Revisão OO Básico

Orientação a Objetos em Java

Grupo de Linguagens de Programação

Departamento de Informática
PUC-Rio

Nomenclatura

- A unidade básica de programação em linguagens orientadas a objetos é a classe
- Classes definem atributos e métodos comuns a vários objetos
- Todo objeto é uma instância de uma classe

Nomenclatura

- Objetos possuem um estado representado pelos valores dos atributos definidos em sua classe
- O conjunto de métodos que um objeto pode executar é definido pela sua classe

TAD – Tipos Abstratos de Dados

- Modela uma estrutura de dados através de sua funcionalidade.
- Define a interface de acesso à estrutura.
- Não faz qualquer consideração com relação à implementação.

Exemplo de TAD: Pilha

- Funcionalidade: armazenagem LIFO
- Interface:

`boolean isEmpty()`
verifica se a pilha está vazia

`push(int n)`
empilha o número fornecido

`int pop()`
desempilha o número do topo e o retorna

`int top()`
retorna o número do topo

TAD × Classes

- Uma determinada implementação de um TAD pode ser realizada por meio de uma classe.
- A classe deve prover todos os métodos definidos na interface do TAD.
- Um objeto dessa classe implementa uma instância do TAD.

Classes em Java

- Em Java, a declaração de novas classes é feita através da construção **class**.
- Podemos criar uma classe **Point** para representar um ponto (omitindo sua implementação) da seguinte forma:

```
class Point {
  ...
}
```


Atributos

- Como dito, classes definem dados que suas instâncias conterão.
- A classe **Point** precisa armazenar as coordenadas do ponto sendo representado de alguma forma.

```
class Point {
  int x, y;
}
```

Instanciação

- Uma vez definida uma classe, uma nova instância (objeto) pode ser criada através do comando **new**.
- Podemos criar uma instância da classe **Point** da seguinte forma:

```
Point p = new Point();
```


Uso de Atributos

- Os atributos de uma instância de **Point** podem ser manipulados diretamente.

```
Point p1 = new Point();
p1.x = 1; // se x for público (adiante ...)
p1.y = 2; // se y for público (adiante ...)

// p1 representa o ponto (1,2)
Point p2 = new Point();
p2.x = 0;
p2.y = 0;
// e p2 o ponto (0,0)
```

Referências para Objetos

- Em Java, nós sempre fazemos referência ao objeto. Dessa forma, duas variáveis podem se referenciar ao mesmo ponto.

```
Point p1 = new Point();
Point p2 = p1;
p2.x = 2;
p2.y = 3;
// p1 e p2 representam o ponto (2,3)
```


Métodos

- Além de atributos, uma classe deve definir os métodos que irá disponibilizar, isto é, a sua interface.
- A classe **Point** pode, por exemplo, prover um método para mover o ponto de um dado deslocamento.

Declaração de Método

- Para mover um ponto, precisamos saber quanto deslocar em x e em y. Esse método não tem um valor de retorno pois seu efeito é mudar o *estado* do objeto.

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


Envio de Mensagens: Chamadas de Método

- Em Java, o envio de uma mensagem é feito através de uma chamada de método com passagem de parâmetros.
- Por exemplo, a mensagem que dispara a ação de deslocar um ponto é a chamada de seu método **move**.

```
p1.move(2,2);
// agora p1 está deslocado de duas unidades,
// no sentido positivo, nos dois eixos.
```

this

- Dentro de um método, o objeto pode precisar de sua própria referência.
- Em Java, a palavra reservada **this** significa essa referência ao próprio objeto.

```
class Point {
  int x, y;
  void move(int dx, int dy) {
    this.x += dx;
    this.y += dy;
  }
}
```


Inicializações

- Em várias circunstâncias, é interessante inicializar um objeto.
- Por exemplo, poderíamos querer que todo ponto recém criado estivesse em (0,0).
- Esse tipo de inicialização se resume a determinar valores iniciais para os atributos.

Inicialização de Atributos

- Por exemplo, a classe **Point** poderia declarar:

```
class Point {
  int x = 0;
  int y = 0;
  void move(int dx, int dy) {
    this.x += dx;
    this.y += dy;
  }
}
```


Construtores

- Ao invés de criar pontos sempre em (0,0), poderíamos querer especificar a posição do ponto no momento de sua criação.
- O uso de *construtores* permite isso.
- Construtores são mais genéricos do que simples atribuições de valores iniciais aos atributos: podem receber parâmetros e fazer um processamento qualquer.

Declaração de Construtores

- O construtor citado para a classe **Point** pode ser definido da seguinte forma:

```
class Point {
  int x, y;
  Point(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  ...
}
```


Usando Construtores

- Como o construtor é um método de inicialização do objeto, devemos utilizá-lo no momento da instanciação.

```
Point p1 = new Point(1,2); // p1 é o ponto (1,2)
Point p2 = new Point(0,0); // p2 é o ponto (0,0)
```

Construtor Padrão

- Quando não especificamos nenhum construtor, a linguagem Java declara, implicitamente, um construtor padrão, vazio, que não recebe parâmetros.
- Se declararmos algum construtor, esse construtor padrão *não* será mais declarado.

Finalizações

- Pode ser necessário executar alguma ação antes que um objeto deixe de existir.
- Para isso são utilizados os *destrutores*.
- Destrutores são métodos que são chamados automaticamente quando um objeto deixa de existir.
- Em Java, destrutores são chamados de *finalizadores*.

Gerência de Memória

- Java possui uma gerência automática de memória, isto é, quando um objeto não é mais referenciado pelo programa, ele é automaticamente coletado (destruído).
- A esse processo chamamos “coleta de lixo”.
- Nem todas as linguagens OO fazem coleta de lixo e, nesse caso, o programador deve destruir o objeto explicitamente.

Finalizadores em Java

- Quando um objeto Java vai ser coletado, ele tem seu método **finalize** chamado.
- Esse método deve efetuar qualquer procedimento de finalização que seja necessário antes da coleta do objeto.

Membros de Classe

- Classes podem declarar membros (atributos e métodos) que sejam comuns a todas as instâncias, ou seja, membros compartilhados por todos os objetos da classe.
- Tais membros são comumente chamados de ‘membros de classe’ (versus ‘de objetos’).
- Em Java, declaramos um membro de classe usando o qualificador **static**. Daí, o nome ‘membros estáticos’ usado em Java.

Membros de Classe: Motivação

- Considere uma classe que precise atribuir identificadores **unívocos** para cada objeto.
- Cada objeto, ao ser criado, recebe o seu identificador.
- O identificador pode ser um número gerado seqüencialmente, de tal forma que cada objeto guarde o seu mas o próximo número a ser usado deve ser armazenado na *classe*.

Membros de Classe: Um Exemplo

- Podemos criar uma classe que modele produtos que são produzidos em uma fábrica.
- Cada produto deve ter um código único de identificação.

Membros de Classe: Codificação do Exemplo

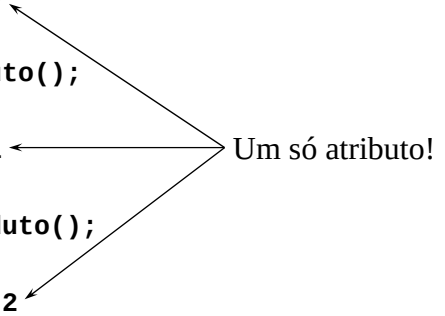
```
class Produto {
  static int próximo_id = 0;
  int id;
  Produto() {
    id = próximo_id;
    próximo_id++;
  }
  ...
}
```

Membros de Classe: Análise do Exemplo

```
// Considere que ainda não há nenhum produto.
// Produto.próximo_id = 0

Produto lápis = new Produto();
  // lápis.id = 0
  // lápis.próximo_id = 1

Produto caneta = new Produto();
  // caneta.id = 1
  // caneta.próximo_id = 2
```



Membros de Classe: Acesso Direto

- Como os membros estáticos são da classe, não precisamos de um objeto para acessá-los: podemos fazê-lo diretamente sobre a classe.

```
Produto.próximo_id = 200;
// O próximo produto criado terá id = 200.
```

Membros de Classe: Outras Considerações

- Java possui apenas declarações de classes: a única forma de escrevermos uma função é como um método em uma classe.

this revisitado

Nós vimos que um método estático pode ser chamado diretamente sobre a classe. Ou seja, não é necessário que haja uma instância para chamarmos um método estático. Dessa forma, não faz sentido que o **this** exista dentro de um método estático.

Noção de Programa

- Uma vez que tudo o que se escreve em Java são declarações de classes, o conceito de programa também está relacionado a classes: a execução de um programa é, na verdade, a execução de uma classe.
- Executar uma classe significa executar seu método estático **main**. Para ser executado, o método **main** deve possuir uma assinatura bem determinada.

Executando uma Classe

- Para que a classe possa ser executada, seu método **main** deve possuir a seguinte assinatura:

```
public static void main(String[] args)
```

Olá Mundo!

- Usando o método **main** e um atributo estático da classe que modela o sistema, podemos escrever nosso primeiro programa:

```
class Mundo {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println(“Olá Mundo!”);
  }
}
```


Idiossincrasias de Java

- Uma classe deve ser declarada em um arquivo homônimo (case-sensitive) com extensão **.java**.

Tipos Básicos de Java

- **boolean** **true** ou **false**
- **char** caracter UNICODE (16 bits)
- **byte** número inteiro com sinal (8 bits)
- **short** número inteiro com sinal (16 bits)
- **int** número inteiro com sinal (32 bits)
- **long** número inteiro com sinal (64 bits)
- **float** número em ponto-flutuante (32 bits)
- **double** número em ponto-flutuante (64 bits)

Classes Pré-definidas

- Textos
- Vetores

```
String texto = “Exemplo”;
int[] lista = {1, 2, 3, 4, 5};
String[] nomes = {“João”, “Maria”};

System.out.println(nomes[0]); // Imprime “João”.
```

Alguns Operadores

```
x = 5;
z = x + 1;  /* z = 6 */
y = x – 1;  /* y = 4 */
y = x++;    /* y = 5 e x = 6 */
y = x--;    /* y = 6 e x = 5 */
y = ++x;    /* y = 6 e x = 6 */
y = --x;    /* y = 5 e x = 5 */
z = x * y;  /* z = 25 */
w = 30 / 4; /* w = 7.5f */
z = 10 % x;  /* z = 0 */
```


Mais Operadores

```
k = x == y;   /* k = true porque x=y=5 */
k = x != y;               /* k = false */
k = ((z == 0)&&(y == 5)); /* k = true  */
k = ((z == 0)||(y != x)); /* k = true  */
k = (x >= y);             /* k = true  */
k = (x > y);              /* k = false */
w = x > z ? x : z;        /* w = 5.0f  */
z += 3;               /* z = z + 3 = 3 */
x -= 3;               /* x = x - 3 = 2 */
z /= 3;               /* z = z / 3 = 1 */
x *= 4;               /* x = x * 4 = 8 */
```

Expressões

- Tipos de expressões
  - conversões automáticas
  - conversões explícitas

```
byte b = 10;
float f = 0.0F;
```


Comandos

- Comando
  - expressão de atribuição
  - formas pré-fixadas ou pós-fixadas de ++ e --
  - chamada de métodos
  - criação de objetos
  - comandos de controle de fluxo
  - bloco
- Bloco = { <lista de comandos> }

Controle de Fluxo

- **if-else**
- **switch-case-default**
- **while**
- **do-while**
- **for**
- **break**
- **return**

if-else

```
if (a>0 && b>0)
  m = média(a, b);
else
{
  errno = -1;
  m = 0;
}
```

switch-case-default

```
int i = f();
switch (i)
{
  case -1:
    ...
    break;
  case 0:
    ...
    break;
  default:
    ...
}
```


while

```
int i = 0;
while (i<10)
{
  i++;
  System.out.println(i);
}
```

do-while

```
int i = 0;
do
{
  i++;
  System.out.println(i);
}
while (i<10);
```


for

```
for (int i=1; i<=10; i++)
  System.out.println(i);
```

break

```
int i = 0;
while (true)
{
  if (i==10) break;
  i++;
  System.out.println(i);
}
```


label

```
início:
for (int i=0; i<10; i++)
  for (int j=0; j<10; j++)
  {
    if (v[i][j] < 0) break início;
    ...
  }
...
```

return

```
int média(int a, int b)
{
  return (a+b)/2;
}
```


Sobrecarga

- Um recurso usual em programação OO é o uso de *sobrecarga* de métodos.
- Sobrecarregar um método significa prover mais de uma versão de um mesmo método.
- As versões devem, necessariamente, possuir listas de parâmetros diferentes, seja no tipo ou no número desses parâmetros (o tipo do valor de retorno pode ser igual).

Sobrecarga de Construtores

- Como dito anteriormente, ao criarmos o construtor da classe **Point** para inicializar o ponto em uma dada posição, perdemos o construtor padrão que, não fazendo nada, deixava o ponto na posição (0,0).
- Nós podemos voltar a ter esse construtor usando sobrecarga.

Sobrecarga de Construtores: Exemplo de Declaração

```
class Point {
  int x = 0;
  int y = 0;
  Point() {
  }
  Point(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  ...
}
```

Sobrecarga de Construtores: Exemplo de Uso

- Agora temos dois construtores e podemos escolher qual usar no momento da criação do objeto.

```
Point p1 = new Point(); // p1 está em (0,0)
Point p2 = new Point(1,2); // p2 está em (1,2)
```


Encadeamento de Construtores

- Uma solução melhor para o exemplo dos dois construtores seria o construtor vazio chamar o construtor que espera suas coordenadas, passando zero para ambas.
- Isso é um *encadeamento* de construtores.
- Java suporta isso através da construção **this(...)**. A única limitação é que essa chamada seja a primeira linha do construtor.

Exemplo revisitado

```
class Point {
  int x, y;
  Point() {
    this(0,0);
  }
  Point(int x, int y) {
    this.x = x;
    this.y = y;
  }
  ...
}
```


Sobrecarga de Métodos

- Pode ser feita da mesma maneira que fizemos com os construtores.
- Quando sobrecarregamos um método, devemos manter a semântica: não é um bom projeto termos um método sobrecarregado cujas versões fazem coisas completamente diferentes.

Sobrecarga de Métodos: Exemplo de Uso

- A classe **Math** possui vários métodos sobrecarregados. Note que a semântica das várias versões são compatíveis.

```
int a = Math.abs(-10);     // a = 10;
double b = Math.abs(-2.3); // b = 2.3;
```


Herança

- Como vimos anteriormente, classes podem ser compostas em hierarquias, através do uso de *herança*.
- Quando uma classe herda de outra, diz-se que ela a *estende* ou a *especializa*, ou os dois.
- Herança implica tanto herança de interface quanto herança de código.

Interface & Código

- Herança de interface significa que a classe que herda recebe todos os métodos declarados pela superclasse que não sejam *privados*.
- Herança de código significa que as *implementações* desses métodos também são herdadas. Além disso, os atributos que não sejam privados também são herdados.

Herança em Java

- Quando uma classe *B* herda de *A*, diz-se que *B* é a *sub-classe* e *estende A*, a *superclasse*.
- Uma classe Java estende apenas uma outra classe—a essa restrição damos o nome de *herança simples*.
- Para criar uma sub-classe, usamos a palavra reservada **extends**.

Exemplo de Herança

- Podemos criar uma classe que represente um pixel a partir da classe **Point**. Afinal, um pixel é um ponto colorido.

```
public class Pixel extends Point {
  int color;
  public Pixel(int x, int y, int c) {
    super(x, y);
    color = c;
  }
}
```


Herança de Código

- A classe **Pixel** herda a interface e o código da classe **Point**. Ou seja, **Pixel** passa a ter tanto os atributos quanto os métodos (com suas implementações) de **Point**.

```
Pixel px = new Pixel(1,2,0); // Pixel de cor 0
px.move(1,0); // Agora px está em (2,2)
```

super

- Note que a primeira coisa que o construtor de **Pixel** faz é chamar o construtor de **Point**, usando, para isso, a palavra reservada **super**.
- Isso é necessário pois **Pixel** é uma extensão de **Point**, ou seja, ela deve inicializar sua parte **Point** antes de inicializar sua parte estendida.
- Se nós não chamássemos o construtor da superclasse explicitamente, a linguagem Java faria uma chamada ao construtor padrão da superclasse automaticamente.

Árvore × Floresta

- As linguagens OO podem adotar um modelo de hierarquia em *árvore* ou em *floresta*.
- Árvore significa que uma única hierarquia compreende todas as classes existentes, isto é, existe uma superclasse comum a todas as classes.
- Floresta significa que pode haver diversas árvores de hierarquia que não se relacionam, isto é, não existe uma superclasse comum a todas as classes.

Modelo de Java

- Java adota o modelo de árvore.
- A classe **Object** é a raiz da hierarquia de classes à qual todas as classes existentes pertencem.
- Quando não declaramos que uma classe estende outra, ela, implicitamente, estende **Object**.

Superclasse Comum

- Uma das vantagens de termos uma superclasse comum é termos uma funcionalidade comum a todos os objetos.
- Por exemplo, a classe **Object** define um método chamado **toString** que retorna um texto descritivo do objeto.
- Um outro exemplo é o método **finalize** usado na destruição de um objeto, como já dito.

Especialização × Extensão

- Uma classe pode herdar de outra para *especializá-la* redefinindo métodos, sem ampliar sua interface.
- Uma classe pode herdar de outra para *estendê-la* declarando novos métodos e, dessa forma, ampliando sua interface.
- Ou as duas coisas podem acontecer simultaneamente...

Polimorfismo

- Polimorfismo é a capacidade de um objeto tomar diversas formas.
- O capacidade polimórfica decorre diretamente do mecanismo de herança.
- Ao estendermos ou especializarmos uma classe, não perdemos compatibilidade com a superclasse.

Polimorfismo de **Pixel**

- A sub-classe de **Point**, **Pixel**, é compatível com ela, ou seja, um pixel, além de outras coisas, *é* um ponto.
- Isso implica que, sempre que precisarmos de um ponto, podemos usar um pixel em seu lugar.

Exemplo de Polimorfismo

- Podemos querer criar um array de pontos. O array de pontos poderá conter pixels:

```
Point[] pontos = new Point[5]; // um array de pontos

pontos[0] = new Point();
pontos[1] = new Pixel(1,2,0); // um pixel é um ponto
```

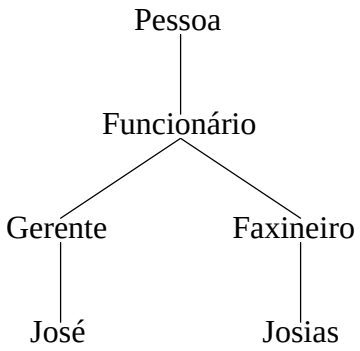
Mais sobre Polimorfismo

- Note que um pixel pode ser usado sempre que se necessita um ponto. Porém, o contrário não é verdade: não podemos usar um ponto quando precisamos de um pixel.

```
Point pt = new Pixel(0,0,1); // OK! pixel é ponto.
Pixel px = new Point(0,0); // ERRO! ponto não é pixel.
```


Conclusão

Polimorfismo é o nome formal para o fato de que quando precisamos de um objeto de determinado tipo, podemos usar uma versão mais especializada dele. Esse fato pode ser bem entendido analisando-se a árvore de hierarquia de classes.



Ampliando o Exemplo

- Vamos aumentar a classe **Point** para fornecer um método que imprima na tela uma representação textual do ponto.

```
public class Point {
  ...
  public void print() {
    System.out.println(“Point (”+x+“,”+y+“)”);
  }
}
```

Ampliando o Exemplo (cont.)

- Com essa modificação, tanto a classe **Point** quanto a classe **Pixel** agora possuem um método que imprime o *ponto* representado.

```
Point pt = new Point();      // ponto em (0,0)
Pixel px = new Pixel(0,0,0); // pixel em (0,0)

pt.print(); // Imprime: “Point (0,0)”
px.print(); // Imprime: “Point (0,0)”
```


Ampliando o Exemplo (cont.)

- Porém, a implementação desse método não é boa para um pixel pois não imprime a cor.
- Vamos, então, *redefinir* o método em **Pixel**.

```
public class Pixel extends Point {
  ...
  public void print() {
    System.out.println(“Pixel (”+x+“,”+y+“,”+color+“)”);
  }
}
```

Ampliando o Exemplo (cont.)

- Com essa nova modificação, a classe **Pixel** agora possui um método que imprime o *pixel* de forma correta.

```
Point pt = new Point();      // ponto em (0,0)
Pixel px = new Pixel(0,0,0); // pixel em (0,0)

pt.print(); // Imprime: “Point (0,0)”
px.print(); // Imprime: “Pixel (0,0,0)”
```


Late Binding

Voltando ao exemplo do array de pontos, agora que cada classe possui sua própria codificação para o método **print**, o ideal é que, ao correrm os o array imprimindo os pontos, as versões corretas dos métodos fossem usadas. Isso realmente acontece, pois as linguagens OO usam um recurso chamado *late binding*.

Late Binding na prática

- Graças a esse recurso, agora temos:

```
Point[] pontos = new Point[5];
pontos[0] = new Point();
pontos[1] = new Pixel(1,2,0);

pontos[0].print(); // Imprime: “Point (0,0)”
pontos[1].print(); // Imprime: “Pixel (1,2,0)”
```


Definição de Late Binding

Late Binding, como o nome sugere, é a capacidade de adiar a resolução de um método até o momento no qual ele deve ser efetivamente chamado. Ou seja, a resolução do método acontecerá em tempo de execução, ao invés de em tempo de compilação. No momento da chamada, o método utilizado será o definido pela classe *real* do objeto.

Late Binding $\times$ Eficiência

O uso de late binding pode trazer perdas no desempenho dos programas visto que a cada chamada de método um processamento adicional deve ser feito. Esse fato levou várias linguagens OO a permitir a construção de métodos *constantes*, ou seja, métodos cujas implementações não podem ser redefinidas nas sub-classes.

Valores Constantes

- Java permite declarar um atributo ou uma variável local que, uma vez inicializada, tenha seu valor fixo. Para isso utilizamos o modificador **final**.

```
class A {
  final int ERR_COD1 = -1;
  final int ERR_COD2 = -2;
  ...
}
```

Métodos Constantes em Java

- Para criarmos um método constante em Java devemos, também, usar o modificador **final**.

```
public class A {
  public final int f() {
    ...
  }
}
```


Classes Constantes em Java

- Uma classe inteira pode ser definida **final**. Nesse caso, em particular, a classe não pode ser estendida.

```
public final class A {
  ...
}
```

Conversão de Tipo

Como dito anteriormente, podemos usar uma versão mais especializada quando precisamos de um objeto de certo tipo mas o contrário não é verdade. Por isso, se precisarmos fazer a conversão de volta ao tipo mais especializado, teremos que fazê-lo explicitamente.

Type Casting

- A conversão explícita de um objeto de um tipo para outro é chamada *type casting*.

```
Point pt = new Pixel(0,0,1); // OK! pixel é ponto.
Pixel px = (Pixel)pt; // OK! pt agora contém um pixel.
pt = new Point();
px = (Pixel)pt; // ERRO! pt agora contém um ponto.
pt = new Pixel(0,0,0);
px = pt; // ERRO! pt não é sempre um pixel.
```

Mais Type Casting

Note que, assim como o late binding, o type casting só pode ser resolvido em tempo de execução: só quando o programa estiver rodando é que poderemos saber o valor que uma dada variável terá e, assim, poderemos decidir se a conversão é válida ou não.

instanceof

- Permite verificar a classe real de um objeto

```
if (pt instanceof Pixel) {
  Pixel px = (Pixel)pt;
  …
}
```

Classes Abstratas

- Ao criarmos uma classe para ser estendida, às vezes codificamos vários métodos usando um método para o qual não sabemos dar uma implementação, ou seja, um método que só sub-classes saberão implementar.
- Uma classe desse tipo não deve poder ser instanciada pois sua funcionalidade está incompleta. Tal classe é dita *abstrata*.

Classes Abstratas em Java

- Java suporta o conceito de classes abstratas: podemos declarar uma classe abstrata usando o modificador **abstract**.
- Além disso, métodos podem ser declarados abstratos para que suas implementações fiquem adiadas para as sub-classes. Para tal, usamos o mesmo modificador **abstract** e omitimos a implementação.

Exemplo de Classe Abstrata

```
public abstract class Drawing {
  public abstract void draw();
  public abstract BBox getBBox();
  public boolean contains(Point p) {
    BBox b = getBBox();
    return (p.x>=b.x && p.x<b.x+b.width &&
            p.y>=b.y && p.y<b.y+b.height);
  }
  ...
}
```


Herança: Simples $\times$ Múltipla

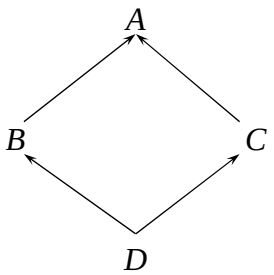
- O tipo de herança que usamos até agora é chamado de *herança simples* pois cada classe herda de apenas uma outra.
- Existe também a chamada *herança múltipla* onde uma classe pode herdar de várias classes.

Herança Múltipla

- Herança múltipla não é suportada por todas as linguagens OO.
- Esse tipo de herança apresenta um problema quando construímos hierarquias de classes onde uma classe herda duas ou mais vezes de uma mesma superclasse. O que, na prática, torna-se um caso comum.

Problemas de Herança Múltipla

- O problema de herdar duas vezes de uma mesma classe vem do fato de existir uma herança de código.



Compatibilidade de Tipos

Inúmeras vezes, quando projetamos uma hierarquia de classes usando herança múltipla, estamos, na verdade, querendo declarar que a classe é *compatível* com as classes herdadas. Em muitos casos, a herança de código não é utilizada.

Revendo Classes Abstratas

- O uso de classe abstrata para expressar compatibilidade impõe a restrição sobre herança de classes.

```
abstract class ItemCompra {
   public abstract float obtemPreço();
}
class Processador extends ItemCompra {
    public float obtemPreço();
}
```

Como definir uma classe Processador que é um Equipamento e um Item de Compra ao mesmo tempo?

Interfaces

- Algumas linguagens OO incorporam o conceito de duas classes serem compatíveis através do uso de compatibilidade estrutural ou da implementação explícita do conceito de *interface*.

Em Java

- Java não permite herança múltipla com herança de código.
- Java implementa o conceito de *interface*.
- É possível herdar múltiplas interfaces.
- Em Java, uma classe *estende* uma outra classe e *implementa* zero ou mais interfaces.
- Para implementar uma interface em uma classe, usamos a palavra **implements**.

Exemplo de Interface

- Ao implementarmos o TAD Pilha, poderíamos ter criado uma interface que definisse o TAD e uma ou mais classes que a implementassem.

```
interface Stack {
  boolean isEmpty();
  void push(int n);
  int pop();
  int top();
}
```


Membros de Interfaces

- Uma vez que uma interface não possui implementação, devemos notar que:
  - seus atributos devem ser públicos, estáticos e constantes;
  - seus métodos devem ser públicos e abstratos.
- Como esses qualificadores são fixos, não precisamos declará-los (note o exemplo anterior).

Membros de Interfaces (cont.)

- Usando os modificadores explicitamente, poderíamos ter declarado nossa interface da seguinte forma:

```
interface Stack {
  public abstract boolean isEmpty();
  public abstract void push(int n);
  public abstract int pop();
  public abstract int top();
}
```


Pilha revisitada

```
class StackImpl implements Stack {
  private int[] data;
  private int top_index;
  StackImpl(int size) {
    data = new int[size];
    top_index = -1;
  }
  public boolean isEmpty() { return (top_index < 0); }
  public void push(int n) { data[++top_index] = n; }
  public int pop() { return data[top_index--]; }
  public int top() { return data[top_index]; }
}
```

Resumindo Interfaces

- Não são classes
- Oferece compatibilidade de tipos de objetos

```
Comparable  x; // Comparable é uma interface

x = new Pessoa(); // Pessoa implementa Comparable
```

- Permite o uso de *instanceof*

```
if (x instanceof Comparable) {…}
```

- Uma interface pode estender outra

```
public interface Compativel extends Comparable
{ … }
```


Modularidade em Java: Pacotes

- Além das classes, Java provê um recurso adicional que ajuda a modularidade: o uso de pacotes.
- Um pacote é um conjunto de classes e outros pacotes.
- Pacotes permitem a criação de espaços de nomes, além de mecanismos de controle de acesso.

Pacotes: Espaços de Nomes

- Pacotes, a princípio, possuem nomes.
- O nome do pacote qualifica os nomes de todas as classes e outros pacotes que o compõem.
- Exemplo: classe **Math**.

```
int a = java.lang.Math.abs(-10); // a = 10;
```


Implementação de Pacotes

- Pacotes são tipicamente implementados como diretórios.
- Os arquivos das classes pertencentes ao pacote devem ficar em seu diretório.
- Hierarquias de pacotes são construídas através de hierarquias de diretórios.

“Empacotando” uma Classe

- Para declararmos uma classe como pertencente a um pacote, devemos:
  - declará-la em um arquivo dentro do diretório que representa o pacote;
  - declarar, na primeira linha do arquivo, que a classe pertence ao pacote.

Importação de Pacotes

- Podemos usar o nome simples (não qualificado) de uma classe que pertença a um pacote se *importarmos* a classe.
- A importação de uma classe (ou classes de um pacote) pode ser feita no início do arquivo, após a declaração do pacote (se houver).
- As classes do pacote padrão **java.lang** não precisam ser importadas (Ex.: **Math**).

Exemplo de Arquivo

```
package datatypes; // Stack pertence a datatypes.
import java.math.*; // Importa todas as classes.
import java.util.HashTable; // Importa HashTable.
/*
  A partir desse ponto, posso usar o nome
  HashTable diretamente, ao invés de usar
  java.util.HashTable. Assim como posso usar
  diretamente o nome de qualquer classe que
  pertença ao pacote java.math.
*/
public class Stack { // Stack é exportada.
   ...
}
```


Encapsulamento

- Na classe Stack, nós encapsulamos a definição de pilha que desejávamos, porém, por falta de *controle de acesso*, é possível forçar situações nas quais a pilha não se comporta como desejado.

```
Stack s = new Stack(10);
s.push(6);
s.top_index = -1;
System.out.println(s.isEmpty()); // true!
```

Controle de Acesso

- As linguagens OO disponibilizam formas de controlar o acesso aos membros de uma classe. No mínimo, devemos poder fazer diferença entre o que é *público* e o que é *privado*.
- Membros públicos podem ser acessados indiscriminadamente, enquanto os privados só podem ser acessados pela própria classe.

Redefinição de **Stack**

```
class Stack {
  private int[] data;
  private int top_index;
  Stack(int size) {
    data = new int[size];
    top_index = -1;
  }
  boolean isEmpty() { return (top_index < 0); }
  void push(int n) { data[++top_index] = n; }
  int pop() { return data[top_index--]; }
  int top() { return data[top_index]; }
}
```

Exemplo de Controle de Acesso

- Com a nova implementação da pilha, o exemplo anterior não pode mais ser feito pois teremos um erro de compilação.

```
Stack s = new Stack(10);
s.push(6);
s.top_index = -1; // ERRO! A compilação pára aqui!
System.out.println(s.isEmpty());
```


Pacotes: Controle de Acesso

- Além de membros públicos e privados, temos também membros de pacote.
- Um membro de pacote só pode ser acessado por classes declaradas no mesmo pacote da classe que declara esse membro.
- Quando omitimos o modificador de controle de acesso, estamos dizendo que o membro é de pacote.

Mais sobre Visibilidade

Pelo que foi dito até agora, membros públicos podem ser acessados indiscriminadamente, membros privados só podem ser acessados pela própria classe, e membros de pacote são acessados por classes declaradas no mesmo pacote da classe.

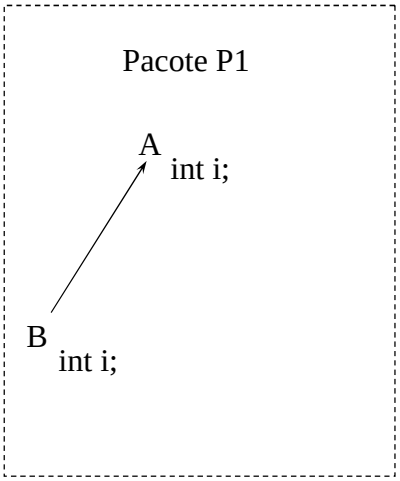
Mais sobre Visibilidade

- Às vezes precisamos de um controle de acesso intermediário: um membro que seja acessado somente nas sub-classes e nas classes declaradas no mesmo pacote. As linguagens OO tipicamente dão suporte a esse tipo de acesso.
- Para isso usamos o modificador de controle de acesso **protected** em Java.

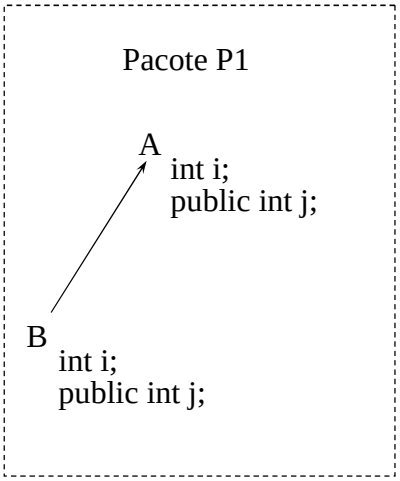
Resumo de Visibilidade em Java

- Resumindo todos os tipos de visibilidade:
  - **private**: membros que são acessados somente pela própria classe;
  - **protected**: membros que são acessados pelas suas sub-classes e pelas classes do pacote;
  - **public**: membros são acessados por qualquer classe;
  - sem modificador ou *default*: membros que são acessados pelas classes do pacote.

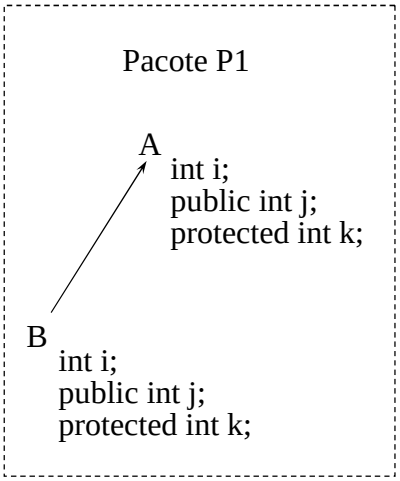
Visibilidade de Membros



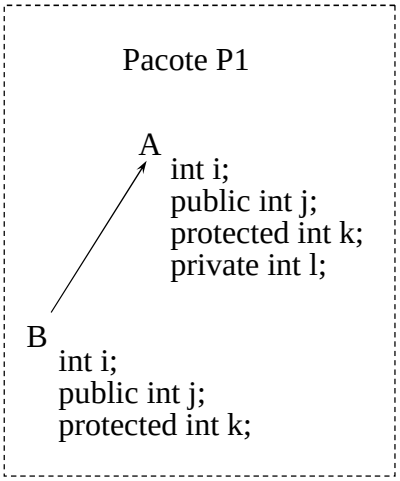
Visibilidade de Membros



Visibilidade de Membros



Visibilidade de Membros



Visibilidade de Membros