BỘ MÔN CÔNG NGHỆ PHẦN MỀM
VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

# LẬP TRÌNH HƯỚNG ĐỐI TƯỢNG

Bài 07. Đa hình (Polymophism)



## Nội dung

1. Upcasting và Downcasting
2. Liên kết tĩnh và Liên kết động
3. Đa hình (Polymophism)
4. Lập trình tổng quát (generic prog.)



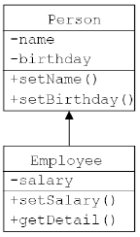
## Nội dung

1. Upcasting và Downcasting
2. Liên kết tĩnh và Liên kết động
3. Đa hình (Polymophism)
4. Lập trình tổng quát (generic prog.)

## 1.1. Upcasting

- Moving up the inheritance hierarchy
- Up casting là khả năng nhìn nhận đối tượng thuộc lớp dẫn xuất như là một đối tượng thuộc lớp cơ sở.
- Tự động chuyển đổi kiểu

## Ví dụ




```
public class Test1 {
  public static void main(String arg[]){
     Person p;
     Employee e = new Employee();
     p = e;
     p.setName("Hoa");
     p.setSalary(350000); // compile error
}
```



## Ví dụ (2)

```
class Manager extends Employee {
  Employee assistant;
  // ...
  public void setAssistant(Employee e) {
     assistant = e;
  }
  // ...
}
public class Test2 {
  public static void main(String arg[]){
     Manager junior, senior;
     // ...
     senior.setAssistant(junior);
  }
}
```

## Ví dụ (3)

```
public class Test3 {
  String static teamInfo(Person p1, Person p2){
      return "Leader: " + p1.getName() +
             ", member: " + p2.getName();
  }

  public static void main(String arg[]){
      Employee e1, e2;
      Manager m1, m2;
      // ...
      System.out.println(teamInfo(e1, e2));
      System.out.println(teamInfo(m1, m2));
      System.out.println(teamInfo(m1, e2));
  }
}
```



## 1.2. Downcasting

- Move back down the inheritance hierarchy
- Down casting là khả năng nhìn nhận một đối tượng thuộc lớp cơ sở như một đối tượng thuộc lớp dẫn xuất.
- Không tự động chuyển đổi kiểu
  → Phải ép kiểu.



## Ví dụ

```
public class Test2 {
  public static void main(String arg[]){
      Employee e = new Employee();
      Person p = e; // up casting
      Employee ee = (Employee) p; // down casting
      Manager m = (Manager) ee; // run-time error

      Person p2 = new Manager();
      Employee e2 = (Employee) p2;
  }
}
```

## Nội dung

1. Upcasting và Downcasting
2. Liên kết tĩnh và Liên kết động
3. Đa hình (Polymophism)
4. Lập trình tổng quát (generic prog.)



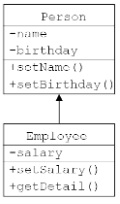
## 2.1. Liên kết tĩnh (Static Binding)

- Liên kết tại thời điểm biên dịch
  - Early Binding/Compile-time Binding
  - Lời gọi phương thức được quyết định khi biên dịch, do đó chỉ có một phiên bản của phương thức được thực hiện
  - Nếu có lỗi thì sẽ có lỗi biên dịch
  - Ưu điểm về tốc độ



## Ví dụ

```
public class Test {
  public static void main(String arg[]){
     Person p = new Person();
     p.setName("Hoa");
     p.setSalary(350000); //compile-time error
  }
}
```



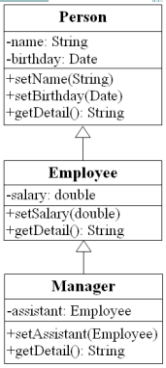
## 2.2. Liên kết động (Dynamic binding)

- Lời gọi phương thức được quyết định khi thực hiện (run-time)
  - Late binding/Run-time binding
  - Phiên bản của phương thức phù hợp với đối tượng được gọi.
  - Java mặc định sử dụng liên kết động



## Ví dụ

```
public class Test {
  public static void main(String arg[]){
    Person p = new Person();
    // ...
    Employee e = new Employee();
    // ...
    Manager m = new Manager();
    // ...
    Person pArr[] = {p, e, m};
    for (int i=0; i< pArr.length; i++){
      System.out.println(
            pArr[i].getDetail());
    }
  }
}
```






## Nội dung

1. Upcasting và Downcasting
2. Liên kết tĩnh và Liên kết động
3. Đa hình (Polymophism)
4. Lập trình tổng quát (generic prog.)

## 3. Đa hình (Polymophism)

- Ví dụ: Nếu đi du lịch, bạn có thể chọn ô tô, thuyền, hoặc máy bay
  - Dù đi bằng phương tiện gì, kết quả cũng giống nhau là bạn đến được nói cần đến
  - Cách thức đáp ứng các dịch vụ có thể khác nhau

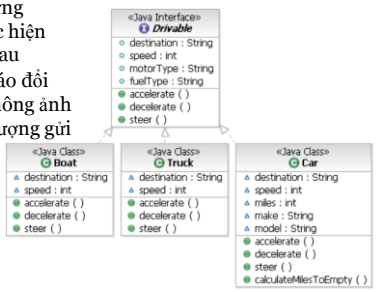




## 3. Đa hình (2)

- Các lớp khác nhau có thể đáp ứng danh sách các thông điệp giống nhau, vì vậy cung cấp các dịch vụ giống nhau
  - Cách thức đáp ứng thông điệp, thực hiện dịch vụ khác nhau
  - Chúng có thể tráo đổi cho nhau mà không ảnh hưởng đến đối tượng gửi thông điệp

  → Đa hình






## 3. Đa hình (3)

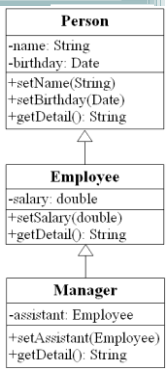
- Polymorphism: Nhiều hình thức thực hiện, nhiều kiểu tồn tại
- Đa hình trong lập trình
  - Đa hình phương thức:
    - Phương thức trùng tên, phân biệt bởi danh sách tham số.
  - Đa hình đối tượng
    - Nhìn nhận đối tượng theo nhiều kiểu khác nhau
    - Các đối tượng khác nhau cùng đáp ứng chung danh sách các thông điệp có giải nghĩa thông điệp theo cách thức khác nhau.

## 3. Đa hình (4)

- Nhìn nhận đối tượng theo nhiều kiểu khác nhau → Upcasting và Downcasting

```
public class Test3 {
  public static void main(String
                        args[]){
    Person p1 = new Employee();
    Person p2 = new Manager();

    Employee e = (Employee) p1;
    Manager m = (Manager) p2;
  }
}
```



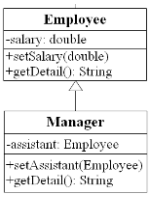



## 3. Đa hình (5)

- Các đối tượng khác nhau giải nghĩa các thông điệp theo các cách thức khác nhau → Liên kết động
- Ví dụ:

```
Person p1 = new Person();
Person p2 = new Employee();
Person p3 = new Manager();
// ...
System.out.println(p1.getDetail());
System.out.println(p2.getDetail());
System.out.println(p3.getDetail());
```

## Ví dụ khác




```
class EmployeeList {
  Employee list[];
  ...
  public void add(Employee e) {...}
  public void print() {
    for (int i=0; i<list.length; i++) {
          System.out.println(list[i].getDetail());
    }
}
 ...
  EmployeeList list = new EmployeeList();
  Employee e1; Manager m1;
  ...
  list.add(e1); list.add(m1);
  list.print();
```

## Toán tử instanceof

```
public class Employee extends Person {}
public class Student extends Person {}

public class Test{
  public doSomething(Person e) {
    if (e instanceof Employee) {...
    } else if (e instanceof Student) {... ){
    } else {...}
  }
}
```



## Nội dung

1. Upcasting và Downcasting
2. Liên kết tĩnh và Liên kết động
3. Đa hình (Polymophism)
4. Lập trình tổng quát (generic prog.)



## 4. 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:
  - C: dùng con trỏ void
  - C++: dùng template
  - Java: lợi dụng upcasting
  - Java 1.5: template

# 4. Lập trình tổng quát

```
public class IntBox {
  Integer data;
  public IntBox(Integer data) {
    this.data = data;
  }
  public Integer getData() {
    return data;
  }
}
```

```
public class StrBox {
  String data;
  public StrBox(String data) {
    this.data = data;
  }
  public String getData() {
    return data;
  }
}
```

```
IntBox intBox = new IntBox(42);
int x = intBox.getData();

StrBox strBox = new StrBox("Hi");
String s = strBox.getData();

int y = (Integer) strBox.getData();
intBox = strBox;
```

Lỗi biên dịch

```
public class FooBox {
  Foo data;
  public FooBox(Foo data) {
    this.data = data;
  }
  public Foo getData() {
    return data;
  }
}
```

Phải xây dựng vô số lớp



# 4. Lập trình tổng quát

```
public class OldBox {
        Object data;
        public OldBox(Object data) {
                this.data = data;
        }
        public Object getData() {
                return data;
        }
}

OldBox intBox = new OldBox(42);
int x = (Integer) intBox.getData();

OldBox strBox = new OldBox("Hi");
String s = (String) strBox.getData();

int y = (Integer) strBox.getData();
intBox = strBox;
```

ClassCastException!
Compiles but fails at runtime



# 4. Lập trình tổng quát

- Ý tưởng chính:
  - Tham số hóa các định nghĩa kiểu dữ liệu
    - Tham số hóa định nghĩa lớp và phương thức
  - Cung cấp các kiểu dữ liệu an toàn
    - Kiểm tra ngay tại thời điểm biên dịch
    - Ngăn chặn các lỗi thực thi

# 4. Lập trình tổng quát

- Khai báo Template

```
public class OldBox {
  Object data;
  public OldBox(Object data) {
    this.data = data;
  }
  public Object getData() {
    return data;
  }
}
```

- Chúng ta muốn Box là một lớp "xác định" – nhưng được biểu diễn một cách trừu tượng
- Sử dụng Object không phù hợp
- Giải pháp – tham số hóa định nghĩa lớp

```
public class Box<E> {
  E data;
  public Box(E data) {
    this.data = data;
  }
  public E getData() {
    return data;
  }
}
```

- E chỉ một kiểu xác định
- Constructor nhận một đối tượng có kiểu là E, không phải là một đối tượng bất kỳ
- Khi sử dụng, E phải được thay thế bằng một lớp xác định



# 4. Lập trình tổng quát

- Sử dụng

```
public class Box<E> {
  E data;
  public Box(E data) {
    this.data = data;
  }
  public E getData() {
    return data;
  }
}
```

```
Box<Integer> intBox =
new Box<Integer>(42);
int x = intBox.getData();//no cast needed

Box<String> strBox =
new Box<String>("Hi");
String s = strBox.getData();//no cast needed


Following lines will not compile anymore:

String s = (String) intBox.getData();
int y = (Integer) strBox.getData();
intBox = strBox;

Runtime errors now converted to
compile time errors
```



# 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;
}
```

31

## Ví dụ: C++ dùng template

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

```
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;
     }
  }
}
```

32

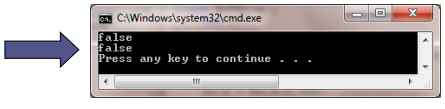
## Ví dụ: Java dùng upcasting và Object

```
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();
}
```

33

## Nhắc lại – 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);
  }
}
```



## Bài tập

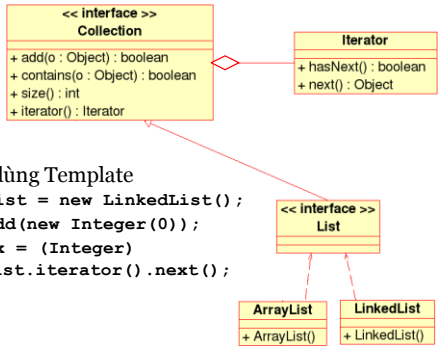
- Viết lại phương thức equals cho lớp MyValue (phương thức này kế thừa từ lớp Object)



```
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);
  }
}
```



## Ví dụ: Java 1.5: Template




- Không dùng Template

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

# Ví dụ: Java 1.5: Template (2)

- Dùng Template:

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

//myList.add(new Long(0)); → Error
```




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

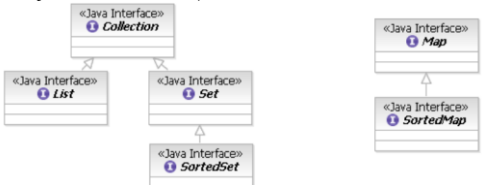
| StackOfChars |
|---|
| - elements: char[] |
| - size: int |
| + StackOfChars() |
| + StackOfChars (capacity: int) |
| + isEmpty(): boolean |
| + isFull(): boolean |
| + peak(): char |
| + push(ch:char): void |
| + pop(): char |
| + getSize(): int |

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



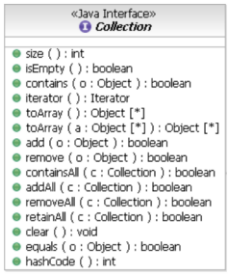
# 4.1. Java generic data structure

- 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.



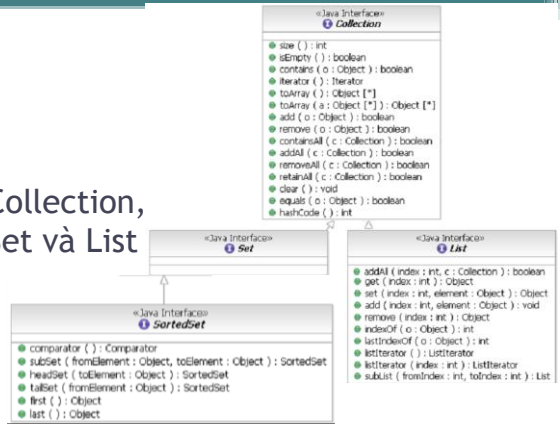
## a. Giao diện Collection

- 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






## Collection, Set và List



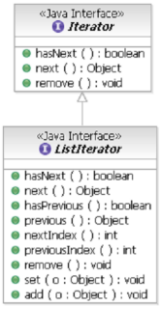



## b. Giao diện Map

- 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

## c. 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






## Mẫu mã nguồn Iterator

```
Collection c;
// Some code to build the collection

Iterator i = c.iterator();
while (i.hasNext()) {
  Object o = i.next();
  // Process this object
}
```



## Các giao diện và các cài đặt (Implementation – các lớp thực thi)

| | | IMPLEMENTATIONS | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hash Table | Resizable Array | Balanced Tree | Linked List | Legacy |
| INTERFACES | Set | HashSet | | TreeSet | | |
| | List | | ArrayList | | LinkedList | Vector, Stack |
| | Map | HashMap | | TreeMap | | HashTable, Properties |

46

```
public class MapExample {
  public static void main(String args[]) {
      Map map = new HashMap();
      Integer ONE = new Integer(1);
      for (int i=0, n=args.length; i<n; i++) {
        String key = args[i];
        Integer frequency =(Integer)map.get(key);
        if (frequency == null) { frequency = ONE; }
        else {
          int value = frequency.intValue();
          frequency = new Integer(value + 1);
        }
        map.put(key, frequency);
      }
      System.out.println(map);
      Map sortedMap = new TreeMap(map);
      System.out.println(sortedMap);
  }
}
```

47

## 4.2. Định nghĩa và sử dụng Template

```
class MyStack<T> {
     ...
     public void push(T x) {...}
     public T pop() {
          ...
     }
}
```

48

## Sử dụng template

```
public class Test {
  public static void main(String args[]) {

      MyStack<Integer> s1 = new MyStack<Integer>();
      s1.push(new Integer(0));
      Integer x = s1.pop();

      //s1.push(new Long(0)); → Error

      MyStack<Long> s2 = new MyStack<Long>();
      s2.push(new Long(0));
      Long y = s2.pop();

  }
}
```

## Định nghĩa Iterator

```
public interface List<E>{
    void add(E x);
    Iterator<E> iterator();
}

public interface Iterator<E>{
    E next();
    boolean hasNext();
}
class LinkedList<E> implements List<E> {
// implementation
}
```



## 4.3. Ký tự đại diện (Wildcard)

```
public class Test {
  public static void main(String args[]) {
     List<String> lst0 = new LinkedList<String>();
     //List<Object> lst1 = lst0; → Error
     //printList(lst0); → Error
  }

  void printList(List<Object> lst) {
     Iterator it = lst.iterator();
     while (it.hasNext())
          System.out.println(it.next());
  }
}
```



## 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
  }
}
```

## Các ký tự đại diện Java 1.5

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



## Ví dụ wildcard (1)

```
public void printCollection(Collection c) {
  Iterator i = c.iterator();
  for(int k = 0;k<c.size();k++) {
    System.out.println(i.next());
  }
}
```

→ Sử dụng wildcard:

```
void printCollection(Collection<?> c) {
  for(Object o:c) {
    System.out.println(o);
  }
}
```



## Ví dụ wildcard (2)

```
public void draw(List<Shape> shape) {
  for(Shape s: shape) {
    s.draw(this);
  }
 }
```

→ Khác như thế nào với:

```
public void draw(List<? extends Shape> shape) {
  // rest of the code is the same
}
```

## Template Java 1.5 vs. C++

- Template trong Java không sinh ra các lớp mới
- Kiểm tra sự thống nhất về kiểu khi biên dịch
  - Các đối tượng về bản chất vẫn là kiểu Object