

MC-202

Curso de C — Parte 6

Marcelo S. Reis
msreis@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

Segundo semestre de 2023

Relembrando: ponteiros

Toda informação usada pelo programa está em algum lugar

- Toda variável tem um **endereço de memória**
 - cada posição de um vetor também
 - cada membro de um registro também

Um ponteiro é uma variável que armazena um **endereço**

- para um tipo específico de informação
 - **int**, **char**, **double**, structs declaradas, etc

Exemplos:

- **int *p;** declara um ponteiro para **int**
 - seu nome é **p**
 - seu tipo é **int ***
 - armazena um endereço de um **int**
- **double *q;** declara um ponteiro para **double**
- **char *c;** declara um ponteiro para **char**
- **struct data *d;** declara um ponteiro para **struct data**

Relembrando: operações com ponteiros

Operações básicas:

- `&` retorna o endereço de memória de uma variável (ex: `&x`)
 - ou posição de um vetor (ex: `&v[i]`)
 - ou campo de uma struct (ex: `&data.mes`)
 - podemos salvar o endereço em um ponteiro (ex: `p = &x;`)
- `*` acessa o conteúdo no endereço indicado pelo ponteiro
 - `*p` onde `p` é um ponteiro
 - podemos ler (ex: `x = *p;`) ou escrever (ex: `*p = 10;`)

```
1 int *endereco;  
2 int variavel = 90;  
3 endereco = &variavel;  
4 printf("Variavel: %d\n", variavel);  
5 printf("Variavel: %d\n", *endereco);  
6 printf("Endereço: %p\n", endereco);  
7 printf("Endereço: %p\n", &variavel);
```



```
1 int *endereco;  
2 int variavel = 90;  
3 endereco = &variavel;  
4 printf("Variavel: %d\n", variavel);  
5 printf("Variavel: %d\n", *endereco);  
6 printf("Endereço: %p\n", endereco);  
7 printf("Endereço: %p\n", &variavel);
```



A terminal window with a dark purple background and white text. The window title is "msreis@msreis-XPS-9320: ~". The terminal shows the compilation and execution of a C program. The output of the program is displayed line by line, matching the printf statements in the code above. The terminal ends with a prompt character.

```
msreis@msreis-XPS-9320:~$ gcc -Wall -Werror -std=c99 -o teste teste.c  
msreis@msreis-XPS-9320:~$ ./teste  
Variavel: 90  
Variavel: 90  
Endereço: 0x7ffd3671fe5c  
Endereço: 0x7ffd3671fe5c  
msreis@msreis-XPS-9320:~$
```

Passagem de parâmetros em Python

Vamos analisar três códigos escritos em Python

```
1 def adiciona(x):  
2     x = x + 1  
3  
4 x = 10  
5 adiciona(x)  
6 print(x)
```

```
1 def adiciona(lista):  
2     lista.append(3)  
3  
4 lista = [1, 2]  
5 adiciona(lista)  
6 print(lista)
```

```
1 def adiciona(lista):  
2     lista = [1, 2, 3]  
3  
4 lista = [1, 2]  
5 adiciona(lista)  
6 print(lista)
```

O que é impresso?

esquerda: 10

meio: [1, 2, 3]

direita: [1, 2]

Passagem de parâmetros em C

Considere o seguinte código:

```
1 void imprime_invertido(int v[10], int n) {
2     while (n > 0) {
3         printf("%d ", v[n-1]);
4         n--;
5     }
6 }
7
8 int main() {
9     int n = 10, v[10] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
10    imprime_invertido(v, n);
11    printf("%d\n", n);
12    return 0;
13 }
```

O que é impresso na linha 11?

- 0 ou 10?

O valor da variável local **n** da função **main** é **copiado** para o parâmetro (variável local) **n** da função **imprime_invertido**

- O valor de **n** em **main** não é alterado, continua 10

Passagem de parâmetros por cópia

Toda passagem de parâmetros em C é feita por **cópia**

- O valor da variável (ou constante) da chamada da função é **copiado** para o parâmetro
 - `imprime_invertido(v, n)` não altera o valor de `n`
- Mesmo se variável e parâmetro tiverem o mesmo nome

Mas e se passarmos um vetor?

```
1 void soma_um(int v[10], int n) {  
2     int i;  
3     for (i = 0; i < n; i++)  
4         v[i]++;  
5 }
```

Quando passamos um vetor:

- na verdade, passamos o endereço do vetor por cópia
- ou seja, o conteúdo do vetor não é passado para a função
- por isso, mudanças dentro da função afetam o vetor

Toda passagem de parâmetros em C é feita por **cópia**

Passagem de parâmetros em C

Vamos analisar o código anterior modificado:

```
1 void imprime_invertido(int v[10], int *n) {  
2     while (*n > 0) {  
3         printf("%d ", v[*n-1]);  
4         (*n)--;  
5     }  
6 }  
7  
8 int main() {  
9     int n = 10, v[10] = {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};  
10    imprime_invertido(v, &n);  
11    printf("%d\\n", n);  
12    return 0;  
13 }
```

O que é impresso na linha 11?

- 0 ou 10?

Alterando variáveis com funções

Quando passamos um vetor para uma função

- sabemos onde o vetor está na memória
- assim conseguimos modificá-lo...

Podemos fazer o mesmo para qualquer variável!

- basta saber onde a variável está na memória
 - usando o operador `&`
- por exemplo, o `scanf` modifica o valor das variáveis
 - porque recebe os endereços da variáveis
 - ex: `scanf("%d %lf", &n, &x);`
- o `scanf` recebe um ponteiro com o endereço da variável
 - e usa o operador `*` para modificar a variável

Por que quando fazemos `scanf` de uma string não usamos `&`?

- A string é um vetor de `char`
- e o vetor já é um ponteiro

Referências em Python

O Python envia a referência do objeto para a função

- e por isso que podemos modificar o objeto
 - se o tipo for mutável..
- é algo parecido com o que o C faz com vetores
- a função sabe onde o objeto está na memória
 - e por isso pode modificá-lo
- e pode ser mais rápido do que copiar todo o objeto

É o que chamamos de passagem por referência

- E que no C é simulado usando ponteiros
- O Python está fazendo o mesmo que fazemos em C
 - mas esconde isso do programador

Funções com várias saídas

Por que usar passagem por referência?

- Porque queremos fazer uma função com várias saídas

```
1 void min_max(int *v, int n, int *p_min, int *p_max) {
2     int i;
3     *p_max = *p_min = v[0];
4     for (i = 1; i < n; i++) {
5         if (*p_max < v[i])
6             *p_max = v[i];
7         if (*p_min > v[i])
8             *p_min = v[i];
9     }
10 }
11
12 int main() {
13     int v[MAX], n, min, max;
14     scanf("%d", &n);
15     le_vetor(v, n);
16     min_max(v, n, &min, &max);
17     printf("Min: %d, Max: %d\n", min, max);
18     return 0;
19 }
```

Passagem por referência pode ser mais rápida

Por que usar passagem por referência?

- Porque pode ser mais rápido do que copiar a informação

```
1 struct data {
2     int dia, mes, ano;
3 };
4
5 struct aluno {
6     int ra, curso;
7     double cr;
8     char nome[50], endereco[200], email[50];
9     struct data nascimento, ingresso;
10 };
11
12 void imprime_aluno(struct aluno a) {
13     ...
14 }
```

`struct aluno` é uma struct de 344 bytes, mas
`struct aluno *` tem apenas 8 bytes

Passagem por referência pode fazer mais sentido

Por que usar passagem por referência?

- Se queremos modificar uma `struct`
- então talvez faça mais sentido ter uma função `void`
- e passar a `struct` por referência

```
1 struct data {  
2     int dia, mes, ano;  
3 };  
4  
5 struct aluno {  
6     int ra, curso;  
7     double cr;  
8     char nome[50], endereco[200], email[50];  
9     struct data nascimento, ingresso;  
10 };
```

```
1 void atualiza_email(struct aluno *a, char *novo_email) {  
2     ...  
3 }
```

Alternativa

Mas muitas vezes podemos evitar passagem por referência

- Se não estamos preocupados com tempo
- E não precisamos modificar mais de uma variável

```
1 void soma_um(int *x) {  
2     *x = *x + 1;  
3 }  
4  
5 int main() {  
6     int y = 10;  
7     soma_um(&y);  
8     printf("%d\n", y);  
9     return 0;  
10 }
```

```
1 int soma_um(int x) {  
2     return x + 1;  
3 }  
4  
5 int main() {  
6     int y = 10;  
7     y = soma_um(y);  
8     printf("%d\n", y);  
9     return 0;  
10 }
```

Idem para o exemplo anterior:

- ao invés de `atualiza_email(&mc202[i], email);`
- fazemos `mc202[i] = atualiza_email(mc202[i], email);`

Durante o curso, sempre que possível, usaremos essa opção!

Alocação dinâmica de matrizes

Uma matriz em C é como um vetor de vetores

- `int matriz[30][50];` é um vetor
 - com 30 linhas
- cada `matriz[i]` é como um vetor
 - com 50 posições

E vetores são ponteiros em C

- ou seja, cada linha pode ser vista como um ponteiro
- e a matriz como um vetor de ponteiros



Alocando

Qual o tipo de uma matriz alocada dinamicamente?

- um vetor de `int` alocado dinamicamente é do tipo `int *`
- uma matriz é um vetor de vetores
 - um vetor de `int *`
- portanto, uma matriz é do tipo `int **`
 - armazena um endereço de um ponteiro de `int`

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 int main() {
5     int i, m, n, **matriz;
6     scanf("%d %d", &m, &n);
7     matriz = malloc(m * sizeof(int *));
8     for (i = 0; i < m; i++)
9         matriz[i] = malloc(n * sizeof(int));
10    ...
11    for (i = 0; i < m; i++)
12        free(matriz[i]);
13    free(matriz);
14    return 0;
15 }
```


Ponteiros para ponteiros

Uma matriz é um vetor de vetores

```
1 int **aloca_matriz(int m, int n) {  
2     int i, **matriz;  
3     matriz = malloc(m * sizeof(int *));  
4     for (i = 0; i < m; i++)  
5         matriz[i] = malloc(n * sizeof(int));  
6     return matriz;  
7 }
```

Simular passagem por referência de um ponteiro

```
1 void aloca_e_zera(int **v, int n) {  
2     int i;  
3     *v = malloc(n * sizeof(int));  
4     for (i = 0; i < n; i++)  
5         (*v)[i] = 0;  
6 }
```

Precisa ficar claro qual é o objetivo na hora de programar:

- No primeiro caso, temos um vetor de vetores
- No segundo caso, queremos apontar para outro vetor

Exercício

Faça uma função que dado um vetor v de `ints` e um `int` n , seleciona apenas os elementos de v que são positivos

- guarde os elementos positivos em um outro vetor
- você precisará saber o tamanho desse novo vetor...

Exercício

Faça uma função que, dados m , n e k , aloca e devolve uma matriz tridimensional $m \times n \times k$ de `doubles`.