

Collections Framework



Евгений Беркунский, НУК
eugeny.berkunsky@gmail.com
<http://www.berkut.mk.ua>



Содержание

1. Коллекции
2. Списки
3. Множества
4. Очереди
5. Отображения
6. Упорядоченные коллекции
7. Алгоритмы
8. Устаревшие коллекции
9. Заключение

Collections Framework

- Набор стандартных контейнеров (коллекций) и правил их использования
 - Интерфейсы
 - Релизации
 - Алгоритмы
- Пакет `java.util`



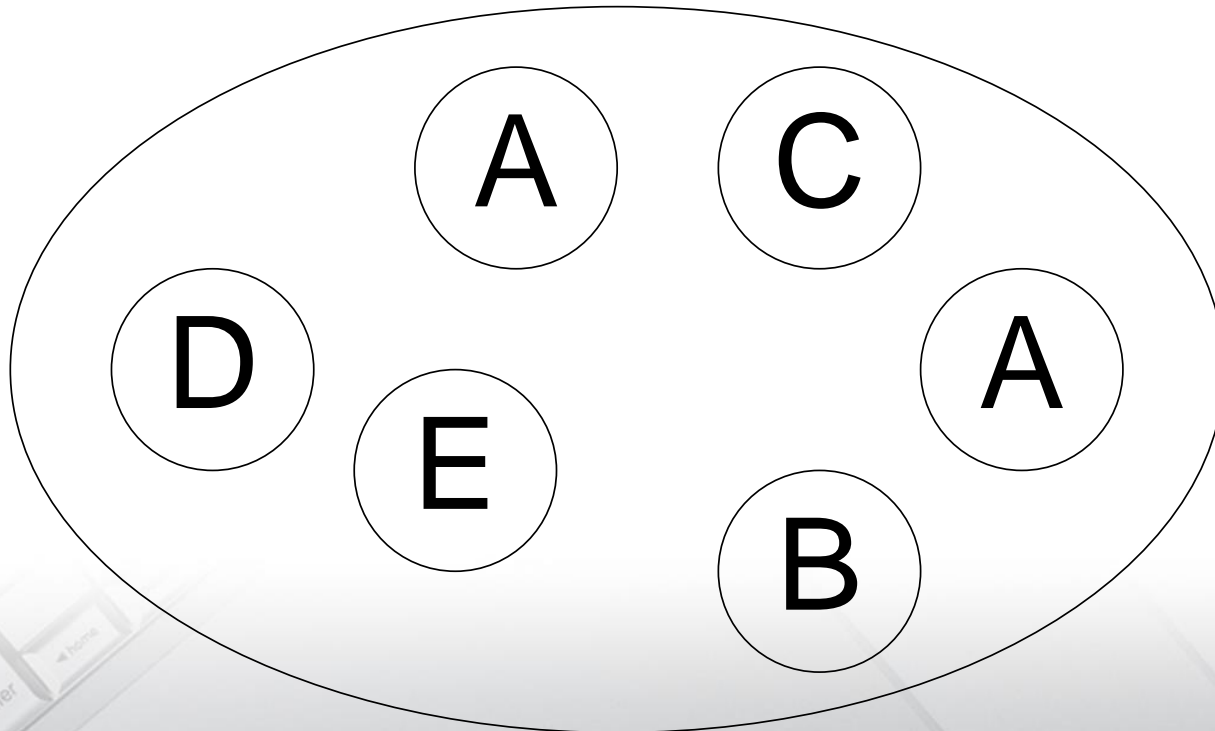
Коллекции

Часть 1



Коллекции

- Коллекция – неупорядоченный набор элементов
- Интерфейс [Collection](#)



Немодифицирующие операции

- Определение размера
 - `size()` – количество элементов
 - `isEmpty()` – проверка на пустоту
- Проверки на входжение
 - `contains(Object o)` – одного элемента
 - `containsAll(Collection c)` – всех элементов коллекции `c`

Модифицирующие операции

- Добавление элементов
 - `add(Object e)` – одного элемента
 - `addAll(Collection c)` – элементов коллекции
- Удаление элементов
 - `remove(Object e)` – одного элемента
 - `removeAll(Collection c)` – элементов коллекции
 - `retainAll(Collection c)` – удаление элементов не из коллекции
 - `clear()` – удаление всех элементов
- Исключения
 - `UnsupportedOperationException`

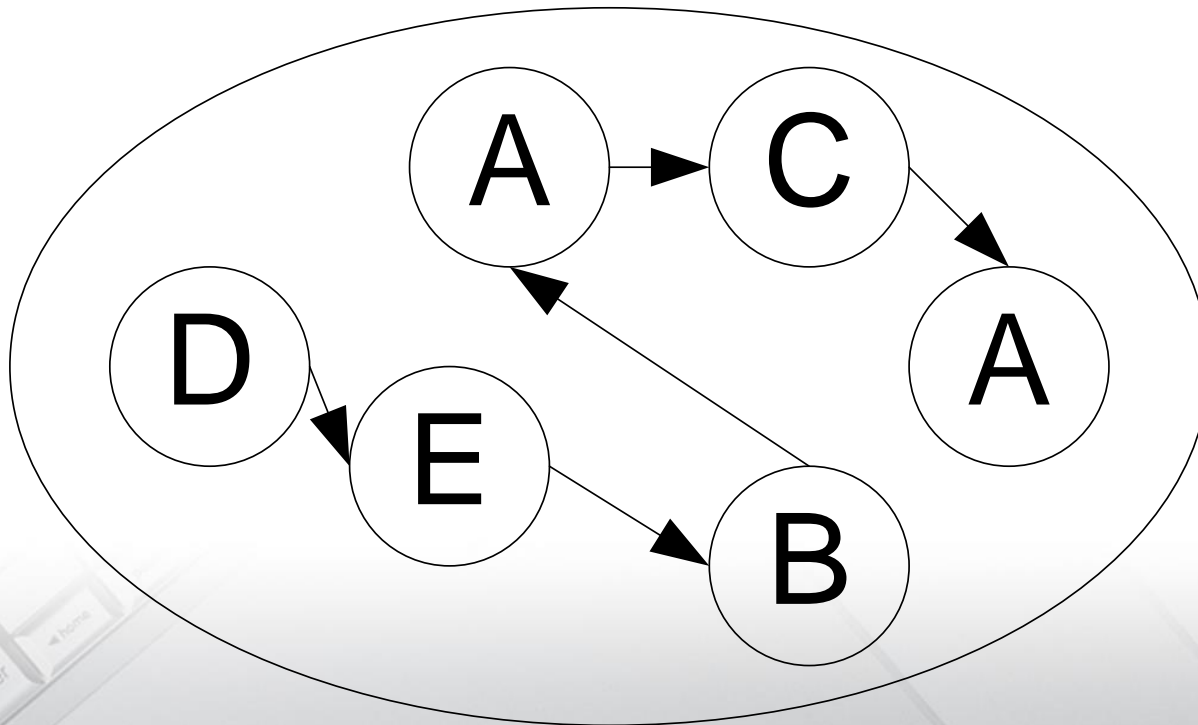
Пример.

Чтение в коллекцию

```
public int read(String file) throws IOException {  
    Scanner in = new Scanner(new File(filename), "utf8");  
  
    int read = 0;  
    while (in.hasNext()) {  
        read++;  
        c.add(in.next());  
    }  
    return read;  
}
```


Итераторы

- Итератор – обход коллекции
- Интерфейс `Iterator`
- Метод `Iterator Collection.iterator()`



Методы итераторов

- `hasNext()` – определение наличия следующего элемента
- `next()` – взятие следующего элемента
- `remove()` – удаление элемента
- Исключения
 - `NoSuchElementException` – бросается при достижении конца коллекции
 - `ConcurrentModificationException` – бросается при изменении коллекции

Применение итераторов

- Обход коллекции

```
for (Iterator i = c.iterator(); i.hasNext();) {  
    E element = (E) i.next();  
    ...  
}
```

- Фильтрация коллекции

```
for (Iterator i = c.iterator(); i.hasNext();) {  
    if (!p(i.next())) i.remove();  
}
```

Пример.

Вывод коллекции на экран

```
public void dump() {  
    for (Iterator i = c.iterator(); i.hasNext(); ) {  
        String word = (String) i.next();  
        System.out.print(word + ", ");  
    }  
    System.out.println();  
}
```

Преобразование в массив

`Object[] toArray()` – создает новый массив

`Object[] toArray(Object[] a)` – использует переданный массив

- Пример использования

```
Integer[] i = (Integer[])  
    c.toArray(new Integer[c.size()]);
```

Класс AbstractCollection

- Позволяет быстро реализовывать коллекции
- Реализация неизменяемых коллекций
 - `iterator()`
 - `size()`
- Реализация изменяемых коллекций
 - `add(Object o)`
 - `iterator.remove()`

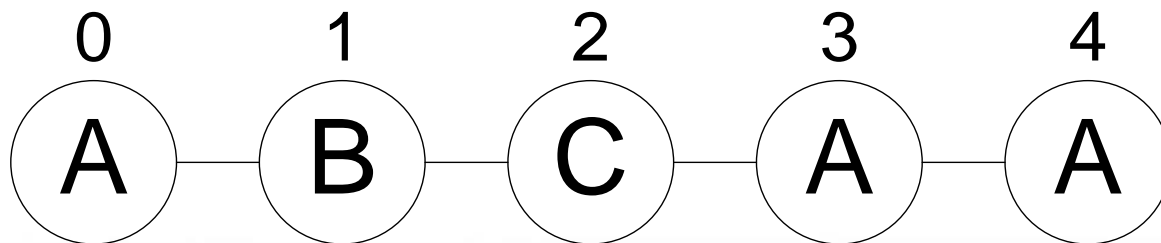


Списки

Часть 2



- Список – колекція с індексованими елементами
- Інтерфейс **List**

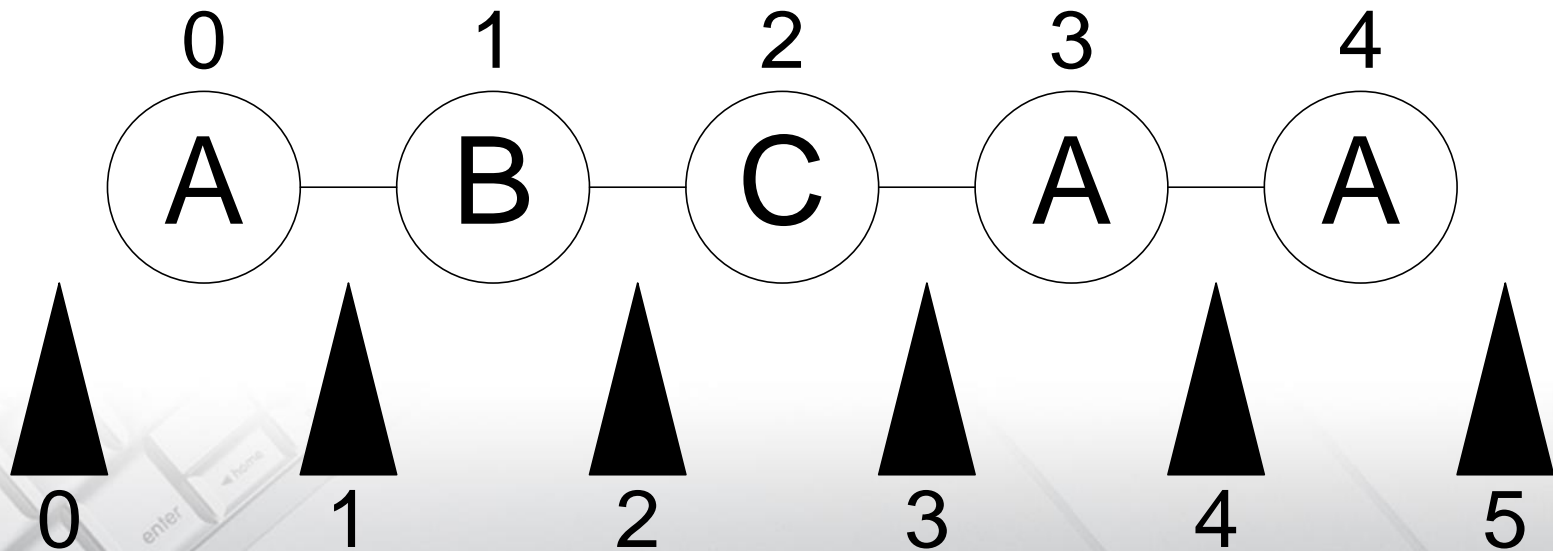


Операции со списками

- Доступ по индексу
 - `get(int i)` – чтение
 - `set(int i, Object e)` – запись
 - `add(int i, Object e)` – добавление
 - `remove(int i)` – удаление
- Поиск элементов
 - `indexOf(Object e)` – поиск с начала
 - `lastIndexOf(Object e)` – поиск с конца
- Взятие вида
 - `List subList(int from, int to)`

Итератор по списку

- Интерфейс `ListIterator` extends `Iterator`
- Метод `listIterator()`
- Предыдущий / Следующий элементы



Операции итератора по списку

- Передвижение
 - `hasNext()` / `hasPrevious()` – проверка
 - `next()` / `previous()` – взятие элемента
 - `nextIndex()` / `previousIndex()` – определение индекса
- Изменение
 - `remove()` – удаление элемента
 - `set(Object e)` – изменение элемента
 - `add(Object e)` – добавление элемента

Класс ArrayList

- **ArrayList** – список на базе массива
- Плюсы
 - Быстрый доступ по индексу
 - Быстрая вставка и удаление элементов с конца
- Минусы
 - Медленная вставка и удаление элементов

Вместимость ArrayList

- Вместимость – реальное количество элементов
- Дополнительные методы
 - `ensureCapacity(int c)` – определение вместимости
 - `trimToSize()` – “подгонка” вместимости

Конструкторы ArrayList

- `ArrayList()` – пустой список
- `ArrayList(Collection c)` – копия коллекции
- `ArrayList(int initialCapacity)` – пустой список заданной вместимости

Применения ArrayList

- “Бесконечный” массив
- Стек



Пример.

Вывод ArrayList на экран

```
List list = new ArrayList();  
  
...  
for (int i = list.size() - 1; i >= 0; i--) {  
    System.out.println(list.get(i));  
}  
  
for (int i = 0; i < list.size(); i++) {  
    System.out.println(list.get(i));  
}
```


Класс LinkedList

- **LinkedList** – двусвязный список
- Плюсы
 - Быстрое добавление и удаление элементов
- Минусы
 - Медленный доступ по индексу

Возможности LinkedList

- Конструкторы
 - `LinkedList()` – пустой список
 - `LinkedList(Collection c)` – копия коллекции
- Методы
 - `addFirst(Object o)` – добавить в начало списка
 - `addLast(Object o)` – добавить в конец списка
 - `removeFirst()` – удалить первый элемент
 - `removeLast()` – удалить последний элемент

Применения LinkedList

- Стек
- Очередь
- Дек

Пример.

Вывод LinkedList на экран

```
List list = new LinkedList();  
  
...  
for (ListIterator li = list.listIterator(list.size());  
     li.hasPrevious(); ) {  
    System.out.println(li.previous());  
}  
  
for (ListIterator li = list.listIterator();  
     li.hasNext(); ) {  
    System.out.println(li.next());  
}
```

Класс AbstractList

- Позволяет быстро реализовывать списки с произвольным доступом
- Неизменяемые списки
 - `get(index)`
 - `size()`
- Изменяемые списки
 - `set(index, element)`
- Списки переменной длины
 - `add(index, element)`
 - `remove(index)`

Класс AbstractSequentialList

- Позволяет быстро реализовывать списки с последовательным доступом
- Неизменяемые списки
 - `listIterator()` (методы перемещения)
 - `size()`
- Изменяемые списки
 - `ListIterator.set(index, element)`
- Списки переменной длины
 - `ListIterator.add(element)`
 - `ListIterator.remove(element)`



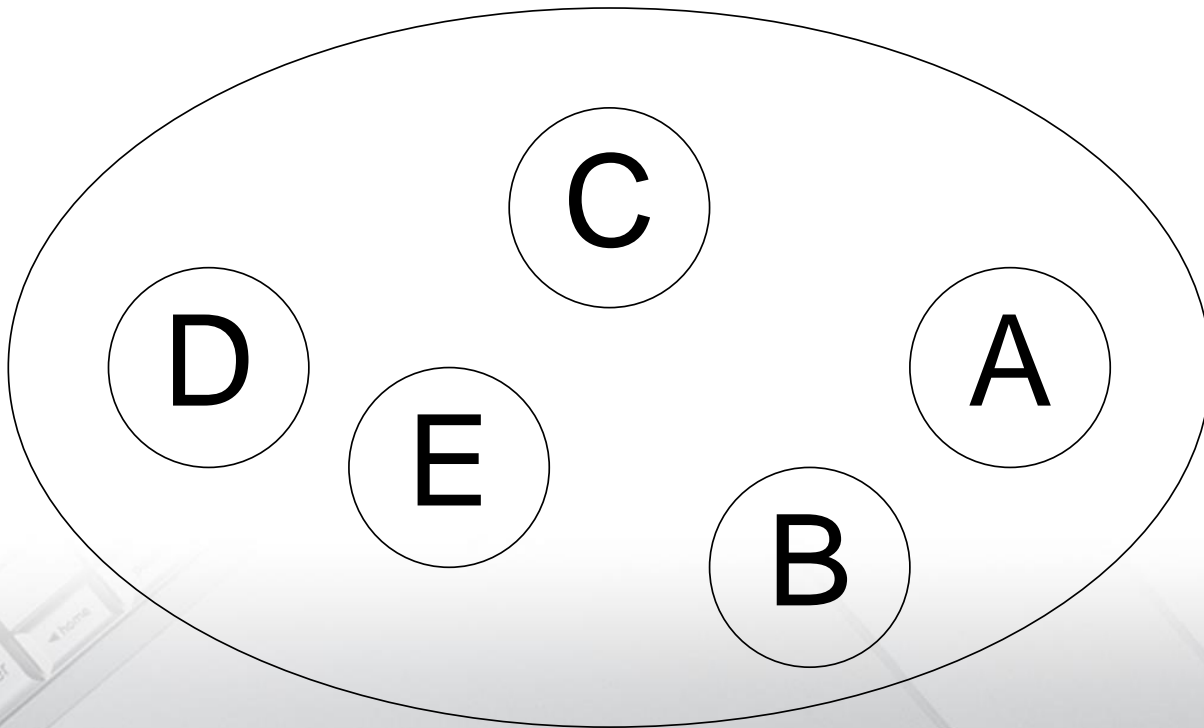
Множества

Часть 3



Множества

- Множество – коллекция без повторяющихся элементов
- Интерфейс **Set**



Сравнение элементов

- Метод `Object.equals(Object object)`
- Рефлексивность
`o1.equals(o1)`
- Симметричность
`o1.equals(o2) == o2.equals(o1)`
- Транзитивность
`o1.equals(o2) && o2.equals(o3) => o1.equals(o3)`
- Устойчивость
`o1.equals(o2)` не изменяется, если `o1` и `o2` не изменяются
- Обработка `null`
`o1.equals(null) == false`

Операции над множествами

- `addAll(Collection c)` – объединение множеств
- `retainAll(Collection c)` – пересечение множеств
- `containsAll(Collection c)` – проверка вхождения
- `removeAll(Collection c)` – разность множеств

Классы

HashSet и LinkedHashSet

- **HashSet** — множество на основе хэша
- **LinkedHashSet** — множество на основе хэша с сохранением порядка обхода

Конструкторы HashSet

- `HashSet()` – пустое множество
- `HashSet(Collection c)` – элементы коллекции
- `HashSet(int initialCapacity)` – начальная вместимость
- `HashSet(int initialCapacity, double loadFactor)` – начальная вместимость и степень заполнения

Вычисление хэшей

- Метод `Object.hashCode()`

- Устойчивость

`hashCode()` не изменяется, если объект не
изменяется

- Согласованность с `equals`

`o1.equals(o2) ==> o1.hashCode() == o2.hashCode()`



Пример.

Поиск уникальных слов

```
CollectionExample c =  
    new CollectionExample(new HashSet());  
  
int words = c.read(filename);  
System.out.println("Words total: " + words);  
System.out.println("Unique words: " +  
    c.getCollection().size());  
  
c.dump();
```

Класс AbstractSet

- Позволяет быстро реализовывать множества
- Неизменяемые множества
 - `iterator()`
 - `size()`
- Изменяемые множества
 - `add(Object o)`
 - `iterator.remove()`



Очереди

Часть 4



Очередь

- Очередь – хранилище элементов для обработки
- Интерфейс **Queue**
- Свойства очередей
 - Порядок выдачи элементов определяется конкретной реализацией
 - Очереди не могут хранить **null**
 - У очереди может быть ограничен размер

Методы очередей

- Обычные методы
 - `add(Object o)` – добавить элемент
 - Бросает `IllegalStateException`
 - `Object element()` – вершина очереди
 - Бросает `NoSuchElementException`
 - `Object remove()` – удалить элемент из вершины
 - Бросает `NoSuchElementException`
- Методы, не бросающие исключений
 - `offer(Object o)` – добавить элемент
 - `Object peek()` – вершина очереди
 - `Object poll()` – удалить элемент из вершины

Класс LinkedList

- Очередь на двусвязном списке

Класс AbstractQueue

- Позволяет быстро реализовывать очереди
- Методы
 - `size()`
 - `offer(Object o)`
 - `peek()`
 - `poll()`
 - `iterator()`

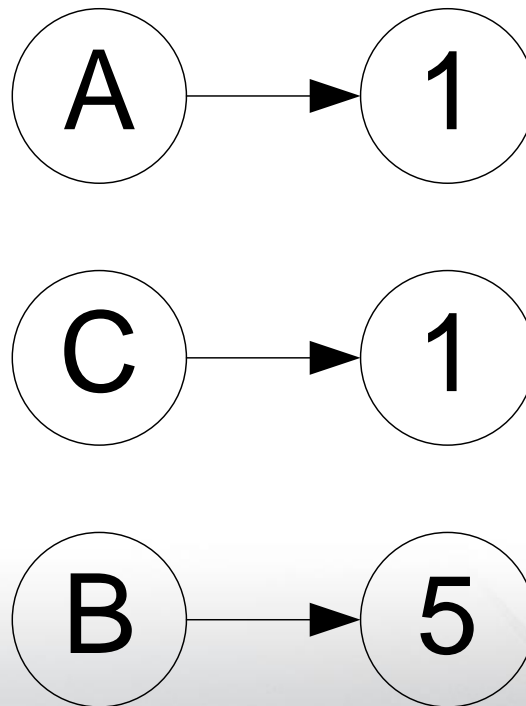
Отображения

Часть 5



Отображение

- Отображение – множество пар ключ-значение при уникальности ключа
- Интерфейс **Map**



Методы отображений (1)

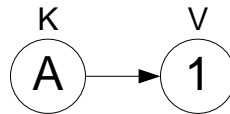
- Доступ
 - `get(Object k)` – получение значение
 - `put(Object k, Object v)` – запись
 - `remove(Object k)` – удаление
- Проверки
 - `containsKey(Object k)` – наличие ключа
 - `containsValue(Object v)` – наличие значения
- Определения размера
 - `size()` – размер отображения
 - `isEmpty()` – проверка на пустоту

Методы отображений (2)

- Взятие видов
 - `entrySet()` – множество пар
 - `values()` – коллекция значений
 - `keySet()` – множество ключей
- Массовые операции
 - `putAll(Map map)` – добавление всех пар

Пары

- Пара – ключ + значение
- Интерфейс `Map.Entry`
- Методы
 - `Object getKey()`
 - `Object getValue()`
 - `setValue(Object v)`



Классы

HashMap и LinkedHashMap

- **HashMap** – отображение на основе хэшей
- **LinkedHashMap** – отображение на основе хэшей с сохранением порядка обхода



Конструкторы HashMap

- `HashMap()` – пустое отображение
- `HashMap(Map m)` – копия отображения
- `HashMap(int initialCapacity)` – начальная вместимость
- `HashMap (int initialCapacity, int loadFactor)` – начальная вместимость и степень заполнения

Класс AbstractMap

- Позволяет быстро реализовывать множества
- Метод
 - `entrySet()`

Пример.

Подсчет слов в тексте (1)

```
while (scanner.hasNext()) {  
    String word = scanner.next();  
    Integer count = (Integer) map.get(word);  
    int value = (count == null)  
        ? 0  
        : count.intValue();  
    map.put(word, new Integer(value + 1));  
}
```

Пример.

Подсчет слов в тексте (2)

```
for (Iterator i = map.entrySet().iterator();  
     i.hasNext(); ) {  
    Map.Entry entry = (Map.Entry) i.next();  
    System.out.println(  
        entry.getKey() + " " +  
        entry.getValue());  
}
```

Упорядоченные коллекции

Часть 6

Сравнение элементов

- Интерфейс `Comparable`
 - `int compareTo(Object o)` – естественный порядок
- Интерфейс `Comparator`
 - `int compare(Object o1, Object o2)` – сравнение элементов

<	=	>
-	0	+

Сравнение элементов (контракт)

- Транзитивность
- Антисимметричность
 $\text{sgn}(o1.\text{compareTo}(o2)) == -\text{sgn}(o2.\text{compareTo}(o1))$
- Согласованность с равенством
 $o1.\text{compareTo}(o2) == 0 \Rightarrow$
 $\text{sgn}(o1.\text{compareTo}(o3)) == \text{sgn}(o2.\text{compareTo}(o3))$
- Согласованность с `equals()`
 $o1.\text{equals}(o2) == (o1.\text{compareTo}(o2) == 0)$

Упорядоченные множества

- Интерфейс **SortedSet**
 - **first()** – минимальный элемент
 - **last()** – максимальный элемент
 - **headSet(Object o)** – подмножество элементов меньших **o**
 - **tailSet(Object o)** – подмножество элементов больших либо равных **o**
 - **subSet(Object o1, Object o2)** – подмножество элементов больше либо равных **o1** и меньших **o2**
- Класс **TreeSet**

- Интерфейс **SortedMap**
 - **firstKey()** – минимальный ключ
 - **lastKey()** – максимальный ключ
 - **headMap(Object o)** – отображение ключей меньших **o**
 - **tailMap(Object o)** – отображение ключей больших либо равных **o**
 - **subMap(Object o1, Object o2)** – отображение ключей больше либо равных **o1** и меньших **o2**
- Класс **TreeMap**

Класс PriorityQueue

- Очередь с приоритетами
- Реализована на основе двоичной кучи

Пример. Применение TreeSet

- Естественный порядок

```
CollectionExample c = new CollectionExample(new TreeSet());  
c.read(args[0]);  
c.dump();
```

- Порядок без учета регистра

```
CollectionExample c = new CollectionExample(  
    new TreeSet(String.CASE_INSENSITIVE_ORDER));  
int words = c.read(args[0]);  
c.dump();
```



Алгоритмы

Часть 7



- Алгоритмы для работы с коллекциями
 - Простые операции
 - Перемешивание
 - Сортировка
 - Двоичный поиск
 - Поиск минимума и максимума
- Специальные коллекции
- Оболочки коллекций

Простые операции

- Заполнение списка указанным значением
– `fill(List l, Object v)`
- Переворачивание списка
– `reverse(List l)`
- Копирование из списка в список
– `copy(List l1, List l2)`



Перемешивание

- Генерирует случайную перестановку
- Методы
 - `shuffle(List l)`
 - `shuffle(List l, Random r)`

Сортировки

- Устойчивая сортировка
- Алгоритм – Сочетание MergeSort, QuickSort
- Методы
 - `sort(List l)` – сортировка списка (естественный порядок)
 - `sort(List l, Comparator c)` – сортировка списка (указанный порядок)

Двоичный поиск

- Осуществляет двоичный поиск в списке
- Методы
 - `binarySearch(List l, Object o)` – ищет `o` в списке
 - `binarySearch(List l, Object o, Comparator c)` – ищет `o` в списке



- Поиск минимума
 - `min(Collection c)` – минимальный элемент (естественный порядок)
 - `min(Collection c, Comparator cmp)` – минимальный элемент (указанный порядок)
- Поиск максимума
 - `max(Collection c)` – максимальный элемент (естественный порядок)
 - `max(Collection c, Comparator cmp)` – максимальный элемент (указанный порядок)

Пример. Алгоритмы на списках

```
List list = new ArrayList();  
CollectionExample c = new CollectionExample(list);  
c.read(args[0]);  
  
Collections.reverse(list);  
Collections.shuffle(list);  
Collections.sort(list);  
Collections.sort(list, String.CASE_INSENSITIVE_ORDER);  
Collections.fill(list, "temp");  
System.out.println(Collections.min(list));  
System.out.println(  
    Collections.min(list, String.CASE_INSENSITIVE_ORDER));
```

- Пустые коллекции
 - `emptySet()` – пустое множество
 - `emptyList()` – пустой список
 - `emptyMap()` – пустое отображение
- Коллекции из одного элемента
 - `singleton(Object o)` – множество
 - `singletonList(Object o)` – список
 - `singletonMap(Object key, Object value)` – отображение

Оболочки коллекций

- Неизменяемые виды на коллекции
 - `unmodifiableSet(Set s)` – неизменяемое множество
 - `unmodifiableSortedSet(SortedSet s)` – неизменяемое упорядоченное множество
 - `unmodifiableList(List l)` – неизменяемый список
 - `unmodifiableMap(Map m)` – неизменяемое отображение
 - `unmodifiableSortedMap(SortedMap m)` – неизменяемое упорядоченное отображение

Класс Arrays

- Операции с массивами
 - Сортировка
 - Двоичный поиск
 - Поиск минимума и максимума
 - Заполнение
 - Перемешивание
- Вид массива как списка
 - `List asList()`

Устаревшие коллекции

Часть 8



Устаревшие коллекции

- Устаревшие коллекции являются синхронизированными
- **Vector** (**ArrayList**)
 - Stack (**ArrayList**)
- **Dictionary** (**Map**)
 - Hashtable (**HashMap**)
- **Enumeration** (**Iterator**)

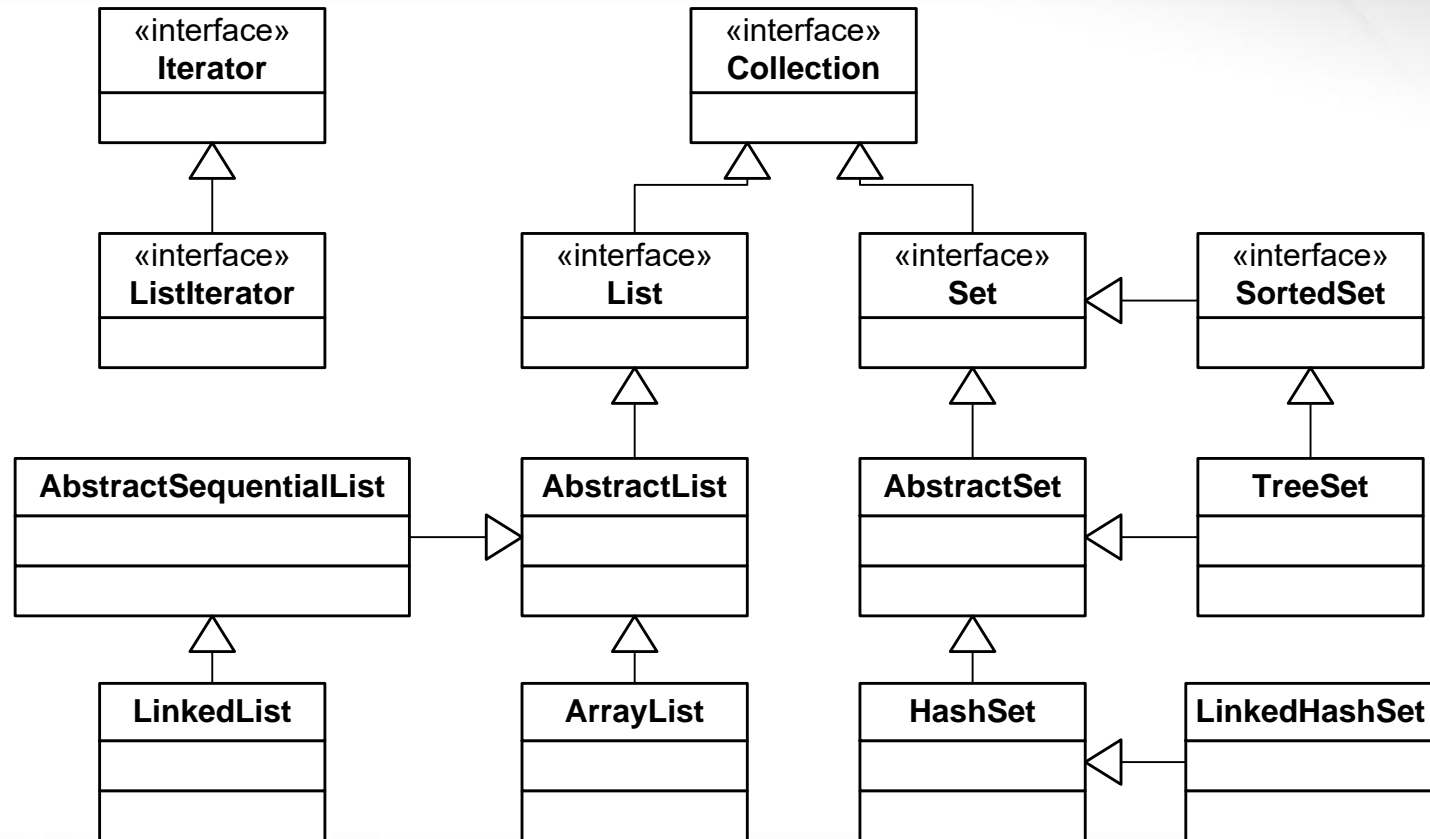


Заключение

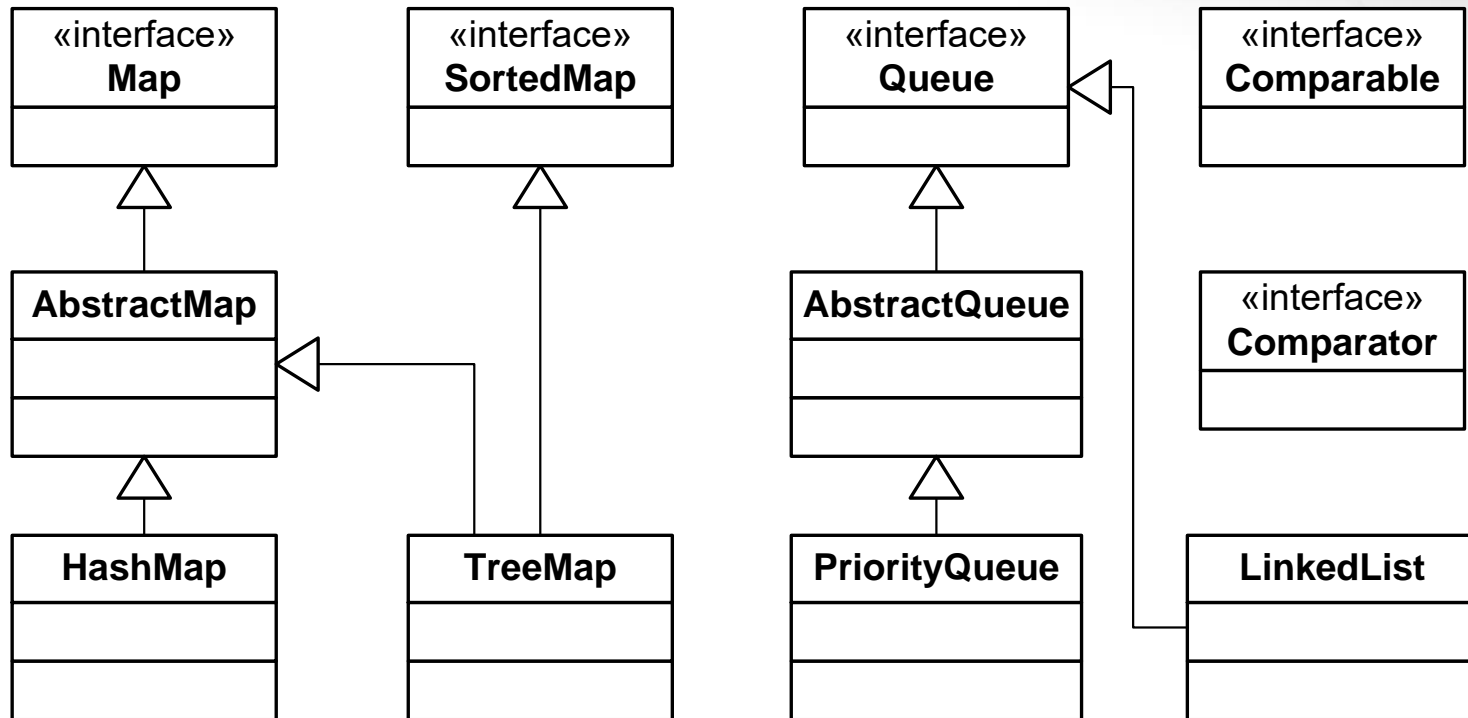
Часть 9



Структура Collections Framework (1)



Структура Collections Framework (2)



- Collections Framework
<https://docs.oracle.com/javase/tutorial/collections/TOC.html>
- Online javadoc
<http://docs.oracle.com/javase/9/docs/api/java/util/package-summary.html>

Вопросы



Collections Framework



Евгений Беркунский, НУК
eugeny.berkunsky@gmail.com
<http://www.berkut.mk.ua>

