

OOP with Java

Yuanbin Wu
cs@ecnu

OOP with Java

- 考试通知
 - 在线（腾讯会议）
 - 主机位/辅机位
 - 考试时间：6月9日上午8：00-9：30
 - 闭卷
- 请留意（微信群）
 - 在线考试注意事项
 - 会议室测试通知（暂定6月3日晚6点）
 - 下载答题纸

OOP with Java

- 闭卷
- 题目类型
 - 问答 : 60%
 - 编程 : 40%

OOP with Java

- 复习

- 面向对象编程的要素

- Java 类型

语言基础

- Java 控制结构

- 类

类

- Java 包

- 访问控制

- 类的复用

- **Upcasting 和多态**

类型间关系

- 抽象类和接口

- 内部类

- 异常

错误处理

- 容器

应用

- I/O

面向对象编程概述

对象的基本要素：状态，行为，类型

```
graph TD; A[状态] --> B[数据成员]; A --> C[方法成员]; A --> D[类型关系]; B --- C; C --- D;
```

数据成员

方法成员

类型关系

面向对象编程概述

- 对象的状态
 - 数据成员
- 对象的行为
 - 方法
 - 访问控制 (封装): public, private, protected
- 对象的类型
 - 类 与 类的对象
 - 基本类型 与 class

面向对象编程概述

- 对象 vs. 类型

- 类型



- 对象

```
Light m = new Light();  
m.on();  
Light n = new Light();  
n.off();
```

面向对象编程概述

- 对象的类型
 - 如何通过已有的类型定义新的类型？
 - 组合 : has-a
 - 继承 : is
 - 不同类型间的关系
 - 基本类型之间的转换关系
 - Autoboxing, unboxing
 - Upcasting, downcasting

Java 类型

Java 类型：基本类型，数组，类

定义，创建，使用

Java 类型

- 基本类型
 - boolean, char, byte, short, int, long, float, double
- 基本类型的封装
 - Boolean, Character, Byte, Short, Integer, Long, Float, Double
- 定义
- 创建
 - `int a = 1, double d = 1.0;`
- 使用
 - `int b = a * 2;`

Java 类型

- class

- 定义

创建

使用

```
class MyType {
```

```
    int i;  
    double d;  
    char c;
```

```
    void set(double x);  
    double get();
```

```
}
```

```
MyType a = new MyType();
```

```
int b = a.i;  
a.set();  
a.get();
```

Java 类型

- 数组

- 定义

```
int a[ ];  
int [ ]a;  
  
MyType [ ]m;  
MyType [ ][ ]m;
```

- 初始化

```
// 静态初始化  
int [ ]a = {1, 2, 3, 4, 5};  
int [ ][ ] a= { {1,2,3}, {4, 5, 6} };  
  
// 动态初始化 1  
int [ ]a = new int[5];  
  
// 动态初始化 2  
MyType [ ]a = new MyType[] {  
    new MyType(),  
    new MyType(),  
    new MyType()  
};
```

- 使用

```
int b = a[1];  
int len = a.length;
```

Java 类型

- 引用
 - 对象的名字
 - 同一个对象可以有不同的名字
 - 绝大多数使用指针实现

题目：

```
int [ ] a = new int[]{1,2,3};  
int [ ] b;  
b = a;  
b[0] = 4;  
System.out.println(a[0]);
```

Java 类型

- 不可变类型
 - 一旦创建不能改变
 - String, Integer,...
- final 关键字
 - final 数据, 方法, 参数, 类
 - static final
 - final 数据初始化

Java 控制结构

- 操作符
 - “==” 与 equals()
 - 字符串连接操作：“+=”
- 控制语句
 - 条件 与 boolean
 - for each

类

- 普通成员
- 静态成员
 - 静态数据
 - 所有对象共享数据
 - 静态方法
 - main 函数

```
public class StaticTest {  
    double d;  
    static int i = 1;  
    static void display() {  
        System.out.println("Hello");  
    }  
  
    public static void main(String [ ]args) {  
        display();  
        StaticTest.display();  
        StaticTest s = new StaticTest();  
        System.out.println(s.i);  
        System.out.println(StaticTest.i)  
    }  
}
```


类

- 类的数据成员
 - **this** 关键字
 - 在类的非静态方法中，返回调用该方法的对象的引用
 - **super** 关键字
 - 在子类对象中包含的父类对象的引用
 - 数据成员的初始化
 - 初始化的值
 - 初始化的顺序
 - 静态成员 / 非静态成员
 - 子类成员 / 父类成员
 - 构造函数

类

- 类的方法

- 构造函数

- 名称与类名称相同，无返回值，为类的静态方法
 - 默认构造函数

```
public class MyType {  
    int i;  
    double d;  
    char c;  
    void set(double x) { d = x; }  
    double get() { return d; }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        MyType m = new MyType();  
        MyType n = new MyType();  
        m.set(1);  
        n.set(2);  
    }  
}
```

类

- 类的方法
 - 重载
 - 方法名相同，参数类型 / 数量不同
 - 如何区分不同的函数？函数名 + 参数列表
 - 重写
 - 子类重写父类的方法

类

- 类的销毁
 - 垃圾回收
 1. 仅回收 `new` 创建的内存。
 2. 是否回收，何时回收由 `Java` 虚拟机控制。

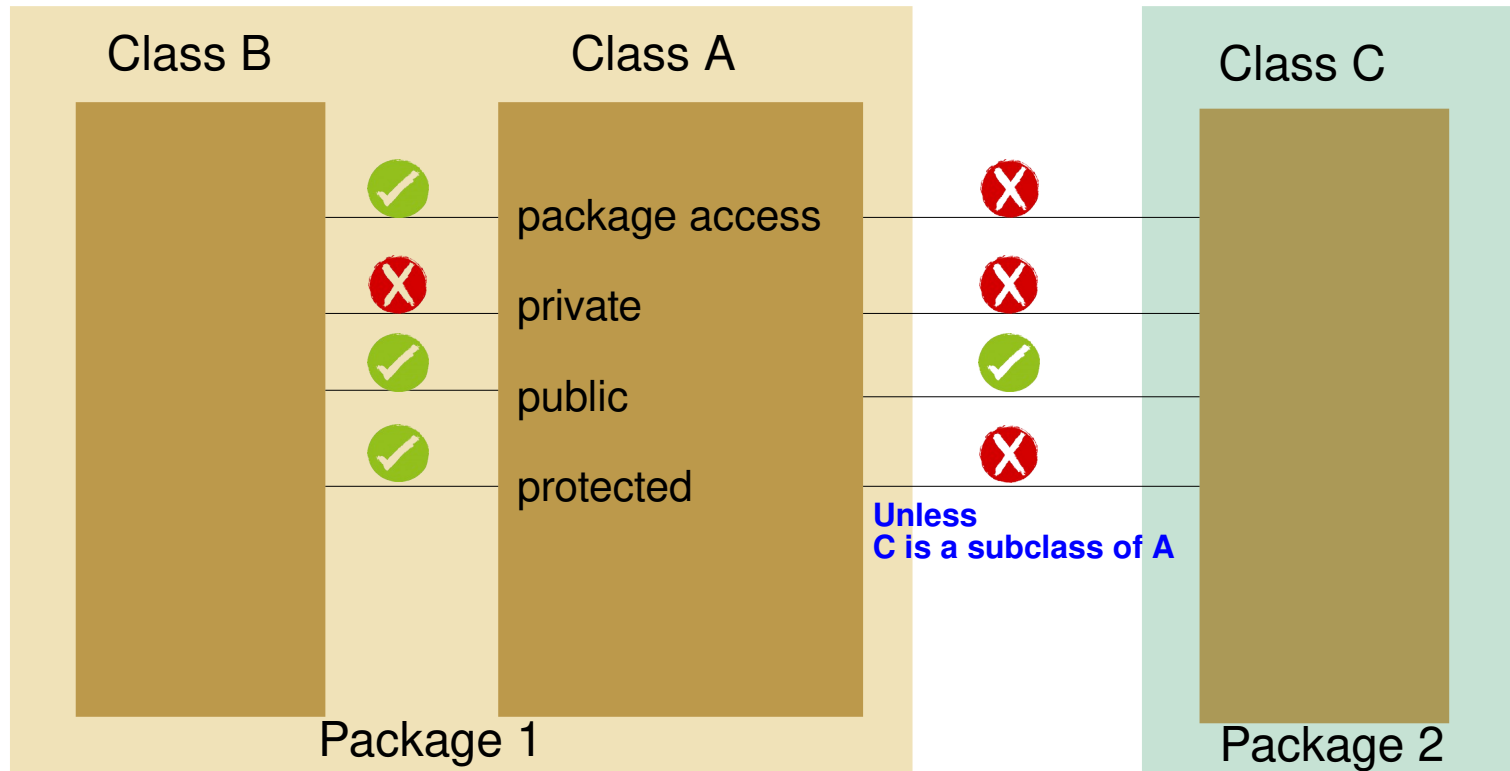
Java 包

- 什么是 Java 包
 - 一组类的集合，共享一个名字空间
- 如何使用包
 - `import` 语句
- 如何定义包
 - `package` 语句
 - 包结构与目录结构
- 如何编译包

Java 访问控制

- 四种访问控制类型
 - package access
 - 默认包
 - public
 - private
 - protected

Java 访问控制



Modifier	Class	Package	Subclass	World
public	Y	Y	Y	Y
protected	Y	Y	Y	N
no modifier	Y	Y	N	N
private	Y	N	N	N

类的复用

- 如何通过已有类定义新的类？
 - 组合
 - 将已有的类作为新类的数据成员
 - 继承
 - 新类包含已有类的方法和数据
 - 并可修改 / 增添（重写）
 - 如何实现？ 隐含一个父类对象

```
class MyType {  
    public int i;  
    public double d;  
    public char c;  
    public void set(double x) { d = x;}  
    public double get() { return d; }  
}
```

```
public class MyCompType {  
    private MyType m = new MyType();  
    private String s;  
    public MyCompType(){  
        s = new String("Hello");  
    }  
}
```

```
public class MySubType extends MyType{  
    public static void main(String [ ]args){  
        MySubType ms = new MySubType();  
        ms.set(1.0);  
        System.out.println(ms.get());  
        System.out.println(ms.i);  
    }  
}
```


类的复用

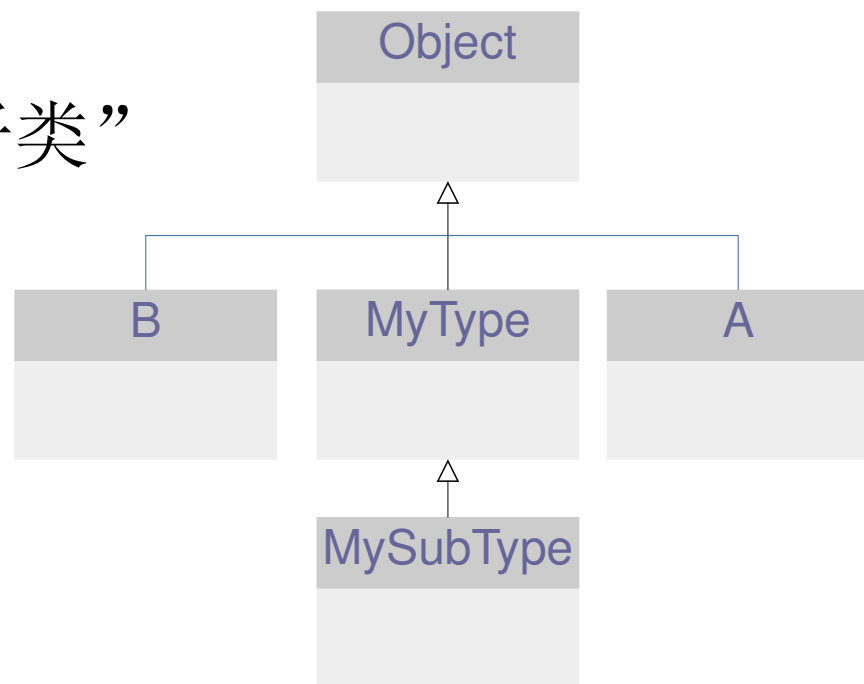
- 子类可以定义新的方法 / 数据
- **protected** 关键字
- 子类可以修改父类的方法：**重写**

```
class MyType {  
    public int i;  
    public double d;  
    public char c;  
    public void set(double x) { d = x;}  
    public double get() { return d; }  
}
```

```
public class MySubType extends MyType{  
    public void set(double x){ i = (int)x; }  
    public double get() { return i; }  
    public static void main(String [ ]args){  
        MySubType ms = new MySubType();  
        ms.set(1.0);  
        System.out.println(ms.get());  
        System.out.println(ms.i);  
        System.out.println(ms.d);  
    }  
}
```

类的复用

- **super** 关键字
 - 子类的对象包含一个隐藏的父亲对象
 - 在子类中，**super** 用来指代父类对象的引用
 - 子类，父类的构造函数调用顺序
- **Object** 类
 - “所有类都是 **Object** 类的子类”



Upcasting 和多态

- Upcasting

- 子类是一种父类
- 父类出现之处子类也可使用

```
class A{ ... }  
class B{ ... }  
A a = new A();  
B b = new B();  
  
// A a = new B(); compile error
```

```
class A{ ... }  
class B extends A{ ... }  
A a = new A();  
B b = new B();  
  
A a = new B(); // upcasting
```

Upcasting 和多态

```
class Instrument {
    public void play() {}
    static void tune(Instrument i) {
        // ...
        i.play();
    }
}
public class Wind extends Instrument {
    public static void main(String[] args) {
        Wind flute = new Wind();
        Instrument.tune(flute);
    }
}
```

Upcasting 和多态

- 多态
 - 子类重写了父类方法 `f()`
 - 当使用父类引用访问子类对象时，调用 `f()` 将绑定到子类的方法

Upcasting 和多态

```
class Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Instrument.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Wind extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Wind.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Stringed extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Stringed.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Brass extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Brass.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Music {  
    public static void tune(Instrument i) {  
        i.play();  
    }  
    public static void main(String []args){  
        Wind flute = new Wind();  
        Stringed violin = new Stringed();  
        Brass frenchHorn = new Brass();  
        tune(flute);  
        tune(violin);  
        tune(frenchHorn);  
    }  
}
```

Upcasting 与多态

```
interface DifferentiableFunction {  
    double eval(double x);  
    double diff(double x);  
}
```

```
class Linear implements DifferentiableFunction {  
    public double eval(double x) { //... }  
    public double diff(double x) { //... }  
}
```

```
class Sin implements DifferentiableFunction {  
    public double eval(double x) { //... }  
    public double diff(double x) { //... }  
}
```

```
class Quadratic implements DifferentiableFunction  
{  
    public double eval(double x) { //... }  
    public double diff(double x) { //... }  
}
```

```
public class NewtonRoot {  
    public static double findRoot(DifferentiableFunction f) {  
        // newton method...  
    }  
    public static void main(String []args){  
        Linear l = new Linear();  
        Sin s = new Sin();  
        Quadratic q = new Quadratic();  
        findRoot(l);  
        findRoot(s);  
        findRoot(q);  
    }  
}
```

Upcasting 与多态

- 例子：
 - `ArrayList a = new ArrayList(); a.add("Hello");`
 - `catch(Exception e)`

接口与抽象类

- 抽象方法 (abstract method)
 - 仅提供方法的名称，参数和返回值 没有具体实现
 - 使用 **abstract** 关键字
- 抽象类 (abstract class)
 - 包含抽象方法的类称为抽象类
 - 不完整，不能用 **new** 实例化 (创建对象)
 - 子类中可以通过 **super** 实例化

```
class Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Instrument.play()" + n);  
    }  
}
```

普通方法

```
abstract class Instrument {  
    public abstract void play(int note) ;  
}
```

抽象方法

接口与抽象类

```
abstract class Instrument {  
    public abstract void play(int note);  
}
```

```
public class Wind extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Wind.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Stringed extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Stringed.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Brass extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Brass.play()" + n);  
    }  
}
```

```
public class Music {  
    public static void tune(Instrument i) {  
        i.play();  
    }  
    public static void main(String []args){  
        Wind flute = new Wind();  
        Stringed violin = new Stringed();  
        Brass frenchHorn = new Brass();  
        tune(flute);  
        tune(violin);  
        tune(frenchHorn);  
    }  
}
```

Upcasting 与多态

接口与抽象类

- 接口
 - 只有方法的名称，参数和返回值 没有方法的实现
 - `interface/implement` 关键字

接口与抽象类

```
abstract class Instrument {  
    public abstract void play(int note);  
    public abstract String what();  
}
```

```
class Stringed extends Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Stringed.play()" + n);  
    }  
    public String what() {return "Stringed";}  
}
```

继承：

1. `extends` 关键字
2. 父类，子类关系
3. `class`, `extends`

```
interface Instrument {  
    void play(int note) ;  
    String what();  
}
```

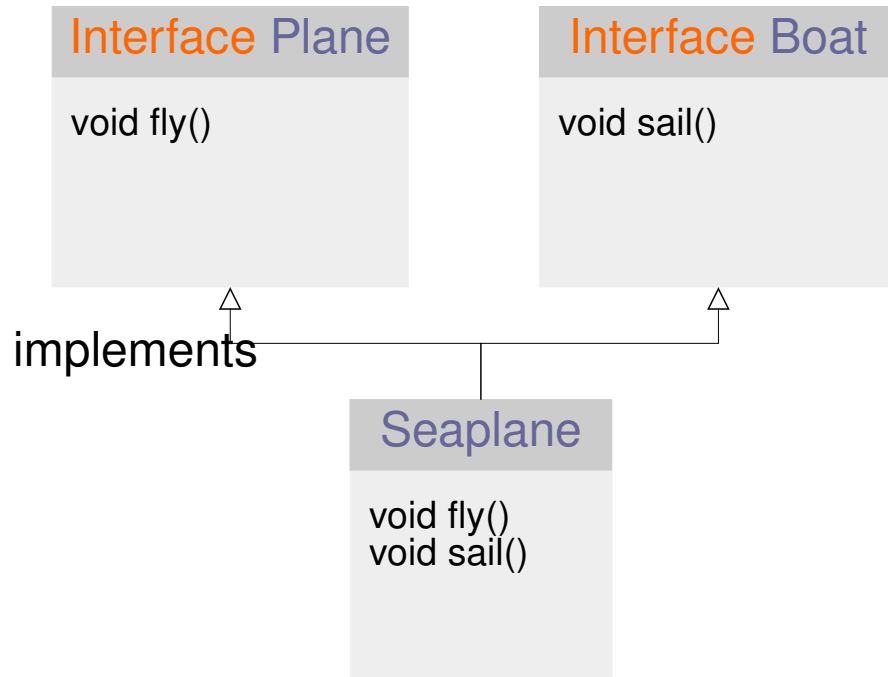
```
class Stringed implements Instrument {  
    public void play(int note) {  
        System.out.println("Stringed.play()" + n);  
    }  
    public String what() {return "Stringed";}  
}
```

接口：

1. `implements` 关键字
2. 接口，实现关系
3. `interface`, `implements`

接口与抽象类

- 一个类实现多个接口



接口与抽象类

```
interface Plane {  
    void fly();  
}  
interface Boat {  
    void sail();  
}  
  
class Seaplane implements Plane, Boat {  
    public void fly(){  
        System.out.println("Fly!");  
    }  
    public void sail(){  
        System.out.println("Sail!");  
    }  
}
```

接口与抽象类

- Upcasting 与多态

```
interface CanFight {  
    void fight();  
}
```

```
interface CanSwim {  
    void swim();  
}
```

```
interface CanFly {  
    void fly();  
}
```

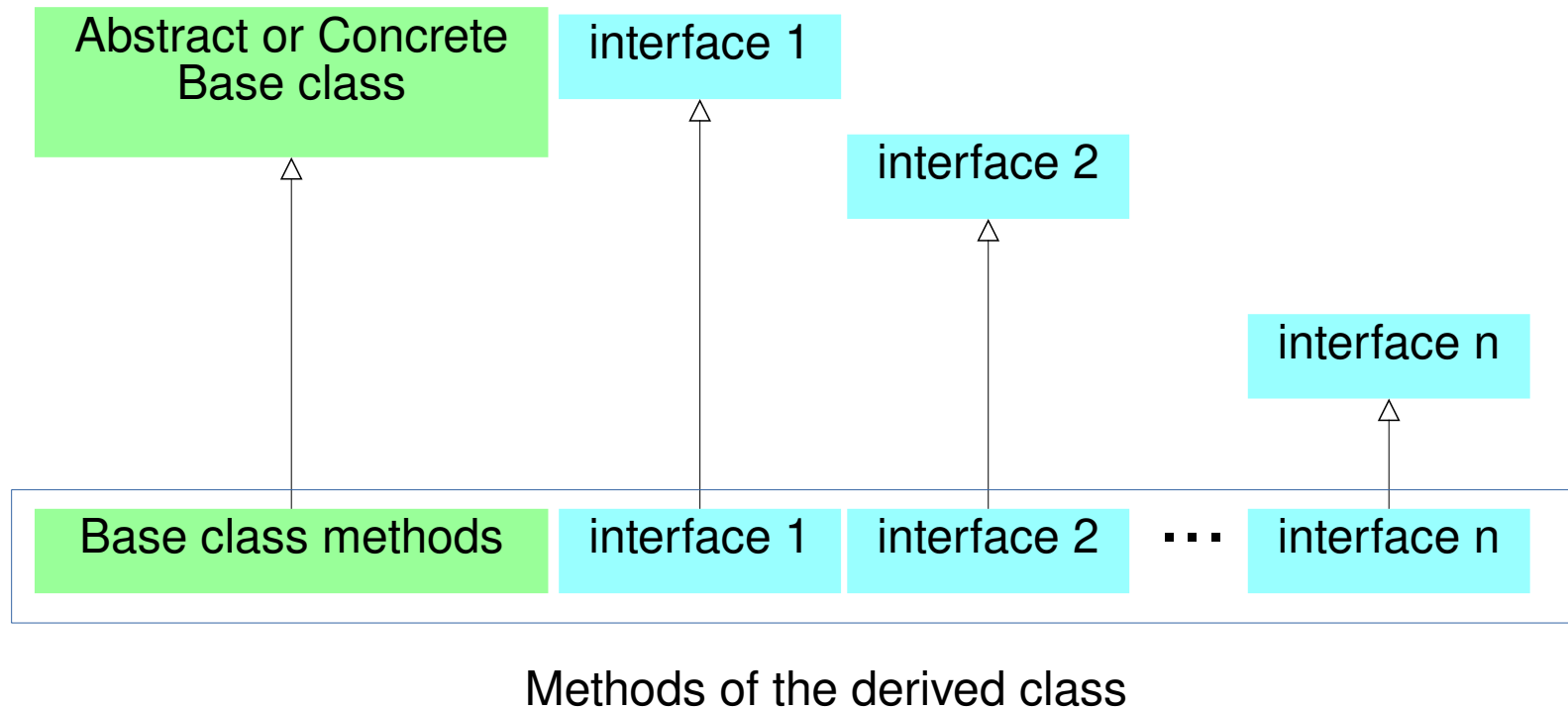
```
class ActionCharacter {  
    public void fight() {}  
}
```

```
class Hero extends ActionCharacter  
    Implements CanFight, CanSwim, CanFly{  
    public void fly() {}  
    public void swim() {}  
}
```

```
public class Adventure {  
    public static void t(CanFight x) { x.fight();}  
    public static void u(CanSwim x) { x.swim();}  
    public static void v(CanFly x) { x.fly();}  
    public static void w(ActionCharacter x) { x.fight();}  
    public static void main(String []args) {  
        Hero h = new Hero();  
        t(h); u(h); v(h); w(h);  
    }  
}
```

接口与抽象类

- 实现多个接口
 - 父类只能有一个普通类 / 抽象类



接口与抽象类

- 扩展接口

```
interface A {  
    ...  
}  
interface B extends A {  
    ...  
}  
  
interface D {  
    ...  
}  
interface D extends A, C {  
    ...  
}
```

内部类

- 内部类 (Inner class)
 - 定义在一个类的内部
 - 与组合不同
 - 帮助隐藏实现细节

Inner class

```
class Outer{
    ...
    class Inner{
        ...
    }
    ...
}
```

Composition

```
class Outer{
    ...
    Inner in = new Inner();
    ...
}
class Inner{
    ....
}
```

```
public class Sequence{
    private Object[] items;
    private int next = 0;
    public Sequence (int size) {items = new Object[size];}
    public void add(Object x){
        if (next < items.length)
            items[next++] = x;
    }
}
```

```
private class SequenceSelector implements Selector{
    private int i = 0;
    public boolean end() {return i == items.length;}
    public Object current () {return items[i];}
    public void next() { if(i < items.length) i++; }
}
```

```
public Selector selector(){
    return new SequenceSelector(s);
}
```

```
public static void main(String []args){
    Sequence seq = new Sequence(10);
    for (int i = 0; i < 10; ++i)
        seq.add(Integer.toString(i));
    Selector s = seq.selector();
    while(!s.end()) {
        System.out.println(s.current() + " ");
        s.next();
    }
}
```

```
interface Selector{
    boolean end();
    Object current();
    void next();
}
```

1. **Sequence** 类包含内部类 **SequenceSelector**
2. 内部类实现接口 **Selector**
3. 内部类能访问 **Sequence** 的 **private** 成员
4. 内部类为 **private**
5. 内部类的对象隐藏包含一个外部类对象的引用
- 多数情况下由编译器自动完成

upcasting: Object / selector()

内部类

- 内部类和外部类的关系
 - 内部类的对象隐含了一个引用，指向包含它的外部类对象
 - 如何在内部类中访问外部类对象的引用？
 - `OuterClassName.this`
 - 如何创建内部类的对象
 - 静态环境：`OuterClassObject.new`
 - 非静态环境，直接创建 (`this.new`)

匿名类

- 匿名内部类 (匿名类)

- 没有名字的内部类，没有构造函数，同时定义和创建
- 必须继承某个类，或实现某个接口

```
public class Parcel{  
  
    public Contents contents(){  
        return new Contents() {  
            // anonymous inner class definition  
            private int i = 11;  
            public int value() {return i;}  
        };  
    }  
  
    public static void main(String []args){  
        Parcel p = new Parcel();  
        Contents c = p.contents();  
    }  
}
```

```
public interface Contents{  
    int value();  
}
```

“创建一个实现 Contents 的匿名类”

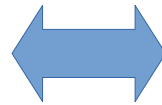
语法解释

1. “;” 为 return 语句的分号
2. 在 return 语句中定义匿名类
 - 实现 Contents 接口
 - 花括号内部
3. 创建一个改匿名类的对象
 - new Content () {}

匿名类

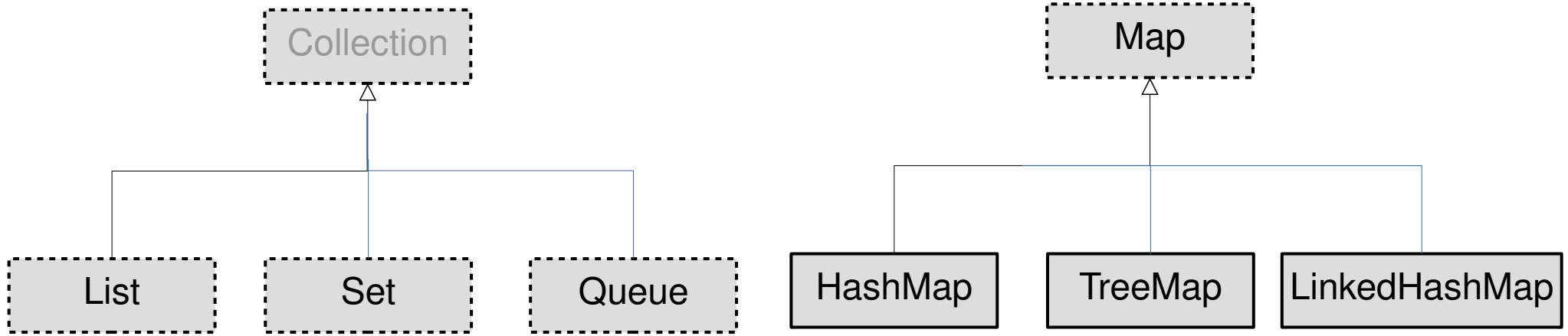
- 匿名类

```
public class Parcel{  
    public Contents contents(){  
        return new Contents() {  
            // anonymous inner class definition  
            private int i = 11;  
            public int value() {return i;}  
        };  
    }  
  
    public static void main(String []args){  
        Parcel p = new Parcel();  
        Contents c = p.contents();  
    }  
}
```



```
public class Parcel{  
    class PContents implements Contents{  
        private int i = 11;  
        public int value() {return i;}  
    }  
  
    public Contents contents(){  
        return new PContents() ;  
    }  
  
    public static void main(String []args){  
        Parcel p = new Parcel();  
        Contents c = p.contents();  
    }  
}
```

容器



容器

- 容器与泛型

```
public class ApplesAndOrangesWithGenerics {
    public static void main(String[] args) {
        ArrayList<Apple> apples = new ArrayList<Apple>();
        for(int i = 0; i < 3; i++)
            apples.add(new Apple());

        // Compile error!
        // apples.add(new Orange());
        for(int i = 0; i < apples.size(); i++)
            apples.get(i).id();
    }
    for(Apple c: apples)
        System.out.println(c.id());
}
```


容器

- upcasting 和多态

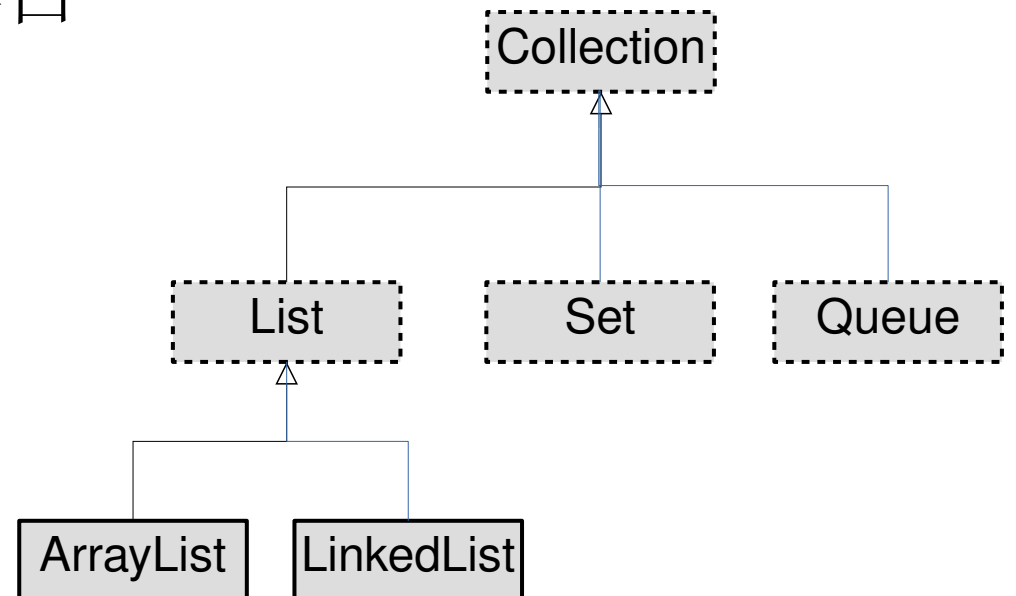
```
class GrannySmith extends Apple {}  
class Gala extends Apple {}  
class Fuji extends Apple {}  
class Braeburn extends Apple {}
```

```
public class GenericsAndUpcasting {  
    public static void main(String[] args) {  
        ArrayList<Apple> apples = new ArrayList<Apple>();  
  
        apples.add(new GrannySmith());  
        apples.add(new Gala());  
        apples.add(new Fuji());  
        apples.add(new Braeburn());  
        for(Apple c : apples)  
            System.out.println(c);  
    }  
}
```

容器

- List

- 实现原理
- 接口 : `add()`, `remove()`, `get()`...
- 迭代器
- LinkedList 与 Queue 接口



容器

- Set, Queue
 - 基本接口及使用
 - HashSet
- Map
 - 基本接口及使用
 - HashMap

异常

- 抛出异常
 - throw
- 处理异常
 - try, catch, finally
- 异常对象
 - Exception 类的子类

异常

- Upcasting 与多态

```
class SimpleException extends Exception { }

public class InheritingExceptions {

    public static void main(String[] args) {
        try {
            System.out.println("Throw SimpleException from f()");
            throw new SimpleException();
        } catch (Exception e) {
            System.out.println("Caught it!");
            System.out.println(e);
            System.out.println(e.printStackTrace(System.out));
        }
    }
}
```

异常

- 从方法中抛出异常
 - 方法的异常说明 `:throws`
 - 中断当前方法的执行，返回抛出的异常对象，在该方法的调用路径上寻找合适的 `catch`.

异常

```
bar() throws Type1Exception, Type2Exception{  
    ...  
    throw new Type1Exception ();  
    ...  
    throw new Type2Exception ();  
}
```

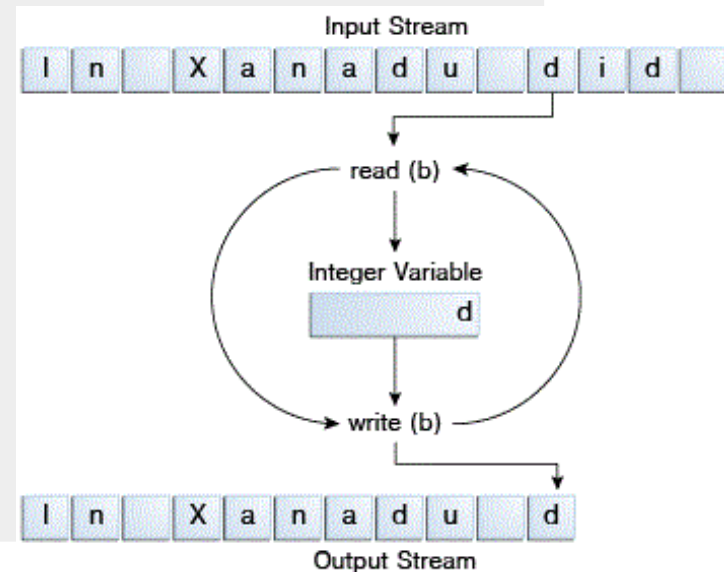
```
foo() {  
    try{  
        ...  
        bar();  
    }  
    catch (Type1Exception e){  
        ...  
    }  
    catch (Type2Exception e){  
        ...  
    }  
}
```

I/O

- I/O 流
 - InputStream/Reader
 - read()
 - OutputStream/Writer
 - write()
 - 抽象：数据的来源 / 数据的目的地
 - ByteArrayInputStream, FileStream...

I/O

```
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.IOException;
public class CopyBytes {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        FileInputStream in = null;
        FileOutputStream out = null;
        try {
            in = new FileInputStream("xanadu.txt");
            out = new FileOutputStream("outagain.txt");
            int c;
            while ((c = in.read()) != -1)
                out.write(c);
        } finally {
            if (in != null)
                in.close();
            if (out != null)
                out.close();
        }
    }
}
```



I/O

- 装饰器
 - FilterInputStream/FilterOutputStream
 - BufferedInputStream
 - DataInputStream

I/O

- Upcasting 和多态

```
FileInputStream fin = new FileInputStream("xanadu.txt");  
BufferedInputStream bf = new BufferedInputStream(fin);  
DataInputStream din = new DataInputStream(bf);
```

```
din.read(); din.readInt(); din.readDouble();
```

```
FileOutputStream fout = new FileOutputStream("xanadu.txt");  
BufferedOutputStream bf = new BufferedOutputStream(fout);  
DataOutputStream dout = new DataOutputStream(bf);
```

```
dout.write(1); dout.writeInt(10); dout.writeDouble(3.14);
```

泛型

- 如何定义泛型类，泛型接口

```
class Apple { }

public class Holder<T> {
    private T a;
    public Holder(T a) { this.a = a; }
    public void set(T a) { this.a = a; }
    public T get() { return a; }

    public static void main(String[] args) {
        Holder<Apple> h = new Holder<Apple>(
            new Apple());
        Apple a = h.get();
    }
}
```

```
public interface Generator<T> { T next(); }

public class Fibonacci implements Generator<Integer> {
    private int count = 0;
    public Integer next() { return fib(count++); }
    private int fib(int n) {
        if(n < 2) return 1;
        return fib(n-2) + fib(n-1);
    }
    public static void main(String[] args) {
        Fibonacci gen = new Fibonacci();
        for(int i = 0; i < 18; i++)
            System.out.print(gen.next() + " ");
    }
}
```

考试内容将不包含

- char 的 unicode 表示
- 赋值左值表达式，右值表达式
- 垃圾回收的实现原理
- 嵌套类，工厂模式
- TreeSet, LinkedHashSet, TreeHashMap, LinkedHashMap 的实现原理
- RTTI, type erasure, 被限定类型的泛型，通配符