# 多线程高并发学习路线

## 多线程高并发

### 内容大纲：

* 线程、锁等基础概念
* JUC同步工具
* 同步容器
* 线程池
* 高频面试题
* disruptor mq框架

### 为什么要学习多线程高并发？

#### 上天：

* 锻炼解决问题能力
* 高并发 缓存 大流量 大数据量

#### 入地：

* 面试
* JVM OS算法 线程 IO

### 线程基础知识

#### 什么是线程?

-第11章节 看线程基础

进行中最小的执行单位是线程（通俗讲，一个中序中不同的执行路径就是一个线程）。

什么是进程？

一个程序启动起来后，就是一个进程。

什么是纤程（协程）？

#### 线程启动

#start()

直接调用#() 是直接方法调用。

#### 创建线程方式

继承Thread类。

实现Runnable接口。

实现Callable ，带返回值线程。

java8，使用lambda表达式。

通过线程池启用线程（底层也是使用Thread或者Runnable方式）

#### Thread高频方法

#sleep，当前线程暂停一段时间让别的线程，CPU是没有线程的概念，

#yield(),当前线程先退出（进入等待队列），返回到就绪状态（线程的状态）

#start(),线程的启动方法，当第二次调用#start()，会抛出 java.lang.IllegalThreadStateException 异常。

|  |
| --- |
| #start() 源码 |

#join(),在A线程中调B线程，让B线程先进来执行。线程A中调用自己的#join() 是没有任何意义的。B线程执行完了再执行A线程，#join() 经常用来等待另外一个线程的结束。如何保证T1、T2、T3按顺序运行，T1线程中调用T2，T2线程运行中调用T3。

线程状态迁移图示：

线程状态到结束是不能回到NEW状态的，线程从runable状态迁移出去叫线程的挂起。不要关闭线程，然后线程正常结束，JVM有stop，容易导致状态不一致。interrupt是线程被打断，程序要自行处理（可以继续运行和停止，业务自己觉得），在框架代码中很深层地方控制，保证健壮性。

|  |
| --- |
| 线程状态迁移图示 |

### 线程同步问题

#### synchronized关键字

多个线程访问同一个资源，要对该资源进行上锁。锁有个独占的意思，要先拿到锁才能执行后续逻辑。锁定的内容，可以是一个对象（类的实例），可以锁在一个类（class）上。

JVM规范中对synchronized的实现没有任何限制，只要能实现锁即可，HOTSPOT虚拟机采用mark word , monitorenter和monitorexit。

#### synchronized 锁的特性

synchronized (this) 和synchronized 作用在方法上是等价的。

synchronized作用在静态方法上，含义是synchronized（类.class）,提示，结合类加载机制理解，jvm中如何上锁和被锁的内容（对象或者calss），会产生什么效果。

synchronized 的锁，底层实现，针对hostpot 虚拟机而言。

synchronized的锁具有可重入性，

|  |
| --- |
| 1. **public** **class** Widget { 2. **public** **synchronized** **void** doSomething() { 3. ... 4. } 5. } 7. **public** **class** LoggingWidget **extends** Widget { 8. **public** **synchronized** **void** doSomething() { 9. System.out.println(toString() + ": calling doSomething"); 10. **super**.doSomething(); 11. . . . 12. } 13. }   子类改写了父类的synchonized方法，然后调用父类中的方法，此时如果没有重入的锁，那么这段代码将产生死锁。由于Widget 和LoggingWidget 中的doSomengthing方法都是synchonized方法，因此**每个doSomengthing方法执行前都会获取Widget（实质是子类**LoggingWidget 的class**） 上的锁**。然而如果内置锁不是可重入的，那么在调用super.doSomething()时将无法获取Widget 上的锁，因为这个锁已经被持有，从而线程将永远停顿下去，等待一个永远也无法获得的锁。  # LoggingWidget ()获取的锁是class锁（LoggingWidget ），通过**super.doSomeThing()**获取的锁依然是class锁（LoggingWidget ），这便是锁的可重入性表现。 |

synchronized保证可见性和原子性。

|  |
| --- |
| 学习时间2021年2-25 |

#### synchronized异常锁

程序执行过程中，如果出现异常，默认情况下锁是被会释放的。如果出现异常没有对其进行处理，此时锁已经被释放（其他线程便有机会获取锁），其他线程可能会获取到共享资源（共享资源信息由于前面线程出异常，数据不正确了）。因此同步中出现异常，要小心处理。

#### synchronized 底层实现

早期的jdk是重量级的，-OS ，到操作系统加锁和释放锁。

synchronized 有个锁升级的概念，（我就是厕所所长，马士兵写的2篇文章）

synchronized （object），在头上，markwork，记录这个线程的id，偏向锁。

如果有线程争用，这个时候锁升级为自旋锁，不会进入到就绪队列中，就在这里等着，一直自旋。自旋默认10次，还没有等到，升级为重量级锁，进度就绪队列（进入等待队列 waitset，不占用CPU资源），等待操作系统OS进行加锁。经过偏向锁和自旋锁，synchronized 不比其他锁慢。锁只能升级不能降级。

针对加锁的代码，执行时间长或者线程数比较多的用重量级锁（系统锁），执行时间短，线程数不能多适合使用自旋锁。

#### synchronized 的锁升级，

无锁，

偏向锁，

自旋锁

重量级锁（向操作系统申请的锁）

synchronized 锁定的对象不能是基础数据类型，也不能使用String 的常量。

举例，锁定的对象是lib类库中。

#### volatile 关键字

volatile 关键字的含义是可变的、易变的。

volatile 关键字2个作用，**其一，保证线程的可见性；其二防止指令重排序**。

保证线程的可见性，JVM中是有堆内存的，是所有线程共享的数据区域，2个线程，分别持有一个副本，副本数据（线程在自己的工作区间对值进行修改）修改后是要同步到堆中的，不好控制什么时候把值写入到堆内存中，如果加了volatile 关键字修饰，副本对共享数据进行了更改，会立即同步到堆内存中，如果这是其他线程对共享数据进行修改，则会在写之前到堆中拉取最新的值，然后再去修改。实现原理：使用CPU的缓存一致性协议和MESI，归根结底是靠硬件来实现。

volatile 防止指令重排序，那DCS double checked singleton,单例的双重检查写法来说明。单例最简单的写法是饿汉式写法，演变为懒汉式写法（目的是在实用的时候再初始化），但是懒汉式写法有线程并发问题，于是呢，在进行实例初始化时候，加了锁（使用synchronized 锁定 instance），但是这样还是有问题，多线程并发时候，还是有可能会出现在2个线程都判空时候（instance为空），虽然创建实现的地方有了锁，但是2个线程也会执行。后来出现双重检查的写法，代码写法看下面。但是不加volatile 在压力测试，并发量很高的情况下，一般也不会出现问题。但是还有有出现问题的可能，于是呢加了volatile ，防止指令重排序。

volatile 使用注意点：**volatile 尽量去修饰基本数据类型，当使用volatile 去修饰引用数据类型，该引用数据类型中的属性值发生改变其他线程是监测不到的；只有引用本身改变了是能其他线程监测到的**。

|  |
| --- |
| public class T {  /\*  running 没有使用 volatile 修饰 程序会一直运行m方法  而是用 volatile 修饰 running ，程序会停下来  volatile 起到了操作变量 running 的线程对其他线程的可见性  volatile 的含义是可变的、易的  volatile 2个作用，1 保证线程的可见性 2 防止指令重排序  \*/   **private volatile boolean running = true;**  public void m(){  while(running)  { // ...  }  System.out.println(" m end");  }  public static void main(String[] args) {  T t = new T();  new Thread(t::m,"t1").start();  /\* lambda 写法等价于 new Thread( new Runnable( run(){ t.m()}))  new Thread(new Runnable() {  @Override  public void run() {  t.m();  }  }).start();  \*/   try{  TimeUnit.SECONDS.sleep(1L);  }catch (InterruptedException ex){  ex.printStackTrace();  }  t.running =false;  } } |

|  |
| --- |
| 双重检查 保证线程安全，  public class Mgr06 {  /\* **如果 volatile 不加，一般也不会出问题，但是可能（指令重排序）**  **加了 volatile 肯定不会出现问题**  **new对象的过程： 1 申请内存，此时都是初始值如int a=0， 2 设置初始值（真正的值，如 a=8），将最新值赋值给 INSTANCE，如果发生指令重排序，在执行第一步时候，已经把0赋值给a，第二线程看到a不对null，变可以直接使用了，加了volatile 保证指令不会被重排序**  \*/  private static Mgr06 INSTANCE;  private Mgr06(){}  public static Mgr06 getInstance(){  if(null == INSTANCE){  // 双重检查  **synchronized (Mgr06.class){  if(null == INSTANCE){**  try{  Thread.sleep(1L);  }catch (InterruptedException e){  }  INSTANCE =new Mgr06();  }  }  }  return INSTANCE;  } } |

#### synchronized 锁优化

锁粒度粗化，访问特别频繁，而是是很多地方要加锁，此时建议加一个大的锁。

锁粒度细化，锁仅加载有并发问题地方。

不要使用String 和包装数据类型作为锁；

使用对象作为锁时候，锁的属性改变，不影响锁的使用，但是如果对象的引用被改变则会发生编发问题，看下面的演示。

|  |
| --- |
| Object o = new Objeect();  synchronized (0){…}  // 对o进行了改变,则会出现并发问题，因为锁是加载对象的头2位markword  X.o = new Object();  --------------------------------------------------------------------------------------------------  // **推荐使用下面的写法**  **final** Object o = new Object(); |

#### CAS（无锁优化 自旋）

CAS（compare and set）

**cas（V，expected，newValue）**

if(V ==E)

V =New

otherwise try again or fail

CPU原语支持，指的是**cas（V，expected，newValue）是CPU的原语支持，执行过程中不能被打断。**

JUC包下的Atomic开头的都是无锁操作，但是线程安全的，如AtomicInteger#incrementAndGet()。

#### AtomickIneger# incrementAndGet内部实现原理

内部使用CAS机制，直接看底层源码

|  |
| --- |
| public final int incrementAndGet() {  **return unsafe.getAndAddInt(this, valueOffset, 1) + 1;** }  public final int getAndAddInt(Object var1, long var2, int var4) {  int var5;  do {  var5 = this.getIntVolatile(var1, var2);  } while(**!this.compareAndSwapInt(var1, var2, var5, var5 + var4))**;   return var5; } |

#### ABA问题

ABA问题，指的是原本是A，期望改成B，但是途中有其他线程把其又改成了A。

如果是针对基本数据类型，无所谓，没什么影响；但如果是针对引用类型，那一定要解决（你大爷还是你大爷，但你大妈已经不是你原本的大妈了）。

解决ABA问题，加版本号version，每次变动version也变。

java.util.concurrent.atomic.AtomicStampedReference 解决ABA问题

#### Unsafe 类

unsafe，不安全的，不建议使用。

直接操作内存

直接生成类的实例

直接操作类或者类的变量

CAS相关操作（8及以前使用**compareAndSwapInt**，11版本呢使用**weakCompareAndSetObject**

）。

开发人员拿到unsafe，便可以为所欲为。

|  |
| --- |
| package org.jerfan.thread.s3;  import sun.misc.Unsafe;  import java.lang.reflect.Field;  /\*\*  \* @author jerfan cang  \* @since 2021/2/28 23:48  \*/ public class T\_Unsafe {  public static class Account{  private String name;  private String pwd;  @Override  public String toString() {  final StringBuilder sb = new StringBuilder("Account{");  sb.append("name='").append(name).append('\'');  sb.append(", pwd='").append(pwd).append('\'');  sb.append('}');  return sb.toString();  }  public String getName() {  return name;  }  public void setName(String name) {  this.name = name;  }  public String getPwd() {  return pwd;  }  public void setPwd(String pwd) {  this.pwd = pwd;  }  }  public static void main(String[] args) {  Unsafe unsafe;  unsafe = getUnsafe();  int a=10;  int b=20;  unsafe.compareAndSwapInt(a,1L,10,b);  System.out.println(a);   **//使用unsafe直接实例化对象，为所欲为**  try{  **Account account = (Account)unsafe.allocateInstance(Account.class);**  account.setName("admin");  account.setPwd("admin");  System.out.println(account);  }catch (Exception ex){}  //directUse();  }   private static Unsafe getUnsafe() {  try{  **Field f = Unsafe.class.getDeclaredField("theUnsafe");  f.setAccessible(true);  return (Unsafe) f.get(null);**   }catch (Exception ex){  ex.printStackTrace();  return null;  }  }   // **直接使用会抛出 SecurityException**  private static void directUse() {  Unsafe unsafe = Unsafe.getUnsafe();  int a=10;  int b=20;  unsafe.compareAndSwapInt(a,1L,10,b);  System.out.println(a);  } } |

#### 并发递增的几种方式实现比较

synchronized 锁方式++，

AtomicInteger 或者 AtomicLong，cas方式加锁，并发线程数少的时候，性能高些

LongAdder ，并发线程数高的时候使用LongAdder 性能更高些

比较的原理支持：

* AtomicLong 比 synchronized 性高的原因是 使用cas技术，AtomicLong 不加锁，没有申请锁的开销；
* LongAdder 比 AtomicLong 高的原因是 LongAdder 内部使用了分段锁，最后使用sum。

#### 可重入锁

synchronized 本身是可重入锁的一种，synchronized 必须是可重入锁，不然子类调用父类是没法实现了。

ReentranLock 也是可重入锁，是可以替代synchronized 的，synchronized 是自动解锁，但Lock 使用时候先lock#lock，并且一定要在finally 里手动释放锁 lock#unlock

#### 公平锁

ReentranLock 指定锁类型为true实现公平锁。ReentranLock 默认是非公平锁，synchronized 是非公平锁。

### JUC并发包-和线程有关的

JUC指的是java.util.concurrent

#### ReentranLock 和 synchronized 的对比

ReentranLock 可tryLock 比synchronized 有优势，synchronized 拿不到锁要到阻塞队列中等待机会，ReentranLock锁一定时间不成功可以自主选择放弃。

synchronized 被打断是迁移到等到队列的，要被重新唤起，而ReentranLock在使用Lock# lockInterruptibly,被别的线程打断可以做出处理。

ReentranLock 可以实现公平锁，指定锁类型为true标识为公平锁，谁在前面谁先执行。而synchronized只能是非公平锁。

synchronized 底层是锁升级，而ReentranLock 底层是cas实现。

#### CountDownLatch

倒数 门栓，数到0门就开了。#wait 门栓，等着，线程完成把计数减1。

把每个线程都#jion到当前线程上等着结束和CountDownLatch 一样。

#await 阻塞，等着就行。

|  |
| --- |
| public static void main(String[] args) {  CountDownLatch latch = **new CountDownLatch(2);**  Thread t1 = new Thread ( ()-> {  try{  Thread.sleep(2000L);  }catch (Exception e){}  System.out.println("t1");  **latch.countDown();**  });  Thread t2 = new Thread ( ()-> {  try{  Thread.sleep(2000L);  }catch (Exception e){}  System.out.println("t2");  **latch.countDown();**  });  t1.start();  t2.start();  try{  **latch.await();**  System.out.println("continue");  }catch (InterruptedException e){} } |

#### CyclicBarrier

屏障或者叫栅栏，当前线程齐了其他线程，打开屏障，可以循环使用，CoutDownLach只能玩一次。

|  |
| --- |
| public static void main(String[] args) {  CyclicBarrier barrier = new **CyclicBarrier(5,  new Thread( () -> System.out.println("满人，发车")));**  for(int i=0;i<20;i++){  new Thread( () -> {  try{  **barrier.await();**  }catch (Exception e){}  }).start();  } } |

#### Phaser

阶段器，把栅栏分成多个阶段。

自定义一个类继承Phaser，并重写其方法

#onAdvance 前进

jdk 1.7提供的

拓宽知识面，面试很少会问到

#### ReaderWriteLock

读写锁就是共享锁和排它锁的组合。读和写的时候都加锁，但它们加的锁是有区别的。读线程加的是只读锁，其他读线程依然是可以获取到锁，但锁线程不能获取到锁（等我读完了你再写）；锁线程写的时候也是加锁，此时其他的读线程和写线程均不能获取到锁（等我写完了，你们再来读或者写）。

|  |
| --- |
| static ReadWriteLock readWriteLock = new ReentrantReadWriteLock(); private static int value; static Lock readLock = readWriteLock.readLock(); static Lock writeLock = readWriteLock.writeLock(); |

#### Semaphore

信号灯锁，构造函数permits 表示容许几个线程同时执行。关键方法是acquire()方法和release() 方法。其中acquire()是一个阻塞方法。功能是限流

使用场景：卖票

Exchanger

实现2个线程间的通信，进行数据交换，exchange()方法是一个阻塞方法，等待交换完成，2个线程才能继续往下执行。

#### LockSupport

想要去阻塞一个在执行中的线程，使用LockSupport，#park（停车意思），会阻塞当前线程；想要解封被阻塞的线程使用unpark(Thread t)。

public static void park() {  
 **UNSAFE**.park(false, 0L);  
}

|  |
| --- |
| // 使用姿势  Thread t = new Thread( () -> {  for (int i = 0; i < 10; i++) {  System.out.println(i);  try {  TimeUnit.SECONDS.sleep(1);  } catch (InterruptedException e) {  e.printStackTrace();  }  if(5==i){  // park 停车 ，阻塞方法  LockSupport.park();  }  } }); t.start();  try {  TimeUnit.SECONDS.sleep(10); } catch (InterruptedException e) {  e.printStackTrace(); } System.out.println("after 10 seconds!!!"); // un park 解封指定的线程 LockSupport.unpark(t); |

#### 面试题

百度和美团的面试题

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
|  |

synchronized 锁的四种状态，锁升级的过程

* 无所状态
* 偏向锁
* 轻量级锁
* 重量级锁

volatile的可见性和禁止重排序怎么实现的？

可见性：缓存一致性 mesi

禁止重排序：JMM

模型里有2个指令完成数据的读写，通过load和store指令组合完成的4个内存屏障实现禁止指令重排序。

### 线程间通信

#### 面试题1

实现一个场景，起2个线程，一个往集合中添加元素，另一个监控集合中的元素，当添加到第五个元素时候，第二个线程做出一些处理。

wait线程阻塞，进入睡眠，notify 唤醒线程，但不释放锁。

建议，wait和notify总是成对出现的。

#### 面试题2

写一个固定容量同步容器，拥有put和get以及getCount方法，能够支持2个生成者以及10个消费者线程的阻塞调用。

实现方案：

使用wait和notify/notifyAll来实现;

使用Lock 和 Condition 组合实现。

### AQS源码分析

源码分月度原则

|  |
| --- |
|  |

#### ReentranLock#lock方法开始跟进源码

AQS的核心是**cas**操作。

AQS（CLH，3个人的首字母缩写）里面的**state**，是同步状态，是其核心，**private volatile int state;**，volatile 修饰保证线程可见。

AQS类中有一个静态内部类（static final class **Node**）,Node 是一个双向链表（有一个head 和 有一个 tail），在Node 中有一个成员属性 Thread（volatile Thread thread ;）。

VarHandle ，jdk1.9引入，1：普通属性原子操作；2：比反射快，直接操作二进制码。

|  |
| --- |
|  |

### ThreadLocal

#### ThreadLocal介绍和使用

ThreadLocal ，线程隔离，线程独有。

ThreadLocal设计思想是使用副本。

ThreadLocal#set源码，核心是map.set方法，而map又是Thread类的成员变量（指向的是ThreadLocal的内部类ThreadLocalMap）。

ThreadLocal用途，Spring的声明式事务，使用ThreadLocal 保证同一个Connection。

|  |
| --- |
| // ThreadLocal#set源码  public void set(T value) {  Thread t = Thread.currentThread();  ThreadLocalMap map = getMap(t);  if (map != null) {  **map.set(this, value);**  } else {  createMap(t, value);  } }  //ThreadLocal#getMap源码，**竟然是Thrad#threadLocals**  ThreadLocalMap getMap(Thread t) {  **return t.threadLocals;** }  // java.lang.Thread#threadLocals 定义如下：  ThreadLocal.ThreadLocalMap threadLocals = null; |

#### 弱引用（WeakReference）在ThreadLocal中的使用

**static class Entry extends WeakReference<ThreadLocal<?>>，使用反证法说明不能使用强软虚引用。**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  | | |

java有4种引用（强软弱虚）

**强引用，** T t = new T() ; 方式创建，GC不会回收（只有没有引用指向才会回收）；

**软引用，** SoftReference<T> t = new SoftReference<>(); GC时候内存不足才会触发回收 ， 软引用适合做缓存处理；

**弱引用，** WeakReference<T> t = new WeakReference<>(); GC 回收时候，直接回收掉。**一般用在容器中（有一个强引用指向弱引用，当强引用消失不用去管这个弱引用）**；

**虚引用，** PhantomReference<T> t = new PhantomReference<>(new T(),new ReferenceQueue()); 管理直接内存。

|  |
| --- |
|  |

WeakHashMap的使用场景

### 进度：容器

x