



Estruturas de Dados
Aula 8: Tipos Abstratos de
Dados

08/04/2009

Variação 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"`

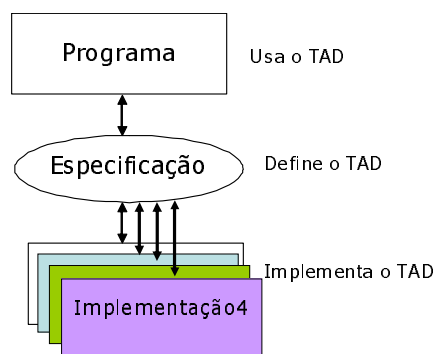
```
int main()
{ int n, d;
  printf ("Digite o numerador: ");
  scanf ("%d", &n);
  printf ("\nDigite o denominador: ");
  scanf ("%d", &d);
  fracao f = cria_fracao(n, d);
  fracao soma_fracao = soma (f, f);
  return 0;
}
```

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



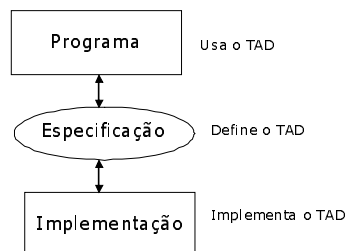
- Devemos definir para cada operação:
 - Inputs, outputs
 - valores de entrada e a saída esperada como resultado da execução da operação
 - Pré-condições
 - Propriedades dos inputs que são assumidas pela operações. Se satisfeitas, é garantido que a operação funcione. Caso contrário, não há garantias 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



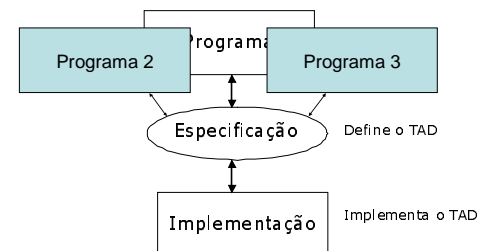
- No programa usuário do TAD
 - Algumas vezes pode ser mais eficiente
- Na implementação do TAD
 - Modificações nas pré-condições são mais facilmente implementadas
 - Erros relacionados a detalhes de implementação são mais facilmente detectados

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 alocadores 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 recusos de memória alocadores 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"

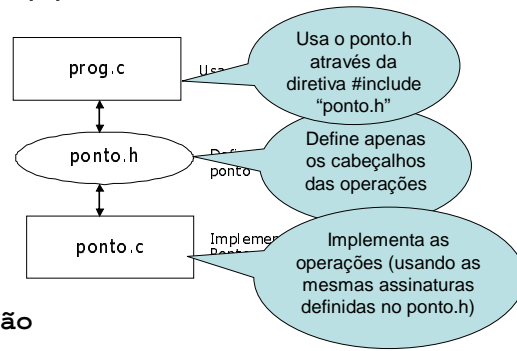
TAD's em C (2)



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)?