PROGRAMAÇÃO ORIENTADA PELOS OBJECTOS

Extensibilidade

Identificação do tipo em tempo de execução

Identificação do tipo em tempo de execução

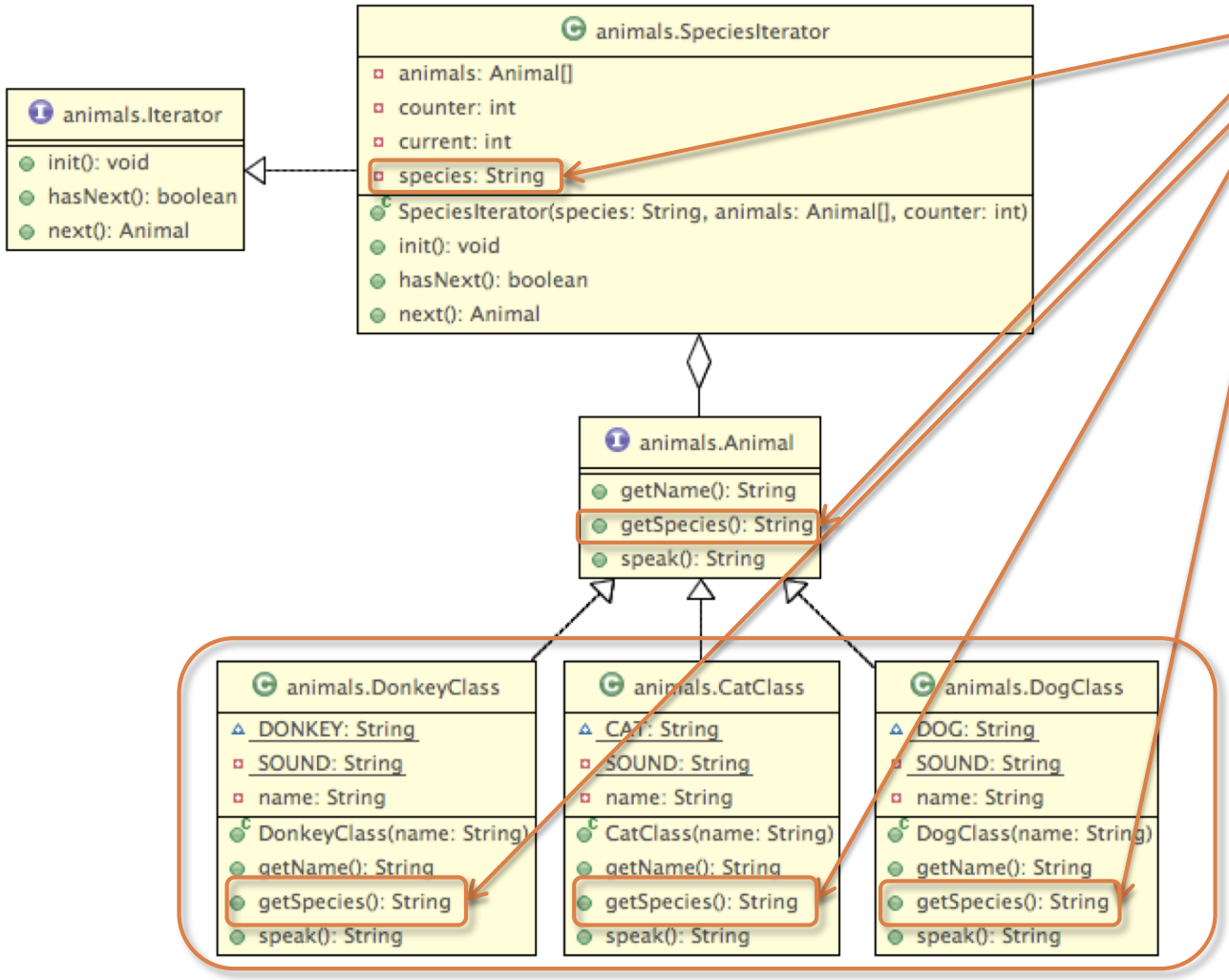
- Como saber qual o tipo concreto de um objecto, quando apenas temos referência para o tipo declarado?

Recordando o exemplo dos animais

- Voltemos ao nosso conhecido exemplo dos animais
- Suponha que agora queremos contar, numa colecção de animais, quantos são de um determinado tipo

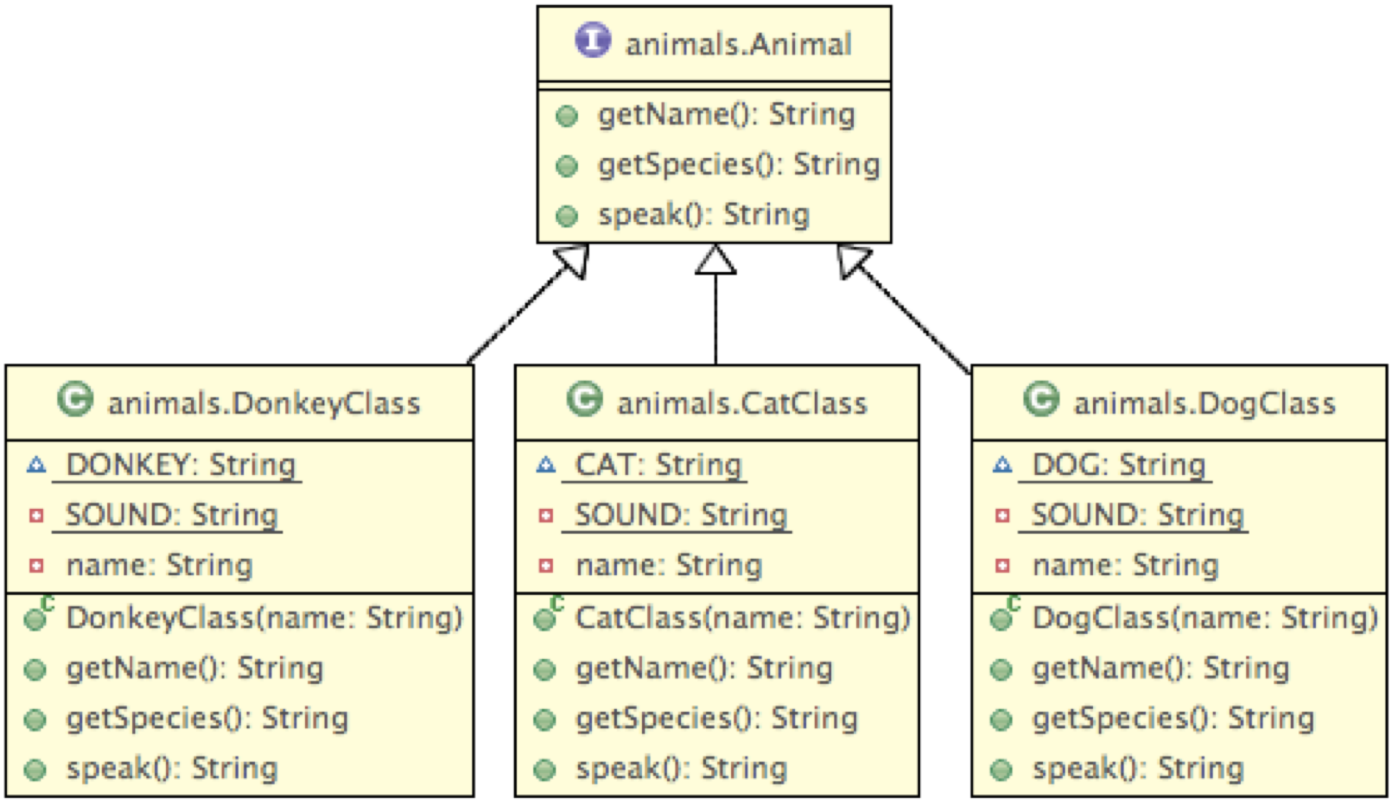
- Quantos cães? 
- Quantos animais de estimação? 
- E se mais tarde quisermos acrescentar um Hamster?

Recordando o exemplo dos animais

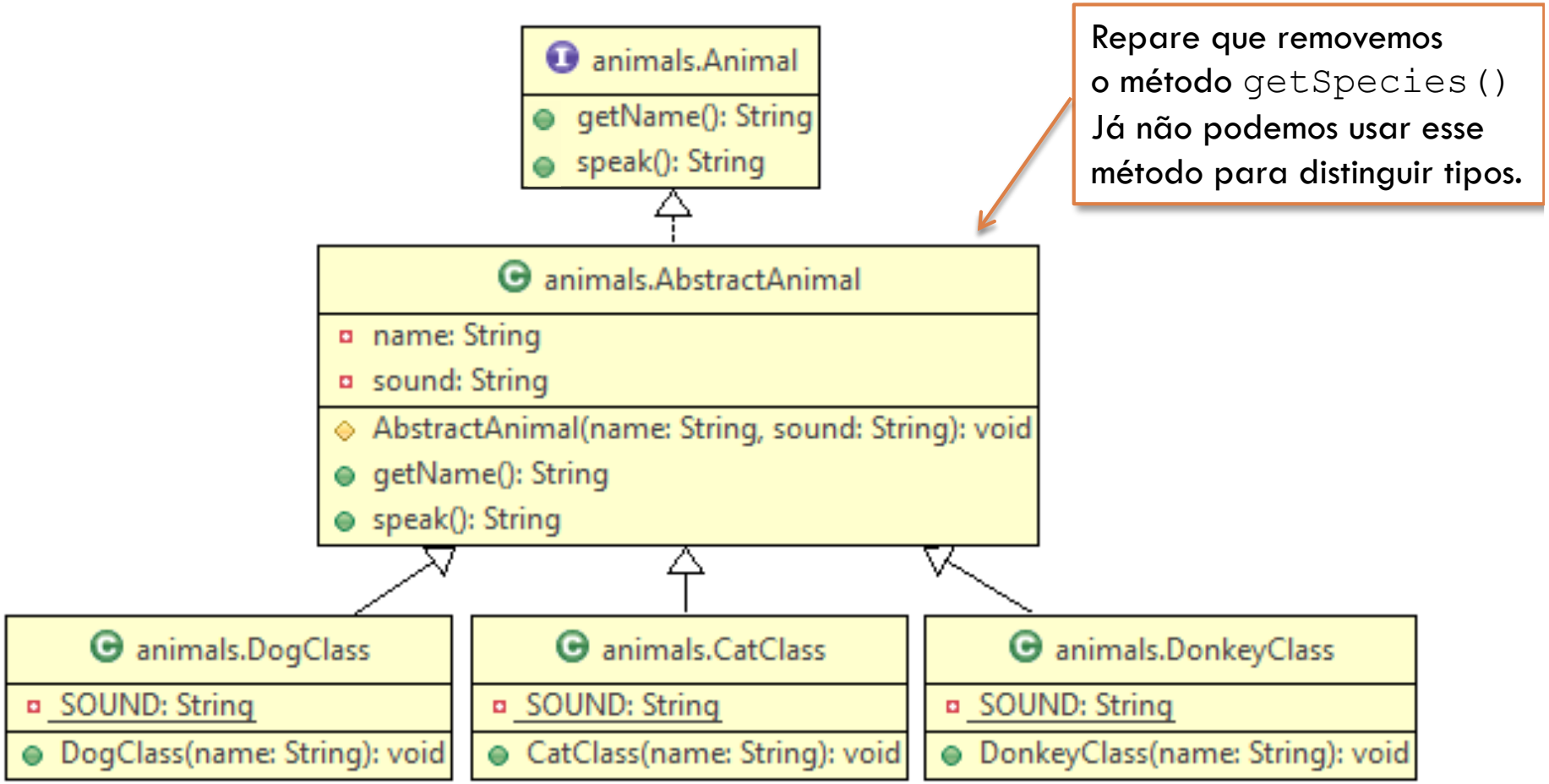


- Para sabermos qual a espécie de um animal, criamos um novo método.
- O Java suporta formas mais elegantes de descobrir este tipo de informação
- Nesta aula, vamos explorar esses mecanismos e as suas implicações para o desenho de software orientado pelos objectos
- De caminho, vamos remover a repetição excessiva de código nas classes que implementam a interface **`Animal`**

Hierarquia de tipos dos animais



Factorizando o código dos animais



Interface `Animal`

```
/**
 * Interface Animal, que todos os animais deste exemplo implementam.
 */
public interface Animal {
  /**
   * Devolve o nome do animal
   * @return nome do animal
   */
  String getName();

  /**
   * Devolve o "falar" do animal
   * @return onomatopeia da voz do animal
   */
  String speak();
}
```

Classe abstracta `AbstractAnimal`

```
abstract class AbstractAnimal implements Animal {
  private String name;
  private String sound;

  protected AbstractAnimal(String name, String sound) {
    this.name = name;
    this.sound = sound;
  }

  public String getName() {
    return name;
  }

  public String speak() {
    return sound;
  }
}
```

Classe concreta `DogClass`

```
/**
 * Classe que representa os cães.
 */
class DogClass extends AbstractAnimal {
  private static final String SOUND = "Béu!Béu!";

  /**
   * Cria um cão de nome <code>name</code>.
   * @param name - o nome do cão a criar.
   */
  public DogClass(String name){
    super(name,DogClass.SOUND);
  }
}
```

Classe concreta `CatClass`

```
/**
 * Classe que representa os gatos.
 */
class CatClass extends AbstractAnimal {
  private static final String SOUND = "Miau!";

  /**
   * Cria um gato de nome <code>name</code>.
   * @param name - o nome do gato a criar.
   */
  public CatClass(String name){
    super(name,CatClass.SOUND);
  }
}
```

Classe concreta `DonkeyClass`

```
/**
 * Classe que representa os burros.
 */
class DonkeyClass extends AbstractAnimal {
  private static final String SOUND = "Ihhh-ohhh";

  /**
   * Cria um burro de nome <code>name</code>.
   * @param name - o nome do burro a criar.
   */
  public DonkeyClass(String name){
    super(name,DonkeyClass.SOUND);
  }
}
```

Extensibilidade

- Um sistema diz-se **extensível** se for possível fazer crescer sem que se tenha de alterar o que já existia antes
- A abstracção é um mecanismo que potencia a extensibilidade
  - Código desenvolvido com base em conceitos abstractos pode lidar com as entidades do problema numa versão inicial, mas também com as que venham a surgir no futuro

Como tornar o código **não extensível**?

- Testar explicitamente a classe com que um objecto foi instanciado, ou seja, qual a sua classe concreta
  - Ao fazer isso, o código fica comprometido com a classe concreta, ou seja, deixa de estar preparado para lidar com classes a criar no futuro

- Antes de mais, como se testa qual a classe concreta de um qualquer objecto?
  - Neste caso, vamos ver como descobrir que tipo de animal temos...

Interface Zoo

```
public interface Zoo {
  /**
    * Adiciona o animal com o nome e espécie dados à colecção de animais.
    * <strong>PRE:</strong>hasSpecies(species)
    * @param name - o nome do animal a adicionar.
    * @param species - a espécie do animal a adicionar.
    */
   public void add(String name, String species);
  /**
    * Cria e devolve um iterador de animais da espécie dada.
    * <strong>PRE:</strong>hasSpecies(species)
    * @param species - o nome da espécie cujos animais vão ser iterados.
    * @return Iterador em que os animais a visitar são todos os animais
    * da espécie passada como argumento.
    */
   public Iterator speciesAnimals(String species);
   //...
}
```

Essencialmente, vamos concentrar a nossa atenção na implementação deste iterador, que terá de ser capaz de distinguir as espécies

Configuração do iterador

```
class SpeciesIterator implements Iterator {
  private Animal[] animals;
  private int counter;
  private int current;
  private String species;

  public SpeciesIterator(String species,
                         Animal[] animals, int counter) {
    this.animals = animals;
    this.counter = counter;
    this.species = species;
    this.init();
  }
```

Esta variável de instância vai-nos servir para configurar o iterador. A ideia é que o iterador apenas vai iterar objectos desta espécie.

Teste com `instanceof`

```
public boolean hasNext() {
    return (current < counter);
}


private boolean rightSpecies(Animal a) {
    if (species.equalsIgnoreCase("Cao"))
      return (a instanceof DogClass);
    else if (species.equalsIgnoreCase("Gato"))
      return (a instanceof CatClass);
    else if (species.equalsIgnoreCase("Burro"))
      return (a instanceof DonkeyClass);
    else
      return false;
}
```

O operador **`instanceof`** testa se uma referência para um objecto tem um determinado tipo concreto (ou um seu sub-tipo). Por exemplo, se a espécie seleccionada no iterador for "Gato", esta operação apenas devolve true para gatos.

O operador `instanceof`

- O operador **`instanceof`** pode ser usado para testar se um objecto **`obj`** é de um tipo **`T`**
  - **`T`** não pode ser de um tipo primitivo
- Sintaxe:

```
obj instanceof T
```

- Exemplo:

```
public class MainClass {
  public static void main(String[] a) {
    Animal c = new DogClass("Piloto");
    if (c instanceof DogClass) {
      System.out.println("Morde!!!");
    }
  }
}
```

- Retorno:

```
Morde!!!
```

- Note que o que conta é o tipo concreto da instância

Continuando o teste com `instanceof`

```
private void searchNext() {
    while ( (current < counter)
              && !rightSpecies(animals[current]) )
      current++;
}

public void init() {
    current = 0;
    searchNext();
}

public Animal next() {
    Animal res = animals[current++];
    searchNext();
    return res;
}
```

No iterador, invocamos a operação auxiliar definida à custa do operador **`instanceof`**

Problema

- O uso de **testes explícitos para determinar a classe concreta dum objecto** (feita usando o `instanceof` ou de outras formas) conduz a código não extensível.
  - Código comprometido com as classes existentes:
    - Não conseguirá lidar com objectos de classes a criar no futuro. Para lidar com esses novos objectos, seria necessário reescrever o código.
      - Experimente acrescentar um Hamster...

Como resolver evitar testes de classe

- **Técnica do envio de mensagem**
  - Em vez de testar directamente a classe concreta de um objecto, podemos enviar-lhe uma mensagem perguntando algo. Tal código já é extensível pois funciona com quaisquer objectos que suportem um dado método, mesmo com objectos de classes a criar futuramente.
    - Visão do mundo fechado (menos interessante)
    - Visão do mundo aberto (mais interessante)

Visão do mundo fechado

- Usamos o operador **`instanceof`**
  - Exemplo: `tobias` **`instanceof`** `CatClass`
- Este código não é extensível, ficamos "presos" a um conjunto inicial de classes

Visão do mundo aberto

- Envia-se uma mensagem ao objecto e depois actua-se em conformidade com a resposta que este der
  - Foi o que fizemos inicialmente, para descobrir a espécie dos animais
  - É extensível. Basta que uma nova classe a acrescentar à hierarquia tenha a sua forma específica de responder à mensagem a enviar

- Problema: obriga-nos a acrescentar uma operação um pouco "artificial"

Visão do mundo fechado vs. mundo aberto

```
private boolean rightSpecies(Animal a) {
    if (species.equalsIgnoreCase("Cao"))
      return (a instanceof DogClass);
    else if (species.equalsIgnoreCase("Gato"))
      return (a instanceof CatClass);
    else if (species.equalsIgnoreCase("Burro"))
      return (a instanceof DonkeyClass);
    else
      return false;
}
```

```
private boolean rightSpecies(Animal a) {
    if (species.equalsIgnoreCase("Cao"))
      return a.getSpecies().equalsIgnoreCase("Cao");
    else if (species.equalsIgnoreCase("Gato"))
      return a.getSpecies().equalsIgnoreCase("Gato");
    else if (species.equalsIgnoreCase("Burro"))
      return a.getSpecies().equalsIgnoreCase("Burro");
    else
      return false;
}
```

Técnica das interfaces

- Imagine que queremos iterar sobre todos os animais que são animais de estimação
- Com a técnica do envio de mensagem (mundo aberto), teríamos de acrescentar uma operação extra, por exemplo, `boolean isPet()`

Técnica do envio de mensagem

```
public interface Animal {
  String getName();
  String speak();

  boolean isPet();
}
```

```
abstract class AbstractAnimal implements Animal {
  private String name, sound;

  protected AbstractAnimal(String name,String sound){
    this.name = name; this.sound = sound;
  }
  public String getName() { return name; }
  public String speak() { return sound; }

  public abstract boolean isPet();
}
```

```
class DonkeyClass extends AbstractAnimal {
  private static final String SOUND = "Ihhh-ohhh";

  public DonkeyClass(String name){ super(name,DonkeyClass.SOUND);}

  public boolean isPet(){ return false; }
}
```

Técnica das interfaces

- Na verdade, o conceito de "animal de estimação" é bastante abstracto
  - Podemos criar uma abstracção para ele: em particular, podemos criar uma interface **`Pet`** e estabelecer que todas as classes que implementam a interface **`Pet`** representam animais de estimação
- Assim, já podemos usar o **`instanceof`** de modo extensível

```
bicho instanceof Pet
```

- A interface **`Pet`** pode ficar vazia, a sua existência é suficiente
- Trata-se duma **interface etiqueta**

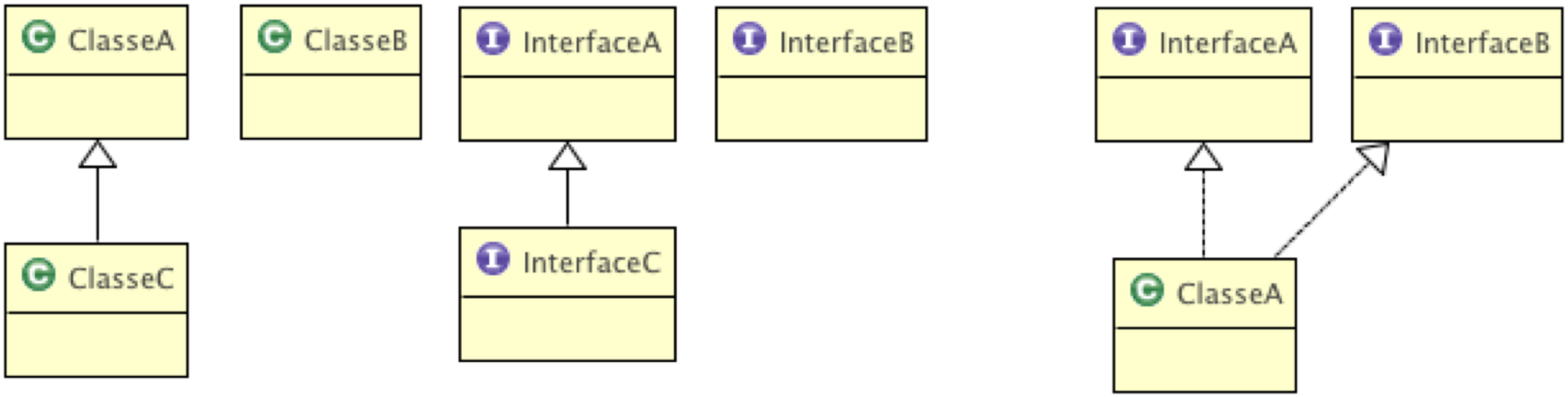
Interface `Pet`

```
/**
 * Interface que representa os animais de estimação.
 */
public interface Pet {}
```

- Todas as classes que implementem Pet representam animais de estimação
- Uma classe pode implementar mais que uma interface?
  - **Sim**
- E pode herdar directamente de mais que uma classe?
  - **Não**

Herança múltipla em Java

- Note-se que a linguagem Java não permite herança múltipla, razão pela qual uma classe não pode herdar directamente de mais que uma classe
- Em situações menos comuns, como é o caso do nosso Pet, a herança múltipla pode ser obtida indirectamente através da implementação de mais que uma interface



Técnica das interfaces: Classe concreta `DogClass`

```
/**
 * Classe que representa os cães.
 */
class DogClass extends AbstractAnimal implements Pet {
  private static final String SOUND = "Béu!Béu!";

  /**
   * Cria um cão de nome <code>name</code>.
   * @param name - o nome do cão a criar.
   */
  public DogClass(String name){
    super(name,DogClass.SOUND);
  }
}
```

Técnica das interfaces: Classe concreta `CatClass`

```
/**
 * Classe que representa os gatos.
 */
class CatClass extends AbstractAnimal implements Pet {
  private static final String SOUND = "Miau!";

  /**
   * Cria um gato de nome <code>name</code>.
   * @param name - o nome do gato a criar.
   */
  public CatClass(String name){
    super(name,CatClass.SOUND);
  }
}
```

Filtrar animais de estimação (envio de mensagem)

```
private void searchNext() {
    while ( (current < counter) &&
              !(animals[current].isPet()))
      current++;
}

public void init() {
    current = 0;
    searchNext();
}

  public Animal next() {
    Animal res = animals[current++];
    searchNext();
    return res;
}
```

Filtrar animais de estimação (interface etiqueta)

```
private void searchNext() {
    while ( (current < counter) &&
              !(animals[current] instanceof Pet))
      current++;
}

public void init() {
    current = 0;
    searchNext();
}

  public Animal next() {
    Animal res = animals[current++];
    searchNext();
    return res;
}
```

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
public class ZooClass {
  private String test() {
    Animal c = new DogClass("Piloto");
    if (c instanceof DogClass)
       return "Morde!!!";
    else
       return "Não sei se morde...";
  }
}
```

- Resultado:

```
"Morde!!!"
```

- O que conta é o tipo concreto da instância

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
public class ZooClass {
  private String test() {
     DogClass c = new DogClass("Piloto");
     if (c instanceof Animal)
        return "Morde!!!";
     else
        return "Não sei se morde...";
  }
}
```

- Resultado:

```
"Morde!!!"
```

- Repare que o tipo concreto da instância (**`DogClass`**) é uma classe que implementa a interface **`Animal`**

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
public class ZooClass {
  private String test() {
    DonkeyClass b = null;
    if (b instanceof DonkeyClass)
      return "verdadeiro";
    else
      return "falso";
  }
}
```

- Resultado:

```
"falso"
```

- O operador **`instanceof`** devolve **`false`** porque **`b`** é **`null`**. **Aplicar `instanceof` a uma referência nula devolve sempre `false`.**

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
class DogClass ...{ ... }
class GermanSheppherd extends DogClass {
  public GermanSheppherd(String name) { super(name); }
  public String speak() {return "woof!"}
}
public class ZooClass {
  private String test() {
    DogClass ralf = new GermanSheppherd("Ralf");
    String res = "";
    if (ralf instanceof GermanSheppherd)
      res += ralf.speak();
    if (ralf instanceof DogClass)
      res += ralf.speak();
    if (ralf instanceof Animal)
      res += ralf.speak();
    return res;
  }
}
```

- Resultado:

```
"woof!woof!woof!"
```

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
class DogClass ... { ... }
class GermanSheppherd extends DogClass {
  public GermanSheppherd(String name) { super(name); }
  public String speak() {return "woof!"}
}
public class ZooClass {
  private String test() {
    Animal ralf = new GermanSheppherd("Ralf");
    String res = "";
    if (ralf instanceof GermanSheppherd) {
      res += ralf.speak();
      res += ((DogClass)ralf).speak();
    }
    else
      res = "Bobi, Tareco, busca!";
    return res;
  }
}
```

- Resultado:

```
"woof!Béu!Béu!"
```

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
class DogClass implements Animal { ... }
class GermanSheppherd extends DogClass {...}
public class ZooClass {
  private String test() {
    Animal ralf = new GermanSheppherd();
    Animal bobi = new DogClass();
    String res = "";
    if (ralf instanceof GermanSheppherd)
      res += "Ralf é pastor alemão"+"\n";
    if (bobi instanceof GermanSheppherd)
      res += "Bobi é pastor alemão"+"\n";
    if (ralf instanceof DogClass)
      res += "Ralf é cão"+"\n";
    if (bobi instanceof DogClass)
      res += "Bobi é cão"+"\n";
    if (ralf instanceof Animal)
      res += "Ralf é animal"+"\n";
    if (bobi instanceof Animal)
      res += "Bobi é animal";
    return res;
  }}
```

- Resultado:

```
"Ralf é pastor alemão
Ralf é cão
Bobi é cão
Ralf é animal
Bobi é animal"
```

O operador `instanceof`

- Exemplo:

```
class DogClass extends AbstractAnimal
                        implements Pet { ... }
class GermanSheppherd extends DogClass {
  public GermanSheppherd(String name) { super(name); }
  public String speak() {return "woof!"}
}
public class ZooClass {
  private String test() {
    Animal ralf = new GermanSheppherd("Ralf");
    if (ralf instanceof Object)
      return "Sinto-me um cão objecto";
    else
      return "Eu não sou um objecto?";
  }
}
```

- Saída:

```
"Sinto-me um cão objecto"
```