BÀI 10.
COLLECTIONS FRAMEWORK

Nội dung

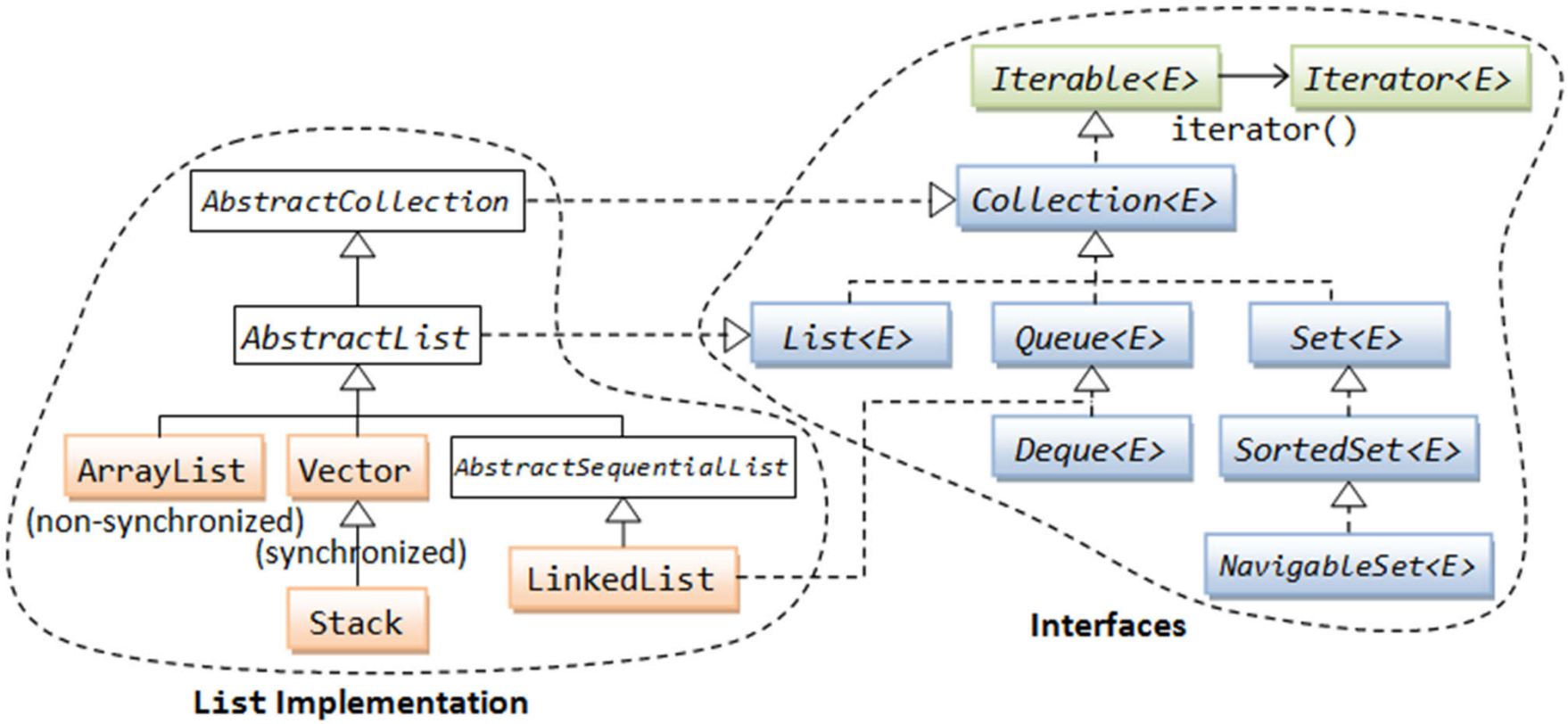
- Giới thiệu chung
- Các giao diện trong Collections framework
- List và Iterator
- Tìm kiếm và sắp xếp trên List

1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ COLLECTION

Collection là gì?

- Collection là một đối tượng mà nó nhóm các đối tượng khác thành phần tử và cung cấp các phương thức cơ bản để thêm, xóa, lấy, duyệt các phần tử…
  - Phần tử của Collection không được phép là kiểu nguyên thủy
- Collections Framwork thống nhất cách thức sử dụng các collection, gồm 3 thành phần chính:
  - Giao diện
  - Lớp triển khai
  - Thuật toán
- Sử dụng đối tượng Iterator để duyệt qua tất cả các phần tử của collection
- Được xây dựng dựa trên kỹ thuật lập trình tổng quát
- Ưu điểm: tiện dụng, hiệu năng cao

Các giao diện và lớp triển khai



Một ví dụ đơn giản

```
import java.util.List;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Iterator;

public class ArrayListPostJDK15Test {
   public static void main(String[] args) {
      List<String> list = new ArrayList<String>();
      list.add("alpha"); // add an element
      list.add("beta");
      list.add("charlie");
      System.out.println(list);  // [alpha, beta, charlie]
```

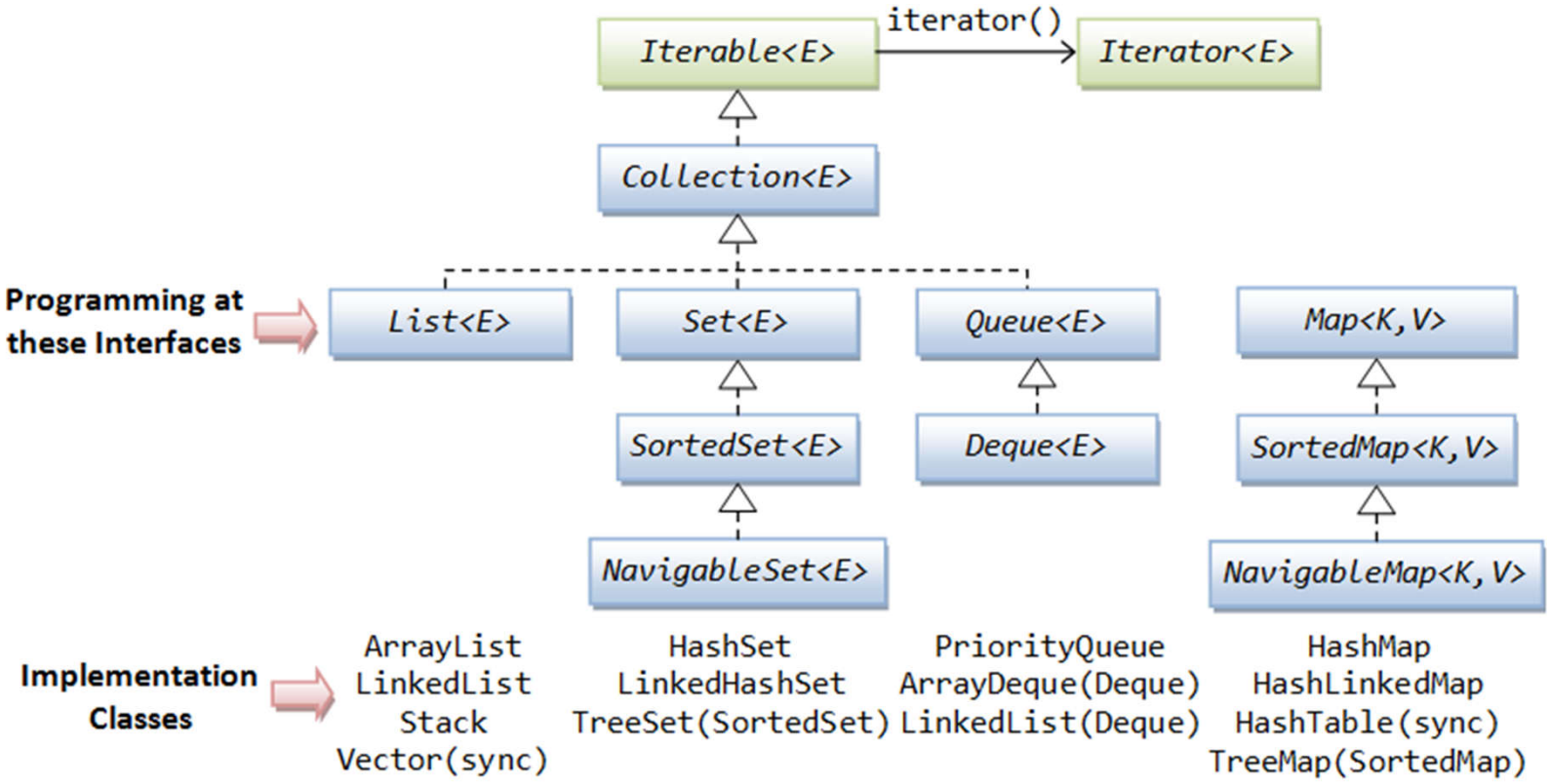
Một ví dụ đơn giản(tiếp)

```
        // Iterator of Strings
        Iterator<String> iter = list.iterator();
        while (iter.hasNext()) {
           String str = iter.next();
           System.out.println(str);
        }

        for (String str : list) {
           System.out.println(str);
        }
    }
}
```

2. CÁC GIAO DIỆN COLLECTION

Các giao diện



Các giao diện (tiếp)

- Giao diện `Iterable<E>`

```
//Trả lại một đối tượng Iterator để duyệt qua các phần tử
Iterator<E> iterator()
```

- Giao diện `Iterator<E>`

```
// Trả về true nếu còn phần tử chưa được duyệt
boolean hasNext()

// Trả về phần tử tiếp theo trong collection
E next()

// Xóa phần tử đang duyệt
void remove()
```

Collection<E>

```
// Trả về số phần tử của collection
int size()
// Xóa mọi phần tử trong collection
void clear()
// Trả về true nếu không có phần tử nào trong collection
boolean isEmpty()
// Thêm 1 phần tử vào collection, trả về true nếu thành công
boolean add(E element)
// Xóa 1 phần tử, trả về true nếu thành công
boolean remove(Object element)
//Trả về true nếu trong collection chứa phần tử element
boolean contains(Object element)
// Chuyển collection thành mảng
Object[] toArray()
```

List<E>, Set<E> và Queue<E>

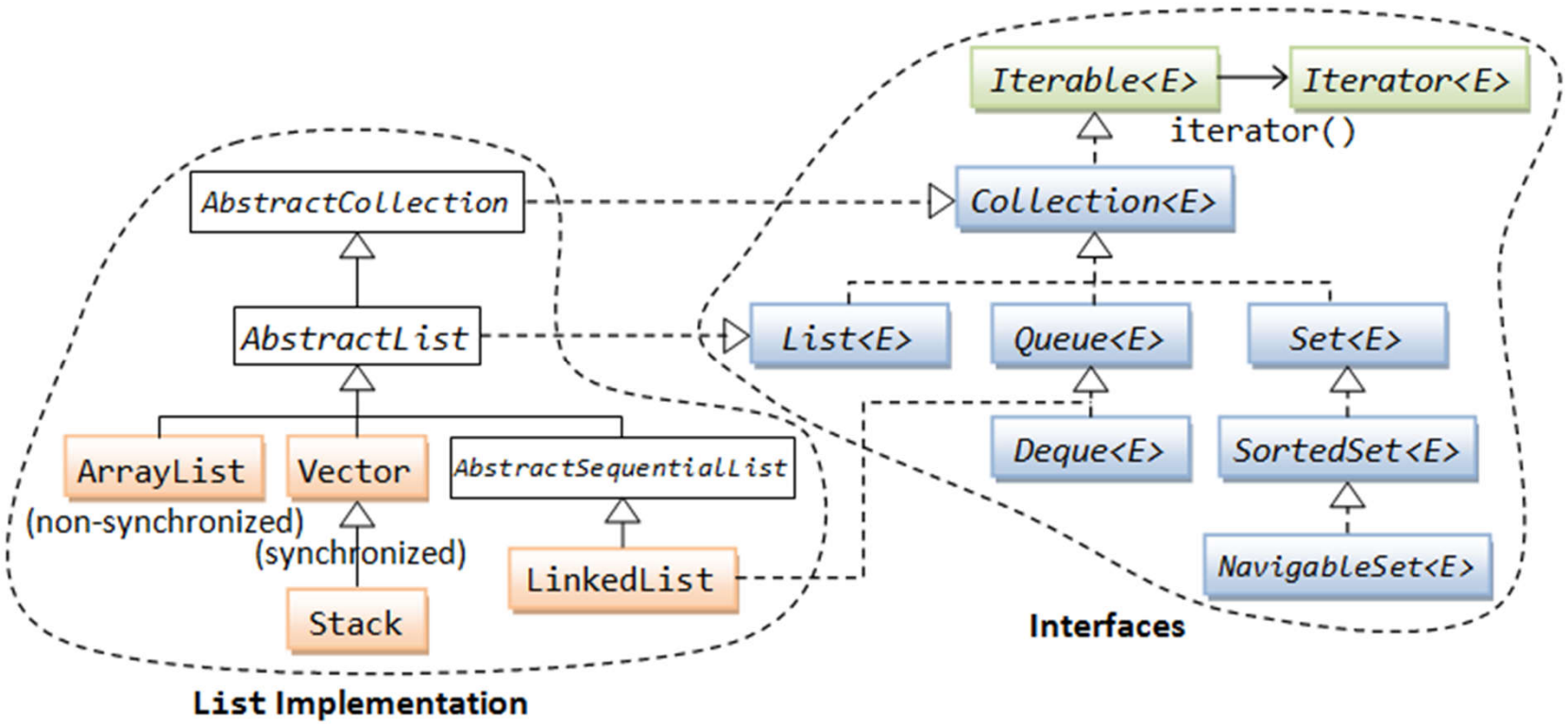
- Là các giao diện kế thừa từ giao diện `Collection`
- `List<E>`: lưu trữ các phần tử một cách tuần tự, các phần tử có thể giống nhau → mảng có kích thước thay đổi
  - Các lớp triển khai: `ArrayList, LinkedList, Vector, Stack`
- `Set<E>`: mô hình hóa tập hợp trong Toán học, không chấp nhận có các phần tử giống nhau
  - Các lớp triển khai: `Set, HashSet, LinkedHashSet`
  - Các giao diện kế thừa: `SortedSet<E>` có triển khai là `TreeSet`
- `Queue<E>`: Hàng đợi FIFO
  - Giao diện con: `Deque<E>`
  - Triển khai từ giao diện con: `PriorityQueue, ArrayDeque` và `LinkedList`.

Giao diện `Map<K,V>`

- Tổ chức các phần tử thành cặp `<K,V>`
  - K: khóa. Không chấp nhận khóa có giá trị trùng nhau
  - V: giá trị
- Các triển khai: `HashMap, Hashtable, LinkedHashMap`
- Giao diện con: `SortedMap<K, V>`
  - Triển khai: `TreeMap`

3. LIST<E> VÀ CÁC LỚP TRIỂN KHAI

Cây kế thừa


Iterable<E>
Iterator<E>
iterator()
AbstractCollection
Collection<E>
AbstractList
List<E>
Queue<E>
Set<E>
ArrayList
Vector
AbstractSequentialList
Deque<E>
SortedSet<E>
(non-synchronized)
(synchronized)
LinkedList
NavigableSet<E>
Stack
Interfaces
List Implementation

Giao diện List<e>

```
//Một số phương thức truy cập danh sách qua chỉ số
void add(int index, E element)   // thêm
E set(int index, E element)      // thay thế
E get(int index)                 // lấy phần tử
E remove(int index)              // xóa phần tử
//vị trí của phần tử đầu tiên giống với obj
int indexOf(Object obj)
//vị trí của phần tử cuối cùng giống obj
int lastIndexOf(Object obj)
//Lấy ra một danh sách con
List<E> subList(int fromIndex, int toIndex)
```

Giao diện `List<e>`

```
//Một số phương thức kế thừa từ Collection
int size()
boolean isEmpty()
boolean add(E element)
boolean remove(Object obj)
boolean contains(Object obj)
void clear()
```

Các lớp triển khai từ `List<E>`

- `ArrayList`: lớp triển khai tiện dụng nhất, được sử dụng thường xuyên để thay thế cho mảng
  - Các phương thức của ArrayList là không đồng bộ (non-synchronized)

  → Khi có nhiều luồng truy cập tới ArrayList cần đồng bộ hóa các luồng bằng `Collections.synchronizedList(List<E> list)`
- `Vector`: được phát triển từ Java 1.0, hiện ít dùng
  - Các phương thức của Vector là đồng bộ (synchronized)

  → hỗ trợ truy cập đa luồng
- Hiệu năng chương trình khi sử dụng ArrayList tốt hơn
- `Stack`: kế thừa từ `Vector` (sẽ đề cập sau)
- `LinkedList`: danh sách liên kết (sẽ đề cập sau)

ArrayList – Ví dụ

```
import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.Iterator;
/**
 * The ArrayListExamples class illutrates the usage of the
ArrayList in the Colections Framework
 */
public class ArrayListExamples {
   public static void main(String args[]) {
       // Creating an empty array list
       ArrayList<String> list = new ArrayList<String>();

       // Adding items to arrayList
       list.add("Item1");
       list.add("Item3");
       list.add(1, "Item2"); // Add Item3 to the second position
                             //of array list. The other elements
                             //are pushed backward.
       list.add("Item4");
```

ArrayList – Ví dụ(tiếp)

```
// Display the contents of the array list
System.out.println("The arraylist contains the
                    following elements: "+ list);

// Checking index of an item
int pos = list.indexOf("Item2");
System.out.println("The index of Item2 is: " + pos);

// Checking if array list is empty
boolean check = list.isEmpty();
System.out.println("Checking if the arraylist is
              empty: " + check);

// Getting the size of the list
int size = list.size();
System.out.println("The size of the list is: " +
                                        size);
```

ArrayList – Ví dụ(tiếp)

```
// Checking if an element is included to the list
boolean inList = list.contains("Item5");
System.out.println("Checking if the arraylist contains
                the object Item5: "  + inList);

// Getting the element in a specific position
String item = list.get(0);
System.out.println("The item is the index 0 is: " +
                                                item);
// Retrieve elements from the arraylist

// 1st way: loop using index and size list
System.out.println("Retrieving items with loop using
                                    index and size list");
for (int i = 0; i < list.size(); i++) {
   System.out.println("Index: " + i + " - Item: " +
                                          list.get(i));
}
```

ArrayList – Ví dụ(tiếp)

```
// 2nd way:using foreach loop
System.out.println("Retrieving items using foreach
                                                loop");
for (String str : list) {
   System.out.println("Item is: " + str);
}

// 3rd way:using iterator
// hasNext(): returns true if there are more elements
// next(): returns the next element
System.out.println("Retrieving items using iterator");
for (Iterator<String> i = list.iterator();
                                    i.hasNext();) {
    System.out.println("Item is: " + i.next());
}
```

ArrayList – Ví dụ(tiếp)

```
        // Replacing an element
        list.set(1, "NewItem");
        System.out.println("The arraylist after the
                                    replacement is: " + list);

        // Removing items
        // removing the item in index 0
        list.remove(0);

        // removing the first occurrence of item "Item3"
        list.remove("Item3");
        System.out.println("The final contents of the
                                    arraylist are: " + list);
}
```

Chuyển đổi List thành mảng

```
Object[] toArray()        // Sử dụng mảng Object[]
<T> T[] toArray(T[] a)    // Sử dụng kiểu tổng quát
```

- Ví dụ

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
list.add("alpha");
list.add("beta");
list.add("charlie");

// Sử dụng mảng Object[]
Object[] strArray1 = list.toArray();
System.out.println(Arrays.toString(strArray1));

// Sử dụng kiểu tổng quát. Cần truyền tham số là kiểu dữ liệu
String[] strArray2 = list.toArray(new String[0]);
strArray2[0] = "delta";   // modify the returned array
System.out.println(Arrays.toString(strArray2));
System.out.println(list);
```

Chuyển mảng thành List

```
public static <T> List<T> asList(T[] a)
```

- Ví dụ

```
String[] strs = {"alpha", "beta", "charlie"};
System.out.println(Arrays.toString(strs));  // [alpha, beta,
                                            //charlie]

List<String> list = Arrays.asList(strs);
System.out.println(list);  // [alpha, beta, charlie]

// Changes in array or list write thru
strs[0] += "88";
list.set(2, list.get(2) + "99");
System.out.println(Arrays.toString(strs)); // [alpha88, beta,
                                           //charlie99]
System.out.println(list);  // [alpha88, beta, charlie99]

// Initialize a list using an array
List<Integer> listInt = Arrays.asList(22, 44, 11, 33);
System.out.println(listInt);  // [22, 44, 11, 33]
```

4. SẮP XẾP VÀ TÌM KIẾM

Sắp xếp trên Collection

- Một số lớp trong Collections Framework đã được sắp xếp sẵn, như `SortedSet, SortedMap`
- Các lớp khác cung cấp sẵn các phương thức sắp xếp, nhưng cần định nghĩa cách thức so sánh các phần tử
  - `Collections.sort()`
  - `Arrays.sort()`
- Định nghĩa cách thức so sánh các phần tử: 2 cách
  - Lớp của các phần tử phải triển khai từ giao diện `java.lang.Comparable<E>`
  - Viết bộ so sánh triển khai từ giao diện `java.util.Comparator<E>`

Sắp xếp với `Comparable<E>`

- Lớp triển khai định nghĩa phương thức `int` **`compareTo`**`(E obj)` trả về:
  - 0 nếu bằng đối tượng so sánh obj
  - Nhỏ hơn 0 nếu nhỏ hơn đối tượng so sánh
  - Lớn hơn 0 nếu lớn hơn đối tượng so sánh
- Khi định nghĩa `compareTo()` cần thống nhất với kết quả trả về của `equals()`:
  - Nếu `compareTo()` trả về 0, `equals()` nên trả về `true`
- Các lớp bao và lớp String đều là các lớp triển khai từ `Comparable`

Comparable – Ví dụ

```
public class Student implements Comparable<Student>{
    private String id;
    private String name;
    private int level;

    @Override
    public int compareTo(Student o) {
        return this.id.compareToIgnoreCase(o.getID());
    }

    //Declare other methods
}
```

Comparable – Ví dụ

```
public class StudentSortDemo{
    Student[] arr = new Student[50];
    List<Student> list = new ArrayList<Student>();

    //enter data for arr and list...

    //sort arr
    Arrays.sort(arr);

    //sort list
    Collections.sort(list);

    //Display results...
}
```

Làm thế nào để sắp xếp theo nhiều tiêu chí?

Sắp xếp với `Comparator<E>`

- Định nghĩa bộ so sánh triển khai từ `Comparator<E>`, định nghĩa phương thức `int compare(E o1, E o2)` trả về:
  - 0 nếu o1 == o2
  - Nhỏ hơn 0 nếu o1<o2
  - Lớn hơn 0 nếu o1>o2
- Không bắt buộc lớp của các phần tử phải kế thừa từ giao diện Comparable
  - Tiện dụng hơn
  - Mềm dẻo hơn: có thể viết nhiều bộ so sánh theo các tiêu chí khác nhau
- Cung cấp phương thức `thenComparing()` để so sánh đồng thời theo các tiêu chí khác nhau

Comparator – Ví dụ

```
public class Student{
   private String id;
   private String name;
   private int level;

   //Declare methods
}
```

Comparator – Ví dụ

```
public class StudentSortDemo{
   Student[] arr = new Student[50];
   List<Student> list = new ArrayList<Student>();

   public static class StudentComparator
                        implements Comparator<Student>{
        @Override
        public int compare(Student s1, Student s2){
         return s1.getName().compareToIgnoreCase(s2.getName());
        }
   }

   Comparator<Student> compStudent = new StudentComparator();
   //sort arr
   Arrays.sort(arr, compStudent);

   //sort list
   Collections.sort(list, compStudent);

   //Display results...
}
```

So sánh đồng thời nhiều bộ tiêu chí

```
public static class StudentComparatorByName
                    implements Comparator<Student>{
    @Override
    public int compare(Student s1, Student s2){
        return s1.getName().compareToIgnoreCase(s2.getName());
    }
}

public static class StudentComparatorByLevel
                    implements Comparator<Student>{
    @Override
    public int compare(Student s1, Student s2){
        return s1.getLevel()- s2.getLevel();
    }
}

Comparator<Student> c = (new
                    StudentComparatorByLevel()).thenComparing(
                            new StudentComparatorByName());
```

So sánh đồng thời nhiều bộ tiêu chí

- Từ Java 8 cho phép tạo các bộ so sánh một cách đơn giản hơn

```
public static class StudentComparators {
   public static final Comparator<Student> NAME =
               (Student s1, Student s2) ->
               s1.getName().compareToIgnoreCase(s2.getName());
   public static final Comparator<Student> LEVEL =
               (Student s1, Student s2) ->
               Integer.compare(s1.getLevel(), s2.getLevel());
   public static final Comparator<Student> NAME_THEN_LEVEL =
               (Student s1, Student s2) ->
               NAME.thenComparing(LEVEL).compare(s1, s2);
}

Arrays.sort(arr, StudentComparators.NAME_THEN_LEVEL);
Collections.sort(list, StudentComparators.NAME_THEN_LEVEL);
```

Tìm kiếm

- Tìm kiếm tuần tự
  - Mảng: duyệt và so sánh
  - Collection: `boolean contains(Object o)`
  - List:
    - `int indexOf(Object o)`
    - `int lastIndexOf(Object o)`
- Tìm kiếm nhị phân: chỉ thực hiện khi mảng, collection đã được sắp xếp. Sử dụng các phương thức tĩnh của lớp Arrays và Collections
  - Trả về chỉ số của phần tử nếu tìm thấy
  - Trả về -1 nếu không tìm thấy

Tìm kiếm nhị phân – Ví dụ

- Lớp của các phần tử triển khai từ Comparable<E>
  - `Arrays.binarySearch(Object[] arr, Object key)`
  - `Arrays.binarySearch(Object[], int from, int to, Object key)`
  - `Collections.binarySearch(List<E>, E key)`
- Sử dụng bộ so sánh triển khai từ Comparator<E>
  - `Arrays.binarySearch(E[], E key, Comparator<E> c)`
  - `Arrays.binarySearch(E[], int from, int to, E key, Comparator<E> c)`
  - `Collections.binarySearch(List<E>, E key, Comparator<E> c)`

Tìm kiếm nhị phân – Ví dụ

```
public class Student implements Comparable<Student>{
   private String id;
   private String name;
   private int level;

   @Override
   public int compareTo(Student o) {
       return this.id.compareToIgnoreCase(o.id);
   }

   //Declare other methods
}
```

Tìm kiếm nhị phân – Ví dụ(tiếp)

```
public class StudentSortDemo{
    Student[] arr = new Student[50];
    List<Student> list = new ArrayList<Student>();

    Arrays.sort(arr);
    Student student = new Student("20123456");
    System.out.println("Found this student at" +
                Arrays.binarySearch(arr, student));

    Collections.sort(list);
    System.out.println("Found this student at" +
                Collections.binarySearch(list, student));

}
```

Tìm kiếm nhị phân – Ví dụ khác

```
public class Student{
   private String id;
   private String name;
   private int level;

   //Declare methods
}
```

Tìm kiếm nhị phân – Ví dụ khác

```
public class StudentSortDemo{
   Student[] arr = new Student[50];
   List<Student> list = new ArrayList<Student>();
   public static class StudentComparator
                        implements Comparator<Student>{
       @Override
       public int compare(Student s1, Student s2){
        return s1.id.compareToIgnoreCase(s2.id);
       }
   }
   Comparator<Student> compStudent = new StudentComparator();
   Arrays.sort(arr, compStudent);
   Student student = new Student("20123456");
   System.out.println("Found this student at" +
       Arrays.binarySearch(arr, student, compStudent));
   Collections.sort(list, compStudent);
   System.out.println("Found this student at" +
       Collections.binarySearch(list, student, compStudent));
}
```

Tài liệu tham khảo

- Bài giảng được soạn thảo dựa trên tài liệu của trường Đại học NTU (Singapore)