Processando a Informação: um livro prático de programação independente de linguagem

Rogério Perino de Oliveira Neves

Francisco de Assis Zampirolli

EDUFABC
editora.ufabc.edu.br

Notas de Aulas inspiradas no livro

Utilizando a(s) Linguagem(ns) de Programação:

C

Exemplos adaptados para Correção Automática no Moodle+VPL

Francisco de Assis Zampirolli

10 de setembro de 2022

Sumário

1 Processando a Informação: Cap. 6: Matrizes

Este caderno (Notebook) é parte complementar *online* do livro **Processando a Informação: um livro prático de programação independente de linguagem**, que deve ser consultado no caso de dúvidas sobre os temas apresentados.

> Este conteúdo pode ser copiado e alterado livremente e foi inspirado nesse livro.

1.1 Sumário

- Revisão do capítulo anterior
- Introdução
- Instanciando matrizes
- Acessando elementos de uma matriz
- Formas de percorrer uma matriz
- Aplicações usando matrizes
- Revisão deste capítulo
- Exercícios

1.2 Revisão do capítulo anterior (Vetores)

- Introdução > Vetores são estruturas para armazenar vários elementos de um mesmo tipo de dados em uma única variável.
- Trabalhando com vetores > Cada linguagem possui uma sintaxe própria para declarar e alocar vetores.
- Acessando elementos de um vetor > **ATENÇÃO** para não acessar uma posição do vetor não reservada/alocada, geralmente `<0` e `>=n`.
- Formas de percorrer um vetor > É possível varrer um vetor na forma ***raster*** e ***anti-raster***, também usando diferentes passos, mas geralmente é passo=1.
- Modularização e vetores > Muito útil usar principalmente os módulos de `leiaVetor` e `escrevaVetor`, podendo ser reaproveitados em vários códigos.

- Tudo que foi visto no capítulo anterior de **Vetores** (ou estruturas **unidimensional** ou **1D**) se estende a estrutura de **Matrizes** (ou estruturas **bidimensional** ou **2D)**).

1.3 Introdução

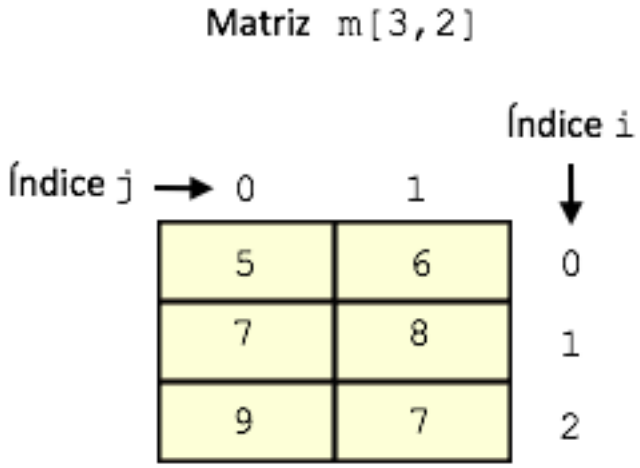
- Existem situações onde é necessário estender a definição de vetor para mais de uma dimensão de dados.
- Por exemplo, uma forma muito utilizada de manipulação de dados é em tabelas.
- Como exemplo, para listar todos os alunos de uma turma e suas notas em uma disciplina,
  - as linhas da tabela podem armazenar a identificação dos alunos na primeira coluna,
  - nas colunas seguintes podem armazenar as notas da prova1, prova2, projeto e, numa última coluna, podem armazenar a nota final do aluno.
- Analogamente a um vetor, em uma matriz cada elemento possui apenas um dado.
- Além disso, na maioria das linguagens de programação, todos os elementos de uma matriz são de um mesmo tipo de dado.
- Um outro exemplo de matrizes muito usado, especialmente com a popularização dos dispositivos móveis como celulares e *tablets*, que comumente trazem câmeras digitais acopladas, ocorre no armazenamento e processamento digital de imagens.
- Mas antes das câmeras digitais, já havia *scanners* e digitalizadores, e uma imagem pode ser representada por uma **matriz** em um computador.
- Veja o conteúdo no ***QRCode*** (imagem=matriz) abaixo usando um aplicativo leitor de QRCode, disponível para *Smartphones* (teste nesta imagem).
- O conteúdo do ***QRCode*** direciona para uma página *web* mostrando uma imagem colorida.
- As imagens coloridas podem ser armazenada em uma estrutura de matriz **tridimensional**, onde cada dimensão armazena uma matriz para uma cor primária (RGB - *Red-Green-Blue* ou vermelhor, verde e azul).

1.4 Instanciando Matrizes

- Nas linguagens MatLab e R, uma matriz é definida com elementos da posição `(1,1)` até a posição `(L, C)`, onde `L` representa o número de linhas e `C` representa o número de colunas de uma matriz.
- Na maioria das linhagens de programação, no entanto, o índice começa no zero, sendo os elementos de uma matriz armazenados da posição `(0,0)` até `(L-1,C-1)`.
- Nos exemplos a seguir são apresentados alguns exemplos de instanciação de matrizes em diferentes linguagens de programação.

1.5 Acessando elementos de uma matriz

- Uma matriz está pronta para se inserir elementos ou se alterar seus dados após instanciada e alocada na memória, em todas as suas dimensões.
- Veja uma forma de visualizar uma matriz 2D na Figura abaixo.



- Essa figura ilustra uma matriz com `3` linhas e `2` colunas.
- Para visualizar seus elementos podemos usar os índices `i` e `j`,
  - com valores para as linhas `0<=i<3` e
  - para as colunas `0<=j<2`.
- Analogamente ao vetor, mas com uma dimensão a mais, a matriz recebe valores para os seus elementos, conforme a seguinte estrutura em pseudocódigo:

```
Instanciar uma matriz m com 3 linhas e 2 colunas
m[0,0] = 5 # linha i=0
m[0,1] = 6
m[1,0] = 7 # linha i=1
m[1,1] = 8
m[2,0] = 9 # linha i=2
m[2,1] = 7
```

1.6 Formas de se percorrer uma matriz

- Analogamente ao vetor, uma matriz, após criada, possui tamanho fixo.
- Geralmente, para cada dimensão da matriz, é recomendado usar uma estrutura de repetição `para`, > com o objetivo de tornar o código mais compacto e genérico para matrizes de quaisquer dimensões.
- Além disso, é natural percorrer (ou varrer) a matriz
  - da linha `i=0` até a linha `i<L`, onde L representa o número de linhas de uma matriz.
  - e da coluna `j=0` até a coluna `j<C`.
- No exemplo a seguir em pseudocódigo, uma matriz `m` é criada com `6` elementos, sendo três linhas e `2` colunas, e os dois laços `para` inicializam todos os seus elementos com o valor 0.

```
Instanciar uma matriz m com 3 linhas e 2 colunas
inteiros L=3, C=2
Para cada i, de i=0; até i<L; passo i=i+1 faça
    Para cada j, de j=0; até j<C; passo j=j+1 faça
        m[i,j] = 0
```

- Existem várias formas de percorrer (ou varrer) uma matriz usando uma estrutura de repetição.
- Por exemplo, é possível percorrer uma matriz
  - do primeiro elemento `m[0,0]` > (convencionando como canto superior esquerdo)
  - até o último elemento `m[L-1,C-1]` > (convencionando como canto inferior direito da matriz),
  - linha por linha, ou coluna por coluna.
- Esse tipo de varredura é chamada ***raster***.
- A varredura inversa é chamada ***anti-raster***, do último elemento inferior direito, até o primeiro elemento superior esquerdo.

1.7 Exemplo 01 - Ler/Escrever matriz

- Analogamente ao que foi feito no capítulo anterior sobre vetores, onde alocamos os vetores em tempo de execução através de métodos, é possível usar modularização para melhorar a organização, manutenção e reaproveitamento de código.
- Aqui é apresentado um método `leiaMatriz` e `escrevaMatriz` genéricos
- Para entrada de dados, ou seja, inserir valores nos elementos alocados na memória para uma matriz.
- Além de saída de dados, para escrever a matriz, linha por linha.

Pseudocódigo Exemplo 01: Considere um algoritmo para: * Ler um inteiro `L` (linhas) representando o número de alunos, * Ler um inteiro `C` representando o número de avaliações. * Considere a primeira coluna o `RA` do aluno, assim `C=C+1`. * Criar uma matriz `m` com dimensões `LxC`. * Ler todos os elementos da matriz. * Escrever todos os

elementos da matriz, formando a saída, linha por linha, por exemplo, para uma matriz com 2 alunos e 3 avaliações, escreva:

```
LISTA DE ALUNOS vs Avaliações:
1234 4 3 9
3456 6 4 8
```

```
Função inteiro m[][] leiaMatriz(inteiro L, inteiro C):
    Instanciar e alocar uma matriz m de Reais com L x C
    Para cada i, de i=0; até i<L; passo i=i+1 faça
        Para cada j, de j=0; até j<C; passo j=j+1 faça
            m[i,j] = leia("Digite um número inteiro:");

Função escrevaMatriz(inteiro m[][], inteiro L, inteiro C):
    Instanciar e alocar uma matriz m de Reais com L x C
    Para cada i, de i=0; até i<L; passo i=i+1 faça
        Para cada j, de j=0; até j<C; passo j=j+1 faça
            escreva(" ", m[i,j]);
        escreva("\n"); // pula linha

// PROGRAMA PRINCIPAL
// ENTRADAS
inteiro L = leia("Digite o numero de alunos:")
inteiro C = leia("Digite o numero de avaliações:")
C = C + 1  // a primeira coluna é o RA
Instanciar uma matriz m com L linhas e C colunas

m = leiaMatriz(L,C)
// PROCESSAMENTO: ?

// SAÍDA
escrevaMatriz(m)
```

Casos para Teste Moodle+VPL Para o professor criar uma atividade VPL no Moodle para este Exemplo 01, basta incluir em `Casos para teste`, o seguinte texto (pode incluir mais casos):

```
case=caso1
input=2
3
1234
4
3
9
3456
6
4
8
output=
```

```
LISTA DE ALUNOS vs Avaliações:
1234 4 3 9
3456 6 4 8
```

[ ]:
```
%%writefile cap6ex01.c
#include <stdio.h>
#include<malloc.h>

int ** leiaMatriz(int L, int C) {
  int **m = (int **)malloc(L*sizeof(int*));
  for (int i = 0; i < L; i++) {
    m[i] = (int *)malloc(C * sizeof(int)); // for each row allocate C␣
 ↪ints
    for (int j = 0; j < C; j++) {
      scanf("%d", &m[i][j]);
    }
  }
  return m;
}

// you must supply the number of rows
void free_matrix(int **m, int L)
{
    // first free each row
    for (int i = 0; i < L; i++) {
         free(m[i]);
    }

    // Eventually free the memory of the pointers to the rows
    free(m);
 }

void escrevaMatriz(int **m, int L, int C) {
  for (int i = 0; i < L; i++) {
   for (int j = 0; j < C; j++) {
      printf("%d\t", m[i][j]);
   }
   printf("\n");
  }
}
int main(void) {
  // ENTRADA DE DADOS
  int L, C, **m;   // variaveis de referência m
  printf("Digite o número de alunos: ");
  scanf("%d", &L);

  printf("Digite o número de avaliações: ");
  scanf("%d", &C);
```

```
  C = C + 1; // a primeira coluna é o RA do aluno

  printf("Digite os elementos da matriz");
  m = leiaMatriz(L,C);

  // PROCESSAMENTO ?

  // SAÍDA DE DADOS
  printf("\nLISTA DE ALUNOS vs Avaliações:\n");
  printf("RA ");
  for (int i = 0; i < C-1; i++) {
    printf("\t%d",(i+1));
  }
  printf("\n");
  escrevaMatriz(m,L,C);
  free_matrix(m,L); // liberar memória alocado com malloc
  return 0;
}
```

[ ]:
```
%%shell
gcc -Wall -std=c99 cap6ex01.c -o output2
./output2
```

1.8 Arquivos

Os arquivos armazenados em disco são considerados como uma sequência de caracteres e podem ser acessados em memória através de um ponteiro para o primeiro caracter do arquivo (texto ou binário), como segue:

```
FILE *fp;
fp = fopen("nomeArquivo.txt", "modo"); // modo é definido a seguir
```

Seguem as principais funções para manipular arquivos da biblioteca `stdio.h`:

Função	Descrição
`fopen()`	Abre arquivo
`fclose()`	Fecha arquivo
`putc()`	Escreve um caracter no arquivo
`fputc()`	Igual `putc()`
`getc()`	Lê um caracter do arquivo
`fgetc()`	Igual `getc()`
`fseek()`	Posiciona o arquivo em um determinado byte
`fprintf()`	Semelhante ao `printf()`, mas para arquivo
`fscanf()`	Semelhante ao `scanf()`, mas para arquivo
`feof()`	Verifica final de arquivo
`ferror()`	Verifica se ocorreu erro
`rewind()`	Posiciona o ponteiro para o início do arquivo

Função	Descrição
`remove()`	Apaga arquivo
`fflush()`	Descarrega o *buffer* do arquivo
`fgets()`	Obtém uma string do arquivo
`fread()`	Lê um bloco de dados do arquivo
`fwrite()`	Escreve um bloco de dados no arquivo
`ftell()`	Retorna a posição do ponteiro

Modo	**Arquivo**	**Função**
r	Texto	Leitura
w	Texto	Escrita em arquivo novo
a	Texto	Escrita em arquivo existente
r+	Texto	Leitura/Escrita
w+	Texto	Leitura/Escrita
a+	Texto	Leitura/Escrita
rb	Binário	Leitura
wb	Binário	Escrita
ab	Binário	Escrita
r+b	Binário	Leitura/Escrita
w+b	Binário	Leitura/Escrita
a+b	Binário	Leitura/Escrita

Exemplo para criar um arquivo texto.

[7]:
```
%%writefile cap6ex02.c
#include <stdio.h>

int main() {
  char* filename = "teste.txt";

  FILE* fp = fopen(filename, "w"); // Cria arquivo para escrita
  if (fp == NULL) {
    printf("Erro ao abrir o arquivo: %s\n", filename);
    return -1;
  }

  for (int i = 0; i < 10; i++)
    fprintf(fp, "Linha %02d\n", i + 1); // Escrever algo no arquivo

  fclose(fp); // fecha arquivo

  return 0;
}
```

[8]:
```
%%shell
gcc -Wall -std=c99 cap6ex02.c -o output2
```

```
./output2
cat teste.txt
```

Exemplo para ler um arquivo texto.

[9]:
```
%%writefile cap6ex03.c
#include <stdio.h>

int main() {
  char* filename = "teste.txt", ch;

  FILE* fp;
  fp = fopen(filename, "r"); // Cria arquivo para escrita
  if (fp == NULL) {
    printf("Erro ao abrir o arquivo: %s\n", filename);
    return -1;
  }

  while ((ch = fgetc(fp)) != EOF) { // Lê arquivo
    printf("%c", ch); // caracter por caracter
  }

  fclose(fp); // fecha arquivo

  return 0;
}
```

[10]:
```
%%shell
gcc -Wall -std=c99 cap6ex03.c -o output3
./output3
```

1.9 Exercícios

Ver notebook Colab nos arquivos `cap6.partX.lab.*.ipynb` (`X` ∈ `[2,3,4,5]` e `*` é a extensão da linguagem), utilizando alguma linguagem de programação de sua preferência, onganizadas em subpastas contidas em `"gen"`, na pasta do Google Drive colabs.

1.10 Atividades no Moodle+VPL

Algumas atividades no Moodle+VPL pedem como entradas matrizes de inteiros (ou reais), **armazenados em várias linhas**. Exemplo de entrada a ser lida:

1.10.1 Entrada de Dados (cada linha contem um texto ou *string* com elementos da linha da matriz e vários espaços “”):

```
0 9 3 6 9 8 4 5 4
8 1 2 3 5 2 9 9 6
4 1 1 0 9 9 8 2 7
```

```
5 2 8 4 6 6 0 8 0
4 7 6 4 3 9 3 3 5
2 6 0 4 0 7 5 5 2
9 8 4 8 4 7 1 4 3
```

Para não ter que incluir várias entradas inteiras, a melhor solução é fazer um método de leitura, passando como argumento um texto (*string*) com várias linhas. O final de cada linha é definido por `\n` e o final da matriz deve ser uma linha em branco com apenas `\n`. Esse método deve retornar a matriz.

1.11 Revisão deste capítulo de Vetores

- Introdução
- Instanciando matrizes
- Acessando elementos de uma matriz
- Formas de percorrer uma matriz
- Aplicações usando matrizes
- Exercícios
- Revisão deste capítulo de Vetores