Collections Framework и Generics

Алексей Владыкин

6 октября 2014

1. Generics

2. Collections Framework


Cup<T>

- Возможность параметризовать класс или метод каким-либо *типом*
- Напоминает шаблоны в C++, но есть большие отличия (нельзя использовать примитивные типы и их значения)
- Поддержка добавлена в Java 5

Параметризованный класс

```
package java.lang.ref;

public abstract class Reference<T> {

    private T referent;

    Reference(T referent) {
        this.referent = referent;
    }

    public T get() {
        return referent;
    }
}
```

```
WeakReference<Integer> ref = new WeakReference<>(1000);
System.out.printf("Initial value: %s\n", ref.get());
int gcCount = 0;
do {
    System.gc();
    gcCount++;
    System.out.printf(
            "Value after GC #%d: %s\n",
            gcCount, ref.get());
} while (ref.get() != null);
```

Параметризованный метод

```
package java.util;

public class Collections {

    public static <T> List<T> nCopies(int n, T o){
        // ...
    }
}
```

Реализация

- Реализация generic'ов в Java основана на «type erasure»
- Для generic класса или метода генерируется только один вариант, вне зависимости от количества разных параметризаций
- На этапе компиляции выполняются проверки типов и добавляются необходимые приведения типов

Что генерирует компилятор

```
package java.lang.ref;

public abstract class Reference {

    private Object referent;

    Reference(Object referent) {
        this.referent = referent;
    }

    public Object get() {
        return referent;
    }
}
```

```
WeakReference ref = new WeakReference(1000);
System.out.printf("Initial value: %s\n",
        (Integer) ref.get());
int gcCount = 0;
do {
    System.gc();
    gcCount++;
    System.out.printf(
            "Value after GC #%d: %s\n",
            gcCount, (Integer) ref.get());
} while ((Integer) ref.get() != null);
```

Ограничения

- По имени параметра нельзя создать экземпляр или массив

```
T obj = new T();     // compilation error

T[] arr = new T[0]; // compilation error
```

- Во время исполнения информация о generic-параметрах недоступна

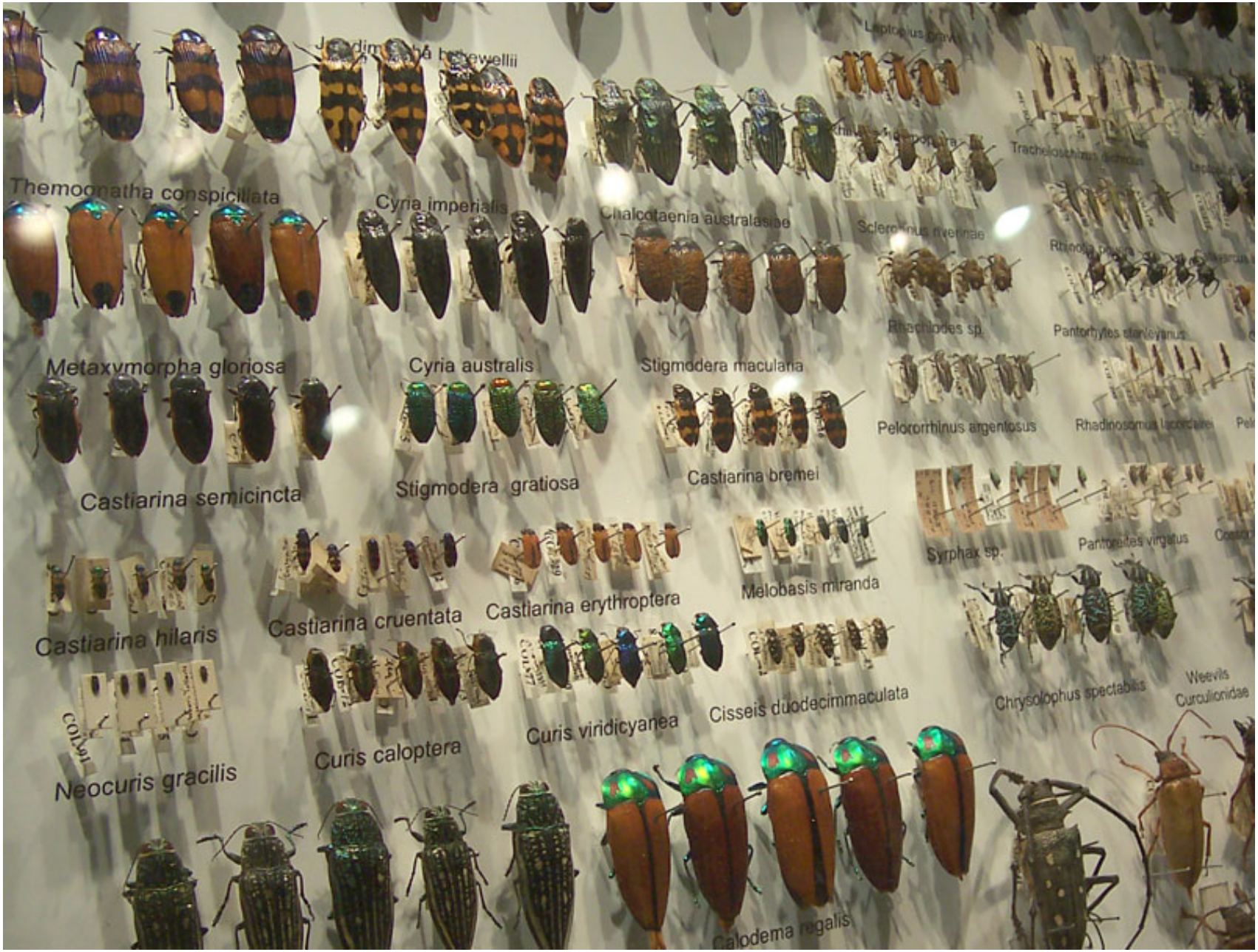
```
if (obj instanceof T) // compilation error
```

Поддержка наследования

- Если `class Integer extends Number`, то:

```
Number number = new Integer(1);           // OK
Number[] numberArray = new Integer[0]; // OK

Reference<Number> ref =
        new WeakReference<Integer>(1); // not OK!

Reference<? extends Number> ref2 =
        new WeakReference<Integer>(1); // OK
```

```
package java.util;

public class Collections {

    public static <T> void copy(
            List<? super T> dest,
            List<? extends T> src) {
        // ...
    }
}
```


Themognatha conspicillata
Cyria imperialis
Chalcotaenia australasiae
Metaxymorpha gloriosa
Cyria australis
Stigmodera maculana
Castiarina semicincta
Stigmodera gratiosa
Castiarina bremei
Pelororrhinus argentosus
Castiarina hilaris
Castiarina cruentata
Castiarina erythroptera
Melobasis miranda
Syrphax sp.
Neocuris gracilis
Curis caloptera
Curis viridicyanea
Cisseis duodecimmaculata
Chrysolophus spectabilis
Weevils
Curculionidae

Что такое коллекции

- Разнообразные контейнеры для хранения наборов объектов, более удобные, чем массивы
  - добавление/удаление элементов
  - read-only коллекции
  - операции поиска, объединения, вычитания
  - поддержка разнообразных специальных случаев
- В отличие от массивов, могут хранить только объекты. Для примитивных типов — классы-обертки и autoboxing
- Пакет `java.util`

java.util.Collection

- Базовый интерфейс для коллекций
- Основные операции:
  - `int size()`
  - `boolean isEmpty()`
  - `boolean contains(Object o)`
  - `boolean add(E e)`
  - `boolean remove(Object o)`
  - `void clear()`
- `Object.equals()`

java.util.Iterator

- Единообразный способ обхода элементов коллекции
- Операции:
  - `boolean hasNext()`
  - `E next()`
  - `void remove()`

Использование итератора

```
// foreach syntax
for (E element : collection) {
    System.out.println(element);
}

// equivalent to
Iterator<E> it = collection.iterator();
while (it.hasNext()) {
    E element = it.next();
    System.out.println(element);
}
```

Разновидности коллекций

- `List` — список
  (фиксированный порядок, доступ к элементам по индексу)
- `Queue`, `Deque` — очередь и дек
  (доступ к элементам с начала и с конца)
- `Set` — множество
  (каждый элемент встречается не более одного раза)
- `Map` — ассоциативный массив
  (набор пар «ключ–значение»)

java.util.List

- Фиксированный порядок
- Доступ к элементам по индексу
- Операции:
  - `E get(int index)`
  - `E set(int index, E element)`
  - `void add(int index, E element)`
  - `E remove(int index)`
  - `int indexOf(Object o)`
  - `int lastIndexOf(Object o)`
  - `List<E> subList(int fromIndex, int toIndex)`
- `equals`: списки равны, если содержат равные элементы в одинаковом порядке

java.util.ArrayList

- Реализация списка на основе массива
- Специфические операции:
  - `void ensureCapacity(int capacity)`
  - `void trimToSize()`
- Эффективный доступ к элементу по индексу
- Вставка/удаление по индексу имеет линейную трудоемкость

```
List<String> words = new ArrayList<>();
words.add("one");
words.set(0, "two");
words.add(0, "three");
words.remove(1);
```

java.util.LinkedList

- Реализация списка на основе двусвязного списка
- Эффективные вставка и удаление элемента в начале и в конце списка
- Доступ к элементу по индексу имеет линейную трудоемкость

```
List<String> words = new LinkedList<>();
words.add("one");
words.add("two");
words.add("three");
words.subList(1, 3).clear();
```

java.util.Queue

- First In — First Out (FIFO)
- Операции:
  - `boolean offer(E e)`
  - `E peek()`
  - `E poll()`

java.util.PriorityQueue

- Реализация очереди с приоритетами на основе двоичной кучи
- `offer` и `poll` работают за $O(\log(N))$
- Извлекается элемент с минимальным значением

```
PriorityQueue<Integer> pq = new PriorityQueue<>();
pq.offer(3);
pq.offer(2);
pq.offer(1);

Integer element;
while ((element = pq.poll()) != null) {
    System.out.println(element);
}
```

java.util.Deque

- Стек и очередь в одном флаконе
- Операции:
  - `boolean offerFirst(E e)`
  - `E peekFirst()`
  - `E pollFirst()`
  - `boolean offerLast(E e)`
  - `E peekLast()`
  - `E pollLast()`

java.util.ArrayDeque

- Реализация дека на основе массива
- Рекомендованный класс для обычной очереди и стека

```
Deque<Integer> pq = new ArrayDeque<>();
pq.offerLast(3);
pq.offerLast(2);
pq.offerLast(1);

Integer element;
while ((element = pq.pollFirst()) != null) {
    System.out.println(element);
}
```

java.util.Set

- Каждый элемент встречается не более одного раза
- Не добавляет новых операций к тем, что есть в `java.util.Collection`
- Но гарантирует, что при добавлении элементов дубликаты не появятся
- `equals`: множества равны, если содержат одинаковые элементы

java.util.HashSet

- Реализация множества на основе хеш-таблицы
- Порядок обхода элементов непредсказуем

```
Set<String> words = new HashSet<>();
words.add("one");
words.add("one");
words.add("two");
words.add("two");
```

java.util.LinkedHashSet

- Реализация множества на основе хеш-таблицы
- Порядок обхода элементов определяется порядком вставки

```
Set<String> words = new LinkedHashSet<>();
words.add("one");
words.add("one");
words.add("two");
words.add("two");
```

Специфика хеш-таблиц

- Контракт `equals()` и `hashCode()`:
  если `a.equals(b)`, то `a.hashCode()==b.hashCode()`
- Пока объект находится в хеш-таблице, нельзя менять его поля, влияющие на значение `hashCode()`

java.util.TreeSet

- Реализация множества на основе дерева поиска
- Элементы хранятся отсортированными

```
SortedSet<String> words = new TreeSet<>();
words.add("aaa");
words.add("bbb");
words.add("ccc");
words.headSet("bbb").clear();
```

Специфика деревьев поиска

- Порядок элементов определяется:
  - объектом типа `java.util.Comparator` с методом `int compare(T o1, T o2)`
  - методом элементов `int compareTo(T o)` (элементы должны реализовать интерфейс `java.lang.Comparable`)
- Пока объект находится в дереве, нельзя менять его поля, влияющие на вычисление `compareTo(T)`
- Контракт `equals()` и `compareTo()`: `a.equals(b) == (a.compareTo(b) == 0)`

Удаление дубликатов из коллекции

```
List<String> list = new ArrayList<>();
list.add("aaa");
list.add("aaa");
list.add("bbb");
list.add("aaa");

Set<String> set =
    new LinkedHashSet<>(list);

List<String> listWithoutDups =
    new ArrayList<>(set);
```

java.util.Map

- Набор пар «ключ–значение»
- Не наследует `java.util.Collection`

- Основные операции:
  - `int size()`
  - `boolean isEmpty()`
  - `V get(Object key)`
  - `V put(K key, V value)`
  - `V remove(Object key)`
  - `boolean containsKey(Object key)`
  - `boolean containsValue(Object value)`
  - `Set<K> keySet()`
  - `Collection<V> values()`
  - `Set<Map.Entry<K, V>> entrySet()`

- `equals`: равны, если содержат одинаковые пары «ключ-значение»

java.util.HashMap

- Реализация ассоциативного массива на основе хеш-таблицы
- Порядок обхода элементов непредсказуем
- Есть java.util.LinkedHashMap

```
Map<String, String> dictionary = new HashMap<>();
dictionary.put("foo", "bar");
dictionary.put("bar", "baz");
dictionary.remove("bar");
```

java.util.TreeMap

- Реализация ассоциативного массива на основе дерева поиска
- Элементы хранятся отсортированными по ключу

```
SortedMap<String, String> dictionary =
        new TreeMap<>();
dictionary.put("foo", "bar");
dictionary.put("bar", "baz");
dictionary.subMap("bar", "foo").clear();
```

Обход ассоциативного массива

```
Map<A, B> map = new HashMap<>();

for (A key : map.keySet()) { ... }

for (B value : map.values()) { ... }

for (Map.Entry<A, B> entry : map.entrySet()) {
    entry.getKey();
    entry.getValue();
}
```

Устаревшие классы

- `java.util.Vector`
- `java.util.Stack`
- `java.util.Dictionary`
- `java.util.Hashtable`

Сборник рецептов

Как отсортировать список

```
// move elements randomly
Collections.shuffle(list);

// list is sorted in-place
Collections.sort(list);
```

Как запретить изменение

```
Set<String> set =
    Collections.unmodifiableSet(originalSet);

set.remove("abc");
    // throws UnsupportedOperationException
```

Как перелить коллекцию в массив

```
// List<Integer> list

Integer[] array =
    list.toArray(new Integer[list.size()]);
```

Как перелить массив в коллекцию

```
String[] array = {"A", "B", "C"};

Set<String> set1 =
    new HashSet<>(Arrays.asList(array));

Set<String> set2 = new HashSet<>();
Collections.addAll(set2, array);
```

Autoboxing

- Автоматическая упаковка примитивных типов в обертки и распаковка обратно

```
List<Integer> list = new ArrayList<>();
for (int i = 0; i < 10; ++i) {
    list.add(i);
}
for (int i = 0; i < 10; ++i) {
    list.remove(i); // ooops
}
```

Что сегодня узнали

- Можно хранить наборы объектов не только в массивах, но и в более гибких и функциональных *коллекциях*
- В стандартной библиотеке Java есть списки, множества и ассоциативные массивы
- Работа с коллекциями стала намного удобнее с появлением Generic'ов в Java 5