L'héritage

Cours 8 / GL / LP DA2I

Cédric Lhoussaine

2019-2020

Outline

Principes

Redéfinition

Constructeurs

Problèmes de conception

Exceptions

Les classes abstraites

Principes

Idée générale

après le polymorphisme, mécanisme caractéristique des langages à objets:

- du point de vue implémentation: permet de réutiliser le code d'une classe;
- du point de vue modélisation: une autre façon de réaliser la relation *sorte-de*.

Définition

mécanisme permettant de faire profiter *automatiquement* une classe dite dérivée `D` des *attributs* et des *méthodes* d'une autre classe, dite classe de base `B`.

- `D` dérive de `B`
- `D` hérite de `B`
- `D` étend `B`
- `D` est une sous-classe de `B`
- `B` est une superclasse de `D`

Définition

La classe dérivée D:

- possède les attributs de la classe de base `B` (et peut y accéder sauf s'ils sont privés);
- possède les méthodes de `B` (idem);
- peut déclarer de nouveaux attributs;
- peut définir de nouvelles méthodes;
- peut redéfinir des méthodes héritées de `B`

La relation de dérivation est transitive

L'héritage en Java

- mot-clef `extends` :

```
class D extends B
```

L'héritage en Java

- mot-clef `extends` :

```
class D extends B
```

- toute classe dérive, directement ou non (par transitivité), de la classe `Object`

```
class Toto {...}
```

équivaut en fait à:

```
class Toto extends Object {...}
```

L'héritage en Java

- mot-clef `extends` :

```
class D extends B
```

- toute classe dérive, directement ou non (par transitivité), de la classe `Object`

```
class Toto {...}
```

équivaut en fait à:

```
class Toto extends Object {...}
```

- l'arbre des dérivations est visible dans la documentation générée par `javadoc`;

L'héritage en Java

- mot-clef `extends` :

```
class D extends B
```

- toute classe dérive, directement ou non (par transitivité), de la classe `Object`

```
class Toto {...}
```

équivaut en fait à:

```
class Toto extends Object {...}
```

- l'arbre des dérivations est visible dans la documentation générée par `javadoc`;
- une classe ne peut dériver directement que d'une seule superclasse (*héritage simple*).

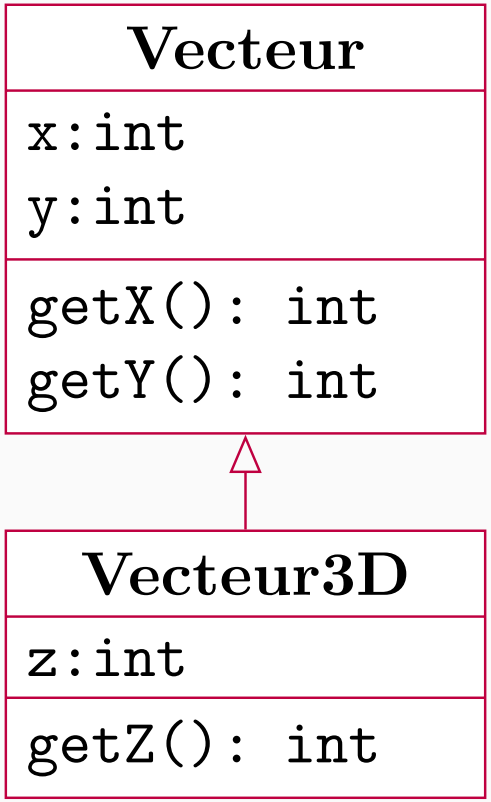
Exemple

```
public class Vecteur {
    protected int x, y;
    public Vecteur() {
        x = 0;
        y = 0;
    }
    public Vecteur(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
}
public class Vecteur3D extends Vecteur {
    protected int z;

    public Vecteur3D(int x, int y, int z) {
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.z = z;
    }
}
```

Exemple

```
public class Vecteur {
    protected int x, y;
    public Vecteur() {
        x = 0;
        y = 0;
    }
    public Vecteur(int x, int y) {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
    public int getX() { return x; }
    public int getY() { return y; }
}

public class Vecteur3D extends Vecteur {
    protected int z;
    public Vecteur3D(int x, int y, int z){
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.z = z;
    }
    public int getZ() { return z; }
}
```

Modélisation



Toute instance de `Vecteur3D` est aussi de type `Vecteur`

→ *polymorphisme*

Protection d'accès : rappel

Modificateurs d'attributs et de méthodes:

	classe	package	sous-classes	partout
`private`	X			
(rien)	X	X		
`protected`	X	X	X	
`public`	X	X	X	X

Confusions à éviter

Héritage $\neq$ Instanciation

- l'instanciation crée une relation d'appartenance d'un objet à une classe $\rightarrow$ relation *est-un*
  - `(4, 3)` est un `Vecteur`
- l'héritage est une relation d'inclusion entre classes $\rightarrow$ relation *sorte-de* (*toute instance* de `D` est aussi un `B`)
  - un `Vecteur3D` est une sorte de `Vecteur`

Confusions à éviter

Héritage $\neq$ Encapsulation

- un objet peut en encapsuler d'autres $\rightarrow$ relation *partie-de* (agrégation, composition...)
  - un `Polygone` est *composé* de plusieurs `Points`.
- l'héritage est une spécialisation ou un enrichissement
  - un `Chat` est une sous-espèce de `Vertébré`
  - un `Vecteur3D` rajoute une dimension au `Vecteur` (2D)

Confusions à éviter

Héritage $\neq$ Implémentation d'interfaces

- les interfaces définissent de façon abstraite un comportement contractuel
  - la classe `Chat` *s'engage* à posséder des méthodes énumérées dans l'interface `Compagnon`
- l'héritage sert à réutiliser du code, le spécialiser, etc.
  - la classe `Chat` possède toutes les méthodes de `Vertébré` + une méthode `ronronner()`.

Les identifiants `this` et `super`

- `this` et `super` sont des *pseudo-variables*
- `this`:
  - désigne *l'instance courante* (celle qui est en train d'exécuter le code)
  - a comme *type* celui de la classe d'appartenance de l'instance.
- `super` :
  - désigne aussi *l'instance courante*;
  - a pour *type* celui de la superclasse;
  - sert à faire explicitement appel au code (attributs et méthodes) *défini dans la superclasse*.

Redéfinition

Redéfinition des attributs en Java

TRÈS IMPORTANT:

- *possible mais à éviter car source de bugs*
- *interdit dans de nombreux langages*

Redéfinition des attributs en Java

TRÈS IMPORTANT:

- *possible mais à éviter car source de bugs*
- *interdit dans de nombreux langages*

Définition
déclaration dans une classe dérivée d'un attribut *de même nom* que dans la classe de base

- de type différent ou identique!
- l'attribut de la superclasse est seulement masqué: il ne disparaît pas mais n'est plus accessible directement;
- `this.attribut` vs. `super.attribut`.

Redéfinition des méthodes

Définition
déclaration dans la classe dérivée d'une méthode de *même signature* que dans la classe de base

- même nom et type de retour;
- mêmes arguments (type et nombre).

Conséquences

- le nouveau code sera utilisé à la place du code hérité;
- le code hérité reste accessible par `super.laMethode(...)`

Redéfinition des méthodes

```
public class Vecteur {
    protected int x, y;
    public Vecteur() {
        x = 0;
        y = 0;
    }
    public Vecteur(int x, int y){
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
    public String toString(){ return "X=" + x + ", Y=" + y; }
}
public class Vecteur3D extends Vecteur {
    protected int z ;

    public Vecteur3D(int x, int y, int z){
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.z = z;
    }
// Redéfinition de la méthode toString()
    public String toString() { return "X="+x+", Y="+y+", Z="+z; }
}
```

Redéfinition des méthodes

En général on cherche à réutiliser le code des superclasses et à le compléter :

```
public class Vecteur3D extends Vecteur {
    protected int z ;

    public Vecteur3D(int x, int y, int z){
        this.x = x;
        this.y = y;
        this.z = z;
    }

    public int getZ(){
        return z;
    }

    public String toString(){
        return super.toString() + ", Z=" + z;
    }
}
```

Redéfinition des méthodes

Le code exécuté dépend de la classe de l'objet (pas de son type)

```
Vecteur v1, v2;
v1 = new Vecteur(314, 159);
v2 = new Vecteur3D(3, 4, 5); // polym. d'affectation
System.out.println(v1);
System.out.println(v2);
```

```
X=314, Y=159
X=3, Y=4, Z=5
```

→ polymorphisme de méthode

Héritage et polymorphisme

Le polymorphisme est possible puisque toute classe dérivée:

- peut utiliser le type de ses superclasses
- possède les méthodes de ses superclasses (soit héritées, soit redéfinies)
- le mécanisme de liaison retardée (*late binding* ou *dynamic dispatch*) assure l'exécution du code approprié pour une *signature donnée*, en fonction de la classe de l'objet, en *remontant dans l'arborescence* des superclasses.

Héritage et polymorphisme

```
public class Vecteur {
    protected int x, y;

    public Vecteur() {
        x = 0;
        y = 0;
    }

    public Vecteur(int x, int y){
        this.x = x;
        this.y = y;
    }

    public String toString(){
        return "X=" + x + ", Y=" + y;
    }

    public void afficher(){
        System.out.println(this.toString());
    }
}
```

Héritage et polymorphisme

La classe `Vecteur3D` reste inchangée, et on écrit:

```
Vecteur v1, v2;
v1 = new Vecteur(314, 159);
v2 = new Vecteur3D(3, 4, 5);
v1.afficher();
v2.afficher();
```

Résultat:

```
X=314, Y=159
X=3, Y=4, Z=5
```

→ liaison retardée

Constructeurs

Constructeurs

Quelques spécificités de Java

- un objet *sans constructeur* peut être instancié au moyen du *constructeur sans paramètres*
- en Java, les constructeurs ne sont pas hérités!!!
- lors d'une instanciation, le code des constructeurs des *superclasses* est utilisé (explicitement ou non).

Constructeurs

1ère conséquence
Il faut explicitement définir les constructeurs dont on a besoin (ou dont les sous-classes auront besoin).

```
public class Vecteur3D extends Vecteur {
    /** Constructeur qui crée un vecteur nul en 3D */
    public Vecteur3D()
    {
        this.x = 0;
        this.y = 0;
        this.z = 0;
    }
    ...
}
```

Constructeurs

2nde conséquence
Tout constructeur doit *commencer*:

- soit par une appel explicite à un constructeur de la superclasse
  $\rightarrow$ *toujours préférable*
- soit par rien de particulier si la superclasse possède un constructeur sans paramètres $\rightarrow$ *appel implicite à ce constructeur*

`super(...)` et les constructeurs

on peut (doit) faire appel, dans un constructeur, à un constructeur de la superclasse `super(...)`.

```
public class Vecteur3D extends Vecteur {
    public Vecteur3D(int x, int y, int z) {
        super(x,y) ;
        this.z = z ;
    }
    // ...
}
```

ATTENTION: `super(...)` doit être la première instruction du constructeur!

L'instanciation

au moment de l'instanciation :

1. les attributs reçoivent immédiatement une valeur par défaut (selon leur type);
2. un constructeur de la classe est choisi (selon la signature de l'appel);
3. un constructeur de la superclasse est appelé;
4. les attributs sont éventuellement initialisés;
5. les instructions d'initialisation sont exécutées;
6. les instructions du constructeur sont exécutées.

Exemple

```
class A { public A() { ... } }

class B extends A {
    int i = 1; // 1) valeur par défaut i = 0
               // 4) initialisation i = 1
    i = 2;     // 5) instructions d'initialisation i = 2
    public B(int x) { // 2) choix de B(int)
               // 3) appel implicite à super()
               // 6) instructions constructeur i = 5
        i = x;
    }
}
new B(5) ;     // instruction d'instanciation
```

Problèmes de conception

Héritage multiple

Définition
mécanisme permettant de définir plusieurs superclasses pour une même classe dérivée.

Exemple
un `Carré` peut être défini comme:

- un `Rectangle` dont les longueur et largeur sont égales
- un `Losange` dont les côtés sont perpendiculaires

$\rightarrow$ le `Carré` est à la fois une sorte de `Rectangle` et une sorte de `Losange`

Héritage multiple

Héritage multiple et langages

- autorisé par certains langages : C++, Ada95, Python, Ocaml...
- interdit en Java !
- permet de représenter l'appartenance d'objets à plusieurs espèces (points de vue) et de factoriser plus de code
- pose des difficultés pour la liaison retardée si méthodes de même signature dans les superclasses: quel code exécuter ?

Héritage entre interfaces

L'héritage même multiple est possible entre interfaces

- par exemple, dans `java.util`: `Set`, `List` dérivent de `Collection`
- syntaxe: `interface I1 extends I0 {...}`
- toutes les signatures de `I0` sont implicitement dans `I1`
- si une classe `C` implémente `I1`, alors `C` implémente forcément aussi `I0`

Héritage entre interfaces

Héritage multiple entre interfaces:

```
import java.util.*;
public interface EnsembleOrdonne extends Set, List {}
```

L'interface `EnsembleOrdonne` contient:

- toutes les signatures de `Set`
- toutes les signatures de `List`
- toutes les signatures de `Collection`

Que signifie l'héritage ?

Factoriser du code
Qui doit hériter de qui ?

```
class A { int a; }
class B { int a; int b; }
class C { int a; int c; }
```

Que signifie l'héritage ?

Solution ?
il semble logique de choisir comme superclasse celle dont les attributs sont présents partout (réutilisation de code !)

```
class A { int a; }
class B extends A { int b; }
class C extends A { int c; }
```

on ne s'intéresse pas qu'à la factorisation du code:

- approche opérationnelle de l'héritage: on raisonne sur l'extension des données et des traitements encapsulés;
- approche conceptuelle de l'héritage: on raisonne sur le degré plus ou moins grand de généralité ou de spécificité des objets.

  dans le doute : priviliégier l'approche conceptuelle.

Exceptions

Exceptions

Mécanisme d'interruption d'un traitement en cas d'anomalie → rôle de signalisation et d'arrêt

- en Java : objet dérivé de `java.lang.Exception`
- doit être "levée" par `throw uneException`
- la méthode susceptible de lever un exception doit l'indiquer dans sa signature: `throws TypeException`
- peut être "capturée" par un bloc spécifique `try ... catch(TypeException) ...`

Exceptions

Exemple d'empilement sans exception:

```
public class PileTableau implements Pile {
    // ...
    public void empiler(Object o)
    {
        if (!estPleine()){
            contenu[nbElements] = o;
            nbElements++;
        }
        // sinon ne rien faire
    }
    // ...
}
```

Exceptions

Exemple d'empilement avec exception:

```
public class PileException extends Exception {
    public PileException(String msg) {
        super(msg);
    }
}

public class PileTableau implements Pile {
    // ...
    public void empiler(Object o) throws PileException {
        if (estPleine())
            throw new PileException("Pile Pleine") ;
        contenu[nbElements] = o ;
        nbElements++ ;
    }
    // ...
}
```

Propagation d'une exception

Effets de la levée d'une exception:

- sortie immédiate de la méthode
- propagation d'un nouvel objet (en général instancié au moment du `throws`)
- remontée dans l'arbre d'appel à la recherche d'une méthode capable de *capturer* l'exception
- si pas de capture: sortie du programme avec un message d'erreur

Capture d'une exception

On peut intercepter des objets de type `Exception` lors de la remontée dans l'arbre d'appel.

```
Pile p = new PileTableau();
try {
    System.out.println(p.sommet()) ;
} catch(PileException e) {
    System.out.println(e.getMessage()) ;
}
```

- le code du bloc try est exécuté;
- si aucune exception n'est levée, les blocs catch sont ignorés;
- sinon le premier bloc `catch` avec un paramètre du bon type est exécuté dès la levée de l'exception;
- on peut avoir plusieurs blocs `catch` avec des paramètres de types différents;
- on peut avoir un bloc `finally`.

Contraintes

- la possibilité de lever une exception fait partie de la signature de la méthode (`throws`) $\rightarrow$ attention aux interfaces et à l'héritage!

Contraintes

- la possibilité de lever une exception fait partie de la signature de la méthode (`throws`) $\rightarrow$ attention aux interfaces et à l'héritage!

- l'appel d'une méthode levant une exception doit se faire
  - soit dans un bloc `try... catch...` capable de capturer ce type d'exception
  - soit dans le corps d'une méthode capable de propager cette exception (`throws`)

Contraintes

- la possibilité de lever une exception fait partie de la signature de la méthode (`throws`) $\rightarrow$ attention aux interfaces et à l'héritage!

- l'appel d'une méthode levant une exception doit se faire
  - soit dans un bloc `try... catch...` capable de capturer ce type d'exception
  - soit dans le corps d'une méthode capable de propager cette exception (`throws`)

  Une exception doit toujours être capturée ou propagée

Capture ou propagation

```
pucblic class TestException extends Exception {
    public TestException(String msg) {
        super(msg);
    }
}

public class Test {
    public void method() throws TestException {
        throw new TestException("bouh!");
    }
    // propagation
    public void context1() throws TestException {
        method();
    }
    // ou capture
    public void context2() {
        try {
            method();
        } catch(TestException e) {
            System.out.println(e.getMessage()+" attrapé!");
        }
    }
}
```

Intérêt des exceptions

Mécanisme préférable aux réponses par défaut:

- contrôle par le compilateur : signatures et capture
- interruption intelligible lors de l'exécution
- veiller à avoir peu de code dans les blocs `try`
- veiller à avoir autant de blocs `catch` que de types d'exceptions possibles

Les classes abstraites

Problème de factorisation de code

Blocs cubique:

```
public class Cube {
    protected double cote;
    protected double masse_volumique;
    public Cube(double mv, double c) {
        masse_volumique = mv;
        cote = c;
    }
    public double masse() {
        return masse_volumique * volume() ;
    }
    public double volume() {
        return cote * cote * cote ;
    }
}
```

Problème de factorisation de code

Blocs sphériques:

```
public class Boule {
    protected double r ;
    protected double masse_volumique ;
    public Boule(double mv, double r) {
        masse_volumique = mv ;
        this.r = r ;
    }
    public double masse() {
        return masse_volumique * volume() ;
    }
    public double volume() {
        return Math.PI * r * r * r * 4 / 3;
    }
}
```

Problème de factorisation de code

→ écrire une superclasse Bloc pour regrouper les portions de code redondantes:

```
public class Bloc {
    protected double masse_volumique;
    public Bloc(double mv) {
        masse_volumique = mv;
    }
    public double masse() {
        return masse_volumique * volume();
    }
}
```

Problème de factorisation de code

→ Réécriture des classes Cube et Boule:

```
public class Cube extends Bloc {
    protected double cote;
    public Cube(double mv, double c) {
        super(mv);
        cote = c;
    }
    public double volume() {
        return cote * cote * cote;
    }
}

public class Boule extends Bloc {
    protected double r;
    public Boule(double mv, double r) {
        super(mv);
        this.r = r;
    }
    public double volume() {
        return Math.PI * r * r * r * 4 / 3;
    }
}
```

Mauvaise solution

```
public class Bloc {
    protected double masse_volumique ;
    public Bloc(double mv) {
        masse_volumique = mv;
    }
    public double masse() {
        return masse_volumique * volume();
    }
    public double volume() {
        return 0;
    }
}
```

la méthode `volume()` est maintenant définie dans `Bloc` mais elle n'a aucun sens!

Notion de méthode abstraite

La bonne solution:

- placer dans `Bloc` la signature de la méthode `volume();`
- mais indiquer qu'on ne peut pas définir son code.

$\rightarrow$ `volume()` est une méthode abstraite = méthode dont on ne définit que la signature (comme dans les interfaces)

Solution correcte

```
public abstract class Bloc {
    protected double masse_volumique;
    public Bloc(double mv) {
        masse_volumique = mv;
    }
    public double masse() {
        return masse_volumique * volume();
    }
    public abstract double volume(); // signature seule
}
```

- les sous-classes de `Bloc` définissent le code de `volume()`
- `Bloc` devient une *classe abstraite*

Méthode abstraite

Définition
Une classe abstraite est une classe qui ne peut pas avoir d'instance.

Elle peut contenir :

- du code:
  - des attributs (variables de classe ou d'instance)
  - des méthodes concrètes
  - des constructeurs
- des méthodes abstraites (= des signatures)

Intérêt des classes abstraites

Utilisations multiples :

- factorisation de code $\rightarrow$ plus grande généricité
- représentation d'abstractions à différents niveaux
- contrôle des objets instanciables par l'utilisateur

Classe abstraite vs. interface

- *points communs*:
  - peuvent contenir de simples signatures;
  - pas instanciables;
  - définition d'un type commun pour plusieurs objets $\rightarrow$ implémentation de la relation *sorte-de*.
- *différences*:
  - jamais de code dans les interfaces
  - méthodes concrètes et constructeurs autorisés dans les classes abstraites
  - les interfaces concernent ce qui est public
  - notion de contrat vs. réutilisation de code

Abstraction et héritage

Que se passe-t-il lorsqu'on hérite de méthodes abstraites ?

```
public abstract class AbstractToto {
    public abstract int maMethode();
}
public class Toto extends AbstractToto {}
```

- la classe Toto hérite de toutes les méthodes de `AbstractToto`;
- elle hérite en particulier de `abstract int maMethode();`
  - soit elle la redéfinit en indiquant du code
  - soit elle ne fait rien $\rightarrow$ classe abstraite, il faut donc la déclarer `abstract`!

Une classe qui possède des méthodes abstraites doit être abstraite.

Abstraction et héritage

Remarques importantes:

- une classe peut être déclarée `abstract` *même si elle n'a pas de méthodes abstraites*. Elle ne doit simplement pas être instanciée.
- une classe *concrète* peut dériver:
  - soit d'une autre classe *concrète*
  - soit d'une classe *abstraite* (et implémenter les éventuelles méthodes abstraites).
- une classe *abstraite* peut dériver:
  - soit d'une autre classe *abstraite*
  - soit d'une classe *concrète*.

Emacs 26.3 (Org mode 9.1.9)