Programação de Computadores II

Cap. 6 – Matrizes

Livro: Waldemar Celes, Renato Cerqueira, José Lucas Rangel. Introdução a Estruturas de Dados, Editora Campus (2004)

Slides adaptados dos originais dos profs.: Marco Antonio Casanova e Marcelo Gattass (PUC-Rio)

Referências

Waldemar Celes, Renato Cerqueira, José Lucas Rangel, *Introdução a Estruturas de Dados*, Editora Campus (2004)

Capítulo 6 – Matrizes

Tópicos

- Alocação estática versus dinâmica
- Vetores bidimensionais – matrizes
- Matrizes dinâmicas
- Operações com matrizes
- Representação de matrizes simétricas

Alocação Estática versus Dinâmica

- Alocação estática de vetor:
  - é necessário saber de antemão a dimensão máxima do vetor
  - variável que representa o vetor armazena o endereço ocupado pelo primeiro elemento do vetor
  - vetor declarado dentro do corpo de uma função não pode ser usado fora do corpo da função

```
#define N 10
int v[N];
```


Alocação Estática versus Dinâmica

- Alocação dinâmica de vetor:
  - dimensão do vetor pode ser definida em tempo de execução
  - variável do tipo ponteiro recebe o valor do endereço do primeiro elemento do vetor
  - área de memória ocupada pelo vetor permanece válida até que seja explicitamente liberada (através da função free)
    - vetor alocado dentro do corpo de uma função pode ser usado fora do corpo da função, enquanto estiver alocado

```
int* v;
…
v = (int*) malloc(n * sizeof(int));
```


Alocação Estática versus Dinâmica

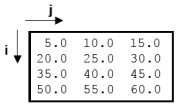
- Função “realloc”:
  - permite re-alocar um vetor preservando o conteúdo dos elementos, que permanecem válidos após a re-alocação
  - Exemplo:
    - m representa a nova dimensão do vetor

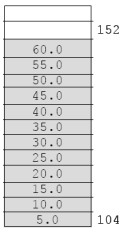
```
v = (int*) realloc(v, m*sizeof(int));
```

Vetores Bidimensionais - Matrizes

- Vetor bidimensional (ou matriz):

```
float m[4][3] = {{ 5.0,10.0,15.0},
                 {20.0,25.0,30.0},
                 {35.0,40.0,45.0},
                {50.0,55.0,60.0}};
```





7

```
#include <stdio.h>

int main (void)
{
       int ms[2][3]={{1,2,3}, {4,5,6} };
       int i,j;

       printf("Matrix:\n");
       for (i=0; i<2; i++) {
             for (j=0; j<3; j++)
                   printf("%d  ",ms[i][j]);
             printf("\n");
       }
       return 0;
}
```

```
Matrix:
1 2 3
4 5 6
Press any key to continue
```

8

Vetores Bidimensionais - Matrizes

- Vetor bidimensional (ou matriz):
  - declarado estaticamente
  - elementos acessados com indexação dupla m[i][j]
    - i acessa a linha e j acessa a coluna
    - indexação começa em zero:
      - m[0][0] é o elemento da primeira linha e primeira coluna
  - variável representa um ponteiro para o primeiro "vetor-linha"
  - matriz também pode ser inicializada na declaração

9

```
#include <stdio.h>

void showMat2x3(int a[2][3])
{
       int i,j;
       printf("Matrix:\n");
       for (i=0; i<2; i++) {
             for (j=0; j<3; j++)
                   printf("%d  ",a[i][j]);
             printf("\n");
       }
}

int main (void)
{
       int ms[2][3]={{1,2,3}, {4,5,6} };

       showMat2x3(ms);
       return 0;
}
```

10

```
#include <stdio.h>

void showMat2x3(int a[][3])
{
       int i,j;
       printf("Matrix:\n");
       for (i=0; i<2; i++) {
             for (j=0; j<3; j++)
                   printf("%d  ",a[i][j]);
             printf("\n");
       }
}

int main (void)
{
       int ms[2][3]={{1,2,3}, {4,5,6} };

       showMat2x3(ms);
       return 0;
}
```

11

```
#include <stdio.h>

void showMat2x3(int (*a)[3])
{
       int i,j;
       printf("Matrix:\n");
       for (i=0; i<2; i++) {
             for (j=0; j<3; j++)
                   printf("%d  ",a[i][j]);
             printf("\n");
       }
}

int main (void)
{
       int ms[2][3]={{1,2,3}, {4,5,6} };

       showMat2x3(ms);
       return 0;
}
```

12

```c
#include <stdio.h>

typedef int Matrix3[3][3];

void showMatrix3(Matrix3 a)
{
       int i,j;
       printf("Matrix:\n");
       for (i=0; i<3; i++) {
              for (j=0; j<3; j++)
                     printf("%d  ",a[i][j]);
              printf("\n");
       }
}

int main (void)
{
       Matrix3 ms={{1,2,3}, {4,5,6}, {7,8,9} };

       showMatrix3(ms);
       return 0;
}
```

```
Matrix:
1 2 3
4 5 6
7 8 9
Press any key to continue
```

Vetores Bidimensionais - Matrizes

- Passagem de matrizes para funções:

declaração da matriz na função principal:

float mat[4][3];

protótipo da função (opção 0): parâmetro declarado como matriz

void f (..., float mat[4][3], ...);

protótipo da função (opção 1): parâmetro declarado como "vetor-linha"

void f (..., float (*mat)[3], ...);

protótipo da função (opção 2): parâmetro declarado como matriz, omitindo o número de linhas

void f (..., float mat[ ][3], ...);

Matrizes Dinâmicas

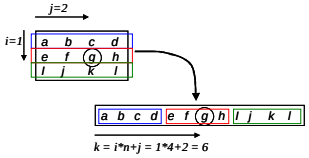
- Limitações:
  - alocação estática de matriz:
    - é necessário saber de antemão suas dimensões
  - alocação dinâmica de matriz:
    - C só permite alocação dinâmica de conjuntos unidimensionais
    - é necessário criar abstrações conceituais com vetores para representar matrizes (alocadas dinamicamente)

Matrizes Dinâmicas

- Matriz representada por um vetor simples:
  - conjunto bidimensional representado em vetor unidimensional
    - estratégia:
      - primeiras posições do vetor armazenam elementos da primeira linha
      - seguidos dos elementos da segunda linha, e assim por diante
    - exige disciplina para acessar os elementos da matriz

Matrizes Dinâmicas

- Matriz representada por um vetor simples (cont.):
  - matriz mat com n colunas representada no vetor v:
    - mat[i][j] mapeado em v[k] onde k = i * n + j



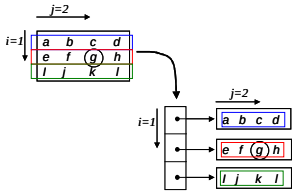
Matrizes Dinâmicas

- Matriz representada por um vetor simples (cont.):
  - mat[i][j] mapeado em v[i * n + j]

```c
float *mat;        /* matriz m x n representada por um vetor */
...
mat = (float*) malloc(m*n*sizeof(float));
```

Matrizes Dinâmicas

- Matriz representada por um vetor de ponteiros:
  - cada elemento do vetor armazena o endereço do primeiro elemento de cada linha da matriz




```
float **allocMatrix(int m, int n)
{
        float **a;
        int i;

        a = (float **) malloc(m*sizeof(float *));
        if (a==NULL) exit(1);

        for (i=0;i<m;i++) {
                a[i]= (float*) malloc(n*sizeof(float));
                if (a[i]==NULL) exit(1);
        }
        return a;
}
```



```
float **freeMatrix(float **a,int m){
        if (a!=NULL) {
                int i;
                for (i=0;i<m;i++)
                        if(a[i]!=NULL) free(a[i]);
        }
        free(a);
    return NULL;
}
```



```
void showMatrix(char * title, float **a, int m, int n)
{
        int i,j;
        printf("%s",title);
        for (i=0;i<m;i++){
                for (j=0;j<n;j++)
                        printf("%12.6f ", a[i][j]);
                printf("\n");
        }
        printf("\n");
}
```



```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
...
int main( )
{
        float ** md = allocMatrix(2,3);
        int i,j;

        for (i=0; i<2; i++)
                for (j=0; j<3; j++)
                        md[i][j]=(float) (i*3+j);

        showMatrix("Matriz md:",md,2,3);
        md=freeMatrix(md,2);
        return 0;
}
```

```
Matriz md:
   0.000000    1.000000    2.000000
   3.000000    4.000000    5.000000
Press any key to continue
```

Operações com Matrizes

- Exemplo – função transposta:
  - entrada: mat matriz de dimensão n x m (n = lin; m = col)
  - saída: trp transposta de mat, alocada dinamicamente
    - Q é a *matriz transposta* de M se e somente se *Qij* = *Mji*
- Solução 1: matriz alocada como vetor simples
- Solução 2: matriz alocada como vetor de ponteiros

```c
/* Solução 1: matriz alocada como vetor simples */
float* transposta (int n, int m, float* mat)
{
   int i, j;
   float* trp;

   /* aloca matriz transposta com n linhas e m colunas */
   trp = (float*) malloc(n*m*sizeof(float));

   /* preenche matriz */
   for (i=0; i<n; i++)
      for (j=0; j<m; j++)
         trp[ j*m+i ] = mat[ i*m+j ];

   return trp;
}
```



```c
/* Solução 2: matriz alocada como vetor de ponteiros */
float** transposta (int n, int m, float** mat)
{
   int i, j;
   float** trp;

   /* aloca matriz transposta com n linhas e m colunas */
   trp = (float**) malloc(n*sizeof(float*));
   for (i=0; i<n; i++)
      trp[i] = (float*) malloc(m*sizeof(float));

   /* preenche matriz */
   for (i=0; i<n; i++)
      for (j=0; j<m; j++)
         trp[ j ] [ i ] = mat[ i ][ j ];

   return trp;
}
```


Exercício

- Suponha uma matriz com n linhas e n números reais em cada linha, cada um dos valores representando o custo de comprar uma passagem da cidade i para a cidade j.
- Escreva uma função que recebe um vetor de índices (representando as cidades) e a matriz de custos e retorna o custo para passar por todas as cidades e retornar à cidade inicial.
- Escreva uma função main que utilize e teste essa função.


```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

float calcula_custo(int k, int* cidades, float** custos) {
  int i;
  float custo;
  custo = 0.0;
  for (i = 0; i < k-1; i++) {
    custo += custos[i][i+1];
  }
  if (k > 0) {
    custo += custos[k-1][0];
  }
  return custo;
}
```



```c
int main(void) {
  float** custos; int cidades[3]; int i, n; float custo;
  n = 3;
  custos = (float **)malloc(n*sizeof(float *));
  if (custos == NULL)  exit(1);
  for (i = 0; i < n; i++) {
    custos[i]= (float*)malloc(n*sizeof(float));
    if (custos[i] == NULL) exit(1);
  }
  custos[0][0] = 0.0;  custos[0][1] = 250.0;   custos[0][2] = 100.0;
  custos[1][0] = 300.0;  custos[1][1] = 0.0;   custos[1][2] = 500.0;
  custos[2][0] = 120.0; custos[2][1] = 750.0;   custos[2][2] = 0.0;
  cidades[0] = 0; cidades[1] = 1; cidades[2] = 2;
  custo = calcula_custo(n, cidades, custos);
  printf("custo total: %f\n", custo);
  return 0;
}
```


Resumo

Matriz representada por vetor bidimensional estático:
elementos acessados com indexação dupla m[i][j]

Matriz representada por um vetor simples:
conjunto bidimensional representado em vetor unidimensional

Matriz representada por um vetor de ponteiros:
cada elemento do vetor armazena o endereço
do primeiro elemento de cada linha da matriz

Função adicional para gerência de memória:
realloc permite re-alocar um vetor preservando o conteúdo dos elementos, que permanecem válidos após a re-alocação