

# **Classi astratte e progettazione OOP**

## **Esempio: l'enciclopedia degli animali**

## 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", "Volta", "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

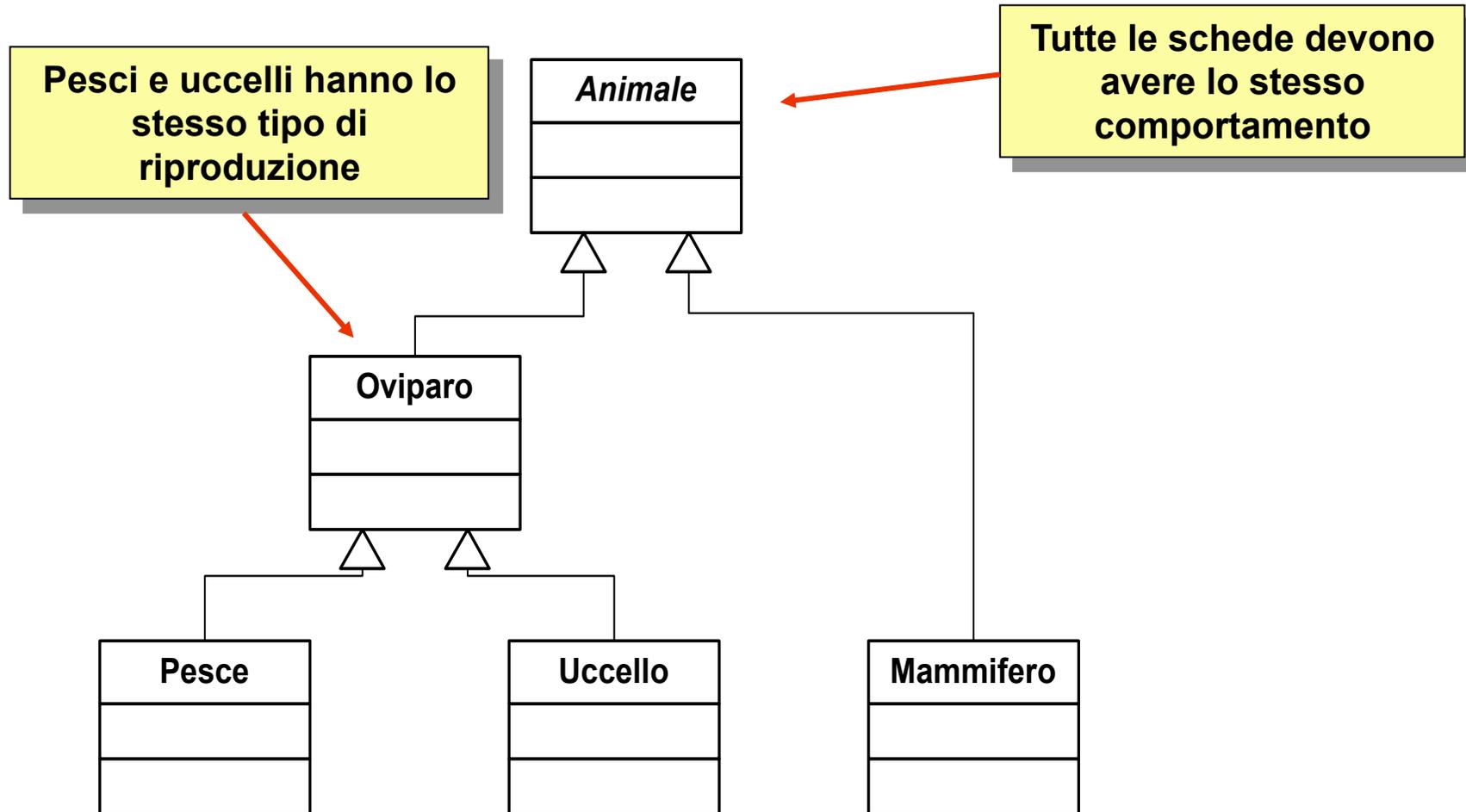
---

- 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**

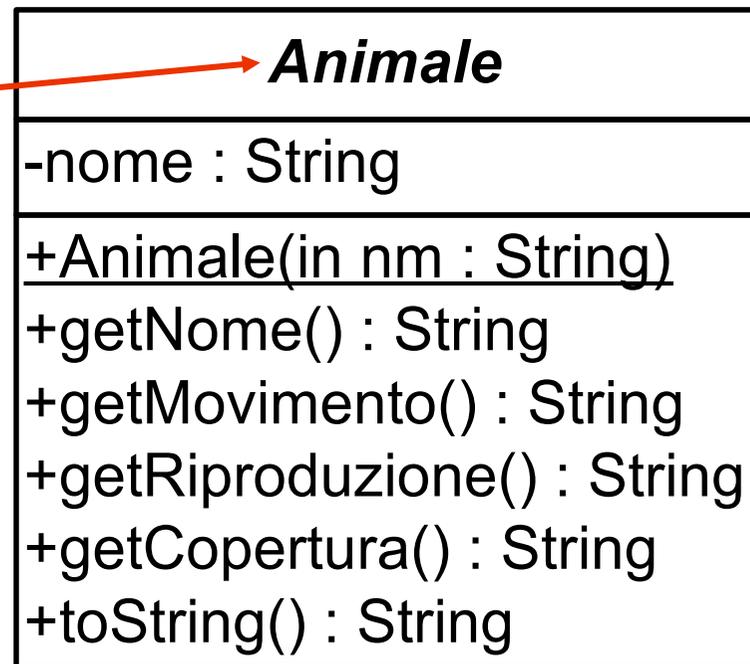
# Applichiamo la fattorizzazione



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

## La classe Animale – Definizione astratta

---

- Potremmo definirla come classe **completamente astratta**:

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

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

## Animale – Fattorizzazione

- In realtà siamo in grado di fornire un'implementazione 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!

- Che trucco è questo? Come possiamo invocare metodi che non sono stati implementati?

## Animale – polimorfismo e subtyping

---

- Siamo 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 verranno 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

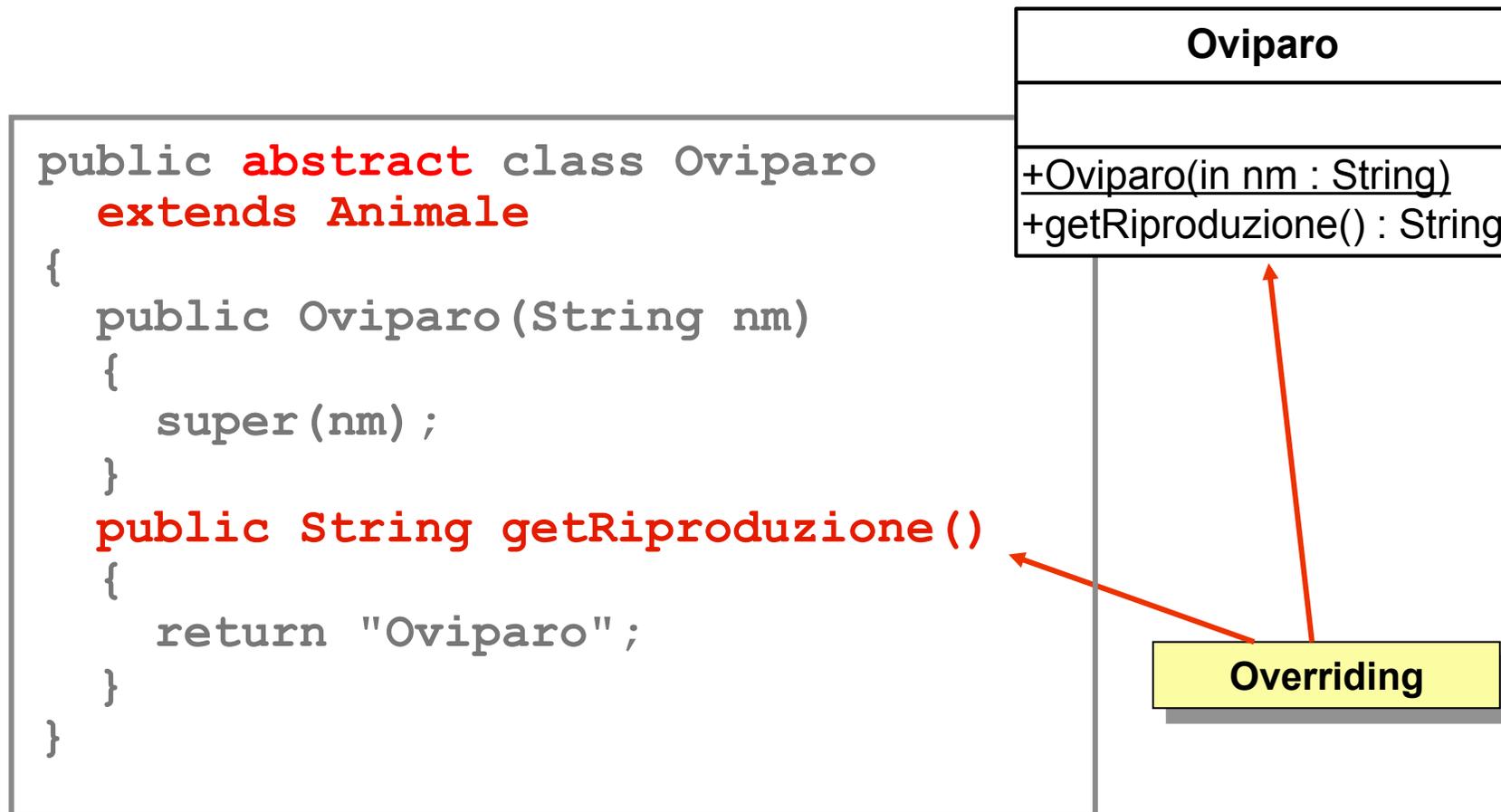
## La classe Animale: versione definitiva

```
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();
    }
}
```

## La classe Oviparo

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



## Le classi Pesce ed Uccello

- Definiamo quindi le due classi concrete Pesce e Uccello
- Specifichiamo nelle classi (non astratte) i 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)<br>+getMovimento() : String<br>+getCopertura() : String |

| Uccello  |
|--|
|  |
| +Uccello(in nm : String)<br>+getMovimento() : String<br>+getCopertura() : String |

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

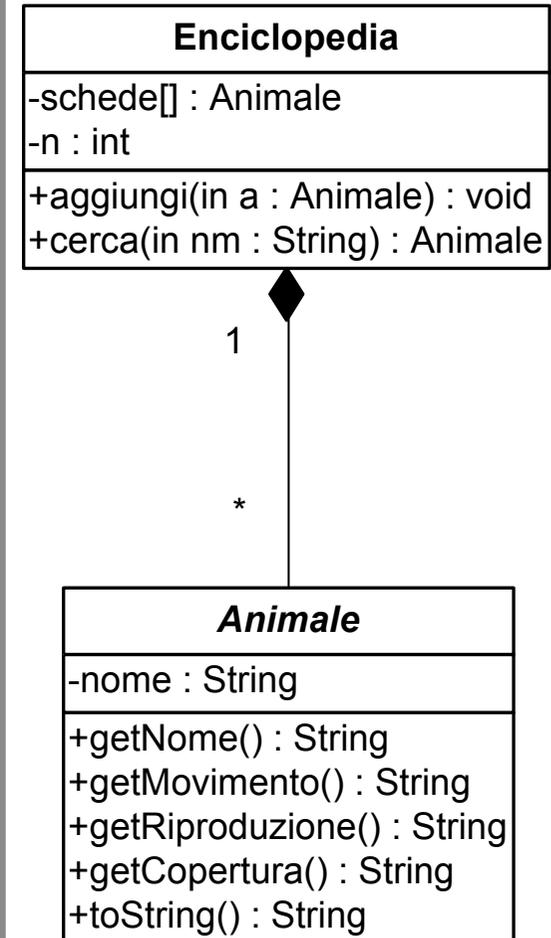
---

- 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

- Enciclopedia sarà quindi una classe che contiene una collezione di schede:

```
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

```
public class EsempioEnciclopedia
{
    public static void main(String[] args) {
        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"));

        Animale a;
        a = e.cerca("Rondine");
        if (a != null) System.out.println(a.toString());
        else System.out.println("Non trovato")
    }
}
```

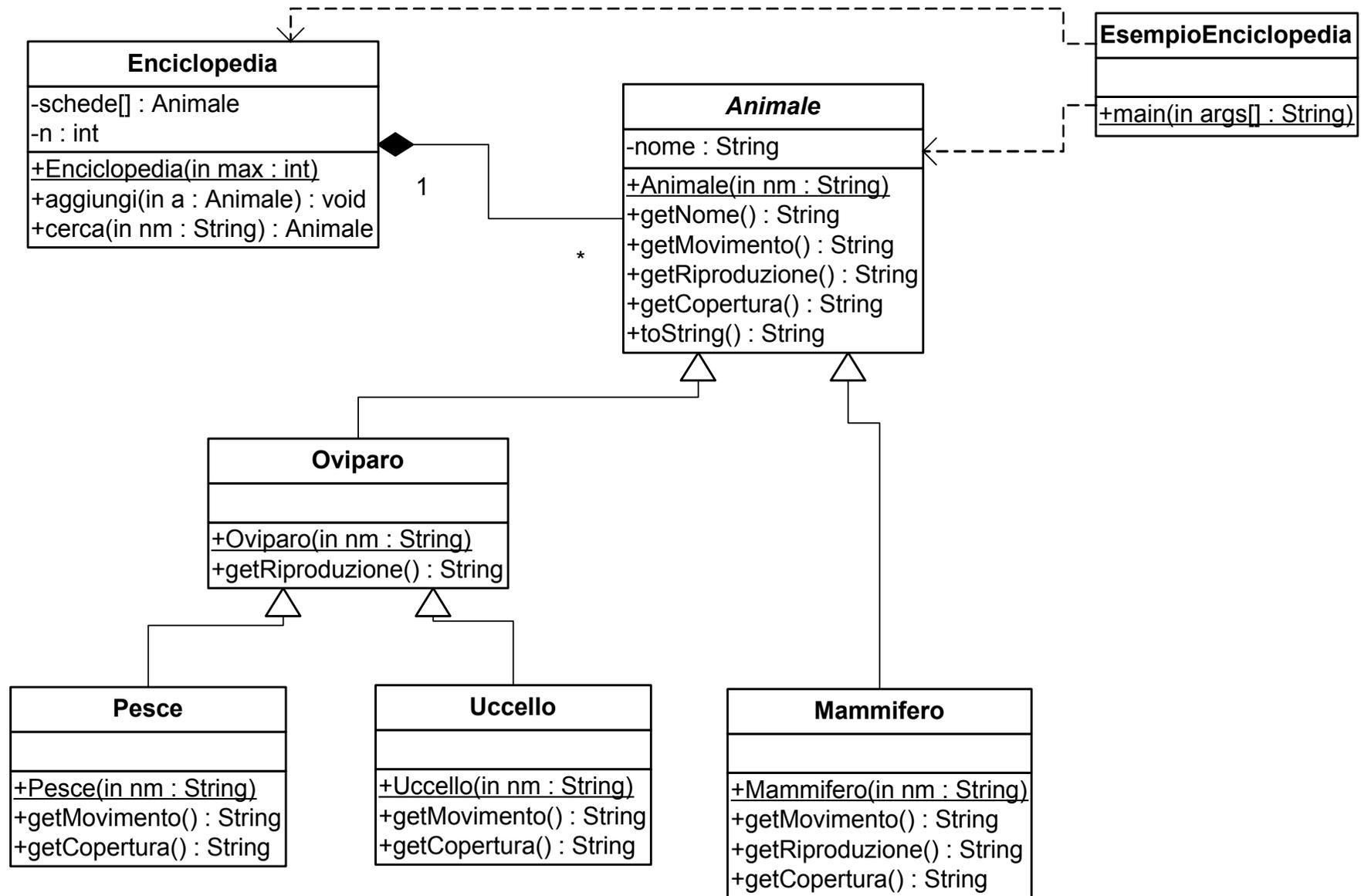
**Grazie al subtyping  
possiamo trattare  
indifferentemente i  
discendenti di Animale**

## La classe principale (con I/O)

```
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 != "*")
        { 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



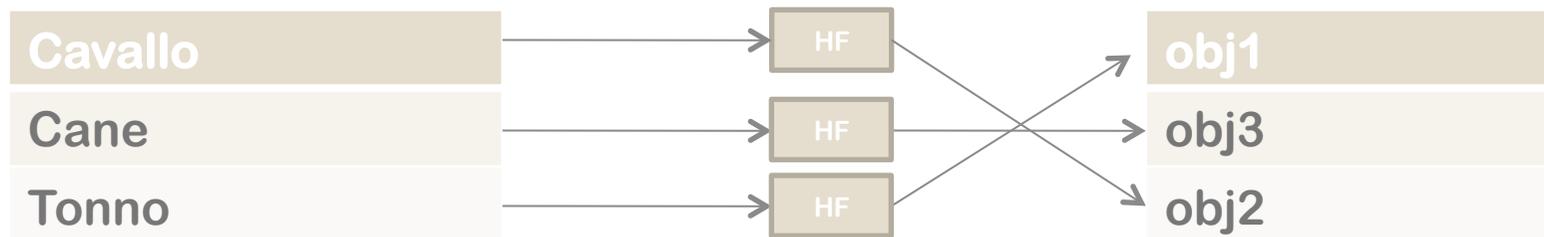
## L'enciclopedia degli animali – versione con JCF

---

- 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 != "*")
        { 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**

## 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**