

OOP with Java

Yuanbin Wu
cs@ecnu

OOP with Java

- 通知
 - Project 2 提交时间 3 月 15 日晚 9 点
 - Project 3 提交时间 3 月 29 日晚 9 点
- 课程讨论区 : Piazza
 - <https://piazza.com/ecnu.cn/spring2017/coms003113206201>
 - 请查看学号邮箱, 验证身份信息
 - webpage, App
- 成绩公布
 - 邮件

OOP with Java

- 关于实验课作业评分
 - 方案 1 (Light doc, soft code)
 - README: 程序如何编译, 运行, 参数
 - 如果代码运行失败, 根据代码情况打分
 - 方案 2 (Heavy doc, rigorous code)
 - README 需包括解题思路, 关键步骤, 伪代码 ...
 - 如果代码运行失败, 代码部分得分为 0
 - 关于文档 / 代码打分的主观部分, 原则上不回答 “为什么他的分数比我高” 及类似问题

- 复习
 - Java 操作符
 - 关系操作：布尔表达式, ==, .equals()
 - 逻辑操作：布尔表达式
 - 字符串连接：s+t; s+= t; .toString();
 - Java 控制结构
 - Foreach: for(int i : a)
 - Java 静态方法
 - 属于类的方法 vs 属于对象的方法
 - 不需要创建对象就可以调用
 - Main
 - Java 静态数据
 - 属于类的数据 vs 属于对象的方法
 - 不需要创建对象就可以访问

- 复习
 - Java 静态方法与静态数据

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

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

OOP with Java

- 创建对象
- **this** 关键字
- 销毁对象
- 成员初始化

OOP with Java

- 创建对象
- `this` 关键字
- 销毁对象
- 成员初始化

创建对象

- 构造函数 (Constructor)

- 一个函数
- 名称与类名相同
 - MyType
- 无返回值
- Let's try it

```
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);  
    }  
}
```


创建对象

- 构造函数
 - 带参数的构造函数
 - Let's try it
- 例子
 - String
 - Integer
- 默认构造函数 (Default Constructor)

创建对象

- 构造函数
 - 作用：初始化对象
- 无返回值 **vs** 返回值为 **void**
 - `MyType()`
 - `void MyType()`
- **new** 操作符的返回值
 - `new MyType();`

创建对象

- 问题：

```
Integer i1 = new Integer(11235);  
Integer i2 = new Integer("11235");
```

- 多个构造函数？

创建对象

- 函数重载 (Method Overloading)
 - 问题：C 语言编写函数实现以下功能：
 - 给定一个整数参数，输出这个参数
 - 给定一个字符串参数，输出这个字符串
 - 给定一个结构体，输出结构体的内容

```
int print_int(int *a);  
int print_str(const char* s);  
int print_struct_A(const struct A *t);  
int print_struct_B(const struct B *t);  
int print_struct_C(const struct C *t);
```

创建对象

- 观察 1

print

```
int print_int(int *a);  
int print_str(const char* s);  
  
int print_struct_A(const struct A *t);  
int print_struct_B(const struct B *t);  
int print_struct_C(const struct C *t);  
.....
```

考虑人类语言：

- we will say: wash the shirt, wash the car, wash the dog
- we won't say: shirtWash the shirt, carWash the car, dogWash the dog

创建对象

- 观察 2

```
int print_int(int *a);  
int print_str(const char* s);  
  
int print_struct_A(const struct A *t);  
int print_struct_B(const struct B *t);  
int print_struct_C(const struct C *t);  
.....
```

- 函数名随参数的不同而不同
- 冗余信息

创建对象

- C 语言不支持
 - 函数由函数名唯一确定

```
int print(int *a);  
int print(const char* s);  
  
int print(const struct A *t);  
int print(const struct B *t);  
int print(const struct C *t);  
.....
```

Java 是否支持？

创建对象

- 函数重载

- 函数名相同，参数类型 / 数量不同

- 优点

- 接口简洁，统一

```
public class Printer {  
  
    void print(int x) {  
        System.out.println("print an integer: " + x);  
    }  
    void print(MyType m) {  
        System.out.println("print a MyType: " + m.get());  
    }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        Printer p = new Printer();  
        p.print(3);  
        p.print(new MyType());  
    }  
}
```


创建对象

- 函数重载
 - 重载构造函数
 - Let's try it

```
Integer i1 = new Integer(11235);  
Integer i2 = new Integer("11235");
```

创建对象

- 函数重载
 - 如何区分不同的函数？ 函数名 + 参数列表
 - 参数列表：参数类型，参数顺序
 - `print(int i, String s) { ... }`
 - `print(String s, int l) { ... }`
 - 返回值？
 - 返回值不能重载

```
void f() { }  
int f() {return 1;}
```

```
int x = f();  
f();
```

创建对象

- 函数重载与基本类型的转换

```
public class PrimitiveOverloading {  
    void f(char x) { System.out.println("f(char)"); }  
    void f(byte x) { System.out.println("f(byte)"); }  
    void f(short x) { System.out.println("f(short)"); }  
    void f(int x) { System.out.println("f(int)"); }  
    void f(long x) { System.out.println("f(long)"); }  
    void f(float x) { System.out.println("f(float)"); }  
    void f(double x) { System.out.println("f(double)"); }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        PrimitiveOverloading p = new PrimitiveOverloading();  
        p.f('a');  
        byte x1 = 0; p.f(x1);  
        short x2 = 0; p.f(x2);  
        p.f(3); p.f(3L); p.f(3.0f); p.f(3.0d)  
    }  
}
```

创建对象

- 函数重载与基本类型的转换

```
public class PrimitiveOverloading {  
    // void f(char x) { System.out.println("f(char)"); }  
    void f(byte x) { System.out.println("f(byte)"); }  
    void f(short x) { System.out.println("f(short)"); }  
    void f(int x) { System.out.println("f(int)"); }  
    void f(long x) { System.out.println("f(long)"); }  
    void f(float x) { System.out.println("f(float)"); }  
    void f(double x) { System.out.println("f(double)"); }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        PrimitiveOverloading p = new PrimitiveOverloading();  
        p.f('a');  
        byte x1 = 0; p.f(x1);  
        short x2 = 0; p.f(x2);  
        p.f(3); p.f(3L); p.f(3.0f); p.f(3.0d)  
    }  
}
```

创建对象

- 函数重载与基本类型的转换

```
public class PrimitiveOverloading {  
    // void f(char x) { System.out.println("f(char)"); }  
    // void f(byte x) { System.out.println("f(byte)"); }  
    void f(short x) { System.out.println("f(short)"); }  
    void f(int x) { System.out.println("f(int)"); }  
    void f(long x) { System.out.println("f(long)"); }  
    void f(float x) { System.out.println("f(float)"); }  
    void f(double x) { System.out.println("f(double)"); }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        PrimitiveOverloading p = new PrimitiveOverloading();  
        p.f('a');  
        byte x1 = 0; p.f(x1);  
        short x2 = 0; p.f(x2);  
        p.f(3); p.f(3L); p.f(3.0f); p.f(3.0d)  
    }  
}
```

创建对象

- 函数重载与基本类型的转换

```
public class PrimitiveOverloading {  
    // void f(char x) { System.out.println("f(char)"); }  
    // void f(byte x) { System.out.println("f(byte)"); }  
    // void f(short x) { System.out.println("f(short)"); }  
    // void f(int x) { System.out.println("f(int)"); }  
    void f(long x) { System.out.println("f(long)"); }  
    void f(float x) { System.out.println("f(float)"); }  
    void f(double x) { System.out.println("f(double)"); }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        PrimitiveOverloading p = new PrimitiveOverloading();  
        p.f('a');  
        byte x1 = 0; p.f(x1);  
        short x2 = 0; p.f(x2);  
        p.f(3); p.f(3L); p.f(3.0f); p.f(3.0d)  
    }  
}
```

创建对象

- 函数重载与基本类型的转换
 - 当转换不损失精度 (up-casting)
 - 调用参数类型 "最近" 的函数
 - 例如 : `char` \rightarrow `int`, `byte` \rightarrow `short`, `short` \rightarrow `int`, `int` \rightarrow `long`, `long` \rightarrow `float`, `float` \rightarrow `double`
 - 当转换损失精度 (down-casting)
 - 需要强制转换
- 函数重载与 `toString()` 方法
 - `System.out.println()`;
- 函数重载与 autoboxing/unboxing
 - `int` and `Integer`

创建对象

- 构造函数

- 默认构造函数

- 当没有构造函数时，系统默认给定
 - 当给定构造函数时，没有默认构造函数

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


创建对象

- 总结
 - 构造函数
 - 默认构造函数
 - 函数重载

OOP with Java

- 创建对象
- **this** 关键字
- 销毁对象
- 成员初始化

this 关键字

- 含义
 - 在类的非静态方法中，返回调用该方法的对象的引用

```
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();  
        m.set(1);  
    }  
}
```

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

this 关键字

- 例子 1
 - 区分参数名称与数据成员名称

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

this 关键字

- 例子 2
 - 返回当前对象

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

this 关键字

- 例子 3
 - 作为其他方法的参数

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

class Worker {
    public static MyType increase(MyType m){
        m.set(m.get() + 1)
        return m;
    }
}
```

this 关键字

- 在构造函数中调用构造函数
 - this(...)
 - 出现在构造函数第一行
 - 只能调用一个构造函数

```
public class MyType {  
    int i;  
    double d;  
    char c;  
    void set(double x) { d = x; }  
    double get() { return d; }  
    MyType(double d) {this.d = d;}  
    MyType(int i) {this.i = i;}  
    MyType(int i, double d, char c){  
        this(d);  
        this.i = i; // can not use this(i) again  
        this.c = c;  
    }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        MyType m = new MyType();  
        m.set(1);  
    }  
}
```

this 关键字

类定义

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

对象 m

```
i = 0  
d = 0  
c = 0
```

```
MyType m = new MyType();
```

对象 n

```
i = 0  
d = 0  
c = 0
```

```
m.set(1.0);  
n.set(2.0);
```

```
MyType n = new MyType();
```

问题：set() 方法如何区分不同的对象？

答案：编译器在调用 set() 方法时，隐含的增加了参数 **MyType this**，用以传递调用 set() 方法的对象。因此在 set() 方法内部，this 指代到调用的对象。

this 关键字

- 如何使用静态方法实现对象的方法？

```
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();  
        m.set(1);  
    }  
}
```

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

this 关键字

- static 函数
 - 编译器不为其添加新的参数
 - 无法使用 this

this 关键字

- 总结
 - 在类的非静态方法中，返回调用该方法的对象的引用

OOP with Java

- 创建对象
- `this` 关键字
- 销毁对象
- 成员初始化

销毁对象

- 创建类的对象

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

- 使用对象的方法

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

- 销毁对象

- Java 自动销毁
- 垃圾回收机制 (Garbage Collection)
 - new \approx malloc
 - 不需要调用 free()

问题：垃圾回收能否保证对象被 " 正确 " 的销毁？

销毁对象

- 对象占有的资源
 - new 操作时系统分配的内存
 - 其他资源
 - 例如：文件描述符，锁 ..

系统自动分配

程序显式申请

销毁对象

```
public class Resource {  
    int i;  
    BufferedReader f;  
    Resource() { i = 0;}  
    void open() {  
        f= new BufferedReader(new FileReader(new File("a.txt")));  
    }  
    String readLine() { return f.readLine();}  
  
    public static void main(String [ ]args) {  
        Resource r = new Resource();  
        r.open();  
        ....  
    }  
}
```

系统自动分配

程序显式申请

销毁对象

- 对象占有的资源

- new 操作时系统分配的内存
- 其他资源

系统自动分配

程序显式分配

- 销毁对象占有的资源

- new 操作时系统分配的内存
- 其他资源

系统自动回收 (垃圾回收)

程序显式回收

垃圾回收不回收程序显式申请的资源！

销毁对象

```
public class Resource {  
    int i;  
    BufferedReader f;  
    Resource() { i = 0;}  
    void open() {  
        f= new BufferedReader(new FileReader(new File("a.txt")));  
    }  
    String readLine() { return f.readLine();}  
    void close() {  
        f.close();  
    }  
  
    public static void main(String [ ]args) {  
        Resource r = new Resource();  
        r.open();  
        ....  
        r.close();  
    }  
}
```

系统自动分配 / 回收 (垃圾回收)

程序显式申请

程序显式回收

销毁对象

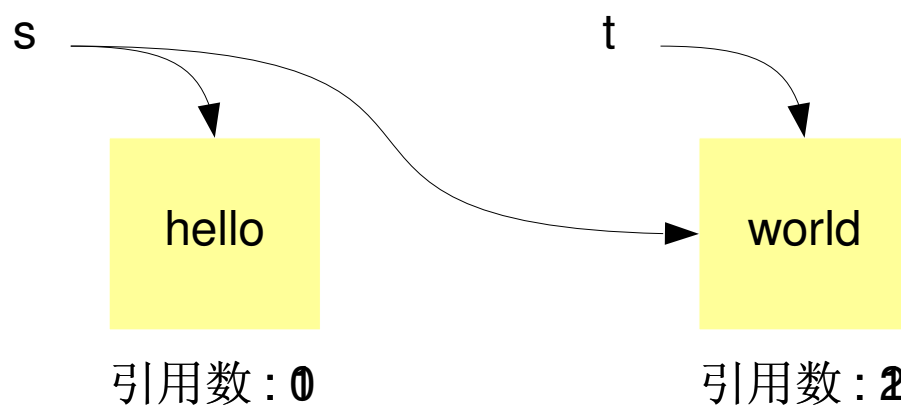
- 垃圾回收 (要点 1)

1. 仅回收 `new` 创建的内存 .

销毁对象

- 垃圾回收 (Garbage Collection, GC)
 - 对象的引用数
 - 多少个引用指向该对象
 - 引用数为 0 时 **Java** 虚拟机将对象标记为**可回收**

```
String s = new String("hello");  
String t = new String("world");  
s = t;
```



1. 内容为 "hello" 的对象可回收
2. 是否立即被回收?

否!

销毁对象

- 垃圾回收
 - JVM 的一个进程
 - 何时进行垃圾回收？
 - 当 Java 虚拟机 (JVM) 发现内存不够时尝试进行回收
 - 由 JVM 决定是否回收，何时回收（并非实时进行）
 - Garbage collection != free()
 - 为何如此设计？
 - 垃圾回收将占用系统资源，影响用户程序
 - 减少虚拟机进行垃圾回收的频率

销毁对象

- 垃圾回收
 - `System.gc()` 调用
 - 通知 JVM 可以进行垃圾回收
 - 类的 `finalize()` 方法
 - 对该对象进行垃圾回收之前，调用 `finalize()` 方法
 - 下一次垃圾回收时，再正式回收内存
 - 并非引用数为 0 时调用！
 - 不等于 C++ 析构函数！
 - 避免使用 `finalize()` 方法

销毁对象

- 垃圾回收 (要点 2)

2. 是否回收，何时回收由 Java 虚拟机控制。

销毁对象

- JVM 如何实现垃圾回收

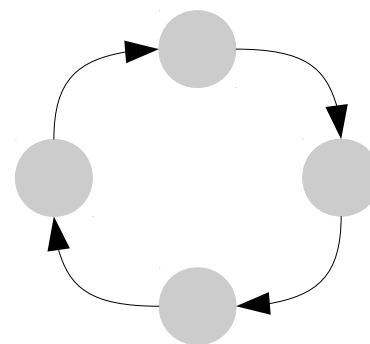
- 算法 1: 引用计数

- 每个对象包含一个计数器，记录指向该对象的引用数
 - 垃圾收集器检查所有的对象，若引用数为 0 则删除

- 问题

- 循环引用

- 基本没有 JVM 使用该方法



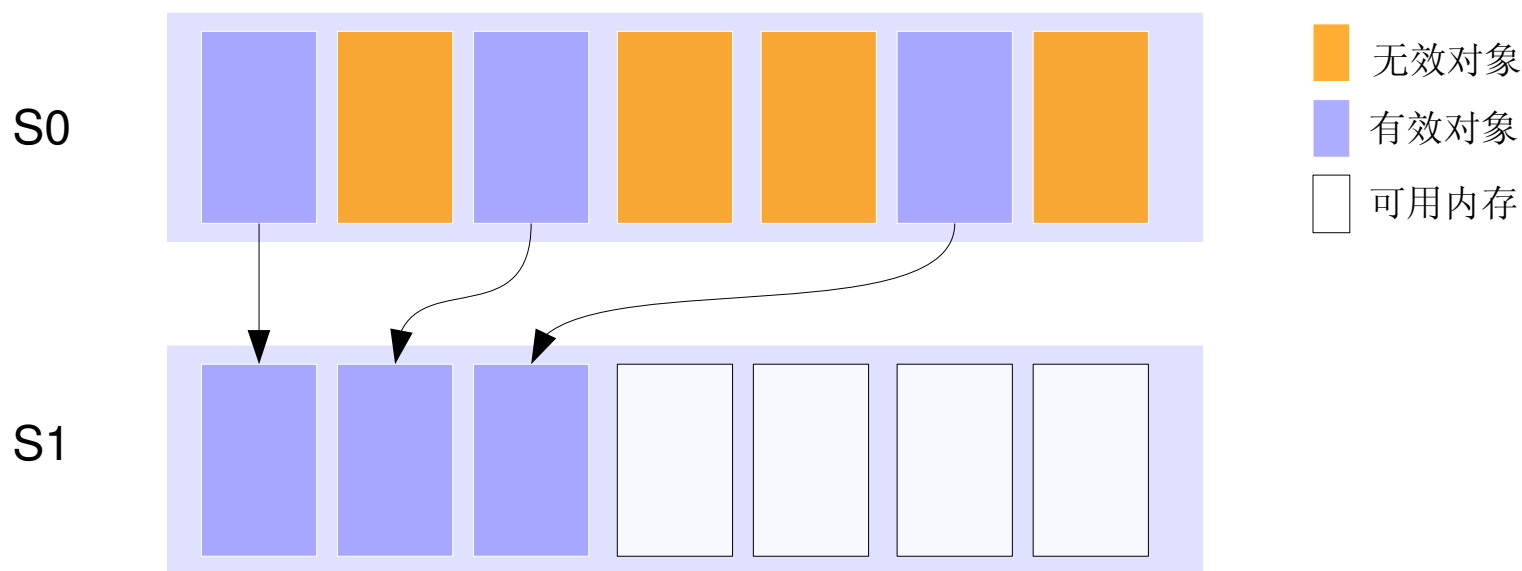
• JVM 如何实现垃圾回收

– 算法 2: stop-and-copy

- 找出所有有效的对象
 - 从栈上的引用出发可以找到所有的有效对象
- 每找到一个有效对象，将其拷贝到另外一块内存区域 (copy)
- 修改所有引的值
- 被垃圾搜集的程序将被停止 (stop)

– 特点

- 两倍空间
- 当程序稳定 (不容易产生垃圾) 时，copy 动作多余



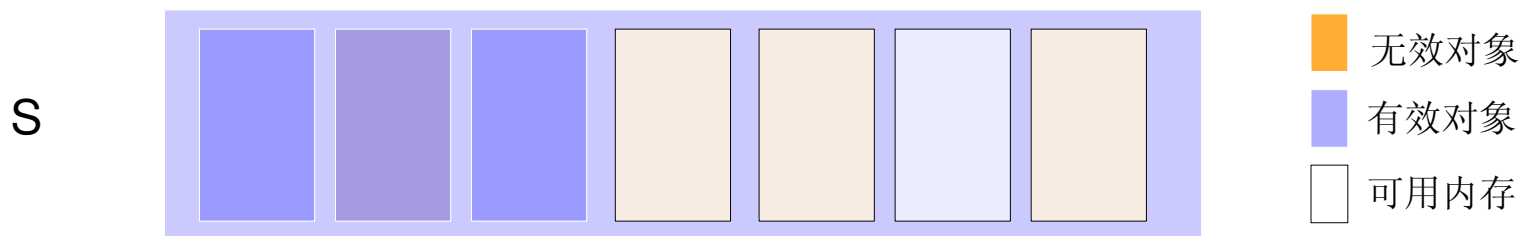
• JVM 如何实现垃圾回收

– 算法 3: mark-and-sweep

- 找出所有有效的对象
 - 从栈上的引用出发可以找到所有的有效对象
- 将有效对象标记为 1 (mark)
- 在当前内存区域重新放置有效对象 (sweep)
- 修改所有引的值

– 特点

- 当程序相对稳定 (不容易产生垃圾) 时 , 能快速完成收集
- 当程序容易产生垃圾时 , 效率较低



- JVM 如何实现垃圾回收

- 算法 4:

- 结合 stop-and-copy, mark-and-sweep
 - 当较容易产生垃圾时 : 使用 stop-and-copy
 - 当不容易产生垃圾时 : 使用 mark-and-sweep

- 如何判断是否容易产生垃圾

- 大多数对象生存周期较短
 - 每个对象记录其生存周期 (generation)
 - 经历了多少次垃圾搜集
 - 根据生存周期归类
 - 生存周期较小的对象 : 使用 stop-and-copy
 - 生存周期较大的对象 : 使用 mark-and-sweep

adaptive generational stop-and-copy mark-and-sweep
garbage collection

销毁对象

- 总结
 - 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.

OOP with Java

- 创建对象
- `this` 关键字
- 销毁对象
- 成员初始化

成员初始化

- 类数据成员的默认初始化

```
public class InitialValues {  
    boolean t;           // false  
    char c;              // '\u0000'  
    byte b;              // 0  
    short s;             // 0  
    int i;               // 0  
    long l;              // 0  
    float f;             // 0.0  
    double d;            // 0.0  
    InitialValues reference;  
  
    public static void main(String [ ]args) {  
        InitialValues iv = new InitialValues();  
    }  
}
```

成员初始化

- 类数据成员的初始化

```
public class InitialValues {  
    boolean t = true;  
    char c = 'x';  
    byte b = 47;  
    short s = 0xff;  
    int i = 999;  
    long l = 1;  
    float f = 3.14f;  
    double d = 3.14159;  
    InitialValues reference = new InitialValues();  
  
    public static void main(String [ ]args) {  
        InitialValues iv = new InitialValues();  
    }  
}
```

成员初始化

- 使用构造函数初始化

```
public class MyType {  
    int i;  
    double d;  
    char c;  
    void set(double x) { d = x; }  
    double get() { return d; }  
    MyType (int i, double d, char c){  
        this.i = i;  
        this.d = d;  
        this.c = c;  
    }  
    public static void main(String [ ]args) {  
        MyType m = new MyType(3, 3.14, 'x');  
        System.out.println(m.get());  
    }  
}
```

成员初始化

- 初始化的顺序
 - 所有数据成员初始化在构造函数调用前完成
 - 按照成员定义的顺序初始化

```
public class MyType {  
    int i = 1;  
    void set(double x) { d = x; }  
    double get() { return d; }  
    double d = 1.0;  
    MyType (int i, double d, char c){  
        this.i = i;  
        this.d = d;  
        this.c = c;  
    }  
    char c = 'a';  
    public static void main(String [ ]args) {  
        MyType m = new MyType(3, 3.14, 'x');  
    }  
}
```


成员初始化

- 静态数据成员初始化
 - 默认初始化与成员数据默认初始化相同

```
public class InitialValues {  
    static boolean t = true;  
    static char c = 'x';  
    static byte b = 47;  
    static short s = 0xff;  
    static int i = 999;  
    static long l = 1;  
    static float f = 3.14f;  
    static double d = 3.14159;  
    static InitialValues reference = new InitialValues();  
  
    public static void main(String [ ]args) {  
        InitialValues iv = new InitialValues();  
    }  
}
```

成员初始化

- 静态成员初始化

- 当第一个该类型的对象被创建时初始化
- 后续创建该类型的对象时不初始化
- 先初始化静态数据成员，后初始化对象数据成员

```
public class MyType {  
    int i = 1;  
    void set(double x) { d = x; }  
    double get() { return d; }  
    double d = 1.0;  
    MyType (int i, double d, char c){  
        this.i = i; this.d = d; this.c = c;  
    }  
    char c = 'a';  
    static int si = 10;  
    public static void main(String [ ]args) {  
        MyType m = new MyType(3, 3.14, 'x');  
    }  
}
```

成员初始化

- 总结
 - 对象的数据成员初始化
 - 类的静态成员初始化
 - 初始化的顺序

OOP with Java

- 创建对象
 - 构造函数概述
 - 重写方法
 - 默认构造函数
- **this** 关键字
- 销毁对象
 - 垃圾回收
- 成员初始化