



Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва

Объектно-ориентированное программирование

Механизмы рефлексии

Занятие 9

© Составление,
А.В. Гаврилов, 2014
А.П. Порфирьев, 2015

Самара
2015

План лекции

- Рефлексия и её возможности
- Участники механизма рефлексии
- Получение и работа со ссылкой на описание класса
- Вызов конструкторов и методов
- Управление загрузкой классов
- Аннотации



Понятие рефлексии

- Рефлексия (от лат. Reflexio – обращение назад) – обращение субъекта на себя самого, на свое знание или на свое собственное состояние
- Рефлексия в Java – возможность программы анализировать саму себя, взаимодействуя с виртуальной машиной Java (JVM)



Возможности механизма рефлексии

- Загрузка типов во время исполнения программы
- Исследование структуры типов и их элементов
- Создание экземпляров классов
- Вызов методов
- Загрузка классов из набора байтов



Участники механизма рефлексии

- Класс `java.lang.Class`
 - Класс является **метаклассом** по отношению к другим типам
 - Экземпляры класса `Class` описывают классы и интерфейсы выполняемого приложения
 - Методы класса `Class` позволяют исследовать содержимое описываемого класса и его свойства
- Класс `java.lang.ClassLoader`
 - Реализует механизмы загрузки классов



Участники механизма рефлексии

■ Пакет `java.lang.reflect`

- Содержит ряд дополнительных и вспомогательных классов
- **Field**
Описывает поле объекта
- **Method**
Описывает метод объекта
- **Constructor**
Описывает конструктор объекта
- **Modifier**
Инкапсулирует работу с модификаторами
- **Array**
Инкапсулирует работу с массивами



Получение представления класса

- Метод `Class Object.getClass()`
Возвращает ссылку на представление класса, экземпляром которого является объект
- Псевдополе `Object.class`
Ссылка на представление указанного класса
- Метод `static Class Class.forName(...)`
Возвращает ссылку на представление класса, полное имя которого указывается параметром типа `String`



Получение представления класса

- Метод `Class [] Class.getClasses ()`
Возвращает ссылку на массив ссылок на объекты `Class` вложенных типов
- Метод `Class Class.getDeclaringClass ()`
Для вложенных типов возвращает ссылку на объект `Class` внешнего типа
- Метод `Class [] Class.getInterfaces ()`
Возвращает ссылки на описания интерфейсов, от которых наследует тип
- Метод `Class Class.getSuperclass ()`
Возвращает ссылку на описание родительского класса



Пример получения информации о классе

```
import java.lang.reflect.*;

class ListMethods {
    public static void main(String[] argv)
        throws ClassNotFoundException {
        Class c = Class.forName(argv[0]);
        Constructor[] cons = c.getConstructors( );
        printList("Constructors", cons);
        Method[] meths = c.getMethods( );
        printList("Methods", meths);
        Field[] fields = c.getFields();
        printList("Fields", fields);
    }
    static void printList(String s, Object[] o) {
        System.out.println("*** " + s + " ***");
        for (int i = 0; i < o.length; i++)
            System.out.println(o[i].toString( ));
    }
}
```



Возможности класса Class

- Загрузка класса в JVM по его имени
`static Class.forName(String name)`
- Определение вида типа
`boolean isInterface()`
`boolean isLocalClass()`
- Получение родительских типов
`Class getSuperclass()`
`Class[] getInterfaces()`
- Получение вложенных типов
`Class[] getClasses()`
- Создание объекта
`Object newInstance()`



Возможности класса Class

- Получение списка всех полей и конкретного поля по имени
`Field[] getFields()`
`Field getField(...)`
- Получение списка всех методов и конкретного метода по имени и списку типов параметров
`Method[] getMethods()`
`Method[] getMethod(...)`
- Получение списка всех конструкторов и конкретного конструктора по списку типов параметров
`Constructor[] getConstructors()`
`Constructor getConstructor(...)`



Передача параметров в методы

- Поскольку на момент написания программы типы и даже количество параметров неизвестно, используется другой подход:
 - Ссылки на все параметры в порядке их следования помещаются в массив типа `Object`
 - Если параметр имеет примитивный тип, то в массив помещается ссылка на экземпляр класса-оболочки соответствующего типа, содержащий необходимое значение
- Возвращается всегда тип `Object`
 - Для ссылочного типа используется приведение типа или рефлексивное исследование
 - Для примитивных типов возвращается ссылка на экземпляр класса-оболочки, содержащий возвращенное значение



Создание экземпляров классов

- Метод `Object Class.newInstance()`
Возвращает ссылку на новый экземпляр класса, используется конструктор по умолчанию
- Метод
`Object Constructor.newInstance(
Object[] initArgs)`
Возвращает ссылку на новый экземпляр класса, с использованием конструктора и указанными параметрами конструктора



ВЫЗОВ МЕТОДОВ

- Прямой вызов
 - Если на момент написания кода известен тип-предок загружаемого класса
 - Приведение типа и вызов метода
- Вызов через экземпляр класса `Method`
`Object Method.invoke(Object obj, Object[] args)`
 - `obj` – ссылка объект, у которого должен быть вызван метод
 - принято передавать `null`, если метод статический
 - `args` – список параметров для вызова методов



Пример вызова статического метода

```
import java.lang.reflect.*;
public class Main {
    public static void main(String[] args) {
        if (args.length == 3) {
            try {
                Class c = Class.forName(args[0]);
                Method m = c.getMethod(args[1], new Class [] {Double.TYPE});
                Double val = Double.valueOf(args[2]);
                Object res = m.invoke(null, new Object [] {val});
                System.out.println(res.toString());
            } catch (ClassNotFoundException e) {
                System.out.println("Класс не найден");
            } catch (NoSuchMethodException e) {
                System.out.println("Метод не найден");
            } catch (IllegalAccessException e) {
                System.out.println("Метод недоступен");
            } catch (InvocationTargetException e) {
                System.out.println("При вызове возникло исключение");
            }
        }
    }
}
```



Класс ClassLoader

- Экземпляры класса отвечают за загрузку классов в виртуальную машину
- Это абстрактный класс, не имеющий ни одного абстрактного метода
- Классы-наследники должны в каком-то смысле расширять возможности виртуальной машины по загрузке классов
- Объекты загрузчиков образуют иерархию (родительский объект указывается как параметр защищённых конструкторов)



Основные методы класса ClassLoader

- `public Class loadClass(String name)`
 - Проверяет, не был ли класс загружен раньше
 - Вызывает аналогичный метод родительского объекта
 - Вызывает метод `findClass()`, чтобы найти класс
 - Не стоит переопределять этот метод
- `protected Class findClass(String name)`
 - Ищет и загружает класс по имени специфическим для данного загрузчика способом
 - Этот метод и нужно переопределять
- `protected final Class defineClass(String name, byte[] b, int off, int len)`
 - Загружает класс из указанного набора байтов



Пример использования загрузчика классов

```
package reflectiontest;

import java.io.*;

public class ArbitraryFileLoader extends ClassLoader {
    public Class loadClassFromFile(String filename) throws IOException {
        byte[] b = loadClassData(filename);
        return defineClass(null, b, 0, b.length);
    }

    private byte[] loadClassData(String filename) throws IOException {
        FileInputStream in = new FileInputStream(filename);
        byte[] fileContent = new byte[in.available()];
        in.read(fileContent);
        in.close();
        return fileContent;
    }
}
```



Пример использования загрузчика классов

```
public class ReflectionTest {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            ArbitraryFileLoader l = new ArbitraryFileLoader();
            Object o = l.loadClassFromFile(args[0]).newInstance();
            if (o instanceof Somethingable) {
                System.out.println(((Somethingable) o).something());
            }
        } catch (java.io.IOException ex) {
            System.out.println("Problem with reading of file");
        } catch (ClassFormatError ex) {
            System.out.println("File doesn't contain a class");
        } catch (IllegalAccessException ex) {
            System.out.println("No public constructor");
        } catch (InstantiationException ex) {
            System.out.println("Problem during object creation");
        }
    }
}
```



Метаданные

- В основе механизма метаданных лежат так называемые аннотации
- **Аннотация** – это «интерфейс» специфического вида, позволяющий задавать описания классов и их элементов
- Пример объявления аннотации:

```
@interface MyAnnotation {  
    String str();  
    int val();  
}
```



Особенности аннотаций

- Члены-методы имеют, скорее, смысл полей
- Тела этих методов будут создаваться автоматически
- Аннотациями можно снабжать классы, методы, поля, параметры, константы перечислимых типов и аннотации
- Пример снабжения аннотацией:

```
@MyAnnotation(str = "Example", val= 100)  
public static void myMeth() {...}
```



Особенности аннотаций

- В любом случае аннотация предшествует объявлению
- Все аннотации наследуют от интерфейса `java.lang.annotation.Annotation`
- Во время выполнения программы информация об аннотациях извлекается средствами рефлексии
- После получения ссылки на объект аннотации у него можно вызывать методы, возвращающие заданные при аннотировании значения



Особенности аннотаций

- Для методов допускаются значения по умолчанию

```
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@interface MyAnnotation {
    String str() default "Over";
    int val() default 9000;
}
// @MyAnnotation()
// @MyAnnotation(str = "some string");
// @MyAnnotation(val = 100);
// @MyAnnotation(str = "Testing", val = 100);
```



Особенности аннотаций

- **Бывают одночленные аннотации**
Содержат один член и имеют сокращенную форму записи

```
@interface MySingle {  
    int value(); //Имя только такое!  
}  
// @MySingle(100)
```

- **Бывают аннотации-маркеры**
Предназначены только для пометки элементов

```
@interface MyMarker {}  
// @MyMarker()
```



Правила сохранения аннотаций

- Правила сохранения аннотаций определяют, в какой момент аннотации будут уничтожены
- Правила задаются с помощью перечислимого типа `java.lang.annotation.RetentionPolicy`
- Существует три правила:
 - **SOURCE**
аннотации отбрасываются на этапе компиляции
 - **CLASS**
сохраняются в байт-коде, но недоступны JVM во время выполнения программы
 - **RUNTIME**
доступны JVM во время выполнения программы
- В зависимости от цели аннотации ей задается то или иное правило сохранения



Правила сохранения аннотаций

- Задание правила сохранения производится с помощью аннотации `java.lang.annotation.Retention`
- По умолчанию задается правило CLASS
- Пример задания правила сохранения:

```
@Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)
@interface myAnnotation {
    String str();
    int val();
}
```



Стандартные аннотации

(работа с аннотациями)

- **@Retention**
Применяется к аннотациям, позволяет задать правило сохранения
- **@Documented**
Применяется к аннотациям, указывает, что она должна быть документирована
- **@Target**
Применяется к аннотациям, позволяет указать типы объектов, к которым данная аннотация может применяться
- **@Inherited**
Применяется к аннотациям классов, указывает, что данная аннотация будет унаследована потомками класса



Стандартные аннотации (инструкции компилятора)

■ `@Override`

Применяется к методам, указывает, что метод должен переопределять метод родительского класса или реализовывать метод родительского интерфейса

■ `@Deprecated`

Указывает на то, что объявление является устаревшим или вышедшим из употребления

■ `@SuppressWarnings`

Указывает на то, что указанные виды предупреждений компилятора не будут показываться



Особенности аннотаций

- Аннотация не может наследовать другую аннотацию
- Методы аннотаций не должны иметь параметров
- Возвращаемый тип методов:
 - примитивный тип
 - `String`
 - `Class`
 - перечислимый тип
 - другой тип аннотации
 - массив элементов одного из вышеперечисленных типов
- Аннотации не могут быть настраиваемыми
- Методы не могут объявлять исключения



Спасибо за внимание!

Дополнительные источники

- Арнолд, К. Язык программирования Java [Текст] / Кен Арнолд, Джеймс Гослинг, Дэвид Холмс. – М. : Издательский дом «Вильямс», 2001. – 624 с.
- Вязовик, Н.А. Программирование на Java. Курс лекций [Текст] / Н.А. Вязовик. – М. : Интернет-университет информационных технологий, 2003. – 592 с.
- Эккель, Б. Философия Java [Текст] / Брюс Эккель. – СПб. : Питер, 2011. – 640 с.
- Шилдт, Г. Java 2, v5.0 (Tiger). Новые возможности [Текст] / Герберт Шилдт. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 206 с.
- JavaSE at a Glance [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/index.html>, дата доступа: 21.10.2011.
- JavaSE APIs & Documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/api-jsp-136079.html>, дата доступа: 21.10.2011.

