

day05 【异常、线程】

主要内容

- 异常、线程

教学目标

- ☐ 能够辨别程序中异常和错误的区别
- ☐ 说出异常的分类
- ☐ 说出虚拟机处理异常的方式
- ☐ 列举出常见的三个运行期异常
- ☐ 能够使用try...catch关键字处理异常
- ☐ 能够使用throws关键字处理异常
- ☐ 能够自定义异常类
- ☐ 能够处理自定义异常类
- ☐ 说出进程的概念
- ☐ 说出线程的概念
- ☐ 能够理解并发与并行的区别
- ☐ 能够开启新线程

第一章 异常

1.1 异常概念

异常，就是不正常的意思。在生活中:医生说,你的身体某个部位有异常,该部位和正常相比有点不同,该部位的功能将受影响.在程序中的意思就是：

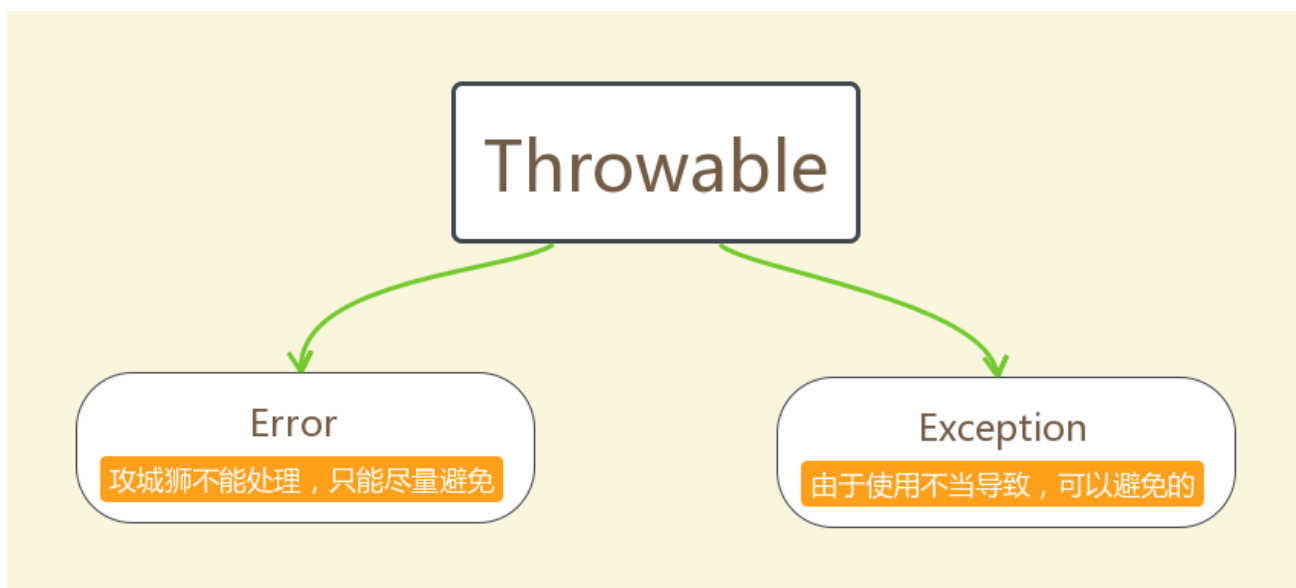
- **异常**：指的是程序在执行过程中，出现的非正常的情况，最终会导致JVM的非正常停止。

在Java等面向对象的编程语言中，异常本身是一个类，产生异常就是创建异常对象并抛出了一个异常对象。Java处理异常的方式是中断处理。

异常指的并不是语法错误,语法错了,编译不通过,不会产生字节码文件,根本不能运行.

1.2 异常体系

异常机制其实是帮助我们**找到**程序中的问题，异常的根类是 `java.lang.Throwable`，其下有两个子类：`java.lang.Error` 与 `java.lang.Exception`，平常所说的异常指 `java.lang.Exception`。



Throwable体系：

- **Error**:严重错误Error，无法通过处理的错误，只能事先避免，好比绝症。
- **Exception**:表示异常，异常产生后程序员可以通过代码的方式纠正，使程序继续运行，是必须要处理的。好比感冒、阑尾炎。

Throwable中的常用方法：

- `public void printStackTrace()`:打印异常的详细信息。
包含了异常的类型,异常的原因,还包括异常出现的位置,在开发和调试阶段,都得使用`printStackTrace`。
- `public String getMessage()`:获取发生异常的原因。
提示给用户的时候,就提示错误原因。
- `public String toString()`:获取异常的类型和异常描述信息(不用)。

出现异常,不要紧张,把异常的简单类名,拷贝到API中去查。

The screenshot shows an IDE with a Java file named "Demo.java". The code is as follows:

```
1 public class Demo {
2
3     public static void main(String[] args) {
4         // 定义一个数组
5         int[] arr = {3,4,56};
6
7         System.out.println(arr[3]);
8     }
9 }
10
```

Line 7 is highlighted with a red box and labeled "异常出现的位置" (Location where the exception occurred). Below the code, the console output shows the following exception:

```
Exception in thread "main" java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException: 3
    at Demo.main(Demo.java:7)
Process finished with exit code 1
```

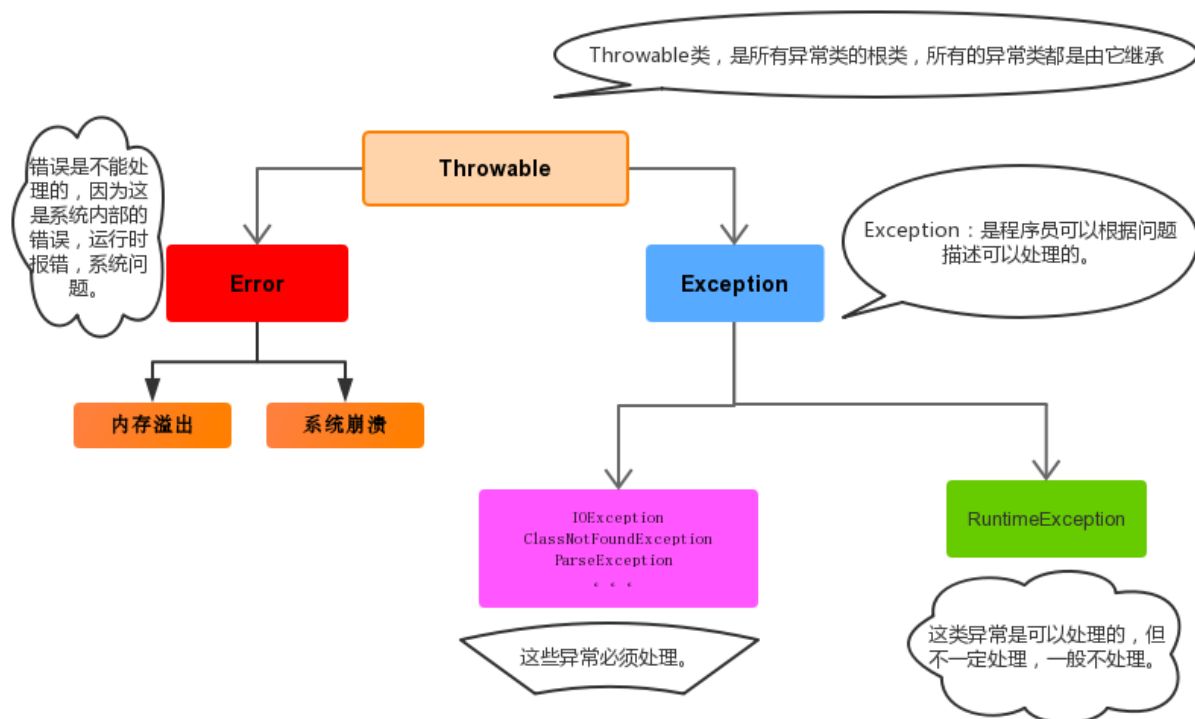
The stack trace is annotated with green boxes and labels: "java.lang.ArrayIndexOutOfBoundsException" is labeled "异常的类型" (Exception type), and "3" is labeled "原因" (Cause). A red arrow points from the "异常出现的位置" label to the line number "7" in the stack trace.

1.3 异常分类

我们平常说的异常就是指Exception，因为这类异常一旦出现，我们就要对代码进行更正，修复程序。

异常(Exception)的分类:根据在编译时期还是运行时期去检查异常?

- **编译时期异常:**checked异常。在编译时期,就会检查,如果没有处理异常,则编译失败。(如日期格式化异常)
- **运行时期异常:**runtime异常。在运行时期,检查异常.在编译时期,运行异常不会编译器检测(不报错)。(如数学异常)



1.4 异常的产生过程解析

先运行下面的程序, 程序会产生一个数组索引越界异常`ArrayIndexOutOfBoundsException`。我们通过图解来解析下异常产生的过程。

工具类

```
public class ArrayTools {
    // 对给定的数组通过给定的角标获取元素。
    public static int getElement(int[] arr, int index) {
        int element = arr[index];
        return element;
    }
}
```

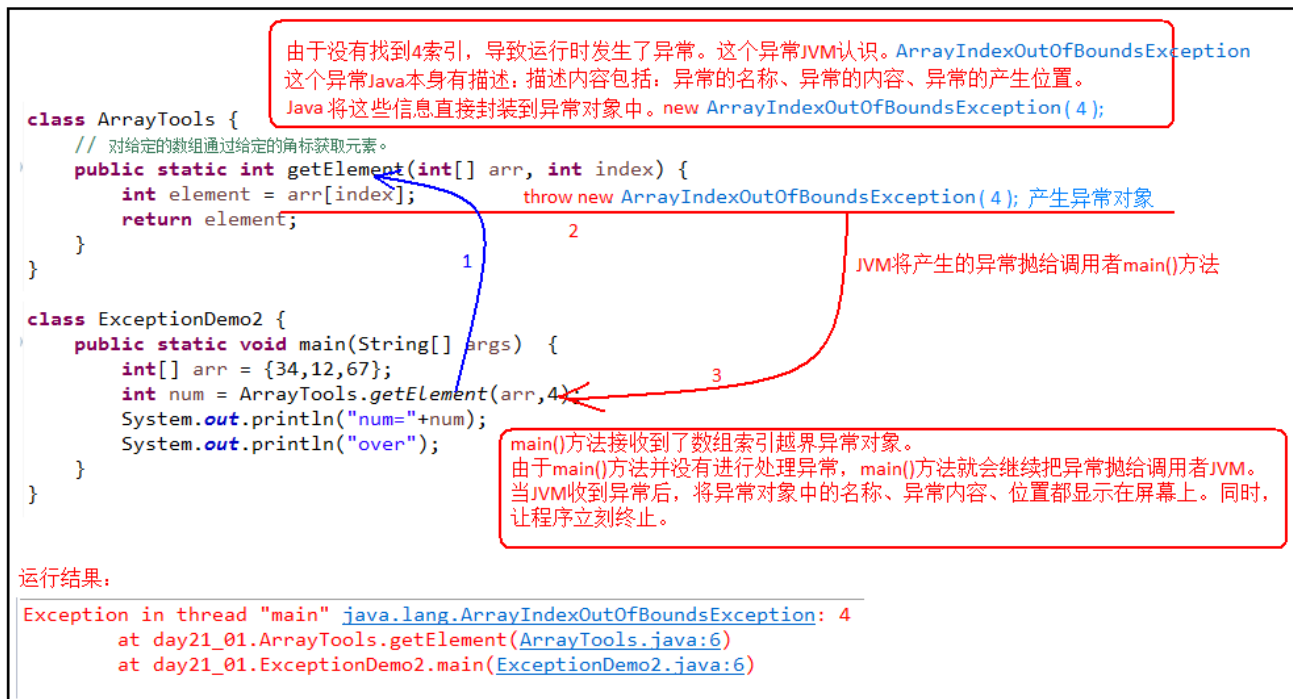
测试类

```

public class ExceptionDemo {
    public static void main(String[] args) {
        int[] arr = { 34, 12, 67 };
        int num = ArrayTools.getElement(arr, 4)
        System.out.println("num=" + num);
        System.out.println("over");
    }
}

```

上述程序执行过程图解：



第二章 异常的处理

Java异常处理的五个关键字：`try`、`catch`、`finally`、`throw`、`throws`

2.1 抛出异常throw

在编写程序时，我们必须要考虑程序出现问题的情况。比如，在定义方法时，方法需要接受参数。那么，当调用方法使用接受到的参数时，首先需要先对参数数据进行合法的判断，数据若不合法，就应该告诉调用者，传递合法的数据进来。这时需要使用抛出异常的方式来告诉调用者。

在java中，提供了一个**throw**关键字，它用来抛出一个指定的异常对象。那么，抛出一个异常具体如何操作呢？

1. 创建一个异常对象。封装一些提示信息(信息可以自己编写)。
2. 需要将这个异常对象告知给调用者。怎么告知呢？怎么将这个异常对象传递到调用者处呢？通过关键字**throw**就可以完成。throw 异常对象。

throw用在方法内，用来抛出一个异常对象，将这个异常对象传递到调用者处，并结束当前方法的执行。

使用格式：

```
throw new 异常类名(参数);
```

例如：

```
throw new NullPointerException("要访问的arr数组不存在");
```

```
throw new ArrayIndexOutOfBoundsException("该索引在数组中不存在，已超出范围");
```

学习完抛出异常的格式后，我们通过下面程序演示下throw的使用。

```
public class ThrowDemo {
    public static void main(String[] args) {
        //创建一个数组
        int[] arr = {2,4,52,2};
        //根据索引找对应的元素
        int index = 4;
        int element = getElement(arr, index);

        System.out.println(element);
        System.out.println("over");
    }
    /*
     * 根据 索引找到数组中对应的元素
     */
    public static int getElement(int[] arr,int index){
        //判断 索引是否越界
        if(index<0 || index>arr.length-1){
            /*
             判断条件如果满足，当执行完throw抛出异常对象后，方法已经无法继续运算。
             这时就会结束当前方法的执行，并将异常告知给调用者。这时就需要通过异常来解决。
             */
            throw new ArrayIndexOutOfBoundsException("哥们，角标越界了~~~");
        }
        int element = arr[index];
        return element;
    }
}
```

注意：如果产生了问题，我们就会throw将问题描述类即异常进行抛出，也就是将问题返回给该方法的调用者。

那么对于调用者来说，该怎么处理呢？一种是进行捕获处理，另一种就是继续讲问题声明出去，使用throws声明处理。

2.2 Objects非空判断

还记得我们学习过一个类Objects吗，曾经提到过它由一些静态的实用方法组成，这些方法是null-safe（空指针安全的）或null-tolerant（容忍空指针的），那么在它的源码中，对对象为null的值进行了抛出异常操作。

- `public static <T> T requireNonNull(T obj)` :查看指定引用对象不是null。

查看源码发现这里对为null的进行了抛出异常操作：

```
public static <T> T requireNonNull(T obj) {
    if (obj == null)
        throw new NullPointerException();
    return obj;
}
```

2.3 声明异常throws

声明异常：将问题标识出来，报告给调用者。如果方法内通过throw抛出了编译时异常，而没有捕获处理（稍后讲解该方式），那么必须通过throws进行声明，让调用者去处理。

关键字**throws**运用于方法声明之上,用于表示当前方法不处理异常,而是提醒该方法的调用者来处理异常(抛出异常).

声明异常格式：

```
修饰符 返回值类型 方法名(参数) throws 异常类名1,异常类名2...{ }
```

声明异常的代码演示：

```
public class ThrowsDemo {
    public static void main(String[] args) throws FileNotFoundException {
        read("a.txt");
    }

    // 如果定义功能时有问题发生需要报告给调用者。可以通过在方法上使用throws关键字进行声明
    public static void read(String path) throws FileNotFoundException {
        if (!path.equals("a.txt")) { //如果不是 a.txt这个文件
            // 我假设 如果不是 a.txt 认为 该文件不存在 是一个错误 也就是异常 throw
            throw new FileNotFoundException("文件不存在");
        }
    }
}
```

throws用于进行异常类的声明，若该方法可能有多种异常情况产生，那么在throws后面可以写多个异常类，用逗号隔开。

```
public class ThrowsDemo2 {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        read("a.txt");
    }

    public static void read(String path) throws FileNotFoundException, IOException {
        if (!path.equals("a.txt")) { //如果不是 a.txt这个文件
            // 我假设 如果不是 a.txt 认为 该文件不存在 是一个错误 也就是异常 throw
            throw new FileNotFoundException("文件不存在");
        }
        if (!path.equals("b.txt")) {
            throw new IOException();
        }
    }
}
```

2.4 捕获异常try...catch

如果异常出现的话,会立刻终止程序,如果不想程序终止,所以我们得处理异常:

1. 该方法不处理,而是声明抛出,由该方法的调用者来处理(throws)。
2. 在方法中使用try-catch的语句块来处理异常。

try-catch的方式就是捕获异常。

- **捕获异常**: Java中对异常有针对性的语句进行捕获,可以对出现的异常进行指定方式的处理。

捕获异常语法如下:

```
try{
    编写可能会出现异常的代码
}catch(异常类型 e){
    处理异常的代码
    //记录日志/打印异常信息/继续抛出异常
}
```

try: 该代码块中编写可能产生异常的代码。

catch: 用来进行某种异常的捕获,实现对捕获到的异常进行处理。

注意:try和catch都不能单独使用,必须连用。

演示如下:

```
public class TryCatchDemo {
    public static void main(String[] args) {
        try { // 当产生异常时,必须有处理方式。要么捕获,要么声明。
            read("b.txt");
        } catch (FileNotFoundException e) { // 括号中需要定义什么呢?
            //try中抛出的是什么异常,在括号中就定义什么异常类型
            System.out.println(e);
        }
        System.out.println("over");
    }
    /*
     *
     * 我们 当前的这个方法中 有异常 有编译期异常
     */
    public static void read(String path) throws FileNotFoundException {
        if (!path.equals("a.txt")) { //如果不是 a.txt这个文件
            // 我假设 如果不是 a.txt 认为 该文件不存在 是一个错误 也就是异常 throw
            throw new FileNotFoundException("文件不存在");
        }
    }
}
```

如何获取异常信息:

Throwable类中定义了一些查看方法:

- `public String getMessage()` :获取异常的描述信息,原因(提示给用户的时候,就提示错误原因)。
- `public String toString()` :获取异常的类型和异常描述信息(不用)。
- `public void printStackTrace()` :打印异常的跟踪栈信息并输出到控制台。

包含了异常的类型,异常的原因,还包括异常出现的位置,在开发和调试阶段,都得使用`printStackTrace`。

在开发中呢也可以在`catch`将编译期异常转换成运行期异常处理。

多个异常使用捕获又该如何处理呢？

1. 多个异常分别处理。
2. 多个异常一次捕获，多次处理。
3. 多个异常一次捕获一次处理。

一般我们是使用一次捕获多次处理方式，格式如下：

```
try{
    编写可能会出现异常的代码
}catch(异常类型A e){ 当try中出现A类型异常,就用该catch来捕获.
    处理异常的代码
    //记录日志/打印异常信息/继续抛出异常
}catch(异常类型B e){ 当try中出现B类型异常,就用该catch来捕获.
    处理异常的代码
    //记录日志/打印异常信息/继续抛出异常
}
```

注意:这种异常处理方式，要求多个`catch`中的异常不能相同，并且若`catch`中的多个异常之间有子类异常的关系，那么子类异常要求在上面的`catch`处理，父类异常在下面的`catch`处理。

2.4 finally 代码块

finally：有一些特定的代码无论异常是否发生，都需要执行。另外，因为异常会引发程序跳转，导致有些语句执行不到。而`finally`就是解决这个问题，在`finally`代码块中存放的代码都是一定会被执行的。

什么时候的代码必须最终执行？

当我们在`try`语句块中打开了一些物理资源(磁盘文件/网络连接/数据库连接等),我们都得在使用完之后,最终关闭打开的资源。

`finally`的语法:

`try...catch....finally`:自身需要处理异常,最终还得关闭资源。

注意:`finally`不能单独使用。

比如在我们之后学习的IO流中，当打开了一个关联文件的资源，最后程序不管结果如何，都需要把这个资源关掉。

`finally`代码参考如下：

```
public class TryCatchDemo4 {
    public static void main(String[] args) {
        try {

            read("a.txt");
```



```

    } catch (FileNotFoundException e) {
        //抓取到的是编译期异常 抛出去的是运行期
        throw new RuntimeException(e);
    } finally {
        System.out.println("不管程序怎样，这里都将会被执行。");
    }
    System.out.println("over");
}
/*
 *
 * 我们 当前的这个方法中 有异常 有编译期异常
 */
public static void read(String path) throws FileNotFoundException {
    if (!path.equals("a.txt")) { //如果不是 a.txt这个文件
        // 我假设 如果不是 a.txt 认为 该文件不存在 是一个错误 也就是异常 throw
        throw new FileNotFoundException("文件不存在");
    }
}
}
}

```

当只有在try或者catch中调用退出JVM的相关方法,此时finally才不会执行,否则finally永远会执行。



2.5 异常注意事项

- 运行时异常被抛出可以不处理。即不捕获也不声明抛出。
- 如果父类抛出了多个异常,子类覆盖父类方法时,只能抛出相同的异常或者是他的子集。

- 父类方法没有抛出异常，子类覆盖父类该方法时也不可抛出异常。此时子类产生该异常，只能捕获处理，不能声明抛出
- 当多异常处理时，捕获处理，前边的类不能是后边类的父类
- 在try/catch后可以追加finally代码块，其中的代码一定会被执行，通常用于资源回收。
- 如果finally有return语句,永远返回finally中的结果,避免该情况.

第三章 自定义异常

3.1 概述

为什么需要自定义异常类:

我们说了Java中不同的异常类,分别表示着某一种具体的异常情况,那么在开发中总是有些异常情况是SUN没有定义好的,此时我们根据自己业务的异常情况来定义异常类。例如年龄负数问题,考试成绩负数问题。

在上述代码中，发现这些异常都是JDK内部定义好的，但是实际开发中也会出现很多异常,这些异常很可能在JDK中没有定义过,例如年龄负数问题,考试成绩负数问题.那么能不能自己定义异常呢？

什么是自定义异常类:

在开发中根据自己业务的异常情况来定义异常类.

自定义一个业务逻辑异常: **LoginException**。一个登陆异常类。

异常类如何定义:

1. 自定义一个编译期异常: 自定义类 并继承于 `java.lang.Exception`。
2. 自定义一个运行时期的异常类:自定义类 并继承于 `java.lang.RuntimeException`。

3.2 自定义异常的练习

要求：我们模拟登陆操作，如果用户名已存在，则抛出异常并提示：亲，该用户名已经被注册。

首先定义一个登陆异常类LoginException：

```
// 业务逻辑异常
public class LoginException extends Exception {
    /**
     * 空参构造
     */
    public LoginException() {
    }

    /**
     *
     * @param message 表示异常提示
     */
    public LoginException(String message) {
        super(message);
    }
}
```

模拟登陆操作，使用数组模拟数据库中存储的数据，并提供当前注册账号是否存在方法用于判断。

```
public class Demo {
    // 模拟数据库中已存在账号
    private static String[] names = {"bill", "hill", "jill"};

    public static void main(String[] args) {
        //调用方法
        try{
            // 可能出现异常的代码
            checkUsername("nill");
            System.out.println("注册成功");//如果没有异常就是注册成功
        }catch(LoginException e){
            //处理异常
            e.printStackTrace();
        }
    }

    //判断当前注册账号是否存在
    //因为是编译期异常，又想调用者去处理 所以声明该异常
    public static boolean checkUsername(String uname) throws LoginException{
        for (String name : names) {
            if(name.equals(uname)){//如果名字在这里面 就抛出登陆异常
                throw new LoginException("亲"+name+"已经被注册了！");
            }
        }
        return true;
    }
}
```

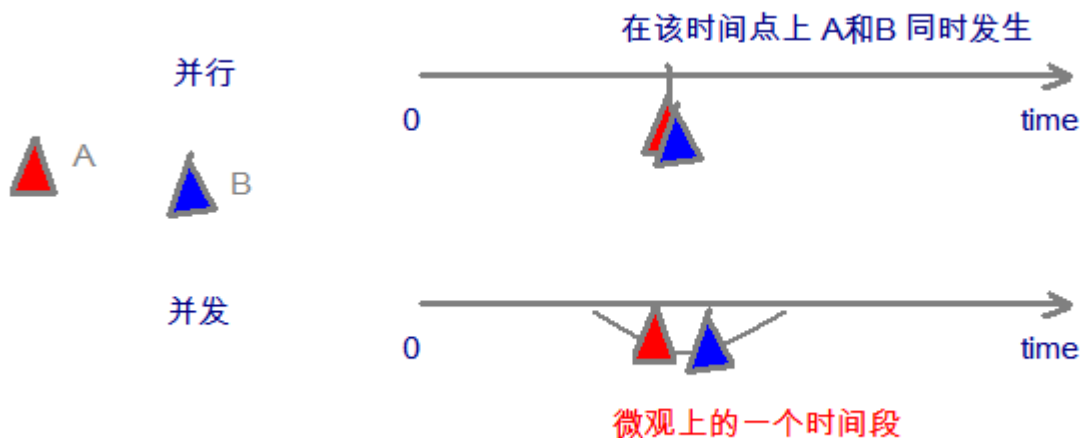
第四章 多线程

我们在之前，学习的程序在没有跳转语句的前提下，都是由上至下依次执行，那现在想要设计一个程序，边打游戏边听歌，怎么设计？

要解决上述问题,咱们得使用多进程或者多线程来解决.

4.1 并发与并行

- **并行**：指两个或多个事件在**同一时刻**发生（同时发生）。
- **并发**：指两个或多个事件在**同一个时间段内**发生。



在操作系统中，安装了多个程序，并发指的是在一段时间内宏观上有多个程序同时运行，这在单 CPU 系统中，每一时刻只能有一道程序执行，即微观上这些程序是分时的交替运行，只不过是给人的感觉是同时运行，那是因为分时交替运行的时间是非常短的。

而在多个 CPU 系统中，则这些可以并发执行的程序便可以分配到多个处理器上（CPU），实现多任务并行执行，即利用每个处理器来处理一个可以并发执行的程序，这样多个程序便可以同时执行。目前电脑市场上说的多核 CPU，便是多核处理器，核 越多，并行处理的程序越多，能大大的提高电脑运行的效率。

注意：单核处理器的计算机肯定是不能并行的处理多个任务的，只能是多个任务在单个CPU上并发运行。同理,线程也是一样的，从宏观角度上理解线程是并行运行的，但是从微观角度上分析却是串行运行的，即一个线程一个线程的去运行，当系统只有一个CPU时，线程会以某种顺序执行多个线程，我们把这种情况称之为线程调度。

4.2 线程与进程

- **进程**：是指一个内存中运行的应用程序，每个进程都有一个独立的内存空间，一个应用程序可以同时运行多个进程；进程也是程序的一次执行过程，是系统运行程序的基本单位；系统运行一个程序即是一个进程从创建、运行到消亡的过程。
- **线程**：进程内部的一个独立执行单元；一个进程可以同时并发的运行多个线程，可以理解为一个进程便相当于一个单 CPU 操作系统，而线程便是这个系统中运行的多个任务。

我们可以再电脑底部任务栏，右键----->打开任务管理器,可以查看当前任务的进程和线程：

进程

任务管理器

文件(F) 选项(O) 查看(V)

进程性能应用历史记录启动用户详细信息服务

名称	9% CPU	46% 内存	2% 磁盘	0% 网络
应用 (6)				
> Google Chrome (32 位)	0.6%	47.8 MB	0.1 MB/秒	0 Mbps
> Task Manager	1.2%	18.8 MB	0 MB/秒	0 Mbps
> WeChat (32 位)	0%	58.8 MB	0 MB/秒	0 Mbps
> Windows 资源管理器	1.0%	56.7 MB	0 MB/秒	0 Mbps
> 百度浏览器 (32 位)	0.7%	24.7 MB	0.1 MB/秒	0.1 Mbps
> 有道云笔记 (32 位)	0%	44.4 MB	0 MB/秒	0 Mbps
后台进程 (57)				
Application Frame Host	0%	3.7 MB	0 MB/秒	0 Mbps
> bbnetservice	0%	1.5 MB	0 MB/秒	0 Mbps
COM Surrogate	0%	1.5 MB	0 MB/秒	0 Mbps
Cortana (小娜)	0%	0.6 MB	0 MB/秒	0 Mbps
> Elan Service	0%	0.6 MB	0 MB/秒	0 Mbps
ETD Control Center	0%	2.1 MB	0 MB/秒	0 Mbps

简略信息(I) 结束任务(E)

应用下的和后台进程下的每一行都是一个进程

线程

任务管理器

文件(E) 选项(O) 查看(V)

进程 性能 应用历史记录 启动 用户 详细信息 服务

名称	PID	状态	用户名	CPU	内存(专用...	描述
ApplicationFrame...	7120	正在运行	VAE	00	3,824 K	Application Frame Host
baidubrowser.exe	3344	正在运行	VAE	00	25,244 K	百度浏览器
baidubrowser.exe	4468	正在运行	VAE	00	38,384 K	百度浏览器
baidubrowser.exe	10440	正在运行	VAE	00	3,736 K	百度浏览器
baidubrowser.exe	5692	正在运行	VAE	00	24,636 K	百度浏览器
baidubrowser.exe	10024	正在运行	VAE	00	184,232 K	百度浏览器
baidubrowser.exe	5348	正在运行	VAE	00	13,952 K	百度浏览器
baidubrowser.exe	4696	正在运行	VAE	00	133,228 K	百度浏览器
chrome.exe	13680	正在运行	VAE	02	48,784 K	Google Chrome
chrome.exe	14224	正在运行	VAE	00	2,196 K	Google Chrome
chrome.exe	8256	正在运行	VAE	00	2,188 K	Google Chrome
chrome.exe	8232	正在运行	VAE	00	26,124 K	Google Chrome
chrome.exe	1500	正在运行	VAE	00	62,656 K	Google Chrome
chrome.exe	8568	正在运行	VAE	00	70,408 K	Google Chrome
ChsIME.exe	6216	正在运行	VAE	00	8,872 K	Microsoft IME
csrss.exe	540	正在运行	SYSTEM	00	768 K	Client Server Runtime ...
csrss.exe	9448	正在运行	SYSTEM	01	1,280 K	Client Server Runtime ...
dllhost.exe	11728	正在运行	VAE	00	1,508 K	COM Surrogate
DocToPDF.exe	5288	正在运行	VAE	00	1,348 K	YouDao Netease
dwm.exe	1764	正在运行	DWM-2	01	55,736 K	桌面窗口管理器
ETDCtrl.exe	5312	正在运行	VAE	00	2,128 K	ETD Control Center
ETDCtrlHelper.exe	7152	正在运行	VAE	00	792 K	ETD Control Center He...
ETDIntelligent.exe	292	正在运行	VAE	00	796 K	ETDIntelligent

这是百度浏览器的所有线程

这是谷歌浏览器的所有线程

简略信息(D) 结束任务(E)

进程与线程的区别

- 进程：有独立的内存空间，进程中的数据存放空间（堆空间和栈空间）是独立的，至少有一个线程。
- 线程：堆空间是共享的，栈空间是独立的，线程消耗的资源比进程小的多。

注意：

- 因为一个进程中的多个线程是并发运行的，那么从微观角度看也是有先后顺序的，哪个线程执行完全取决于CPU的调度，程序员是干涉不了的。而这也造成的多线程的随机性。
- Java程序的进程里面至少包含两个线程，主进程也就是main()方法线程，另外一个垃圾回收机制线程。每当使用java命令执行一个类时，实际上都会启动一个JVM，每一个JVM实际上就是在操作系统中启动了一个线程，java本身具备了垃圾的收集机制，所以在Java运行时至少会启动两个线程。
- 由于创建一个线程的开销比创建一个进程的开销小的多，那么我们在开发多任务运行的时候，通常考虑创建多线程，而不是创建多进程。

线程调度：

计算机通常只有一个CPU时，在任意时刻只能执行一条计算机指令，每一个进程只有获得CPU的使用权才能执行指令。所谓多进程并发运行，从宏观上看，其实是各个进程轮流获得CPU的使用权，分别执行各自的任務。那么，在可运行池中，会有多个线程处于就绪状态等到CPU，JVM就负责了线程的调度。JVM采用的是**抢占式调度**，没有采用分时调度，因此可能造成多线程执行结果的随机性。

4.3 创建线程类

Java使用 `java.lang.Thread` 类代表**线程**，所有的线程对象都必须是Thread类或其子类的实例。每个线程的作用是完成一定的任务，实际上就是执行一段程序流即一段顺序执行的代码。Java使用线程执行体来代表这段程序流。Java中通过继承Thread类来**创建并启动多线程**的步骤如下：

1. 定义Thread类的子类，并重写该类的run()方法，该run()方法的方法体就代表了线程需要完成的任务,因此把run()方法称为线程执行体。
2. 创建Thread子类的实例，即创建了线程对象
3. 调用线程对象的start()方法来启动该线程

代码如下：

测试类：

```
public class Demo01 {
    public static void main(String[] args) {
        //创建自定义线程对象
        MyThread mt = new MyThread("新的线程！");
        //开启新线程
        mt.start();
        //在主方法中执行for循环
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
            System.out.println("main线程！"+i);
        }
    }
}
```

自定义线程类：

```
public class MyThread extends Thread {
    //定义指定线程名称的构造方法
    public MyThread(String name) {
        //调用父类的String参数的构造方法，指定线程的名称
        super(name);
    }
    /**
     * 重写run方法，完成该线程执行的逻辑
     */
    @Override
    public void run() {
        for (int i = 0; i < 10; i++) {
            System.out.println(getName()+"：正在执行！"+i);
        }
    }
}
```

OK 相信我们都看到多线程的现象了，那么接下来几天我们就进入多线程的世界！

那么现在有个小问题，请问植物大战僵尸游戏中，是用了多进程设计程序呢，还是多线程？

