Classes e Herança

UA.DETI.POO

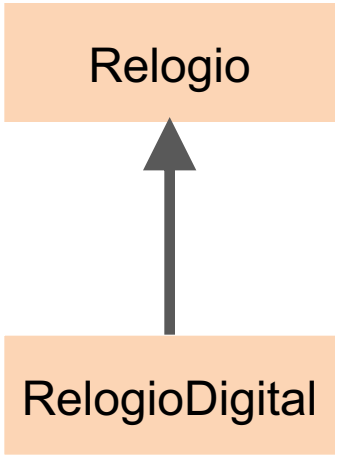
Relações entre Classes

- Parte do processo de modelação em classes consiste em:
  - Identificar entidades candidatas a classes
  - Identificar relações entre estas entidades
- As relações entre classes identificam-se facilmente recorrendo a alguns modelos reais.
  - Por exemplo, um RelógioDigital e um RelógioAnalógico são ambos tipos de Relógio (especialização ou herança).
  - Um RelógioDigital, por seu lado, contém uma Pilha (composição).
- Relações:
  - IS-A
  - HAS-A

Herança (IS-A)

- IS-A indica especialização (herança) ou seja, quando uma classe é um sub-tipo de outra classe.
- Por exemplo:
  - Pinheiro é uma (IS-A) Árvore.
  - Um RelógioDigital é um (IS-A) Relógio.

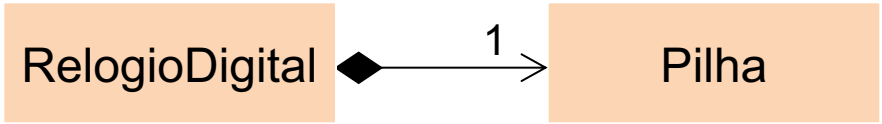
```
class Relogio {
   /* ... */
}

class RelogioDigital extends Relogio {
   /* ... */
}
```



Composição (HAS-A)

- HAS-A indica que uma classe é composta por objetos de outra classe.
- Por exemplo:
  - Floresta contém (HAS-A) Árvores.
  - Um RelógioDigital contém (HAS-A) Pilha.

```
class Pilha {
/* ... */
}
class RelogioDigital extends Relogio {
   Pilha p;
   /* ... */
}
```



Reutilização de classes

- Sempre que necessitamos de uma classe, podemos:
  - Recorrer a uma classe já existente que cumpre os requisitos
  - Escrever uma nova classe a partir "do zero"
  - Reutilizar uma classe existente usando composição
  - Reutilizar uma classe existente através de herança

Identificação de Herança

- Sinais típicos de que duas classes têm um relacionamento de herança
  - Possuem aspetos comuns (dados, comportamento)
  - Possuem aspetos distintos
  - Uma é uma especialização da outra

- Exemplos:
  - Gato é um Mamífero
  - Circulo é uma Figura
  - Água é uma Bebida

Questões?

- Quais as relações entre:
  - Trabalhador, Motorista, Vendedor, Administrativo e Contabilista
  - Triângulo, Retângulo e Losango
  - Professor, Aluno e Funcionário
  - Autocarro, Viatura, Roda, Motor, Pneu, Jante

Questões?

- Represente os seguintes elementos (classes) bem como as suas relações (herança e composição)
  - Livro
  - Artigo
  - Jornal
  - Publicação
  - Autor
  - Periódico
  - Editora
  - Revista

Herança - Conceitos

- A herança é uma das principais características de POO
  - A classe *CDeriv* herda, ou é derivada, de *CBase* quando *CDeriv* representa um sub-conjunto de *CBase*
- A herança representa-se na forma:

```
class CDeriv extends CBase { /* ... */ }
```

- *Cderiv* tem acesso aos dados e métodos de *CBase*
  - que não sejam privados em *CBase*
- Uma classe base pode ter múltiplas classes derivadas mas uma classe derivada não pode ter múltiplas classes base
  - Em Java não é possível a herança múltipla

Herança - Exemplo

```
class Person {
    private String name;
    public Person(String n) { name = n; }
    public String name() { return name; }
    public String toString() { return "PERSON";}
}
class Student extends Person {
    private int nmec;
    public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
    public int num()   { return nmec; }
    public String toString() { return "STUDENT"; }
}
public class Test {
    public static void main(String[] args)  {
        Person p = new Person("Joaquim");
        Student stu = new Student("Andreia", 55678);
        System.out.println(p + " : " + p.name());
        System.out.println(stu + " : " + stu.name() + ", " + stu.num());
    }
}
```

Base

Derivada

PERSON : Joaquim

STUDENT : Andreia, 55678

Herança - Exemplo

```
class Art {
    Art() {
        System.out.println("Art constructor");
    }
}
class Drawing extends Art {
    Drawing() {
        System.out.println("Drawing constr.");
    }
}
public class Cartoon extends Drawing {
    Cartoon() {
        System.out.println("Cartoon constr.");
    }
    public static void main(String[] args) {
        Cartoon x = new Cartoon();
    }
}
```

Art constructor

Drawing constr.

Cartoon constr.

A construção é feita a partir da classe base

Construtores com parâmetros

- Em construtores com parâmetros o construtor da classe base é a primeira instrução a aparecer num construtor da classe derivada.

```
class Game {
    int num;
    Game(int code) { ... }
    // ...
}

class BoardGame extends Game {
  // ...
  BoardGame(int code, int numPlayers) {
     super(code);
    // ...
  }
}
```

Herança de Métodos

- Ao herdar métodos podemos:
  - mantê-los inalterados,
  - acrescentar-lhe funcionalidades novas ou
  - redefini-los

Herança de Métodos - herdar

```
class Person {
    private String name;
    public Person(String n) { name = n; }
    public String name() { return name; }
    public String toString() { return "PERSON";}
}
class Student extends Person {
    private int nmec;
    public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
    public int num()         { return nmec; }
}
public class Test {
    public static void main(String[] args)  {
       Student stu = new Student("Andreia", 55678);
       System.out.println(stu + " : " +
        stu.name() + ", " + stu.num());
    }
}
```

Herança de Métodos - redefinir

```
class Person {
    private String name;
    public Person(String n) { name = n; }
    public String name() { return name; }
    public String toString() { return "PERSON";}
}

class Student extends Person {
    private int nmec;
    public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
    public int num()         { return nmec; }
    public String toString() { return "STUDENT"; }
}
```

Herança de Métodos - estender

```
class Person {
    private String name;
    public Person(String n) { name = n; }
    public String name() { return name; }
    public String toString() { return "PERSON";}
}

class Student extends Person {
    private int nmec;
    public Student(String s, int n) { super(s); nmec=n; }
    public int num()          { return nmec; }
    public String toString()
     { return super.toString() + " STUDENT"; }
}
```

Herança e controlo de acesso

- Não podemos reduzir a visibilidade de métodos herdados numa classe derivada
  - Métodos declarados como public na classe base devem ser public nas subclasses
  - Métodos declarados como protected na classe base devem ser protected ou public nas subclasses. Não podem ser private
  - Métodos declarados sem controlo de acesso (default) não podem ser private em subclasses
  - Métodos declarados como private não são herdados

Final

- O classificador final indica "não pode ser mudado"
- A sua utilização pode ser feita sobre:
  - Dados - constantes
    ```
    final int i1 = 9;
    ```
  - Métodos - não redefiníveis
    ```
    final int swap(int a, int b) { //:
    }
    ```
  - Classes - não herdadas
    ```
    final class Rato { //...
    }
    ```
- "final" fixa como constantes atributos de tipos primitivos mas não fixa objetos nem vetores
  - nestes casos o que é constante é simplesmente a referência para o objeto

```
class Value {  int i = 1; }
public class FinalData {
  // Can be compile-time constants
  private final int i1 = 9;
  private static final int VAL_TWO = 99;
  // Typical public constant:
  public static final int VAL_THREE = 39;

  public final int i4 = (int)(Math.random()*20);
  public static final int i5 = (int)(Math.random()*20);

  private Value v1 = new Value();
  private final Value v2 = new Value();
  private final int[] a = { 1, 2, 3, 4, 5, 6 }; // Arrays

  public static void main(String[] args) {
    FinalData fd1 = new FinalData();
    //! fd1.i1++; // Error: can't change value
    fd1.v2.i++; // Object isn't constant!
    fd1.v1 = new Value(); // OK -- not final
    for(int i = 0; i < fd1.a.length; i++)
      fd1.a[i]++; // Object isn't constant!
    //! fd1.v2 = new Value(); // Can't change ref
    //! fd1.a = new int[3];
  }
}
```

https://tinyurl.com/3j57tb7v

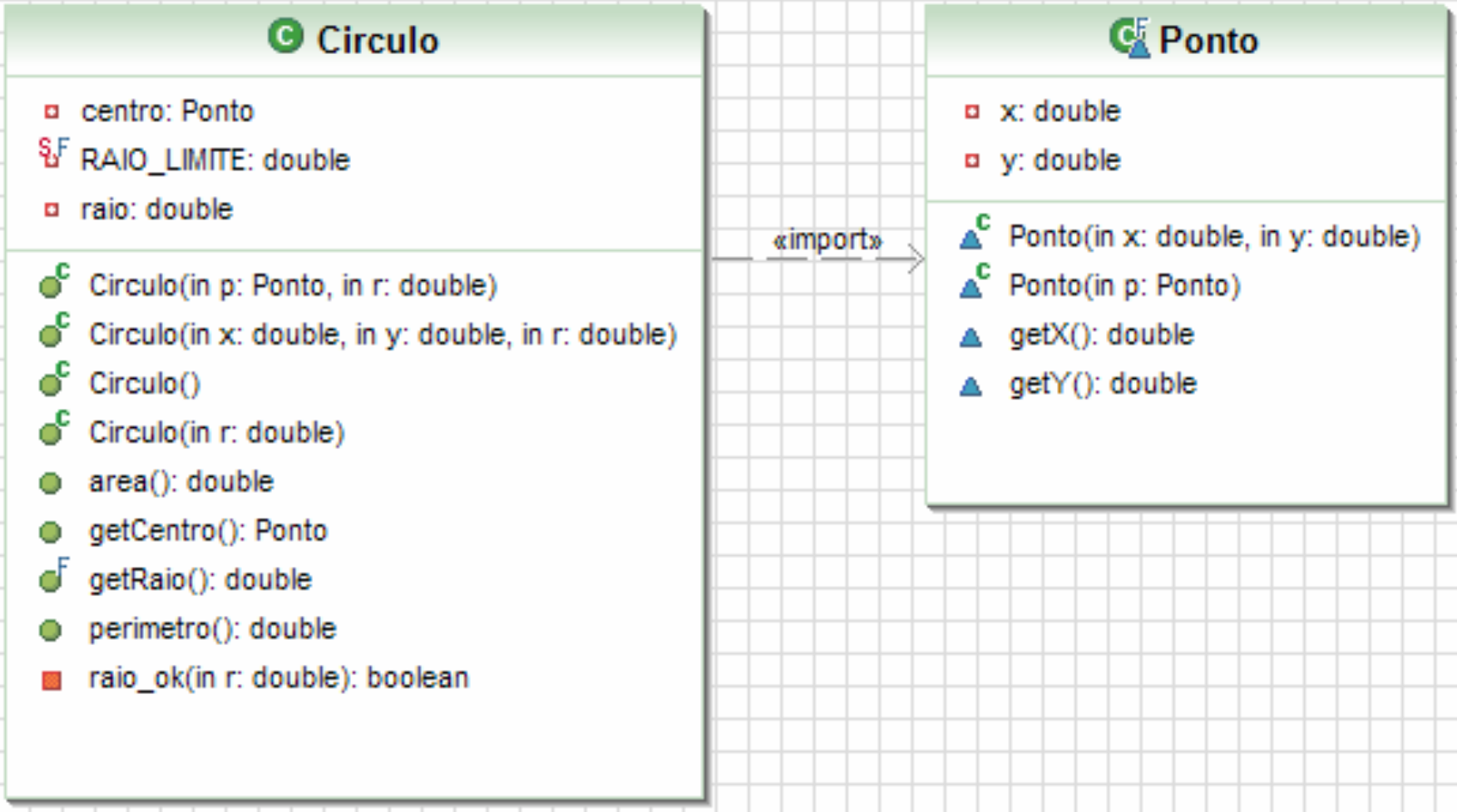
Exemplo – classe Ponto

```
public final class Ponto {
    private double x;
    private double y;

    public Ponto(double x, double y) { this.x=x; this.y=y; }
    public final double getX() { return(x); }
    public final double getY() { return(y); }
}
```

Exemplo – classe Circulo

```
public class Circulo {
   private Ponto centro;
   private double raio;

   public static final double RAIO_LIMITE = 100.0;

   public Circulo(Ponto p, double r) {
       centro = p;
       if (raio_ok(r)) raio = r; else raio = RAIO_LIMITE;
   }

   public double area() { return Math.PI*raio*raio;   }
   public double perimetro() { return 2*Math.PI*raio; }
   public final double getRaio() { return raio; }
   public final Ponto getCentro() { return centro; }

   private boolean raio_ok(double r) { return(r<=RAIO_LIMITE); }

}
```

Representação UML



Herança - Boas Práticas

- Programar para a interface e não para a implementação
- Procurar aspetos comuns a várias classes e promovê-los a uma classe base
- Minimizar os relacionamentos entre objetos e organizar as classes relacionadas dentro de um mesmo package
- Usar herança criteriosamente – sempre que possível favorecer a composição

Métodos comuns a todos os objetos

- Em Java, todos as classe derivam da super classe java.lang.Object
- Métodos desta classe:
  - toString()
  - equals()
  - hashcode()
  - finalize()
  - clone()
  - getClass()
  - wait()
  - notify()
  - notifyAll()

toString()

```
Circulo c1 = new Circulo(1.5, 0, 0);
System.out.println( c1 );
```

c1.toString() é invocado automaticamente

Circulo@1afa3

- O método toString() deve ser sempre redefinido para ter um comportamento de acordo com o objeto

```
public class Circulo {
    // ....
    @Override
   public String toString() {
       return "Centro : ("  + centro.x() + ", "
              + centro.y() + ") " +    " Raio : " + raio;
    }
```

Centro : (1.5, 0) Raio : 0

equals()

- A expressão c1 == c2 verifica se as referências c1 e c2 apontam para a mesmo objeto
  - Caso c1 e c2 sejam variáveis automáticas a expressão anterior compara valores
- O método equals() testa se dois objetos são iguais

```
Circulo p1 = new Circulo(0, 0, 1);
Circulo p2 = new Circulo(0, 0, 1);
System.out.println(p1 == p2);      // false
System.out.println(p1.equals(p2));  // false (porquê?)
```

- equals() deve ser redefinido sempre que os objetos dessa classe puderem ser comparados
  - Circulo, Ponto, Complexo ...

Problemas com equals()

- Propriedades da igualdade
  - reflexiva: x.equals(x) → true
  - simétrica: x.equals(y) ←→ y.equals(x)
  - transitiva: x.equals(y) AND y.equals(z) → x.equals(z)
- Devemos respeitar a assinatura `Object.equals(Object o)`

```
public class Circulo {
    //...
    @Override
    public boolean equals(Object obj) { //...
    }
}
```

- Problemas
  - E se 'obj' for null?
  - E se referenciar um objeto diferente de Circulo?

Circulo.equals()

```
@Override
public boolean equals(Object obj) {
    if (this == obj)
        return true;
    if (obj == null)
        return false;
    if (getClass() != obj.getClass())
        return false;
    Circulo other = (Circulo) obj;
        // verify if the object's attributes are equals
    if (centro == null) {
        if (other.centro != null)
            return false;
    } else if (!centro.equals(other.centro))
        return false;
    if (raio != other.raio)
        return false;
    return true;
}
```

equals() em Herança

```
class Base {
    private int x;
    public Base ( int i ) {  x = i;  }
    public boolean equals( Object rhs ) {
        if ( rhs == null ) return false;
        if ( getClass() != rhs.getClass() ) return false;
        if (rhs == this) return true;
        return x == ( (Base) rhs ).x;
    }
}
class Derived extends Base {
    public Derived ( int i, int j ) { super( i ); y = j;  }
    public boolean equals( Object rhs ) {
        // Não é necessário testar a classe. Feito em Base
        return super.equals(rhs) && y== ( (Derived) rhs ).y;
    }
    private int y;
}
```

hashCode()

- Sempre que o método `equal()` for reescrito, `hashCode()` também deve ser
  - Objetos iguais devem retornar códigos de hash iguais
- O objetivo do hash é ajudar a identificar qualquer objeto através de um número inteiro

```
// Circulo.hashCode() – Exemplo muito simples !!!
public int hashCode() {
    return raio * centro.x() * centro.y();
}
//..
Circulo c1 = new Circulo(10,15,27);
Circulo c2 = new Circulo(10,15,27);
Circulo c3 = new Circulo(10,15,28);
```

```
4050
4050
4200
```

  - A construção de uma boa função de hash não é trivial. Para a sua construção recomendam-se outras fontes

Circulo.hashCode()

```
@Override
public int hashCode() {
    final int prime = 31;
    int result = prime
        + ((centro == null) ? 0 : centro.hashCode());
    long temp = Double.doubleToLongBits(raio);
    result = prime * result + (int) (temp ^ (temp >>> 32));
        // ^   Bitwise exclusive OR
        // >>> Unsigned right shift
    return result;
}
```

Sumário - Porquê herança?

- Muitos objetos reais apresentam esta característica
- Permite criar classes mais simples com funcionalidades mais estanques e melhor definidas
  - Devemos evitar classes com interfaces muito "extensas"
- Permite reutilizar e estender interfaces e código
- Permite tirar partido do polimorfismo (próxima aula)