

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
Университет ИТМО

Кафедра Вычислительной Техники

Дисциплина: Операционные системы

Лабораторная работа №1

Вариант:

A=355;B=0x15ADFE03;C=mmap;D=58;E=116;F=block;G=26;H=random;I=
73;J=sum;K=sem

Выполнил: **Доморацкий
Эридан Алексеевич**

Группа: **P33113**

Преподаватель: **Покид
Александр Владимирович**

Задание

Разработать программу на языке C, которая осуществляет следующие действия

Создает область памяти размером A мегабайт, начинающихся с адреса B (если возможно) при помощи $C=(\text{malloc}, \text{mmap})$ заполненную случайными числами $/dev/urandom$ в D потоков. Используя системные средства мониторинга определите адрес начала в адресном пространстве процесса и характеристики выделенных участков памяти. Замеры виртуальной/физической памяти необходимо снять:

До аллокации

После аллокации

После заполнения участка данными

После деаллокации

Записывает область памяти в файлы одинакового размера E мегабайт с использованием $F=(\text{блочного}, \text{некешируемого})$ обращения к диску. Размер блока ввода-вывода G байт.

Преподаватель выдает в качестве задания последовательность записи/чтения блоков

$N=(\text{последовательный}, \text{заданный} \text{ или } \text{случайный})$

Генерацию данных и запись осуществлять в бесконечном цикле.

В отдельных I потоках осуществлять чтение данных из файлов и подсчитывать агрегированные характеристики данных - $J=(\text{сумму}, \text{среднее значение}, \text{максимальное}, \text{минимальное значение})$.

Чтение и запись данных в/из файла должна быть защищена примитивами синхронизации $K=(\text{futex}, \text{cv}, \text{sem}, \text{flock})$.

По заданию преподавателя изменить приоритеты потоков и описать изменения в характеристиках программы.

Для запуска программы возможно использовать операционную систему Windows 10 или Debian/Ubuntu в виртуальном окружении.

Измерить значения затраченного процессорного времени на выполнение программы и на операции ввода-вывода используя системные утилиты.

Отследить трассу системных вызовов.

Используя `star` построить графики системных характеристик.

Исходный код

<https://github.com/ProgMiner/lab-os>

Анализ

рmap до выделения памяти

```
progminer@progminer1t ~ % rmap 19990 -x
19990:    ./lab1
Address      Kbytes      RSS      Dirty Mode  Mapping
000055e15261d000      4         4         0 r---- lab1
000055e15261e000      8         8         0 r-x-- lab1
000055e152620000      4         4         0 r---- lab1
000055e152621000      4         4         4 r---- lab1
000055e152622000      4         4         4 rw--- lab1
000055e152623000  118784         0         0 rw--- [ anon ]
000055e15a038000     132         4         4 rw--- [ anon ]
00007f503930b000     12         8         8 rw--- [ anon ]
00007f503930e000    136       136         0 r---- libc-2.31.so
00007f5039330000   1300       688         0 r-x-- libc-2.31.so
00007f5039475000    296       124         0 r---- libc-2.31.so
00007f50394bf000     16        16        16 r---- libc-2.31.so
00007f50394c3000      8         8         8 rw--- libc-2.31.so
00007f50394c5000     16        12        12 rw--- [ anon ]
00007f50394c9000     24        24         0 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394cf000     60        60         0 r-x-- libpthread-2.31.so
00007f50394de000     20         0         0 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394e3000      4         4         4 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394e4000      4         4         4 rw--- libpthread-2.31.so
00007f50394e5000     24        12        12 rw--- [ anon ]
00007f5039516000      4         4         0 r---- ld-2.31.so
00007f5039517000    124       124         0 r-x-- ld-2.31.so
00007f5039536000     32        32         0 r---- ld-2.31.so
00007f503953f000      4         4         4 r---- ld-2.31.so
00007f5039540000      4         4         4 rw--- ld-2.31.so
00007f5039541000      4         4         4 rw--- [ anon ]
00007ffc361ac000    136        16        16 rw--- [ stack ]
00007ffc361e1000     12         0         0 r---- [ anon ]
00007ffc361e4000      4         4         0 r-x-- [ anon ]
ffffffffffff600000      4         0         0 --x-- [ anon ]
-----
total kB      121188    1316    104
```

рmap после выделения памяти

```
progminer@progminerlt ~ % pmap 19990 -x
19990:    ./lab1
Address      Kbytes      RSS      Dirty Mode  Mapping
0000000015adf000 363520         0         0 rw--- [ anon ]
000055e15261d000      4         4         0 r---- lab1
000055e15261e000      8         8         0 r-x-- lab1
000055e152620000      4         4         0 r---- lab1
000055e152621000      4         4         4 r---- lab1
000055e152622000      4         4         4 rw--- lab1
000055e152623000 118784         0         0 rw--- [ anon ]
000055e15a038000     132         4         4 rw--- [ anon ]
00007f503930b000     12         8         8 rw--- [ anon ]
00007f503930e000    136    136         0 r---- libc-2.31.so
00007f5039330000   1300    740         0 r-x-- libc-2.31.so
00007f5039475000    296   124         0 r---- libc-2.31.so
00007f50394bf000     16     16        16 r---- libc-2.31.so
00007f50394c3000      8      8         8 rw--- libc-2.31.so
00007f50394c5000     16     12        12 rw--- [ anon ]
00007f50394c9000     24     24         0 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394cf000     60     60         0 r-x-- libpthread-2.31.so
00007f50394de000     20      0         0 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394e3000      4      4         4 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394e4000      4      4         4 rw--- libpthread-2.31.so
00007f50394e5000     24     12        12 rw--- [ anon ]
00007f5039516000      4      4         0 r---- ld-2.31.so
00007f5039517000    124   124         0 r-x-- ld-2.31.so
00007f5039536000     32     32         0 r---- ld-2.31.so
00007f503953f000      4      4         4 r---- ld-2.31.so
00007f5039540000      4      4         4 rw--- ld-2.31.so
00007f5039541000      4      4         4 rw--- [ anon ]
00007ffc361ac000    136     16        16 rw--- [ stack ]
00007ffc361e1000     12      0         0 r---- [ anon ]
00007ffc361e4000      4      4         0 r-x-- [ anon ]
ffffffffffff600000      4      0         0 --x-- [ anon ]
-----
total kB          484708    1368    104
```

рmap после заполнения памяти

```
progminer@progminerlt ~ % pmap 19990 -x
19990:    ./lab1
Address      Kbytes      RSS      Dirty Mode  Mapping
0000000015adf000 363520 363520 363520 rw--- [ anon ]
000055e15261d000      4         4         0 r---- lab1
000055e15261e000      8         8         0 r-x-- lab1
000055e152620000      4         4         0 r---- lab1
000055e152621000      4         4         4 r---- lab1
000055e152622000      4         4         4 rw--- lab1
000055e152623000 118784         0         0 rw--- [ anon ]
000055e15a038000     132        20        20 rw--- [ anon ]
00007f50182d9000      4         0         0 ----- [ anon ]
00007f50182da000     8192         8         8 rw--- [ anon ]
00007f5018ada000      4         0         0 ----- [ anon ]
00007f5018adb000     8192         8         8 rw--- [ anon ]
00007f50192db000      4         0         0 ----- [ anon ]
00007f50192dc000     8192         8         8 rw--- [ anon ]
00007f5019adc000      4         0         0 ----- [ anon ]
00007f5019add000     8192         8         8 rw--- [ anon ]
00007f5034000000     132         8         8 rw--- [ anon ]
00007f5034021000   65404         0         0 ----- [ anon ]
00007f503930b000      12         8         8 rw--- [ anon ]
00007f503930e000     136        136         0 r---- libc-2.31.so
00007f5039330000    1300        824         0 r-x-- libc-2.31.so
00007f5039475000     296        124         0 r---- libc-2.31.so
00007f50394bf000      16         16        16 r---- libc-2.31.so
00007f50394c3000       8         8         8 rw--- libc-2.31.so
00007f50394c5000      16         12        12 rw--- [ anon ]
00007f50394c9000      24         24         0 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394cf000      60         60         0 r-x-- libpthread-2.31.so
00007f50394de000      20         0         0 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394e3000       4         4         4 r---- libpthread-2.31.so
00007f50394e4000       4         4         4 rw--- libpthread-2.31.so
00007f50394e5000      24         12        12 rw--- [ anon ]
00007f5039516000       4         4         0 r---- ld-2.31.so
00007f5039517000     124        124         0 r-x-- ld-2.31.so
00007f5039536000      32         32         0 r---- ld-2.31.so
00007f503953f000       4         4         4 r---- ld-2.31.so
00007f5039540000       4         4         4 rw--- ld-2.31.so
00007f5039541000       4         4         4 rw--- [ anon ]
00007ffc361ac000     136         16        16 rw--- [ stack ]
00007ffc361e1000      12         0         0 r---- [ anon ]
00007ffc361e4000       4         4         0 r-x-- [ anon ]
fffffffffff6000000      4         0         0 --x-- [ anon ]
-----
total kB          583028 365028 363680
```

ртар после освобождения памяти

```

progminer@progminerlt ~ % pmap 20602 -x
20602:    ./lab1
Address          Kbytes      RSS      Dirty  Mode  Mapping
000055d5b62cf000      4          4          0  r---- lab1
000055d5b62d0000      8          8          0  r-x-- lab1
000055d5b62d2000      4          4          0  r---- lab1
000055d5b62d3000      4          4          4  r---- lab1
000055d5b62d4000      4          4          4  rw--- lab1
000055d5b62d5000  118784    118784    118784  rw--- [ anon ]
000055d5bdc67000     132         20         20  rw--- [ anon ]
00007f3ce4fca000      4          0          0  ----- [ anon ]
00007f3ce4fcb000    8192         8          8  rw--- [ anon ]
00007f3ce57cb000      4          0          0  ----- [ anon ]
00007f3ce57cc000    8192         8          8  rw--- [ anon ]
00007f3ce5fcc000      4          0          0  ----- [ anon ]
00007f3ce5fcd000    8192         8          8  rw--- [ anon ]
00007f3ce67cd000      4          0          0  ----- [ anon ]
00007f3ce67ce000    8192         8          8  rw--- [ anon ]
00007f3d00000000     132         8          8  rw--- [ anon ]
00007f3d00021000   65404         0          0  ----- [ anon ]
00007f3d05893000     12          8          8  rw--- [ anon ]
00007f3d05896000     136        136          0  r---- libc-2.31.so
00007f3d058b8000    1300        868          0  r-x-- libc-2.31.so
00007f3d059fd000     296         64          0  r---- libc-2.31.so
00007f3d05a47000     16         16         16  r---- libc-2.31.so
00007f3d05a4b000      8          8          8  rw--- libc-2.31.so
00007f3d05a4d000     16         12         12  rw--- [ anon ]
00007f3d05a51000     24         24          0  r---- libpthread-2.31.so
00007f3d05a57000     60         60          0  r-x-- libpthread-2.31.so
00007f3d05a66000     20          0          0  r---- libpthread-2.31.so
00007f3d05a6b000      4          4          4  r---- libpthread-2.31.so
00007f3d05a6c000      4          4          4  rw--- libpthread-2.31.so
00007f3d05a6d000     24         12         12  rw--- [ anon ]
00007f3d05a9e000      4          4          0  r---- ld-2.31.so
00007f3d05a9f000    124        124          0  r-x-- ld-2.31.so
00007f3d05abe000     32         32          0  r---- ld-2.31.so
00007f3d05ac7000      4          4          4  r---- ld-2.31.so
00007f3d05ac8000      4          4          4  rw--- ld-2.31.so
00007f3d05ac9000      4          4          4  rw--- [ anon ]
00007fffe96d4000    136         16         16  rw--- [ stack ]
00007fffe97dd000     12          0          0  r---- [ anon ]
00007fffe97e0000      4          4          0  r-x-- [ anon ]
fffffffffff6000000      4          0          0  --x-- [ anon ]
-----
total kB          219508    120276    118944

```


Показатели затраченного программой времени

```
top - 01:47:09 up 1 day, 5:41, 5 users, load average: 6,65, 4,44, 3,91
Tasks:  1 total,  0 running,  1 sleeping,  0 stopped,  0 zombie
%Cpu(s): 24,2 us, 36,2 sy,  0,0 ni, 39,6 id,  0,0 wa,  0,0 hi,  0,0 si,  0,0 st
MiB Mem : 7850,8 total,  202,6 free, 6025,5 used, 1622,7 buff/cache
MiB Swap: 4096,0 total, 3547,8 free,  548,2 used.  975,8 avail Mem
```

PID	USER	PR	NI	VIRT	RES	SHR	S	%CPU	%MEM	TIME+	COMMAND
20602	progmin+	20		5678952	155356	1332	S	499,3	1,9	15:12.55	lab1

Показатели ввода-вывода

```
progminer@progminerlt ~ % iostat 1 5
Linux 5.4.72-gentoo (progminerlt)      29.10.2020      _x86_64_      (8 CPU)

avg-cpu:  %user   %nice %system %iowait  %steal   %idle
           23,42    0,04    6,64    0,19    0,00   69,71

Device            tps    kB_read/s    kB_wrtn/s    kB_dscd/s    kB_read    kB_wrtn    kB_dscd
nvme0n1           79,83       217,81       421,18         66,00   23395929   45240954   7089728

avg-cpu:  %user   %nice %system %iowait  %steal   %idle
           11,81    0,00   10,05    1,76    0,00   76,38

Device            tps    kB_read/s    kB_wrtn/s    kB_dscd/s    kB_read    kB_wrtn    kB_dscd
nvme0n1          1719,00       7368,00         0,00         0,00       7368         0         0

avg-cpu:  %user   %nice %system %iowait  %steal   %idle
           12,72    0,00   10,85    1,75    0,00   74,69

Device            tps    kB_read/s    kB_wrtn/s    kB_dscd/s    kB_read    kB_wrtn    kB_dscd
nvme0n1          1604,00       6388,00       112,00       568,00       6388       112       568

avg-cpu:  %user   %nice %system %iowait  %steal   %idle
           12,09    0,00    9,82    1,76    0,00   76,32

Device            tps    kB_read/s    kB_wrtn/s    kB_dscd/s    kB_read    kB_wrtn    kB_dscd
nvme0n1          1718,00       6872,00         0,00         0,00       6872         0         0

avg-cpu:  %user   %nice %system %iowait  %steal   %idle
           12,11    0,00    9,49    1,87    0,00   76,53

Device            tps    kB_read/s    kB_wrtn/s    kB_dscd/s    kB_read    kB_wrtn    kB_dscd
nvme0n1          1696,00       6784,00         0,00         0,00       6784         0         0
```

Трасса системных вызовов

```
progminer@progminer% strace -f /lab1
execve("./lab1", ["/lab1"], 0x7fff3bbf6570 /* 72 vars */) = 0
brk(NULL)                                     = 0x55784cb72000
access("/etc/ld.so.preload", R_OK)           = -1 ENOENT (Нет такого файла или каталога)
openat(AT_FDCWD, "/etc/ld.so.cache", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0644, st_size=173378, ...}) = 0
mmap(NULL, 173378, PROT_READ, MAP_PRIVATE, 3, 0) = 0x7ff2e75d5000
close(3)                                     = 0
openat(AT_FDCWD, "/lib64/libpthread.so.0", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF\2\1\1\0\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0000\1\0\0\0\0\0\0...", 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=150144, ...}) = 0
mmap(NULL, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff2e75d3000
mmap(NULL, 128120, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7ff2e75b3000
mmap(0x7ff2e75b9000, 61440, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x6000) = 0x7ff2e75b9000
mmap(0x7ff2e75c8000, 20480, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x15000) = 0x7ff2e75c8000
mmap(0x7ff2e75cd000, 8192, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x19000) = 0x7ff2e75cd000
mmap(0x7ff2e75cf000, 13432, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff2e75cf000
close(3)                                     = 0
openat(AT_FDCWD, "/lib64/libc.so.6", O_RDONLY|O_CLOEXEC) = 3
read(3, "\177ELF\2\1\1\3\0\0\0\0\0\0\0\0\3\0>\0\1\0\0\0000>\2\0\0\0\0\0...", 832) = 832
fstat(3, {st_mode=S_IFREG|0755, st_size=1798856, ...}) = 0
mmap(NULL, 1811912, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_DENYWRITE, 3, 0) = 0x7ff2e73f8000
mmap(0x7ff2e741a000, 1331200, PROT_READ|PROT_EXEC, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x2000) = 0x7ff2e741a000
mmap(0x7ff2e755f000, 303104, PROT_READ, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x167000) = 0x7ff2e755f000
mmap(0x7ff2e75a9000, 24576, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_DENYWRITE, 3, 0x1b0000) = 0x7ff2e75a9000
mmap(0x7ff2e75af000, 13768, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_FIXED|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff2e75af000
close(3)                                     = 0
mmap(NULL, 12208, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS, -1, 0) = 0x7ff2e73f5000
arch_prctl(ARCH_SET_FS, 0x7ff2e73f5740) = 0
mprotect(0x7ff2e75a9000, 16384, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7ff2e75cd000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x557844e9d000, 4096, PROT_READ) = 0
mprotect(0x7ff2e7629000, 4096, PROT_READ) = 0
munmap(0x7ff2e75d5000, 173378)               = 0
set_tid_address(0x7ff2e73f5a10)             = 25918
set_robust_list(0x7ff2e73f5a20, 24)         = 0
rt_sigaction(SIGRTMIN, {sa_handler=0x7ff2e75b9680, sa_mask=[], sa_flags=SA_RESTORER|SA_SIGINFO, sa_restorer=0x7ff2e75c6020}, NULL, 8) = 0
rt_sigaction(SIGRT_1, {sa_handler=0x7ff2e75b9720, sa_mask=[], sa_flags=SA_RESTORER|SA_RESTART|SA_SIGINFO, sa_restorer=0x7ff2e75c6020}, NULL, 8) = 0
rt_sigprocmask(SIG_UNBLOCK, [RTMIN RT_1], NULL, 8) = 0
prlimit64(0, RLIMIT_STACK, NULL, {rlim_cur=8192*1024, rlim_max=RLIM64_INFINITY}) = 0
fstat(1, {st_mode=S_IFCHR|0600, st_rdev=makedev(0x88, 0x2), ...}) = 0
brk(NULL)                                     = 0x55784cb72000
```

Результат работы программы star

```
progminer@progminerlt lab1 % sudo stap script.stp
cc1: фатальная ошибка: /tmp/stapqrz9Ui/stapconf_e008d5502377230e24b49cd068d0a17f_731.h: Нет такого файла или каталога
компиляция прервана.
cc1: фатальная ошибка: /tmp/stapqrz9Ui/stapconf_e008d5502377230e24b49cd068d0a17f_731.h: Нет такого файла или каталога
компиляция прервана.
make[1]: *** [scripts/Makefile.build:266: /tmp/stapqrz9Ui/stap_ddd53b6bd821b3acb9f45ddb336b0ba3_70258_src.o] Ошибка 1
make[1]: *** Ожидание завершения заданий...
make[1]: *** [scripts/Makefile.build:266: /tmp/stapqrz9Ui/stap_ddd53b6bd821b3acb9f45ddb336b0ba3_70258_aux_0.o] Ошибка 1
make: *** [Makefile:1729: /tmp/stapqrz9Ui] Ошибка 2
WARNING: kbuild exited with status: 2
Pass 4: compilation failed. [man error::pass4]
```

График системных вызовов



Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы были получены навыки работы с системными вызовами, многопоточностью и синхронизацией ядра Linux на языке C.

No standards apply, but pmap looks an awful lot like a SunOS command.

– man pmap