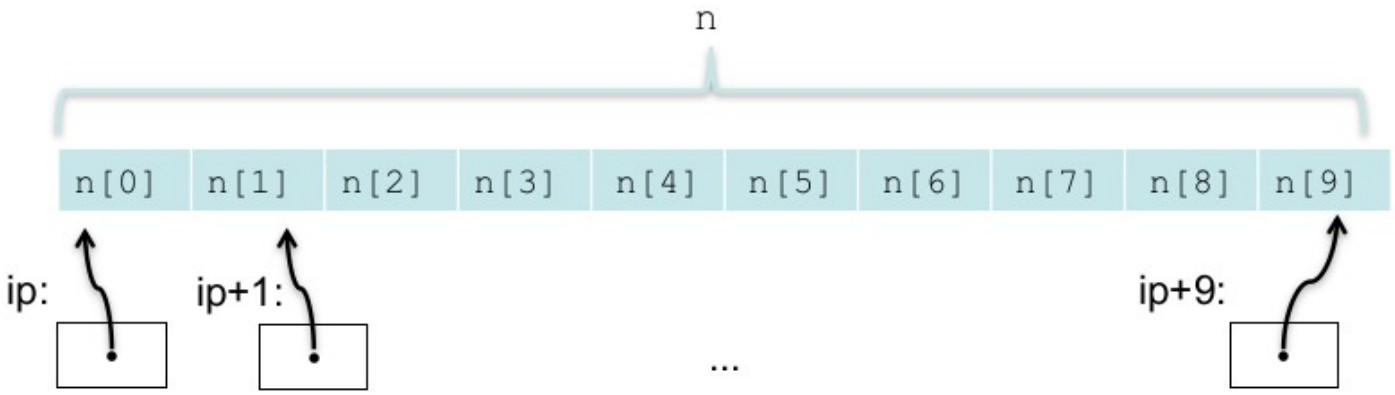
Vetor

Os elementos do vetor são armazenados em posições contíguas da memória. Primeiro elemento está na posição 0 (zero).

Identificador de um vetor é um apontador para o seu primeiro elemento

Exemplo

```
int n[10], *ip;
ip = n;
```



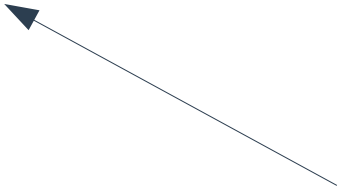
Exemplo

```
#include <stdio.h>
main(){
    float x[4] = {2.5, -1.0, -7.3, 5.9};
    float *px;
    px = x;
    printf("%.1f\n", *px );          /* escreve 2.5 */
    px++;                            /* px aponta para x[1] */
    printf("%.1f\n", *(px + 2));     /* escreve 5.9 */
    printf("%.1f\n", *(x + 2));      /* escreve -7.3 */
    px = x + 3;                      /* px aponta para x[3] */
    printf("%.1f\n", *(px - 2));     /* escreve -1.0 */
}
```

Vetores e funções

Exemplo

```
float somatorio( float v[], int n )
float somatorio( float *v , int n )
```



São exatamente a mesma coisa!

Variáveis dinâmicas

Variáveis

Variáveis

- Dimensão fixa
- Ocupam uma área de memória invariável ao longo do programa
- É o compilador que “cria” as variáveis e faz a gestão de memória

Exemplo

```
int valor;       /* ocupa espaço correspondente a um inteiro */
int vetor[10];   /* ocupa espaço correspondente a 10 inteiros */
```

Alocação de memória

Reserva de espaço de memória

void *malloc(int size)

Devolve um apontador para um espaço de memória para gestão pelo programador

Exemplo

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
main(){
    int *p;
    p = (int *) malloc(sizeof(int));
    *p = 10;
    printf( "%d\n", *p );
}
```

```
#include <stdio.h>
main(){
    int *p;
    int n;
    p = &n;
    *p = 10;
    printf( "%d\n", *p );
}
```

malloc()

Devolve NULL quando não há espaço disponível

É sempre necessário testar o resultado antes de utilizar

Exemplo

```
char *p = (char *) malloc( 15*sizeof(char) );
if(p == NULL)
    printf("não tem espaço\n");
else
    strcpy(p, "Hello, world!");
```

Libertação de memória

void * free(void * p)

liberta o espaço de memória apontado pelo apontador p

Exemplo

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
main(){
    int *p;
    p = (int *) malloc(sizeof(int));  /* aloca espaço */
    *p = 10;
    printf("%d\n", *p);
    free(p);                          /* liberta espaço */
}
```

Gestão de memória

No fim do programa, a memória pedida ao sistema operativo é automaticamente devolvida

Atenção

Um espaço de memória reservado por uma função não é libertado quando se retorna ao programa principal: o apontador deixa de existir, mas o apontado, não!

Como deixa de haver apontador, deixa de ser possível libertar o apontado!

Boa prática

Libertar a memória quando já não for necessária

```
free(p);
p = NULL;
```

Outras funções

`void *realloc( void *p, int new_size )`

retorna um apontador para a realocação de um espaço de memória previamente alocado

`void *calloc( int nelements, int size )`

retorna um apontador para um espaço de memória que permite armazenar nelements de tamanho size

Atenção

malloc() não inicializa a memória alocada, enquanto que calloc() inicializa a memória alocada a ZERO

```
p = calloc(m, n);
```

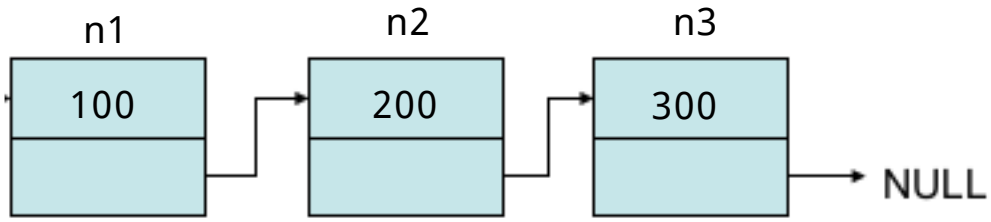
é equivalente a

```
p = malloc(m * n);
for(i=0;i<m;i++) *(p+i)=0;
```

Listas

Listas ligadas

```
struct list {
    int value;
    struct list *next;
}
main(){
    struct list n1, n2, n3;
    int i;
    n1.value = 100; n2.value = 200; n3.value = 300;
    n1.next = &n2;
    n2.next = &n3;
    n3.next = NULL;
    i = n1.next->value;
    printf("%d: %d\n", i, n2.next->value);
}
```



Remover e inserir