



آزمایشگاه سیستم عامل

دکتر بیگی

آزمایش ۳

الینا هژبری - ۴۰۱۱۷۰۶۶۱

ملیکا علیزاده - ۴۰۱۱۰۶۲۵۵

آزمایش ۳

۳-۳-۱- مشاهده فایل سیستم /proc

ابتدا با دستور `cd` وارد شاخه `/proc` می‌شویم و سپس با دستور `ls` فایل‌های موجود را مشاهده می‌کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:/proc$ ls
1      1485 1843 209 230 25 3273 3548 3860 49 60 7 95 kallsyms      softirqs
100    1486 1862 2096 231 250 3275 3550 3861 4961 6031 70 96 kcore         spl
101    1487 1863 2098 232 251 3291 3551 39 5 6068 71 99 keys          stat
1039   1488 1866 21 233 252 3298 3554 3910 50 61 72 acpi          key-users     swaps
11     1489 1897 210 234 2545 3345 3555 3959 51 6171 73 asound       kmsg         sys
1100   1490 19 211 235 2562 3375 3556 4 5102 6192 74 bootconfig   kpagecgroup  sysrq-trigger
1102   15 193 212 236 26 34 3557 40 5103 6193 75 buddyinfo   kpagecount   sysvipc
111    1568 194 213 237 2608 3409 3562 4062 5106 6194 76 bus          kpageflags   thread-self
113    1569 195 214 238 2612 3414 3586 4067 5107 62 77 cgroups     latency_stats timer_list
1177   1570 196 215 239 2618 3415 3590 4073 5108 6201 78 cmdline     loadavg      tty
1178   16 1960 216 24 2625 3458 36 4076 5109 6215 79 consoles   locks        uptime
1179   17 197 217 240 2629 3460 3652 41 5182 6216 80 cpuinfo     mdstat       version
1184   179 1971 218 241 2645 3482 3661 4133 52 6217 81 crypto      meminfo      version_signature
1185   18 198 219 242 2654 3489 3729 42 53 6221 82 devices     misc         vmallocinfo
12     180 199 22 243 2671 3494 3744 43 55 6233 83 diskstats   modules      vmstat
120    1807 2 220 244 2676 3496 3757 4397 56 6235 84 dma          mounts       zoneinfo
129    1808 20 221 2449 271 35 3769 44 5629 6240 85 driver      mpt
13     181 200 222 245 272 3511 3774 45 57 6241 86 dynamic_debug mtrr
130    1811 201 223 2452 28 3512 3776 4573 58 6242 87 execdomains net
14     1815 202 224 2457 2888 3513 3797 46 5843 63 88 fb           pagetypeinfo
1479   1817 203 225 246 3 3516 38 4629 59 64 89 filesystems partitions
1480   1828 204 226 247 31 3517 3804 47 5935 65 9 fs           pressure
1481   1831 205 227 2473 3132 3530 3814 48 5945 66 90 interrupts  schedstat
1482   1834 206 228 248 3139 3531 3850 4835 5946 67 91 iomem       scsi
1483   1836 207 229 2481 318 3536 3851 4837 5948 68 93 ioports     self
1484   1840 208 23 249 32 3544 3857 4867 6 69 94 irq         slabinfo
```

۳-۲- مشاهده‌ی محتویات یک فایل در شاخه /proc

۱. ابتدا محتویات فایل version را مشاهده می‌کنیم. این فایل شامل نسخه هسته لینوکس، نسخه gcc، تاریخ کامپایل و معماری سیستم می‌شود.

```
ubuntu@ubuntu:/proc$ cat version
Linux version 6.11.0-17-generic (buildd@lcy02-amd64-038) (x86_64-linux-gnu-gcc-13 (Ubuntu 13.3.0-6ubuntu2~24.04) 13.3.0,
GNU ld (GNU Binutils for Ubuntu) 2.42) #17~24.04.2-Ubuntu SMP PREEMPT_DYNAMIC Mon Jan 20 22:48:29 UTC 2
```

۲. حال محتویات چند فایل دیگر را مشاهده می‌کنیم:

- **cgroup**: این فایل اطلاعات مربوط به سیستم cgroup را نگه می‌دارد. cgroup ها قابلیت در لینوکس است که اجازه مدیریت و محدود کردن منابعی مانند CPU، حافظه، دیسک و شبکه را بین گروه‌هایی از پردازنده‌ها می‌دهد.

```
ubuntu@ubuntu:/proc$ cat cgroups
#subsys_name hierarchy num_cgroups enabled
cpuset 0 166 1
cpu 0 166 1
cpuacct 0 166 1
blkio 0 166 1
memory 0 166 1
devices 0 166 1
freezer 0 166 1
net_cls 0 166 1
perf_event 0 166 1
net_prio 0 166 1
hugetlb 0 166 1
pids 0 166 1
rdma 0 166 1
misc 0 166 1
```

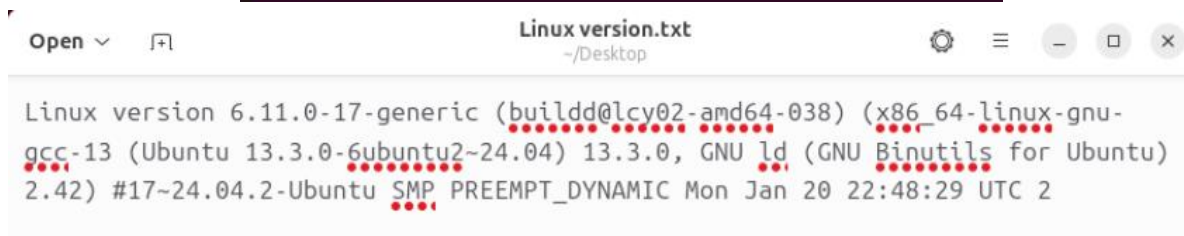
- **locks**: این فایل قفل‌های فعلی روی فایل‌ها در سیستم را نشان می‌دهد و از جمله اطلاعاتی مانند نوع قفل، نوع دسترسی، PID و... را دارد.

```
ubuntu@ubuntu:/proc$ cat locks
1: FLOCK ADVISORY WRITE 5182 00:3f:300 0 EOF
2: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:841 128 128
3: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:838 1073741826 1073742335
4: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:791 128 128
5: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:787 1073741826 1073742335
6: FLOCK ADVISORY WRITE 1828 00:1c:124878 0 EOF
7: POSIX ADVISORY WRITE 1843 00:1a:1579 0 EOF
8: POSIX ADVISORY WRITE 1843 00:1a:1578 0 EOF
9: FLOCK ADVISORY WRITE 1834 00:1a:1564 0 EOF
10: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:832 128 128
11: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:829 1073741826 1073742335
12: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:815 128 128
13: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:812 1073741826 1073742335
14: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:810 128 128
15: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:807 1073741826 1073742335
16: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:803 128 128
17: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:800 1073741826 1073742335
18: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:797 128 128
19: POSIX ADVISORY READ 3861 00:1c:794 1073741826 1073742335
20: FLOCK ADVISORY WRITE 2608 00:3f:90 0 EOF
21: FLOCK ADVISORY WRITE 2608 00:3f:89 0 EOF
```

۳. می‌خواهیم کدی بنویسیم که با `fstream` فایل ورودی/خروجی را هندل می‌کنیم و محتوای فایل `/proc/version` را در فایل `Linux version.txt` می‌نویسیم.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ nano version.c
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat version.c
#include <stdio.h>
#include <fstream>
#include <string>
#include <iostream>

int main(){
    std::ifstream file("/proc/version");
    std::ofstream output("Linux version.txt");
    std::string str;
    while (std::getline(file,str)){
        output << str << std::endl;
    }
    file.close();
    output.close();
    std::cout << "Finished." << std::endl;
    return 0;
}
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ g++ version.c -o versionP
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./versionP
Finished.
```



```
Linux version 6.11.0-17-generic (buildd@lcy02-amd64-038) (x86_64-linux-gnu-
gcc-13 (Ubuntu 13.3.0-6ubuntu2~24.04) 13.3.0, GNU ld (GNU Binutils for Ubuntu)
2.42) #17~24.04.2-Ubuntu SMP PREEMPT_DYNAMIC Mon Jan 20 22:48:29 UTC 2
```

۴. سعی می‌کنیم با دستور `echo` چیزی در فایل `/proc/version` بنویسیم اما خطای `permission denied` را دریافت می‌کنیم حتی اگر از `sudo` استفاده کنیم. علت آن است که فایل‌های `/proc` فایل‌های `read-only` هستند و اجازه‌ی نوشتن در آن‌ها نداریم. این فایل‌ها توسط کرنل لینوکس در زمان اجرا ساخته می‌شوند.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ echo "text" > /proc/version
bash: /proc/version: Permission denied
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ sudo echo "text" > /proc/version
bash: /proc/version: Permission denied
```


۳-۳-۳- مشاهده‌ی وضعیت پردازش‌ها

۱. برای این سوال ما پوشه‌ها ۱ را انتخاب می‌کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ls /proc/1
ls: cannot read symbolic link '/proc/1/cwd': Permission denied
ls: cannot read symbolic link '/proc/1/root': Permission denied
ls: cannot read symbolic link '/proc/1/exe': Permission denied
arch_status  coredump_filter  gid_map          maps             oom_adj          sched            statm            wchan
attr         cpu_resctrl_groups  io              mem             oom_score        schedstat        status
autogroup    cpuset            ksm_merging_pages  mountinfo        oom_score_adj    sessionid        syscall
auxv         cwd               ksm_stat         mounts           pagemap          setgroups        task
cgroup       environ           latency          mountstats       patch_state      smaps            timens_offsets
clear_refs   exe               limits           net              personality      smaps_rollup     timers
cmdline      fd                loginuid         ns               projid_map       stack            timerslack_ns
comm         fdinfo            map_files        numa_maps        root             stat             uid_map
```

۲. محتویات فایل‌ها را یکی یکی بررسی می‌کنیم. (برای فهم کاربرد آن‌ها از google و ai overview آن استفاده شده

است)، فایل‌هایی که permission denied شدند، لینک به فایل یا دایرکتوری هستند.

- statm: خلاصه‌ای از مصرف حافظه پردازش pid==1.
- root: لینک و اشاره به دایرکتوری root.
- exe: لینک به فایل اجرایی پردازش pid==1.
- cwd: لینک به دایرکتوری جاری پردازش (current working directory).
- status: اطلاعاتی راجع به پردازش شامل وضعیت، مصرف حافظه و...
- stat: اطلاعات آماری درباره پردازش.
- environ: متغیرهای محیطی پردازش.
- cmdline: خط فرمان اجرای پردازش (command-line).

<pre>ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/statm 5851 3694 2478 11 0 1128 0 ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ sudo cat /proc/1/root cat: /proc/1/root: Is a directory ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/exe cat: /proc/1/exe: Permission denied ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/cwd cat: /proc/1/cwd: Permission denied ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ sudo cat /proc/1/cwd cat: /proc/1/cwd: Is a directory ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/status</pre>	<pre>ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/status Name: systemd Umask: 0000 State: S (sleeping) Tgid: 1 Ngid: 0 Pid: 1 PPid: 0 TracerPid: 0 Uid: 0 0 0 0 Gid: 0 0 0 0 FDSize: 512 Groups: NSTgid: 1 NSpid: 1 NSpgid: 1 NSSid: 1 Kthreid: 0 VmPeak: 23440 kB VmSize: 23404 kB</pre>
<pre>ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/stat 1 (systemd) S 0 1 1 0 -1 4194560 37579 596825 32 1630 86 206 2316 2727 20 0 1 0 66 23965696 3694 18446744073709551615 1 1 0 0 0 671173123 4096 1260 0 0 0 17 0 ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/environ cat: /proc/1/environ: Permission denied ubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ sudo cat /proc/1/environ find_preseed=/preseed.cfgHOME=/init=sbin/initNETWORK_SKIP_ENSLAVED=locale=en_USUSERFULLNAME=Live session userBUILD_SYST EM=UbuntuTERM=linuxUSERNAME=ubuntufile=/root/etc/fstabBOOT_IMAGE=vmlinuxdrop_caps=PATH=/usr/bin:/usr/sbin:/bin:/sbinHOST =ubuntuCASPER_GENERATE_UUID=1PWD=/rootmnt=/rootpriority=criticalubuntu@ubuntu:~/Desktop\$ cat /proc/1/cmdline /sbin/init splash--autoautomatic-ubiquitynopromptubuntu@ubuntu:~/Desktop\$</pre>	

۳. برای اینکه لیست شماره‌ی پردازنده‌های در حال اجرا (`status == R`) را داشته باشیم، اسکریپت زیر را نوشته‌ایم. در این اسکریپت، ابتدا روی پردازنده‌هایی در `/proc` که نام عددی دارند `for` می‌زنیم و اگر فایل `status` داشتند و `status` آن‌ها `R` یعنی `running` بود، نام و `pid` آن‌ها را چاپ می‌کنیم. اکثر پردازنده‌ها یا در حالت `sleep` بودند یا `Idle`. به همین دلیل فقط چند پردازنده چاپ شده است.

```
PID: 99 , Name: kworker/0:2-events
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ nano procScript.sh
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat procScript.sh
#!/bin/bash

for pidd in /proc/[0-9]*; do
    pid=$(basename "$pidd")

    if [ -f "$pidd/status" ]; then
        statusCode=$(awk '/^State:/ {print $2}' "$pidd/status")
        if [ "$statusCode" = "R" ]; then
            name=$(awk '/^Name:/ {print $2}' "$pidd/status")
            echo "PID: $pid , Name: $name"
        fi
    fi
done
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ chmod +x procScript.sh
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./procScript.sh
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./procScript.sh
PID: 105 , Name: kworker/0:2-events
PID: 17 , Name: rcu_preempt
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./procScript.sh
PID: 17 , Name: rcu_preempt
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./procScript.sh
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./procScript.sh
PID: 1097 , Name: kworker/1:3-events
```

۴. در این کد، ابتدا از کاربر می‌خواهیم که یک pid وارد کند. سپس چک می‌کنیم که آیا این pid در /proc وجود دارد یا نه. پس از آن از فایل‌های exe، status، cmdline و environ اطلاعات خواسته شده را می‌گیریم. توجه شود که چون برای فایل environ به خطای permission denied می‌خوریم باید کد را با دستور sudo اجرا کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ nano processes.sh
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat processes.sh
#!/bin/bash

read -p "Enter PID: " pid

if [ ! -d "/proc/$pid" ]; then
    echo "process NOT found!"
    exit 1
fi
exe=$(readlink -f "/proc/$pid/exe" 2>/dev/null)
memory=$(awk '/VmRSS/ {print $2 * 1024}' "/proc/$pid/status" 2>/dev/null)
args=$(tr '\0' ' ' < "/proc/$pid/cmdline" 2>/dev/null)
envs=$(tr '\0' '\n' < "/proc/$pid/environ" 2>/dev/null)

echo "EXE: $exe"
echo "Memory Usage: ${memory:-0}"
echo "Exe Args: $args"
echo "Environment Variables:"
echo "$envs"

ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ chmod +x processes.sh
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ sudo ./processes.sh
Enter PID: 1
EXE: /usr/lib/systemd/systemd
Memory Usage: 15130624
Exe Args: /sbin/init splash --- auto automatic-ubiquity noprompt
Environment Variables:
find_preseed=/preseed.cfg
HOME=/
init=/sbin/init
NETWORK_SKIP_ENSLAVED=
locale=en_US
USERFULLNAME=Live session user
BUILD_SYSTEM=Ubuntu
TERM=linux
USERNAME=ubuntu
file=/root/etc/fstab
BOOT_IMAGE=vmlinuz
drop_caps=
PATH=/usr/bin:/usr/sbin:/bin:/sbin
HOST=ubuntu
CASPER_GENERATE_UUID=1
PWD=/
rootmnt=/root
priority=critical
```

برای این بخش کد C نیز نوشته‌ایم که از `fstream` برای باز کردن فایل‌ها استفاده می‌کند. در این فایل ابتدا هر فایل مربوطه را با `ifstream` باز می‌کنیم. برای فایل `exe` از `readlink` استفاده می‌کنیم زیرا این فایل یک لینک است. برای `memory` فایل را می‌خوانیم تا به کلمه `VmRSS` برسیم و `memory usage` را بدست آوریم. برای فایل `cmdline` چون یک فایل باینری است باید کرکتر به کتر بخوانیم و اضافه کنیم و برای فایل `environ` نیز به همین شیوه عمل می‌کنیم. در آخر مقادیر را ذخیره و چاپ می‌کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat processList.c
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
#include <unistd.h>

using namespace std;

int main() {
    string pid;
    cout << "Enter a PID: ";
    cin >> pid;
    string path = "/proc/" + pid;

    char exe[1024];
    string exe_link = path + "/exe";
    ssize_t len = readlink(exe_link.c_str(), exe, sizeof(exe) - 1);
    if (len != -1) exe[len] = '\0';

    long memory = 0;
    ifstream status(path + "/status");
    string str;
    while (getline(status, str)) {
        if (str.find("VmRSS:") == 0) {
            sscanf(str.c_str(), "VmRSS: %ld", &memory);
            memory *= 1024;
            break;
        }
    }
    status.close();

    ifstream cmd(path + "/cmdline", ios::binary);
    string args;
    char c;
    while (cmd.get(c)) {
        args += (c == '\0') ? ' ' : c;
    }
    cmd.close();

    ifstream env(path + "/environ", ios::binary);
    string envs;
    while (env.get(c)) {
        envs += (c == '\0') ? '\n' : c;
    }
    env.close();

    cout << "Exe: " << exe << endl;
    cout << "Memory: " << memory << endl;
    cout << "Parameters: " << args << endl;
    cout << "Environment variables:\n" << envs << endl;

    return 0;
}

ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ g++ processList.c -o procc

ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ sudo ./procc
Enter a PID: 1
Exe: /usr/lib/systemd/systemd
Memory: 15130624
Parameters: /sbin/init splash --- auto automatic-ubiquity noprompt
Environment variables:
find_preseed=/preseed.cfg
HOME=/
init=/sbin/init
NETWORK_SKIP_ENSLAVED=
locale=en_US
USERFULLNAME=Live session user
BUILD_SYSTEM=Ubuntu
TERM=linux
USERNAME=ubuntu
file=/root/etc/fstab
BOOT_IMAGE=vmlinuz
drop_caps=
PATH=/usr/bin:/usr/sbin:/bin:/sbin
HOST=ubuntu
CASPER_GENERATE_UUID=1
PWD=/
rootmnt=/root
priority=critical
```


۳-۴- مشاهده اطلاعات مربوط به هسته

۱. یک بار دیگر با ls فایل‌های /proc را مشاهده می‌کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:/proc$ ls
1      1485 1843 209 230 25 3273 3548 3860 49 60 7 95 kallsyms softirqs
100    1486 1862 2096 231 250 3275 3550 3861 4961 6031 70 96 kcore spl
101    1487 1863 2098 232 251 3291 3551 39 5 6068 71 99 keys stat
1039   1488 1866 21 233 252 3298 3554 3910 50 61 72 acpi key-users swaps
11     1489 1897 210 234 2545 3345 3555 3959 51 6171 73 asound kmsg sys
1100   1490 19 211 235 2562 3375 3556 4 5102 6192 74 bootconfig kpagecgroup sysrq-trigger
1102   15 193 212 236 26 34 3557 40 5103 6193 75 buddyinfo kpagecount sysvipc
111    1568 194 213 237 2608 3409 3562 4062 5106 6194 76 bus kpageflags thread-self
113    1569 195 214 238 2612 3414 3586 4067 5107 62 77 cgroups latency_stats timer_list
1177   1570 196 215 239 2618 3415 3590 4073 5108 6201 78 cmdline loadavg tty
1178   16 1960 216 24 2625 3458 36 4076 5109 6215 79 consoles locks uptime
1179   17 197 217 240 2629 3460 3652 41 5182 6216 80 cpuinfo mdstat version
1184   179 1971 218 241 2645 3482 3661 4133 52 6217 81 crypto meminfo version_signature
1185   18 198 219 242 2654 3489 3729 42 53 6221 82 devices misc vmallocinfo
12     180 199 22 243 2671 3494 3744 43 55 6233 83 diskstats modules vmstat
120    1807 2 220 244 2676 3496 3757 4397 56 6235 84 dma mounts zoneinfo
129    1808 20 221 2449 271 35 3769 44 5629 6240 85 driver npt
13     181 200 222 245 272 3511 3774 45 57 6241 86 dynamic_debug mtrr
130    1811 201 223 2452 28 3512 3776 4573 58 6242 87 execdomains net
14     1815 202 224 2457 2888 3513 3797 46 5843 63 88 fb pagetypeinfo
1479   1817 203 225 246 3 3516 38 4629 59 64 89 filesystems partitions
1480   1828 204 226 247 31 3517 3804 47 5935 65 9 fs pressure
1481   1831 205 227 2473 3132 3530 3814 48 5945 66 90 interrupts schedstat
1482   1834 206 228 248 3139 3531 3850 4835 5946 67 91 iomem scsi
1483   1836 207 229 2481 318 3536 3851 4837 5948 68 93 ioports self
1484   1840 208 23 249 32 3544 3857 4867 6 69 94 irq slabinfo
```

۲. فایل‌های خواسته شده را یکی یکی بررسی می‌کنیم، برخی از فایل‌ها طولانی بودند و فقط بخشی از آن‌ها را عکس گذاشتیم:

- cmdline: پارامترهایی که در زمان boot به kernel پاس داده می‌شود.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/cmdline
initrd=initrd file=/cdrom/preseed/ubuntu.seed quiet splash --- debian-installer/custom-installation=/custom find_preseed
=/preseed.cfg auto preseed=file=/floppy/preseed.cfg automatic-ubiquity noprompt priority=critical locale=en_US console=s
etup/modelcode=evdev BOOT_IMAGE=vmlinuz
```

- cpuinfo: اطلاعات درباره پردازنده‌ها مانند تعداد هسته‌ها، فرکانس، cache و...

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/cpuinfo
processor       : 0
vendor_id     : GenuineIntel
cpu family    : 6
model         : 140
model name    : 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz
stepping      : 1
microcode     : 0xffffffff
cpu MHz       : 2803.212
cache size    : 12288 KB
physical id   : 0
siblings      : 1
core id       : 0
cpu cores     : 1
apicid        : 0
initial apicid : 0
fpu           : yes
fpu_exception : yes
cpuid level   : 27
wp            : yes
flags         : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush mmx fxsr sse sse2 ss syscall n
x pdpe1gb rdtscp lm constant_tsc arch_perfmon rep_good nopl xtopology tsc_reliable nonstop_tsc cpuid tsc_known_freq pni
pclmulqdq sse3 fma cx16 pcid sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt aes xsave avx f16c rdrand hypervisor lahf_lm abm 3dnowpr
efetch pti ssbd ibrs ibpb stibp fsgsbase tsc_adjust bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid avx512f avx512dq rdseed adx snap av
x512ifma clflushopt clwb avx512cd sha_ni avx512bw avx512vl xsaveopt xsavec xgetbv1 xsaves arat avx512vbmi umip avx512_vb
mi2 gfni vaes vpclmulqdq avx512_vnni avx512_bitalg avx512_vpopcntdq rdpid movdiri movdir64b fsrm avx512_vp2intersect md_
clear flush_l1d arch_capabilities
bugs          : cpu_meltdown spectre_v1 spectre_v2 spec_store_bypass l1tf mds swapgs retbleed gds bhi
bogomips     : 5606.42
clflush size  : 64
cache_alignm  : 64
address sizes : 45 bits physical, 48 bits virtual
```

- filesystems: فایل سیستم‌هایی که kernel پشتیبانی می‌کند.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/filesystems
nodev sysfs
nodev tmpfs
nodev bdev
nodev proc
nodev cgroup
nodev cgroup2
nodev cpuset
nodev devtmpfs
nodev configfs
nodev debugfs
nodev tracefs
nodev securityfs
nodev sockfs
nodev bpf
nodev pipefs
nodev ramfs
nodev hugetlbfs
nodev devpts
    ext3
    ext2
    ext4
    squashfs
    vfat
nodev ecryptfs
    fuseblk
nodev fuse
nodev fusectl
nodev efivarfs
```

- ioproports: اطلاعات مربوط به پورت‌های I/O استفاده شده.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/ioproports
0000-0000 : PCI Bus 0000:00
0000-0000 : dma1
0000-0000 : PNP0001:00
    0000-0000 : pic1
0000-0000 : timer0
0000-0000 : timer1
0000-0000 : keyboard
0000-0000 : PNP0800:00
0000-0000 : keyboard
0000-0000 : rtc0
0000-0000 : dma page reg
0000-0000 : PNP0001:00
    0000-0000 : pic2
0000-0000 : dma2
0000-0000 : fpu
0000-0000 : 0000:00:07.1
    0000-0000 : ata_piix
0000-0000 : 0000:00:07.1
    0000-0000 : ata_piix
0000-0000 : 0000:00:07.1
    0000-0000 : ata_piix
0000-0000 : vga+
0000-0000 : floppy
0000-0000 : floppy
0000-0000 : 0000:00:07.1
    0000-0000 : ata_piix
0000-0000 : floppy
0000-0000 : PNP0001:00
0000-0000 : pnp 00:00
0000-0000 : PCI conf1
```

- **interrupts**: لیستی از وقفه‌ها و تعداد دفعاتی که هر یک فعال شدند.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/interrupts
```

	CPU0	CPU1			
0:	27	0	IO-APIC	2-edge	timer
1:	0	12348	IO-APIC	1-edge	i8042
6:	0	71	IO-APIC	6-edge	floppy
8:	0	0	IO-APIC	8-edge	rtc0
9:	0	0	IO-APIC	9-fasteoi	acpi
12:	0	35229	IO-APIC	12-edge	i8042
14:	0	0	IO-APIC	14-edge	ata_piix
15:	0	0	IO-APIC	15-edge	ata_piix
16:	26669	0	IO-APIC	16-fasteoi	vmwgfx, snd_ens1371
17:	1239	0	IO-APIC	17-fasteoi	ehci_hcd:usb2, ioc0
18:	64	0	IO-APIC	18-fasteoi	uhci_hcd:usb1
19:	0	8465	IO-APIC	19-fasteoi	ens33
24:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.0	0-edge	PCIe PME, pciehp
25:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.1	0-edge	PCIe PME, pciehp
26:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.2	0-edge	PCIe PME, pciehp
27:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.3	0-edge	PCIe PME, pciehp
28:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.4	0-edge	PCIe PME, pciehp
29:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.5	0-edge	PCIe PME, pciehp
30:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.6	0-edge	PCIe PME, pciehp
31:	0	0	PCI-MSI-0000:00:15.7	0-edge	PCIe PME, pciehp
32:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.0	0-edge	PCIe PME, pciehp
33:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.1	0-edge	PCIe PME, pciehp
34:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.2	0-edge	PCIe PME, pciehp
35:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.3	0-edge	PCIe PME, pciehp
36:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.4	0-edge	PCIe PME, pciehp
37:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.5	0-edge	PCIe PME, pciehp
38:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.6	0-edge	PCIe PME, pciehp
39:	0	0	PCI-MSI-0000:00:16.7	0-edge	PCIe PME, pciehp
40:	0	0	PCI-MSI-0000:00:17.0	0-edge	PCIe PME, pciehp

- **loadavg**: میانگین load سیستم در ۱، ۵ و ۱۵ دقیقه اخیر و تعداد پردازنده‌ها

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/loadavg
0.12 0.03 0.01 1/684 14052
```

- **net**: دایرکتوری شامل فایل‌هایی که اطلاعاتی مربوط به شبکه دارند.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ls /proc/net
```

anycast6	fib_trie	igmp6	ip_tables_matches	netfilter	ptype	rt_cache	stat	udplite6
arp	fib_triestat	ip6_flowlabel	ip_tables_names	netlink	raw	snmp	tcp	unix
connector	icmp	ip6_mr_cache	ip_tables_targets	netstat	raw6	snmp6	tcp6	wireless
dev	icmp6	ip6_mr_vif	ipv6_route	packet	route	sockstat	udp	xfrm_stat
dev_mcast	if_inet6	ip_mr_cache	mcfiler	protocols	rt6_stats	sockstat6	udp6	
dev_snmp6	igmp	ip_mr_vif	mcfiler6	psched	rt_acct	softnet_stat	udplite	

- **uptime**: مدت زمان روشن بودن سیستم و مدت زمان بیکاری پردازنده‌ها

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/uptime
9949.09 19509.86
```

- **version**: اطلاعات نسخه kernel و سیستم build شده

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/version
Linux version 6.11.0-17-generic (buildd@lcy02-amd64-038) (x86_64-linux-gnu-gcc-13 (Ubuntu 13.3.0-6ubuntu2~24.04) 13.3.0, GNU ld (GNU Binutils for Ubuntu) 2.42) #17-24.04.2-Ubuntu SMP PREEMPT_DYNAMIC Mon Jan 20 22:48:29 UTC 2
```


- mount: لیست partition ها یا filesystem های mount شده.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/mounts
sysfs /sys sysfs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
proc /proc proc rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
udev /dev devtmpfs rw,nosuid,relatime,size=1938232k,nr_inodes=484558,mode=755,inode64 0 0
devpts /dev/pts devpts rw,nosuid,noexec,relatime,gid=5,mode=620,ptmxmode=000 0 0
tmpfs /run tmpfs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,size=395956k,mode=755,inode64 0 0
/dev/sr1 /cdrom iso9660 ro,noatime,nojoliet,check=s,map=n,blocksize=2048,iocharset=utf8 0 0
/dev/loop0 /rofs squashfs ro,noatime,errors=continue,threads=single 0 0
/cow / overlay rw,relatime,lowerdir=/minimal.standard.live.squashfs:/minimal.standard.squashfs:/minimal.squashfs,upperdi
r=/cow/upper,workdir=/cow/work,uuid=on,xino=off,nouserxattr 0 0
securityfs /sys/kernel/security securityfs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
tmpfs /dev/shm tmpfs rw,nosuid,nodev,inode64 0 0
tmpfs /run/lock tmpfs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,size=5120k,inode64 0 0
cgroup2 /sys/fs/cgroup cgroup2 rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,nsdelegate,memory_recursiveprot 0 0
pstore /sys/fs/pstore pstore rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
bpf /sys/fs/bpf bpf rw,nosuid,nodev,noexec,relatime,mode=700 0 0
systemd-1 /proc/sys/fs/binfmt_misc autofs rw,relatime,fd=32,pgrp=1,timeout=0,minproto=5,maxproto=5,direct,pipe_ino=11790
0 0
mqueue /dev/mqueue mqueue rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
hugetlbfs /dev/hugepages hugetlbfs rw,nosuid,nodev,relatime,pagesize=2M 0 0
debugfs /sys/kernel/debug debugfs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
tracefs /sys/kernel/tracing tracefs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
fusectl /sys/fs/fuse/connections fusectl rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
configfs /sys/kernel/config configfs rw,nosuid,nodev,noexec,relatime 0 0
tmpfs /tmp tmpfs rw,nosuid,nodev,relatime,inode64 0 0
/dev/loop3 /snap/bare/5 squashfs ro,nodev,relatime,errors=continue,threads=single 0 0
/dev/loop5 /snap/firefox/5751 squashfs ro,nodev,relatime,errors=continue,threads=single 0 0
/dev/loop6 /snap/firmware-updater/167 squashfs ro,nodev,relatime,errors=continue,threads=single 0 0
/dev/loop4 /snap/core22/1748 squashfs ro,nodev,relatime,errors=continue,threads=single 0 0
```

- stat: آمار کلی سیستم مانند زمان CPU، تعداد context switch ها و...

[illegible]

- meminfo: اطلاعات حافظه مانند حافظه کل، آزاد و....

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/meminfo
MemTotal:      3959556 kB
MemFree:       272248 kB
MemAvailable:  2313632 kB
Buffers:       11748 kB
Cached:        2490972 kB
SwapCached:    0 kB
Active:        1406280 kB
Inactive:      1726968 kB
Active(anon):  879052 kB
Inactive(anon): 58124 kB
Active(file):  527228 kB
Inactive(file): 1668844 kB
Unevictable:   0 kB
Mlocked:       0 kB
SwapTotal:     0 kB
SwapFree:      0 kB
Zswap:         0 kB
Zswapped:      0 kB
Dirty:         0 kB
Writeback:     0 kB
AnonPages:     630528 kB
Mapped:        371396 kB
Shmem:         306648 kB
KReclaimable:  99696 kB
Slab:          282380 kB
SReclaimable:  99696 kB
SUnreclaim:   182684 kB
KernelStack:   12928 kB
PageTables:    18312 kB
SecPageTables: 0 kB
```

۳. برای به دست آوردن این اطلاعات از فایل `cpuinfo` باید استفاده کنیم. با استفاده از `ifstream` این فایل را به عنوان ورودی می‌گیریم. سپس بین خط‌های این فایل دنبال `model name`، `Mhz` و `cache size` می‌گردیم و اگر پیدا کردیم آن خط را چاپ می‌کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ nano cpu.c
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat cpu.c
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>

using namespace std;

int main() {
    ifstream cpuinfo("/proc/cpuinfo");
    string str;
    while (getline(cpuinfo, str)) {
        if (str.find("model name") != string::npos ||
            str.find("cpu MHz") != string::npos ||
            str.find("cache size") != string::npos) {
            cout << str << endl;
        }
    }
    cpuinfo.close();
    return 0;
}

ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ g++ cpu.c -o cpuc
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./cpuc
model name      : 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz
cpu MHz        : 2803.212
cache size     : 12288 KB
model name      : 11th Gen Intel(R) Core(TM) i7-1165G7 @ 2.80GHz
cpu MHz        : 2803.212
cache size     : 12288 KB
```


۴. برای به دست آوردن این اطلاعات از فایل meminfo باید استفاده کنیم. این کد هم مانند بخش قبلی است با این تفاوت که دنبال Memtotal، memfree و memAvailable می‌گردیم. همچنین مقادیر total و available را ذخیره می‌کنیم تا برای memUsed از هم کمشان کنیم.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat mem.c
#include <iostream>
#include <fstream>
#include <string>
using namespace std;

int main() {
    ifstream meminfo("/proc/meminfo");
    string str;
    int total, available, used = 0;
    while (getline(meminfo, str)) {
        if (str.find("MemTotal") == 0){
            sscanf(str.c_str(), "MemTotal: %d", &total);
            cout << str << endl;;
        }
        if (str.find("MemFree") == 0){
            cout << str << endl;
        }
        if (str.find("MemAvailable") == 0){
            sscanf(str.c_str(), "MemAvailable: %d", &available);
            cout << "MemUsed: \t" << total - available << " kB" << endl;
        }
    }
    meminfo.close();
    return 0;
}
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ g++ mem.c -o memc
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ ./memc
MemTotal:      3959556 kB
MemFree:       351504 kB
MemUsed:       2163084 kB
```

۵. از فایل‌های مهم در /proc/sys/kernel می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- hostname: نام میزبان سیستم
- pid_max: بیشینه مجاز برای PID
- osrelease: نسخه سیستم عامل
- threads-max: بیشینه تعداد تردهایی که سیستم می‌تواند ایجاد کند
- shmmax: بیشینه اندازه shared memory که یک پردازش می‌تواند اختصاص دهد.

```
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/sys/kernel/hostname
ubuntu
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/sys/kernel/pid_max
4194304
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/sys/kernel/osrelease
6.11.0-17-generic
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/sys/kernel/threads-max
30280
ubuntu@ubuntu:~/Desktop$ cat /proc/sys/kernel/shmmax
18446744073692774399
```

۶. `/proc/self` یک لینک است که به پردازهی جاری اشاره می‌کند. یعنی اگر یک برنامه در حال اجرا باشد با دستور `/proc/self` می‌توان به اطلاعات آن دسترسی پیدا کرد بدون آنکه PID آن را بدانیم.