

MC-202

Curso de C — Parte 1

Lehilton Pedrosa
lehilton@ic.unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas

Segundo semestre de 2024

Aquecimento — Exercício

Escreva um programa, em Python, que lê dois números a e b e imprime o valor do maior número e a^b .

- Use uma função chamada `maximo` e outra chamada `potencia`

Solução

```
1 def maximo(a, b):
2     if a > b:
3         return a
4     else:
5         return b
6
7 def potencia(a, b):
8     prod = 1
9     for i in range(b):
10        prod = a * prod
11    return prod
12
13 print("Entre com a e b")
14 a = int(input())
15 b = int(input())
16 maior = maximo(a, b)
17 pot = potencia(a, b)
18 print("Maior:", maior)
19 print("a^b:", pot)
```

Veremos como escrever esse programa em C

- E aprenderemos conceitos da linguagem no processo

Funções

Em Python

```
1 def maximo(a, b):  
2     if a > b:  
3         return a  
4     else:  
5         return b
```

Em C

```
1 int maximo(int a, int b) {  
2     if (a > b) {  
3         return a;  
4     } else {  
5         return b;  
6     }  
7 }
```

Em **C**, uma função é declarada como:

- **tipo nome(tipo parametro1, tipo parametro2, ...)**

A linguagem C é **estaticamente tipada**:

- Os tipos das variáveis estão definidos no código
- Ao contrário do Python que é **dinamicamente** tipada
 - Objetos têm tipo, mas variáveis não

Existem vários tipos de dados em **C**:

- **int, float, double, char, ...**

O tipo int

O tipo **int** armazena números inteiros

- usualmente de 32 bits, i.e., números em $[-2^{31}, 2^{31} - 1]$
- mas depende do compilador...

Algumas operações

a + b	soma
a - b	subtração
a * b	multiplicação
a / b	divisão inteira, i.e., 8 / 5 é 1
a % b	resto da divisão, i.e., 8 % 5 é 3

a += b	o mesmo que a = a + b
a -= b	o mesmo que a = a - b
a *= b	o mesmo que a = a * b
a /= b	o mesmo que a = a / b
a %= b	o mesmo que a = a % b

a++	o mesmo que a += 1
++a	o mesmo que a += 1
a--	o mesmo que a -= 1
--a	o mesmo que a -= 1

Blocos

Em Python

```
1 def maximo(a, b):  
2     if a > b:  
3         return a  
4     else:  
5         return b
```

Em C

```
1 int maximo(int a, int b) {  
2     if (a > b) {  
3         return a;  
4     } else {  
5         return b;  
6     }  
7 }
```

Blocos:

- Em **Python**, um bloco começa com `:` e é indentado
- Em **C**, um bloco é delimitado por `{` e `}`
 - Em **C**, indentação não é obrigatória
 - Mas é boa prática de programação

A maioria das linhas em **C** são terminadas em `;`

- Blocos são exceção

Protótipos de Funções

Em Python

```
1 def maximo(a, b):  
2     if a > b:  
3         return a  
4     else:  
5         return b
```

Em C

```
1 int maximo(int a, int b) {  
2     if (a > b) {  
3         return a;  
4     } else {  
5         return b;  
6     }  
7 }
```

Muitas vezes é útil definirmos o **protótipo** da função antes de apresentar o seu código

- é a função sem o bloco, com a linha terminando com ; exemplo:

```
int maximo(int a, int b);
```

- é uma “promessa” de que a função existirá no programa
- permite chamar uma função que será definida depois
- também será útil para definir Tipos Abstratos de Dados

Condicionais

Em Python

```
1 def maximo(a, b):  
2     if a > b:  
3         return a  
4     else:  
5         return b
```

Em C

```
1 int maximo(int a, int b) {  
2     if (a > b) {  
3         return a;  
4     } else {  
5         return b;  
6     }  
7 }
```

Em C, temos três opções de **if**:

```
1 if (condicao) {  
2     ...  
3 }
```

```
1 if (condicao) {  
2     ...  
3 } else {  
4     ...  
5 }
```

```
1 if (condicao) {  
2     ...  
3 } else if (condicao) {  
4     ...  
5 } else {  
6     ...  
7 }
```

Podemos ter tantos **else if's** quanto forem necessários

Variáveis

Em Python

```
1 def potencia(a, b):  
2     prod = 1  
3     for i in range(b):  
4         prod = a * prod  
5     return prod
```

Em C

```
1 int potencia(int a, int b) {  
2     int i, prod = 1;  
3     for (i = 0; i < b; i++) {  
4         prod = a * prod;  
5     }  
6     return prod;  
7 }
```

Em Python, uma variável é declarada automaticamente

- basta atribuir para ela ou defini-la como parâmetro

Em C, a variável precisa ser declarada antes de ser usada

- Fazemos isso no início da função
- `int i;` — declara uma variável de nome `i` do tipo `int`
- `int i, prod = 1;` — declara `i` e `prod` do tipo `int`
 - inicializa `prod` com `1` (opcional)
- **Importante:** variáveis não inicializadas começam com **lixo!**

Laços

Em Python

```
1 def potencia(a, b):  
2     prod = 1  
3     for i in range(b):  
4         prod = a * prod  
5     return prod
```

Em C

```
1 int potencia(int a, int b) {  
2     int i, prod = 1;  
3     for (i = 0; i < b; i++) {  
4         prod = a * prod;  
5     }  
6     return prod;  
7 }
```

Em C, não há `for ... in`

- mas temos `while`, `do...while` e `for`

```
1 while (condicao) {  
2     ...  
3 }  
  
1 do {  
2     ...  
3 } while (condicao);  
  
1 for (inicializacao; condicao; atualizacao) {  
2     ...  
3 }
```

Função main

Em Python

```
1 print("Entre com a e b")
2 a = int(input())
3 b = int(input())
4 maior = maximo(a, b)
5 pot = potencia(a, b)
6 print("Maior:", maior)
7 print("a^b:", pot)
```

Em C

```
1 int main() {
2     int a, b, maior, pot;
3     printf("Entre com a e b\n");
4     scanf("%d %d", &a, &b);
5     maior = maximo(a, b);
6     pot = potencia(a, b);
7     printf("Maior: %d\n", maior);
8     printf("a^b: %d\n", pot);
9     return 0;
10 }
```

Em C, a execução do programa começa pela função **main**

- Sempre devolve um **int**
- Se devolver **0** significa que não houve erros
 - Valores diferentes indicam o erro que ocorreu

Impressão

Em Python

```
1 print("Entre com a e b")
2 a = int(input())
3 b = int(input())
4 maior = maximo(a, b)
5 pot = potencia(a, b)
6 print("Maior:", maior)
7 print("a^b:", pot)
```

Em C

```
1 int main() {
2     int a, b, maior, pot;
3     printf("Entre com a e b\n");
4     scanf("%d %d", &a, &b);
5     maior = maximo(a, b);
6     pot = potencia(a, b);
7     printf("Maior: %d\n", maior);
8     printf("a^b: %d\n", pot);
9     return 0;
10 }
```

A impressão no C é feita pela função `printf`:

- O `%d` significa substituir por um inteiro
 - Existem outras substituições também: `%f`, `%s`, etc.
- recebe um parâmetro com a string a ser impressa
 - e um parâmetro adicional para cada `%d`, `%f`, `%s`, ...
- a substituição é feita da esquerda para a direita na string
- Não adiciona a quebra de linha '`\n`' automaticamente

Leitura

Em Python

```
1 print("Entre com a e b")
2 a = int(input())
3 b = int(input())
4 maior = maximo(a, b)
5 pot = potencia(a, b)
6 print("Maior:", maior)
7 print("a^b:", pot)
```

Em C

```
1 int main() {
2     int a, b, maior, pot;
3     printf("Entre com a e b\n");
4     scanf("%d %d", &a, &b);
5     maior = maximo(a, b);
6     pot = potencia(a, b);
7     printf("Maior: %d\n", maior);
8     printf("a^b: %d\n", pot);
9     return 0;
10 }
```

A leitura no C é feita pela função `scanf`:

- String diz quantos valores serão lidos e os seus tipos
- Precisa passar o endereço da variável usando operador `&`
 - veremos mais sobre isso em breve
 - por enquanto, não se esqueça do `&`
- Ignora espaços em branco, tabs e quebras de linha
 - veremos alguns casos onde isso não acontece...

O programa inteiro

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int maximo(int a, int b) {
4     if (a > b) {
5         return a;
6     } else {
7         return b;
8     }
9 }
10
11 int potencia(int a, int b) {
12     int i, prod = 1;
13     for (i = 0; i < b; i++) {
14         prod = a * prod;
15     }
16     return prod;
17 }
18
19 int main() {
20     int a, b, maior, pot;
21     printf("Entre com a e b\n");
22     scanf("%d %d", &a, &b);
23     maior = maximo(a, b);
24     pot = potencia(a, b);
25     printf("Maior: %d\n", maior);
26     printf("a^b: %d\n", pot);
27     return 0;
28 }
```

No começo, colocamos as bibliotecas a serem usadas

- Usamos `stdio.h` por causa de `printf` e `scanf`

Executando o programa

Python é interpretada, C é compilada

- O interpretador do Python abre e executa o seu código
- O compilador do C gera um arquivo executável
 - Depois não depende mais do compilador

Compilando (no terminal):

```
gcc -std=c99 -Wall -Wvla -Werror -g -lm programa.c -o programa
```

Flags:

- std=c99**: usa o padrão C99
- Wall**: dá mais *warnings* de compilação
- Wvla**: *warnings* para *variable length arrays*
- Werror**: *warnings* viram erros de compilação
- g**: permite usar gdb e valgrind
- lm**: permite usar funções matemáticas
- o**: define o nome do programa

Executando o programa:

- **./programa**

O programa refatorado

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int maximo(int a, int b) {
4     if (a > b)
5         return a;
6     else
7         return b;
8 }
9
10 int potencia(int a, int b) {
11     int prod = 1, i;
12     for (i = 0; i < b; i++)
13         prod *= a;
14     return prod;
15 }
16
17 int main() {
18     int a, b;
19     printf("Entre com a e b\n");
20     scanf("%d %d", &a, &b);
21     printf("Maximo: %d\na^b: %d\n", maximo(a, b), potencia(a, b));
22     return 0;
23 }
```

Alguns outros detalhes:

- Quando o bloco de um `if`, `else`, `for` ou `while` tiver apenas uma linha, podemos omitir o `{ e }`
- Podemos escrever `prod *= a;` na linha 13
- O `printf` pode imprimir os resultados de funções

Exercício

Escreva um programa, em C, que verifica se um número é primo.

Solução

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int eh_primo(int n) {
4     for (int i = 2; i < n; i++)
5         if (n % i == 0)
6             return 0;
7     return 1;
8 }
9
10 int main() {
11     int n, i, primo = 1;
12     printf("Digite um número: ");
13     scanf("%d", &n);
14     if (eh_primo(n) == 1)
15         printf("O número %d é primo.\n", n);
16     else
17         printf("O número %d não é primo.\n", n);
18     return 0;
19 }
```

Exercício

Escreva um programa, em Python, que lê 10 números inteiros, armazena-os em uma lista e imprime os números positivos.

Solução

Uma posição solução:

```
1 print("Digite 10 números")
2 lista = []
3 for i in range(10):
4     lista.append(int(input()))
5 print("Positivos")
6 for x in lista:
7     if x > 0:
8         print(x)
```

Um programa com listas

Em Python

```
1 print("Digite 10 números")
2 lista = []
3 for i in range(10):
4     lista.append(int(input()))
5 print("Positivos")
6 for x in lista:
7     if x > 0:
8         print(x)
```

Em C

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main() {
4     int i, lista[10];
5     printf("Digite 10 números\n");
6     for (i = 0; i < 10; i++)
7         scanf("%d", &lista[i]);
8     printf("Positivos\n");
9     for (i = 0; i < 10; i++) {
10         if (lista[i] > 0)
11             printf("%d\n", lista[i]);
12     }
13     return 0;
14 }
```

Em C, as listas são bem diferentes em relação ao Python:

- São chamadas de **vetores** ou **arrays**
- Todos os elementos são sempre do mesmo tipo
- Têm tamanho fixo definido na declaração da variável
- Exemplo de declaração: **int lista[10];**
 - Define uma lista de 10 **ints**

Um programa com listas

Em Python

```
1 print("Digite 10 números")
2 lista = []
3 for i in range(10):
4     lista.append(int(input()))
5 print("Positivos")
6 for x in lista:
7     if x > 0:
8         print(x)
```

Em C

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main() {
4     int i, lista[10];
5     printf("Digite 10 números\n");
6     for (i = 0; i < 10; i++)
7         scanf("%d", &lista[i]);
8     printf("Positivos\n");
9     for (i = 0; i < 10; i++) {
10         if (lista[i] > 0)
11             printf("%d\n", lista[i]);
12     }
13     return 0;
14 }
```

Cada `lista[i]` é um `int`

- Imprimir `lista[i]`:
`printf("%d", lista[i]);`
- Ler um número e guardar em `lista[i]`:
`scanf("%d", &lista[i]);`

Refatoração

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main() {
4     int i, lista[10];
5     printf("Digite 10 números\n");
6     for (i = 0; i < 10; i++)
7         scanf("%d", &lista[i]);
8     printf("Positivos\n");
9     for (i = 0; i < 10; i++) {
10         if (lista[i] > 0)
11             printf("%d\n", lista[i]);
12     }
13     return 0;
14 }
```

Podemos melhorar esse código:

- Ter uma função que lê vetores
- Ter uma função que imprime apenas os positivos

Imprimindo números positivos

```
1 void imprime_positivos(int lista[], int n) {  
2     int i;  
3     printf("Positivos\n");  
4     for (i = 0; i < n; i++)  
5         if (lista[i] > 0)  
6             printf("%d\n", lista[i]);  
7 }
```

A função é do tipo **void**:

- Significa que a função não devolve valor

A função recebe um vetor chamado **lista**:

- Não precisamos especificar o tamanho entre o **[]**
 - apenas quando é um parâmetro
- É nossa responsabilidade saber o tamanho do vetor
 - Por isso precisamos do parâmetro **n**
 - No C, não há o equivalente ao **len()** do Python

Lendo um vetor

Em C, não é possível devolver um vetor...

- Passamos um vetor como parâmetro
- Modificamos o seu conteúdo

```
1 void le_vetor(int lista[], int n) {  
2     int i;  
3     printf("Digite %d números\n", n);  
4     for (i = 0; i < n; i++)  
5         scanf("%d", &lista[i]);  
6 }
```

A função modifica o conteúdo do vetor `lista`

- Entenderemos isso melhor em breve...

Código completo

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void le_vetor(int lista[], int n) {
4     int i;
5     printf("Digite %d números\n", n);
6     for (i = 0; i < n; i++)
7         scanf("%d", &lista[i]);
8 }
9
10 void imprime_positivos(int lista[], int n) {
11     int i;
12     printf("Positivos\n");
13     for (i = 0; i < n; i++)
14         if (lista[i] > 0)
15             printf("%d\n", lista[i]);
16 }
17
18 int main() {
19     int lista[10];
20     le_vetor(lista, 10);
21     imprime_positivos(lista, 10);
22     return 0;
23 }
```

Cuidados com vetores em C

A responsabilidade de acessar apenas posições válidas é sua!

- Se você declarou um vetor com 10 posições
- E acessar a posição 10, 11, 12, etc...
 - Ou você terá um erro de execução: **segmentation fault**
 - Ou não...
 - Se for impressão, pode imprimir o valor de outra variável
 - Se for escrita, pode mudar o valor de outra variável

No C, um vetor é um bloco contíguo de memória

- E o C assume que você usará o bloco corretamente
- Não há checagem dos limites do vetor

O que ocorre muitas vezes é **off-by-one**

- Se o vetor tem **n** posições,
- você não deve acessar a posição **n**

Variáveis globais

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int global;
4
5 void funcao1(int parametro) {
6     int local1, local2;
7     ...
8 }
9
10 void funcao2(int parametro) {
11     int local1, local2;
12     ...
13 }
14
15 int main() {
16     int local;
17 }
```

global é uma variável global:

- pode ser acessada em qualquer função
- variáveis globais só são usadas em casos específicos
- podem levar a erros difíceis de encontrar no programa

Variáveis locais

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int global;
4
5 void funcao1(int parametro) {
6     int local1, local2;
7     ...
8 }
9
10 void funcao2(int parametro) {
11     int local1, local2;
12     ...
13 }
14
15 int main() {
16     int local;
17 }
```

local, local1, local2 e parametro são variáveis locais:

- existem apenas dentro da função onde foram definidas
- **local1** de **funcao1** é diferente de **local1** de **funcao2**
- quando a função acaba, o valor é perdido

Sobreposição de escopo

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int x;
4
5 void funcao1(int parametro) {
6     x = 10;
7     ...
8 }
9
10 void funcao2(int parametro) {
11     int x;
12     x = 10;
13 }
```

Variáveis locais têm precedência sobre variáveis globais

- Em **funcao1**, a variável global **x** tem seu valor alterado
- Em **funcao2**, a variável local **x** tem seu valor alterado

Um dos motivos que evitamos o uso de variáveis globais!

Variáveis e Funções

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void soma_um(int x) {
4     x = x + 1;
5 }
6
7 int main() {
8     int x = 1;
9     soma_um(x);
10    printf("%d ", x);
11    return 0;
12 }
```

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void soma_um(int v[], int n) {
4     int i;
5     for (i = 0; i < n; i++)
6         v[i]++;
7 }
8
9 int main() {
10    int i, v[5] = {1, 2, 3, 4, 5};
11    soma_um(v, 5);
12    for (i = 0; i < 5; i++)
13        printf("%d ", v[i]);
14    return 0;
15 }
```

No código da esquerda é impresso 1

- A variável **x** de **main** é diferente da variável **x** de **soma_um**

No código da direita é impresso 2 3 4 5 6

- A função altera o conteúdo do vetor
- Entenderemos o motivo disso posteriormente...

Exercício

O Produto de Hadamard de dois vetores u e v é o produto ponto-a-ponto de u e v , isto é, o vetor $(u_1v_1, u_2v_2, \dots, u_nv_n)$.

- a) Escreva um programa completo em C que lê dois vetores de n números inteiros, com $n \leq 100$, armazena o produto de Hadamard destes vetores em um terceiro vetor e imprime esse terceiro vetor.

- b) Modifique o programa para calcular o produto de escalar de dois vetores de tamanho menor ou igual a 100 (dados na entrada).

Solução — Item a)

```
1 #include <stdio.h>
2
3 void le_vetor(int lista[], int n) {
4     printf("Digite %d números\n", n);
5     for (int i = 0; i < n; i++)
6         scanf("%d", &lista[i]);
7 }
8
9 void imprime_vetor(int vetor[], int n) {
10    for (int i = 0; i < n; i++)
11        printf("%d ", vetor[i]);
12    printf("\n");
13 }
14
15 void hadamard(int vetor1[], int vetor2[], int n, int resultado[]) {
16    for (int i = 0; i < n; i++)
17        resultado[i] = vetor1[i] * vetor2[i];
18 }
19
20 int main() {
21     int n, vetor1[100], vetor2[100], resultado[100];
22     printf("Digite o tamanho dos vetores\n");
23     scanf("%d", &n);
24     le_vetor(vetor1, n);
25     le_vetor(vetor2, n);
26     hadamard(vetor1, vetor2, n, resultado);
27     printf("Resultado do produto de Hadamard:\n");
28     imprime_vetor(resultado, n);
29     return 0;
30 }
```

Solução — Item b)

```
1 int soma(int vetor[], int n) {
2     int soma = 0;
3     for (int i = 0; i < n; i++)
4         soma += vetor[i];
5     return soma;
6 }
7
8 int main() {
9     int n, produto, vetor1[100], vetor2[100], resultado[100];
10    printf("Digite o tamanho dos vetores\n");
11    scanf("%d", &n);
12    le_vetor(vetor1, n);
13    le_vetor(vetor2, n);
14    hadamard(vetor1, vetor2, n, resultado);
15    produto = soma(resultado, n);
16    printf("Produto escalar: %d\n", produto);
17    return 0;
18 }
```

Outra opção seria não calcular o produto de Hadamard e já calcular diretamente o produto escalar

- Quais as vantagens e desvantagens de cada abordagem?

Dúvidas?