



Estruturas de Dados
Aula 8: Tipos Abstratos de
Dados

Varição de implementação



- Há **diferentes implementações** possíveis para o mesmo tipo de dado
- Todas definem **o mesmo domínio** e não mudam o significado das operações

Variação de implementação (2)



- Exemplo (frações)
- Fração **implementação 1**

```
typedef struct
{ int numerador;
  int denominador;} fracao ;

int main()
{ fracao f;
  printf ("Digite o numerador: ");
  scanf ("%d", &f.numerador);
  printf ("\nDigite o denominador: ");
  scanf ("%d", &f.denominador);
  return 0;
}
```

Variação de implementação (3)



- Fração **implementação 2**

```
#include <stdio.h>
#define numerador 0
#define denominador 1

typedef int fracao[2];

int main()
{ fracao f;
  printf ("Digite o numerador: ");
  scanf ("%d", &f[numerador]);
  printf ("\nDigite o denominador: ");
  scanf ("%d", &f[denominador]);
  return 0;
}
```

Substituição de implementações



- Em programas reais, as implementações dos tipos de dados são **modificadas constantemente** para melhorar a:
 - Velocidade
 - Eficiência
 - Clareza
 - Etc.
- Essas mudanças têm grande **impacto** nos programas usuários do tipo de dado. Por exemplo:
 - Re-implementação de código
 - Mais suscetível a erros
 - CUSTO MUITO ALTO!

Substituição de implementações



- Como podemos modificar as implementações dos tipos de dados com o menor impacto possível para os programas?
- Como podemos **encapsular** (esconder) de quem usa um determinado tipo de dado a forma concreta como este tipo foi implementado?
 - TIPOS ABSTRATOS DE DADOS (TAD)

Tipos Abstratos de Dados



- Um TAD especifica o tipo de dado (domínio e operações) **sem referência** a detalhes da implementação
- Minimiza código do programa que usa detalhes de implementação
 - Dando mais liberdade para mudar implementação com menor impacto nos programas
 - **Minimiza custos**
- Os programas que usam o TAD não “conhecem” as implementações dos TADs
 - Fazem uso do TAD através de operações

TAD Fracao (operações principais)



cria_fracao(N,D)

Pega dois inteiros e retorna a fracao N/D.

acessa_numerador(F)

Pega a fracao e retorna o numerador.

acessa_denominador(F)

Pega a fracao e retorna o denominador.

fracao Soma(fracao F1, fracao F2)

```
{ int n1 = get_numerador(F1);  
  n2 = acessa_numerador(F2);  
  d1 = acessa_denominador(F1);  
  d2 = acessa_denominador(F2);  
  return cria_fracao( n1*d2+n2*d1 , d1*d2 ); }
```

Programa usuário do TAD fracao



- Usa o TAD apenas através de suas operações

```
#include "fracao.h"
```

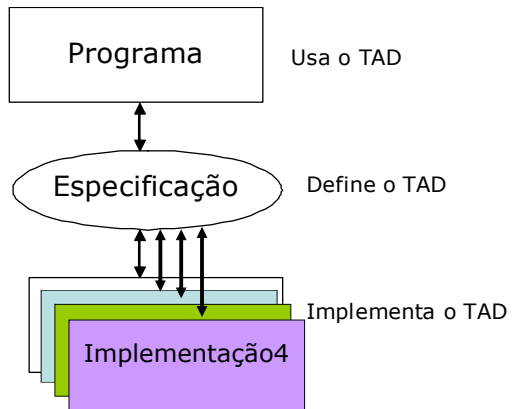
```
int main()
{ int n, d;
  printf ("Digite o numerador: ");
  scanf ("%d", &n);
  printf ("\nDigite o denominador: ");
  scanf ("%d", &d);
  fracao f = cria_fracao(n, d);
  fracao soma_fracao = soma (f, f);
  return 0;
}
```

Resumindo (TAD)



- Um 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
- Quando usamos TAD's, nossos sistemas ficam divididos em:
 - Programas usuários: A parte que usa o TAD
 - Implementação: A parte que implementa o TAD

Resumindo (TAD)



Exemplo TAD Pilha



- Pilha de livros, pilha de pratos, etc.
- Estrutura de dados muito usada em computação (ex., arquitetura de computadores)
- Em uma pilha temos acesso ao **elemento do topo** apenas, exceto quando retiramos blocos de elementos de uma vez

TAD Pilha (1)



- Uma pilha pode estar **vazia** ou deve consistir de **duas partes**:
 - Um elemento do **topo**
 - Uma pilha (o **restante dos elementos**)
- Os elementos da pilha podem ser de qualquer tipo, desde que sejam do mesmo tipo
- Operações do TAD Pilha
 - Apresentadas aqui são **operações básicas**
 - Outras operações podem ser definidas em termos das básicas
- Como podem ver, o TAD pilha não utiliza nenhuma linguagem de programação

Operações do TAD Pilha



- **cria_pilha**
 - Inputs: nenhum
 - Outputs: P (a pilha criada)
 - Pré-condição: nenhuma
 - Pós-condição: P está definida e vazia
- **destroi_pilha**
 - Inputs: P (a pilha)
 - Outputs: P'
 - Pré-condição: none
 - Pós-condição: P' não definida. Todos os recursos de memória alocados para P estão liberados.

Operações do TAD Pilha (2)



- **esta_vazia**
 - Inputs: P (a pilha)
 - Outputs: esta_vazia (boolean)
 - Pré-condição: nenhuma
 - Pós-condição: esta_vazia é true se e somente se P está vazia.
- **top**
 - Inputs: P (a pilha)
 - Outputs: E (um elemento da pilha)
 - Pré-condição: P não está vazia
 - Pós-condição: E é o elemento do topo da pilha (P não é modificada)

Operações do TAD Pilha (3)



- **pop**
 - Inputs: P (a pilha)
 - Outputs: P'
 - Pré-condição: P não está vazia
 - Pós-condição: um elemento que é o topo da pilha e o restante da pilha (R), onde $P' = R$
- **push**
 - Inputs: P (uma pilha) e E (um elemento)
 - Outputs: P'
 - Pré-condição: E é um tipo apropriado da pilha P
 - Pós-condição: P' tem E como o elemento do topo e P como o restante dos elementos

Especificação do TAD



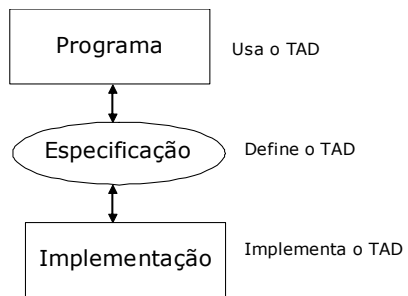
- Devemos definir para cada operação:
 - **Inputs, outputs**
 - valores de entrada e a saída esperada como resultado da execução da operação
 - **Pré-condições**
 - Propriedades dos inputs que são assumidas pela operações. Se satisfeitas, é garantido que a operação funcione. Caso contrário, não há garantias e o comportamento é inesperado
 - **Pós-condições**
 - Define os efeitos causados como resultado da execução da operação
 - **Invariantes**
 - Propriedades que devem ser sempre verdadeiras (antes, durante e após a execução da operação)

Checagem de pré condições



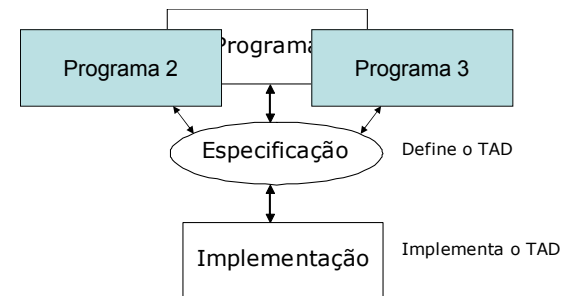
- No programa usuário do TAD
 - Algumas vezes pode ser mais eficiente
- Na implementação do TAD
 - Modificações nas pré-condições são mais facilmente implementadas
 - Erros relacionados a detalhes de implementação são mais facilmente detectados

Software em Camadas



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

Software em Camadas (2)



- Essa abordagem também permite o **reuso** de código
- A mesma implementação pode ser usada por vários programas

Exemplos de TAD



TAD Ponto (plano bidimensional)

- **cria_pto**
 - Input: x e y (coordenadas no plano)
 - Output: P (ponto criado)
 - Pre: nenhuma
 - Pos: P é definido e suas coordenadas são x e y
- **destroi_pto**
 - Input: P (o ponto)
 - Output: P'
 - Pre: nenhuma
 - Pos: P' não definido. Todos os recursos de memória alocados para P estão liberados

TAD Ponto (2)



- **acessa_x**
 - Input: P (ponto)
 - Output: x
 - Pre: ponto válido e não vazio
 - Pos: P não é modificado
- **acessa_y**
 - Input: P (ponto)
 - Output: y
 - Pre: ponto válido e não vazio
 - Pos: P não é modificado

TAD Ponto (3)



- **atribui_pto**

- Input: P (ponto), x, y (coordenadas)
- Output: P'
- Pre: P válido e não vazio
- Pos: P' contém valores x e y

- **distancia_pto**

- Input: P1 (ponto), P2 (ponto)
- Output: V (valor da distância)
- Pre: P1 e P2 válidos e não vazios
- Pos: P1 e P2 não modificados e V contendo o valor da distância entre os pontos

TAD Circulo



- **cria_circ (opção 1)**

- Input: x, y (coordenadas do centro) e r (raio do círculo)
- Output: C (o círculo)
- Pre: r positivo
- Pos: C é definido, seu centro está nas coordenadas x e y, e seu raio é r

- **cria_circ (opção 2)**

- Input: PC (o Ponto centro) e r (raio)
- Output: C (o círculo)
- Pre: P é definido e não vazio e r positivo
- Pos: C é definido, seu centro é o ponto PC, e seu raio é r

TAD Circulo



- **destroi_circ**
 - Input: C (o círculo)
 - Output: C'
 - Pre: nenhuma
 - Pos: C' não definido. Todos os recursos de memória alocados para C estão liberados
- **area_circ**
 - Input: C (o círculo)
 - Output: V (valor da área)
 - Pre: C é definido e não vazio
 - Pos: C não é modificado

TAD Circulo (2)



- **interior_circ (opção 1)**
 - Input: C (o círculo) e x, y (coordenadas do ponto)
 - Output: B (true se as coordenadas estiverem no interior de C e false caso contrário)
 - Pre: C é definido e não vazio
 - Pos: C, x e y não são modificados
- **interior_circ (opção 2)**
 - Input: C (o círculo) e P (ponto)
 - Output: B (true se P estiver interior de C e false caso contrário)
 - Pre: C e P são definidos e não vazios
 - Pos: C e P não são modificados

TAD's em C



- A linguagem C oferece mecanismos para especificação e uso de TAD's:
 - O uso é possível pois C permite modularização de programas
 - A especificação é possível com o arquivo cabeçalho (.h)
 - O arquivo .h possui apenas os 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 "linkagem"

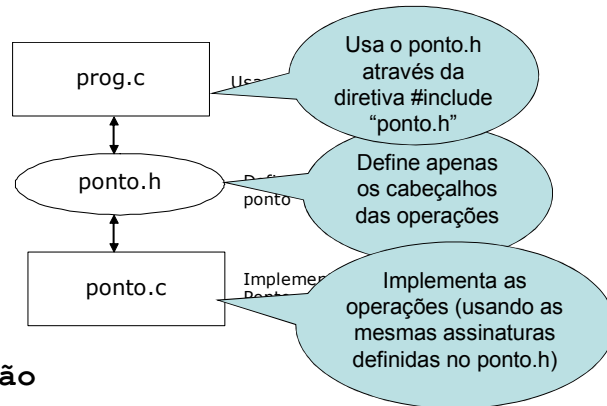
TAD's em C (2)



Exemplo:

- TAD Ponto no arquivo *ponto.h*
- Implementação do tipo ponto no arquivo *ponto.c*
- Módulo que usa a implementação do ponto é *prog.c*
 - `#include "ponto.h"`
 - Inclui o cabeçalho na pré-compilação (chamado pré-processamento)

TAD's em C (2)



• Compilação

- `gcc -c ponto.c`
- `gcc -c prog.c`

• Linkagem

- `gcc -o prog.exe ponto.o prog.o`

Abstração



- “É a habilidade de concentrar nos aspectos essenciais de um contexto qualquer, ignorando características menos importantes ou acidentais”
- Quando definimos um TAD (Tipo *Abstrato* de Dados), nos concentramos nos **aspectos essenciais** do tipo de dado (operações) e **nos abstraímos** de como ele foi implementado

Encapsulamento



- “Consiste na separação de aspectos internos e externos de um objeto”.
- O TAD provê um mecanismo de encapsulamento de um tipo de dado, no qual separamos a **especificação** (aspecto externo) de sua **implementação** (aspecto interno)

Exercício



TAD Matriz (m por n)

- Definir operações básicas para manipulação de elementos (i,j), linhas e colunas
- Para cada operação, definir inputs, outputs, pré-condições, pós-condições
- Quais seriam outras operações interessantes para o TAD matriz (além das básicas)?