Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)

Факультет информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №3 по курсу
«Операционные системы»

Процессы и потоки.

Взаимодействие между потоками.

Студент: Недосекин Александр Александрович
Группа: М8О–209Б–22
Вариант: 16
Преподаватель: Гапонов Н.А.
Оценка: _____
Дата: _____
Подпись: _____

Москва, 2023.

Постановка задачи

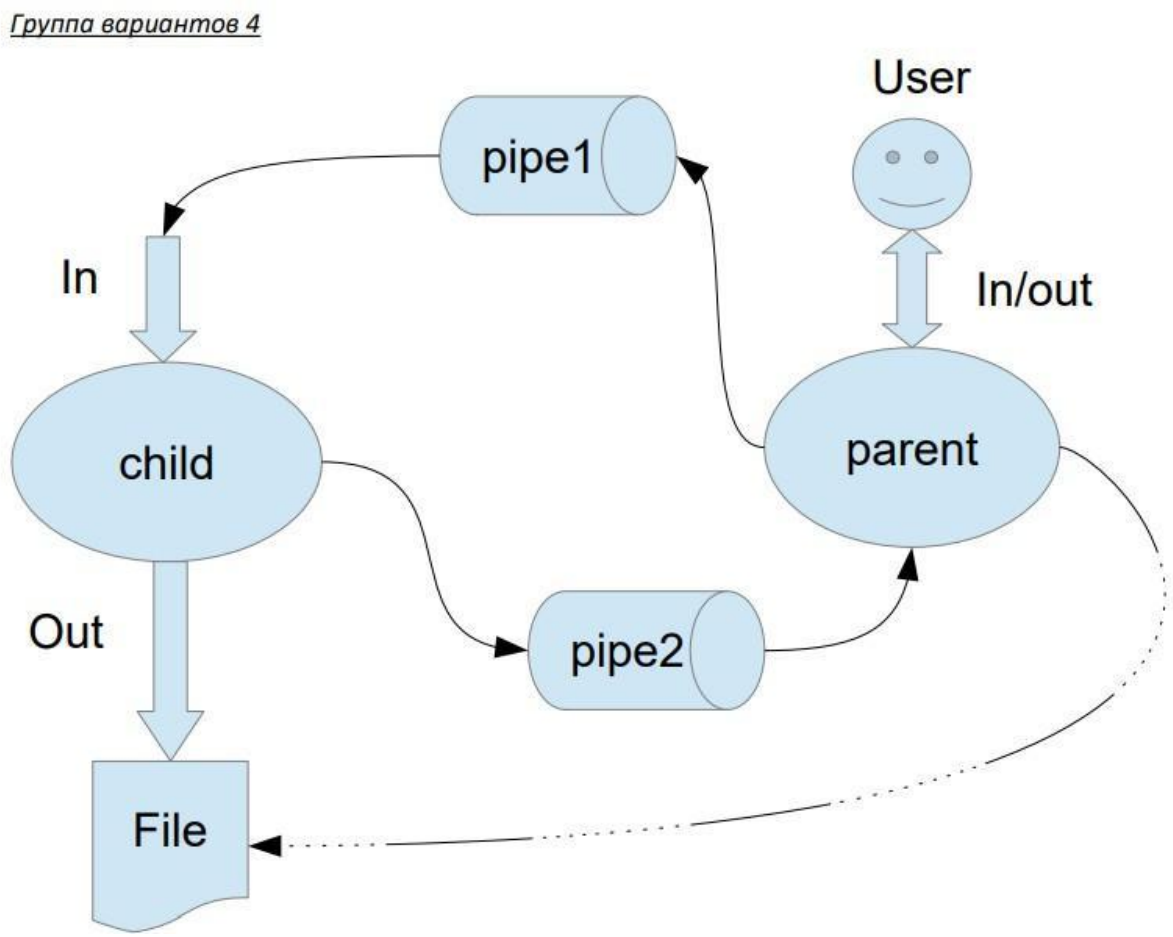
Цель работы

Целью является приобретение практических навыков в:

- Освоение принципов работы с файловыми системами
- Обеспечение обмена данных между процессами посредством технологии «File mapping»

Задание

Составить и отладить программу на языке Си, осуществляющую работу с процессами и взаимодействие между ними в одной из двух операционных систем. В результате работы программа (основной процесс) должен создать для решение задачи один или несколько дочерних процессов. Взаимодействие между процессами осуществляется через системные сигналы/события и/или через отображаемые файлы (memory-mapped files). Необходимо обрабатывать системные ошибки, которые могут возникнуть в результате работы.



Родительский процесс создает дочерний процесс. Первой строкой пользователь в консоль родительского процесса вводит имя файла, которое будет использовано для открытия File с таким именем на запись.

Перенаправление стандартных потоков ввода-вывода показано на картинке выше. Родительский и дочерний процесс должны быть представлены разными программами. Родительский процесс принимает от пользователя строки произвольной длины и пересылает их в pipe1. Процесс child проверяет строки на валидность правилу. Если строка соответствует правилу, то она выводится в стандартный поток вывода дочернего процесса, иначе в pipe2 выводится информация об ошибке. Родительский процесс полученные от child ошибки выводит в стандартный поток вывода.

13) Преобразовать верхний регистр в нижний, на месте пробелов поставить _.

Общие сведения о программе

Программа компилируется из файла main.c. Также используется заголовочные файлы: iostream, stdio.h, fcntl.h, unistd.h, sys/wait.h. sys/mman.h, sys/stat.h, string.h, string.

В программе используются следующие системные вызовы:

1. **mmap** – создает новое сопоставление в виртуальном адресном пространстве вызывающий процесс. Начальный адрес нового сопоставления: указан в addr. Аргументы функции: **void* addr** — желаемый адрес начала участка отображенной памяти, передаём 0 — тогда ядро само выберет этот адрес. **size_t len** – количество байт, которое нужно отобразить в память, **int prot** — число, определяющее степень защищённости отображенного участка памяти(только чтение, только запись, исполнение, область недоступна). Обычные значения — PROT_READ, PROT_WRITE(можно кобминировать через ИЛИ), **int flag —** описывает атрибуты области. Обычное значение — MAP_SHARED, **int filedes –** дескриптор файла, который нужно отобразить, **off_t off –** смещение тображенного участка от начала файла
2. **munmap** – функция должна удалить любые сопоставления для всех страниц, содержащих любую часть адресного пространства процесса, начиная с addr и продолжая len байт. Аргументы функции: **void* addr** – указатель на виртуальное адресное пространство, **size_t len** - его размер в байтах.

3. **mremap** – функция переназначает адрес виртуальной памяти. Аргументы функции: **void* old_adress –** указатель на старое виртуальное адресное пространство, **size_t old_size** - старый размер блока виртуальной памяти, **size_t new_size –** требуемый размер блока виртуальной памяти, **unsigned long flags –** параметр, контролирующий работу с памятью (MREMAP_MAYMOVE, MREMAP_FIXED, MREMAP_DONTUNMAP).

Общий метод и алгоритм решения.

Для реализации поставленной задачи необходимо:

1. Изучить принципы работы mmap, malloc.
2. Переписать вариант первой лабараторной, работующей на pipe, используя mmap (munmap, mremap).
3. Реализовать простой интерфейс ввода и вывода результата.
4. Путем двух процессов работать со строками, сообщая между собой информацию.
5. В созданный по ходу работы с программой файл, записать строки, прошедшие на валидность.

Основные файлы программы

main.cpp

```
#include <iostream>

#include <cstdlib>

#include <unistd.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <sys/mman.h>

#include <fcntl.h>

#include <string>

#include <cstring>



using namespace std;



int main() {

   string line;

   getline(cin, line);
```

```
   const char *filepath = "./data.bin";
   int fd = open(filepath, O_RDWR | O_CREAT | O_TRUNC); // доступен для записи и чтения, создастся если что и содержимое будет удалено

   if (fd == -1) {
       perror("Error opening file for writing");
       exit(EXIT_FAILURE);
   }

   size_t line_size = line.size() * sizeof(char);

   ftruncate(fd, line_size);

   char *map = (char *) mmap(nullptr, line_size + 1, PROT_READ | PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, 0);
   if (map == MAP_FAILED) {
       close(fd);
       perror("Error mmapping the file");
       exit(EXIT_FAILURE);
   }

   for (size_t i = 0; i < line_size; i++) {
       map[i] = line[i];
   }
```

```
if (msync(map, line_size, MS_SYNC) == -1) {
    perror("Could not sync the file to disk");
}

pid_t pid1 = fork();
if (pid1 == -1) {
    cerr << "Fork error" << endl;
    return 1;
}

if (pid1 == 0) {
    if (execl("./first_child", "./first_child") == -1) {
        cerr << "Execl error" << strerror(errno) << endl;
        return 1;
    }
}

pid_t pid2 = fork();
if (pid2 == -1) {
    cerr << "Fork error" << endl;
    return 1;
}

if (pid2 == 0) {
    if (execl("./second_child", "./second_child") == -1) {
```

```
            cerr << "Execl error" << strerror(errno) << endl;
            return 1;
        }
    }

    wait(nullptr);

    if (pid1 > 0 and pid2 > 0) {
        write(STDOUT_FILENO, map, line_size);

        if (munmap(map, line_size + 1) == -1) {
            close(fd);
            perror("Error un-mmapping the file");
            exit(EXIT_FAILURE);
        }

        close(fd);
    }

    return 0;
}
```

first_child.cpp

```
#include <iostream>
#include <cstdlib>
#include <unistd.h>
#include <sys/types.h>
```

```cpp
#include <sys/wait.h>

#include <sys/mman.h>

#include <fcntl.h>

#include <string>

#include <cstring>

#include <sys/stat.h>



using namespace std;



int main(int argc, const char *argv[]) {



   const char *filepath = "./data.bin";

   int fd = open(filepath, O_RDWR | O_APPEND, 0666);



   if (fd == -1) {

       perror("Error opening file for writing");

       exit(EXIT_FAILURE);

   }



   struct stat fileInfo = {0};



   if (fstat(fd, &fileInfo) == -1) {

       perror("Error getting the file size");

       exit(EXIT_FAILURE);

   }
```

```
    ftruncate(fd, fileInfo.st_size);


    char *map = (char *) mmap(nullptr, fileInfo.st_size + 1, PROT_READ |
PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, 0);
    if (map == MAP_FAILED) {
        close(fd);
        perror("Error mmapping the file");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }



    char *c = map;
    for (size_t i = 0; i < fileInfo.st_size; ++i) {
        *c = tolower(*c);
        ++c;
    }


    if (msync(map, fileInfo.st_size + 1, MS_SYNC) == -1) {
        perror("Could not sync the file to disk");
    }


    if (munmap(map, fileInfo.st_size + 1) == -1) {
        close(fd);
        perror("Error un-mmapping the file");
        exit(EXIT_FAILURE);
```

```
    }


    close(fd);


    return 0;
}
```

second_child.cpp

```


#include <iostream>

#include <cstdlib>

#include <unistd.h>

#include <sys/types.h>

#include <sys/wait.h>

#include <sys/mman.h>

#include <fcntl.h>

#include <string>

#include <cstring>

#include <sys/stat.h>


using namespace std;


int main(int argc, const char *argv[]) {


    const char *filepath = "./data.bin";

    int fd = open(filepath, O_RDWR | O_APPEND, 0666);
```

```
    if (fd == -1) {
        perror("Error opening file for writing");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    struct stat fileInfo = {0};

    if (fstat(fd, &fileInfo) == -1) {
        perror("Error getting the file size");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    ftruncate(fd, fileInfo.st_size);

    char *map = (char *) mmap(nullptr, fileInfo.st_size + 1, PROT_READ |
PROT_WRITE, MAP_SHARED, fd, 0);
    if (map == MAP_FAILED) {
        close(fd);
        perror("Error mmapping the file");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    char *c = map;
    for (size_t i = 0; i < fileInfo.st_size; ++i) {
```

```
        if (*c == ' ') {
            *c = '_';
        }
        ++c;
    }

    if (msync(map, fileInfo.st_size + 1, MS_SYNC) == -1) {
        perror("Could not sync the file to disk");
    }

    if (munmap(map, fileInfo.st_size + 1) == -1) {
        close(fd);
        perror("Error un-mmapping the file");
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    close(fd);

    return 0;
}
```

Вывод

Изучив принцип работы виртуальной памяти на низком уровне работы, я смог разобраться в ее работе и удобстве. Переписав первую лабораторную работу с технологии pipe на технологию mmap, я понял, что можно работать с передачей данных по-разному. Технология mmap очень удобна в работе, хоть и не так проста на первый взгляд. Важный аспект при работе с ней, грамотное выделение памяти с правами доступа и ее удаление, дабы избежать утечек и ошибок. В будущем мне может пригодиться умение работать с mmap, так как это очень актуальная технология на низкоуровневых разработках.