Tipo Abstrato de Dados

Estrutura de Dados
Prof. Anselmo C. de Paiva
Dep. de Informática

Tipo Abstrato de Dados - TAD

- Estrutura de dados e coleção de funções que operam sobre essa estrutura
  - Especifica o tipo de dado (domínio e operações) sem referência a detalhes da implementação
  - Minimiza código do programa que usa detalhes de implementação
    - Mais liberdade para mudar implementação com menor impacto nos programas
    - Minimiza custos
- Programas que usam o TAD não “conhecem” as implementações dos TADs
  - Usam TAD através de operações → Interface do TAD

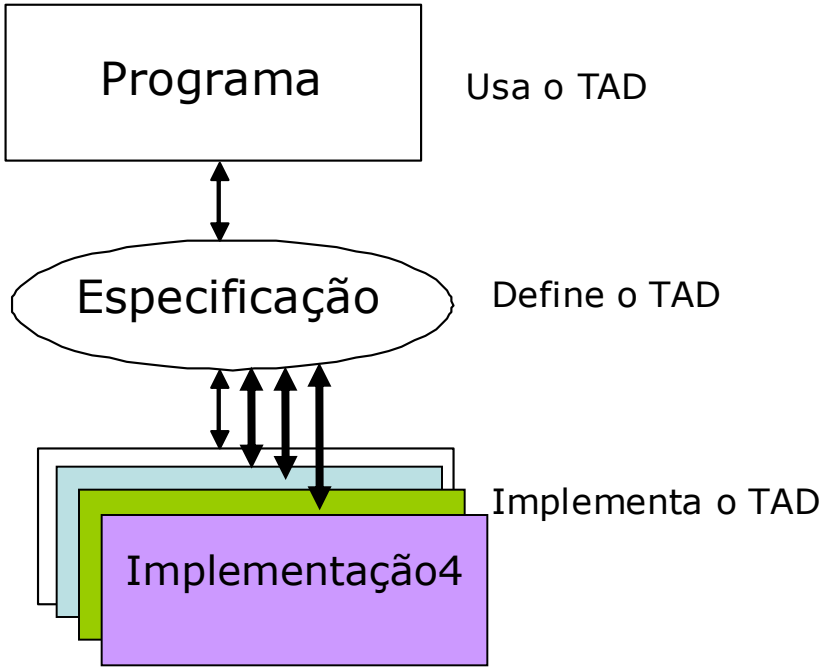
Tipo Abstrato de Dados

- Exemplo:
  - Programas sempre manuseiam coleções de itens (Analogia: Cofo de caranguejo)
  - Operações:
    - Criar → cria uma nova coleção
    - Inserir → adiciona um novo item à coleção
    - Remover → retira um item da coleção
    - Buscar → encontra um item na coleção atendendo algum critério
    - Destroir → Destroi a coleção

Resumindo (TAD)

- Especifica tudo que se precisa saber para usar um determinado tipo de dado
- Não faz referência à maneira com a qual o tipo de dado será (ou é) implementado
- Programas que usam TAD ficam divididos em:
  - Programas usuários: A parte que usa o TAD
  - Implementação: A parte que implementa o TAD

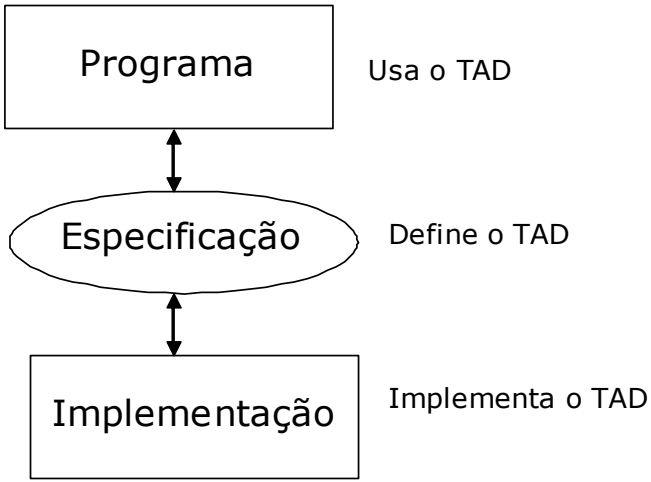
Resumindo (TAD)



Especificação do TAD

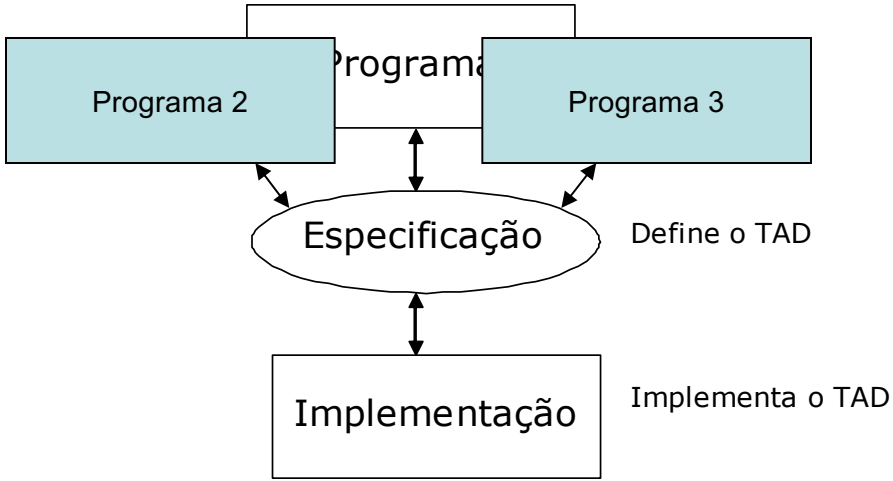
- Definir para cada operação:
  - Inputs, outputs
    - valores de entrada e a saída da operação
  - Pré-condições
    - Propriedades dos inputs que são assumidas pela operações
  - Pós-condições
    - Efeitos causados como resultado da execução da operação
  - Invariantes
    - Propriedades que devem ser sempre verdadeiras
      - antes,
      - durante
      - após

Software em Camadas



- Camadas de software são independentes
- Modificações na implementação do TAD não geram (grandes) mudanças no programa

Software em Camadas



- Abordagem também permite o reuso de código
- Mesma implementação pode ser usada por vários programas

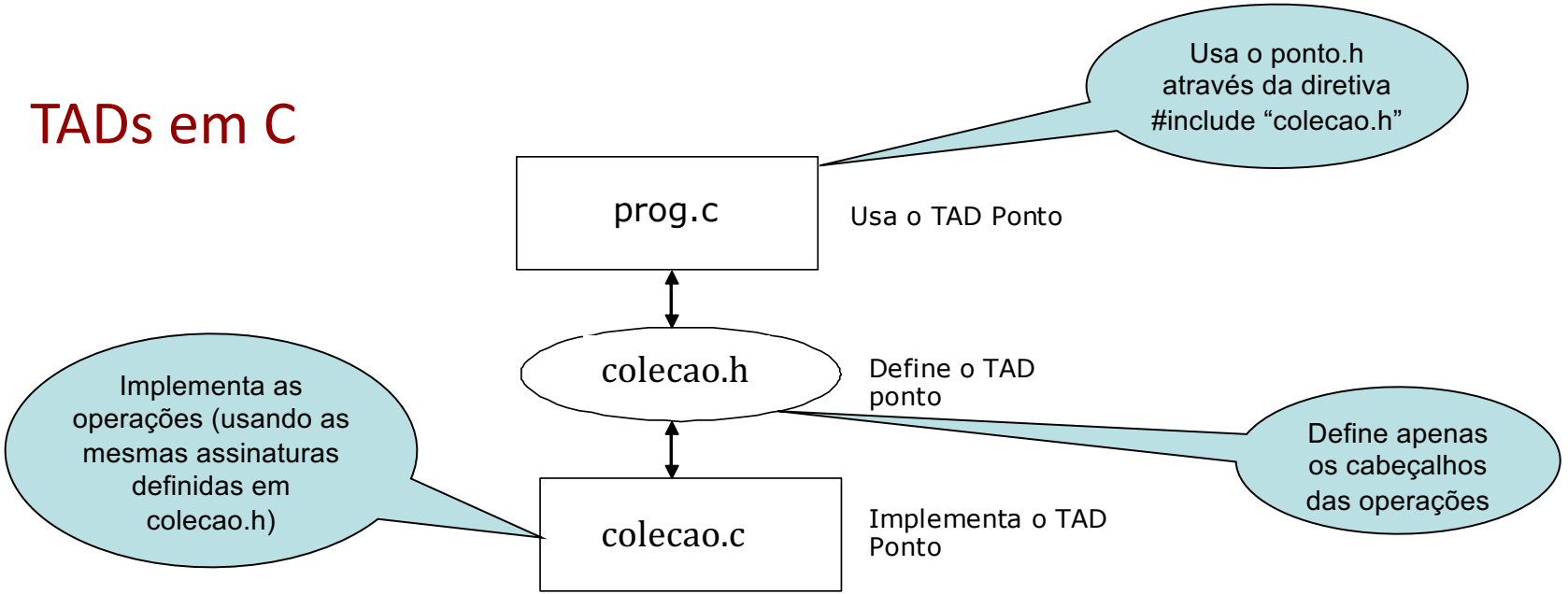
TADs em C

- Linguagem C oferece mecanismos para especificação e uso de TADs:
  - Mecanismos de modularização de programas
- Especificação do TAD
  - arquivo cabeçalho (.h)
    - protótipos das operações
  - Usar a #include para incluir o arquivo .h.
  - Inclui o arquivo antes da compilação
- Os diferentes módulos são incluídos em um único programa executável na “ligação”

TADs em C

- Exemplo:
  - TAD Colecao no arquivo colecao.h
  - Implementação do tipo ponto no arquivo colecao.c
  - Módulo que usa a implementação do ponto é prog.c
    - #include “colecao.h”
    - Inclui o cabeçalho na pré-compilação (chamado pré-processamento)

TADs em C



- **Compilação**
  - **gcc –c colecao.c**
  - **gcc –c colecao.c**
- **Linkagem**
  - **gcc –o prog.exe colecao.o prog.o**

Abstração e Encapsulamento

- Abstração
  - “habilidade de concentrar nos aspectos essenciais de um contexto qualquer, ignorando características menos importantes ou acidentais”
    - Definição de TAD
      - concentra nos aspectos essencias do tipo de dado (operações) e abstrai como ele foi implementado
- Encapsulamento
  - “Consiste na separação de aspectos internos e externos de um objeto”.
  - TAD provê mecanismo de encapsulamento de um tipo de dado
    - separação
      - aspecto externo → Interface
      - implementação (aspecto interno)

Colecao – Conjunto Dinâmico

- conjuntos
  - fundamentais para a ciência da computação
- conjuntos dinâmicos (Cormen,2002)
  - Conjuntos manipulados por programas que podem crescer, encolher ou sofrer outras mudanças ao longo do tempo
- Elementos de um conjunto dinâmico
  - cada elemento é representado por um objeto cujos campos podem ser examinados e manipulados se tivermos um ponteiro para ele
  - um dos campos do elemento é um campo de chave de identificação.
  - Se as chaves são todas diferentes temos um conjunto de valores de chaves
  - Se chaves são extraídas de um conjunto totalmente ordenado
    - Pode ser definido: elemento mínimo, próximo elemento, elemento maior que um dado elemento

Colecao – Conjunto Dinâmico - Operações

- Consultas : simplesmente retornam informações
  - Busca(S,k)
    - retorna um ponteiro x para um elemento em S tal que chaue[x] = k, ou NULL
  - Minimo(S)
    - retorna o elemento de S com a menor chave.
  - Maximo (S)
    - retorna elemento de S com a maior chave.
  - Sucessor(S,x)
    - retorna o maior elemento seguinte em S, ou NIL se x é o elemento Máximo
  - Predecessor(S,x)
    - retorna o menor elemento seguinte em S, ou NIL se x é o elemento mínimo.
- Modificação: alteram o conjunto
  - Insere(S,x)
    - aumenta o conjunto S com o elemento x.
  - Remove (S,x)
    - remove x de S

TAD Coleção

- Coleção pode ser implementada em uma linguagem de programação com:
  - Declaração de tipo

    typedef struct _colecao_ Colecao;
  - Conjunto de funções representando as operações

    Colecao *colCriar(int maxItems, int itemSize);

    int colInserir(Colecao *c, int item);

    int colRetirar(Colecao *c, int item);

    int colBuscar(Coleca *c, int chave);
    - ficam no arquivo de cabeçalho (header) *colecao.h*
    - incluído em todos os arquivos que utilizarem o TAD
- Não sabemos como esta implementada a coleção
  - apenas sabemos sua especificação.

Coleção.h

```
/*-------------------------------------------------
 Colecao.h
Arquivo com a especificação para o TAD Colecao,
 tipo de dado para  uma coleção de inteiros
Exemplo do curso: Estrutura de Dados
---------------------------------------------------
 Autor:  Anselmo Cardoso de Paiva (ACP)
                        September/2000
-------------------------------------------------*/
#ifndef __COLECAO_H
#define __COLECAO_H
/*-------------------------------------------------
 Definicoes locais
-------------------------------------------------*/
typedef struct _colecao_ Colecao;
/*-------------------------------------------------
 Funcoes que implementam as operacoes do
 TAD ColecaoInt
-------------------------------------------------*/
```

```
/*    Cria um novo TAD ColecaoInt
   Pre-condicao: max_items > 0
   Pos-condicao: retorna um ponteiro para uma novo
    TAD ColecaoInt vazio*/
Colecao *colCriar( int max_itens );
/*  Adiciona um item na Collecao
 Pre-condicao : (c é um TAD Colecao criado por uma chamada a colCriar)
e  (o TAD Colecao nao esta cheio) e   (item != NULL)
   Pos-condicao: item foi adicionado ao TAD c */
int colInserir( Colecao *c, int item );
/*  Retira um item da colecao
   Pre-condicao: (c é um TAD Colecao criado por uma chamada a  colCriar)
e && (existe pelo menos um item no TAD Colecao) e   (item != NULL)
   Pos-condicao: item foi eliminado do TAD c*/
int colRetirar( Colecao *c, void *item );
```

Colecao.h

```
/*   Encontra um item em um TAD Colecao
 Pre-condicao: (c é um TAD Colecao criado por uma chamada a colCriar) e  (key != NULL)
Pos-condicao: retorna um item identificado por key se ele existir no TAD c, ou return NULL
caso contrátrio
*/
int colBuscar( Colecao *c, void *key );
/* Destroi um TAD Colecao
   Pre-condicao: (c é um TAD Colecao criado por uma chamada a  colCriar)
   Pos-condicao: a memoria usada pelo TAD foi liberada
*/
int  colDestruir( Colecao *c );
#endif  /* __Colecao_INT_H */
```

Questão:

- Suponha que alguém forneça a você um TAD Coleção implementado
  - pode ler apenas o arquivo de cabeçalho
  - pode ligar com o seu programa um arquivo com a implementação desse TAD.
- Pode escrever um programa que utiliza este TAD como um tipo de dado?
  - Sim
  - conhece o nome do novo tipo de dado, o suficiente para declarar variáveis ponteiros para Colecao
  - conhece os cabeçalhos e as especificações para cada operação

Exemplo de Implementação - Vetor

- Maneira mais simples de implementar uma colecao
  - usar um vetor para armazenar os itens da colecão.

```
/* Implementação do TAD Colecao como um vetor */
#include "colecao.h"      /* inclui a especificacao do TAD */
typedef struct _colecao_ {
        int numItens;
        int maxItens;
       int *item;
 } Colecao;
```

- Notas:
  - importação da especificação é para que o compilador verifique se estão compatíveis
  - *item* pode ser definido como *int item[]* ou *int *item*
  - implementação dos métodos é encontrada em *colecao.c*

Exemplo de Implementacao - Vetor

```
Colecao *colCriar(int maxItens)
{
      Colecao *c;
      if ( maxItens < 0 ) {          return NULL;                    }
      c = (Colecao *)calloc( 1, sizeof(Colecao) );
      if( c == NULL ) {
          return NULL;
      }
      c->itens = (int *)calloc(maxItens,sizeof(int));
      if ( c->itens == NULL ) {
         free ( c );
        return NULL;
      }
      c->maxItens = maxItens;
      c->numItens = 0;
      return c;
}/* fim de colCriar *
```

```
int colDestruir( Colecao *c )
{
      if ( c == NULL || c->itens == NULL) {
        return FALSE;
      }
      free(c->itens)
      free(c);
      return TRUE;
} /* fim de colDestruir */

int colInserir( Collection *c, int item )
{
      if ( c == NULL || ( c->numItens < c->maxItens )) {
         return FALSE;
      }
      c->items[c->numItens] = item;
      c->numItens++;
} /* fim de colInserir */
```

Exemplo de Implementacao - Vetor

```
int colRetirar( Collection *c, int item )  {
    int i;
    if( ( c == NULL ) || ( c->numItens < 1 ) ) {
       return FALSE;
    }
    for(i=0;i<c->numItens;i++) {
       if ( item == c->itens[i] ) {
          while( i < c->numItens ) {
                c->itens[i] = c->itens[i+1];
                i++;
          }
          c->numItens--;
          return TRUE;
        } /* fi */
    }/* rof */
} /* fim de colRetirar */
```

```
int colBuscar( Collection *c, int key )
{
    int i;
    if (( c == NULL ) ){        return -1;    }
    for(i=0;i<c->numItens;i++) {
        if (c->itens[i] == key){
            return c->items[i];
        }
    }
} /* fim de colBuscar */
```

TADS Genéricos

- Problema:
  - Necessário implementar um TAD Colecao para cada tipo de dados
- Solucao:
  - não especificar que tipo de dados será usado.
  - TAD de ponteiros para void.

TADs Genericos

- Especificação das operações

```
Colecao *colCriar( int maxItems );
int colInserir( Colecao *c, void * item );
void  *colRetirar( Colecao *c, void *item );
void *colBuscar( Coleca *c, void *chave );
```

- Reimplementar as funções

- Especificação do vetor

```
typedef struct _colecao_ {
        int numItens;
        int maxItens;
        void *item;
 }Colecao;
```

- Problema com consulta e remoção
  - necessário passar uma função como parâmetro.

Funções como Parâmetros - Exemplo

- Quicksort
  - void qsort(void *base, size_t n, size_t size, int (*compar)(void *, void *));

    base endereço de um vetor
    n número de elementos
    size tamanho do elemento
    compar função de comparação

- C permite passar uma função como parâmetro para uma outra função !!

Funções como tipos de dados - declaração

- Funções como tipos de dados
  - Declaração

    int (*compar)(void *, void *);
    - Parênteses em torno do * e do nome da função define que é um ponteiro para função
    - Diferente de:

      int *compar(void *, void *);

Função retorna um *int*

Possui dois argumentos void *

  - A função de comparação passada para quicksort retorna

    -1 *arg1 < *arg2

    0 *arg1 == *arg2

    +1 *arg1 > *arg2

Funções como tipo de dados

- Uso
  - Funções de bibliotecas que precisam de uma função com objetivo especial
    - Ordenação precisa do conceito de ordem
    - função compar fornece isto
      - Conceito de ordem pode ser complexo
        - eg nomes em uma lista telefônica
    - Busca também necessita de ordem

Funções como tipos de dados

- Generalizando TAD colecao
  - Usamos ponteiros para a struct que representa elemento da coleção
    - Permite que o ADT colecao armazene qualquer tipo de objetos
  - Precisamos assumir que existem duas funções externas (callback)
    - itemkey e itemcmp
    - Restringindo a uma coleção por programa
- Coloque a função de ordenação como atributo
  - Regra de ordenação é armazenada com os atributos da coleção
  - Quantas coleções eu quiser.

ADT Colecao Generica

- Redefina as funções que precisam identificar um element da coleção

```
void *colBuscar( Colecao *c, void *chave,
                        int (*compar)( const void *, const void * ) );
void  *colRetirar( Colecao *c, void *item,
                        int (*compar)( const void *,  const void * ));
```

Usando um ponteiro para uma função

- Use o atributo passado como o nome de uma função:

```
void *colBuscar( Colecao *c, void *chave,
                 int compar ( const void *, const void * ) );
{
    int k;
    for(k=0;k<c->numItens;k++) {
       if( compar(key, c->item[k]) == 0 ){
            return c->data[k];
       }
    }
    return NULL;
}
```

compar é um ponteiro para uma função - acesse o endereço nele para executar a função

… e forneça os argumentos , como se fosse o nome de uma função que vc ja esta acostumado a usar!

Funções como Tipo de Dados

- Códigos conduzidos por tabelas
  - eg menus
    - Cada entrada
      - String
      - Ação a ser realizada se a entrada for selecionada

```
struct menu {
        char *desc;
        int (*action)( void );
} file_menu[ ] = {
           { "Save",     save_function },
           { "Save as", save_as_function },
           …
        };
```

Ponteiro para uma função que não recebe argumentos

Strings que aparecem no menu

Funções a serem chamadas

Funções como tipos de dados

- Usando a tabela

```
struct menu {
    char *desc;
    int (*action)( void );
} file_menu[ ] = {
                    { "Save",  save_function },
                    { "Save as", save_as_function },
                    ...
                  };
void file_menu_callback()
{
  int k = item_selected( file_menu );
  file_menu[k].action();
}
```

Encontra o item a ser selecionado

Chama a função associada

Resumo

- Um TAD consiste de um novo tipo de dados juntamente com operações que manipulam esses dados
- O TAD é colocado em um arquivo .c separado de sua especificação que fica em um arquivo .h
- Qualquer programa pode usar o TAD
- Se a implementação for modificada os programas que utilizam o TAD não precisam ser alterados
- TADs genéricos são uma importante característica