Introduction à la Programmation Orientée Objet

5 - Héritage et classes abstraites

Valentin Honoré

valentin.honore@ensiie.fr

FISA 1A

Petits rappels : l'objet

- Une structure de données (tuple ou tableau) s'appelle un objet
  - Un objet possède un **type appelé sa classe**
  - Si la classe de **l'objet o est C**, on dit que **o est une instance de C**

- La classe d'un objet
  - définit des **Champs** & **Méthodes d'instances**
  - Possède **un paramètre implicite** du type de la classe nommé this
  - **Constructeurs** : méthodes spéciales appelées après l'allocation

- Chacun de ces éléments a une visibilité
  - public (partout), private (local), pas de mot clé (package)

Plan du cours

But de l'héritage

- Améliorer la réutilisabilité du code
  - En écrivant du code générique et spécialisable
  - En factorisant des fonctionnalités

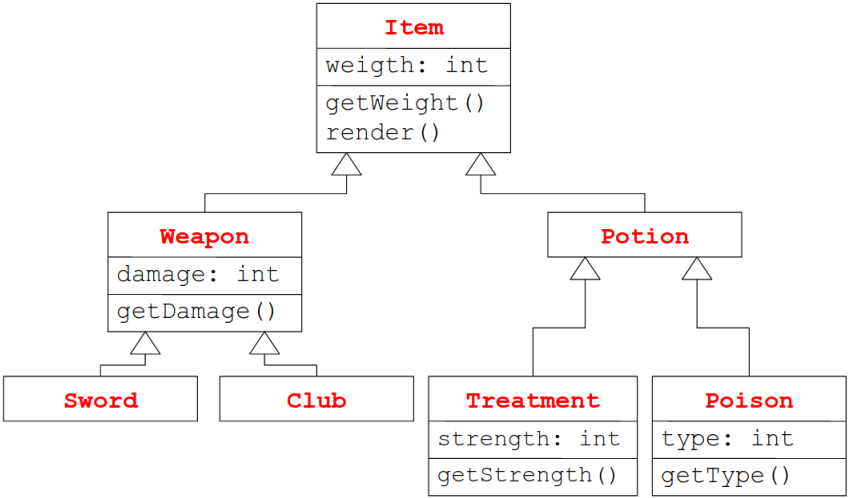
- Exemples
  - Un objet générique dans un jeu, spécialisable en équipements de personnage
  - Un nœud générique dans un arbre binaire de recherche
  - Un flux générique spécialisable en flux réseau, flux vers un fichier $\cdots$
  - Une définition générique des matrice qui peut devenir creuse, carrée $\cdots$
  - $\cdots$

Principe de l'héritage

- Une classe dite *fille* peut hériter d'une autre classe dite *mère*
  - La classe fille possède les champs et méthodes de la mère
  - Et peut en ajouter de nouveaux pour spécialiser la classe mère
  - La classe fille définit un nouveau type
  - Ce type est compatible avec le type de la mère

- L'héritage est, par définition, **transitif**
  - Si C hérite de B et B hérite de A, alors C hérite de A

Exemple d'héritage (1/2, *spoiler du cours de modélisation*)



Exemple d'héritage (2/2)

- Le sac du joueur est constitué d'objets de types `Item`
  - Affichés à l'écran avec la méthode `render()`
  - Le poids du sac est calculé en appelant `getWeight()` sur chaque `Item`

  → le code de gestion du sac est générique

- Le système de combat manipule des objets de type `Weapon`
  - Les dégâts sont connus avec la méthode `getDamage()`
  - Le fait de se battre à l'épée ou la massue ne change rien

  → le code de gestion des combats est générique

Plan du cours

L'héritage en Java

- Une classe hérite **au plus d'une unique classe**
  - Mot clé extends suivi du nom de la classe mère

```
class Item {
  private int weight;
  public void setWeight(int w) { weight = w; }
  public Item() {}
}

class Weapon extends Item {
  public Weapon(int w) { setWeight(w); }
}
```

Weapon **hérite** de Item ⇒ possède les champs/méthodes de Item

Héritage et constructeur

- La **première instruction** du constructeur d'une classe **fille** doit être une invocation du constructeur de la classe mère
  - Invocation constructeur mère avec le nom clé super

```
class Item {
  private int weight;
  public void setWeight(int w) { weight = w; }
  public Item(int w) { weight = w; }
}

class Weapon extends Item {
  public Weapon(int w) { super(w); }
}
```

Appel du constructeur de `Item` avec le paramètre `w`

Héritage et constructeur

- La **première instruction** du constructeur d'une classe **fille** doit être une invocation du constructeur de la classe mère
  - Invocation constructeur mère avec le nom clé `super`
  - Invocation implicite si **constructeur mère sans paramètre**

```
class Item {
  private int weight;
  public void setWeight(int w) { weight = w; }
  public Item() {}
}

class Weapon extends Item {
  public Weapon(int w) { super(); setWeight(w); }
}
```

Si `super` omis
⇒ appel à `super` implicite (ajouté automatiquement à la compilation)

Héritage et transtypage

- Une fille possède aussi le type de sa mère → sur-typage valide

```
Item item = new Sword(); /* valide (upcast) */
```

- Un objet du type de la mère ne possède pas en général le type de la fille
  - Possibilité de sous-typer (downcast) un objet explicitement
  - Erreur de transtypage détectée à l'exécution

```
Item item = new Sword();
Sword enduril = (Sword)item; /* ok execution */
Club tharkun  = (Club)item; /* erreur execution */
```

Héritage et transtypage

- Une fille possède aussi le type de sa mère → sur-typage valide

```
Item item = new Sword(); /* valide (upcast) */
```

- Un objet du type de la mère ne possède pas en général le type de la fille
  - Possibilité de sous-typer (downcast) un objet explicitement
  - Erreur de transtypage détectée à l'exécution

- instanceof permet de tester si un objet est une instance d'une classe donnée

```
if(item instanceof Club) {
    Club asCl = (Club)item;
    System.out.println("This is a club");
}
```

Héritage et appel de méthode d'instance (1/2)

- Si une fille surdéfinit une méthode de la mère, l'appel va toujours vers celui de la fille (liaison tardive)

```
class Item {
    public void render() {
        /* prints ? */
    }
}

class Sword extends Weapon {
    public void render() {
        /* prints a sword */
    }
}
```

```
class Engine {
    public void test() {
        Item i = new Sword();
        i.render();
    }
}
```

- Appel à `Sword.render()` car `i` est un objet de type effectif `Sword` (même si son type statique dans le code source est `Item`)

Héritage et appel de méthode d'instance (2/2)

- Redéfinir une méthode d'une classe supérieure
  - Même signature mais le traitement effectué est ré-écrit dans la sous-classe
  - Accès à la méthode redéfinie dans la classe supérieure Avec super comme préfixe à la méthode

```
class Sword extends Weapon {
    public void render () {
        super.render(); /* render() de Weapon */
    }
}
```

- Possible d'interdire la redéfinition d'une méthode ou d'une variable
  - Avec le mot-clé final au début d'une signature de méthode / déclaration de variable

- Possible d'interdire la redéfinition d'une méthode ou d'une variable
  - Avec le mot-clé final au début d'une signature de méthode / déclaration de variable
  - Aussi possible d'interdire **l'héritage d'une classe** en utilisant final au début de la déclaration d'une classe (avant le mot-clé class).

Un exemple avec final [HeritageExemple.java]

```java
package ensiie.ipoo;

class Item {
    public void render () {
        System.out.println("I am an item.");
    }
}

final class Sword extends Item {
    public void render () {
        super.render();
        System.out.println("Even better, I am a sword!");
    }
}

public class Heritage_exemple {
    public static void main(String[] args) {
        Sword enduril = new Sword();
        enduril.render();
    }
}
```

Retour sur l'encapsulation

- La visibilité protected
  - protected permet de spécifier qu'une entité (champ ou méthode) est **visible des classes filles et du package**

	`public`	`protected`	Défaut	`private`
Dans la classe	Oui	Oui	Oui	Oui
Dans une classe du package	Oui	Oui	Oui	Non
Dans une sous-classe d'un autre package	Oui	Oui	Non	Non
Dans une classe quelconque d'un autre package	Oui	Non	Non	Non

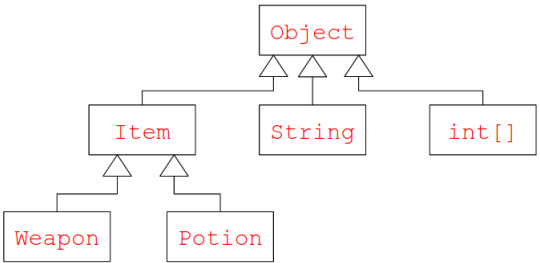
Table – Résumé des droits d'accès

Polymorphisme

- Polymorphisme : faculté attribuée à un objet d'être une instance de plusieurs classes
  - une seule classe "réelle" (la classe figurant après le new)
  - il peut aussi être déclaré avec une classe supérieure à sa classe "réelle"

- Toutes les classes héritent d'une classe nommée `Object`
  - Héritage implicite (`extends Object`) si pas de extends
  - Héritage par transitivité sinon
  - Vrai aussi pour les classes de tableaux

La relation d'héritage construit un arbre dont Object est la racine



La méthode String toString()

- `Object` fournit quelques méthodes génériques
  - La plus importante à ce stade est `String toString()`
  - Méthode appelée automatiquement pour convertir un objet en `String` quand conversion implicite requise (cf Cours 2)

```
class City {
    private String name;
    public String toString() {
        return "City: " + name;
    }
}

City city = new City("Paris");
System.out.println(city);
```

La méthode String toString()

La méthode `String toString()` sert principalement à déverminer les programmes

Utilisez là !

Règle générale : toute classe devrait redéfinir la méthode `String toString()`

Question : quel est l'affiche par défaut de cette méthode ?

La méthode String toString()

La méthode `String toString()` sert principalement à déverminer les programmes

Utilisez là !

Règle générale : toute classe devrait redéfinir la méthode `String toString()`

Question : quel est l'affiche par défaut de cette méthode ?

Par défaut, affiche la référence de l'objet

Les classes et méthodes abstraites (1/2)

- Propriétés du polymorphisme
  - L'interpréteur Java trouve le traitement à effectuer lors de l'appel à méthode sur un objet
  - Le traitement associé à une méthode donnée peut être différent (différentes classes réelles sous une même classe)

- Parfois, donner le code d'une méthode dans une classe mère n'a pas de sens
  - La méthode n'est définie que pour être invoquée, c'est aux filles de la mettre en œuvre
  - Exemple typique : une méthode `getDamage()` de `Weapon`

```
class Weapon extends Item {
    public int getDamage() {
    /* quelle valeur doit-on renvoyer ici ? */
    }
}

class Sword extends Weapon {
    public int getDamage() {
        return 17;
    }
}
```

Les classes et méthodes abstraites (2/2)

- Dans ce cas, on peut omettre le code d'une méthode
  - Marquer la méthode d'instance comme abstract
  - Marquer la classe comme abstract (cad, impossible à instancier)

- ATTENTION : les classes descendantes concrètes doivent mettre en œuvre les méthodes marquées abstract dans la classe mère

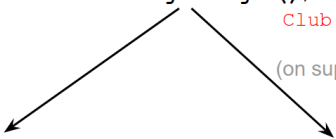
- Une classe abstraite peut donc contenir
  - des variables
  - des méthodes implémentées
  - des méthodes abstraites à implémenter

- Peut hériter d'une classe ou d'une classe abstraite. Dans ce cas, elle doit
  - implémenter les méthodes abstraites de sa super-classe en les dotant d'un corps
  - soit être elle-même abstraite si au moins une des méthodes abstraites de sa super-classe reste abstraite.

Utilisation des classes abstraites (1/3)

```
// classes abstraites versus classes concrètes

abstract class Item {
  public void printWeigth() {
    System.out.println("Weight: " + getWeigth());
  }
  public abstract int getWeight();
}
```



Club et Sword mettent en œuvre getWeight (on suppose que Weapon hérite de Item)

```
class Club extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 42;
  } }
```

```
class Sword extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 17;
  } }
```

Utilisation des classes abstraites (1/3)

Remarque : `Weapon` est une classe abstraite, pourquoi ?

```
abstract class Weapon extends Item { }
```

```
abstract class Item {
  public void printWeigth() {
    System.out.println("Weight: " + getWeigth());
  }
  public abstract int getWeight();
}
```

`Club` et `Sword` mettent en œuvre `getWeight` (on suppose que `Weapon` hérite de `Item`)

```
class Club extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 42;
  } }
```

```
class Sword extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 17;
  } }
```

Utilisation des classes abstraites (2/3)

```
class Bag {
  Item[] items;

  // exemple d'initialisation de items
  Bag() {
    items = new Item[2];     // tableau de réfs vers Item
    items[0] = new Club();   // ok car Club est un Item
    items[1] = new Sword(); // ok car Sword est un Item
  }
  …
```

```
class Club extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 42;
  } }
```

```
class Sword extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 17;
  } }
```

Utilisation des classes abstraites (3/3)

```
class Bag {
  … // items vaut toujours { new Club(), new Sword() }

  // exemple d'utilisation de getWeight
  int bagWeight() {
    int tot = 0;
    for(int i=0; i<items.length; i++)
      tot += items[i].getWeight();
    return tot;
  }
}
```

⇒ `tot` vaut 59 à la fin de la boucle

`getWeight()` pour `items[0]`

`getWeight()` pour `items[1]`

```
class Club extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 42;
  } }
```

```
class Sword extends Weapon {
  public int getWeight() {
    return 17;
  } }
```

L'interface

- Limitation de l'héritage Java
  - Une classe hérite au plus d'une unique classe
  - Que faire, par exemple, pour une classe `Poison` qui serait à la fois une arme (`Weapon`) et une potion (`Potion`) ?

- Solution : **l'interface** = généralisation des classes abstraites
  - Ne définit que des méthodes abstraites, pas de champs
  - Mot clé interface au lieu de class, plus besoin de marquer les méthodes abstract
  - Possibilité pour un objet d'exposer plusieurs interfaces
  - On dit alors que la classe met en œuvre la (les) interface(s)

L'interface - exemple (2/2)

```
interface Weapon {
    public int getDamage();
}
```

à peu près équivalent à :

```
abstract class Weapon {
    abstract public int getDamage();
}
```

L'interface - exemple (1/2)

```
interface Weapon {
  public int getDamage();
}
```

```
interface Potion {
  public void drink(Player p);
}
```

```
class Poison implements Weapon, Potion {
  public int getDamage() { … }
  public void drink(Player player) { … }
}
```

Utilisation :

```
Potion p = new Poison();
p.drink(sauron);
```

Notions clés à retenir

- Si Y est une classe fille de X
  - Y possède les champs et méthodes de X, Y est aussi du type X
  - Déclaration avec `class Y extends X ...`
  - Appel du constructeur parent avec le mot clé super
  - Le receveur d'un appel de méthode est donné par le type effectif

- Méthode abstract
  - Méthode d'instance sans corps
  - La classe doit être marquée abstract, elle est non instanciable

- Interface = classe avec uniquement des méthodes abstract
  - Mise en œuvre d'une interface avec implements