Extension dynamique et réflexion

Conception Orientée Objet

Jean-Christophe Routier
Licence mention Informatique
Université Lille1

Extension dynamique

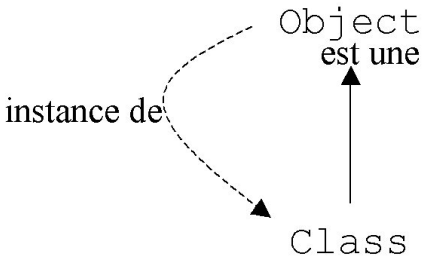
Java offre la possibilité d'avoir des programmes qui s'étendent dynamiquement.
Cela permet un programme P de charger des classes qui n'existaient pas au moment de la programmation/compilation de P et de créer et manipuler des instances de ces classes.

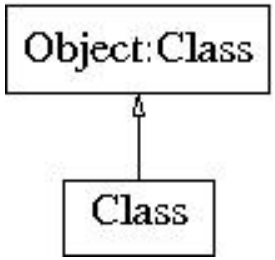
Réflexion

Avec Java il est possible dans un programme de manipuler et d'analyser dynamiquement les objets du programme eux-mêmes

introspection

Schéma objet méta-circulaire





Classe
nom : String # mesAttributs : Map<String,Attribut<?>> # mesMethodes : Map<String,Methode>
+Classe(nom:String, attributs: Collection<Attribut<?>>, methodes : Collection<Methode>) +creerInstance(args : Object...) : Object +getMethode(nom : String) : Methode ...

avec (très approximativement)

Methode
nom : String ...
+invoquer(instance : Object, args : Object...)

Attribut<T>
nom : String # value : T
+getValeur():T +setValeur(value : T)

- les classes sont des instances de `Class` et donc des objets
  ↪ possèdent attributs : les attributs des instances, leurs méthodes, etc.
  ↪ possèdent méthodes (on peut donc leur envoyer des messages)
  - création d'instances,
  - connaître la valeur de ses attributs
  - appeler des méthodes
- la classe `Object` est une classe et donc une instance de `Class`, elle peut donc être manipulée aussi

- en quelque sorte (pas tout à fait en Java) :

```
class UneClasse { ...} ≡ Class UneClasse = new Class(...);
```

Extension dynamique

- 2 manières de charger (dynamiquement) une classe en mémoire :
  - `Class.forName(String)`
  - `loadClass(String)` dans `ClassLoader` (sous-classes de)

puis création dynamique d'instances

`newInstance(...)`

- `public static Class<?> forName(String className) throws ClassNotFoundException`
- `public T newInstance() throws InstantiationException, IllegalAccessException`

```
package essais.dynamic;
interface Bidule {
   public void doIt();
}
class Truc implements Bidule {
   public void doIt() { System.out.println("bidule truc"); }
}
class Machin implements Bidule {
   public void doIt() { System.out.println("bidule machin"); }
}
public class TestForName {
   public static void main(String[] args)
         throws ClassNotFoundException,IllegalAccessException,
                                InstantiationException {
      Class c = Class.forName("essais.dynamic."+args[0]);
      Bidule b = (Bidule) c.newInstance();
      b.doIt();
   }
} // TestForName
```

```
+-------------------------------------
| java TestForName Truc --> bidule truc
| java TestForName Machin --> bidule machin
```

Introspection

- dans `Object` : méthode

  `public Class<?> getClass()`

  renvoie l'objet représentant la classe dont `this` est instance.

- à partir de là accès à (paquetage `java.lang.reflect`) :
  - constructeurs `Constructor`
  - attributs `Field`
  - méthodes `Method`

- Accès "statique" à l'objet `Class` représentant une classe :
  `nomClasse``.class` exemple : `String.class`, `Carotte.class`
- il existe un objet `Class` identifiant les types primitifs.

  `<wrapperClasse>.TYPE`

  exemple : `Integer.TYPE` pour `int`, `Character.TYPE` pour `char`, etc.
  à noter, l'existence d'une classe `Void` (et donc de `Void.TYPE`).

Informations accessibles.

Méthodes de `java.lang.Class<T>` (non exhaustif)

- nom de classe (type) (`getName()`)
- super classe (`getSuperClass()`)
- paquetage (`getPackage()`) (objet `Package`)
- modificateurs de classes (`public`, `abstract`) (`getModifiers()`)
- le nom des interfaces implémentées (`getInterfaces()`)
- les attributs (`get[Declared]Field[s]()`) – objet `Field` : nom, type, modificateur
- les constructeurs (`get[Declared]Constructor[s]()`) – objet `Constructor`
- les méthodes (`get[Declared]Method[s]()`)
  - objet `Method` : nom, type de retour, type args, exception, modificateurs, ...
- `isInstance(Object)`, `isAssignableFrom(Class)`, `isInterface`

Actions

- créer une instance : `newInstance()`
  ou utiliser les constructeurs :
  `Constructor` : `newInstance(Object... initargs)`
- récupérer une valeur d'attribut : `Field` : `get(Object)`
- invoquer une méthode : `Method` : `invoke(Object, Object...)`

`instanceof`

Applications

"RMI"

Création d'un instance

```
package counter;
public class SimpleCounter implements Counter {
   public SimpleCounter(int v) { ...  }
   ...
}
```

```
package counter;
public class TestCounter {
   public static void main(String[] args)
          throws ClassNotFoundException,IllegalAccessException, InstantiationException {
      Class counterClass = Class.forName("counter."+args[0]);
      Constructor construct = counterClass.getConstructor(Integer.TYPE);
      Counter aCounter = construct.newInstance(new Integer(args[1]);
      new GraphicalCounter(aCounter);
   }
}
```

```
utilisation :
...> java TestCounter SimpleCounter 5
...> java TestCounter AnotherCounter 12
```

Invoquer une méthode

```
import java.lang.reflect.Method;

Class c = ...
Method meth = c.getMethod(nom_méthode, les classes des params /*Class...*/
Object result = meth.invoke(obj,{ les paramètres } /*Object...*/);
        // obj est une référence vers une instance de type ''c''
        // ''Object result ='' seulement si méthode avec résultat...
```

le paramètre *obj* est ignoré si la méthode est statique

NB : `IllegalAccessException`,`IllegalArgumentException`, `InvocationTargetException`

```
ArrayList list = new ArrayList();
        //invocation de :  "list.add(0,"premier")"
Class c = java.util.ArrayList.class;
Method meth = c.getMethod("add", Integer.TYPE, Object.class );
meth.invoke(list, 0, "premier");                          +------------
System.out.println(list.size()+" -> "+list.get(0));       | 1->premier
```

Accéder à un attribut

```
import java.lang.reflect.Field;

Class c = ...
Field attribut = c.getField(nom_attribut);
Object value = attribut.get(obj);
        // obj est une référence vers une instance de type ''c''
        // getInt(Object), getBoolean(Object), etc.  existent pour
        // attributs à valeur dans types primitifs int, boolean, etc.
```

le paramètre *obj* est ignoré si la méthode est statique

NB : `IllegalArgumentException`, `IllegalAccessException`

```
Livre sda = new Livre("Le seigneur des Anneaux");
        // accès à :  "sda.titre"
Class c = Livre.class;
Field attribut = c.getField("title");
Object value = attribut.get(sda);              // si accessible !
                                               +------------
System.out.println("-> "+value);               | -> Le Seigneur des Anneaux
```

Fichier avec information de typage pour faciliter l'écriture de Factory (peut imposer convention de nommage) :

```
Text                    (pour classe TextAnswer)
Quel est le nom de l'auteur du Seigneur des Anneaux ?
Tolkien
1
YesNo                   (pour classe YesNoAnswer)
Frodo est un Hobbit ?
vrai
1
Numeric                 (pour classe NumericAnswer)
Combien de membres composent la Compagnie de l'Anneau ?
9
2
```

```
public Question litEtCreeQuestion() {
   String typeAnswer = in.readLine();
   ...  lecture text, texteReponse et nbPoints;
   Class c = class.forName(typeAnswer+"Answer");
   Constructor constructor = c.getConstructor(String.class);
   Answser answer = constructor.newInstance( texteReponse);
   Question q = new Question(text, answer, nbPoints);
   return q;
}
```

```
Class c = Class.forName("YesNoAnswer");
Constructor constructor = c.getConstructor( String.class);
Answer answer = constructor.newInstance( "vrai" );
Question q = new Question("texte question", answer, 1);
Class qClass = Question.class; // ou Class.forName("Question")
Method mGetQuestion = qClass.getMethod("getQuestionText");
String qToString = (String) mGetQuestion.invoke(q);
System.out.println(qToString);

Method mSetAnswer = qClass.getMethod("setUserAnswer", String.class);
mSetAnswer.invoke(q, "vrai");

Method mIsCorrect = qClass.getMethod("isCorrect");
boolean result = (Boolean) mIsCorrect.invoke(q);
System.out.println(result);
```

ce code équivaut (dans son comportement) à celui-ci :

```
Answer answer = new YesNoAnswer("vrai");
Question q = new Question("texte question",answer, 1);
String qToString = q.getQuestionText();
System.out.println(qToString);
q.setUserAnswer("vrai");
boolean result = q.isCorrect();
System.out.println(result);
```

```
interface Shape {
   void draw();
   void erase();
}
abstract class ShapeFactory {
   protected abstract Shape create();
   static Map<String,ShapeFactory> factories = new HashMap<String, ShapeFactory>();
   // A Template Method:
   public static final Shape createShape(String id) throws BadShapeCreation {
      if(!factories.containsKey(id)) {
         try {
            Class.forName(id);              // charge dynamiquement
         } catch(ClassNotFoundException e) { throw new BadShapeCreation(id); }
         // regarde si on l'a ajouté:
         if(!factories.containsKey(id)) throw new BadShapeCreation(id);
      }
      return (factories.get(id)).create();
   }
}
class Circle implements Shape {
   private Circle() {}
   public void draw() { System.out.println("Circle.draw"); }
   public void erase() { System.out.println("Circle.erase"); }
   private static class Factory extends ShapeFactory {
      protected Shape create() { return new Circle(); }
   }
   static { ShapeFactory.factories.put("Circle", new Circle.Factory()); }
}
```

Class Loader

Chaque classe utilisée par un programe Java doit être chargée dans la JVM

accompli par les *class loaders*

- *class loader primaire*
  - (ou système) est propre à chaque JVM
  - un seul par JVM
- *objets "ClassLoader"*
  - est propre à l'application, donc au choix du concepteur de l'application
  - autant que le veut le concepteur

Espaces de nommage

Dans un JVM, chaque classloader possède son **propre** espace de nommage.

espace de nommage = ensemble des noms (qualifiés) des classes chargées

À l'intérieur d'un espace de nommage chaque nom est **unique**

- une même application peut avoir deux espaces de nommage qui contiennent des noms identiques (mais chargés par des class loaders dfférents) et ne correspondent pas forcément aux mêmes classes.

Incursion dans la JVM

Quand la JVM charge un type (classe ou interface) :

- l'information concernant ce type est extraite d'un fichier de classe
- cette information est rangée dans la "*zone de méthodes*"
- un nom complet est ajouté dans l'espace de nommage

tout nom de l'espace de nommage est associé avec des données dans la zone de méthodes

Edition de liens dynamique

Les fichiers compilés (`.class`) contiennent des références symboliques sur les autres types dans le *pool de constantes*.
À l'exécution, la JVM réalise **dynamiquement** l'édition de liens lors de la phase de "*résolution de constantes*" en liant les symboles du pool de constantes.

- soit le symbole à résoudre (= nom) est déjà dans l'espace de nommage
- soit ce n'est pas le cas et il faut charger le type et donc choisir un class loader.

Règle de référencement

la JVM charge une classe référencée avec le même classe loader que la classe qui provoque la référence

Class Loader

- Création d'espaces de nommage distincts
  - éviter des conflits de noms (cf. plusieurs applets ds 1 seul navigateur)
  - sécurité (protection entre les espaces de nommage)
- Contrôle du chargement des classes
  - sécurité
  - chargement via le réseau.
- pour remplacer dynamiquement une classe déjà chargée
  - mise à jour dynamique de versions de classe sans arrêt de la JVM

Définition de Class Loader

```
package essais.dynamic;
import java.io.*;
class UneClasse { ...  }

class MyClassLoader extends ClassLoader {
   public Class loadClass(String className) throws ClassNotFoundException
      Class result = findLoadedClass(className);
            // déjà chargée par ce classloader ?
      if (result != null) { return result; }
            // si java.* alors utilise le class loader système
      if (className.startsWith("java.")) {
         result = super.findSystemClass(className);
      }
      if (result != null) { return result; }
      byte[] data = getData(className);
      if (data == null) { throw new ClassNotFoundException(); }
      result = defineClass(className, data, 0 ,data.length);
      if (result == null) { throw new ClassNotFoundException(); }
      return result;
}
```

```
private byte[] getData(String className) {
   FileInputStream file;
   String fileName = className.replace('.',File.separatorChar)+".class";
   try { file = new FileInputStream(fileName);
      } catch(FileNotFoundException e) { return null; }
   BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(file);
   ByteArrayOutputStream out = new ByteArrayOutputStream();
   try {
      int c = bis.read(); while (c != -1) { out.write(c); c = bis.read(); }
      } catch (IOException e) { return null; }
   return out.toByteArray();
   }
} // MyClassLoader
public class TestCastClassLoader {
   public static void main (String[] args) throws Exception {
      Class c = Class.forName("essais.dynamic.UneClasse");
      MyClassLoader myLoader = new MyClassLoader();
      Class autreC = myLoader.loadClass("essais.dynamic.UneClasse");
      System.out.println("comparaison de classe "+autreC.equals(c));
   }
} // TestCastClassLoader                    java TestCastClassLoader --> false
```