

并发编程

Tedu Python 教学部

Author：吕泽

Days：6天

- 多任务编程
- 进程（process）
 - 进程理论基础
- 基于fork的多进程编程
 - fork使用
 - 进程相关函数
 - 孤儿和僵尸
 - 群聊聊天室
- multiprocessing 模块创建进程
 - 进程创建方法
 - 进程池实现
- 进程间通信（IPC）
 - 管道通信(Pipe)
 - 消息队列
 - 共享内存
 - 信号量（信号灯集）
- 线程编程（Thread）
 - 线程基本概念
 - threading模块创建线程
 - 线程对象属性
 - 自定义线程类
- 同步互斥
 - 线程间通信方法
 - 线程同步互斥方法
 - 线程Event
 - 线程锁 Lock
 - 死锁及其处理
- python线程GIL
- 进程线程的区别联系
 - 区别联系

- 使用场景
- 要求
- 并发网络通信模型
 - 常见模型分类
 - 基于fork的多进程网络并发模型
 - 实现步骤
 - 基于threading的多线程网络并发
 - 实现步骤
 - ftp 文件服务器
- IO并发
 - IO 分类
 - 阻塞IO
 - 非阻塞IO
 - IO多路复用
 - select 方法
 - @@扩展: 位运算
 - poll方法
 - epoll方法
 - 协程技术
 - 基础概念
 - 扩展延伸@标准库协程的实现
 - 第三方协程模
 - HTTPServer v2.0

多任务编程

1. 意义：充分利用计算机多核资源，提高程序的运行效率。
2. 实现方案：多进程，多线程
3. 并行与并发

并发：同时处理多个任务，内核在任务间不断的切换达到好像多个任务被同时执行的效果，实际每个时刻只有一个任务占有内核。

并行：多个任务利用计算机多核资源在同时执行，此时多个任务间为并行关系。

进程（process）

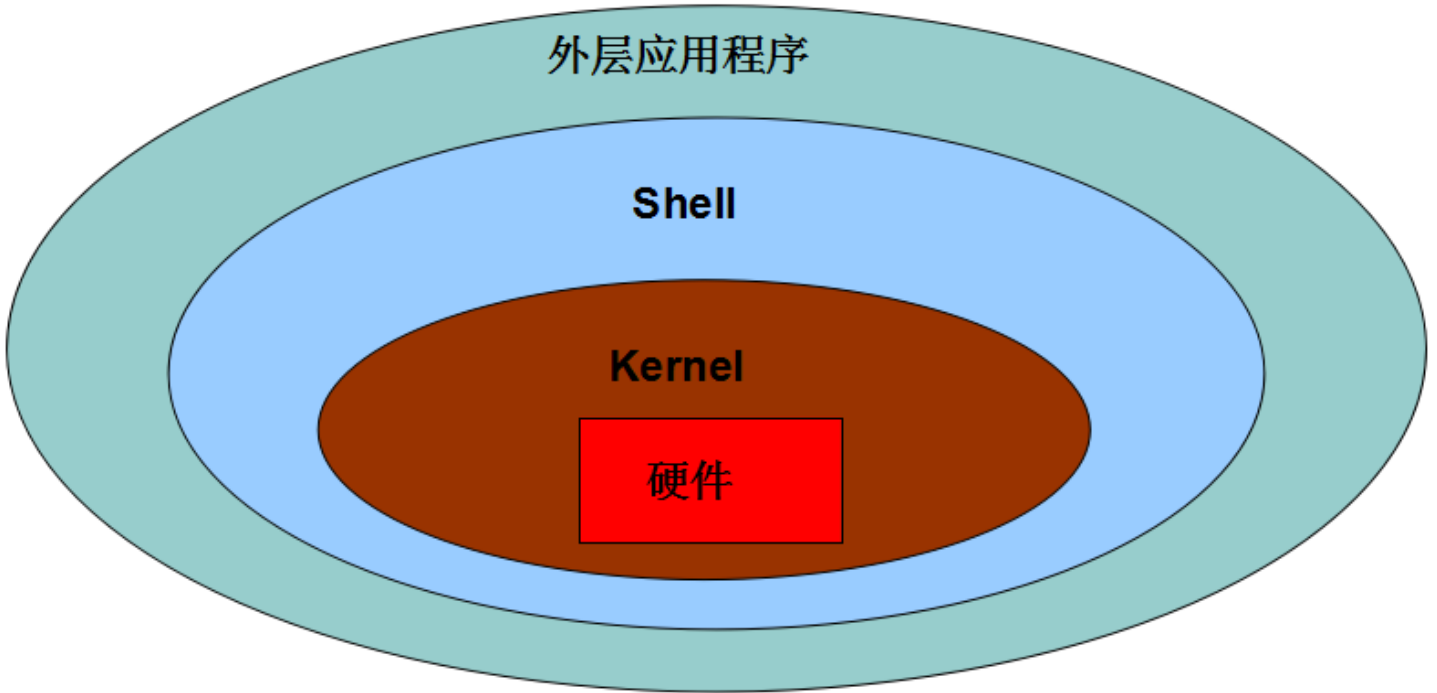
进程理论基础

1. 定义：程序在计算机中的一次运行。
 - 程序是一个可执行的文件，是静态的占有磁盘。

- 进程是一个动态的过程描述，占有计算机运行资源，有一定的生命周期。

2. 系统中如何产生一个进程

- 【1】 用户空间通过调用程序接口或者命令发起请求
- 【2】 操作系统接收用户请求，开始创建进程
- 【3】 操作系统调配计算机资源，确定进程状态等
- 【4】 操作系统将创建的进程提供给用户使用



3. 进程基本概念

- cpu时间片：如果一个进程占有cpu内核则称这个进程在cpu时间片上。
- PCB(进程控制块)：在内存中开辟的一块空间，用于存放进程的基本信息，也用于系统查找识别进程。
- 进程ID (PID)：系统为每个进程分配的一个大于0的整数，作为进程ID。每个进程ID不重复。

Linux查看进程ID：ps -aux

- 父子进程：系统中每一个进程(除了系统初始化进程)都有唯一的父进程，可以有0个或多个子进程。父子进程关系便于进程管理。

查看进程树：pstree

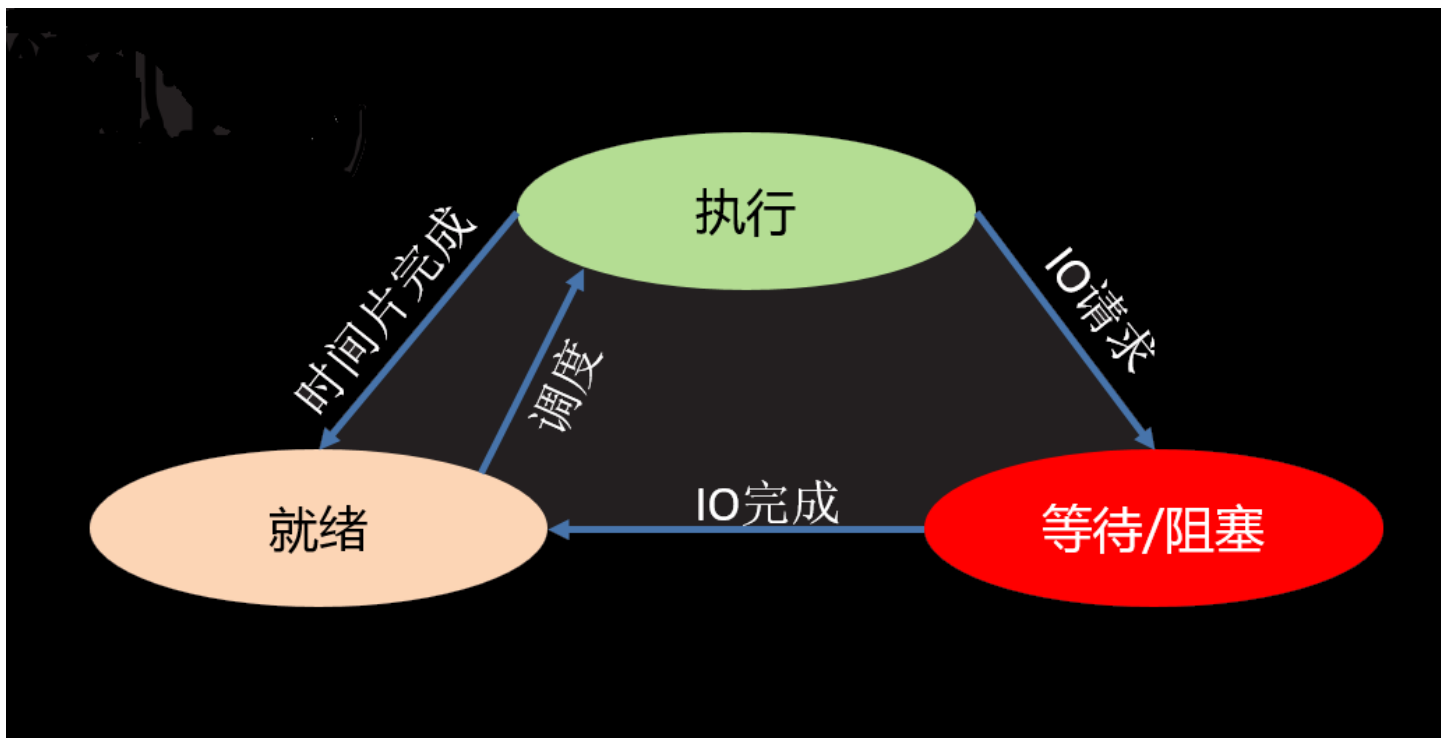
• 进程状态

◦ 三态

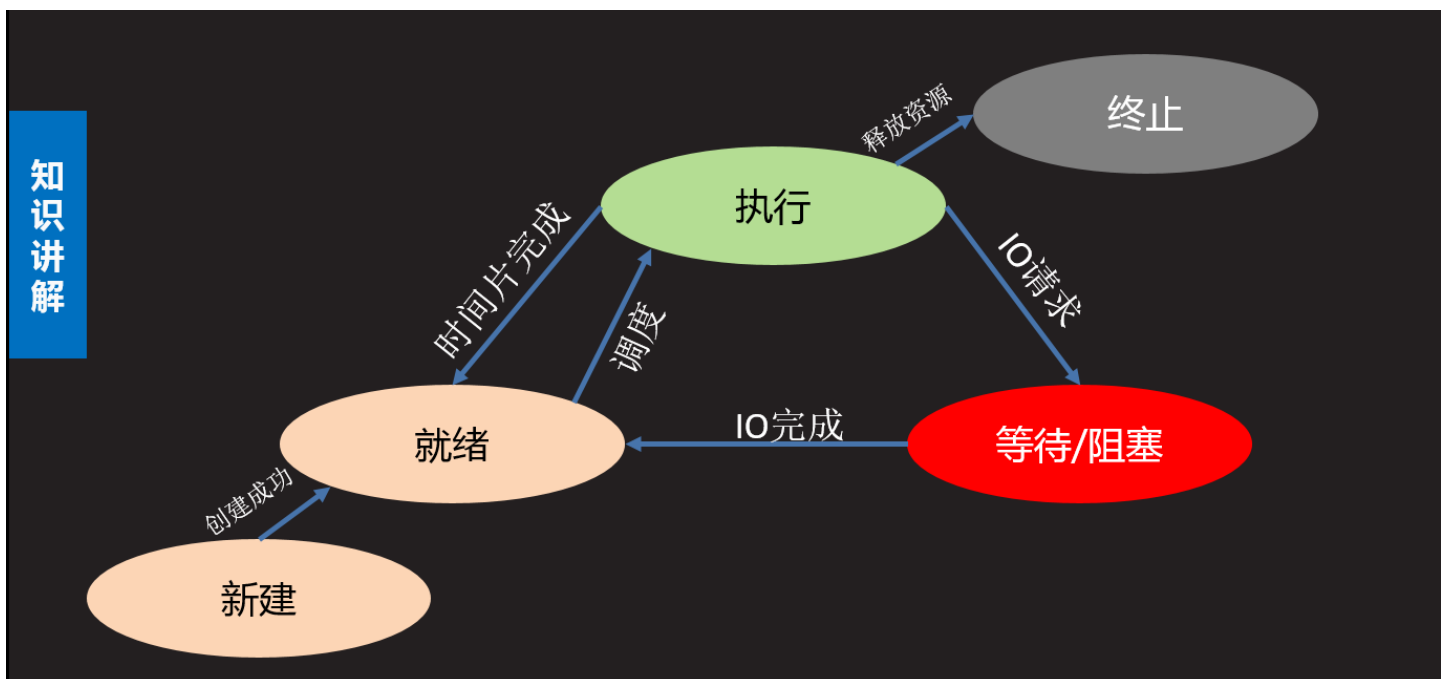
就绪态：进程具备执行条件，等待分配cpu资源

运行态：进程占有cpu时间片正在运行

等待态：进程暂时停止运行，让出cpu



- 五态 (在三态基础上增加新建和终止)
 - 新建：创建一个进程，获取资源的过程
 - 终止：进程结束，释放资源的过程



- 状态查看命令：ps -aux --> STAT列

S 等待态
R 执行态
D 等待态
T 等待态
Z 僵尸

- < 有较高优先级
- N 优先级较低
- + 前台进程
- S 会话组组长
- 1 有多线程的

- 进程的运行特征

- 【1】 进程可以使用计算机多核资源
- 【2】 进程是计算机分配资源的最小单位
- 【3】 进程之间的运行互不影响，各自独立
- 【4】 每个进程拥有独立的空间，各自使用自己空间资源

面试要求

1. 什么是进程，进程和程序有什么区别
2. 进程有哪些状态，状态之间如何转化

基于fork的多进程编程

fork使用

代码示例： day1/fork.py

代码示例： day1/fork1.py

```
pid = os.fork()
```

功能： 创建新的进程

返回值：整数，如果创建进程失败返回一个负数，如果成功则在原有进程中返回新进程的PID，在新进程中返回0

注意

- 子进程会复制父进程全部内存空间，从fork下一句开始执行。
- 父子进程各自独立运行，运行顺序不一定。
- 利用父子进程fork返回值的区别，配合if结构让父子进程执行不同的内容几乎是固定搭配。
- 父子进程有各自特有特征比如PID PCB 命令集等。
- 父进程fork之前开辟的空间子进程同样拥有，父子进程对各自空间的操作不会相互影响。

进程相关函数

代码示例： day1/get_pid.py

代码示例： day1/exit.py

`os.getpid()`

功能：获取一个进程的PID值

返回值：返回当前进程的PID

`os.getppid()`

功能：获取父进程的PID号

返回值：返回父进程PID

`os._exit(status)`

功能: 结束一个进程

参数：进程的终止状态

`sys.exit([status])`

功能：退出进程

参数：整数 表示退出状态

字符串 表示退出时打印内容

孤儿和僵尸

1. 孤儿进程：父进程先于子进程退出，此时子进程成为孤儿进程。

特点：孤儿进程会被系统进程收养，此时系统进程就会成为孤儿进程新的父进程，孤儿进程退出该进程会自动处理。

2. 僵尸进程：子进程先于父进程退出，父进程又没有处理子进程的退出状态，此时子进程就会称为僵尸进程。

特点：僵尸进程虽然结束，但是会存留部分PCB在内存中，大量的僵尸进程会浪费系统的内存资源。

3. 如何避免僵尸进程产生

- 使用wait函数处理子进程退出

代码示例：day1/wait.py

```
...
```

```
pid,status = os.wait()
```

功能：在父进程中阻塞等待处理子进程退出

返回值：pid 退出的子进程的PID

status 子进程退出状态

```
...
```

- 创建二级子进程处理僵尸

代码示例：day1/child.py

- 【1】 父进程创建子进程，等待回收子进程
- 【2】 子进程创建二级子进程然后退出
- 【3】 二级子进程称为孤儿，和原来父进程一同执行事件

- 通过信号处理子进程退出

原理：子进程退出时会发送信号给父进程，如果父进程忽略子进程信号，则系统就会自动处理子进程退出。

方法：使用signal模块在父进程创建子进程前写如下语句：

```
import signal
signal.signal(signal.SIGCHLD,signal.SIG_IGN)
```

特点：非阻塞，不会影响父进程运行。可以处理所有子进程退出

群聊聊天室

功能：类似qq群功能

- 【1】 有人进入聊天室需要输入姓名，姓名不能重复
- 【2】 有人进入聊天室时，其他人会收到通知：xxx 进入了聊天室
- 【3】 一个人发消息，其他人会收到：xxx：XXXXXXXXXXXX
- 【4】 有人退出聊天室，则其他人也会收到通知:xxx退出了聊天室
- 【5】 扩展功能：服务器可以向所有用户发送公告:管理员消息：XXXXXXXXXX

multiprocessing 模块创建进程

进程创建方法

代码示例：day2/process1.py

代码示例：day2/process2.py

代码示例：day2/process3.py

1. 流程特点

- 【1】 将需要子进程执行的事件封装为函数
- 【2】 通过模块的Process类创建进程对象，关联函数
- 【3】 可以通过进程对象设置进程信息及属性
- 【4】 通过进程对象调用start启动进程
- 【5】 通过进程对象调用join回收进程

2. 基本接口使用

Process()

功能：创建进程对象

参数：**target** 绑定要执行的目标函数
args 元组，用于给**target**函数位置传参
kwargs 字典，给**target**函数键值传参

p.start()

功能：启动进程

注意:启动进程此时**target**绑定函数开始执行，该函数作为子进程执行内容，此时进程真正被创建

p.join([timeout])

功能：阻塞等待回收进程

参数：超时时间

注意

- 使用multiprocessing创建进程同样是子进程复制父进程空间代码段，父子进程运行互不影响。
- 子进程只运行**target**绑定的函数部分，其余内容均是父进程执行内容。
- multiprocessing中父进程往往只用来创建子进程回收子进程，具体事件由子进程完成。
- multiprocessing创建的子进程中无法使用标准输入

3. 进程对象属性

代码示例：day2/process_attr.py

p.name 进程名称

p.pid 对应子进程的PID号

p.is_alive() 查看子进程是否在生命周期

p.daemon 设置父子进程的退出关系

- 如果设置为True则子进程会随父进程的退出而结束
- 要求必须在start()前设置
- 如果daemon设置成True 通常就不会使用 join()

进程池实现

代码示例：day2/pool.py

1. 必要性

【1】进程的创建和销毁过程消耗的资源较多

【2】当任务量众多，每个任务在很短时间内完成时，需要频繁的创建和销毁进程。此时对计算

机压力较大

【3】 进程池技术很好的解决了以上问题。

2. 原理

创建一定数量的进程来处理事件，事件处理完进程不退出而是继续处理其他事件，直到所有事件全都处理完毕统一销毁。增加进程的重复利用，降低资源消耗。

3. 进程池实现

【1】 创建进程池对象，放入适当的进程

```
from multiprocessing import Pool
```

```
Pool(processes)
```

功能： 创建进程池对象

参数： 指定进程数量，默认根据系统自动判定

【2】 将事件加入进程池队列执行

```
pool.apply_async(func,args,kwds)
```

功能： 使用进程池执行 func事件

参数： func 事件函数

args 元组 给func按位置传参

kwds 字典 给func按照键值传参

返回值： 返回函数事件对象

【3】 关闭进程池

```
pool.close()
```

功能： 关闭进程池

【4】 回收进程池中进程

```
pool.join()
```

功能： 回收进程池中进程

进程间通信（IPC）

1. 必要性： 进程间空间独立，资源不共享，此时在需要进程间数据传输时就需要特定的手段进行数据通信。

2. 常用进程间通信方法

管道 消息队列 共享内存 信号 信号量 套接字

管道通信(Pipe)

代码示例 : day2/pipe.py

1. 通信原理

在内存中开辟管道空间，生成管道操作对象，多个进程使用同一个管道对象进行读写即可实现通信

2. 实现方法

```
from multiprocessing import Pipe
```

```
fd1,fd2 = Pipe(duplex = True)
```

功能：创建管道

参数：默认表示双向管道

如果为`False` 表示单向管道

返回值：表示管道两端的读写对象

如果是双向管道均可读写

如果是单向管道`fd1`只读 `fd2`只写

```
fd.recv()
```

功能：从管道获取内容

返回值：获取到的数据

```
fd.send(data)
```

功能：向管道写入内容

参数：要写入的数据

消息队列

代码示例 : day2/queue_0.py

1.通信原理

在内存中建立队列模型，进程通过队列将消息存入，或者从队列取出完成进程间通信。

2. 实现方法

```
from multiprocessing import Queue
```

```
q = Queue(maxsize=0)
```

功能：创建队列对象

参数：最多存放消息个数

返回值：队列对象

```
q.put(data,[block,timeout])
```

功能：向队列存入消息

参数：data 要存入的内容

block 设置是否阻塞 `False`为非阻塞

timeout 超时检测

```
q.get([block,timeout])
```

功能：从队列取出消息

参数：block 设置是否阻塞 `False`为非阻塞

timeout 超时检测

返回值： 返回获取到的内容

q.full() 判断队列是否为满

q.empty() 判断队列是否为空

q.qsize() 获取队列中消息个数

q.close() 关闭队列

共享内存

代码示例： `day3/value.py`

代码示例： `day3/array.py`

1. 通信原理：在内中开辟一块空间，进程可以写入内容和读取内容完成通信，但是每次写入内容会覆盖之前内容。
2. 实现方法

Type code	C Type	Python Type	Minimum size in bytes
'c'	char	character	1
'b'	signed char	int	1
'B'	unsigned char	int	1
'u'	Py_UNICODE	Unicode character	2 (see note)
'h'	signed short	int	2
'H'	unsigned short	int	2
'i'	signed int	int	2
'I'	unsigned int	long	2
'l'	signed long	int	4
'L'	unsigned long	long	4
'f'	float	float	4
'd'	double	float	8

```
from multiprocessing import Value, Array
```

```
obj = Value(ctype, data)
```

功能： 开辟共享内存

参数： ctype 表示共享内存空间类型 'i' 'f' 'c'
data 共享内存空间初始数据

返回值：共享内存对象

obj.value 对该属性的修改查看即对共享内存读写

```
obj = Array(ctype, data)
```

功能： 开辟共享内存空间

参数： ctype 表示共享内存数据类型
data 整数则表示开辟空间的大小，其他数据类型表示开辟空间存放的初始化数据
返回值：共享内存对象

Array共享内存读写： 通过遍历obj可以得到每个值，直接可以通过索引序号修改任意值。

* 可以使用obj.value直接打印共享内存中的字节串

信号量（信号灯集）

代码示例：day2/sem.py

1. 通信原理

给定一个数量对多个进程可见。多个进程都可以操作该数量增减，并根据数量值决定自己的行为。

2. 实现方法

```
from multiprocessing import Semaphore
```

```
sem = Semaphore(num)
```

功能：创建信号量对象

参数：信号量的初始值

返回值：信号量对象

`sem.acquire()` 将信号量减1 当信号量为0时阻塞

`sem.release()` 将信号量加1

`sem.get_value()` 获取信号量数量

线程编程（ Thread ）

线程基本概念

1. 什么是线程

- 【1】 线程被称为轻量级的进程
- 【2】 线程也可以使用计算机多核资源，是多任务编程方式
- 【3】 线程是系统分配内核的最小单元
- 【4】 线程可以理解为进程的分支任务

2. 线程特征

- 【1】 一个进程中可以包含多个线程
- 【2】 线程也是一个运行行为，消耗计算机资源
- 【3】 一个进程中的所有线程共享这个进程的资源
- 【4】 多个线程之间的运行互不影响各自运行
- 【5】 线程的创建和销毁消耗资源远小于进程
- 【6】 各个线程也有自己的ID等特征

threading模块创建线程

代码示例： `day3/thread1.py`

代码示例： `day3/thread2.py`

【1】 创建线程对象

```
from threading import Thread
```

```
t = Thread()
```

功能：创建线程对象

参数： `target` 绑定线程函数

`args` 元组 给线程函数位置传参

`kwargs` 字典 给线程函数键值传参

【2】 启动线程

```
t.start()
```

【3】 回收线程

```
t.join([timeout])
```

线程对象属性

代码示例 : day3/thread_attr.py

t.name 线程名称

t.setName() 设置线程名称

t.getName() 获取线程名称

t.is_alive() 查看线程是否在生命周期

t.daemon 设置主线程和分支线程的退出关系

t.setDaemon() 设置daemon属性值

t.isDaemon() 查看daemon属性值

daemon为True时主线程退出分支线程也退出。要在start前设置，通常不和join一起使用。

自定义线程类

代码示例 : day3/myThread.py

1. 创建步骤

【1】 继承Thread类

【2】 重写__init__方法添加自己的属性，使用super加载父类属性

【3】 重写run方法

2. 使用方法

【1】 实例化对象

【2】 调用start自动执行run方法

【3】 调用join回收线程

同步互斥

线程间通信方法

1. 通信方法

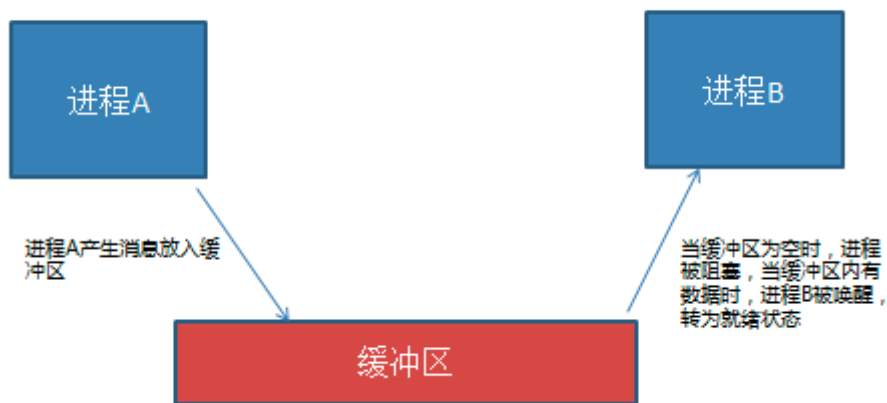
线程间使用全局变量进行通信

2. 共享资源争夺

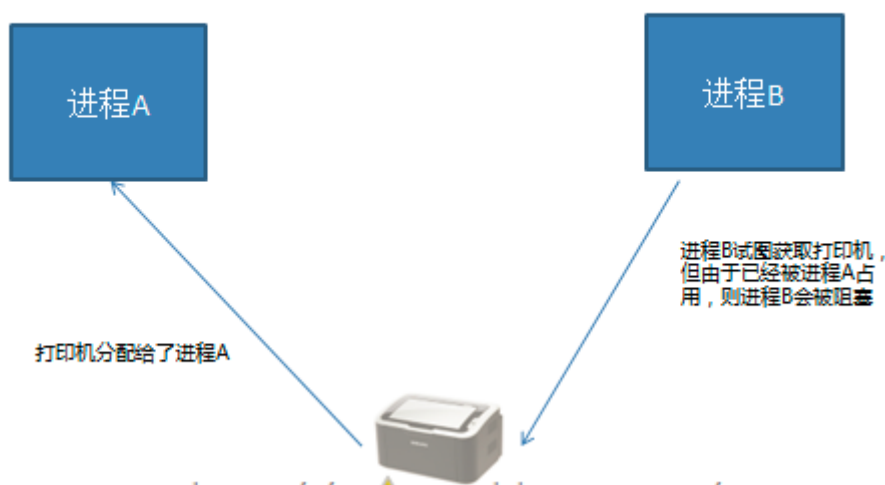
- 共享资源：多个进程或者线程都可以操作的资源称为共享资源。对共享资源的操作代码段称为临界区。
- 影响：对共享资源的无序操作可能会带来数据的混乱，或者操作错误。此时往往需要同步互斥机制协调操作顺序。

3. 同步互斥机制

同步：同步是一种协作关系，为完成操作，多进程或者线程间形成一种协调，按照必要的步骤有序执行操作。



互斥：互斥是一种制约关系，当一个进程或者线程占有资源时会进行加锁处理，此时其他进程线程就无法操作该资源，直到解锁后才能操作。



线程同步互斥方法

线程Event

代码示例 : day3/thread_event.py

```
from threading import Event

e = Event()  # 创建线程event对象

e.wait([timeout])  # 阻塞等待e被set

e.set()  # 设置e, 使wait结束阻塞

e.clear()  # 使e回到未被设置状态

e.is_set()  # 查看当前e是否被设置
```

线程锁 Lock

代码示例 : day3/thread_event.py

```
from threading import Lock

lock = Lock()  # 创建锁对象
lock.acquire()  # 上锁 如果lock已经上锁再调用会阻塞
lock.release()  # 解锁

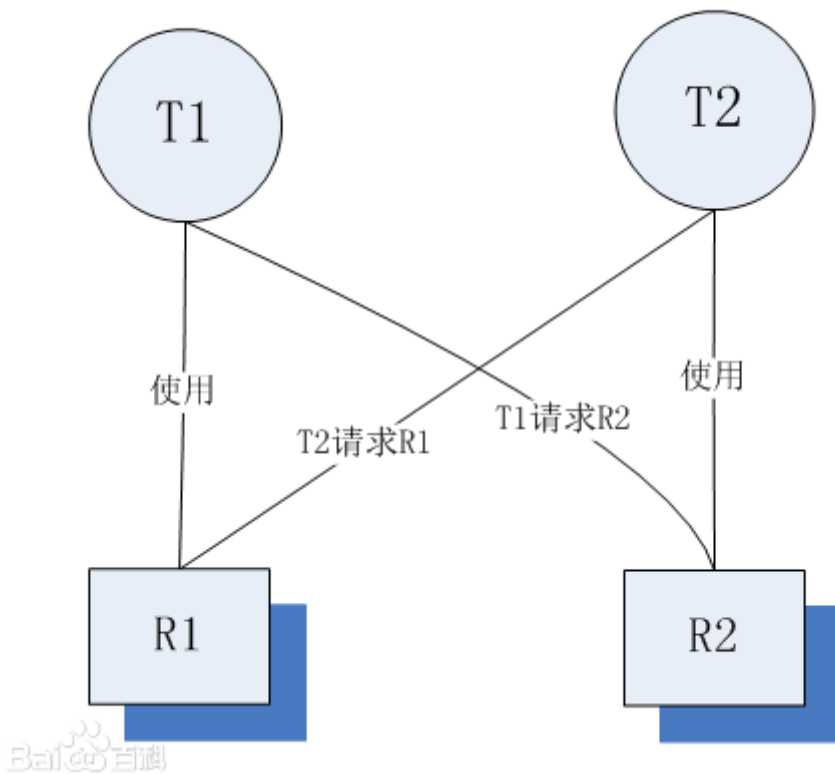
with lock:  # 上锁
    ...
    ...

    # with代码块结束自动解锁
```

死锁及其处理

1. 定义

死锁是指两个或两个以上的线程在执行过程中，由于竞争资源或者由于彼此通信而造成的一种阻塞的现象，若无外力作用，它们都将无法推进下去。此时称系统处于死锁状态或系统产生了死锁。



2. 死锁产生条件

代码示例: `day3/dead_lock.py`

死锁发生的必要条件

- 互斥条件：指线程对所分配到的资源进行排它性使用，即在一段时间内某资源只由一个进程占用。如果此时还有其它进程请求资源，则请求者只能等待，直至占有资源的进程用毕释放。
- 请求和保持条件：指线程已经保持至少一个资源，但又提出了新的资源请求，而该资源已被其它进程占有，此时请求线程阻塞，但又对自己已获得的其它资源保持不放。
- 不剥夺条件：指线程已获得的资源，在未使用完之前，不能被剥夺，只能在使用完时由自己释放，通常CPU内存资源是可以被系统强行调配剥夺的。
- 环路等待条件：指在发生死锁时，必然存在一个线程——资源的环形链，即进程集合 $\{T_0, T_1, T_2, \dots, T_n\}$ 中的 T_0 正在等待一个 T_1 占用的资源； T_1 正在等待 T_2 占用的资源，……， T_n 正在等待已被 T_0 占用的资源。

死锁的产生原因

简单来说造成死锁的原因可以概括成三句话：

- 当前线程拥有其他线程需要的资源
- 当前线程等待其他线程已拥有的资源
- 都不放弃自己拥有的资源

3. 如何避免死锁

死锁是我们非常不愿意看到的一种现象，我们要尽可能避免死锁的情况发生。通过设置某些限制条件，去破坏产生死锁的四个必要条件中的一个或者几个，来预防发生死锁。预防死锁是一种较易实现的方法。但是由于所施加的限制条件往往太严格，可能会导致系统资源利用率。

python线程GIL

1. python线程的GIL问题（全局解释器锁）

什么是GIL：由于python解释器设计中加入了解释器锁，导致python解释器同一时刻只能解释执行一个线程，大大降低了线程的执行效率。

导致后果：因为遇到阻塞时线程会主动让出解释器，去解释其他线程。所以python多线程在执行多阻塞高延迟IO时可以提升程序效率，其他情况并不能对效率有所提升。

GIL问题建议

- 尽量使用进程完成无阻塞的并发行为
- 不使用c作为解释器（Java C#）

2. 结论：在无阻塞状态下，多线程程序和单线程程序执行效率几乎差不多，甚至还不如单线程效率。但是多进程运行相同内容却可以有明显的效率提升。

进程线程的区别联系

区别联系

1. 两者都是多任务编程方式，都能使用计算机多核资源
2. 进程的创建删除消耗的计算机资源比线程多
3. 进程空间独立，数据互不干扰，有专门通信方法；线程使用全局变量通信
4. 一个进程可以有多个分支线程，两者有包含关系
5. 多个线程共享进程资源，在共享资源操作时往往需要同步互斥处理
6. 进程线程在系统中都有自己的特有属性标志，如ID,代码段，命令集等。

使用场景

1. 任务场景：如果是相对独立的任务模块，可能使用多进程，如果是多个分支共同形成一个整体任务可能用多线程
2. 项目结构：多种编程语言实现不同任务模块，可能是多进程，或者前后端分离应该各自为一个进程。
3. 难以程度：通信难度，数据处理的复杂度来判断用进程间通信还是同步互斥方法。

要求

1. 对进程线程怎么理解/说说进程线程的差异
2. 进程间通信知道哪些，有什么特点
3. 什么是同步互斥，你什么情况下使用，怎么用
4. 给一个情形，说说用进程还是线程，为什么
5. 问一些概念，僵尸进程的处理，GIL问题，进程状态

并发网络通信模型

常见模型分类

1. 循环服务器模型：循环接收客户端请求，处理请求。同一时刻只能处理一个请求，处理完毕后再处理下一个。
 - 优点：实现简单，占用资源少
 - 缺点：无法同时处理多个客户端请求
 - 适用情况：处理的任务可以很快完成，客户端无需长期占用服务端程序。udp比tcp更适合循环。
2. IO并发模型：利用IO多路复用,异步IO等技术，同时处理多个客户端IO请求。
 - 优点：资源消耗少，能同时高效处理多个IO行为
 - 缺点：只能处理并发产生的IO事件，无法处理cpu计算
 - 适用情况：HTTP请求，网络传输等都是IO行为。
3. 多进程/线程网络并发模型：每当一个客户端连接服务器，就创建一个新的进程/线程为该客户端服务，客户端退出时再销毁该进程/线程。
 - 优点：能同时满足多个客户端长期占有服务端需求，可以处理各种请求。
 - 缺点：资源消耗较大
 - 适用情况：客户端同时连接量较少，需要处理行为较复杂情况。

基于fork的多进程网络并发模型

代码实现: `day4/fork_server.py`

实现步骤

1. 创建监听套接字
2. 等待接收客户端请求
3. 客户端连接创建新的进程处理客户端请求
4. 原进程继续等待其他客户端连接
5. 如果客户端退出，则销毁对应的进程

基于threading的多线程网络并发

代码实现: `day4/thread_server.py`

实现步骤

1. 创建监听套接字
2. 循环接收客户端连接请求
3. 当有新的客户端连接创建线程处理客户端请求
4. 主线程继续等待其他客户端连接
5. 当客户端退出，则对应分支线程退出

ftp 文件服务器

代码实现: `day5/ftp`

1. 功能
 - 【1】 分为服务端和客户端，要求可以有多个客户端同时操作。
 - 【2】 客户端可以查看服务器文件库中有什么文件。
 - 【3】 客户端可以从文件库中下载文件到本地。
 - 【4】 客户端可以上传一个本地文件到文件库。
 - 【5】 使用print在客户端打印命令输入提示，引导操作

IO并发

IO 分类

IO分类：阻塞IO，非阻塞IO，IO多路复用，异步IO等

阻塞IO

- 1.定义：在执行IO操作时如果执行条件不满足则阻塞。阻塞IO是IO的默认形态。
- 2.效率：阻塞IO是效率很低的一种IO。但是由于逻辑简单所以是默认IO行为。
- 3.阻塞情况：
 - 因为某种执行条件没有满足造成的函数阻塞
e.g. `accept input recv`
 - 处理IO的时间较长产生的阻塞状态
e.g. 网络传输，大文件读写

非阻塞IO

1. 定义：通过修改IO属性行为，使原本阻塞的IO变为非阻塞的状态。

- 设置套接字为非阻塞IO

```
sockfd.setblocking(bool)
```

功能：设置套接字为非阻塞IO

参数：默认为True，表示套接字IO阻塞；设置为False则套接字IO变为非阻塞

- 超时检测：设置一个最长阻塞时间，超过该时间后则不再阻塞等待。

```
sockfd.settimeout(sec)
```

功能：设置套接字的超时时间

参数：设置的时间

IO多路复用

1. 定义

同时监控多个IO事件，当哪个IO事件准备就绪就执行哪个IO事件。以此形成可以同时处理多个IO的行为，避免一个IO阻塞造成其他IO均无法执行，提高了IO执行效率。

2. 具体方案

select方法：windows linux unix

poll方法：linux unix

epoll方法：linux

select 方法

代码实现: `day5/select_server.py`

```
rs, ws, xs=select(rlist, wlist, xlist[, timeout])
```

功能：监控IO事件，阻塞等待IO发生

参数：rlist 列表 存放关注的等待发生的IO事件
 wlist 列表 存放关注的要主动处理的IO事件
 xlist 列表 存放关注的出现异常要处理的IO
 timeout 超时时间

返回值：rs 列表 rlist中准备就绪的IO
 ws 列表 wlist中准备就绪的IO
 xs 列表 xlist中准备就绪的IO

select 实现tcp服务

- 【1】将关注的IO放入对应的监控类别列表
- 【2】通过select函数进行监控
- 【3】遍历select返回值列表，确定就绪IO事件
- 【4】处理发生的IO事件

注意

wlist中如果存在IO事件，则select立即返回给ws
处理IO过程中不要出现死循环占有服务端的情况
IO多路复用消耗资源较少，效率较高

@@扩展: 位运算

定义：将整数转换为二进制，按二进制位进行运算

运算符号：

& 按位与
| 按位或
^ 按位异或
<< 左移
>> 右移

e.g. 14 --> 01110
19 --> 10011

14 & 19 = 00010 = 2 一0则0
14 | 19 = 11111 = 31 一1则1
14 ^ 19 = 11101 = 29 相同为0不同为1
14 << 2 = 111000 = 56 向左移动低位补0
14 >> 2 = 11 = 3 向右移动去掉低位

poll方法

代码实现: day5/poll_server.py

```
p = select.poll()
功能： 创建poll对象
返回值： poll对象
```

`p.register(fd,event)`

功能：注册关注的IO事件

参数：fd 要关注的IO

event 要关注的IO事件类型

常用类型：POLLIN 读IO事件 (rlist)

POLLOUT 写IO事件 (wlist)

POLLERR 异常IO (xlist)

POLLHUP 断开连接

e.g. `p.register(sockfd,POLLIN|POLLERR)`

`p.unregister(fd)`

功能：取消对IO的关注

参数：IO对象或者IO对象的fileno

`events = p.poll()`

功能：阻塞等待监控的IO事件发生

返回值：返回发生的IO

events格式 [(fileno,event),()....]

每个元组为一个就绪IO，元组第一项是该IO的fileno，第二项为该IO就绪的事件类型

poll_server 步骤

- 【1】 创建套接字
- 【2】 将套接字register
- 【3】 创建查找字典，并维护
- 【4】 循环监控IO发生
- 【5】 处理发生的IO

epoll方法

代码实现: `day5/epoll_server.py`

1. 使用方法：基本与poll相同
 - 生成对象改为 `epoll()`
 - 将所有事件类型改为EPOLL类型
2. epoll特点
 - epoll 效率比select poll要高
 - epoll 监控IO数量比select要多
 - epoll 的触发方式比poll要多（EPOLLET边缘触发）

协程技术

基础概念

1. 定义：纤程，微线程。是为非抢占式多任务产生子程序的计算机组件。协程允许不同入口点在不同位置暂停或开始，简单来说，协程就是可以暂停执行的函数。

2. 协程原理：记录一个函数的上下文栈帧，协程调度切换时会将记录的上下文保存，在切换回来时进行调取，恢复原有的执行内容，以便从上一次执行位置继续执行。

3. 协程优缺点

优点

1. 协程完成多任务占用计算资源很少
2. 由于协程的多任务切换在应用层完成，因此切换开销少
3. 协程为单线程程序，无需进行共享资源同步互斥处理

缺点

协程的本质是一个单线程，无法利用计算机多核资源

扩展延伸@标准库协程的实现

python3.5以后，使用标准库asyncio和async/await 语法来编写并发代码。asyncio库通过对异步IO行为的支持完成python的协程。虽然官方说asyncio是未来的开发方向，但是由于其生态不够丰富，大量的客户端不支持awaitable需要自己去封装，所以在使用上存在缺陷。更多时候只能使用已有的异步库（asyncio等），功能有限

第三方协程模

1. greenlet模块

示例代码: day6/greenlet_0.py

- 安装：sudo pip3 install greenlet
- 函数

`greenlet.greenlet(func)`

功能：创建协程对象

参数：协程函数

`g.switch()`

功能：选择要执行的协程函数

2. gevent模块

示例代码: day6/gevent_test.py

示例代码: day6/gevent_server.py

- 安装：sudo pip3 install gevent

- 函数

`gevent.spawn(func,argv)`

功能：生成协程对象

参数：`func` 协程函数

`argv` 给协程函数传参（不定参）

返回值：协程对象

`gevent.joinall(list,[timeout])`

功能：阻塞等待协程执行完毕

参数：`list` 协程对象列表

`timeout` 超时时间

`gevent.sleep(sec)`

功能：`gevent`睡眠阻塞

参数：睡眠时间

* `gevent`协程只有在遇到`gevent`指定的阻塞行为时才会自动在协程之间进行跳转
如`gevent.joinall()`,`gevent.sleep()`带来的阻塞

- monkey脚本

作用：在`gevent`协程中，协程只有遇到`gevent`指定类型的阻塞才能跳转到其他协程，因此，我们希望将普通的IO阻塞行为转换为可以触发`gevent`协程跳转的阻塞，以提高执行效率。

转换方法：`gevent` 提供了一个脚本程序`monkey`,可以修改底层解释IO阻塞的行为，将很多普通阻塞转换为`gevent`阻塞。

使用方法

【1】 导入`monkey`

```
from gevent import monkey
```

【2】 运行相应的脚本，例如转换`socket`中所有阻塞

```
monkey.patch_socket()
```

【3】 如果将所有可转换的IO阻塞全部转换则运行`all`

```
monkey.patch_all()
```

【4】 注意：脚本运行函数需要在对应模块导入前执行

HTTPServer v2.0

day6/http_server.py

1. 主要功能：

- 【1】 接收客户端（浏览器）请求
- 【2】 解析客户端发送的请求
- 【3】 根据请求组织数据内容
- 【4】 将数据内容形参http响应格式返回给浏览器

2. 升级点：

- 【1】 采用IO并发，可以满足多个客户端同时发起请求情况
- 【2】 做基本的请求解析，根据具体请求返回具体内容，同时满足客户端简单的非网页请求情况
- 【3】 通过类接口形式进行功能封装