

Bài 9

Lập trình tổng quát

Trịnh Thành Trung

trungtt@soict.hust.edu.vn

Nội dung

1. Lập trình tổng quát
2. Java Template
3. Java Collection Framework
4. Wildcard

The Java logo is positioned on the right side of the slide. It features a stylized coffee cup with steam rising from it, rendered in orange and blue colors. Below the cup, the word "java" is written in a bold, orange, lowercase font, followed by a small "TM" trademark symbol.

java™

1

Lập trình tổng quát

Generic programming



Lập trình tổng quát

- Lập trình tổng quát (Generic programming): Tổng quát hóa chương trình để có thể hoạt động với các kiểu dữ liệu khác nhau, kể cả kiểu dữ liệu trong tương lai

- Thuật toán đã xác định

- Ví dụ:

Phương thức `sort()`

- Số nguyên `int`
- Xâu ký tự `String`
- Đối tượng số phức `Complex object`
- ...

Thuật toán giống nhau, chỉ khác về kiểu dữ liệu

Lớp lưu trữ kiểu ngăn xếp (`Stack`)

- Lớp `IntegerStack` → đối tượng `Integer`
- Lớp `StringStack` → đối tượng `String`
- Lớp `AnimalStack` → đối tượng `animal, ...`

Các lớp có cấu trúc tương tự, khác nhau về kiểu đối tượng xử lý

Lập trình tổng quát

- Tổng quát hóa chương trình để có thể hoạt động với các kiểu dữ liệu khác nhau, kể cả kiểu dữ liệu trong tương lai
 - thuật toán đã xác định
- Ví dụ:
 - C: dùng con trỏ void
 - C++: dùng template
 - Java: lợi dụng upcasting
 - Java 1.5: template

Ví dụ: C dùng con trỏ void

- Hàm memcpy:

```
void* memcpy(void* region1,
             const void* region2, size_t n){
    const char* first = (const char*)region2;
    const char* last = ((const char*)region2) + n;
    char* result = (char*)region1;
    while (first != last)
        *result++ = *first++;
    return result;
}
```

Ví dụ: C++ dùng template

```
template<class ItemType>
void sort(ItemType A[], int count ) {
    // Sort count items in the array, A, into increasing
    order
    // The algorithm that is used here is selection sort
    for (int i = count-1; i > 0; i--) {
        int index_of_max = 0;
        for (int j = 1; j <= i ; j++)
            if (A[j] > A[index_of_max]) index_of_max = j;
        if (index_of_max != i) {
            ItemType temp = A[i];
            A[i] = A[index_of_max];
            A[index_of_max] = temp;
        }
    }
}
```

Khi sử dụng, có thể thay thế ItemType bằng int, string,... hoặc bất kỳ một đối tượng của một lớp nào đó

Upcasting về object

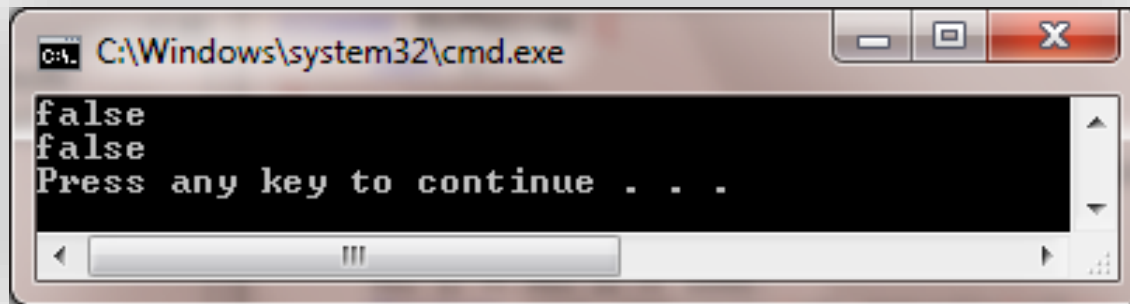
- Tất cả các lớp đều dẫn xuất từ lớp **Object** → có thể *up-casting* các đối tượng lên **Object**

```
class MyStack {  
    ...  
    public void push(Object obj) {...}  
    public Object pop() {...}  
}
```

```
public class TestStack{  
    MyStack s = new MyStack();  
    Point p = new Point();  
    Circle c = new Circle();  
    s.push(p); s.push(c);  
    Circle c1 = (Circle) s.pop();  
    Point p1 = (Point) s.pop();  
}
```


Ví dụ: equals của lớp tự viết

```
class MyValue {
    int i;
}
public class EqualsMethod2 {
    public static void main(String[] args) {
        MyValue v1 = new MyValue();
        MyValue v2 = new MyValue();
        v1.i = v2.i = 100;
        System.out.println(v1.equals(v2));
        System.out.println(v1==v2);
    }
}
```



A screenshot of a Windows command prompt window. The title bar shows the path "C:\Windows\system32\cmd.exe". The window contains the following text output:

```
false
false
Press any key to continue . . .
```

The window has a scroll bar on the right side and a status bar at the bottom.

Ví dụ: equals của lớp tự viết

```
class MyValue {
    int i;
    public boolean equals(Object obj) {
        return (this.i == ((MyValue) obj).i);
    }
}

public class EqualsMethod2 {
    public static void main(String[] args) {
        MyValue v1 = new MyValue();
        MyValue v2 = new MyValue();
        v1.i = v2.i = 100;
        System.out.println(v1.equals(v2));
        System.out.println(v1==v2);
    }
}
```

2

Java Template

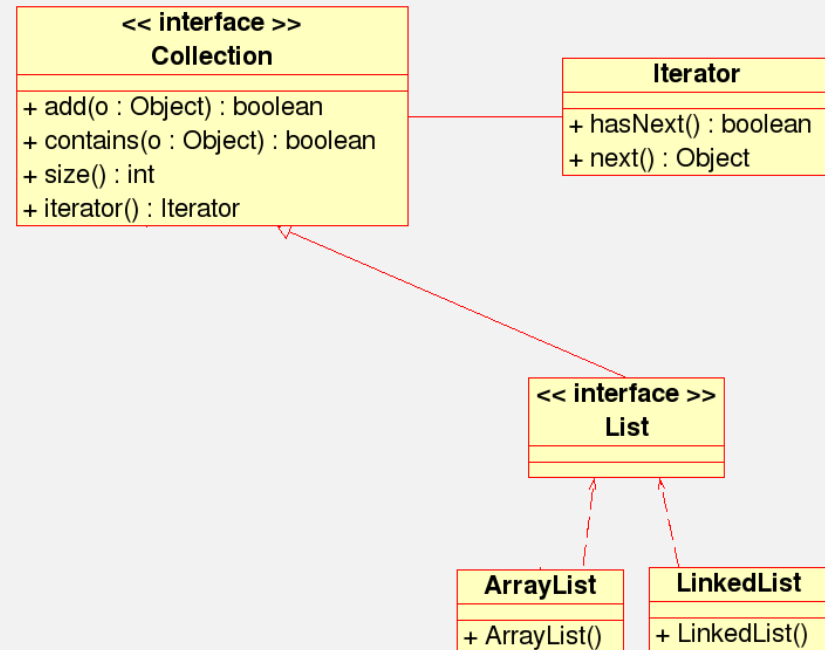
Sử dụng template trong Java



Java 1.5 Template

- Không dùng Template

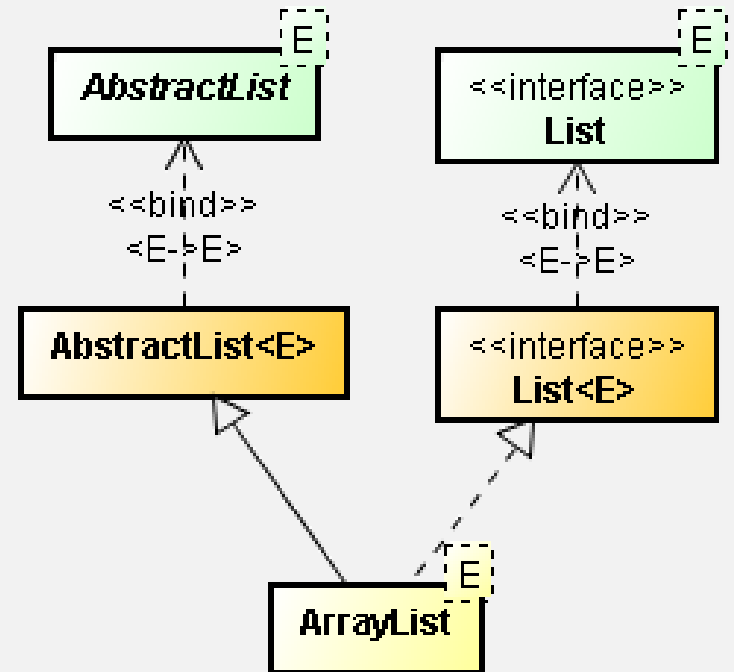
```
List myList = new LinkedList();  
myList.add(new Integer(0));  
Integer x = (Integer)  
myList.iterator().next();
```



Java 1.5 Template

- Dùng Template:

```
List<Integer> myList = new  
    LinkedList<Integer>();  
myList.add(new Integer(0));  
Integer x =  
    myList.iterator().next();  
  
myList.add(new Long(0)); // Error
```



Lớp tổng quát

- Lớp tổng quát (generic class) là lớp có thể nhận kiểu dữ liệu là một lớp bất kỳ
- Có thể lợi dụng up-casting về Object để xây dựng lớp tổng quát

```
public class Information {  
    private Object object;  
    public void set(Object object) {  
        this.object = object;  
    }  
    public Object get() {  
        return object;  
    }  
}
```

Lớp tổng quát

- Lớp tổng quát (generic class) là lớp có thể nhận kiểu dữ liệu là một lớp bất kỳ
- Cú pháp
Tên Lớp <kiểu 1, kiểu 2, kiểu 3...> {

}
- Các phương thức hay thuộc tính của lớp tổng quát có thể sử dụng các kiểu được khai báo như mọi lớp bình thường khác

Lớp tổng quát

- Ví dụ

```
public class Information<T> {  
    private T value;  
    public Information(T value) {  
        this.value = value;  
    }  
    public T getValue() {  
        return value;  
    }  
}
```

```
Information<String> string = new Information<String>("hello");  
Information<Circle> circle =  
    new Information<Circle>(new Circle());  
Information<2DShape> shape =  
    new Information<>(new 2DShape());
```


Quy ước đặt tên kiểu

<i>Tên kiểu</i>	<i>Mục đích</i>
E	Các thành phần trong một collection
K	Kiểu khóa trong Map
V	Kiểu giá trị trong Map
T	Các kiểu thông thường
S, U	Các kiểu thông thường khác

Lớp tổng quát

- Chú ý: Không sử dụng các kiểu dữ liệu nguyên thủy cho các lớp tổng quát được
- Ví dụ

```
Information<int> integer = new Information<int>(2012);  
Information<Integer> integer = new  
    Information<Integer>(2012); // OK
```

Phương thức tổng quát

- Phương thức tổng quát là các phương thức tự định nghĩa kiểu tham số của nó
- Có thể được viết trong lớp bất kỳ (tổng quát hoặc không)

- Cú pháp

(chỉ định truy cập) <kiểu1, kiểu 2...> (kiểu trả về)
tên phương thức (danh sách tham số) {

...

}

- Ví dụ

```
public <E> static void print(E[] a) {    ... }
```

Ví dụ

```
public class ArrayTool {  
  
    // Phương thức in các phần tử trong mảng String  
    public static void print(String[] a) {  
        for (String e : a) System.out.print(e + " ");  
        System.out.println();  
    }  
  
    // Phương thức in các phần tử trong mảng với kiểu  
    // dữ liệu bất kỳ  
    public static <E> void print(E[] a) {  
        for (E e : a) System.out.print(e + " ");  
        System.out.println();  
    }  
  
}
```

Ví dụ

...

```
Point[] p = new Point[3];
```

```
String[] str = new String[5];
```

```
int[] intnum = new int[2];
```

```
ArrayTool.print(p);
```

```
ArrayTool.print(str);
```

```
// Không dùng được với kiểu dữ liệu nguyên thủy
```

```
ArrayTool.print(intnum);
```

Giới hạn kiểu dữ liệu tổng quát

- Có thể giới hạn các kiểu dữ liệu tổng quát sử dụng phải là dẫn xuất của một hoặc nhiều lớp
- Giới hạn 1 lớp
`<type_param extends bound>`
- Giới hạn nhiều lớp
`<type_param extends bound_1 & bound_2 & ..>`

Ví dụ

```
public class Information<T extends 2DShape> {  
    private T value;  
    public Information(T value) {  
        this.value = value;  
    }  
    public T getValue() {  
        return value;  
    }  
}
```

...

```
Information<Point> pointInfo =  
    new Information<Point>(new Point()); //OK  
Information<String> stringInfo =  
    new Information<String>(); // error
```

3

Java Collection Framework

Tổng quan về Collection trong Java



Collection

- Collection – tập hợp: đối tượng có khả năng chứa các đối tượng khác.
- Các thao tác thông thường trên collection
 - Thêm/Xoá đối tượng vào/khỏi collection
 - Kiểm tra một đối tượng có ở trong collection không
 - Lấy một đối tượng từ collection
 - Duyệt các đối tượng trong collection
 - Xoá toàn bộ collection

Java Collection Framework

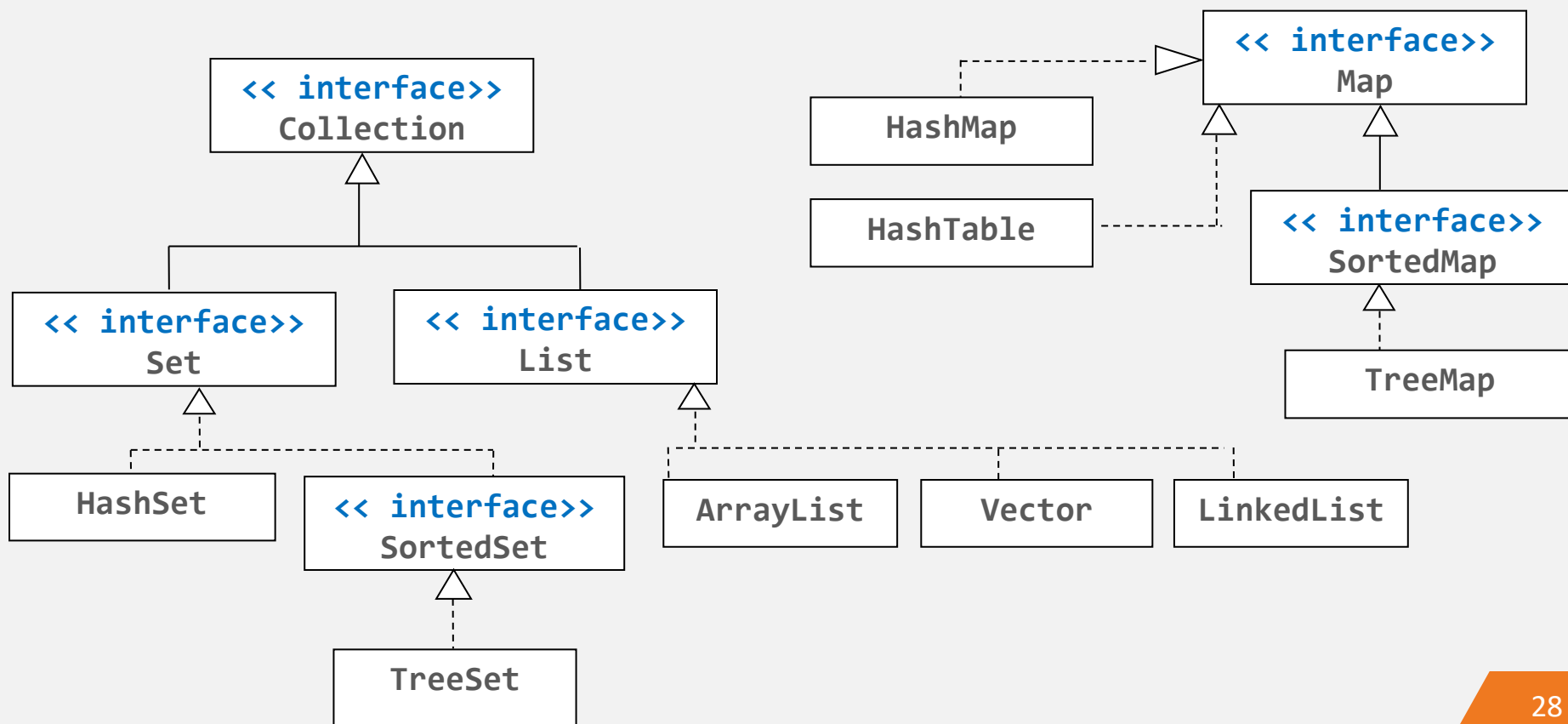
- Các collection đầu tiên của Java:
 - Mảng
 - Vector: Mảng động
 - Hashtable: Bảng băm
- Collections Framework (từ Java 1.2)
 - Là một kiến trúc hợp nhất để biểu diễn và thao tác trên các collection.
 - Giúp cho việc xử lý các collection độc lập với biểu diễn chi tiết bên trong của chúng.

Java Collection Framework

- Collections Framework bao gồm
 - Interfaces: Là các giao tiếp thể hiện tính chất của các kiểu collection khác nhau như List, Set, Map.
 - Implementations: Là các lớp collection có sẵn được cài đặt các collection interfaces.
 - Algorithms: Là các phương thức tĩnh để xử lý trên collection, ví dụ: sắp xếp danh sách, tìm phần tử lớn nhất...

Cây cấu trúc giao diện Collection

- Các giao diện trong Collection framework thể hiện các chức năng khác nhau của tập hợp



Cây cấu trúc giao diện Collection

- Collection: Tập các đối tượng
 - List: Tập các đối tượng tuần tự, kế tiếp nhau, có thể lặp lại
 - Set: Tập các đối tượng không lặp lại
- Map: Tập các cặp khóa-giá trị (key-value) và không cho phép khóa lặp lại
 - Liên kết các đối tượng trong tập này với đối các đối tượng trong tập khác như tra từ điển/danh bạ điện thoại.

Cây cấu trúc giao diện Collection

- Tóm lược về các giao diện trong Collection framework

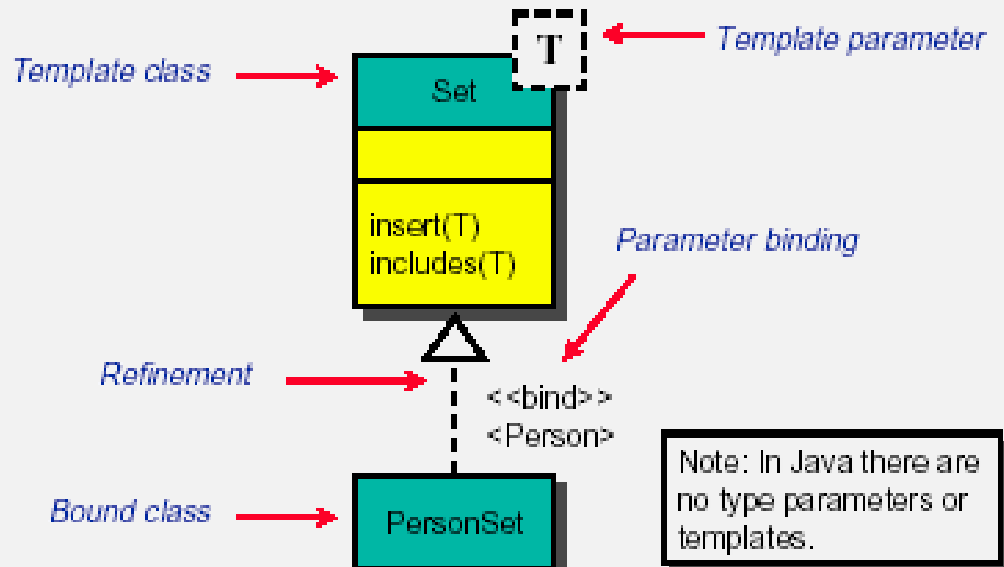
<i>Tên giao diện</i>	<i>Được sắp xếp</i>	<i>Cho phép trùng</i>	<i>Cặp khóa-giá trị</i>
Collection	X	✓	X
Set	X	X	X
List	✓	✓	X
Map	X	X	✓
SortedSet	✓	X	X
SortedMap	✓	X	✓

So sánh Collection và Array

Collection	Array
Collection (có thể) truy xuất theo dạng ngẫu nhiên	Mảng truy xuất 1 cách tuần tự
Collection có thể chứa nhiều loại đối tượng/ dữ liệu khác nhau	Mảng chứa 1 loại đối tượng/ dữ liệu nhất định
Dùng Java Collection, chỉ cần khai báo và gọi những phương thức đã được định nghĩa sẵn	Dùng tổ chức dữ liệu theo mảng phải lập trình hoàn toàn
Duyệt các phần tử tập hợp thông qua Iterator	Duyệt các phần tử mảng tuần tự thông qua chỉ số mảng

Java Collections Framework

- Các giao diện và lớp thực thi trong Collection framework của Java đều được xây dựng theo template
 - Cho phép xác định tập các phần tử cùng kiểu nào đó bất kỳ
 - Cho phép chỉ định kiểu dữ liệu của các Collection → hạn chế việc thao tác sai kiểu dữ liệu



Giao diện Collection

- Xác định giao diện cơ bản cho các thao tác với một tập các đối tượng
 - Thêm vào tập hợp
 - Xóa khỏi tập hợp
 - Kiểm tra có là thành viên
- Chứa các phương thức thao tác trên các phần tử riêng lẻ hoặc theo khối
- Cung cấp các phương thức cho phép thực hiện duyệt qua các phần tử trên tập hợp (lặp) và chuyển tập hợp sang mảng



Giao diện Collection

```
public interface Collection {  
    // Basic Operations  
    int size();  
    boolean isEmpty();  
    boolean contains(Object element);  
    boolean add(Object element);  
    boolean remove(Object element);  
    Iterator iterator();  
  
    // Bulk Operations  
    boolean addAll(Collection c);  
    boolean removeAll(Collection c);  
    boolean retainAll(Collection c);  
    ...  
    // Array Operations  
    Object[] toArray();  
    Object[] toArray(Object a[]);  
}
```

Giao diện Set

- Là một **Collection** nhưng không được trùng lặp
- Ví dụ:
 - Set of cars:
 - + {BMW, Ford, Jeep, Chevrolet, Nissan, Toyota, VW}
 - Nationalities in the class
 - + {Chinese, American, Canadian, Indian}
- Methods:
 - Tương tự Collection nhưng được quy định không được trùng lặp

Giao diện SortedSet

- SortedSet
 - kế thừa giao diện **Set**
 - các phần tử được sắp xếp theo một thứ tự
 - không có các phần tử trùng nhau
 - cho phép một phần tử là **null**.
- Phương thức: tương tự **Set**, bổ sung thêm 2 phương thức
 - **first()**: returns the first (lowest) element currently in the collection
 - **last()**: returns the last (highest) element currently in the collection

Giao diện List

- Kế thừa từ **Collection**
- Các phần tử được sắp xếp theo thứ tự
- Một List có thể có các phần tử trùng nhau
- Ví dụ:
 - List of first name in the class sorted by alphabetical order:
 - + Eric, Fred, Fred, Greg, John, John, John
 - List of cars sorted by origin:
 - + Ford, Chevrolet, Jeep, Nissan, Toyota, BMW, VW

Giao diện List

- Các phương thức: Tương tự **Collection**
- Bổ sung:

```
void add(int index, Object element);
boolean addAll(int index, Collection c);
Object get(int index);
Object remove(int index);
Object set(int index, Object element);
int lastIndexOf(Object o);
int indexOf(Object o);
```

Giao diện Map

- Xác định giao diện cơ bản để thao tác với một tập hợp bao gồm cặp khóa-giá trị
 - Thêm một cặp khóa-giá trị
 - Xóa một cặp khóa-giá trị
 - Lấy về giá trị với khóa đã có
 - Kiểm tra có phải là thành viên (khóa hoặc giá trị)
- Cung cấp 3 cách nhìn cho nội dung của tập hợp:
 - Tập các khóa
 - Tập các giá trị
 - Tập các ánh xạ khóa-giá trị

```
«Java Interface»  
I Map  
  
● size ( ) : int  
● isEmpty ( ) : boolean  
● containsKey ( key : Object ) : boolean  
● containsValue ( value : Object ) : boolean  
● get ( key : Object ) : Object  
● put ( key : Object, value : Object ) : Object  
● remove ( key : Object ) : Object  
● putAll ( t : Map ) : void  
● clear ( ) : void  
● keySet ( ) : Set  
● values ( ) : Collection  
● entrySet ( ) : Set  
● equals ( o : Object ) : boolean  
● hashCode ( ) : int
```

Giao diện SortedMap

- Giao diện SortedMap
 - thừa kế giao diện **Map**
 - các phần tử được sắp xếp theo thứ tự
 - tương tự **SortedSet**, tuy nhiên việc sắp xếp được thực hiện với các khóa
- Phương thức: Tương tự **Map**, bổ sung thêm:
 - **firstKey()**: returns the first (lowest) value currently in the map
 - **lastKey()**: returns the last (highest) value currently in the map

Các giao diện và các cài đặt

- Java đã xây dựng sẵn một số lớp thực thi các giao diện Set, List và Map và cài đặt các phương thức tương ứng

<i>Interfaces</i>	<i>Implementations</i>				
	Hash Table	Resizable Array	Balanced Tree	Linked List	Hash table + Linked list
Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
List		ArrayList		LinkedList	
Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

Set Implementations

- HashSet:
 - Lưu các phần tử trong một bảng băm
 - Không cho phép lưu trùng lặp
 - Cho phép phần tử null
- TreeSet:
 - Cho phép lấy các phần tử trong tập hợp theo thứ tự đã sắp xếp
 - Các phần tử được thêm vào TreeSet tự động được sắp xếp
 - Thông thường, ta có thể thêm các phần tử vào HashSet, sau đó convert về TreeSet để duyệt theo thứ tự nhanh hơn
- LinkedHashSet:
 - Cài đặt của cả HashTable và LinkedList
 - Thừa kế HashSet và thực thi giao diện Set
 - Khác HashSet ở chỗ nó lưu trữ trong một danh sách móc nối đôi
 - Thứ tự các phần tử được sắp xếp theo thứ tự được insert vào tập hợp

List Implementations

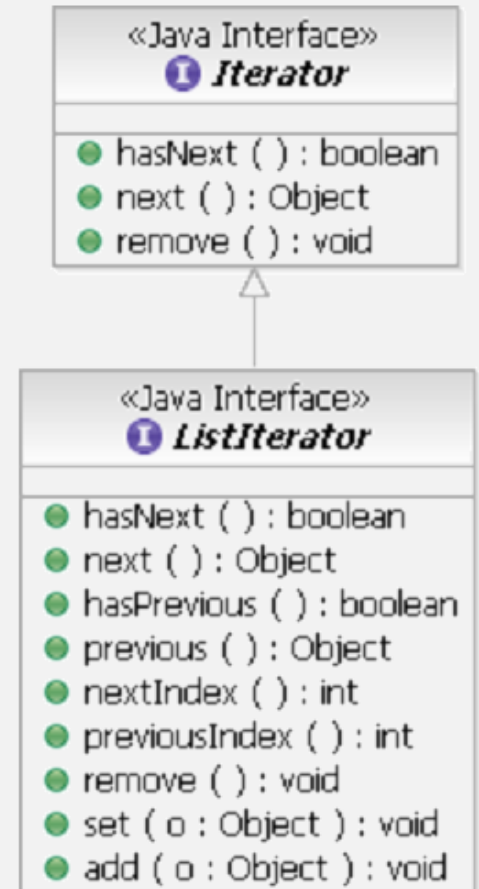
- ArrayList, Vector: cài đặt mảng của List
 - Đối tượng của Vector mặc định được đồng bộ
 - Vector được phát triển từ Java 1.0 trước khi Collection framework được giới thiệu
 - ArrayList tốt hơn và được sử dụng nhiều hơn Vector
- LinkedList: cài đặt danh sách móc nối của List
 - Được sử dụng để tạo ngăn xếp, hàng đợi, cây...

Map implementations

- **HashMap:**
 - Được sử dụng để thực hiện một số thao tác cơ bản như thêm, xóa và tìm kiếm phần tử trong Map
- **TreeMap:**
 - Thích hợp khi chúng ta muốn duyệt các khóa của tập hợp theo một thứ tự được sắp xếp
 - Các phần tử được thêm vào TreeMap phải có thể sắp xếp được
 - Thông thường, thêm các phần tử vào HashMap rồi convert về TreeMap để duyệt các khóa sẽ nhanh hơn
- **LinkedHashMap:**
 - Thừa kế HashMap cài đặt danh sách móc nối đôi hỗ trợ sắp xếp các phần tử
 - Các phần tử trong LinkedHashMap có thể được lấy ra theo
 - Thứ tự thêm vào, hoặc
 - Thứ tự truy cập

Iterator

- Cung cấp cơ chế thuận tiện để duyệt (lặp) qua toàn bộ nội dung của tập hợp, mỗi lần là một đối tượng trong tập hợp
 - Giống như SQL cursor
- ListIterator thêm các phương thức đưa ra bản chất tuần tự của danh sách cơ sở
- Iterator của các tập hợp đã sắp xếp duyệt theo thứ tự tập hợp



Các phương thức

- Các phương thức của Iterator:
 - `iterator()`: yêu cầu container trả về một iterator
 - `next()`: trả về phần tử tiếp theo
 - `hasNext()`: kiểm tra có tồn tại phần tử tiếp theo hay không
 - `remove()`: xóa phần tử gần nhất của iterator

Ví dụ

- Định nghĩa iterator

```
public interface Iterator {  
    boolean hasNext();  
    Object next();  
    void remove();  
}
```

- Sử dụng iterator

```
Collection c;  
// Some code to build the collection  
  
Iterator i = c.iterator();  
while (i.hasNext()) {  
    Object o = i.next();  
    // Process this object  
}
```

Comparator

- Giao diện **Comparator** được sử dụng để cho phép so sánh hai đối tượng trong tập hợp
- Một **Comparator** phải định nghĩa một phương thức **compare()** lấy 2 tham số **Object** và trả về -1, 0 hoặc 1
- Không cần thiết nếu tập hợp đã có khả năng so sánh tự nhiên (vd. String, Integer...)

Ví dụ: Lớp Person

```
class Person {
    private int age;
    private String name;

    public void setAge(int age){
        this.age=age;
    }
    public int getAge(){
        return this.age;
    }
    public void setName(String name){
        this.name=name;
    }
    public String getName(){
        return this.name;
    }
}
```

Ví dụ: Cài đặt AgeComparator

```
class AgeComparator implements Comparator {
    public int compare(Object ob1, Object ob2) {
        int ob1Age = ((Person)ob1).getAge();
        int ob2Age = ((Person)ob2).getAge();

        if(ob1Age > ob2Age)
            return 1;
        else if(ob1Age < ob2Age)
            return -1;
        else
            return 0;
        }
    }
```

Ví dụ

```
public class ComparatorExample {  
    public static void main(String args[]) {  
        ArrayList<Person> lst = new  
            ArrayList<Person>();  
        Person p = new Person();  
        p.setAge(35); p.setName("A");  
        lst.add(p);  
  
        p = new Person();  
        p.setAge(30); p.setName("B");  
        lst.add(p);  
  
        p = new Person();  
        p.setAge(32); p.setName("C");  
        lst.add(p);  
    }  
}
```

Ví dụ

```
System.out.println("Order before sorting");
for (Person person : lst) {
    System.out.println(person.getName() +
        "\t" + person.getAge());
}
```

```
Collections.sort(lst, new AgeComparator());
System.out.println("\n\nOrder of person" +
    "after sorting by age");
```

```
for (Iterator<Person> i = lst.iterator();
    i.hasNext();) {
    Person person = i.next();
    System.out.println(person.getName() + "\t" +
        person.getAge());
} //End of for
} //End of main
} //End of class
```

Quiz 1

- Sau khi thực hiện đoạn chương trình sau, danh sách `names` có chứa các phần tử nào?

```
ArrayList<String> names = new  
    ArrayList<String>;  
names.add("Bob");  
names.add(0, "Ann");  
names.remove(1);  
names.add("Cal");
```

4

Wildcard

Ký tự đại diện



Ký tự đại diện (Wildcard)

- Quan hệ thừa kế giữa hai lớp không có ảnh hưởng gì đến quan hệ giữa các cấu trúc tổng quát dùng cho hai lớp đó.
- Ví dụ:
 - Dog và Cat là các lớp con của Animal
 - Có thể đưa các đối tượng Dog và Cat vào một `ArrayList<Animal>` (sử dụng phương thức `add`)
 - Tuy nhiên, `ArrayList<Dog>`, `ArrayList<Cat>` lại không có quan hệ gì với `ArrayList<Animal>`

Ký tự đại diện (Wildcard)

- Không thể ép kiểu `ArrayList<Child>` về kiểu `ArrayList<Parent>`

```
class Parent { }  
class Child extends Parent { }
```

```
ArrayList<Parent> myList = new ArrayList<Child>();
```


Ví dụ

```
public class Test {  
    public static void main(String args[]) {  
        List<String> lst0 = new LinkedList<String>();  
        List<Object> lst1 = lst0; // Error  
        printList(lst0); // Error  
    }  
  
    void static printList(List<Object> lst) {  
        Iterator it = lst.iterator();  
        while (it.hasNext())  
            System.out.println(it.next());  
    }  
}
```

Ký tự đại diện (Wildcard)

- Giải pháp: sử dụng *kí tự đại diện* (**wildcard**)
- Ký tự đại diện: **?** dùng để hiển thị cho một kiểu dữ liệu bất kỳ
- Khi biên dịch, dấu **?** có thể được thay thế bởi bất kì kiểu dữ liệu nào.

Ví dụ: Sử dụng Wildcards

```
public class Test {  
    void printList(List<?> lst) {  
        Iterator it = lst.iterator();  
        while (it.hasNext())  
            System.out.println(it.next());  
    }  
  
    public static void main(String args[]) {  
        List<String> lst0 = new LinkedList<String>();  
        List<Employee> lst1 = new LinkedList<Employee>();  
  
        printList(lst0); // String  
        printList(lst1); // Employee  
    }  
}
```

Ký tự đại diện (Wildcard)

- Lưu ý: cách làm sau là không hợp lệ

```
ArrayList<?> list = new ArrayList<String>();
```

```
list.add("a1"); //compile error
```

```
list.add(new Object()); //compile error
```

- Nguyên nhân: Vì không biết list là danh sách liên kết cho kiểu dữ liệu nào, nên không thể thêm phần tử vào list, kể cả đối tượng của lớp Object

Ký tự đại diện (Wildcard)

- "? extends Type": Xác định một tập các kiểu con của Type. Đây là wildcard hữu ích
- "? super Type": Xác định một tập các kiểu cha của Type
- "?": Xác định tập tất cả các kiểu hoặc bất kỳ kiểu nào

Ký tự đại diện (Wildcard)

- Ví dụ:
 - ? extends Animal có nghĩa là kiểu gì đó thuộc loại Animal (là Animal hoặc con của Animal)
- Lưu ý: Hai cú pháp sau là tương đương:

```
public void foo( ArrayList<? extends Animal> a)
public <T extends Animal> void foo(
ArrayList<T> a)
```

Khác biệt giữa print1 và print2?

```
public void print1(List<Employee> list) {  
    for (Employee e : list) {  
        System.out.println(e);  
    }  
}
```

```
public void print2(List<? extends Employee> list) {  
    for (Employee e : list) {  
        System.out.println(e);  
    }  
}
```

Quiz 2

- Trừu tượng hoá mô tả sau: một quyển sách là tập hợp các chương, chương là tập hợp các trang.
 - Phác hoạ các lớp Book, Chapter, và Page
 - Tạo các thuộc tính cần thiết cho các lớp, sử dụng Collection
 - Tạo các phương thức cho lớp Chapter cho việc thêm trang và xác định một chương có bao nhiêu trang
 - Tạo các phương thức cho lớp Book cho việc thêm chương và xác định quyển sách có bao nhiêu chương, và số trang cho quyển sách

Quiz 3

- Xây dựng lớp Stack tổng quát với các kiểu dữ liệu

StackOfChars
- elements: char[] - size: int
+ StackOfChars() + StackOfChars (capacity: int) + isEmpty(): boolean + isFull(): boolean + peak(): char + push(value:char): void + pop(): char + getSize(): int

StackOfIntegers
- elements: int[] - size: int
+ StackOfIntegers() + StackOfIntegers (capacity: int) + isEmpty(): boolean + isFull(): boolean + peak(): int + push(value:int): void + pop(): int + getSize(): int

Thank you!

Any questions?

