Classi astratte e progettazione OOP
Esempio: l'enciclopedia degli animali
(collezione come array)

Ereditarietà, polimorfismo e altri sporchi trucchi

- Facciamo un esempio che ci permette di comprendere come vengono utilizzate le classi astratte e le gerarchie di ereditarietà
- L'esempio mostra alcune tecniche tipiche della progettazione object-oriented e fa largamente uso di ereditarietà (sia subtyping che subclassing) e presenta polimorfismo

- Subtyping o ereditarietà di interfaccia, ci consente di specificare la classe/interfaccia (il tipo) di un reference, e creare l'istanza di una sua sotto-classe (o classe che la implementa per le interfacce)
- Subclassing o ereditarietà di implementazione (si eredita il codice, a meno di overriding)

Enciclopedia degli animali

- Vogliamo realizzare un'enciclopedia, costituita da una serie di schede di animali, a cui possiamo chiedere i dati relativi ad un animale di cui conosciamo il nome.
- I dati sono:
  - Come si muove: cammina, vola, nuota
  - Come si riproduce: oviparo, viviparo
  - Da che cosa è ricoperto: peli, piume, squame
- Per semplicità prendiamo in considerazione solo mammiferi, pesci e uccelli.
- Ogni scheda deve poter fornire la propria descrizione sotto forma di una stringa di questo tipo:

```
"Nome: Cavallo - Caratteristiche: cammina, è
ricoperto di peli, è viviparo"
```

Un primo tentativo di soluzione

- Una soluzione semplice è quella di creare un'unica classe – Animale – e nel costruttore indichiamo i dati richiesti: nome, riproduzione, movimento, ambiente

```
Animale a1, a2, a3, a4;
a1 = new Animale("Cavallo","Viviparo","Cammina","Peli");
a2 = new Animale("Cane","Viviparo","Cammina","Peli");
a3 = new Animale("Rondine","Oviparo","Vola","Piume");
```

- Questa soluzione ha alcuni difetti:
  - E' poco estensibile: se decidiamo di inserire una nuova informazione nelle schede, dobbiamo andare a cambiare il costruttore e tutti i punti in cui vengono create le istanze
  - Modella male la realtà: non tiene conto che tutti i mammiferi sono vivipari, tutti i pesci e gli uccelli ovipari

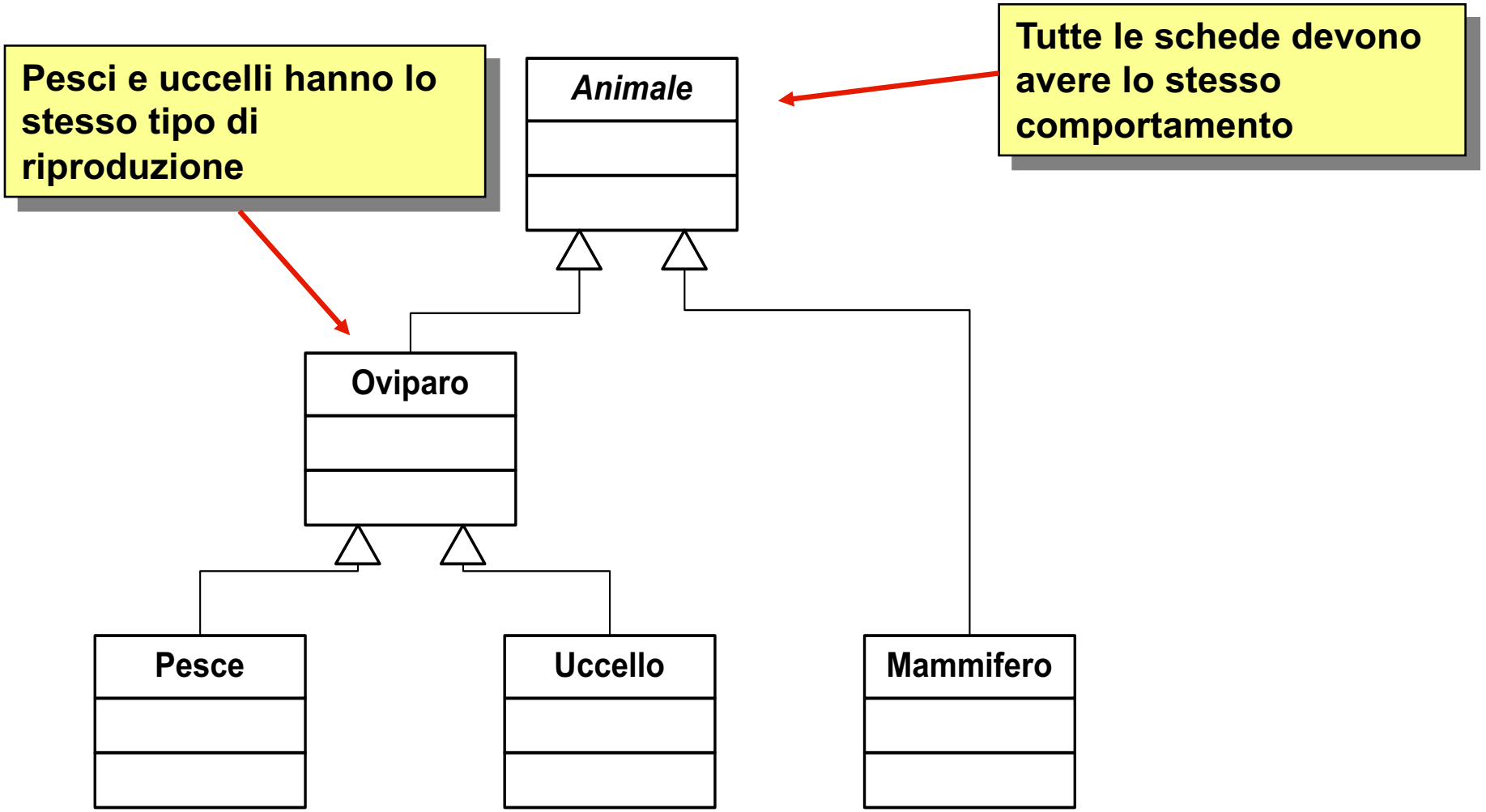
Gerarchie e fattorizzazione

- Il modo corretto di procedere è quello di utilizzare una gerarchia basata sull'ereditarietà
- Si cerca di fattorizzare quanti più elementi possibili per evitare duplicazioni nella descrizione
- E' un meccanismo simile al raccoglimento a fattor comune dell'algebra:

$$ab + ac = a\,(b+c)$$

- Nella programmazione OO le cose funzionano così:
- Se si individuano caratteristiche comuni a due o più classi si crea una classe base dotata di queste caratteristiche da cui le classi in questione ereditano

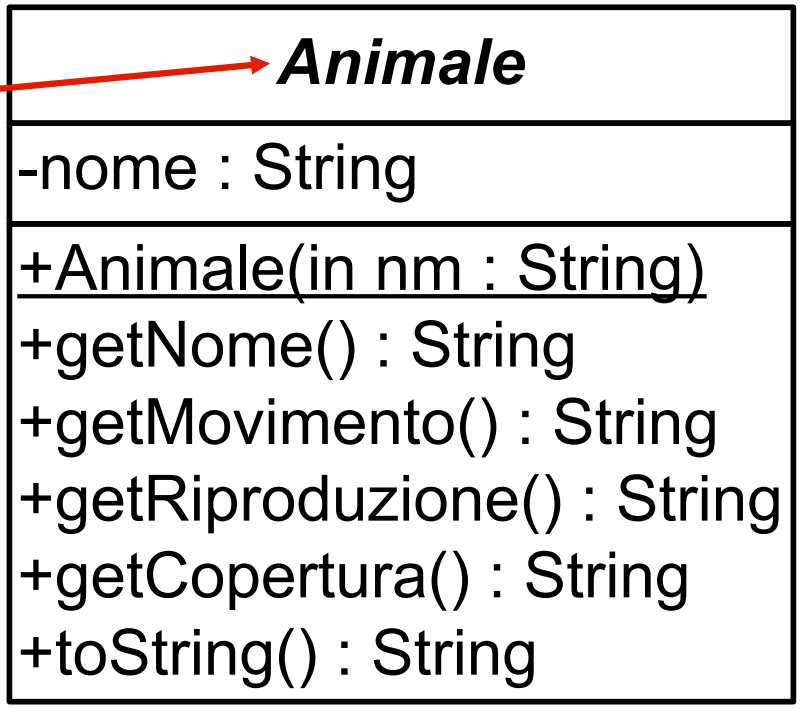
Applichiamo la fattorizzazione



La classe Animale – Una base comune

- Le schede devono essere intercambiabili fra di loro
- Le facciamo quindi discendere da una classe comune che definisce tutti i metodi che ci servono
- Sarà una classe astratta perché non siamo in grado di fornire un'implementazione per tutti i metodi

Il nome è in corsivo perché è una classe astratta



La classe Animale – Definizione astratta

- Potremmo definirla come classe completamente astratta:

```
public abstract class Animale
{
   private String nome;
   public abstract String getNome();
   public abstract String getMovimento();
   public abstract String getRiproduzione();
   public abstract String getCopertura();
}
```

- Attenzione: possiamo non definire toString() come metodo astratto
- E' definito in Object e la classe Animale, discendendo da Object come tutte le classi Java, lo eredita

Animale – Fattorizzazione

- Oppure fornire già un'implementazione (comune anche alle sottoclassi) per il costruttore e i metodi: getNome() e toString():

```
public Animale(String nm)
{ nome=nm;  }
public String getNome()
{
  return nome;
}
public String toString()
{
  return "Nome: "+getNome()+ " - Caratteristiche: "+
    getMovimento()+ ", "+getRiproduzione()+", "+
    getCopertura();
}
```

Metodi astratti!

- Nel toString() possiamo invocare metodi che non sono (ancora) stati implementati, ma lo saranno nelle sotto-classi

Animale – polimorfismo e subtyping

- Stiamo utilizzando polimorfismo e subtyping
- Subtyping: anche se astratti, i metodi sono comunque definiti in Animale e quindi possono essere invocati in istanze di classi derivate
- Polimorfismo: nelle classi derivate saranno invocate le implementazioni specifiche dei metodi
- E' una tecnica non facile da "digerire" ma è molto utile: possiamo definire un comportamento complessivo anche se i dettagli non sono stati ancora definiti
- Nel nostro caso siamo in grado di decidere come sarà costituita nel suo complesso la scheda degli animali lasciando alle classi concrete il compito di implementare correttamente i dettagli

La classe Animale: versione definitiva

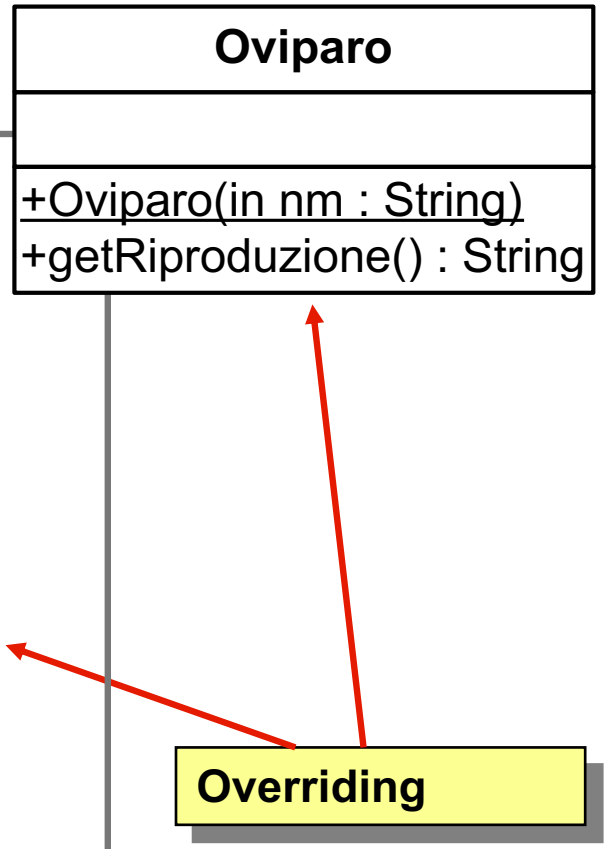
```
public abstract class Animale
{
  private String nome;

  public Animale(String nm)
  {
    nome=nm;
  }
  public String getNome()
  {
    return nome;
  }
  public abstract String getMovimento();
  public abstract String getRiproduzione();
  public abstract String getCopertura();
  public String toString()
  {
    return getNome()+
    "Caratteristiche: "+getMovimento()+
    ", "+getRiproduzione()+", "+
    getCopertura();
  }
```

toString **è un esempio di utilizzo di Template method pattern**

La classe Oviparo

- Oviparo è un'altra classe astratta e ci serve per fattorizzare il metodo getRiproduzione()

```
public abstract class Oviparo
   extends Animale
{
   public Oviparo(String nm)
   {
      super(nm);
   }
   public String getRiproduzione()
   {
      return "Oviparo";
   }
}
```



Le classi Pesce ed Uccello

- Definiamo quindi le due classi concrete che discendono da Oviparo: Pesce e Uccello
- Faremo l'overriding dei soli metodi non ancora implementati:

```
public class Pesce
   extends Oviparo
{
   public Pesce(String nm)
   { super(nm); }
   public String getMovimento()
   { return "Nuota"; }
   public String getCopertura()
   { return "Squame"; }
}
```

Pesce
+Pesce(in nm : String) +getMovimento() : String +getCopertura() : String

Uccello
+Uccello(in nm : String) +getMovimento() : String +getCopertura() : String

```
public class Uccello
   extends Oviparo
{
   public Uccello(String nm)
   { super(nm); }
   public String getMovimento()
   { return "Vola"; }
   public String getCopertura()
   { return "Piume"; }
}
```

La classe Mammifero

- Definiamo infine la classe concreta Mammifero che discende direttamente da Animale

```
public class Mammifero extends Animale
{
  public Mammifero(String nm)
  { super(nm); }
  public String getMovimento()
  { return "Cammina"; }
  public String getRiproduzione()
  { return "Viviparo"; }
  public String getCopertura()
  { return "Peli"; }
}
```

L'enciclopedia degli animali – versione senza JCF

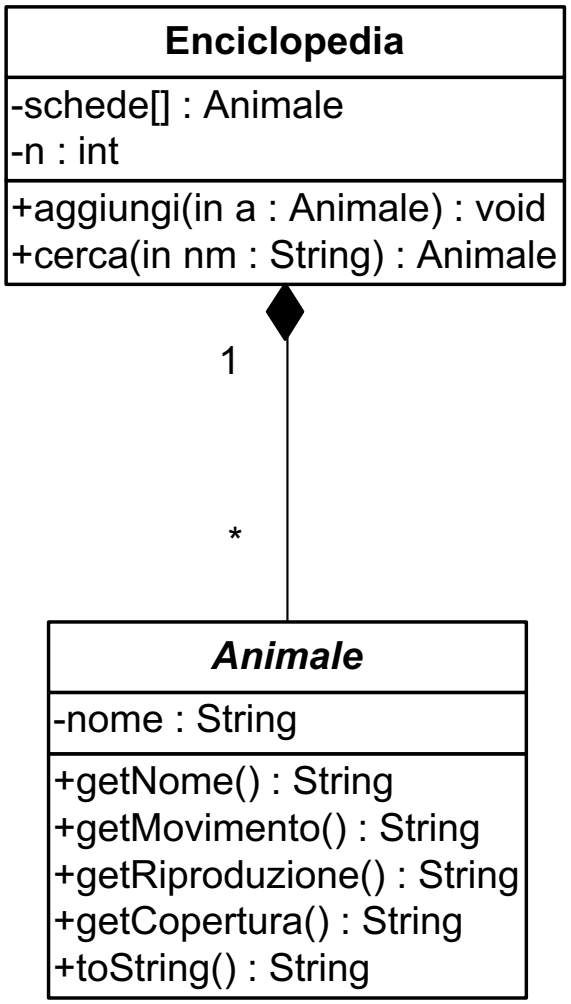
- Vogliamo utilizzare una struttura di dato che ci consenta di rappresentare una collezione (insieme, lista, etc …) di oggetti di tipo Animale (o sotto-tipi)
- Vogliamo poter aggiungere uno specifico oggetto (Animale, o sotto-tipo) alla collezione
- Vogliamo poter cercare uno specifico oggetto (Animale, o sotto-tipo) nella collezione in base al suo nome

- Di seguito, una soluzione che utilizza array …
- Ci dobbiamo implementare il metodo di ricerca (esaustiva) nell'array

L'enciclopedia – versione 1

- La collezione di schede è realizzata con un array (di dimensione fissata):

```
public class Enciclopedia
{
  private Animale[] schede;
  private int n;
  public Enciclopedia(int max)
  { n = 0; schede = new Animale[max];}
  public void aggiungi(Animale a)
  { schede[n] = a; n++; }
  public Animale cerca(String nm)
  {
    for (int i=0; i<n; i++)
      if (nm.equals(schede[i].getNome()))
        return schede[i];
    return null;
  }
}
```

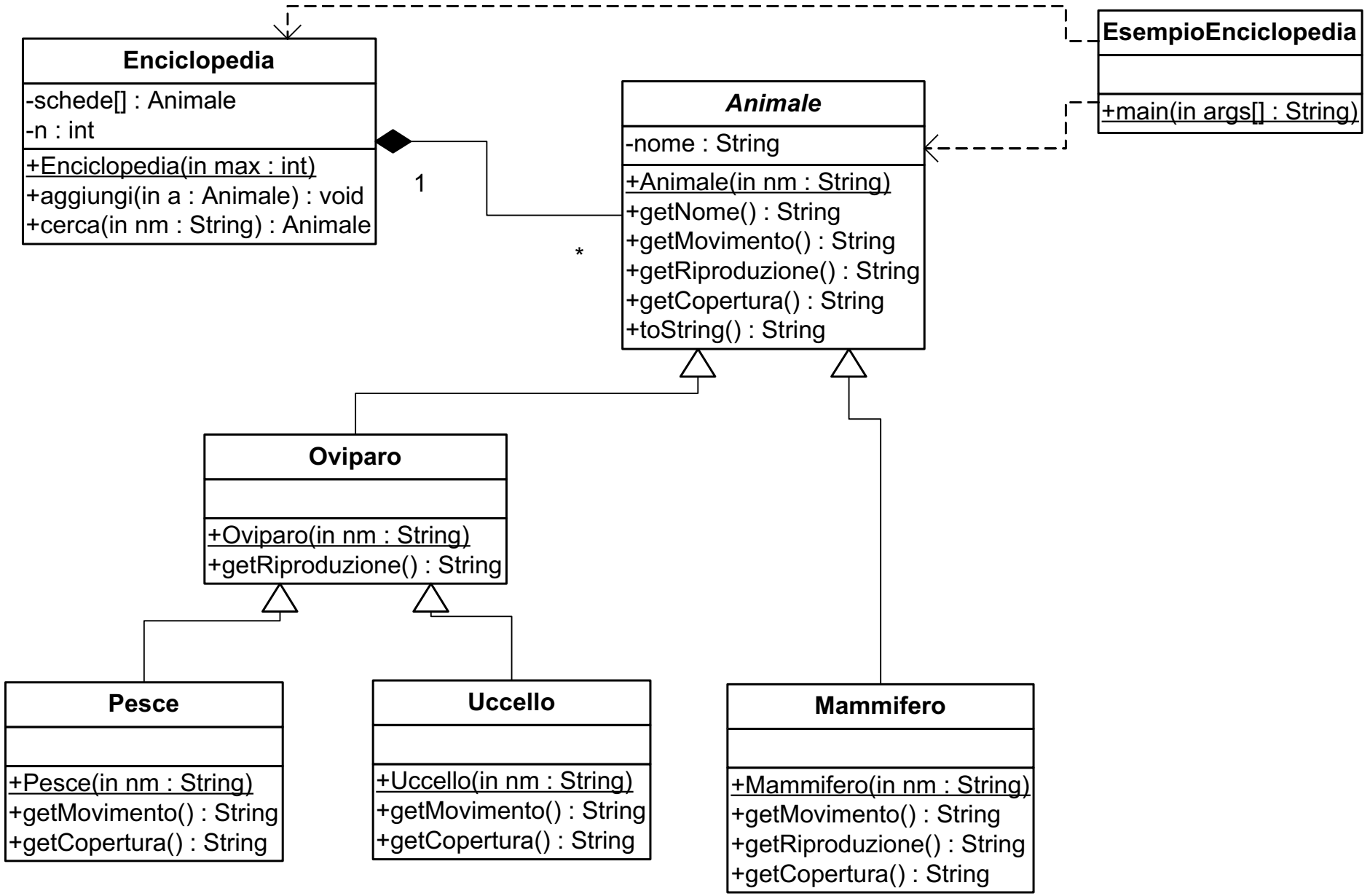


La classe principale

```
import java.io.*;
public class EsempioEnciclopedia
{
  public static void main(String[] args) throws IOException
  {
    BufferedReader kbd = new BufferedReader(new
      InputStreamReader(System.in));
    Enciclopedia e = new Enciclopedia(50);
    e.aggiungi(new Mammifero("Cavallo"));
    e.aggiungi(new Mammifero("Cane"));
    e.aggiungi(new Pesce("Tonno"));
    e.aggiungi(new Uccello("Rondine")); …
    String st = ""; Animale a;
    while (!st.equals("*"))
    { System.out.println("Nome di animale o * per uscire");
      st = kbd.readLine(); a = e.cerca(st);
      if (a != null) System.out.println(a);
      else System.out.println("Non trovato");
    }
  }
}
```

Grazie al subtyping possiamo trattare indifferentemente i discendenti di Animale

Il diagramma delle classi completo



La vita di solito è più complicata…

- La soluzione che abbiamo adottato va bene solo per un esempio semplificato come quello preso in considerazione
- Lascia diverse cose in sospeso:
  - Come gestiamo i Cetacei che, pur essendo mammiferi, nuotano e non hanno peli?
  - Se vogliamo gestire anche il tipo di respirazione (branchie, polmoni) la scelta di far discendere pesci e uccelli dalla classe Oviparo non è più vantaggiosa
- Una soluzione ben costruita al problema generale è più complessa e usa tecniche diverse da quella qui esposta
- Non bisogna confondere gli esempi che servono ad illustrare un aspetto di un linguaggio o di un modello con le soluzioni di progettazione che devono essere adottate in situazioni reali

Classi astratte e progettazione OOP
Esempio: l'enciclopedia degli animali
(collezione come tabella associativa – dopo JCF)

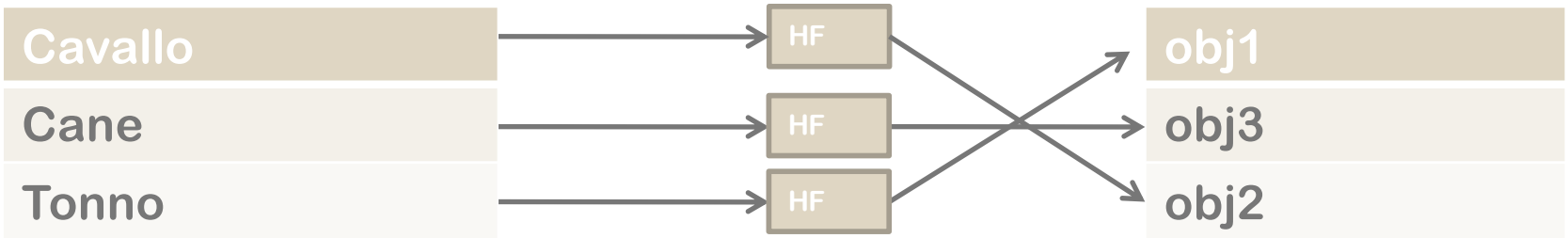
L’enciclopedia degli animali – versione con JCF

- Vogliamo utilizzare una struttura di dato che ci consenta di rappresentare una collezione (insieme, lista, etc …) di oggetti di tipo Animale (o sotto-tipi)
- Vogliamo poter aggiungere uno specifico oggetto (Animale, o sotto-tipo) alla collezione
- Vogliamo poter cercare uno specifico oggetto (Animale, o sotto-tipo) nella collezione in base al suo nome

- Quale organizzazione è più adatta per la struttura dati?

Tabelle hash (*hash map*)

- Fa corrispondere una data *chiave* con un dato *valore (indice)* attraverso una *funzione hash*



- Usate per l'implementazione di strutture dati associative astratte come `Map` o `Set`

L'enciclopedia: una collezione di schede

```
import java.io.*;
import java.util;
public class EsempioEnciclopedia
{
  public static void main(String[] args) {
   BufferedReader kbd = new BufferedReader(new
      InputStreamReader(System.in));
    Map<String,Animale> e = new HashMap<String,Animale>();
    e.put("Cavallo", new Mammifero("Cavallo"));
    e.put("Cane", new Mammifero("Cane"));
    e.put("Tonno", new Pesce("Tonno"));
    e.put("Rondine", new Uccello("Rondine")); …
    String st = ""; Animale a;
    while (!st.equals("*"))
    { System.out.println("Nome di animale o * per uscire");
      st = kbd.readLine(); a = e.get(st);
      if (a != null) System.out.println(a);
      else System.out.println("Non trovato");
    }
  }
}
```

L'enciclopedia: una collezione di schede

```
import java.io.*;
import java.util;
public class EsempioEnciclopedia
{
  public static void main(String[] args) {
   BufferedReader kbd = new BufferedReader(new
      InputStreamReader(System.in));
    Map<String,Animale> e = new HashMap<String,Animale>();
    e.put("Cavallo", new Mammifero("Cavallo"));
    e.put("Cane", new Mammifero("Cane"));
    e.put("Tonno", new Pesce("Tonno"));
    e.put("Rondine", new Uccello("Rondine"));
    String st = ""; Animale a;
    while (!st.equals("*"))
    { System.out.println("Nome di animale o * per uscire");
      st = kbd.readLine(); a = e.get(st);
      if (a != null) System.out.println(a);
      else System.out.println("Non trovato");
    }
  }
}
```

Grazie al subtyping possiamo trattare indifferentemente i discendenti di Animale

Vantaggi dell'uso JCF

- Scompare la classe Enciclopedia
  - Struttura dati **`Map`**

- Non dobbiamo implementare i metodi per aggiungere una scheda all'enciclopedia (aggiungi) né per cercare in base al nome
  - **`put`**
  - **`get`**