Estruturas de Linguagem

Programação Orientada a Objetos

Francisco Sant'Anna

francisco@ime.uerj.br

http://github.com/fsantanna/EDL

O Conceito de Abstração

An **abstraction** is a view or representation of an entity that includes only the most significant attributes.

- Classes de abstrações
  - processos

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

  - dados

```
float d;
```

- Uma "arma" contra complexidade
  - facilita no gerenciamento de programas

Abstração de Dados
(definida pelo programador)

- Tipos de dados definidos pelo programador
- Invólucro que inclui
  - representação do tipo de dado
  - implementação das operações sobre o tipo de dado
- Detalhes desnecessários são escondidos
  - “information hiding”
- Acceso
  - tipo abstrato + operações (e construtores)

Exemplo: Pilha

create(stack)	Creates and possibly initializes a stack object
destroy(stack)	Deallocates the storage for the stack
empty(stack)	A predicate (or Boolean) function that returns true if the specified stack is empty and false otherwise
push(stack, element)	Pushes the specified element on the specified stack
pop(stack)	Removes the top element from the specified stack
top(stack)	Returns a copy of the top element from the specified stack

```
. . .
create(stk1);
push(stk1, color1);
push(stk1, color2);
temp = top(stk1);
. . .
```

```
Stack stk;  //** Cre
stk.push(42);
stk.push(17);
topOne = stk.top();
stk.pop();
. . .
```

- Vetor?
- Lista?

Considerações

- Como expor a interface sem expor a representação / implementação?
  - modificadores
    - private / protected
  - módulos
  - unidades de compilação
- Operações entre diferentes tipos abstratos?
  - “friend”
- Encapsulamento de nomes?
  - namespaces, packages, modules

Pilha em C++ e C

```
class Stack {
  public:
    Stack();
    ~Stack();
    int  empty (void);
    void push  (int);
    void pop   (void);
    int  top   (void);
  private:
    int* stackPtr;
    int  maxLen;
    int  topSub;
}
```

```
typedef struct Stack Stack;
Stack* create (void);
int    empty  (Stack*);
void   push   (Stack*, int);
void   pop    (Stack*);
int    top    (Stack*);
```

define

“Fundamentos” de OO

- Encapsulamento
- Herança
- Dispacho Dinâmico

Subtipagem

- Noção de “substituibilidade”
- Partes que operam sobre elementos de um “supertipo” (e.g. funções), podem também operar sobre elementos dos seus “subtipos”.
- Se S é subtipo de T, então S pode ser usado de maneira confiável em qualquer contexto em que T é usado
- Noção é *semântica*
  - não depende de suporte de linguagem
  - nem é imposta com suporte de linguagem

Subtipagem

- Subtipagem por *herança* vs *interface*

```
class Shape {
  int x, y;
  void draw (void);
  void move (int dx, int dy) {
    x+=dx; y+=dy;
  }
}

class Circle extends Shape {
  void draw (void) {
    ...
  }
}

Shape s = <...>;
s.move(10,10);
s.draw();
```

```
interface Shape {
  int x, y;
  void draw (void);
  void move (int dx, int dy);
}

class Circle implements Shape {
  void draw (void) {
    ...
  }
  void move (int dx, int dy) {
    ...
  }
}

Shape s = <...>
s.move(10,10);
s.draw();
```

Subtipagem

- Subtipagem por *herança* vs *interface*
  - *herança*: subtipagem de implementação
    - subtipo “herda” a implementação de métodos da superclasse
    - mistura subtipagem com reuso
    - complexo?
  - *interface*: subtipagem de interface
    - subtipo deve prover implementação completa
    - apenas subtipagem
    - repetitivo?

Subtipagem

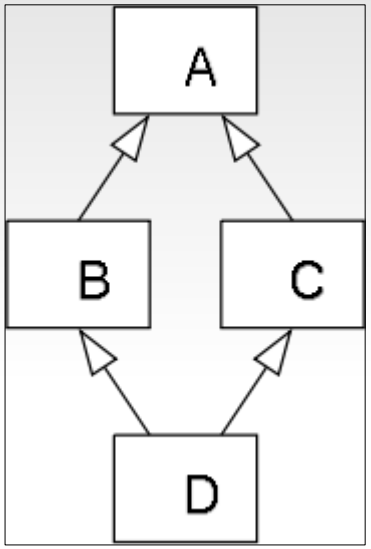
- Mixins, Traits, Extensions, Categories

```
interface Shape {
  int x, y;
  void draw (void);
  void move (int dx, int dy);
}

mixin Moveable for Shape {
  void move (int dx, int dy) {
    x+=dx; y+=dy;
  }
}

class Circle implements Shape
              with Moveable {
  void draw (void) {
    ...
  }
}
```

- permite que interfaces tenham implementações padrão “por fora” da hierarquia de tipos
- também resolve o problema de herança múltipla

Heranças: problemas

- Herança múltipla
  - “the diamond problem”:



Heranças: problemas

- Herança vs Composição
  - *is a* vs *has a*

```
class Stack extends ArrayList
{   private int stack_pointer = 0;
    public void push( Object article )
    {   add( stack_pointer++, article );
    }
    public Object pop()
    {   return remove( --stack_pointer );
    }
    public void push_many( Object[] articles )
    {   for( int i = 0; i < articles.length; ++i )
            push( articles[i] );
    }
}
```

```
Stack a_stack = new Stack();
a_stack.push("1");
a_stack.push("2");
a_stack.clear();
```

http://www.javaworld.com/article/2073649/core-java/why-extends-is-evil.html

Heranças: problemas

- Fragile Base Problem
  - solução: métodos sempre serem `final`

```
class Stack
{   private int stack_pointer = -1;
    private Object[] stack = new Object[1000];
    public void push( Object article )
    {   assert stack_pointer < stack.length;
        stack[ ++stack_pointer ] = article;
    }
    public Object pop()
    {   assert stack_pointer >= 0;
        return stack[ stack_pointer-- ];
    }
    public void push_many( Object[] articles )
    {   assert (stack_pointer + articles.length) < stack.length;
        System.arraycopy(articles, 0, stack, stack_pointer+1,
                                                articles.length);
        stack_pointer += articles.length;
    }
}
```

```
class Monitorable_stack extends Stack
{
    private int high_water_mark = 0;
    private int current_size;
    public void push( Object article )
    {   if( ++current_size > high_water_mark )
            high_water_mark = current_size;
        super.push(article);
    }

    public Object pop()
    {   --current_size;
        return super.pop();
    }
    public int maximum_size_so_far()
    {   return high_water_mark;
    }
}
```

Subtipagem

- Liskov Substitution Principle

Liskov Substitu Principle

Barbara Liskov wrote LSP in 1988:

> What is wanted here is something like t
> substitution property: If for each object
> there is an object o2 of type T such that
> P defined in terms of T, the behavior of

```
class Rectangle {
  void stretch (float x, float y) {
     <...>
  }
}

class Square extends Rectangle {
  void stretch (float x, float y) {
     <???>
  }
}
```

People are very confused below about what "behavior" means. Here is one reasonable definition (from the C++ FAQ, but the definition is language independent):

"derived class objects must be substitutable for the base class objects. That means objects of the derived class must behave in a manner consistent with the promises made in the base class' contract."

Subtipagem

- Subclassing (linguagem) != Subtyping (semântica)
- Subclasse pode “herdar” Superclasse ou “implementar” Superclasse e não ser Subtipo

Subtipagem

- `Rect` é subtipo de `Shape` se, em qualquer contexto, substituir uma instância de `Shape` por uma instância de `Rect` mantém o comportamento do programa consistente.

```
interface Shape {
  void draw (void);
  void move (int dx, int dy);
}
class Rect implements Shape {
   <...>
   bool isSquare (void) { ... }
}
class Ellipse implements Shape {
   <...>
   bool isCircle (void) { ... }
}
```

Variância

- Como uma relação entre tipos compostos A e B “varia” de acordo com relação entre tipos de suas subpartes?
- Co-variância
  - mantém relação normal de subtipagem
    - se as partes de A são subtipos das partes de B, então A é subtipo de B
- Contra-variância
  - inverte relação normal de subtipagem
    - se as partes de A são subtipos das partes de B, então B é subtipo de A
    - se as partes de B são supertipos das partes de A, então A é supertipo de B
- Invariância
  - quebra a relação de subtipagem

Variância

- Isso também vale para tipos compostos?
  - e.g., `Rectangle[]` é subtipo de `Shape[]` ?

```
void f_ss (Shape[] shapes) {
    <...>  // usa como shapes
}
Rect[] rects = <...>;
f_ss(rects);
print(rects[10].isSquare());
```

```
void draw_ss (Shape[] shapes) {
    foreach s in shapes {
        s.draw();
    }
}
Rect[] rects = <...>;
draw_ss(rects);
print(rects[10].isSquare());
```

```
void draw_ss (Shape[] shapes) {
    shapes[10] = new Ellipse();
    foreach s in shapes {
        s.draw();
    }
}
Rect[] rects = <...>;
draw_ss(rects);
print(rects[10].isSquare());
```

Variância

- Como uma relação entre tipos compostos A e B “varia” de acordo com relação entre tipos de suas subpartes?
- Co-variância
  - mantém relação normal de subtipagem
    - se as partes de A são subtipos das partes de B, então A é subtipo de B
- Contra-variância
  - inverte relação normal de subtipagem
    - se as partes de A são subtipos das partes de B, então A é supertipo de B
- Invariância
  - quebra a relação de subtipagem

Variância

- Arrays?
  - *invariante!*
  - read only?
    - *co-variante!*
  - write only?
    - *contra-variante!*
- Em Java, arrays são co-variantes
  - "roubadinha"

```
Rect é subtipo de Shape
  e
void draw_all (Rect[] rects)
  é subtipo de
void draw_all (Shape[] shapes);
```

```
Rect é subtipo de Shape
  e
void ins_rect (Rect[] rs, Rect r)
  é supertipo de
void ins_shape (Shape[] ss, Shape s)
```

```
void draw_ss (Shape[] shapes) {
    foreach s in shapes {
        s.draw();
    }
}
Rect[] rects = <...>;
draw_ss(rects);
print(rects[10].isSquare());
```

```
void ins_rect (Rect[] rs, Rect r) {
    rs.append(r);
}
Shapes[] ss = <...>;
ins_rect(ss, new Rect());
ss[10].draw());
```

Variância

- Funções?
  - retornos?
    - *co-variante!*
  - parâmetros?
    - *contra-variante!*

```
Rect f_rr (Rect) { ... }
Rect r1 = Rect();
Rect r2 = f_rr(r1);
```

```
Shape f_rs (Rect) { ... }
Rect r1 = Rect();
Rect r2 = f_rs(r1);
```

```
Quad f_rq (Rect) { ... }
Rect r1 = Rect();
Rect r2 = f_rq(r1);
```

- Os mesmos princípios devem ser aplicados ao herdar uma classe modificando seus métodos.

```
Rect f_rr (Rect) { ... }
Rect r1 = Rect();
Rect r2 = f_rr(r1);
```

```
Rect f_sr (Shape) { ... }
Rect r1 = Rect();
Rect r2 = f_sr(r1);
```

```
Rect f_qr (Quad) { ... }
Rect r1 = Rect();
Rect r2 = f_qr(r1);
```

Classes vs Protótipos

- Classe
  - reuso por template (modelo) **abstrato**
  - criação por construtores
- Protótipo
  - reuso por objeto **concreto**
  - criação por clonagem ou delegação

```
class Rect {
   <...>
}
r1 = new Rect(...);
r2 = new Rect(...);
print(Rect.x, r1.x, r2.x)
```

```
Rect = {
   <...>
}
r1 = clone(Rect);
r2 = clone(r1);
print(Rect.x, r1.x, r2.x)
```

Protótipos

- Implementação
  - Clonagem
    - novo objeto é cópia completa do seu protótipo
  - Delegação
    - novo objeto é inicialmente “vazio” e delega seu comportamento padrão ao seu protótipo

Protótipos em Lua

- Objetos com campos
- Clonagem
- Objetos com métodos
- Delegação
- “Classes” por delegação
- “Herança” por delegação
- Polimorfismo
- Encapsulamento?

Dispacho Dinâmico

- Amarração entre o nome do método e a implementação ocorre somente em tempo de execução.
- Tipo de *polimorfismo* dinâmico
  - no contexto de herança, também é chamado de *overriding*
  - não confundir com *overloading*, que é estático

```
Shape s = <...>;
s.move(10,10);
s.draw();
```

```
Shape shapes[];
<...>
for s in shapes do
  s.draw();
end
```