Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Операционные системы

Лабораторная работа №1

Вариант A=81;B=0x8230E78E;C=mmap;D=73;E=168;F=nocache;G=76;H=seq;I=137;J=sum;K=futex

Преподаватель: Покид Александр Владимирович

Выполнил: Буланов Кирилл Сергеевич, P33122

Санкт-Петербург
2020

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=(malloc, 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:

1. До аллокации
2. После аллокации
3. После заполнения участка данными
4. После деаллокации

- Записывает область памяти в файлы одинакового размера E мегабайт с использованием F=(блочного, некешируемого) обращения к диску. Размер блока ввода-вывода G байт. Преподаватель выдает в качестве задания последовательность записи/чтения блоков H=(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=(сумму, среднее значение, максимальное, минимальное значение).
- Чтение и запись данных в/из файла должна быть защищена примитивами синхронизации K=(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 stap построить графики системных характеристик.

Код

```
##define _GNU_SOURCE

#include <sys/mman.h>
```

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <pthread.h>
#include <linux/futex.h>
#include <syscall.h>
#include <sys/types.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <math.h>

#define A 81
#define B 0x8230E78E
#define D 73
#define E 168
#define I 137

typedef struct fillMemoryArgs {
    void *startAddress;
    size_t memorySize;
    FILE *urandom;
} fillArgs;

void *fillMemoryFromThread(void *args) {
    fillArgs *inArgs = (fillArgs *) args;
    int c = fread((void *) inArgs->startAddress, 1, inArgs->memorySize,
inArgs->urandom);
    if(c <= 0){
        perror("Память не заполняется");
        _exit(1);
    }
    return 0;
}

void fillMemory(void *startAddress, size_t memorySize) {
    startAddress = mmap(startAddress, memorySize, PROT_READ | PROT_WRITE,
MAP_PRIVATE | MAP_ANON, -1, 0);
    if(startAddress == MAP_FAILED){
        perror("Не мапится");
        _exit(1);
    }
    FILE *urandom = fopen("/dev/urandom", "r");
    pthread_t threads[D];
    fillArgs args = {startAddress, memorySize, urandom};
    for(int i = 0; i < D; ++i)
        pthread_create(&threads[i], NULL, fillMemoryFromThread, (void *)
&args);
    for(int i = 0; i < D; ++i)
        pthread_join(threads[i], NULL);
    fclose(urandom);
    munmap(startAddress, memorySize);
}

_Noreturn void *writeThread(void *fut) {
    int out = open("output", O_CREAT | O_WRONLY | O_TRUNC | O_DIRECT, 0700);
    if(out == -1){
        perror("Файл не открыть");
        _exit(1);
    }
    while (1) {
        FILE *urandom = fopen("/dev/urandom", "r");
        int isURandomEmpty = 0;
        while (!isURandomEmpty) {
            syscall(SYS_futex , (int *) fut, FUTEX_WAIT, 1, NULL, NULL, 0);
            *((int *) fut) = 1;
```

```
            int val;
            if (fread(&val, sizeof(int) - 1, 1, urandom) < 0) {
                isURandomEmpty = 1;
                printf("Рандом пуст");
            } else {
                size_t inputSize = floor(log10(abs(val)) + 2);
                char str[inputSize];
                sprintf(str, "%d ", abs(val));
                int c = write(out, str, inputSize);
                if(c <= 0){
                    perror("Нельзя записать в файл");
                    _exit(1);
                }
            }
            *((int *) fut) = 0;
            syscall(SYS_futex , (int *) fut, FUTEX_WAKE, 1, NULL, NULL, 0);
        }
        fclose(urandom);
    }
    close(out);
}

_Noreturn void *statisticsThread(void *fut) {
    while(1) {
        FILE *f = fopen("output", "r");
        if(f == NULL){
            continue;
        }
        syscall(SYS_futex , (int *) fut, FUTEX_WAIT, 1, NULL, NULL, 0);
        *((int *) fut) = 1;
        int num;
        long long sum = 0;
        while (fscanf(f, "%d ", &num) > 0)
            sum += (long long) num;
        printf("Сумма: %lld\n", sum);
        *((int *) fut) = 0;
        syscall(SYS_futex , (int *) fut, FUTEX_WAKE, 1, NULL, NULL, 0);
        fclose(f);
    }
}

void fillFile(long long fileSize) {
    int futTemp = 1;
    int *fut = &futTemp;
    pthread_t wThread;
    pthread_create(&wThread, NULL, writeThread, (void *) fut);
    *fut = 0;
    pthread_t statThreads[I];
    for (int i = 0; i < I; ++i)
        pthread_create(&statThreads[i],   NULL,   statisticsThread,   (void   *)
fut);

    pthread_join(wThread, NULL);

    for (int i = 0; i < I; i++)
        pthread_join(statThreads[i], NULL);
}

int main() {
    fillMemory((void *) B, A * 1024 * 1024);
    fillFile(E * 1024 * 1024);
    return 0;
}
```

Ход выполнения

Замеры производились на Ubuntu 18.04. Для данных о заполнении памяти и потребления CPU использовалась утилита top, запущенная во время работы программы.

Заполнение памяти:

До аллокации — VIRT: 10264, RES: 1216

После аллокации — VIRT: 93208, RES: 1220

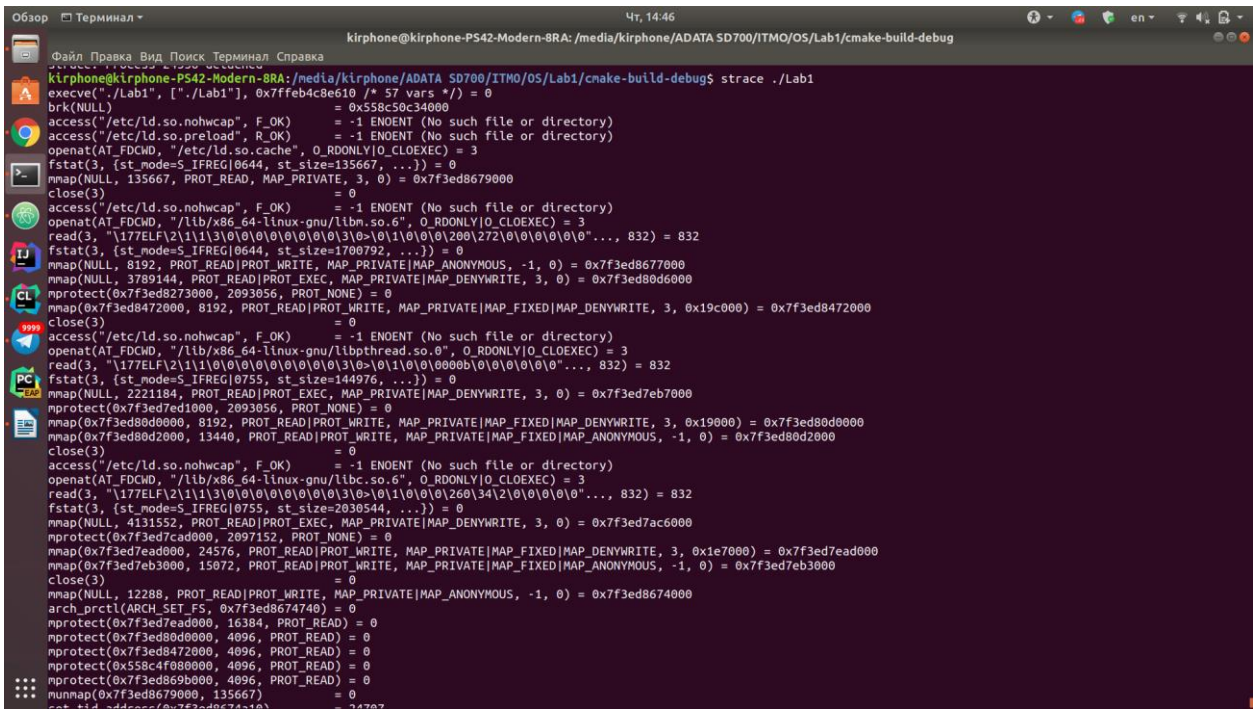
После заполнения участка данными — VIRT: 167072, RES: 84288

После деаллокации — VIRT: 167072, RES: 84288
Процент загрузки процессора – 755%

Для теста скорости записи и чтения использовалась утилита iostat.

51 КБ/с чтение;
204 КБ/с запись

Для отслеживания системных вызовов используем strace. Запускаем её командой strace ./Lab1.



Stap скрипт

```
global countOfRead, countOfWrite
global uticks, kticks, ticks

probe begin{
   printf("START\n")
}

probe vfs.read{
   if(target() == pid()){
      countOfRead++;
   }
}

probe vfs.write{
   if(target() == pid()){
      countOfWrite++;
   }
}

probe perf.sw.cpu_clock!, timer.profile{
  if(target() == pid()){
   if (user_mode())
      uticks <<< 1
   else
      kticks <<< 1
  }
  ticks <<< 1
}

probe end{
  printf("Количество вызовов чтения файла: %d\n", countOfRead)
  printf("Количество вызовов записи в файл: %d\n", countOfWrite)
  allticks = @count(ticks)
  printf ("%7s %7s (из %d тактов)\n",
        "пользовательские", "в режиме ядра", allticks)

  uscaled = @count(uticks)*10000/allticks
  kscaled = @count(kticks)*10000/allticks
```

```
  printf ("%3d.%02d%% %3d.%02d%%\n",
     uscaled/100, uscaled%100, kscaled/100, kscaled%100)
  printf("\n")

  delete uticks
  delete kticks
  delete ticks
  delete countOfRead
  delete countOfWrite
}
```

Результат работы:

Количество вызовов чтения файла: 850074

Количество вызовов записи в файл: 134290

пользовательские в режиме ядра (из 1385620 тактов)

2.54% 12.31%

Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я изучил основы многопоточного программирования на C, узнал способы работы с одной памятью в разных потоках, а также узнал, как собирать статистику по работе программы. Довольно интересно было узнать отличие практик многопоточной работы на C от других языков, особенно, языков более высокого уровня.