

TAD: Tipo Abstrato de Dados (parte 2)

Baseado no material de Thiago A. S. Pardo

SCC-502 – Algoritmos e Estruturas de Dados I

Debora Medeiros

Modularização em C

- Programa em C pode ser dividido em vários arquivos
 - Arquivos fonte com extensão **.c**
 - Denominados de módulos
- Cada módulo deve ser compilado separadamente
 - Para tanto, usa-se um **compilador**
 - Resultado: **arquivos objeto** não executáveis
 - Arquivos em linguagem de máquina com extensão **.o** ou **.obj**
- Arquivos objeto devem ser juntados em um **executável**
 - Para tanto, usa-se um **ligador** ou **link-editor**
 - Resultado: um único arquivo em linguagem de máquina
 - Usualmente com extensão **.exe**

2

Modularização em C

- Módulos são muito úteis para construir bibliotecas de funções inter-relacionadas. Por exemplo:
 - Módulos de funções matemáticas
 - Módulos de funções para manipulação de strings
 - etc
- Em C, é preciso **listar no início de cada módulo aquelas funções de outros módulos** que serão utilizadas:
 - Isso é feito através de uma lista denominada **cabeçalho**
- **Exemplo:** considere um arquivo STR.c contendo funções para manipulação de strings, dentre elas:
 - **int** comprimento (**char*** str)
 - **void** copia (**char*** dest, **char*** orig)
 - **void** concatena (**char*** dest, **char*** orig)

3

Modularização em C

- **Exemplo (cont):** Qualquer módulo que utilizar essas funções deverá incluir no início o cabeçalho das mesmas, como abaixo.

```
/* Programa Exemplo.c */
#include <stdio.h>
int comprimento (char* str);
void copia (char* dest, char* orig);
void concatena (char* dest, char* orig);
int main (void) {
    char str[101], str1[51], str2[51];
    printf("Entre com uma seqüência de caracteres: ");
    scanf(" %50s[^\n]", str1);
    printf("Entre com outra seqüência de caracteres: ");
    scanf(" %50s[^\n]", str2);
    copia(str, str1); concatena(str, str2);
    printf("Comprimento total: %d\n", comprimento(str));
    return 0; }
```

4

Modularização em C

- **Exemplo (cont):**
 - A partir desses dois fontes (Exemplo.c e STR.c), podemos gerar um executável compilando cada um separadamente e depois ligando-os
 - Por exemplo, com o compilador Gnu C (gcc) utilizaríamos a seguinte seqüência de comandos para gerar o arquivo executável Teste.exe:

```
> gcc -c STR.c
> gcc -c Exemplo.c
> gcc -o Teste.exe STR.o Exemplo.o
```
- **Questão:**
 - É preciso inserir manualmente e individualmente todos os cabeçalhos de todas as funções usadas por um módulo?
 - E se forem muitas e de diferentes módulos?

5

Modularização em C

- **Solução**
 - **Arquivo de cabeçalhos** associado a cada módulo, com:
 - cabeçalhos das funções oferecidas pelo módulo e,
 - eventualmente, os tipos de dados que ele **exporta**
 - typedefs, structs, etc.
 - Segue o mesmo nome do módulo ao qual está associado
 - porém com a **extensão .h**
- **Exemplo:**
 - Arquivo STR.h para o módulo STR.c do exemplo anterior
 - Como seria o STR.h?
 - E o Exemplo.c?

6

Modularização em C

```
/* Arquivo STR.h */

/* Função comprimento:
   Retorna o no. de caracteres da string str */
int comprimento (char* str);

/* Função copia:
   Copia a string orig para a string dest */
void copia (char* dest, char* orig);

/* Função concatena:
   Concatena a string orig na string dest */
void concatena (char* dest, char* orig);
```

7

Modularização em C

- O programa Exemplo.c pode então ser reescrito como:

```
/* Programa Exemplo.c */
#include <stdio.h> /* Módulo da Biblioteca C Padrão */
#include "STR.h" /* Módulo Próprio */
int main (void) {
    char str[101], str1[51], str2[51];
    printf("Entre com uma seqüência de caracteres: ");
    scanf("%50s[^\n]", str1);
    printf("Entre com outra seqüência de caracteres: ");
    scanf("%50s[^\n]", str2);
    copia(str, str1); concatena(str, str2);
    printf("Comprimento total: %d\n", comprimento(str));
    return 0; }
```

Nota: O uso dos delimitadores <> e "" indica onde o compilador deve procurar os arquivos de cabeçalho, na biblioteca interna (<>) ou no diretório indicado ("*" - default se ausente).

8

TADs em C

- Módulos podem ser usados para definir um **novo tipo de dado** e o **conjunto de operações** para manipular dados desse tipo:
 - Tipo Abstrato de Dados (TAD)
- Definindo um tipo *abstrato*, pode-se “esconder” a implementação
 - Quem usa o tipo abstrato precisa apenas conhecer a funcionalidade que ele implementa, não a forma como ele é implementado
 - Facilita manutenção e re-uso de códigos, entre outras vantagens

9

TADs em C: Exemplo

```
/* TAD: Matriz m por n */

/* Tipo Exportado */
typedef struct matriz Matriz;

/* Funções Exportadas */
/* Função cria - Aloca e retorna matriz m por n */
Matriz* cria (int m, int n);
/* Função libera - Libera a memória de uma matriz */
void libera (Matriz* mat);

/* Continua... */
```

Arquivo matriz.h

10

TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */

/* Função acessa - Retorna o valor do elemento [i][j] */
float acessa (Matriz* mat, int i, int j);

/* Função atribui - Atribui valor ao elemento [i][j] */
void atribui (Matriz* mat, int i, int j, float v);

/* Função linhas - Retorna o no. de linhas da matriz */
int linhas (Matriz* mat);

/* Função colunas - Retorna o no. de colunas da matriz */
int colunas (Matriz* mat);
```

Arquivo matriz.h

11

TADs em C: Exemplo

```
#include <stdlib.h> /* malloc, free, exit */
#include <stdio.h> /* printf */
#include "matriz.h"

struct matriz {
    int lin;
    int col;
    float* v;
};

void libera (Matriz* mat){
    free(mat->v);
    free(mat);
}
```

Deve estar incluído no .c correspondente

Arquivo matriz.c

12

TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */  
  
Matriz* cria (int m, int n) {  
    Matriz* mat = (Matriz*) malloc(sizeof(Matriz));  
    if (mat == NULL) {  
        printf("Memória insuficiente!\n");  
        exit(1);  
    }  
    mat->lin = m;  
    mat->col = n;  
    mat->v = (float*) malloc(m*n*sizeof(float));  
    return mat;  
}
```

Arquivo matriz.c

13

TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */  
  
float acessa (Matriz* mat, int i, int j) {  
    int k; /* índice do elemento no vetor */  
    if (i<0 || i>=mat->lin || j<0 || j>=mat->col) {  
        printf("Acesso inválido!\n");  
        exit(1);  
    }  
    k = i*mat->col + j;  
    return mat->v[k];  
}  
  
int linhas (Matriz* mat) {  
    return mat->lin;  
}
```

Arquivo matriz.c

14

TADs em C: Exemplo

```
/* Continuação... */  
  
void atribui (Matriz* mat, int i, int j, float v) {  
    int k; /* índice do elemento no vetor */  
    if (i<0 || i>=mat->lin || j<0 || j>=mat->col) {  
        printf("Atribuição inválida!\n");  
        exit(1);  
    }  
    k = i*mat->col + j;  
    mat->v[k] = v;  
}  
  
int colunas (Matriz* mat) {  
    return mat->col;  
}
```

Arquivo matriz.c

15

Programa cliente – que usa o TAD

```
#include <stdio.h>  
#include <stdlib.h>  
#include "matriz.h"  
  
int main(int argc, char *argv[])  
{  
    float a,b,c,d;  
    Matriz *M;  
  
    // criação de uma matriz  
    M = cria(5,5);  
  
    // inserção de valores na matriz  
    atribui(M,1,2,40);  
    atribui(M,2,3,3);  
    atribui(M,3,0,15);  
    atribui(M,4,1,21);  
}
```

Programa cliente – que usa o TAD

```
/* Continuação... */  
  
// verificando se a inserção foi feita corretamente  
a = acessa(M,1,2);  
b = acessa(M,2,3);  
c = acessa(M,3,0);  
d = acessa(M,4,1);  
  
printf ("M[1][2]: %4.2f \n", a);  
printf ("M[2][3]: %4.2f \n", b);  
printf ("M[3][0]: %4.2f \n", c);  
printf ("M[4][1]: %4.2f \n", d);  
  
system("PAUSE");  
return 0;  
}
```

Exercício: TAD Conjuntos (SET)

- Um **conjunto** é uma coleção de membros (ou elementos); cada membro ou é um conjunto ou um elemento primitivo chamado de átomo.
- Todos os membros são diferentes: nenhum conjunto contém 2 cópias do mesmo elemento.
- Ex:
{1,4} ok
{1,4,1} não ok

18

Operações básicas: união, intersecção e diferença

- Se A e B são conjuntos, então $A \cup B$ é o conjunto de elementos que são membros de A ou de B ou de ambos
- Se A e B são conjuntos, então $A \cap B$ é o conjunto de elementos que estão em A e em B
- Se A e B são conjuntos, então $A - B$ é o conjunto de elementos em A que não estão em B
- Exemplo: $A = \{a,b,c\}$ $B = \{b,d\}$
 $A \cup B =$
 $A \cap B =$
 $A - B =$

19

Operações básicas: união, intersecção e diferença

- Se A e B são conjuntos, então $A \cup B$ é o conjunto de elementos que são membros de A ou de B ou de ambos
- Se A e B são conjuntos, então $A \cap B$ é o conjunto de elementos que estão em A e em B
- Se A e B são conjuntos, então $A - B$ é o conjunto de elementos em A que não estão em B
- Exemplo: $A = \{a,b,c\}$ $B = \{b,d\}$
 $A \cup B = \{a,b,c,d\}$
 $A \cap B = \{b\}$
 $A - B = \{a,c\}$

20

Conjuntos em C

- Como implementar um conjunto em C?

21

Conjuntos em C

- Como implementar um conjunto em C?

```
# define N 100 //por exemplo, conjunto que tem números de 1 a 100  
int conjunto[N]; //conjunto[i]=1 se i está no conjunto; 0, caso contrário
```

22

Operações?

23

Operações usuais

- União(A,B,C)
- Intersecção(A,B,C)
- Diferença(A,B,C)
- Membro(x,A)
- Cria_Conj_Vazio(A)
- Insere(x,A)
- Remove(x,A)
- Atribui(A,B)
- Min(A)
- Max(A)
- Igual(A,B)

24

Definição das operações

- União(A,B,C): toma os argumentos A e B que são conjuntos e retorna $A \cup B$ à variável C
- Intersecção(A,B,C): toma os argumentos A e B que são conjuntos e retorna $A \cap B$ à variável C
- Diferença(A,B,C): toma os argumentos A e B que são conjuntos e retorna $A - B$ à variável C
- Membro(x,A): toma o conjunto A e o objeto x cujo tipo é o tipo do elemento de A e retorna um valor booleano – true se $x \in A$ e false caso contrário
- Cria_Conj_Vazio(A): faz o conjunto vazio ser o valor para a variável conjunto A

25

Definição das operações

- Insere(x,A): toma o conjunto A e o objeto x cujo tipo é o tipo do elemento de A e faz x um membro de A. O novo valor de $A = A \cup \{x\}$. Se x já é um membro de A, então a operação insere não muda A
- Remove(x,A): remove o objeto x, cujo tipo é o tipo do elemento de A, de A. O novo valor de $A = A - \{x\}$. Se x não pertence a A então a operação remove não altera A

26

Definição das operações

- Atribui(A,B): Seta o valor da variável conjunto A = ao valor da variável conjunto B
- Min(A): retorna o valor mínimo no conjunto A. Por exemplo: $\text{Min}(\{2,3,1\}) = 1$ e $\text{Min}(\{'a','b','c'\}) = 'a'$
- Max(A): Similar a Min(A) só que retorna o máximo do conjunto
- Igual(A,B): retorna true se e somente se os conjuntos A e B consistem dos mesmos elementos

27

Exercício

- Em duplas, implemente em C o TAD conjunto de números inteiros
 - Use um arquivo .h

28

TADs em C: Exemplo

```
/* TAD: conjunto*/
/* Tipo Exportado */
typedef struct conjunto Conjunto;
/* Funções Exportadas */
/* Função união - Une os elementos do conjunto A e B em um
conjunto C. Retorna 1 se a operação for bem sucedida e 0 caso
contrario */
int uniao (Conjunto *A, Conjunto *B, Conjunto *C);
/* Função Intersecção - Armazena em C os mesmos elementos que
estão no conjunto A e B*/
void interseccao (Conjunto *A, Conjunto *B, Conjunto *C);
/* Função libera - Libera a memória de um conjunto */
void libera (Conjunto *A);
//Continua...
```

29

Arquivo conjunto.h