面向对象的软件构造导论

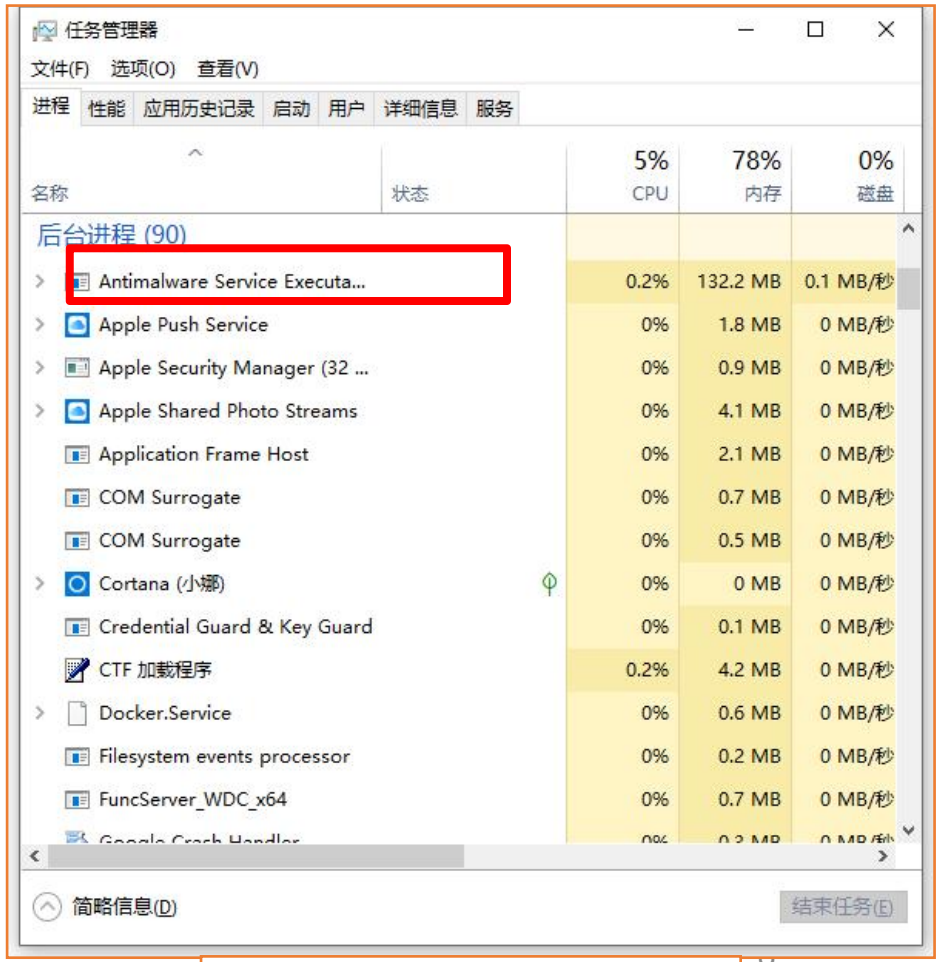
第十一章：泛型与反射

第十章（回顾）

- 进程与线程
- 多线程
- Java中对线程的控制
- 同步、死锁及如何避免
- 多线程应用—生产者与消费者模式
- 任务与线程池

什么是进程

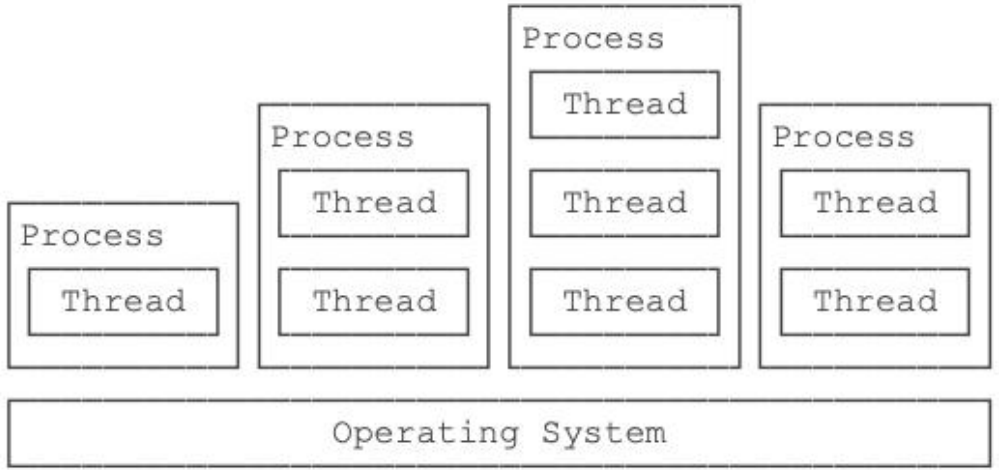
- 进程（Process）：正在运行的程序的实例
  - 私有空间，彼此隔离
  - 每个进程仿佛拥有整台计算机的资源
  - 多进程之间不共享内存
  - 进程之间通过消息传递进行协作
  - 一般来说：进程 == 程序 == 应用
    - ✓但一个应用中也可能包含多个进程

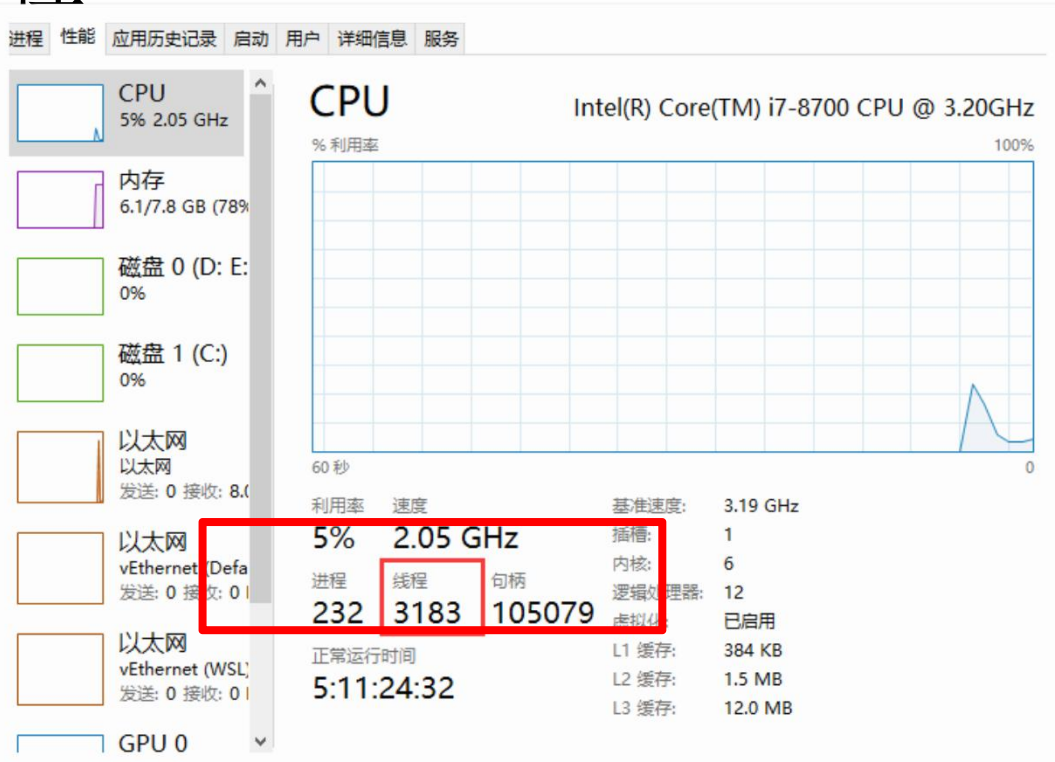


Windows 后台运行着许多进程

什么是线程

- 线程（Thread）：进程中一个单一顺序的控制流
  - 操作系统能够进行运算调度的最小单位
  - 包含在进程中，是进程的实际运作单位
  - 一个进程可以包含（并发）多个线程
  - 一个进程至少包含一个线程
  - 多个线程之间共享内存

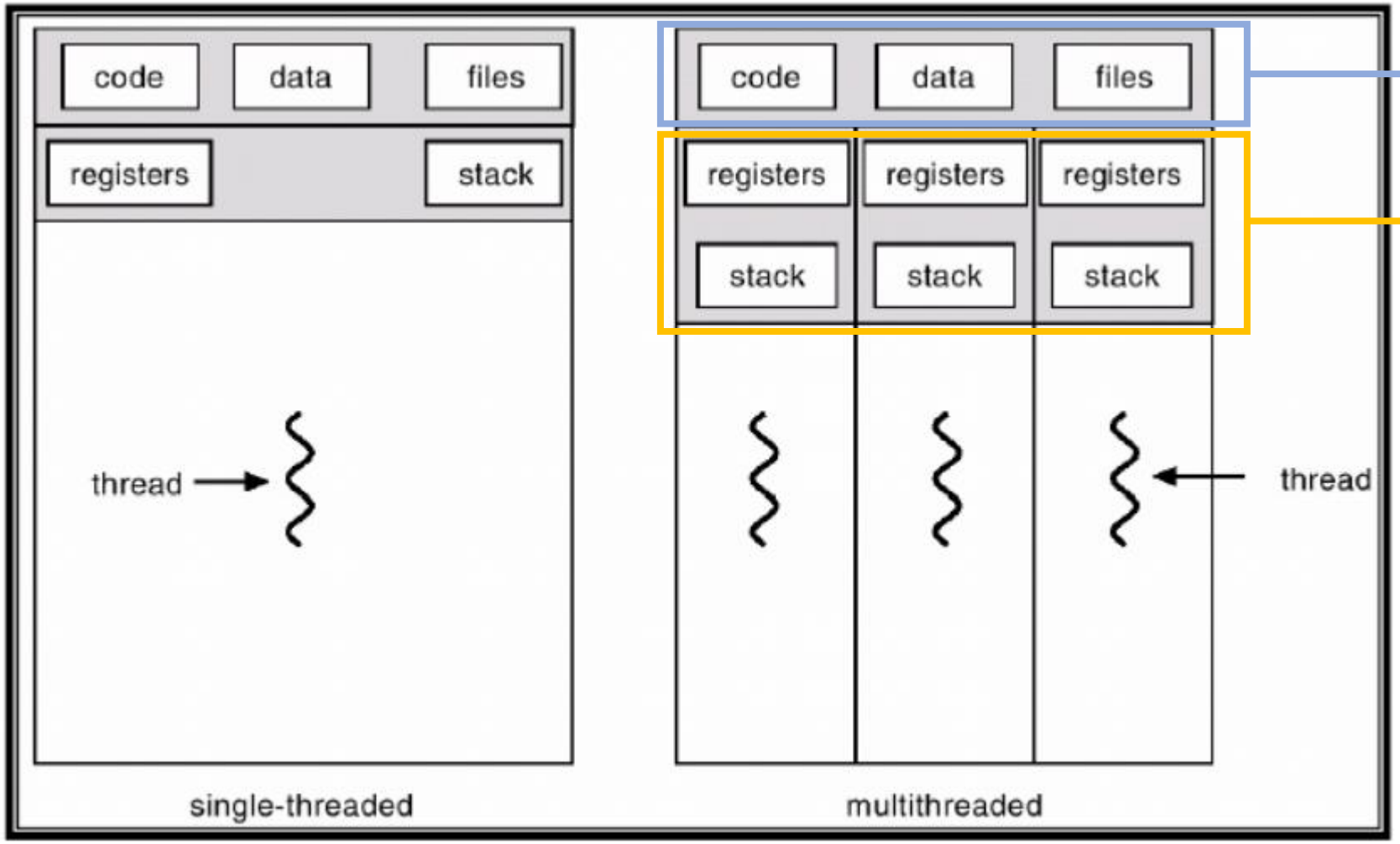




线程与进程

进程（Process）	线程（Thread）
重量级	轻量级
一个应用可以包含多个进程	一个进程可以包含多个线程
多个进程间 不共享内存	一个进程的多个线程间 共享内存
进程表现为 虚拟机	线程表现为 虚拟CPU

多线程

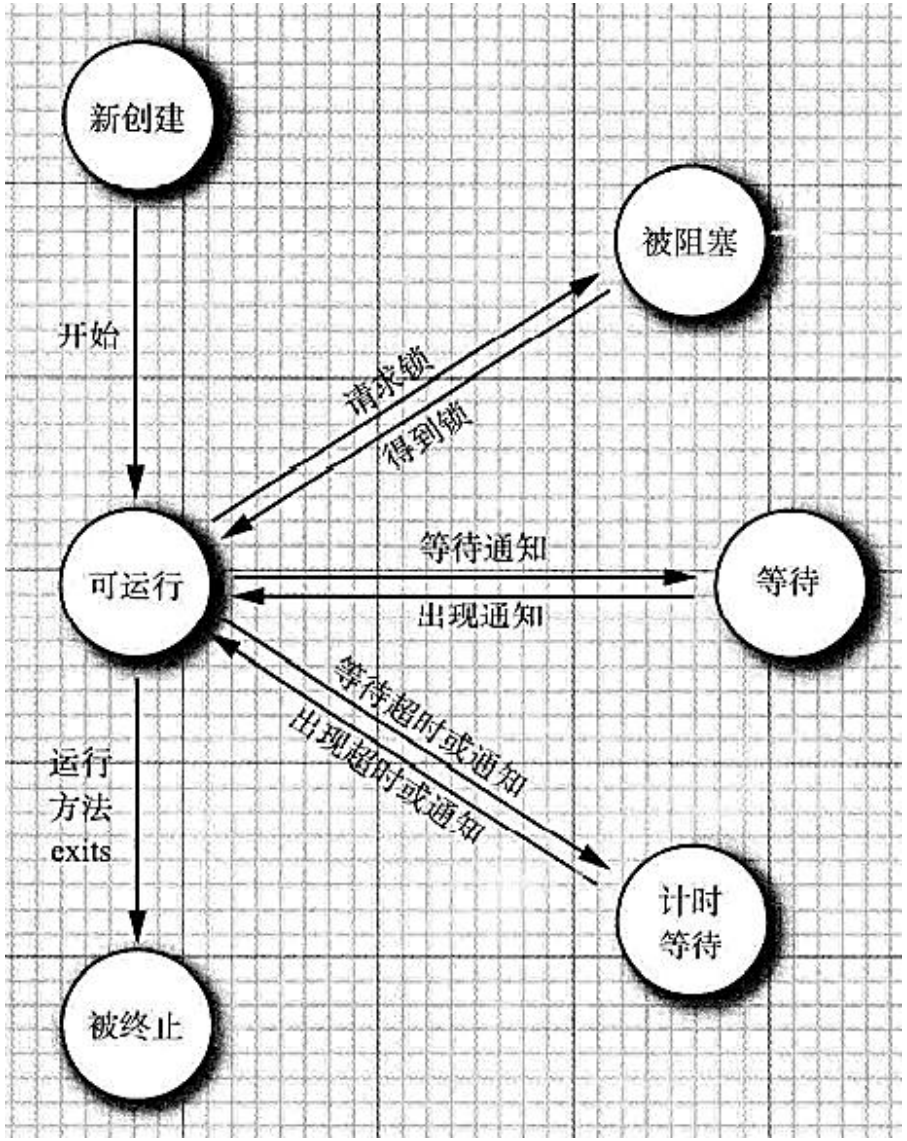


共享内存

不共享寄存器与栈

线程的状态

- 新建状态（New）
- 可运行状态（Runnable）
- 阻塞状态（Blocked）
- 等待状态（Waiting）
- 计时等待状态（Timed Waiting）
- 终止状态（Terminated）



创建线程

- 两种方式
  - 建立 Thread 类的子类
  - 实现 Runnable 接口
- 调用 start 方法
  - 启动线程，将引发调用 run 方法；
  - start方法将立即返回；
  - 新线程将并发运行。
- 注意：不能直接调用 run 方法
  - 直接调用 run 方法只会执行同一个线程中的任务，而不会启动新线程。

1
```java
public class Thread1 extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("New Thread");
    }
}
```

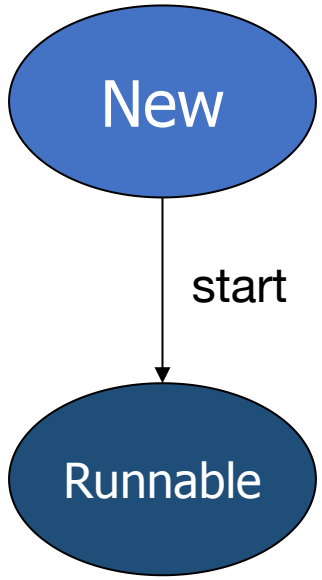
2
```java
public class Thread2 implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("New Thread");
    }
}

public class Main {
    public static void main(String[] args){
        new Thread1().start();
        new Thread(new Thread2()).start();
    }
}
```

New

创建线程

- Runnable更常用，其优势在于：
  - 任务与运行机制解耦，降低开销；
  - 更容易实现多线程资源共享；
  - 避免由于单继承局限所带来的影响。

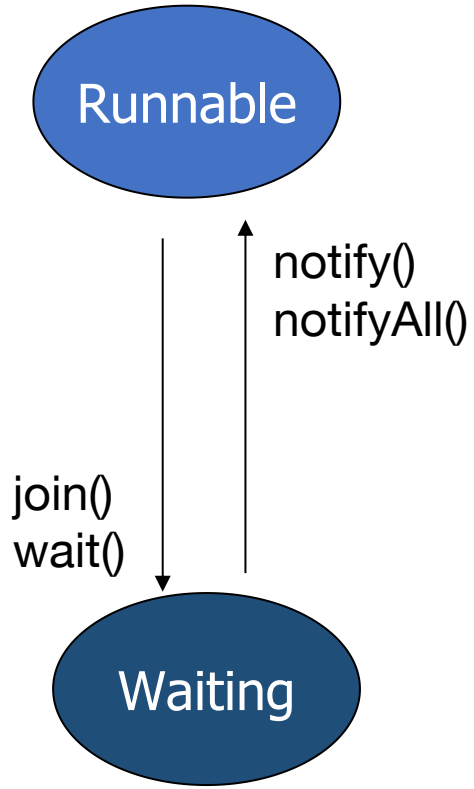
```java
public class Thread1 extends Thread {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("New Thread");
    }
}
public class Thread2 implements Runnable {
    @Override
    public void run() {
        System.out.println("New Thread");
    }
}
public class Main {
    public static void main(String[] args){
        new Thread1().start();
        new Thread(new Thread2()).start();
    }
}
```



线程等待

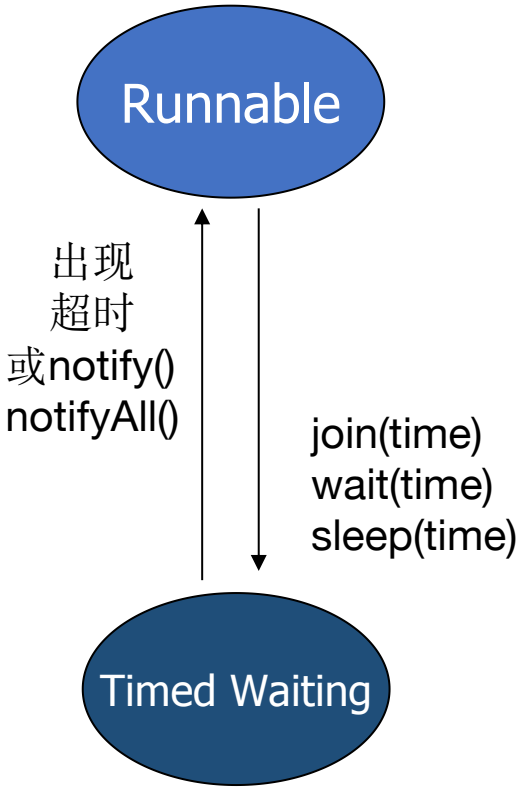
- 运行→等待：
  - 情形1： 当前线程对象调用Object.wait()方法；
  - 情形2： 其他线程调用 Thread.join()方法。

- 等待→运行：
  - 情形1： 等待的线程被其他线程对象唤醒，调用Object. notify()或者Object. notifyAll()。
  - 情形2： 调用 Thread.join()方法的线程结束。



线程计时等待

- 运行→计时等待：
  - 情形1：当前线程对象调用Object.wait(time)方法；
  - 情形2：其他线程调用 Thread.join(time)方法。
  - 情形3：当前线程调用 Thread.sleep(time)方法。



- 计时等待→运行：
  - 区别于等待，它可以在指定的时间自行返回。

同步、死锁及如何避免

线程同步

- 当多个线程同时运行时，线程的调度由操作系统决定，程序本身无法决定。因此，任何一个线程都有可能在任何指令处被操作系统暂停，然后在某个时间段后继续执行。
- 如果多个线程同时读写共享变量，会出现数据不一致的问题。

```
class Counter {
    public static int count = 0;
}
class AddThread extends Thread {
    public void run() {
        for (int i=0; i<500; i++) { Counter.count += 1; }
    }
}
```

```
class DecThread extends Thread {
    public void run() {
        for (int i=0; i<500; i++) { Counter.count -= 1; }
    }
}
```

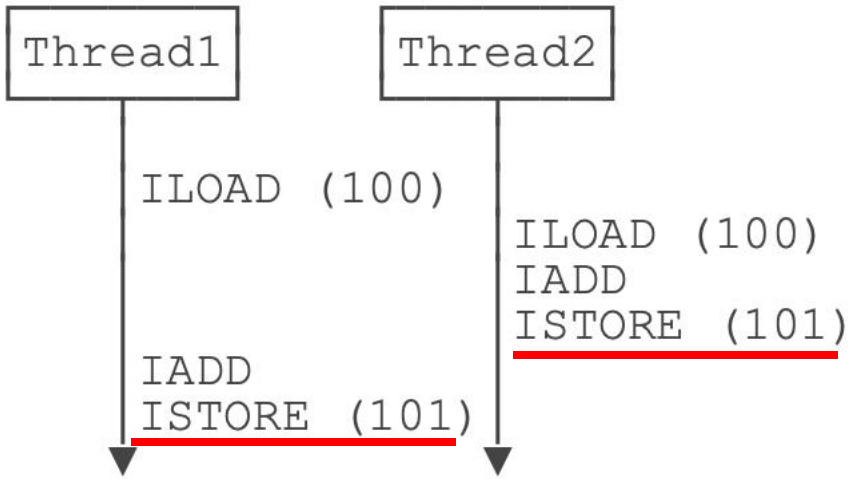
执行上面两个线程的输出结果是什么？什么原因导致的？如何避免？

线程同步

- 原子操作：指不能被中断的一个或一系列操作。即要么完全执行，要么完全不执行，不存在执行了一半的情况。

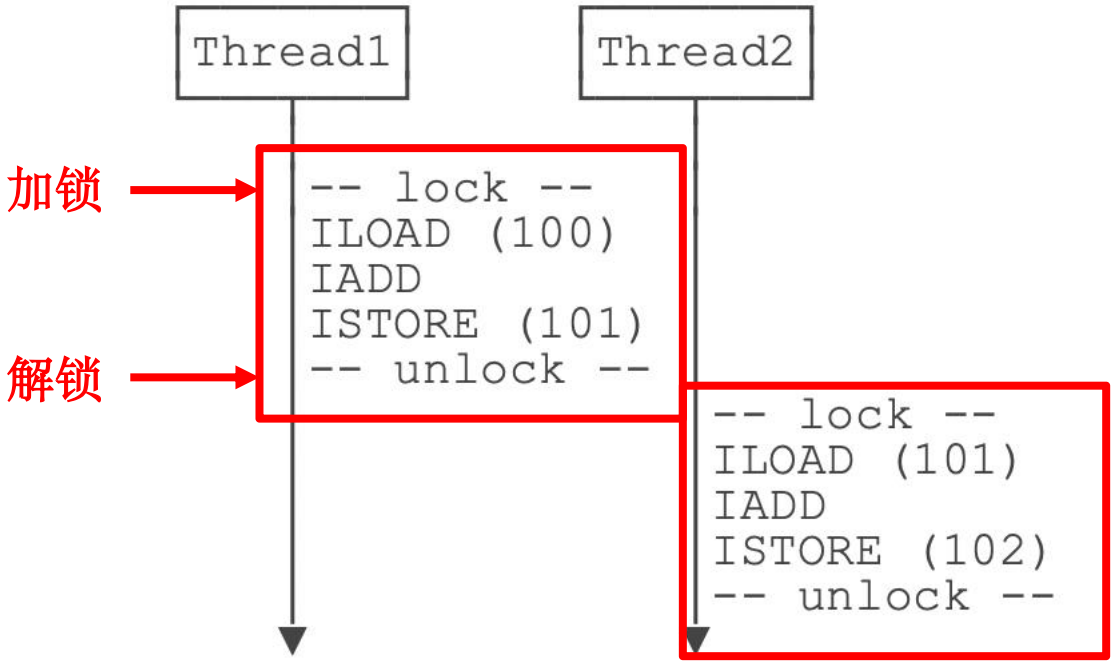
- 例子：n = n + 1; 看上去是一行语句，实际上对应了3条指令

ILOAD	取数
IADD	加法运算
ISTORE	结果保存



线程同步

- 这说明多线程模型下，要保证逻辑正确，对共享变量进行读写时，必须保证一组指令以原子方式执行：即某一个线程执行时，其他线程必须等待。



线程死锁

```
class PerA implements Runnable{
    public void run() {
        try {
            System.out.println( “ PerA: 我有蓝色钥匙请给
我红色钥匙");
            while(true){
                synchronized (DeadLock.bluekey) {
                    System.out.println(" PerA 锁住蓝色钥匙");
                    Thread.sleep(3000); // 此处等待是给PerB机会
                    synchronized (DeadLock.redkey) {
                        System.out.println(“ PerA 拿两把钥匙开锁");
                        Thread.sleep(60 * 1000); // 为测试
                    }
                }
            }
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

```
class PerB implements Runnable{
    public void run() {
        try {
            System.out.println(“ PerB：我有红色钥匙请给
我蓝色钥匙");
            while(true){
                synchronized (DeadLock.redkey) {
                    System.out.println(“ PerB 锁住红色钥匙");
                    Thread.sleep(3000); // 此处等待是给PerA机会
                    synchronized (DeadLock.bluekey) {
                        System.out.println(“ PerB拿两把钥匙开锁");
                        Thread.sleep(60 * 1000); // 为测试
                    }
                }
            }
        } catch (Exception e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

线程死锁

- 结果

PerA: 我有蓝色钥匙请给我红色钥匙
PerA 锁住蓝色钥匙
PerB：我有红色钥匙请给我蓝色钥匙
PerB 锁住 红色钥匙

- 死锁:在线程A(PerA)持有**蓝色钥匙**并想获得**红色钥匙**的同时，线程B(Per)B持有**红色钥匙**并尝试获得**蓝色钥匙**，那么这两个线程将永远地等待下去。
- 避免死锁：线程获取锁的顺序要一致。即严格按照先获取蓝色钥匙，再获取红色钥匙的顺序，或者先获取红色钥匙，再获取蓝色钥匙的顺序。

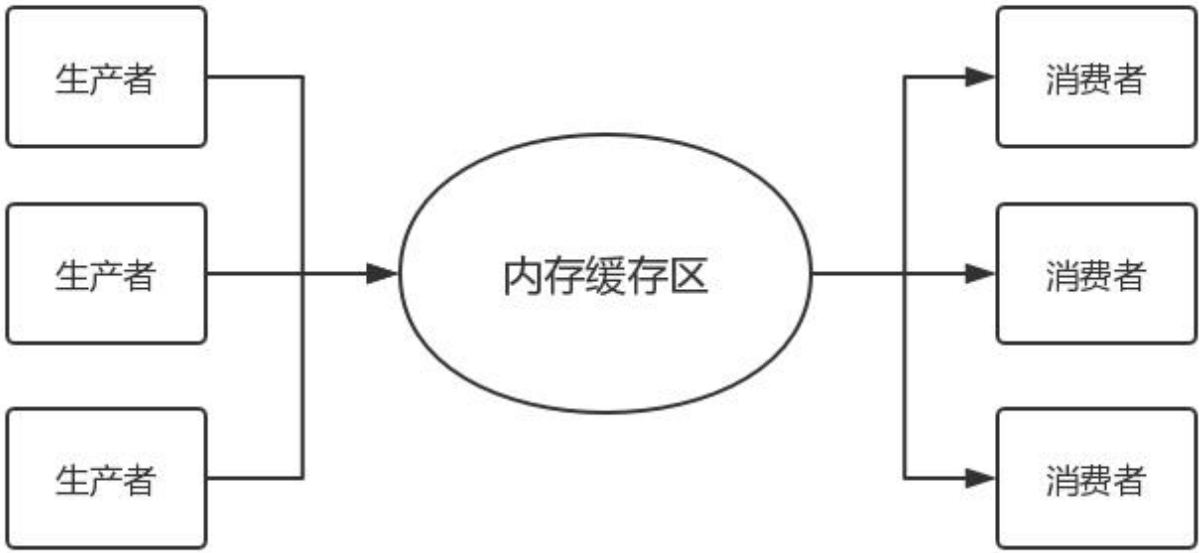
多线程应用
生产者-消费者设计模式

生产者-消费者设计模式

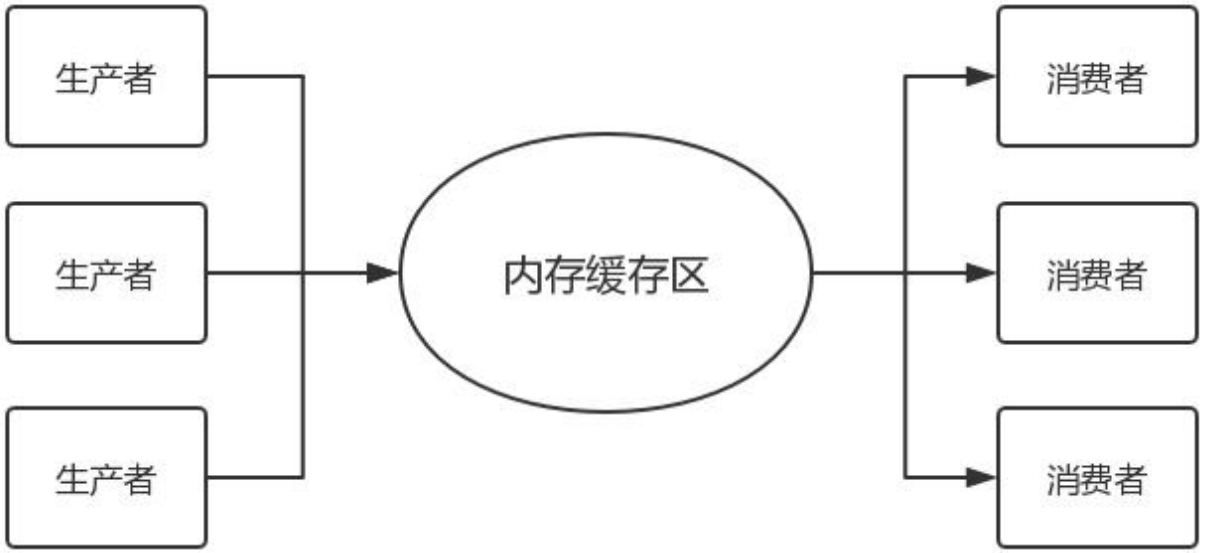
- 在实际的软件开发过程中，经常会碰到如下场景:

某个模块负责产生数据，这些数据由另一个模块来负责处理（此处的模块是广义的，可以是类、函数、线程、进程等）。

- 产生数据的模块，就形象地称为生产者；而处理数据的模块，就称为消费者。



生产者-消费者设计模式



- 如果生产者生产速度过快，消费者消费的很慢，并且缓存区达到了最大时。缓存区会阻塞生产者，让生产者停止生产，等待消费者消费了数据后，再唤醒生产者
- 当消费者消费速度过快时，缓存区为空时。缓存区则会阻塞消费者，待生产者向队列添加数据后，再唤醒消费者。

生产者-消费者设计模式

- **问题**:
  - 如何保证缓存区中数据状态的一致性?
  - 如何保证消费者和生产者之间的同步和协作关系?

- **方案**:
  - 加同步锁 (synchronized)
  - 利用线程内部直接的通信 (Object的wait() / notify()方法)

生产者-消费者设计模式

Java代码实现缓冲区

```
public class Buffer {
    private List<Integer> data = new ArrayList<>();
    private static final int MAX = 2;
    private static final int MIN = 0;
    public void put(int value){
        while (true){
            try {//模拟生产数据
                Thread.sleep(500);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            synchronized (this){
//当容器满的时候，producer处于等待状态
                while (data.size() == MAX){
                    System.out.println("buffer is full,waiting ...");
                    try {
                        wait();
                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
                //没有满，则继续produce
                System.out.println("producer--"+
Thread.currentThread().getName()+"--put:" +
value);
                data.add(value);
//唤醒其他所有处于wait()的线程，包括消费者和生产者
                notifyAll();
            }
        }
    }
```

生产者-消费者设计模式

Java代码实现缓冲区

```
public Integer take(){
        Integer val = 0;
        while (true){
            try {{//模拟消费数据
                Thread.sleep(500);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            synchronized (this){
                //如果容器中没有数据，consumer处于等待状态
                while (data.size() == MIN){
                    System.out.println("buffer is
empty,waiting ...");
                    try {
                        wait();
                    } catch (InterruptedException e) {
                        e.printStackTrace();
                    }
                }
                //如果有数据，继续consume
                        val = data.remove(0) ;
                        System.out.println("consumer--"+
Thread.currentThread().getName()+"--take:" +
val);

                //唤醒其他所有处于wait()的线程，包括消费者和生
产者
                        notifyAll();
                    }
                }
            }

        }
```

生产者–消费者设计模式

Java代码实现
生产者

```
public class Producer implements Runnable{
    private Buffer buffer;
    public Producer(Buffer buffer) {
        this.buffer = buffer;
    }
    @Override
    public void run() {
        buffer.put(new Random().nextInt(100));
    }
}
```

生产者–消费者设计模式

Java代码实现

消费者

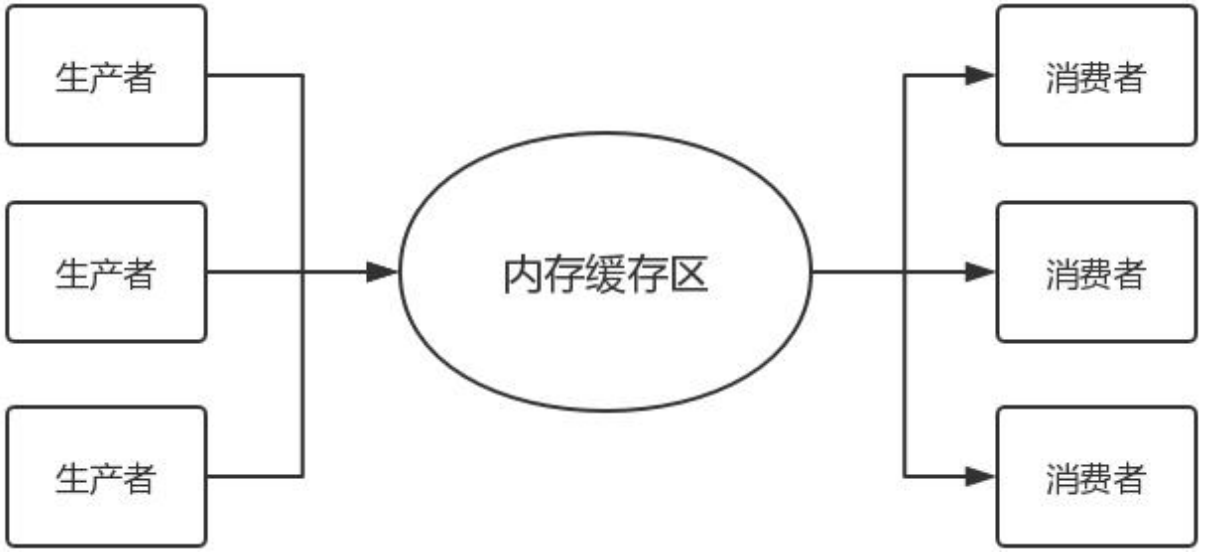
```
public class Consumer implements Runnable{
    private Buffer buffer;
    public Consumer(Buffer buffer) {
        this.buffer = buffer;
    }
    @Override
    public void run() {
        Integer val = buffer.take();
    }
}
```

生产者-消费者设计模式

- 问题:
  - 为什么缓冲区的判断条件是 while(condition) 而不是 if(condition)?
  - Java中要求wait()方法为什么要放在同步块中?

- 答案:
  - 防止线程被错误的唤醒 (Spurious Wake-Up)
  - 防止出现无法唤醒 (Lost Wake-Up)

生产者-消费者设计模式



- 好处：
  - 并发（异步）：生产者和消费者各司其职，生产者和消费者都只需要关心缓冲区，不需要互相关注，通过异步的方式支持高并发，将一个耗时的流程拆成生产和消费两个阶段。
  - 解耦：生产者和消费者进行解耦（通过缓冲区通讯）。

任务与线程池

任务

问题：希望线程结束时**返回**一个运行/计算**结果**

- Runnable：封装一个异步运行的任务，没有参数和返回值
- Callable：封装一个异步运行的任务，有返回值
  - 需实现 call 方法
  - Callable<Integer> 表示返回 Integer 对象的异步计算任务
  - 可以抛出异常
  - 不能直接进行线程操作，也不能传入Thread

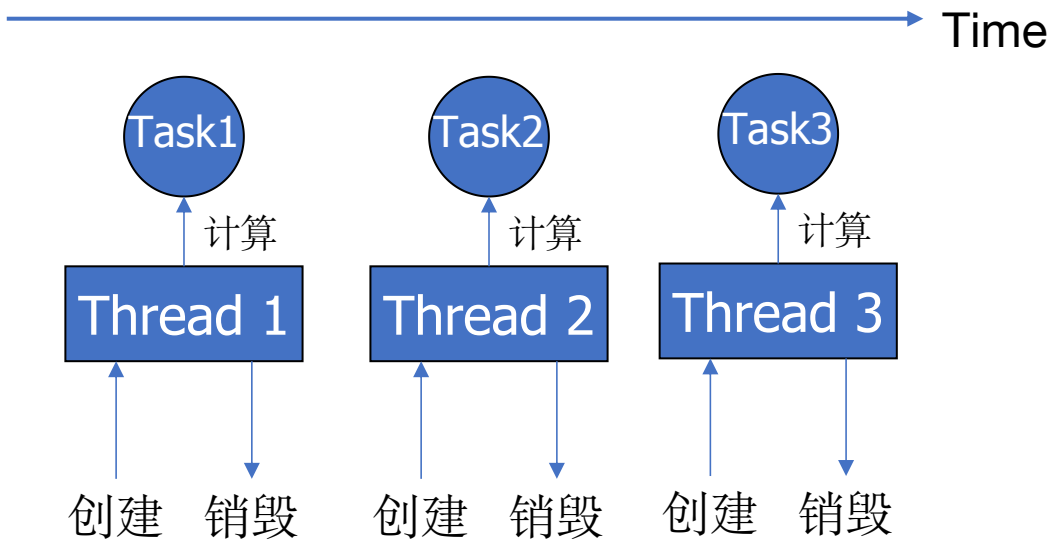
```
public interface Callable<V>{

    V call throws Exception;

}
```

线程池

问题：频繁创建/终止大量线程，会带来大量开销，怎么办？

- 线程池（Thread Pool）

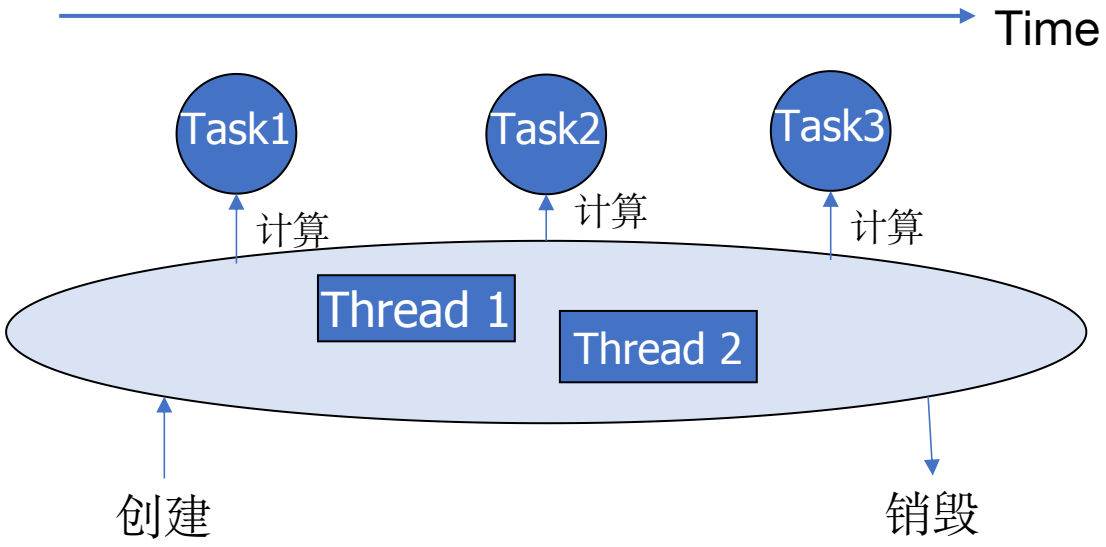
不使用线程池



为每个任务创建一个线程，任务完成后线程销毁

类比：每次有活时，招募工人，干完活遣散工人
再有活时，再招募工人

使用线程池



提前在线程池中创建线程，任务来时线程执行任务，执行完毕后线程休息，等待下一个任务

类比：提前招募若干工人组成施工队，有活时安排工人工作，
工人完成工作后休息，等待下一次被安排工作

课程导航（第十一章）

- 为什么需要泛型？什么是泛型？
- 泛型类、泛型方法、泛型接口
- 泛型的通配符
- 泛型的设计——模板方法模式
- 反射
- 设计安全的全局单例

为什么需要泛型

- 考虑以下代码存在问题

```
ArrayList list = new ArrayList();
list.add("str");
list.add(100);
list.add(true);
String name = (String) list.get(0);
```

1.没有错误检查，可以向数组列表内添加任何对象。

2.获取一个值时必须进行强制类型转换。

什么是泛型

- Java泛型是Java5中引入的一个新特性，提供了编译时类型安全监测机制，该机制允许我们在编译时检测到非法的数据结构。
  - 引入参数类型（type parameters），将所有操作的数据类型被指定为一个参数。

如指定泛型String

```
ArrayList<String> list = new ArrayList<>();
list.add("str");
String name = list.get(0);
```

```
ArrayList list = new ArrayList<>();
list.add("str");
String name = (String) list.get(0);
```

当调用get方法时，不需要进行强制类型转换，编译器就知道返回结果值类型为String，而不是Object。

什么是泛型

- 考虑以下操作是否可行

```
ArrayList<String> list = new ArrayList<>();
list.add(100);
```

- 不可行原因，编译器提示

```
Required type: String
Provided: int
```

编译器知道List<String> 中add方法有一个类型为String的参数，相对使用Object类型更加安全。在编译阶段检测到非法的数据类型。

课程导航

- 为什么需要泛型？什么是泛型？
- 泛型类、泛型方法、泛型接口
- 泛型的通配符
- 泛型的设计——模板方法模式
- 反射
- 设计安全的全局单例

泛型类（1）

- 泛型类（generic class）就是具有一个或多个类型变量的类。
  - 语法格式：在类名之后声明泛型，泛型类先声明类型变量再使用。类型变量通常使用较短的大写，如 T, E, K, V等 。

声明单个泛型

```
class Generic<T> {          //声明类的泛型 <T>
    public T t;                         //变量t的类型为泛型T
    public Generic(){}
    public Generic(T t){                //传入参数的类型为T
        this.t = t;
    }
    public void fun1(T t) {}
    public T fun2(T t) {}               //函数返回值为类型T
}
```

泛型类（2）

- 类型参数（又称类型变量）作占位符，指示分配的类型
  - E：(Element) 元素
  - K：(Key) 键
  - N：(Number) 数字
  - T：(Type) 类型
  - V：(Value) 值
  - S、U、V 等：多参数情况中的第 2、3、4 个类型

```
public class Generic<T>{
    ......
}
```

泛型类（3）

- 单个泛型类使用

```
class Generic<T> {
    public T t;
    public void fun(T t) {}
}

Generic<String> g1 = new Generic<>();
g1.t = "str";                    //此处为合法数据类型
g1.t = 100;                      //此处为非法数据类型

Generic<Integer> g2 = new Generic<>();
g2.t = 100;                      //此处为合法数据类型
```

泛型类（4）

多个泛型类使用

```
class Generic<T, E> {
    public T t;
    public E e;
    public void fun(T t, E e) {}
}

Generic<String, Integer> g3 = new Generic<>();
g3.t = "str";
g3.e = 100;
```

- 注意，声明泛型不能使用基本数据类型，如int不行，需为Integer

```
Generic<int> g = new Generic<>();
Generic<Integer> g = new Generic<>();
```

泛型类（4）

- 多个泛型类使用

基本类型	对应包装类	是否引用类型
`byte`	`Byte`	✅ 引用类型
`short`	`Short`	✅
`int`	`Integer`	✅
`long`	`Long`	✅
`float`	`Float`	✅
`double`	`Double`	✅
`char`	`Character`	✅
`boolean`	`Boolean`	✅

泛型方法（1）

- 泛型方法可以定义在普通类中，也可以定义在泛型类中。泛型类中使用了泛型成员的方法不是泛型方法，**只有声明泛型的方法才是泛型方法**。

注意以下不是泛型方法

```
class Generic<T> {
    public T t;
    public void func(T t) {}
}
```

未显式地声明泛型方法

注意以下是泛型方法

```
class Generic<T> {
    public T t;
    public <T> void func(T t) {}
}
```

泛型方法（2）

```
非泛型类中定义泛型方法
class GenericFun{
    public <T,E> void fun1(E e){}
    public <T> T fun2(T t){
        return t;
    }
}
```

- 调用泛型方法时，在方法名前的尖括号中填入具体类型。

```
GenericFun g = new GenericFun();
g.<String>fun2("str");
```

- 多数情况下，方法调用可以省略类型参数。

```
g.fun2(“str”);//返回值为str
```

泛型方法（3）

泛型类中定义泛型方法

```
class GenericFun<K>{
    public <T> T fun2(T t,K k){
        return null;
    }
}
```

- 使用泛型方法，此处传入参数必须与泛型类声明的类型一致

```
GenericFun<Integer> g = new GenericFun<>();
g.fun2("str1",123) ;
```

泛型方法（4）

- 如果泛型方法的泛型与泛型类声明的泛型名称一致，则泛型方法中的泛型会覆盖类的泛型。

```
class GenericFun<K>{
    public <T,K> T fun2(T t, K k){
        return null;
    }
}
```

- 使用泛型方法，此时类的泛型为Integer，泛型方法传入的参数为两个String

```
GenericFun<Integer> g = new GenericFun<>();
g.fun2("str1","str2") ;
```

泛型方法（5）

- 类的静态泛型方法，不得使用泛型类中声明的泛型，可以独立声明。

```
class GenericStaticMethod<K>{
    private K k;
    public GenericStaticMethod(K k){
        this.k=k;
}
    public static GenericStaticMethod <K> fun1(K k){
        return new GenericStaticMethod <K>(k)}
}//报错：无法从静态上下文中引用非静态类型变量K
    public static <K> GenericStaticMethod<K> fun1(K k){
        return new GenericStaticMethod<K>(k)}
}//可以编译成功
            public static <T> GenericStaticMethod<T> fun1(T t){
        return new GenericStaticMethod<T>(t)}
}//写成另一种类型
```

泛型方法

```
// 定义类 Durian 时使用了泛型声明
class Durian<T> {
    // 使用T类型形参定义实例属性
    private T info;

    // 下面方法中使用T类型形参来定义构造函数
    public Durian(T info) {   this.info = info; }
    public void setInfo(T info) { this.info = info;}
    public T getInfo() {       return this.info;}

        // 静态泛型方法应该使用其他类型区分:
    public static <K> Durian<K> readyear(K info) {
        return new Durian<K>(info);
    }
}
```

泛型方法

```
public class GenericDurian {
    public static void main(String[] args) {
        // 由于传给T形参的是String，所以构造器参数只能是String/
        Durian<String> a1 = new Durian<>("猫山王");//名字
        System.out.println(a1.getInfo());
        // 由于传给T形参的是Double，所以构造器参数只能是Double
        Durian<Double> a2 = new Durian<>(1.23);//重量
        System.out.println(a2.getInfo());

        Durian<Integer> a3 = Durian.readyear(2022);
        System.out.println(a3.getInfo());
    }
}
```

```
public static <K> Durian<K>readyear(K info) {
        return new Durian<K>(info);
}
```

泛型接口（1）

定义以下泛型接口

```
interface GenericInterface <T>{
    T fun1();
}
```

实现类为非泛型类，需具体指定接口的泛型

```
class GenericInterfaceImpl implements GenericInterface<String> {
    @Override
    public String fun1() {
        return null;
    }
}
```

泛型接口（2）

定义以下泛型接口

```
interface GenericInterface <T>{
    T fun1();
}
```

实现类为泛型类，实现类的泛型要与接口一致

```
class GenericInterfaceImpl<T> implements GenericInterface<T> {
    @Override
    public T fun1() {
        return null;
    }
}
```

泛型接口

```
interface ShowInterface<T> { public void show(T t); }

//实现类已确定类型
class ShowClass1 implements ShowInterface<String>{
        public void show(String t){
                System.out.println(“show:”+t);
        }
}

//实现类未确定类型
Class ShowClass2<T> implements ShowInterface<T>{
        public void show(T t){
                System.out.println("show:"+t);
        }
}
```

泛型接口

```
public static void main(String[] args) {
        //实现类已确定类型
        ShowClass1 obj = new ShowClass1();
        obj.show("java");

        //实现类未确定类型，使用时确定
        ShowClass2<Integer> obj = new ShowClass2<>();
        obj.show(6);
}
```

课程导航

- 为什么需要泛型？什么是泛型？
- 泛型类、泛型方法、泛型接口
- 泛型的通配符
- 泛型的设计——模板方法模式
- 反射
- 设计安全的全局单例

泛型的通配符

- 严格的泛型类型系统一旦指定便无法改变
- 需要允许类型参数发生变化
- 同时需要控制可以指定的类型，而非不加限制

泛型的通配符

为什么需要通配符

- 考虑为所有List抽象一个方法，不论给的参数是List<Integer>，List<String>，都可以接收并且打印List中的元素

```
public static void printAllObject(List<Object> list) {
    for (Object object : list) {
        System.out.println(object);
    }
}
public static void main(String[] args) {
    ArrayList<String> list1 = new ArrayList<>();
    list1.add("java");
```

Object是所有类型的父类，但是List<Object>并不是List<String>的父类

报错：printAllObject(List<Object>) is not applicable for the arguments(List<String>)

泛型的通配符

```
public static void printAllObject(List<?> list) {
    for (Object object : list) {
        System.out.println(object);
    }
}
public static void main(String[] args) {
    List<String> list1 = new Arraylist<>();
    List1.add(“java”);
    printAllObject(list1);
    List<Interger> list2 = new Arraylist<>();
    List2.add(7);
    printAllObject(list2);
}
```

泛型的通配符

通配符

- 允许类型参数发生变化
- <? extends *ClassName*>：类型参数是*ClassName*的子类
- <? super *ClassName*>：类型参数是*ClassName*的超类
- <?>：无限定通配符

上界通配符

<? extends T>

- 上界通配符实例化的类必须是T类，或是T类的子类

```
public class WildCardExtendsDemo {
    public static void printAllObject(ArrayList<? extends Number> list) {
        for (Object object : list) {
            System.out.println(object);
        } }
    public static void main(String[] args) {
        ArrayList<Double> list1 = new ArrayList<>();
        list1.add(1.23);
        printAllObject(list1);
    } }
```

下界通配符

<? super T>

- 上界通配符实例化的类必须是T类，或是T类的超类

```
public class WildCardSuperDemo {
    public static void printAllObject(ArrayList<? super Double> list) {
        for (Object object : list) {
            System.out.println(object);
        } }
    public static void main(String[] args) {
        ArrayList<Number> list1 = new ArrayList<>();
        list1.add(7);
        printAllObject(list1);
    } }
```

类型参数T与通配符?

- T表示一个确定的类型
  - 常用于泛型类和泛型方法的定义
- ?表示不确定的类型，不是类型变量
  - 通常用于泛型方法的调用代码和形参，不能用于定义类和泛型方法。

```
T t = operate();
? a = operate();    //非法
```

课程导航

- 为什么需要泛型？什么是泛型？
- 泛型类、泛型方法、泛型接口
- 泛型的通配符
- 泛型的设计——模板方法模式
- 反射
- 设计安全的全局单例

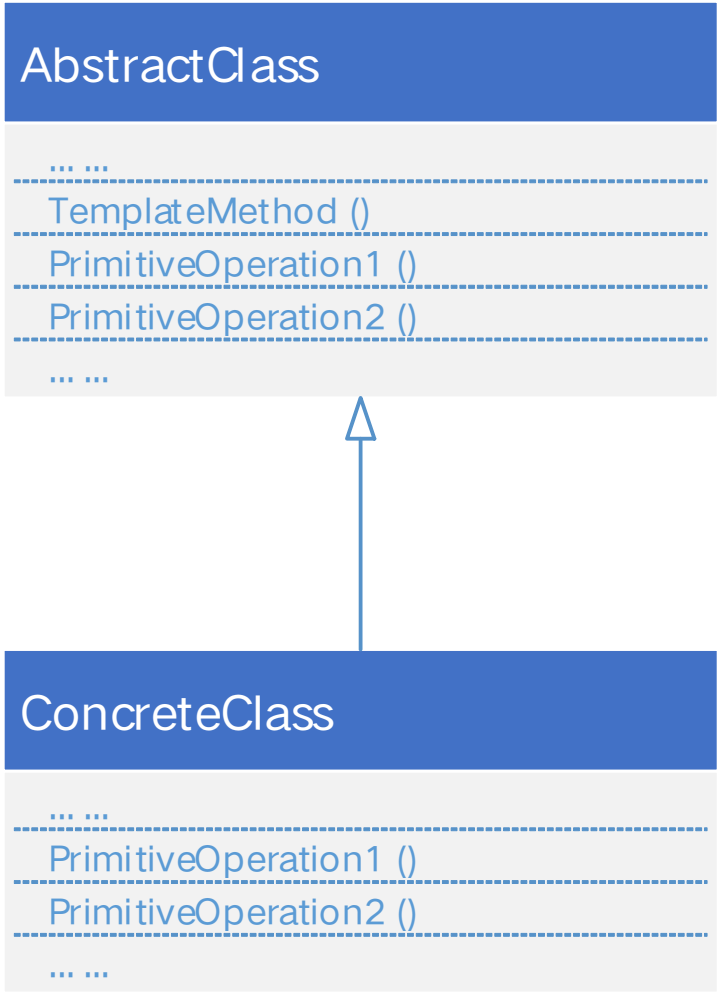
模板方法模式

模板方法模式（Template Method）

- 定义一个操作中的算法骨架
- 将一些步骤延迟到子类中
- 模板方法模式使得子类可以不改变一个算法的结构即可重新定义该算法的某些特定步骤

模板方法模式

- AbstractClass抽象类
  - 抽象模板，定义并实现了一个模板方法
  - 给出顶层逻辑的骨架
- ConcreteClass具体类
  - 实现父类定义的一个或多个抽象方法
- 一个抽象类可以有任意多个具体子类
- 每一个抽象类都可以给出抽象方法的不同实现



```
public abstract class AbstractClass
  {
      public abstract void PrimitiveOperation1();
      public abstract void PrimitiveOperation2();

      public void TemplateMethod()
      {
          PrimitiveOperation1();
          PrimitiveOperation2();
          System.out.println("");
      }
  }
```

一些抽象行为放到子类实现

模板方法，给出了逻辑的骨架，而逻辑是由一些相应的抽象操作组成，它们都推迟到子类实现

```
public class ConcreteClassA extends AbstractClass
  {
      public void PrimitiveOperation1()
      {
          System.out.println("具体类A方法1实现");
      }
      public void PrimitiveOperation2()
      {
          System.out.println("具体类A方法2实现");
      }
  }

  public class ConcreteClassB extends AbstractClass
  {
      public void PrimitiveOperation1()
      {
          System.out.println("具体类B方法1实现");
      }
      public void PrimitiveOperation2()
      {
          System.out.println("具体类B方法2实现");
      }
  }
```

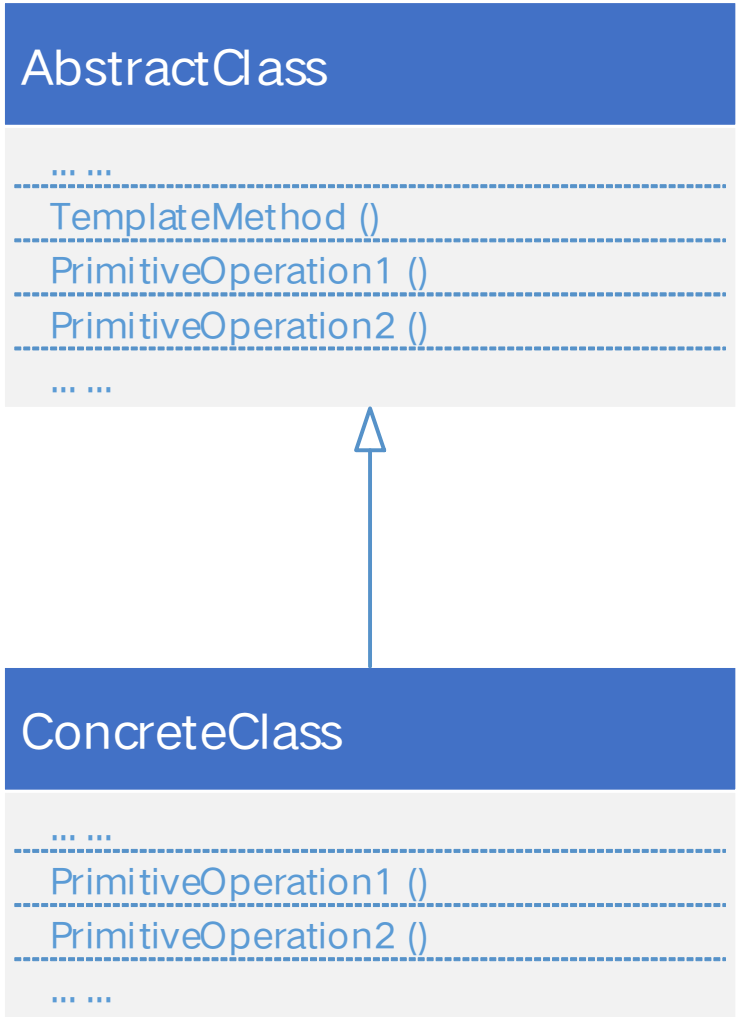
模板方法模式

- 把不变行为搬到超类，去除子类中的重复代码
- 提高了代码复用
- 应用情况
  - 一次性实现一个算法的不变部分，并将可变的部分留给子类来实现
  - 各子类中公共的行为应被提取出来并集中到一个公共父类中以避免代码重复
  - 控制子类拓展：模板方法只在特定点调用“hook”操作

（hook operation：提供缺省的行为，子类可以在必要时进行拓展）

模板方法模式

- 参与者
  - 抽象类和具体类
- 协作
  - 具体类靠抽象类实现算法中的不变步骤
  - 抽象类靠具体类实现算法的具体细节
- 效果
  - 模板方式方法在类库中尤为重要，他们提取了类库中的公共行为



模板方法模式

- 模板方法导致一种反向控制结构
  - 指的是父类调用一个子类的操作，而不是相反
  - 有时被称为“好莱坞法则”，即“别找我们。我们找你”
- 注意
  - 模板方法必须指明那些操作是钩子操作（可被重新定义）以及哪些是抽象操作（必须被重新定义）
  - 尽量减少一个子类具体实现该算法时必须重定义的那些抽象操作的数目

课程导航

- 为什么需要泛型？什么是泛型？
- 泛型类、泛型方法、泛型接口
- 泛型的通配符
- 泛型的设计——模板方法模式
- 反射
- 设计安全的全局单例

为什么需要

如果有成百上千个不同的 X 的实现类需要创建

需要写上千个 if 语句来返回不同的 X 对象？

```
public class Test {
    interface X {
            public void test();
    }
    class A implements X {
        @Override
        public void test() {
             System.out.println("I am A");
        }
    }
    class B implements X {
        @Override
        public void test() {
            System.out.println("I am B");
        }
    }
}
```

```
public static void ma...String[] args) {
    X a = create1("A");
    a.test();
    X b = create1("B");
    b.test();
}

public static X create1(String name){
    if (name.equals("A")) {
        return new A();
    }
    else if(name.equals("B")) {
        return new B();
    }
    return null;
}
```

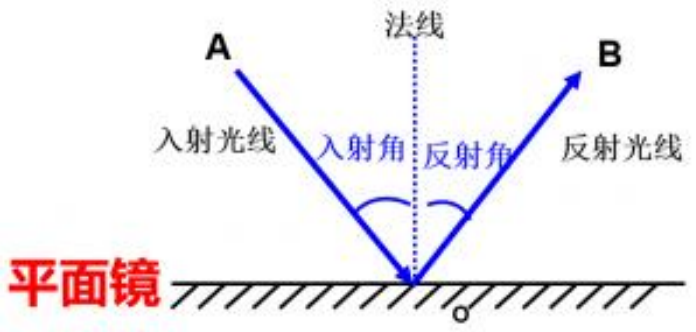
反射

```
// 上例中create1可以改写为
public static X create2(String name) {
    Class<?> class = Class.forName(name);
    X x = (X) class.newInstance();
    return x;
}
```

向 create2() 方法传入包名和类名，通过反射机制动态的加载指定的类，然后再实例化对象

上述这种**动态获取信息、动态调用对象的方法**的功能称为 Java 语言的反射机制

- 什么时候需要反射
  - 在运行时获知任意一个对象所属的类。
  - 在运行时构造任意一个类的对象。
  - 在运行时获知任意一个类所具有的成员变量和方法。
  - 在运行时调用任意一个对象的方法和属性。

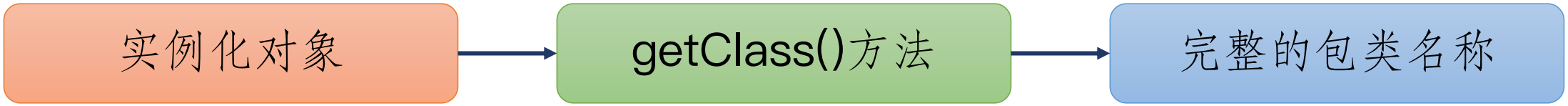


Class类

- 正常方式

```
Date date = new Date();
```

- 反射方式



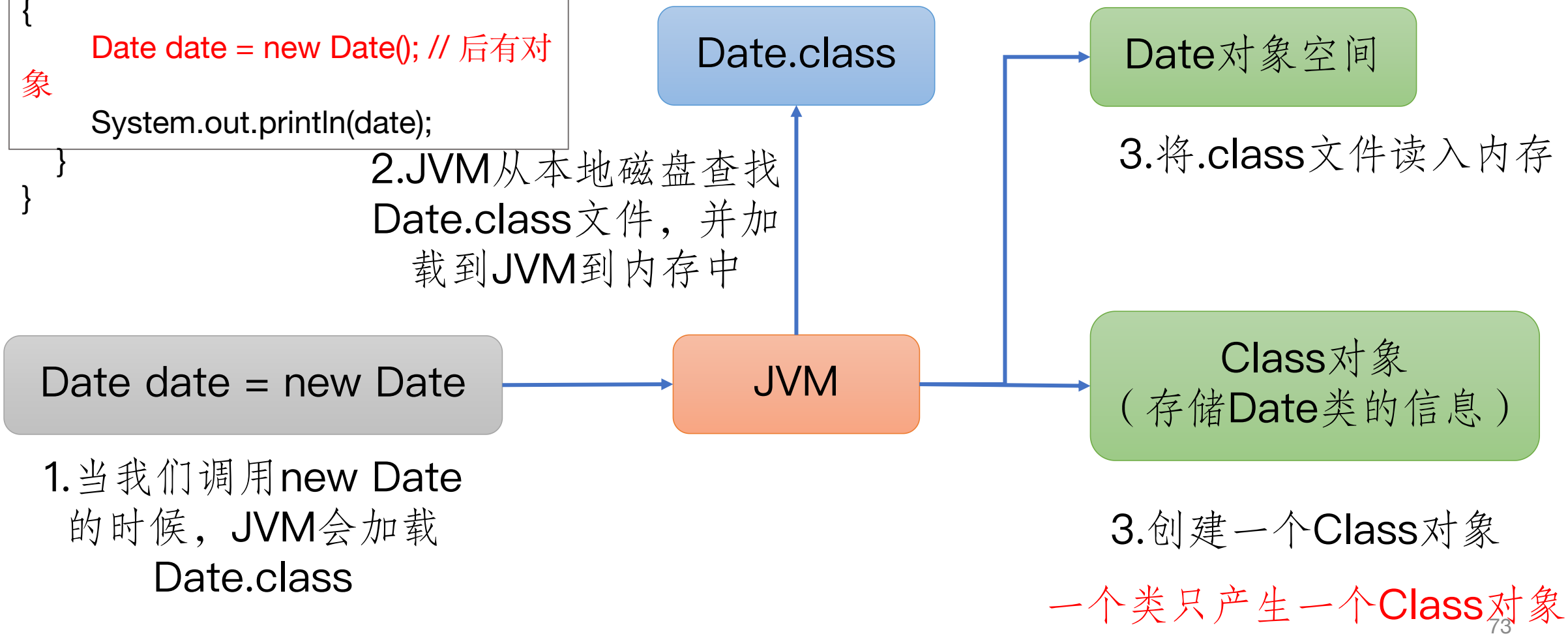

```
System.out.println(date.getClass()); // "class java.util.Date
```

Class类

- Java运行时系统始终为所有对象维护一个运行时类型标识符
- 会跟踪每个对象所属的类的完整结构信息，包括包名、类名、实现的接口、拥有的方法和字段等，JVM利用这些信息选择要执行的正确方法
- 可以使用特殊的Java类访问这信息
- 对Class类的理解
  - 可以把Class类理解为类的类型
  - 一个Class对象称为类的类型对象

Class类

```
import java.util.Date; // 先有类
public class Test {
    public static void main(String[] args)
{
        Date date = new Date(); // 后有对
象
        System.out.println(date);
    }
}
```

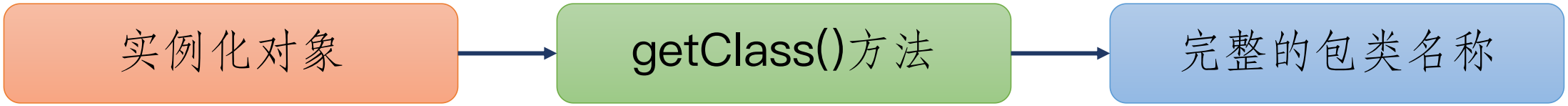


Class类

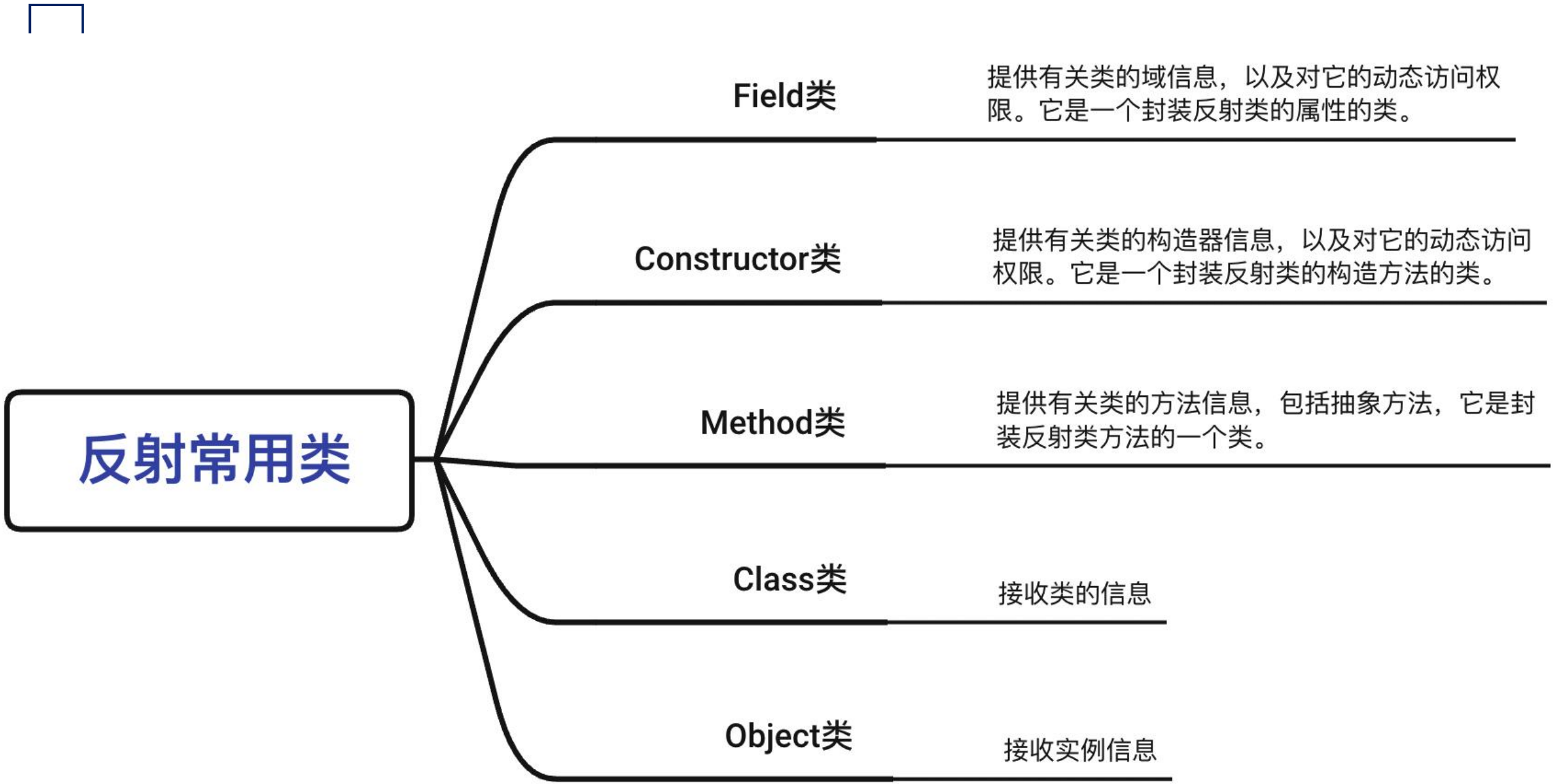
- 正常方式

```
Date date = new Date();
```

- 反射方式




```
System.out.println(date.getClass()); // "class java.util.Date
```


反射常用类
Field类
提供有关类的域信息，以及对它的动态访问权限。它是一个封装反射类的属性的类。
Constructor类
提供有关类的构造器信息，以及对它的动态访问权限。它是一个封装反射类的构造方法的类。
Method类
提供有关类的方法信息，包括抽象方法，它是封装反射类方法的一个类。
Class类
接收类的信息
Object类
接收实例信息

获取Class类对象（1）

getClass() 方法

- Object类中的getClass()方法会返回一个Class类型的实例

```
public class getClassTest {
    public static void main(String[] args) {
        Student Harry = new Student(“Harry Potter”,11); // Student类描述学生
        System.out.println(Harry.getClass()); // Class对象描述一个特定类的属性
        // 输出 Class Student
        System.out.println(Harry.getClass().getName());//Class.getName() 返回类的名字
        // 输出 Student
    }
}
```

获取Class类对象（2）

- Class.forName() 方法
  - 将类名保存在字符串中
- T.class
  - T是任意的Java类型（可能是类也可能不是类）

```
public class forNameTest {
    public static void main(String[] args) throws ClassNotFoundException {
        String className = "Reflect.Student";
        Class cl1 = Class.forName(className); //Class.forName
        Class cl2 = Student.class; //T.class
    }
}
```

通过反射构造类的实例

- 方法一：使用Class.newInstance
  - newInstance方法调用默认的构造函数(无参)初始化新创建的对象
  - 如果这个类没有默认的构造函数，就会抛出一个异常

```
Date date1 = new Date();
Class dateClass2 = date1.getClass();
Date date2 = dateClass2.newInstance();
```

单选题 1分

设置

date1是否跟date2相等?

A 是

B 否

```
Date date1 = new Date();
Class dateClass2 = date1.getClass();
Date date2 = (Date)dateClass2.newInstance();
```

提交

通过反射构造类的实例

- 方法一：使用Class.newInstance
  - newInstance方法调用默认的构造函数(无参)初始化新创建的对象
  - 如果这个类没有默认的构造函数，就会抛出一个异常

类没有无参构造函数、
类构造器是private时怎么办？

```
Date date1 = new Date();
Class dateClass2 = date1.getClass();
Date date2 = dateClass2.newInstance();
```

通过反射构造类的实例

- 方法二：使用Constructor的newInstance
  - 通过反射先获取构造方法再调用
  - 先获取构造函数，再执行构造函数
- 区别
  - Constructor.newInstance是可以携带参数的
  - Class.newInstance是无参的

通过反射构造类的实例

获取构造函数

- 获取所有"公有的"构造方法
  - public Constructor[] getConstructors() { }
- 获取所有的构造方法（包括私有、受保护、默认、公有）
  - public Constructor[] getDeclaredConstructors() { }
- 获取一个指定参数类型的"公有的"构造方法
  - public Constructor getConstructor(Class... parameterTypes) { }
- 获取一个指定参数类型的"构造方法"，可以是私有的，或受保护、默认、公有
  - public Constructor getDeclaredConstructor(Class... parameterTypes) { }

通过反射构造类的实例

- 使用Constructor的newInstance构造类的实例

```
public class ConTest {
    public static void main(String[] args) {
        Student Harry = new Student("Harry Potter", 11);
        Class StudentClass = Harry.getClass();
        Constructor con = StudentClass.getConstructor(String.class, int.class);
        Student Ron = (Student)con.newInstance("Ron Weasley", 11);
        System.out.println(Ron);
    }
}
```

通过反射获取和修改成员变量

获取和修改成员变量

- 获取所有公有的字段
  - public Field[] getFields() { }
- 获取所有的字段（包括私有、受保护、默认的）
  - public Field[] getDeclaredFields() { }
- 获取一个指定名称的公有的字段
  - public Field getField(String name) { }
- 获取一个指定名称的字段，可以是私有、受保护、默认的
  - public Field getDeclaredField(String name) { }
- 使用Field类中的get方法查看字段值
- 使用Field类中的set方法修改字段值

通过反射获取和修改成员变量

```
public class FieldTest {
    public static void main(String[] args) {
        Student Harry = new Student("Harry Potter", 11);
        Class StudentClass = Harry.getClass();
        Field f = StudentClass.getDeclaredField("name");
        f.setAccessible(true);
        Object v1 = f.get(Harry);//从指定对象 Harry 中读取字段 name 的值。
        System.out.println(v1);
        f.set(Harry,"The boy who lived");
        System.out.println(Harry.getName());
    }
}// 调用f.set(Harry, newValue)可以修改harry对象的name属性为newValue中的值
```

通过反射获取和修改成员变量

```
public class Student {
    private String name;
    private int age;
    public Student(String name, int age) {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }
    public String getName() {
        return name;
    }
}
```

通过反射获取成员方法

通过反射获取成员方法

- 获取所有"公有方法"（包含父类的方法，当然也包含 Object 类）
  - public Method[] getMethods() { }
- 获取所有的成员方法，包括私有的（不包括继承的）
  - public Method[] getDeclaredMethods() { }
- 获取一个指定方法名和参数类型的成员方法
  - public Method getMethod(String name, Class<?>... parameterTypes)

调用反射获取的成员方法

Object invoke(Object obj, Object... args)

- 第一个参数是哪个对象要来调用这个方法
- args是调用方法时所传递的实参
- 对于静态方法，第一个参数可以忽略，即可设为null

```
public class MethodTest {
    public static void main(String[] args) {
        Student Harry = new Student("Harry Potter", 11);
        Method m = Student.class.getMethod("getName");
        String n = (String) m.invoke(Harry);
        System.out.println(n);
    }
}
```

通过反射获取成员方法

```
public class Student {
    private String name;
    private int age;

    public Student(String name, int age) {
        this.name = name;
        this.age = age;
    }

    public String getName() {
        return name;
    }
}
```

反射

优点

- 比较灵活，能够在运行时动态获取类的实例

缺点

- 性能瓶颈：反射相当于一系列解释操作，通知JVM要做的事情，性能比直接的Java代码要慢很多
- 安全问题：反射机制破坏了封装性，因为通过反射可以获取并调用类的私有方法和字段。

课程导航

- 为什么需要泛型？什么是泛型？
- 泛型类、泛型方法、泛型接口
- 泛型的通配符
- 泛型的设计——模板方法模式
- 反射
- 设计安全的全局单例

单例

- 单例的目的是保证某个类仅有一个实例
  - 在类被加载时就实例化一个对象

```
public class Singleton {
    private static Singleton singleton = new Singleton();
    private Singleton(){}

    public static Singleton getInstance(){
        return singleton;
    }
}
```

利用反射破坏单例

- 通过反射中的setAccessible(true)覆盖Java中的访问控制，进而调用私有的构造函数

```
public class SingletonTest {
    public static void main(String[] args) {
        Class objectClass = Singleton.class;
        Constructor constructor = objectClass.getDeclaredConstructor();
        constructor.setAccessible(true);
        Singleton instance = Singleton.getInstance();
        Singleton newInstance = (Singleton)constructor.newInstance();
        System.out.println(instance == newInstance);
    }
}// instance和newInstance是不同的实例 False
```

抵御反射破坏

```
public class Singleton {
    private static Singleton singleton = new Singleton();
    private Singleton(){
        if(singleton != null) {
            throw new RuntimeException("单例构造器禁止通过反射调用");
        }
    }
    public static Singleton getInstance(){
        return singleton;
    }
}
```

单选题 1分

设置

懒汉式是否可以抵御反射破坏?

A 是

B 否

```
public class Singleton {
    private static Singleton instance;
    private Singleton (){}

    public static Singleton getInstance() {
    if (instance == null) {
        instance = new Singleton();
    }
    return instance;
    }
}
```

提交

投票

最多可选5项

设置

对于本章内容不太清楚的地方是？

A 为什么需要泛型？什么是泛型？

B 泛型类、泛型方法、泛型接口

C 泛型的通配符

D 泛型的设计——模板方法模式

E 反射，设计安全的全局单例

F 没有不太清楚的地方

软件构造

微信扫码签到

提交