第1章 进程管理

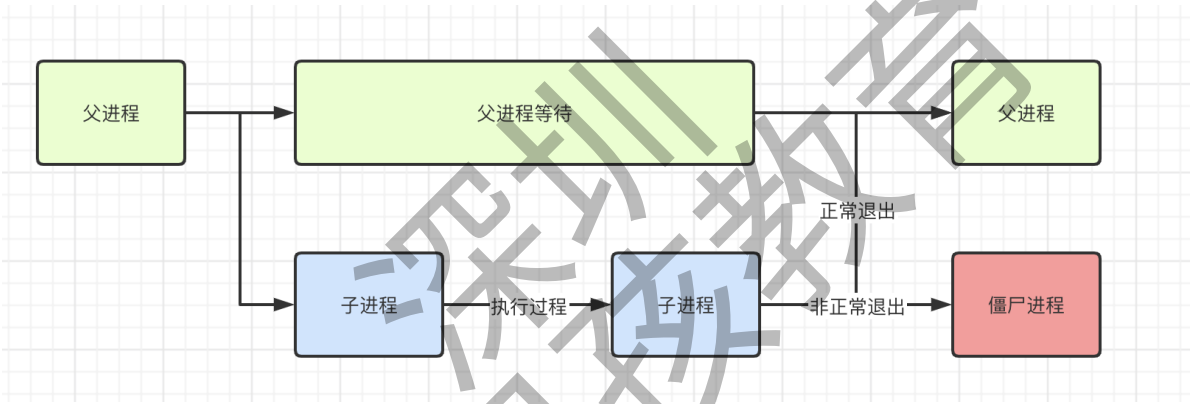
1.进程介绍

1.1 程序/进程的关系

```
1.开发写好的代码，没有运行的时候，只是静态的文件，我们称之为程序，程序是数据和指令的集合。
2.当我们把开发好的代码程序运行起来的时候，我们称之为进程。
3.程序运行的时候系统会为进程分配PID，运行用户，分配内存等资源。
```

1.2 进程的生命周期

```
1.当程序运行的时候会由父进程通过fock创建子进程来处理任务。
2.子进程被创建后开始处理任务，当任务处理完毕后就会退出，然后子进程会通知父进程来回收资源。
3.如果子进程处理任务期间，父进程意外终止了，那么这个子进程就变成了僵尸进程。
```



1.3 如何查看当前中端的进程号和父进程号

```
查看当前进程号：echo $BASHPID
查看父进程号：echo $PPID
```

2.进程监控命令

那么在程序运行后，我们如何了解进程运行的各种状态呢？这就需要使用各种查看进程状态的命令来查看了。

2.1 ps 查看当前的进程状态--最常用的

命令作用：

```
ps process state 进程状态
打印出进程当前运行的状态快照，并不是实时的监控，而是某一时刻系统进程的快照
```

常用参数：

```
#UNIX风格
a              #显示包含所有终端中的进程
```

```
u           #此选项使ps列出您拥有的所有进程（与ps相同的EUID），或与a选项一起使用时列出所有进程。
x           #显示进程所有者的信息
f           #显示进程树
o           #属性，显示定制的信息
k           #属性，对属性进行排序，属性前加-表示倒叙
--sort  #同上

#使用标准语法查看系统上的每个进程
-e      #显示所有进程
-f      #显示完整格式程序信息
-p      #显示pid的进程
-C      #指定命令
-q      #指定id
```

运行结果：

```
#ps aux
[root@linux ~]# ps aux
USER         PID %CPU %MEM    VSZ   RSS TTY      STAT START   TIME COMMAND
root           1  0.0  0.1  43524  3836 ?        Ss   04:20   0:02 /usr/lib/systemd/
root           2  0.0  0.0      0     0 ?        S    04:20   0:00 [kthreadd]
root           3  0.0  0.0      0     0 ?        S    04:20   0:01 [ksoftirqd/0]
root           5  0.0  0.0      0     0 ?        S<   04:20   0:00 [kworker/0:0H]

#ps -ef
[root@linux ~]# ps -ef
UID          PID   PPID  C STIME TTY          TIME CMD
root           1      0  0 04:20 ?        00:00:02 /usr/lib/systemd/systemd
root           2      0  0 04:20 ?        00:00:00 [kthreadd]
root           3      2  0 04:20 ?        00:00:01 [ksoftirqd/0]
root           5      2  0 04:20 ?        00:00:00 [kworker/0:0H]
root           6      2  0 04:20 ?        00:00:01 [kworker/u256:0]
```

状态解释：

```
USER：    #启动进程的用户
PID：     #进程ID号
%CPU：    #进程占用的CPU百分比
%MEM：    #进程占用的内存百分比
VSZ：     #进程申请占用的虚拟内存大小，单位KB
RSS：     #进程实际占用的物理内存实际大小，单位KB
TTY：     #进程运行的终端，？表示为内核程序，与终端无关
STAT：    #进程运行中个的状态，可以man ps关键词/STATE查询详细帮助手册
    ###进程状态
    D: 不可中断睡眠
    R: 正在运行
    S: 可中断睡眠
    T: 进程被暂停
    Z: 僵尸进程

    ###进程字符
    <: 高优先级进程   S<表示优先级较高的进程
```

```
    N: 低优先级进程   SN表示优先级较低的进程
    s: 子进程发起者   Ss表示父进程
    l: 多线程进程     Sl表示进程以多线程运行
    +: 前台进程       R+表示该进程在前台运行，一旦终止，数据丢失
START:    #进程启动时间
TIME:     #进程占用CPU时间
COMMAND:  #程序运行的指令 []表示属于内核态的进程。没有[]表示用户态进程
```

案例演示:

```
#1.查看进程的父子关系
ps auxf

#2.查看进程的特定属性
ps axo pid,cmd,%cpu,%mem

#3.按CPU利用率排序
ps axo pid,cmd,%cpu,%mem k -%cpu

#4.按内存使用倒序排序
ps axo pid,cmd,%cpu,%mem --sort %mem

#5.列出指定用户名和或用户ID的进程
ps -fu oldboy
ps -fu 1000

#6.查看指定进程ID对应的进程
ps -fp PID

#7.查找指定父进程ID下的所有的子进程
ps -f --ppid PID

#8.按照tty显示所属进程
ps -ft pts/1

#9.根据进程名查找所属PID
ps -C sshd -o pid=

#10.根据PID查找运行的命令
ps -p PID -o comm=
```


2.2 pstree 以树状图查看进程状态

命令作用:

```
以树状图显示父进程和子进程的关系
```

命令格式:

```
pstree [选项] [pid|user]
```

常用参数:

```
-p 显示PID
-u 显示用户切换
-H pid  高亮显示指定进程
```

案例演示：

```
#1.查看指定pid的进程关系
pstree 1

#2.查看oldboy用户的进程关系
pstree oldboy

#3.显示pid
pstree -p
pstree -p 1
pstree -p oldboy

#4.显示运行用户
pstree -u
```

2.3 pidof 查看指定名称进程的进程号

命令作用：

```
显示指定程序的pid
```

举例：

```
pidof nginx
```

2.4 top 查看当前的进程状态

命令作用：

```
展示进程动态的实时数据
```

常用参数：

```
-d      #指定刷新时间，默认3秒
-n      #刷新多少次后退出
-p      #指定pid
```

内置命令：

```
#帮助
h/?             #查看帮助
q/esc           #退出帮助

#排序：
P               #按CPU使用百分比排序输出
M               #按内存使用百分比排序输出

#显示
```

```
1                   #数字1，显示所有CPU核心的负载
m                   #显示内存内存信息，进度条形式
t                   #显示CPU负载信息，进度条形式

#退出
q                   #退出top命令
```

运行结果：

```
[root@linux ~]# top
top - 16:42:49 up 12:22,  3 users,  load average: 0.00, 0.03, 0.05
Tasks: 106 total,   1 running, 105 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):  0.0 us,  6.2 sy,  0.0 ni, 93.8 id,  0.0 wa,  0.0 hi,  0.0 si,  0.0 st
KiB Mem :  2028088 total,   465376 free,   110864 used,  1451848 buff/cache
KiB Swap:        0 total,        0 free,        0 used.  1707948 avail Mem

   PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM     TIME+ COMMAND

     1 root      20   0   43524   3836   2580 S  0.0  0.2   0:02.61 systemd

     2 root      20   0       0      0      0 S  0.0  0.0   0:00.00 kthreadd

     3 root      20   0       0      0      0 S  0.0  0.0   0:01.45 ksoftirqd/0
     5 root       0 -20       0      0      0 S  0.0  0.0   0:00.00 kworker/0:0H
     6 root      20   0       0      0      0 S  0.0  0.0   0:01.24 kworker/u256:0
     7 root      rt   0       0      0      0 S  0.0  0.0   0:00.00 migration/0
```

状态解释：

```
Tasks: 106 total,   #当前进程的总数
1 running,                  #正在运行的进程数
105 sleeping,             #睡眠中的进程数
0 stopped,                  #停止的进程数
0 zombie                        #僵尸进程数

%Cpu(s):                    #平均CPU使用率，按1查看每个cpu核的具体状态
0.0 us,                         #用户进程占用CPU百分比
6.2 sy,                         #系统进程占用CPU百分比
0.0 ni,                         #优先级进程占用cpu的百分比
93.8 id,                    #空闲cup
0.0 wa,                         #CPU等待IO完成的时间，大量的io等待，会变高
0.0 hi,                         #硬中断，占的CPU百分比
0.0 si,                         #软中断，占的CPU百分比
0.0 st                          #虚拟机占用物理CPU的时间
```

什么是I/O?

```
I/O称为硬盘的：写入/读取也就是硬盘的读写。
简单来说：系统发送读或写的指令，硬盘收到指令后进行读或写数据，这个过程就是一次IO。
```

什么是软中断和硬中断?

```
在Linux的实现中，有两种类型的中断。
硬中断是由请求响应的设备发出的（磁盘I/O中断、网络适配器中断、键盘中断、鼠标中断）
软中断被用于处理可以延迟的任务（TCP/IP操作，SCSI协议操作等等）

简单来说，就是中断就是告诉操作系统，停下你手里的工作，先处理我的任务。
硬中断是由硬件发出的，软中断是由正在运行的进程发出的。
```

案例演示:

```
#1.查看指定pid的进程信息
top -H -p $(pidof ping)
```

2.5 htop 更高级的top

命令作用:

```
界面更美观的增强版top
```

常用选项:

```
-d  #指定刷新时间
-s  #以指定列字段排序
```

常用指令:

```
t   #显示进程树
```

运行结果:

```
  CPU[                          0.0%]   Tasks: 30, 14 thr; 1 running
  Mem[||||||||||||||||||||151M/1.93G]   Load average: 0.09 0.05 0.05
  Swp[                          0K/0K]   Uptime: 12:30:43

    PID USER      PRI  NI  VIRT   RES   SHR S CPU% MEM%   TIME+  Command
      1 root       20   0 43524  3836  2580 S  0.0  0.2  0:02.63 /usr/lib/systemd/syst
   3115 root       20   0 39076  5004  4684 S  0.0  0.2  0:00.54 /usr/lib/systemd/syst
   3136 root       20   0 45064  2444  1320 S  0.0  0.1  0:00.50 /usr/lib/systemd/syst
   3138 root       20   0  121M  1340   988 S  0.0  0.1  0:00.00 /usr/sbin/lvmetad -f
   5519 root       16  -4 62044  1288   660 S  0.0  0.1  0:00.02 /sbin/auditd
   5512 root       16  -4 62044  1288   660 S  0.0  0.1  0:00.16 /sbin/auditd
   5923 polkitd    20   0  597M 10084  4680 S  0.0  0.5  0:00.00 /usr/lib/polkit-1/pol
   5950 polkitd    20   0  597M 10084  4680 S  0.0  0.5  0:00.40 /usr/lib/polkit-1/pol
   5960 polkitd    20   0  597M 10084  4680 S  0.0  0.5  0:00.00 /usr/lib/polkit-1/pol
F1Help  F2Setup F3SearchF4FilterF5Tree  F6SortByF7Nice -F8Nice +F9Kill  F10Quit
```

2.6 lsof 查看进程打开文件

命令作用:

```
查看当前系统文件的工具。
在Linux下，一切皆文件，包括硬件及网络协议等也都可以访问，系统会为每一个程序都分配一个文件描述符。
```

常用参数:

```
-c      #显示指定程序名所打开的文件
-a
-d      #显示打开这个文件的进程名
-i      #显示符合条件的进程,IPv[46][proto][@host|addr][:svc_list|port_list]
-p      #显示指定进程pid所打开的文件
-u      #显示指定用户UID的进程
+d      #列出目录下被打开的文件
+D      #递归累出目录下被打开的文件
```

状态解释：

```
COMMAND     进程的名称
PID             进程标识符
USER            进程所有者
FD              文件描述符，应用程序通过文件描述符识别该文件。如cwd、txt等
TYPE            文件类型，如DIR、REG等
DEVICE      指定磁盘的名称
SIZE            文件的大小
NODE            索引节点（文件在磁盘上的标识）
NAME            打开文件的确切名称
```

案例演示：

```
#查看正在使用此文件的进程
lsof /var/log/nginx/access.log

#查看指定pid号的进程打开的文件
lsof -p $(cat /var/run/nginx.pid)

#查看指定程序打开的文件
lsof -c nginx

#查看指定用户打开的文件
lsof -u nginx

#查看指定目录下被打开的文件
lsof +d /var/log
lsof +D /var/log

#查看指定IP的连接
lsof -i@10.0.0.1

#查看指定进程打开的网络连接
lsof -i -a -n -p 8765

#查看指定TCP状态的连接
lsof -n -P -i TCP -s TCP:LISTEN
```

模拟误删除文件：

前提：被误删的文件还有进程在使用，并且这个进程不能重启或退出。

```
#1.新开一个终端使用tail查看nginx的访问日志，这里只是方便演示效果，不tail也可以恢复，只要nginx进程没有重启
[root@linux ~]# tail -f /var/log/nginx/access.log
```

```

#2.然后在另一个终端重看日志的进程信息
[root@linux ~]# lsof |grep access.log
nginx     9067          root    5w      REG                253,0         0 67881734 /var/log/nginx/access.log
nginx     9068         nginx    5w      REG                253,0         0 67881734 /var/log/nginx/access.log
tail      9099          root    3r      REG                253,0         0 67881734 /var/log/nginx/access.log

#3.此时我们模拟误删除了日志文件
[root@linux ~]# rm -rf /var/log/nginx/access.log
[root@linux ~]# ll /var/log/nginx/access.log
ls: 无法访问/var/log/nginx/access.log: 没有那个文件或目录

#4.然后我们再次查看相关进程会发现日志文件后多了一个(deleted)字样，等得出PID以及文件描述符
[root@linux ~]# lsof |grep access.log
nginx     9067          root    5w      REG                253,0         0 67881734 /var/log/nginx/access.log (deleted)
nginx     9068         nginx    5w      REG                253,0         0 67881734 /var/log/nginx/access.log (deleted)
tail      9099          root    3r      REG                253,0         0 67881734 /var/log/nginx/access.log (deleted)

#5.然后我们直接进入/proc/9067查看一下
[root@linux fd]# ll
总用量 0
lrwx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 0 -> /dev/null
lrwx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 1 -> /dev/null
l-wx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 2 -> /var/log/nginx/error.log
lrwx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 3 -> socket:[92536]
l-wx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 4 -> /var/log/nginx/error.log
l-wx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 5 -> /var/log/nginx/access.log (deleted)
lrwx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 6 -> socket:[92525]
lrwx------ 1 root root 64 4月   4 15:58 7 -> socket:[92537]

#6.通过查看可以发现，名称为5的链接就是我们删除后的文件
[root@linux fd]# head -n 3 5
10.0.0.1 - - [04/Apr/2021:16:43:42 +0800] "GET / HTTP/1.1" 502 559 "-" "Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/88.0.4324.192 Safari/537.36" "-"
10.0.0.1 - - [04/Apr/2021:16:43:42 +0800] "GET / HTTP/1.1" 502 559 "-" "Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/88.0.4324.192 Safari/537.36" "-"
10.0.0.1 - - [04/Apr/2021:16:43:42 +0800] "GET / HTTP/1.1" 502 559 "-" "Mozilla/5.0 (Macintosh; Intel Mac OS X 10_15_7) AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) Chrome/88.0.4324.192 Safari/537.36" "-"

#7.接着我们就可以把数据恢复出来了
[root@linux fd]# cat 5 > /var/log/nginx/access.log
[root@linux fd]# ll /var/log/nginx/access.log
-rw-r--r-- 1 root root 1194 4月   4 16:44 /var/log/nginx/access.log
```

3.进程管理命令

3.1 控制信号

什么是控制信号?

```
简单来说，就是向进程发送控制信号，一般用于停止或杀死进程。
每个信号对应1个数字，信号名称以SIG开头，可以省略SIG头。
```

Linux常见控制信号

```
信号名称      数字编号      信号含义
HUP           1           无需关闭进程并且让其重新加载配置文件
KILL          9           强制杀死正在运行的进程
TERM          15          终止正在运行的进程，不特别指定数字信号的话，默认就是15
```

控制进程的命令

```
kill                #结束指定PID的进程
killall          #根据进程名杀死进程
pkill               #同样是根据进程名杀死进程
```

3.2 kill

命令作用:

```
根据进程的pid号杀死指定的进程
```

常用参数:

```
kill -1 pid          #重新加载配置
kill -15 pid     #优雅的停止进程
kill -9 pid          #强制终止进程
```

案例演示:

```
#1.安装nginx
[root@linux ~]# yum install nginx -y

#2.创建2个新的默认网页
[root@linux ~]# echo v1 > /usr/share/nginx/html/index.html
[root@linux ~]# cat /usr/share/nginx/html/index.html
v1
[root@linux ~]# echo v2 > /usr/share/nginx/html/index2.html
[root@linux ~]# cat /usr/share/nginx/html/index2.html
v2

#3.启动nginx并查看网页信息
[root@linux ~]# systemctl start nginx
[root@linux ~]# curl 127.0.0.1
v1

#4.修改nginx配置文件，将默认首先更新为index2.html
[root@linux ~]# sed -i 's#index.html#index2.html#g'
/etc/nginx/conf.d/default.conf
```

```
[root@linux ~]# grep "index2" /etc/nginx/conf.d/default.conf
        index  index2.html index.htm;

#5.这时在访问一次。会发现依然是v1版本，为什么？因为我们虽然修改了配置文件，但是并没有重启，所以配置文件没有被加载。
[root@linux ~]# curl 127.0.0.1
v1

#6.查看nginx自带的启动文件里是如何重新加载配置文件的
[root@linux ~]# rpm -ql nginx |grep nginx.service
/usr/lib/systemd/system/nginx.service
[root@linux ~]# grep -i "reload" /usr/lib/systemd/system/nginx.service
ExecReload=/bin/sh -c "/bin/kill -s HUP $(/bin/cat /var/run/nginx.pid)"
#可以发现nginx重新加载配置是分为了2步操作：
1.找出正在运行的nginx的pid号
2.向nginx进程发送HUP信号，也就是0型号以使其重新加载配置

#7.发送控制信号重新加载配置
[root@linux ~]# pidof nginx
20951 20950
[root@linux ~]# cat /var/run/nginx.pid
20950
[root@linux ~]# kill -1 20950

#8.重新查看网页可以发现已经切换到了v2版本，说明配置被重新加载了
[root@linux ~]# curl 127.0.0.1
v2

#9.使用kill杀死进程
[root@linux ~]# kill 20950
[root@linux ~]# ps -ef|grep nginx
```

3.3 pkill和killall

命令作用：

```
类似于kill，只不过kill需要先找出pid号，然后再杀掉进程
而pkill则可以将kill的两步操作合二为一，只需要根据进程名就可以杀死进程
不过要注意的是pkill的优势也有可能会造成误杀，因为是根据进程名杀死进程，那么只要匹配上进程名的进程，哪怕只是名称里包含了匹配的，也会被杀掉。
```

案例演示：

```
#1.启动并查看nginx
[root@linux ~]# systemctl start nginx
[root@linux ~]# ps -ef|grep nginx|grep -v grep
root      21088      1  0 16:49 ?        00:00:00 nginx: master process /usr/sbin/nginx -c /etc/nginx/nginx.conf
nginx     21089  21088  0 16:49 ?        00:00:00 nginx: worker process

#2.使用pkill杀死进程
[root@linux ~]# pkill nginx
[root@linux ~]# ps -ef|grep nginx|grep -v grep

#3.重新启动nginx并查看进程
[root@linux ~]# systemctl start nginx
```

```
[root@linux ~]# ps -ef|grep nginx|grep -v grep
root      21141      1  0 16:51 ?        00:00:00 nginx: master process
/usr/sbin/nginx -c /etc/nginx/nginx.conf
nginx     21142  21141  0 16:51 ?        00:00:00 nginx: worker process

#4.使用killall杀死nginx进程
[root@linux ~]# killall nginx
[root@linux ~]# ps -ef|grep nginx|grep -v grep
```

4.进程后台管理

前台运行与后台运行

```
1.前台进程就是运行在当前的终端，并且运行中的信息都会输出到屏幕上，会一直占用终端的使用。如果当前终端关闭了，则进程就自动退出了。
2.而后台进程则可以在终端的后台继续运行，但是并不会占用当前的终端使用。即使当前终端关闭了，进程也不会退出。
```

&,jobs,bg,fg -- 了解即可

命令作用:

```
&                   #把未启动的进程放在后台执行
jobs             #查看后台进程
ctrl + z     #将运行中的进程放在后台
bg               #
fg               #
```

案例演示:

```
[root@linux ~]# sleep 3000 &
[1] 22125
[root@linux ~]# sleep 4000
^Z
[2]+  已停止               sleep 4000
[root@linux ~]# ps aux|grep sleep
root      22125  0.0  0.0 108052   612 pts/0    S    20:41   0:00 sleep 3000
root      22127  0.0  0.0 108052   616 pts/0    T    20:41   0:00 sleep 4000
[root@linux ~]# jobs
[1]-  运行中               sleep 3000 &
[2]+  已停止               sleep 4000

[root@linux ~]# bg %2
[2]+ sleep 4000 &
[root@linux ~]# jobs
[1]-  运行中               sleep 3000 &
[2]+  运行中               sleep 4000 &

[root@linux ~]# fg %1
sleep 3000

[root@linux ~]# kill %2
[root@linux ~]# jobs
[2]-  已终止               sleep 4000
[3]+  运行中               sleep 3000 &
```

screen -- 重点推荐

命令作用:

```
工作中非常推荐使用的后台进程管理工具，作用是可以将进程放在后台运行，并且可以随时切换到前台。
```

常用参数:

```
screen -S 终端名称        #新建一个指定名称的终端
Ctrl + a + d                    #切换到前台，但是保持后台运行的进程
screen -ls                      #查看已经放在后台的进程名称列表
screen -r 名称或ID号     #进入指定名称的后台程序
```

案例演示:

```
#1.创建名为ping的终端
[root@linux ~]# screen -S ping

#2.切换到后台后执行前台命令
[root@linux ~]# ping 127.0.0.1
PING 127.0.0.1 (127.0.0.1) 56(84) bytes of data.
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.012 ms
64 bytes from 127.0.0.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.038 ms

#3.切出后台，切换到前台
Ctrl + a + d

#4.查看已经在运行的后台进程列表
[root@linux ~]# screen -ls
There is a screen on:
        22237.ping      (Detached)
1 Socket in /var/run/screen/S-root.

#5.重新进入指定名称的后台进程
[root@linux ~]# screen -r ping
```

nohub &

命令作用:

```
将进程放在后台执行，并且把运行过程输出到日志里。
```

常用参数:

```
nohup 命令 >> 日志 2>&1 &
```

案例演示:

```
nohup /usr/sbin/nginx >> /var/log/nginx/access.log 2>&1 &
```

第2章 系统平均负载监控

uptime 查看系统平均负载

什么是系统负载?

```
系统负载是指单位时间内，系统处于可运行状态和不可中断状态的平均进程数，也就是平均活跃进程数。
简单来说就是可以被分配给CPU处理的活动进程数。
注意，平均负载指的并不是系统CPU使用率。
```

什么是可运行状态和不可中断状态?

```
1.可运行状态进程，是指正在使用 CPU 或者正在等待 CPU 的进程，也就是我们ps命令看到处于R状态的进程。
2.不可中断进程，系统中最常见的是等待硬件设备的I/O响应，也就是我们ps命令中看到的D状态（也称为 Disk Sleep）的进程。
例如：当一个进程向磁盘读写数据时，为了保证数据的一致性，在得到磁盘回复前，它是不能被其他进程或者中断打断的，这个时候的进程就处于不可中断状态。如果此时的进程被打断了，就容易出现磁盘数据与进程数据不一致的问题。所以，不可中断状态实际上是系统对进程和硬件设备的一种保护机制。

在Linux的实现中，有两种类型的中断。
硬中断是由请求响应的设备发出的（磁盘I/O中断、网络适配器中断、键盘中断、鼠标中断）。
软中断被用于处理可以延迟的任务（TCP/IP操作，SCSI协议操作等等）
```

平均负载为多少合适?

```
最理想的状态是每个CPU核上都刚好运行着一个进程，这样每个CPU都得到了充分利用。
所以首先你需要知道你的服务器上有几个CPU，可以通过lscpu命令或top交互模式按1查看有几核。
假如有以下核数的CPU，负载为2时，说明了什么？

CPU核数     负载        说明
1                        2            表示有一半的进程需要等待
2                        2        表示刚好所有的CPU都被使用了
4                        2        表示有一半的CPU处于空闲状态

uptime命令有三个数值，分别为1, 5，15分钟的平均负载，那么该如何理解这三个数值呢？或者说更应该关注哪个值？
简单来说，三个数值都要看，但是一定要分析变化的趋势，虽然三个值是数字，但是他们表达的是1到15分钟CPU负载变化的趋势。

例如如下几种情况：
1.三个数值差不多一样，这表示了系统运行很稳定，15分钟内系统没有特别繁忙。
2.如果1分钟的值大于15分钟的值，那表示系统负载1分钟内有上升的趋势。但是并不能立即下结论，因为有可能只是临时的升高，所以要持续的观察一段时间，结合这段时间的趋势分析。
3.如果1分钟负载低于15分钟的值，那表示系统负载是在下降的趋势。
```

如何监控系统负载的趋势呢?

```
实际工作中我们不可能实时的使用uptime命令来监控系统负载，那么我们如何随时系统平均的负载呢？
1.自己编写脚本然后配合定时任务周期性的运行uptime命令并输出到文本里
2.推荐使用成熟的监控工具，比如zabbix,Prometheus等监控平台，因为他们具有丰富的图形报表功能，更容易观察变化趋势。
```

假如平均负载变高了，应该如何处理?

```
虽然理想情况是每个CPU核数都被使用，但是也不是说如果平均负载超过了CPU核数系统就不正常了。
如果只是短暂的超过了CPU核数，并且平均负载有下降的趋势，那可以理解为刚才系统只是暂时的繁忙，现在已经恢复正常。
如果持续的负载高，但是业务系统并没有变慢，系统也没有进一步变糟糕的趋势，那么也不用过于担心。

如果系统确实负载高了，那么可以从以下几个角度分析：
1.运行任务是否CPU密集型
2.运行任务是不是IO密集型
```

命令作用:

```
通过uptimem命令我们可以了解到系统的CPU负载情况，当然top命令也可以。
```

运行结果:

```
[root@linux ~]# uptime
 10:14:58 up 15:01,  1 user,  load average: 0.01, 0.03, 0.05
```

状态解释:

```
 10:14:58           #当前时间
 up 15:01           #系统已启动时间
 1 user                 #当前登陆的用户数
 load average: 0.01, 0.03, 0.05     #系统 1分钟，5分钟，15分钟的平均负载
```

案例演示1：模拟CPU使用率100%的场景

这里我们使用三个工具来找出平均负载变高的原因

stress: 压测工具

mpstat: 多核CPU性能分析工具

pidstat: 实时查看CPU，内存，IO等指标

```
#1.安装性能监控工具
[root@linux ~]# wget http://pagesperso-orange.fr/sebastien.godard/sysstat-11.7.3-1.x86_64.rpm
[root@linux ~]# rpm -ivh sysstat-11.7.3-1.x86_64.rpm

#2.使用strss工具模拟CPU使用率100%
[root@linux ~]# stress --cpu 1 --timeout 600
stress: info: [18742] dispatching hogs: 1 cpu, 0 io, 0 vm, 0 hdd

#3.在第2个终端运行uptime命令实时查看系统的负载
##可以看到1分钟的负载正在升高
[root@linux ~]# watch -d uptime
 16:06:47 up 20:53,  3 users,  load average: 0.90, 0.67, 0.51

#4.在第3个终端运行mpstat查看CPU使用率变化情况
##可以看到CPU1使用率达到了100%，但是iowait只有0，这说明系统负载变高正是由于CPU使用率100%导致的
[root@linux ~]# mpstat -P ALL 5
```

```
Linux 3.10.0-957.el7.x86_64 (linux)     2021年04月05日  _x86_64_        (1 CPU)

15时59分32秒  CPU    %usr   %nice    %sys %iowait    %irq   %soft  %steal  %guest  %gnice   %idle
15时59分37秒  all  100.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00
15时59分37秒    0  100.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00    0.00

#5.在第4个终端使用top命令查看CPU使用率
##可以看到stress进程的CPU使用率达到了100%
[root@linux ~]# top
Tasks: 104 total,   2 running, 102 sleeping,   0 stopped,   0 zombie
%Cpu(s):100.0 us,  0.0 sy,  0.0 ni,  0.0 id,  0.0 wa,  0.0 hi,  0.0 si,  0.0 st
KiB Mem :  2028088 total,  1590216 free,   101924 used,   335948 buff/cache
KiB Swap:        0 total,        0 free,        0 used.  1735256 avail Mem

   PID USER      PR  NI    VIRT    RES    SHR S %CPU %MEM     TIME+ COMMAND

 18743 root      20   0    7312    100      0 R 99.7  0.0   6:55.68 stress

 18712 root      20   0       0      0      0 S  0.3  0.0   0:00.06 kworker/0:2
     1 root      20   0   43528   3848   2580 S  0.0  0.2   0:03.66 systemd

     2 root      20   0       0      0      0 S  0.0  0.0   0:00.01 kthreadd
```

第3章 内存监控

free 查看内存使用状态

命令作用：

```
查看Linux系统的内存使用情况
```

常用参数：

```
free [选项]

-b   以b为单位输出
-k   以k为单位输出
-m   以m为单位输出
-g   以g为单位输出
-h   以人类可读友好的单位输出
-s N 间隔N秒输出一次
-c N 输出N次后退出
```

运行结果：

```
#默认以b为单位输出
[root@linux ~]# free
              total        used        free      shared  buff/cache   available
```

```
Mem:        2028088       85188     1807080        9720      135820
1783376
Swap:             0           0           0

#以m为单位输出
[root@linux ~]# free -m
              total        used        free      shared  buff/cache
available
Mem:           1980          82        1764           9         132
1741
Swap:             0           0           0

#以人类可读的单位输出
[root@linux ~]# free -h
              total        used        free      shared  buff/cache
available
Mem:           1.9G         82M        1.7G        9.5M        132M
1.7G
Swap:            0B          0B          0B
```

状态解释:

```
man free            #free命令帮助手册
total               #总计已安装的内存,统计信息来自/proc/meminfo的MemTotal和SwapTotal字段
used                #已使用内存，计算公式为：used = total - free - buffers - cache
free                    #空闲的未使用内存，计算公式为：total - used - buff - cache
shared              #共享内存，主要由tmpfs使用

buff/cache      #buffers和cache的总和
buffers             #缓冲区，写缓冲，目的是加快内存和硬盘之间的数据写入。存放内存需要写入到磁盘的数据。
cache                   #缓存区，读缓存，目的是加快CPU和内存交换数据。存放的是内存已经读完的数据。

available     #估计有多少内存可用于启动新应用程序而无需交换。与cache或free字段提供的数据不同，此字段考虑了页面缓存。
swap                    #硬盘交换分区，目的是防止内存使用完了导致系统崩溃，临时将硬盘的一部分空间当作内存使用。
```

buff/cache解释:

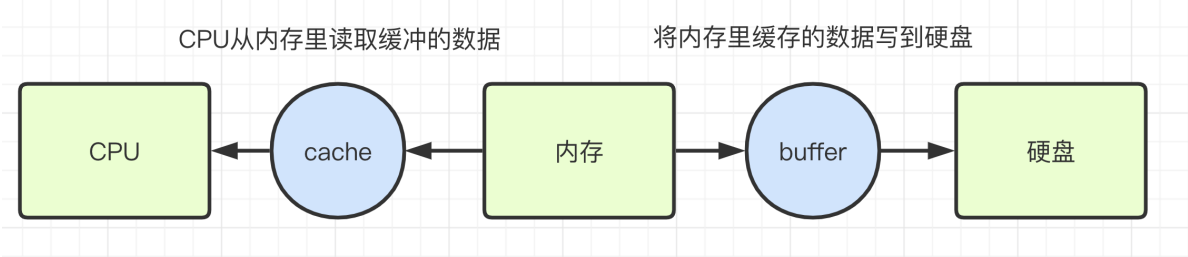
cache:

```
内存速度很快，但是CPU速度更快，所以为了提高CPU和内存之间交换数据的效率，设计了cache缓存这种技术。
CPU本身就有缓存，就是我们常听说的1级缓存2级缓存3级缓存，但是CPU内部的缓存成本太昂贵，所以设计的容量都非常小，那么就利用内存的部分空间来缓存CPU已经读过的数据，这样CPU下次访问只需要从cache里直接取就行了，不用再访问内存里的实际存储位置。
```

buffers:

```
内存速度很快，但是硬盘速度很慢，所以为了提高硬盘的写入效率，设计了buffer。
buffer主要作用是将内存写完的数据缓存起来，然后通过系统调度策略在合适的时机再定期刷新到磁盘上。
这样可以减少磁盘的寻址次数，以提高写入性能。
```

示意图：



第4章 磁盘监控

iostat

```

```

Iotop

命令作用：

```
iotop用于监控磁盘的I/O使用情况，包含读和写的速率，IO百分比等信息，类似于top命令。
```

常用参数：

```
-o          #只显示正在进行io操作的进程，也可以先在iotop命令运行中按o
-b          #非交互模式，比较适合监控项取值或者脚本定时输出内容
-n N    #默认非交互模式会一直输出信息，-n选项可以控制输出次数，常结合-b参数一起使用
-d N    #设置每次数据更新的间隔，默认是1秒
-p PID  #监控指定PID的进程
-u USER #监控指定用户运行程序产生的IO
-q      #禁止输出头几行，一般用于非交互模式
-qq         #不显示列名
-qqq        #不显示IO的总揽
```

交互式按键：

```
左/右键     #切换选中的列，并且按照选中的列进行排序
p               #默认显示的是线程TID，按p切换到进程PID
q               #退出
```

运行结果：

```
Total DISK READ :       0.00 B/s | Total DISK WRITE :       0.00 B/s
Actual DISK READ:       0.00 B/s | Actual DISK WRITE:       0.00 B/s
  TID  PRIO  USER     DISK READ  DISK WRITE  SWAPIN     IO>    COMMAND
 8912 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.03 % [kworker/0:0]
    1 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % systemd --s~serialize 22
    2 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [kthreadd]
    3 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [ksoftirqd/0]
    5 be/0 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [kworker/0:0H]
    6 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [kworker/u256:0]
    7 rt/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [migration/0]
    8 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [rcu_bh]
    9 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [rcu_sched]
   10 be/0 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [lru-add-drain]
   11 rt/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [watchdog/0]
   13 be/4 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [kdevtmpfs]
   14 be/0 root        0.00 B/s    0.00 B/s  0.00 %  0.00 % [netns]
```

状态解释：

```
#第一行 磁盘读写的速率总计
Total DISK READ :
Total DISK WRITE :

#第二行 磁盘读写的实际速率
Actual DISK READ:
Actual DISK WRITE:

#第三行 具体的进程速率信息
TID      #线程ID，按p切换为进程PID
PRIO  #优先级
USER  #运行用户
DISK READ   #磁盘读的速率
DISK WRITE  #磁盘写的速率
SWAPIN      #swap交换分区百分比
IO              #IO等待百分比
COMMAND         #运行的进程
```

案例演示：

```
[root@linux opt]# iotop -b -n 1 -a -qqq |head -n 5
     1 be/4 root          0.00 B      0.00 B  0.00 %  0.00 % systemd --
switched-root --system --deserialize 22
     2 be/4 root          0.00 B      0.00 B  0.00 %  0.00 % [kthreadd]
     3 be/4 root          0.00 B      0.00 B  0.00 %  0.00 % [ksoftirqd/0]
     5 be/0 root          0.00 B      0.00 B  0.00 %  0.00 % [kworker/0:0H]
     6 be/4 root          0.00 B      0.00 B  0.00 %  0.00 % [kworker/u256:0]
```

第5章 网络监控

iftop

命令作用：

```
实时显示网络流量，类似与top和iotop
```

常用参数：

```
-h        #帮助说明
-B        #以bytes为单位显示
-i        #指定网卡
-n     #不解析DNS
```

交互式按键：

```
b             #显示进度条
n             #打开或关闭DNS解析名称
t             #切换流量显示模式
q             #退出
```

运行结果：

```
 Bars on          1.56KB          3.12KB          4.69KB          6.25KB          7.81KB
└──────────────────┴───────────────┴───────────────┴───────────────┴───────────────┘

10.0.0.100                    => 10.0.0.1                    340B    340B    340B
                              <=                             126B     64B     64B
10.0.0.100                    => 203.107.6.88                 38B     38B     38B
                              <=                              38B     38B     38B
10.0.0.100                    => 10.0.0.2                      0B     16B     16B
                              <=                               0B     50B     50B

─────────────────────────────────────────────────────────────────────────────────

TX:             cum:   3.07KB   peak:    536B    rates:    378B    393B    393B
RX:                    1.19KB            289B              164B    152B    152B
TOTAL:                 4.26KB            825B              542B    545B    545B
```

状态解释：

```
TX              transport发送的数据包速率
RX              receive接收的数据包速率
TOTAL           接收和发送的数据包汇总
```

案例演示：

```
[root@linux ~]# iftop -B -n -i eth0
```