20180606

22 多线程

✧ 22.1 进程与线程

进程(Process)是资源(CPU、内存等)分配的基本单位，是程序执行时的一个实例。程序运行时系统会创建一个进程，为它分配资源，把该进程放入进程就绪队列，进程调度器选中它时就会为它分配 CPU 时间，程序开始真正运行。

单进程的特定的同一时间段只允许一个程序运行。多进程一个时间段可以运行多个程序，这些程序进行资源的轮流抢占(单核 CPU)，同一个时间点只有一个进程运行。

线程(Thread)是程序执行流的最小单位，一个进程可以由多个线程组成，线程间共享进程的所有资源，每个线程有自己的堆栈和局部变量。
线程的启动速度比进程快许多，多线程进行并发处理性能高于多进程。

✧ 22.2 继承 Thread 类实现多线程

一个类继承了 java.lang.Thread 表示此类是线程的主体类，还需要覆写 run()方法，run()方法属于线程的主方法。多线程要执行的内容都在 run()方法内定义。
run()方法不能直接调用，因为牵扯到操作系统资源调度问题，使用 start()方法启动多线程。

```
class MyThread extends Thread {
    private String name;
    private int x;
    public MyThread(String name) {
        this.name = name;
    }
    @Override
    public void run() {
        while (this.x < 5) {
            System.out.println(this.name + ": " + this.x);
            this.x++;
        }
    }
}


        new MyThread("maki").start();
        new MyThread("rin").start();
```

结果：

```
maki: 0
rin: 0
maki: 1
rin: 1
maki: 2
rin: 2
rin: 3
```

```
rin: 4
maki: 3
maki: 4
```

实例化对象调用 start()方法，但是执行的是 run()方法内容，所有线程交替执行，执行顺序不可控，打印结果随机。

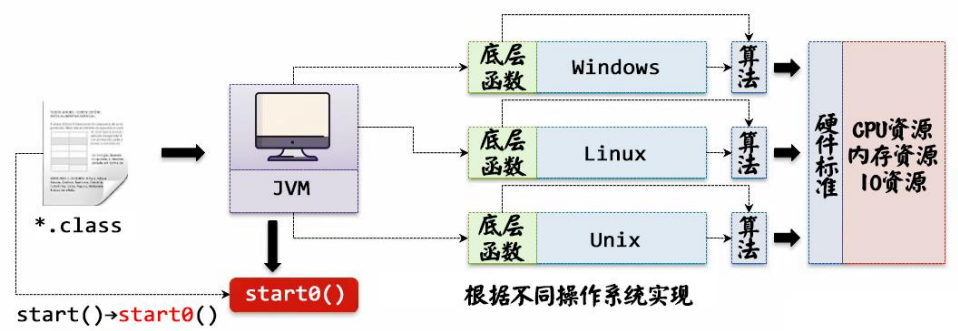
为什么要使用 start()方法启动多线程呢?
start()方法源代码：

```
public synchronized void start() {
    if (threadStatus != 0) // 线程的状态 0 表示线程未开始
        throw new IllegalThreadStateException();
    group.add(this);
    boolean started = false;
    try {
        start0();
        started = true;
    } finally {
        try {
            if (!started) {
                group.threadStartFailed(this);
            }
        } catch (Throwable ignore) {}
    }
}

private native void start0(); // 该方法没有方法体,没有实现
```

一个线程只能被启动一次，如果重复启动抛出 IllegalThreadStateException 异常。但没有 throws 声明或 try-catch 处理，说明该异常是 RuntimeException 的子类

start()方法中又调用了 start0()方法，此方法使用 native 关键字修饰。
Java 支持本地操作系统函数调用，称为 JNI (Java Native Interface)技术，但是 Java 开发中不推荐这样使用，利用 JNI 可以使用操作系统提供的底层函数。Thread 类的 start0()表示此方法依赖于不同的操作系统实现。



✧ 22.3 基于 Runnable 接口实现多线程

Java 继承存在单继承的局限，实现 java.lang.Runnable 接口也可以实现多线程。

Runnable 接口的定义：

```
@FunctionalInterface // 函数式接口
public interface Runnable {
    public abstract void run();
}
```

将 MyThread 改为实现 Runnable 接口：

```
class MyThread implements Runnable {
    // 与之前一模一样...
}
```

但是此时 MyThread 没有继承 Thread，不能使用 start()方法。

Thread 类有一个构造方法可以接收 Runnable 对象作为参数：

```
public Thread(Runnable target) {
    init(null, target, "Thread-" + nextThreadNum(), 0);
}
```

启动多线程：

```
new Thread(new MyThread("maki")).start();
new Thread(new MyThread("rin")).start();
```

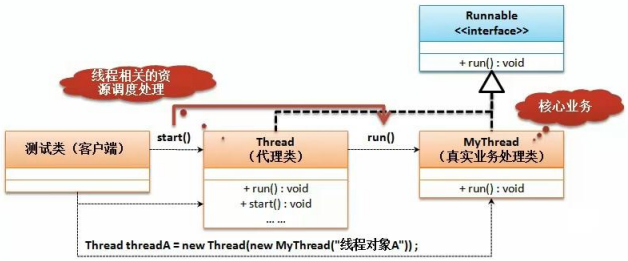
JDK 1.8 开始 Runnable 使用了函数式接口定义，可以使用 Lambda 表达式定义多线程类。

```
for (int i = 0; i < 3; i++) { // 3个线程
    String name = "线程-" + i;
    Runnable run = () -> { // Runnable对象
        for (int j = 0; j < 5; j++) {
            System.out.println(name + ": " + j);
        }
    };
    // 始终使用Thread对象start()方法启动多线程
    new Thread(run).start();
}
```

也可以不定义 run 变量，直接将其右边传入 Thread 的构造方法。

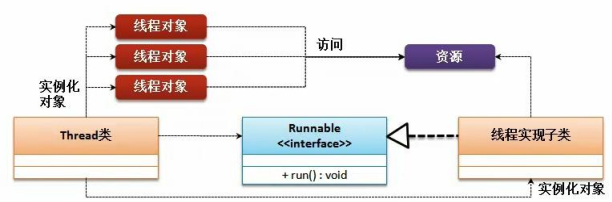
✧ 22.4 Thread 类和 Runnable 接口关系

Thread 类是 Runnable 接口的子类



多线程设计使用了代理设计模式的结构，用户自定义的线程主体只是负责核心业务的实现，所有的辅助实现都由 Thread 类处理。
通过 Thread 类的构造方法传递 Runnable 对象时，该对象被 Thread 的 target 属性保存。Thread 启动多线程调用 start()方法，start()调用 run()方法，此 Thread 类的 run()方法又去调用 Runnable 对象的 run()方法。

多线程开发本质的多个线程可以进行同一资源的抢占。Thread 主要描述线程，Runnable 主要描述资源，因为 *n* 个 Thread 对象的 target 属性都指向了同一个 Runnable 对象。



✧ 22.5 Callable 实现多线程

Runnable 接口的缺点是当线程执行完毕无法获取返回值。JDK 1.5 提出新的线程实现接口 java.util.concurrent.Callable：

```
@FunctionalInterface
public interface Callable<V> {
    V call() throws Exception;
}
```

Callable 对象可以作为 FutureTask 构造方法的参数保存为 callable 属性。
FutureTask 是 RunnableFuture 接口的子类。

```
public class FutureTask<V> implements RunnableFuture<V> {
    // ...
    public FutureTask(Callable<V> callable) {
      if (callable == null)
          throw new NullPointerException();
      this.callable = callable;
      this.state = NEW; // ensure visibility of callable
  }
  // ...
}
```

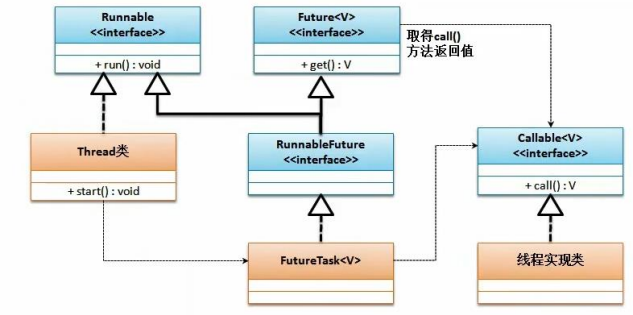
RunnableFuture 接口继承于 Runnable 接口和 Future 接口。

```
public interface RunnableFuture<V> extends Runnable, Future<V> {
    void run();
}
```

FutureTask 类覆写了 Future 接口的 get()方法，可以获取 callable 属性调用 call()方法的返回值。

FutureTask 类也是 Runnable 接口的子类，可以作为 Thread 构造方法的参数。

关系有点复杂：



示例：用 Callable 实现龟兔赛跑

```
class Race implements Callable<Integer> {
    private String name;
    private long time; // 多少毫秒走一步
    private int step; // 步数
    private boolean flag = true; // 设为false结束线程
    public Race(String name, long time) {
        this.name = name;
        this.time = time;
    }
    public void setFlag(boolean flag) {
        this.flag = flag;
    }
    @Override
    public Integer call() throws Exception {
        while (flag) {
            Thread.sleep(this.time);
            this.step++;
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " " +
this.name + ": " + this.step);
        }
        return this.step;
    }
}

        // 客户端代码太多了...
        Race tortoise = new Race("乌龟", 2000);
        Race rabbit = new Race("兔子", 500);
        FutureTask<Integer> task1 = new FutureTask<>(tortoise);
        FutureTask<Integer> task2 = new FutureTask<>(rabbit);
        new Thread(task1).start();
        new Thread(task2).start();
```

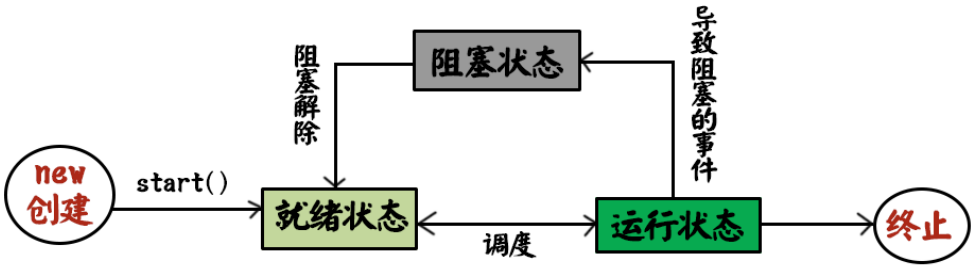
```
        Thread.sleep(10000); // 跑10秒
        tortoise.setFlag(false);
        rabbit.setFlag(false);
        System.out.println("10秒后，乌龟:" + task1.get());
        System.out.println("10秒后，兔子:" + task2.get());
```

结果：

```
10秒后，乌龟:5
10秒后，兔子:20
```

✧ 22.6 多线程运行状态

定义线程主体类，通过 Thread 类 start()方法启动线程，但并不是调用 start()方法线程就开始运行。



1) 任何一个线程对象需要使用 Thread 类封装，线程启动使用 start()方法；但是启动时所有线程进入就绪状态，并没有执行；

2) 等待资源调度，某个线程调度成功则进入运行状态(run()方法)；但是一个线程不可能一直执行下去，执行一段时间之后就会让出资源进入阻塞状态，随后重新回到就绪状态；

3) run()方法执行完毕，线程任务结束，此时进入停止状态。

20180607

✧ 22.7 Thread 类常用方法

1. 线程的命名与取得

多线程运行状态不确定，所有线程的名字是个重要的属性。

```
public Thread(Runnable target, String name) // 构造方法可以自定义线程名
public final void setName(String name) // 设置线程名字
public final String getName() // 获取线程名字
```

线程对象的获取不可能只靠 this 完成，因为线程状态不可控，但是所有线程一定会执行 run()方法，则可以考虑获取当前线程。

```
public static Thread currentThread() // 返回当前正在执行线程的引用
```

示例：自定义线程名字和获取当前线程名

```
class MyThread implements Runnable{
    @Override
    public void run() {
        System.out.println(Thread.currentThread().getName());
    }
```

```
}


        MyThread mt=new MyThread();
        new Thread(mt,"线程1").start(); // 自定义线程名字
        new Thread(mt).start();
        new Thread(mt).start();
        new Thread(mt,"线程2").start(); // 自定义线程名字
        mt.run(); // main
```

结果：

```
线程1
Thread-0
线程2
Thread-1
main
```

如果没有设置线程名字，会自动生成一个不重复的名字。

```
    // 匿名线程使用类静态属性自动编号
    private static int threadInitNumber;
    private static synchronized int nextThreadNum() {
        return threadInitNumber++;
    }
```

直接执行 mt.run()就是在主方法中调用线程对象的 run()方法，获得线程名字为 main，所以主方法也是一个线程。

每当使用 java 命令执行程序时就启动了一个 JVM 的进程，一台电脑可以同时启动多个 JVM 进程，一个 JVM 进程都有各自的线程。

主线程可以创建若干子线程，主要将一些复杂逻辑或耗时操作交给子线程处理。

```
System.out.println("吃饭");
new Thread(() -> {
    // 模拟耗时操作,耗时操作交给子线程完成
    double pi = 0;
    double flag = 1;
    for (int i = 1; i < 1e9; i += 2) {
        pi += flag / i;
        flag = -flag;
    }
    pi *= 4;
    System.out.println("pi=" + pi);
}).start();
System.out.println("睡觉");
```

主线程复杂整体流程，子线程负责处理耗时操作。

2. 线程的休眠 (sleep)

```
public static void sleep(long millis) throws InterruptedException
public static void sleep(long millis, int nanos) throws InterruptedException
```

休眠时可能产生中断异常 InterruptedException，是 Exception 的子类，说明该异常必须被处理。

多线程休眠有先后顺序，一个线程休眠会释放执行权，其他线程抢占资源。

```
Runnable run = () -> {
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        try {
            Thread.sleep(1000);
        } catch (InterruptedException e) {
            e.printStackTrace();
        }
        System.out.println(Thread.currentThread().getName() + ", i=" + i);
    }
};
// 5个子线程几乎同时休眠同时唤醒，因为执行太快了；差别是每轮打印顺序都不一样
for (int n = 0; n < 5; n++) {
    new Thread(run, "hikari - " + n).start();
}
```

3. 线程中断 (interrupt)

线程休眠可能会产生中断异常，也就是线程休眠可能被其他线程打断。

```
public boolean isInterrupted() // 判断线程是否被中断
public void interrupt() // 中断该线程
```

示例：main 线程中止子线程

```
Thread t = new Thread(() -> {
    System.out.println("该睡觉了...");
    try {
        Thread.sleep(10000); // 预计休眠10s
        System.out.println("醒来...");
    } catch (InterruptedException e) {
        System.out.println("草泥马，不要打扰劳资睡觉!");
    }
});
t.start();
try {
    Thread.sleep(1000);
} catch (InterruptedException e) {}
if (!t.isInterrupted()) {
    // 如果线程没被中止，则中止它；main线程中止子线程
    System.out.println("小伙子，该醒了!");
```

```
    t.interrupt();
}
```

4. 线程强制执行 (join)

当满足某些条件后，某个线程对象一直独占资源，直到该线程执行结束。

```
public final void join() throws InterruptedException
```

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    // sleep()和join()都会抛出异常，直接在方法上声明吧...
    Thread t = new Thread(() -> {
        for (int x = 0; x < 100; x++) {
            try {
                Thread.sleep(100);
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + ", x=" + x);
        }
    }, "子线程");
    t.start();
    for (int x = 0; x < 100; x++) {
        if (x == 10) {
            t.join(); // 主线程等待主线程t执行完再执行
        }
        Thread.sleep(100);
        System.out.println("【main线程】, x=" + x);
    }
}
```

5. 线程的礼让 (yield)

线程的礼让是将资源让给其他线程先执行。

```
public static void yield()
```

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    Thread t = new Thread(() -> {
        for (int x = 0; x < 100; x++) {
            if (x%5==0) {
                // 每次x为5的倍数时,子线程让出执行权
                Thread.yield(); // 静态方法
                System.out.println("*****子线程礼让*****");
            }
            try {
                Thread.sleep(100);
            } catch (InterruptedException e) {
```

```
                e.printStackTrace();
            }
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + ", x=" + x);
        }
    }, "子线程");
    t.start();
    for (int x = 0; x < 100; x++) {
        Thread.sleep(100);
        System.out.println("【main线程】, x=" + x);
    }
}
```

礼让执行每次调用 yield()方法只会礼让一次。该方法很少使用。

6. 线程优先级

理论上线程的优先级越高越可以先执行(抢占到资源)。

```
public final void setPriority(int newPriority)
public final int getPriority()
```

优先级定义使用 int，Thread 类定义三个与优先级的 int 常量：

```
public static final int MAX_PRIORITY = 10; // 最高优先级
public static final int NORM_PRIORITY = 5; // 中等优先级
public static final int MIN_PRIORITY = 1; // 最低优先级
```

```
public static void main(String[] args) throws Exception {
    System.out.println("主线程优先级: " + Thread.currentThread().getPriority());
    Runnable run = () -> {
        for (int i = 0; i < 100; i++) {
            System.out.println(Thread.currentThread().getName() + " " + i);
        }
    };
    Thread t1 = new Thread(run, "子线程01");
    Thread t2 = new Thread(run, "子线程02");
    Thread t3 = new Thread(run, "子线程03");
    System.out.println("新创建的线程对象的优先级: " + t3.getPriority());
    t1.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY); // 将子线程01优先级设为最高
    t1.start();
    t2.start();
    t3.start();
    }
}
```

子线程和默认创建的子线程优先级都是 5。