

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Операционные системы

Лабораторная работа № 1

Выполнил студент:

Кленичев Кирилл

Группа № 33122

Преподаватель:

Покид Александр Владимирович

г. Санкт-Петербург

2020

Задание:

Разработать программу на языке C, которая осуществляет следующие действия

- Создает область памяти размером А мегабайт, начинающихся с адреса В (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 Е мегабайт с использованием $F=(\text{блочного, некешируемого})$ обращения к диску. Размер блока ввода-вывода G байт. Преподаватель выдает в качестве задания последовательность записи/чтения блоков $N=(\text{последовательный, заданный или случайный})$
- Генерацию данных и запись осуществлять в бесконечном цикле.
- В отдельных I потоках осуществлять чтение данных из файлов и подсчитывать агрегированные характеристики данных - $J=(\text{сумму, среднее значение, максимальное, минимальное значение})$.
- Чтение и запись данных в/из файла должна быть защищена примитивами синхронизации $K=(\text{futex, cv, sem, flock})$.
- 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.

Вариант:

Выполнение:

Память. Общий замер (free)

До аллокации

	total	used	free	shared	buff/cache	available
Память:	1961184	1427716	132864	22172	400524	322460
Подкачка:	2094076	344512	1749564			

После аллокации

	total	used	free	shared	buff/cache	available
Память:	1961184	1442940	117616	22184	400548	307252
Подкачка:	2094076	344520	1749556			

После заполнения

```
user@user-virtual-machine:~/Downloads$ free
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Память:      1961184      1516504       78808        22180       365792       233664
Подкачка:     2094076       349384      1744692
```

После деаллокации

```
              total        used        free      shared  buff/cache   available
Память:      1961184      1422240      175604        22184       363260       327992
Подкачка:     2094076       349560      1744516
```

Память замер процесса. (rmap -x [pid])

До аллокации

```
6547: ./oslab
Адрес      Кб      RSS    Dirty Mode  Mapping
0000000000400000      8        8      0 r-x-- oslab
0000000000400000      0        0      0 r-x-- oslab
0000000000602000      4        4      4 r--- oslab
0000000000602000      0        0      0 r--- oslab
0000000000603000      4        4      4 rw--- oslab
0000000000603000      0        0      0 rw--- oslab
000000000170e000     132        4      4 rw--- [ anon ]
000000000170e000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e945ef000    1792       952      0 r-x-- libc-2.23.so
00007f0e945ef000      0        0      0 r-x-- libc-2.23.so
00007f0e947af000    2048        0      0 ---- libc-2.23.so
00007f0e947af000      0        0      0 ---- libc-2.23.so
00007f0e949af000      0        0      0 ---- libc-2.23.so
00007f0e949af000     16       16     16 r--- libc-2.23.so
00007f0e949af000      0        0      0 r--- libc-2.23.so
00007f0e949b3000      8        8      8 rw--- libc-2.23.so
00007f0e949b3000      0        0      0 rw--- libc-2.23.so
00007f0e949b5000     16       12     12 rw--- [ anon ]
00007f0e949b5000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e949b9000     96       92      0 r-x-- libpthread-2.23.so
00007f0e949b9000      0        0      0 r-x-- libpthread-2.23.so
00007f0e949d1000    2044        0      0 ---- libpthread-2.23.so
00007f0e949d1000      0        0      0 ---- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd0000      4        4      4 r--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd0000      0        0      0 r--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd1000      4        4      4 rw--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd1000      0        0      0 rw--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd2000     16        4      4 rw--- [ anon ]
00007f0e94bd2000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e94bd6000    152     152      0 r-x-- ld-2.23.so
00007f0e94bd6000      0        0      0 r-x-- ld-2.23.so
00007f0e94de2000     16       16     16 rw--- [ anon ]
00007f0e94de2000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e94dfb000      4        4      4 r--- ld-2.23.so
00007f0e94dfb000      0        0      0 r--- ld-2.23.so
00007f0e94dfc000      4        4      4 rw--- ld-2.23.so
00007f0e94dfc000      0        0      0 rw--- ld-2.23.so
00007f0e94dfd000      4        4      4 rw--- [ anon ]
00007f0e94dfd000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007ffd55bd5000    132        8      8 rw--- [ stack ]
00007ffd55bd5000      0        0      0 rw--- [ stack ]
00007ffd55bf6000      8        0      0 r--- [ anon ]
00007ffd55bf6000      0        0      0 r--- [ anon ]
00007ffd55bf8000      8        4      0 r-x-- [ anon ]
00007ffd55bf8000      0        0      0 r-x-- [ anon ]
fffffffff6000000      4        0      0 r-x-- [ anon ]
fffffffff6000000      0        0      0 r-x-- [ anon ]
-----
всего Кб      6524     1364     96
```

После аллокации

```

6547: ./oslab
Адрес      K6      RSS      Dirty Mode Mapping
0000000000400000      8        8      0 r-x-- oslab
0000000000400000      0        0      0 r-x-- oslab
0000000000602000      4        4      4 r---- oslab
0000000000602000      0        0      0 r---- oslab
0000000000603000      4        4      4 rw--- oslab
0000000000603000      0        0      0 rw--- oslab
000000000170e000    132        4      4 rw--- [ anon ]
000000000170e000      0        0      0 rw--- [ anon ]
000000000f113a000  46080      0      0 rwx-- [ anon ]
000000000f113a000      0        0      0 rwx-- [ anon ]
00007f0e945ef000    1792       952      0 r-x-- libc-2.23.so
00007f0e945ef000      0        0      0 r-x-- libc-2.23.so
00007f0e947af000    2048        0      0 ---- libc-2.23.so
00007f0e947af000      0        0      0 ---- libc-2.23.so
00007f0e949af000      0        0      0 r---- libc-2.23.so
00007f0e949af000      0        0      0 r---- libc-2.23.so
00007f0e949b3000      8         8      8 rw--- libc-2.23.so
00007f0e949b3000      0        0      0 rw--- libc-2.23.so
00007f0e949b5000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e949b5000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e949b9000      0        0      0 r-x-- libpthread-2.23.so
00007f0e949b9000      0        0      0 r-x-- libpthread-2.23.so
00007f0e949d1000    2044        0      0 ---- libpthread-2.23.so
00007f0e949d1000      0        0      0 ---- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd0000      4         4      4 r---- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd0000      0        0      0 r---- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd1000      4         4      4 rw--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd1000      0        0      0 rw--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd2000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e94bd2000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e94bd6000    152       152      0 r-x-- ld-2.23.so
00007f0e94bd6000      0        0      0 r-x-- ld-2.23.so
00007f0e94de2000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e94de2000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007f0e94dfb000      4         4      4 r---- ld-2.23.so
00007f0e94dfb000      0        0      0 r---- ld-2.23.so
00007f0e94dfc000      4         4      4 rw--- ld-2.23.so
00007f0e94dfc000      0        0      0 rw--- ld-2.23.so
00007f0e94dfd000      4         4      4 rw--- [ anon ]
00007f0e94dfd000      0        0      0 rw--- [ anon ]
00007ffd55bd5000    132        8      8 rw--- [ stack ]
00007ffd55bd5000      0        0      0 rw--- [ stack ]
00007ffd55bf6000      8         0      0 r---- [ anon ]
00007ffd55bf6000      0        0      0 r---- [ anon ]
00007ffd55bf8000      8         4      0 r-x-- [ anon ]
00007ffd55bf8000      0        0      0 r-x-- [ anon ]
fffffffff6000000      4         0      0 r-x-- [ anon ]
fffffffff6000000      0        0      0 r-x-- [ anon ]
-----
acero K6      52604     1304      96

```

После заполнения

```
00007f0e4cb21000 54140 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e4cb21000 0 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e50fc2000 4 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e50fc2000 0 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e50fc3000 8192 8 8 rw--- [ anon ]
00007f0e50fc3000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e517c3000 4 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e517c3000 0 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e517c4000 8192 8 8 rw--- [ anon ]
00007f0e517c4000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e51fc4000 4 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e51fc4000 0 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e51fc5000 8192 8 8 rw--- [ anon ]
00007f0e51fc5000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e527c5000 4 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e527c5000 0 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e527c6000 8192 8 8 rw--- [ anon ]
00007f0e527c6000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e70000000 11268 11268 11268 rw--- [ anon ]
00007f0e70000000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e70b01000 54268 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e70b01000 0 0 0 ----- [ anon ]
00007f0e945ef000 1792 1196 0 r-x-- libc-2.23.so
00007f0e945ef000 0 0 0 r-x-- libc-2.23.so
00007f0e947af000 2048 0 0 ----- libc-2.23.so
00007f0e947af000 0 0 0 ----- libc-2.23.so
00007f0e949af000 16 16 16 r---- libc-2.23.so
00007f0e949af000 0 0 0 r---- libc-2.23.so
00007f0e949b3000 8 8 8 rw--- libc-2.23.so
00007f0e949b3000 0 0 0 rw--- libc-2.23.so
00007f0e949b5000 16 12 12 rw--- [ anon ]
00007f0e949b5000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e949b9000 96 92 0 r-x-- libpthread-2.23.so
00007f0e949b9000 0 0 0 r-x-- libpthread-2.23.so
00007f0e949d1000 2044 0 0 ----- libpthread-2.23.so
00007f0e949d1000 0 0 0 ----- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd0000 4 4 4 r---- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd0000 0 0 0 r---- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd1000 4 4 4 rw--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd1000 0 0 0 rw--- libpthread-2.23.so
00007f0e94bd2000 16 4 4 rw--- [ anon ]
00007f0e94bd2000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e94bd6000 152 152 0 r-x-- ld-2.23.so
00007f0e94bd6000 0 0 0 r-x-- ld-2.23.so
00007f0e94de2000 16 16 16 rw--- [ anon ]
00007f0e94de2000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007f0e94dfb000 4 4 4 r---- ld-2.23.so
00007f0e94dfb000 0 0 0 r---- ld-2.23.so
00007f0e94dfc000 4 4 4 rw--- ld-2.23.so
00007f0e94dfc000 0 0 0 rw--- ld-2.23.so
00007f0e94dfd000 4 4 4 rw--- [ anon ]
00007f0e94dfd000 0 0 0 rw--- [ anon ]
00007ffd55bd5000 132 8 8 rw--- stack ]
00007ffd55bd5000 0 0 0 rw--- stack ]
00007ffd55bf6000 8 0 0 r---- anon ]
00007ffd55bf6000 0 0 0 r---- anon ]
00007ffd55bf8000 8 4 0 r-x-- anon ]
00007ffd55bf8000 0 0 0 r-x-- anon ]
fffffffff6000000 4 0 0 r-x-- [ anon ]
fffffffff6000000 0 0 0 r-x-- [ anon ]
-----
acero K6 544140 92256 90804
```


Замер времени (time ./oslab)

```
real    0m39.274s
user    0m5.608s
sys     0m21.040s
```

Замер времени для ввода-вывода (sudo strace -c -fp [pid])

% time	seconds	usecs/call	calls	errors	syscall
65.81	3420.530063	1818464	1881	11	futex
33.62	1747.601364	62	28084927		pread64
0.27	14.224000	2844800	5		read
0.24	12.682925	1	10759299		pwrite64
0.02	0.824000	24970	33		open
0.01	0.748755	5200	144		mprotect
0.01	0.605238	4145	146		mmap
0.01	0.282023	986	286		write
0.00	0.238749	1718	139		clone
0.00	0.053463	385	139		set_robust_list
0.00	0.050783	360	141		madvise
0.00	0.013241	93	143		munmap
0.00	0.000089	3	33		close
100.00	5197.854693		38847316	11	total

Трасса системных вызовов (sudo strace -fp [pid])

```
[pid 4055] pread64(3, <unfinished ...>
[pid 4056] set_robust_list(0x7fdc3ba609e0, 24) = 0
[pid 4056] write(1, "[Generator 106] start\n", 22strace: Process 4057 attached
<unfinished ...>
[pid 4012] pread64(3, <unfinished ...>
[pid 3907] <... mprotect resumed> ) = 0
[pid 3907] clone(child_stack=0x7fdc37a60ff0, flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_SIGHAND|CLONE_THREAD|CLONE_SYSVSEM|CLONE_SETTLS|CLONE_PARENT_SETTID
CLONE_CHILD_CLEARPID, parent_tidptr=0x7fdc37a619d0, tls=0x7fdc37a61700, child_tidptr=0x7fdc37a619d0) = 4064
[pid 3907] mmap(NULL, 8392784, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0 <unfinished ...>
[pid 4056] <... write resumed> ) = 22
[pid 4056] pread64(3, <unfinished ...>
[pid 4057] set_robust_list(0x7fdc3b2689e0, 24 <unfinished ...>
[pid 3907] <... mmap resumed> ) = 0x7fdc36a60000
[pid 3907] mprotect(0x7fdc36a60000, 4096, PROT_NONE <unfinished ...>
[pid 4057] <... set_robust_list resumed> ) = 0
[pid 4057] write(1, "[Generator 107] start\n", 22strace: Process 4058 attached
<unfinished ...>
[pid 4015] pread64(3, <unfinished ...>
[pid 3907] <... mprotect resumed> ) = 0
[pid 3907] clone(child_stack=0x7fdc3725fff0, flags=CLONE_VM|CLONE_FS|CLONE_FILES|CLONE_SIGHAND|CLONE_THREAD|CLONE_SYSVSEM|CLONE_SETTLS|CLONE_PARENT_SETTID
CLONE_CHILD_CLEARPID, parent_tidptr=0x7fdc372609d0, tls=0x7fdc37260700, child_tidptr=0x7fdc372609d0) = 4065
[pid 3907] mmap(NULL, 8392784, PROT_READ|PROT_WRITE, MAP_PRIVATE|MAP_ANONYMOUS|MAP_STACK, -1, 0 <unfinished ...>
[pid 4057] <... write resumed> ) = 22
[pid 4057] pread64(3, <unfinished ...>
[pid 4058] set_robust_list(0x7fdc3aa679e0, 24) = 0
[pid 4058] write(1, "[Generator 108] start\n", 22 <unfinished ...>
[pid 3907] <... mmap resumed> ) = 0x7fdc3625f000
[pid 3907] mprotect(0x7fdc3625f000, 4096, PROT_NONE <unfinished ...>
[pid 4058] <... write resumed> ) = 22
[pid 4058] pread64(3, strace: Process 4062 attached
```

(старт очень скоро будет)

Вывод:

В ходе данной лабораторной работы я изучил средства мониторинга ос и попрактиковался в написании многопоточных программ на си.