**Python线程指南**

**1. 线程基础**

**1.1. 线程状态**

线程有5种状态，状态转换的过程如下图所示：



**1.2. 线程同步（锁）**

多线程的优势在于可以同时运行多个任务（至少感觉起来是这样）。但是当线程需要共享数据时，可能存在数据不同步的问题。考虑这样一种情况：一个列表里所有元素都是0，线程"set"从后向前把所有元素改成1，而线程"print"负责从前往后读取列表并打印。那么，可能线程"set"开始改的时候，线程"print"便来打印列表了，输出就成了一半0一半1，这就是数据的不同步。为了避免这种情况，引入了锁的概念。

锁有两种状态——锁定和未锁定。每当一个线程比如"set"要访问共享数据时，必须先获得锁定；如果已经有别的线程比如"print"获得锁定了，那么就让线程"set"暂停，也就是同步阻塞；等到线程"print"访问完毕，释放锁以后，再让线程"set"继续。经过这样的处理，打印列表时要么全部输出0，要么全部输出1，不会再出现一半0一半1的尴尬场面。

线程与锁的交互如下图所示：



**1.3. 线程通信（条件变量）**

然而还有另外一种尴尬的情况：列表并不是一开始就有的；而是通过线程"create"创建的。如果"set"或者"print" 在"create"还没有运行的时候就访问列表，将会出现一个异常。使用锁可以解决这个问题，但是"set"和"print"将需要一个无限循环——他们不知道"create"什么时候会运行，让"create"在运行后通知"set"和"print"显然是一个更好的解决方案。于是，引入了条件变量。

条件变量允许线程比如"set"和"print"在条件不满足的时候（列表为None时）等待，等到条件满足的时候（列表已经创建）发出一个通知，告诉"set" 和"print"条件已经有了，你们该起床干活了；然后"set"和"print"才继续运行。

线程与条件变量的交互如下图所示：





**1.4. 线程运行和阻塞的状态转换**

最后看看线程运行和阻塞状态的转换。



阻塞有三种情况：

同步阻塞是指处于竞争锁定的状态，线程请求锁定时将进入这个状态，一旦成功获得锁定又恢复到运行状态；

等待阻塞是指等待其他线程通知的状态，线程获得条件锁定后，调用“等待”将进入这个状态，一旦其他线程发出通知，线程将进入同步阻塞状态，再次竞争条件锁定；

而其他阻塞是指调用time.sleep()、anotherthread.join()或等待IO时的阻塞，这个状态下线程不会释放已获得的锁定。

tips: 如果能理解这些内容，接下来的主题将是非常轻松的；并且，这些内容在大部分流行的编程语言里都是一样的。（意思就是非看懂不可 >\_< 嫌作者水平低找别人的教程也要看懂）

**2. thread**

Python通过两个标准库thread和threading提供对线程的支持。thread提供了低级别的、原始的线程以及一个简单的锁。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadimport time# 一个用于在线程中执行的函数def func():for i in range(5):print 'func'time.sleep(1)# 结束当前线程# 这个方法与thread.exit\_thread()等价thread.exit() # 当func返回时，线程同样会结束# 启动一个线程，线程立即开始运行# 这个方法与thread.start\_new\_thread()等价# 第一个参数是方法，第二个参数是方法的参数thread.start\_new(func, ()) # 方法没有参数时需要传入空tuple# 创建一个锁（LockType，不能直接实例化）# 这个方法与thread.allocate\_lock()等价lock = thread.allocate()# 判断锁是锁定状态还是释放状态print lock.locked()# 锁通常用于控制对共享资源的访问count = 0# 获得锁，成功获得锁定后返回True# 可选的timeout参数不填时将一直阻塞直到获得锁定# 否则超时后将返回Falseif lock.acquire():count += 1# 释放锁lock.release()# thread模块提供的线程都将在主线程结束后同时结束time.sleep(6) |

thread 模块提供的其他方法：

thread.interrupt\_main(): 在其他线程中终止主线程。

thread.get\_ident(): 获得一个代表当前线程的魔法数字，常用于从一个字典中获得线程相关的数据。这个数字本身没有任何含义，并且当线程结束后会被新线程复用。

thread还提供了一个ThreadLocal类用于管理线程相关的数据，名为 thread.\_local，threading中引用了这个类。

由于thread提供的线程功能不多，无法在主线程结束后继续运行，不提供条件变量等等原因，一般不使用thread模块，这里就不多介绍了。

**3. threading**

threading基于Java的线程模型设计。锁（Lock）和条件变量（Condition）在Java中是对象的基本行为（每一个对象都自带了锁和条件变量），而在Python中则是独立的对象。Python Thread提供了Java Thread的行为的子集；没有优先级、线程组，线程也不能被停止、暂停、恢复、中断。Java Thread中的部分被Python实现了的静态方法在threading中以模块方法的形式提供。

threading 模块提供的常用方法：

threading.currentThread(): 返回当前的线程变量。

threading.enumerate(): 返回一个包含正在运行的线程的list。正在运行指线程启动后、结束前，不包括启动前和终止后的线程。

threading.activeCount(): 返回正在运行的线程数量，与len(threading.enumerate())有相同的结果。

threading模块提供的类：

Thread, Lock, Rlock, Condition, [Bounded]Semaphore, Event, Timer, local.

**3.1. Thread**

Thread是线程类，与Java类似，有两种使用方法，直接传入要运行的方法或从Thread继承并覆盖run()：

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threading# 方法1：将要执行的方法作为参数传给Thread的构造方法def func():print 'func() passed to Thread't = threading.Thread(target=func)t.start()# 方法2：从Thread继承，并重写run()class MyThread(threading.Thread):def run(self):print 'MyThread extended from Thread't = MyThread()t.start() |

构造方法：

Thread(group=None, target=None, name=None, args=(), kwargs={})

group: 线程组，目前还没有实现，库引用中提示必须是None；

target: 要执行的方法；

name: 线程名；

args/kwargs: 要传入方法的参数。

实例方法：

isAlive(): 返回线程是否在运行。正在运行指启动后、终止前。

get/setName(name): 获取/设置线程名。

is/setDaemon(bool): 获取/设置是否守护线程。初始值从创建该线程的线程继承。当没有非守护线程仍在运行时，程序将终止。

start(): 启动线程。

join([timeout]): 阻塞当前上下文环境的线程，直到调用此方法的线程终止或到达指定的timeout（可选参数）。

一个使用join()的例子：

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingimport timedef context(tJoin):print 'in threadContext.'tJoin.start()# 将阻塞tContext直到threadJoin终止。tJoin.join()# tJoin终止后继续执行。print 'out threadContext.'def join():print 'in threadJoin.'time.sleep(1)print 'out threadJoin.'tJoin = threading.Thread(target=join)tContext = threading.Thread(target=context, args=(tJoin,))tContext.start() |

运行结果：

|  |
| --- |
| in threadContext. in threadJoin. out threadJoin. out threadContext. |

**3.2. Lock**

Lock（指令锁）是可用的最低级的同步指令。Lock处于锁定状态时，不被特定的线程拥有。Lock包含两种状态——锁定和非锁定，以及两个基本的方法。

可以认为Lock有一个锁定池，当线程请求锁定时，将线程至于池中，直到获得锁定后出池。池中的线程处于状态图中的同步阻塞状态。

构造方法：

Lock()

实例方法：

acquire([timeout]): 使线程进入同步阻塞状态，尝试获得锁定。

release(): 释放锁。使用前线程必须已获得锁定，否则将抛出异常。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingimport timedata = 0lock = threading.Lock()def func():global dataprint '%s acquire lock...' % threading.currentThread().getName()# 调用acquire([timeout])时，线程将一直阻塞，# 直到获得锁定或者直到timeout秒后（timeout参数可选）。# 返回是否获得锁。if lock.acquire():print '%s get the lock.' % threading.currentThread().getName()data += 1time.sleep(2)print '%s release lock...' % threading.currentThread().getName()# 调用release()将释放锁。lock.release()t1 = threading.Thread(target=func)t2 = threading.Thread(target=func)t3 = threading.Thread(target=func)t1.start()t2.start()t3.start() |

**3.3. RLock**

RLock（可重入锁）是一个可以被同一个线程请求多次的同步指令。RLock使用了“拥有的线程”和“递归等级”的概念，处于锁定状态时，RLock被某个线程拥有。拥有RLock的线程可以再次调用acquire()，释放锁时需要调用release()相同次数。

可以认为RLock包含一个锁定池和一个初始值为0的计数器，每次成功调用 acquire()/release()，计数器将+1/-1，为0时锁处于未锁定状态。

构造方法：

RLock()

实例方法：

acquire([timeout])/release(): 跟Lock差不多。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingimport timerlock = threading.RLock()def func():# 第一次请求锁定print '%s acquire lock...' % threading.currentThread().getName()if rlock.acquire():print '%s get the lock.' % threading.currentThread().getName()time.sleep(2)# 第二次请求锁定print '%s acquire lock again...' % threading.currentThread().getName()if rlock.acquire():print '%s get the lock.' % threading.currentThread().getName()time.sleep(2)# 第一次释放锁print '%s release lock...' % threading.currentThread().getName()rlock.release()time.sleep(2)# 第二次释放锁print '%s release lock...' % threading.currentThread().getName()rlock.release()t1 = threading.Thread(target=func)t2 = threading.Thread(target=func)t3 = threading.Thread(target=func)t1.start()t2.start()t3.start() |

**3.4. Condition**

Condition（条件变量）通常与一个锁关联。需要在多个Contidion中共享一个锁时，可以传递一个Lock/RLock实例给构造方法，否则它将自己生成一个RLock实例。

可以认为，除了Lock带有的锁定池外，Condition还包含一个等待池，池中的线程处于状态图中的等待阻塞状态，直到另一个线程调用notify()/notifyAll()通知；得到通知后线程进入锁定池等待锁定。

构造方法：

Condition([lock/rlock])

实例方法：

acquire([timeout])/release(): 调用关联的锁的相应方法。

wait([timeout]): 调用这个方法将使线程进入Condition的等待池等待通知，并释放锁。使用前线程必须已获得锁定，否则将抛出异常。

notify(): 调用这个方法将从等待池挑选一个线程并通知，收到通知的线程将自动调用acquire()尝试获得锁定（进入锁定池）；其他线程仍然在等待池中。调用这个方法不会释放锁定。使用前线程必须已获得锁定，否则将抛出异常。

notifyAll(): 调用这个方法将通知等待池中所有的线程，这些线程都将进入锁定池尝试获得锁定。调用这个方法不会释放锁定。使用前线程必须已获得锁定，否则将抛出异常。

例子是很常见的生产者/消费者模式：

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingimport time# 商品product = None# 条件变量con = threading.Condition()# 生产者方法def produce():global productif con.acquire():while True:if product is None:print 'produce...'product = 'anything'# 通知消费者，商品已经生产con.notify()# 等待通知con.wait()time.sleep(2)# 消费者方法def consume():global productif con.acquire():while True:if product is not None:print 'consume...'product = None# 通知生产者，商品已经没了con.notify()# 等待通知con.wait()time.sleep(2)t1 = threading.Thread(target=produce)t2 = threading.Thread(target=consume)t2.start()t1.start() |

**3.5. Semaphore/BoundedSemaphore**

Semaphore（信号量）是计算机科学史上最古老的同步指令之一。Semaphore管理一个内置的计数器，每当调用acquire()时-1，调用release() 时+1。计数器不能小于0；当计数器为0时，acquire()将阻塞线程至同步锁定状态，直到其他线程调用release()。

基于这个特点，Semaphore经常用来同步一些有“访客上限”的对象，比如连接池。

BoundedSemaphore 与Semaphore的唯一区别在于前者将在调用release()时检查计数器的值是否超过了计数器的初始值，如果超过了将抛出一个异常。

构造方法：

Semaphore(value=1): value是计数器的初始值。

实例方法：

acquire([timeout]): 请求Semaphore。如果计数器为0，将阻塞线程至同步阻塞状态；否则将计数器-1并立即返回。

release(): 释放Semaphore，将计数器+1，如果使用BoundedSemaphore，还将进行释放次数检查。release()方法不检查线程是否已获得 Semaphore。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingimport time# 计数器初值为2semaphore = threading.Semaphore(2)def func():# 请求Semaphore，成功后计数器-1；计数器为0时阻塞print '%s acquire semaphore...' % threading.currentThread().getName()if semaphore.acquire():print '%s get semaphore' % threading.currentThread().getName()time.sleep(4)# 释放Semaphore，计数器+1print '%s release semaphore' % threading.currentThread().getName()semaphore.release()t1 = threading.Thread(target=func)t2 = threading.Thread(target=func)t3 = threading.Thread(target=func)t4 = threading.Thread(target=func)t1.start()t2.start()t3.start()t4.start()time.sleep(2)# 没有获得semaphore的主线程也可以调用release# 若使用BoundedSemaphore，t4释放semaphore时将抛出异常print 'MainThread release semaphore without acquire'semaphore.release() |

3.6. Event

Event（事件）是最简单的线程通信机制之一：一个线程通知事件，其他线程等待事件。Event内置了一个初始为False的标志，当调用set()时设为True，调用clear()时重置为 False。wait()将阻塞线程至等待阻塞状态。

Event其实就是一个简化版的 Condition。Event没有锁，无法使线程进入同步阻塞状态。

构造方法：

Event()

实例方法：

isSet(): 当内置标志为True时返回True。

set(): 将标志设为True，并通知所有处于等待阻塞状态的线程恢复运行状态。

clear(): 将标志设为False。

wait([timeout]): 如果标志为True将立即返回，否则阻塞线程至等待阻塞状态，等待其他线程调用set()。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingimport timeevent = threading.Event()def func():# 等待事件，进入等待阻塞状态print '%s wait for event...' % threading.currentThread().getName()event.wait()# 收到事件后进入运行状态print '%s recv event.' % threading.currentThread().getName()t1 = threading.Thread(target=func)t2 = threading.Thread(target=func)t1.start()t2.start()time.sleep(2)# 发送事件通知print 'MainThread set event.'event.set() |

**3.7. Timer**

Timer（定时器）是Thread的派生类，用于在指定时间后调用一个方法。

构造方法：

Timer(interval, function, args=[], kwargs={})

interval: 指定的时间

function: 要执行的方法

args/kwargs: 方法的参数

实例方法：

Timer从Thread派生，没有增加实例方法。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingdef func():print 'hello timer!'timer = threading.Timer(5, func)timer.start() |

**3.8. local**

local是一个小写字母开头的类，用于管理 thread-local（线程局部的）数据。对于同一个local，线程无法访问其他线程设置的属性；线程设置的属性不会被其他线程设置的同名属性替换。

可以把local看成是一个“线程-属性字典”的字典，local封装了从自身使用线程作为 key检索对应的属性字典、再使用属性名作为key检索属性值的细节。

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadinglocal = threading.local()local.tname = 'main'def func():local.tname = 'notmain'print local.tnamet1 = threading.Thread(target=func)t1.start()t1.join()print local.tname |

熟练掌握Thread、Lock、Condition就可以应对绝大多数需要使用线程的场合，某些情况下local也是非常有用的东西。本文的最后使用这几个类展示线程基础中提到的场景：

|  |
| --- |
| # encoding: UTF-8import threadingalist = Nonecondition = threading.Condition()def doSet():if condition.acquire():while alist is None:condition.wait()for i in range(len(alist))[::-1]:alist[i] = 1condition.release()def doPrint():if condition.acquire():while alist is None:condition.wait()for i in alist:print i,printcondition.release()def doCreate():global alistif condition.acquire():if alist is None:alist = [0 for i in range(10)]condition.notifyAll()condition.release()tset = threading.Thread(target=doSet,name='tset')tprint = threading.Thread(target=doPrint,name='tprint')tcreate = threading.Thread(target=doCreate,name='tcreate')tset.start()tprint.start()tcreate.start() |

全文完