

Tipos abstratos de dados e construções de encapsulamento

Marco A L Barbosa
malbarbo.pro.br

Departamento de Informática
Universidade Estadual de Maringá



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-CompartilhaIgual 4.0 Internacional.
<http://github.com/malbarbo/na-lp-copl>

Conteúdo

O conceito de abstração

Introdução à abstração de dados

Questões de projeto

Exemplos de linguagens

Tipos abstratos de dados parametrizados

Construções de encapsulamento

Encapsulamento de nomes

Referências

O conceito de abstração

O conceito de abstração

- Uma **abstração** é uma visão ou representação de uma entidade que inclui apenas os atributos mais significativos
- A abstração é uma ferramenta poderosa contra a complexidade, o seu propósito é simplificar a programação

O conceito de abstração

- Abstração de processos
 - Subprogramas
 - Por exemplo, em um procedimento de ordenação o algoritmo usado fica oculto

```
sortInt(list, listLen);
```

- Abstração de dados

Introdução à abstração de dados

- Um **tipo abstrato de dado** é um tipo de dado que satisfaz duas condições
 - A representação dos objetos do tipo é ocultada da unidade de programa que usa o tipo, portanto, as únicas operações diretas possíveis sobre os objetos do tipo são aquelas fornecidas na definição do tipo
 - A declaração do tipo e dos protocolos das operações sobre objetos do tipo (interface do tipo) estão contidas em uma única unidade sintática. A interface do tipo não depende da representação do tipo nem da implementação das operações

- Vantagens da primeira condição
 - Confiabilidade, os clientes não podem mudar a representação dos objetos diretamente, aumentando a integridade dos objetos
 - Flexibilidade, a representação e implementação das operações podem ser alteradas sem afetar os clientes
- Vantagens da segunda condição
 - Compilação separada

- Exemplos
 - float
 - stack

```
// create(stack), destroy(stack), empty(stack),  
// push(stack, element), pop(stack), top(stack)  
...  
create(stk1);  
push(stk1, color1);  
push(stk1, color2);  
if (!empty(stk1))  
    temp = top(stk1);  
...
```

Questões de projeto

- Requisitos da linguagem para TAD
 - Uma unidade sintática que encapsula a definição do tipo e dos protótipos das operações
 - Uma maneira de tornar o nomes de tipos visíveis para clientes do código e ocultar a implementação
 - Poucas operações padrões (se alguma) deve ser fornecida (além das fornecidas na definição do tipo)
 - Atribuição
 - Comparação

- Qual é a forma do “invólucro” para a interface do tipo?
- Os tipos abstratos podem ser parametrizados?
- Quais mecanismos de controle de acesso são fornecidos e como eles são especificados?

Exemplos de linguagens

- A construção de encapsulamento é chamada de pacote
 - Pacote de especificação (define a interface do tipo)
 - Pacote de corpo (implementação)

- Ocultação de informação
 - O pacote de especificação tem uma parte visível ao cliente e uma parte oculta (`private`)
 - Na parte visível ao cliente é feita a declaração do tipo abstrato, que pode conter também a representação dos tipos não ocultos
 - Na parte privada é especificada a representação do tipo abstrato

- Motivos para ter uma parte privada no pacote de especificação
 - O compilador precisa saber a representação vendo apenas o pacote de especificação
 - O clientes precisam enxergar o nome do tipo, mas não a representação

Exemplos de linguagens: Ada

- Ter parte dos detalhes da implementação (a representação) no pacote de especificação não é bom
- Um solução é fazer todos os TADs serem ponteiros. Mas esta solução tem problemas
 - Dificuldades com ponteiros
 - Comparação de objetos
 - O controle da alocação é perdido

```
package Stack_Pack is
-- As entidades visíveis (interface)
  type Stack_Type is limited private;
  Max_Size: constant := 100;
  function Empty(Stk : in Stack_Type) return Boolean;
  procedure Push(Stk : in out Stack_Type;
                 Element : in Integer);
  procedure Pop(Stk: in out Stack_Type);
  function Top(Stk: in Stack_Type) return Integer;
-- Parte que é oculta aos clientes
  private
    type List_Type is array (1..Max_Size) of Integer;
    type Stack_Type is record
      List: List_Type;
      Topsub: Integer range 0..Max_Size := 0;
    end record;
end Stack_Pack;
```

```
package body Stack_Pack is
  function Empty(Stk : in Stack_Type) return Boolean is
    begin
      return Stk.Topsub = 0;
    end Empty;
  ...
end Stack_Pack;
```

```
with Stack_Pack;  
procedure Use_Stacks is  
  Topone : Integer;  
  Stack : Stack_Type;  
begin  
  Push(Stack, 42);  
  Push(Stack, 17);  
  Topone := Top(Stack);  
  Pop(Stack);  
  ...  
end Use_Stacks;
```

Exemplos de linguagens: C++

- C++ foi criado para adicionar orientação a objetos em C, portanto suporta TADs

Exemplos de linguagens: C++

- Os mecanismos de encapsulamento são as classes e estruturas
 - Os dados são chamados de dados membros
 - As funções são chamadas de funções membros
 - Os membros podem ser da classe ou da instância
 - Todas as instâncias de uma classe compartilham um cópia das funções membros
 - Cada instância da classe tem sua cópia dos dados membros
 - As instâncias podem ser estáticas, dinâmica na pilha ou dinâmicas no heap (`new` e `delete`)
 - Uma função membro pode ser inline (cabeçalho e corpo juntos)

Exemplos de linguagens: C++

- Ocultação de informação
 - `private`, para entidades ocultas
 - `public`, para entidades públicas
 - `protected`, para entidades visíveis apenas para as subclasses
- Construtores
 - Utilizados para inicializar uma instância da classe
- Destrutores
 - Chamado implicitamente quando o tempo de vida da instância acaba

```
class Stack {
    private:
        int *stackPtr;
        int maxLen;
        int topPtr;
    public:
        Stack() { // constructor
            stackPtr = new int [100];
            maxLen = 99;
            topPtr = -1;
        };
        ~Stack () { // destructor
            delete [] stackPtr;
        };
        void push (int num) {...};
        void pop () {...};
        int top () {...};
        int empty () {...};
}
```



```
void main() {  
    int topOne;  
    Stack stk;  
    stk.push(42);  
    stk.push(17);  
    topOne = stk.top();  
    stk.pop();  
    ...  
}
```

- Separando a definição da implementação

```
// Stack.h - arquivo de cabeçalho para classe Stack
class Stack {
// Membros visíveis apenas para outros
// membros da classe
private:
    int *stackPtr;
    int maxLen;
    int topPtr;
// Membros visíveis para os clientes
public:
    Stack(); // Construtor
    ~Stack(); // Destrutor
    void push(int);
    void pop();
    int top();
    int empty();
}
```

```
// Stack.cpp - implementação para a classe Stack
```

```
#include <iostream>
```

```
#include "Stack.h"
```

```
using std::count;
```

```
Stack::Stack() {
```

```
    stackPtr = new int[100];
```

```
    maxLen = 99;
```

```
    topPtr = -1;
```

```
}
```

```
...
```

```
void Stack::push(int number) {
```

```
...
```

```
}
```

```
...
```

- Expressividade similar
- Ambos fornecem mecanismos de encapsulamento e ocultação de informação
- Classes são tipos, os pacotes em Ada são mecanismos mais gerais de encapsulamento

Exemplos de linguagens: Java

- Similar ao C++, exceto que
 - Todos os tipos definidos pelos usuários são classes
 - Todos os objetos são alocados no heap e acessados através de referência
 - Os métodos precisam ser definidos na classe
 - Os modificadores de acesso são especificados em entidades, não em cláusulas
 - Não tem destrutor

```
class Stack {
    private int [] stackRef;
    private int maxLen;
    private int topIndex;
    public Stack() {
        stackRef = new int [100];
        maxLen = 99;
        topPtr = -1;
    };
    public void push(int num) {...};
    public void pop() {...};
    public int top() {...};
    public boolean empty() {...};
}
```

```
class TestStack {  
    public static void main(String[] args) {  
        Stack myStack = new Stack();  
        myStack.push(42);  
        myStack.push(29);  
        ...  
        myStack.pop();  
        ...  
    }  
}
```


Exemplos de linguagens: C#

- Baseado em C++ e Java
- As instâncias de classe são dinâmicas no heap
- Destrutores são raramente usados
- Estruturas são semelhantes as classes, mas não podem ter herança, são alocadas na pilha e acessadas como valores
- Suporte a propriedades, que é uma maneira de implementar getters e setters sem requerer a chamada de método explícita

```
public class Weather {
    public int DegreeDays {
        get {return degreeDays;}
        set {
            if(value < 0 || value > 30)
                Console.WriteLine("Value is out of range: {0}",
                                   value);
            else degreeDays = value;
        }
    }
    private int degreeDays;
    ...
}
...
Weather w = new Weather();
int degreeDaysToday, oldDegreeDays;
...
w.DegreeDays = degreeDaysToday;
...
oldDegreeDays = w.DegreeDays;
```

Exemplos de linguagens: Ruby

- O mecanismo de encapsulamento são as classes
 - Capacidade semelhante as classes em C++ e Java
 - Os nomes das variáveis de instâncias começam com @ e de classes com @@
 - Os métodos são declarados com a mesma sintaxe que as funções
 - O construtor é o `initialize`, que é chamado quando o método `new` da classe é chamado
 - As classes são dinâmicas
- Ocultação de informação
 - Os membros das classes podem ser públicos ou privados

```
class StackClass
  def initialize
    @stackRef = Array.new
    @maxLen = 100
    @topIndex = -1
  end

  def push(number)
    ...
  end

  def pop
    ...
  end

  def top
    ...
  end

  def empty
    ...
  end
end
```

```
myStack = StackClass.new
myStack.push(42)
myStack.push(29)
puts "Top element is (should be 29): #{myStack.top}"
myStack.pop
puts "Top element is (should be 42): #{myStack.top}"
myStack.pop
```

Tipos abstratos de dados parametrizados

Tipos abstratos de dados parametrizados

- Permite a criação de tipos abstratos de dados que podem armazenar dados de qualquer tipo
- Não é uma questão relacionada as linguagens dinâmicas
- Algumas linguagens com suporte a TAD parametrizados
 - Ada, C++, Java 5, C# 2005

Tipos abstratos de dados parametrizados em Ada

```
generic
  Max_Size: Positive;
  type Element_Type is private;
package Generic_Stack is
  Type Stack_Type is limited private;
  procedure Push(Stk : in out Stack_Type;
                 Element : in Element_Type);
  ...
end Generic_Stack;

Package Integer_Stack is new Generic_Stack(100, Integer);
Package Float_Stack is new Generic_Stack(100, Float);
```


Tipos abstratos de dados parametrizados em C++

```
template <class Type>
class Stack {
    private:
        Type *stackPtr; int maxLen; int topPtr;
    public:
        Stack(int size) {
            stackPtr = new Type[size];
            maxLen = 99;
            topPtr = -1;
        };
        void push(Type value) {...};
        ...
}
```

```
Stack<int> s1;
```

```
Stack<float> s2;
```

Tipos abstratos de dados parametrizados em Java 5

- Antes da versão 5, as classes como `LinkedList` e `ArrayList` podiam armazenar qualquer objeto
- Problemas com coleção de objetos
 - Todo objeto da coleção precisa da coerção quando é acessado
 - Não é possível fazer checagem de tipo quando os valores são adicionados
 - Não é possível inserir tipos primitivos nas coleções

Tipos abstratos de dados parametrizados em Java 5

- O Java 5 tentou resolver estes problemas, adicionado genéricos (e autoboxing) a linguagem
 - As classes genéricas resolveram o primeiro e o segundo problema, mas não o terceiro, porque os parâmetros genéricos tem quer classe
 - O autoboxing resolveu o terceiro problema

```
class Stack<T> {  
    private T[] stackRef;  
    private int maxLen;  
    private int topIndex;  
    ...  
    public void push(T value) {...};  
    ...  
}
```

```
Stack<Integer> s1 = new Stack<Integer>();  
int x = 10;  
s1.push(x);  
int y = s1.top();
```

```
Stack<Float> s2 = new Stack<Float>();
```

- Assim como Java, nas primeiras versão do C# as coleção armazenavam objetos de qualquer classe
- Classes genéricas foram adicionadas ao C# 2005.
- Diferente do Java, os elementos de coleções genéricas podem ser acessados através de índices

Construções de encapsulamento

Construções de encapsulamento

- Programas maiores têm duas necessidades especiais
 - Alguma maneira de organização, além da simples divisão em subprogramas e tipos abstratos de dados
 - Alguma maneira de realizar compilação parcial
- Solução: Encapsulamento
 - Agrupar os códigos e dados logicamente relacionados em uma unidade que possa ser compilada separadamente
 - Existem várias formas de encapsulamento

Construções de encapsulamento

- Encapsulamento em C
 - Um ou mais subprogramas e tipos são colocados em arquivos que podem ser compilados independentemente
 - A interface é colocada em um arquivo de cabeçalho, e a implementação em outro arquivo
 - `#include` é utilizado para incluir o cabeçalho
 - O ligador não checa os tipos entre o cabeçalho e a implementação

- Encapsulamento em C++
 - Permite definir arquivos de cabeçalho e implementação (semelhante ao C)
 - Os arquivos de cabeçalho de templates em geral incluem a declaração e a definição
 - **friend** fornece um mecanismo para permitir acesso a membros privados

- Pacotes Ada
 - Podem incluir várias declarações de tipos e subprogramas
 - Podem ser compilados separadamente
 - Os pacotes de especificação e corpo podem ser compilados separadamente

Construções de encapsulamento

- Assemblies em C#
 - Uma coleção de arquivos que aparentam ser uma DLL ou executável
 - Cada arquivo define um módulo que pode ser compilado separadamente
 - Uma DLL é uma coleção de classes e subprogramas que são ligados individualmente a um executável
 - Contém outras informações, como dependências e versão
 - Podem ser privados ou públicos
 - O modificador de acesso internal especifica que um membro é visível a todos no mesmo assembly

Encapsulamento de nomes

Encapsulamento de nomes

- Como desenvolvedores trabalhando independentemente podem criar nomes para variáveis, classes, etc, sem acidentalmente usar um nome já em uso?
 - Usando um **encapsulamento de nome**, que cria um novo escopo de nomes
- Namespaces em C++
- Pacotes em Java
- Pacotes em Ada
- Módulos em Ruby

Referências

- Robert Sebesta, Concepts of programming languages, 9^a edição. Capítulo 11.