Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 “Компьютерные науки и прикладная математика”

Кафедра №806 “Вычислительная математика и программирование”

Лабораторная работа №1 по курсу

«Операционные системы»

Группа: М8О-210БВ-24

Студент: Белков А.Д.

Преподаватель: Бахарев В.Д.

Оценка: _____

Дата: 02.10.25

Москва, 2025

Постановка задачи

Вариант 11.

Родительский процесс создаёт два дочерних процесса. Перенаправление стандартных потоков ввода-вывода показано на картинке выше. Child1 и Child2 можно ”соединить” между собой дополнительным каналом. Родительский и дочерний процесс должны быть представлены разными программами. Родительский процесс принимает от пользователя строки произвольной длины и пересылает их в pipe1. Процесс child1 и child2 производят работу над строками. Child2 пересылает результат своей работы родительскому процессу. Родительский процесс полученный результат выводит в стандартный поток вывода.

Child 1 переводит строки в верхний регистр. Child2 превращает все пробельные символы в символ ”_”.

Общий метод и алгоритм решения

Использованные системные вызовы:

- pid_t fork(void); – создает дочерний процесс.
- int pipe(int *fd); – создаёт канал (pipe), позволяющий процессам обмениваться данными через файловые дескрипторы. Возвращает -1, если возникла ошибка при создании. Заполняет массив fd.
  fd[0] – файловый дескриптор, использующийся для чтения.
  fd[1] – файловый дескриптор, использующийся для записи.
- ssize_t readlink(const char *path, char* buf, size_t bufsize); – считывает содержание символической ссылки и записывает в buf.
- int write(int fd, void *buf, size_t count); – записывает данные из буфера по файловому дескриптору в файл или канал, возвращает количество реально записанных байт.
- int read(int fd, void *buf, size_t count); – считывает данные из файла или канала по файловому дескриптору.
- int close(int fd); – закрывает файловый дескриптор.
- int dup2(int oldfd, int newfd); – перенаправляет файловый дескриптор, позволяя процессу использовать канал (pipe) вместо стандартного ввода/вывода.
- int execv(const char *path, char *const argv[]); – выполняет замену текущего процесса новым, загружая и исполняя указанную программу. Существующая программа, запущенная в процессе удаляется, а в текущий процесс загружаются новые стек, данные и куча.
- pid_t waitpid(pid_t pid, int *wstatus, int options); – ожидает завершения конкретного дочернего процесса.

Я реализовал межпроцессное взаимодействие с помощью системных вызовов. Есть родительский процесс, который порождает два дочерних процесса. Первый преобразует все символы в передаваемой строке в верхний регистр, второй заменяет пробельные символы на символ ”_”. Взаимодействие между порождёнными процессами (fork) происходит посредством канала, созданного функцией pipe.

Описание работы программы:
1. Родительский процесс создаёт три канала:

- pipe1: отвечает за передачу данных от родителя к первому дочернему процессу.
- pipe_child: отвечает за передачу данных от первого дочернего процесса ко второму.
- pipe2: отвечает за передачу данных от второго дочернего процесса обратно к родителю.

2. Родитель порождает два дочерних процесса с помощью функции fork():

- Child1 перенаправляет стандартный ввод на pipe1, а вывод - на pipe_child. После чего с помощью функции execv() загружает программу child с параметром 1.
- Child2 перенаправляет ввод на pipe_child, а вывод - на pipe2. После чего с помощью функции execv() загружает программу child, но уже с параметром 2.

3. child.c:

- Если параметр равен 1, то процесс преобразует все символы во входном потоке в верхний регистр.
- Если параметр равен 2, то процесс заменяет все пробельные символы (’ ’ и ’\t’) на символ подчёркивания ’_’.

4. Пользователь взаимодействует только с родительским процессом:

- Ввод данных с клавиатуры.
- Родитель перенаправляет введённый текст по цепочке: родитель -> child1 -> child2 -> родитель.
- На выходе на экран выводится уже преобразованный текст

5. После завершения работы все файловые дескрипторы закрываются, а родительский процесс дожидается завершения дочерних процессов с помощью функции waitpid().

Код программы

client.c

```c
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <unistd.h>

#include <stdint.h>

#include <ctype.h>

#include <sys/wait.h>



static char CHILD_PROGRAM_NAME[] = "child";


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

```
char prograth[1024];
{
    ssize_t len = readlink("/proc/self/exe", prograth, sizeof(prograth) -1);
    if (len == -1){
        const char msg[] = "error: failed to read full program path\n";
        write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
        exit(EXIT_FAILURE);
    }
    while (prograth[len] != '/')
        --len;
    prograth[len] = '\0';
}

// создание каналов
int pipe1[2]; // parent -> child1
int pipe2[2]; // child2 -> parent



// обработали ошибку создания pipe
if (pipe(pipe1) == -1 || pipe(pipe2) == -1){
    const char msg[] = "error: failed to create pipe\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
}

// создание child1

int pipe_child[2]; // pipe child1 -> child2
if (pipe(pipe_child) == -1){
    const char msg[] = "error: failed to create internal pipe\n";
```

```
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
}

pid_t child1 = fork();

if (child1 == -1){
    const char msg[] = "error: failed to spawn child1\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
}
else if (child1 == 0){
    // перенаправляем stdin child1 на pipe1
    dup2(pipe1[0], STDIN_FILENO);
    dup2(pipe_child[1], STDOUT_FILENO);

    // закрываем лишние концы
    close(pipe1[0]);
    close(pipe1[1]);
    close(pipe2[0]);
    close(pipe2[1]);
    close(pipe_child[0]);
    close(pipe_child[1]);

    char path[1024];
    snprintf(path, sizeof(path), "%s/%s", prograth, CHILD_PROGRAM_NAME);
    char *const args[] = {CHILD_PROGRAM_NAME, "1", NULL};
    execv(path, args);
    const char msg[] = "error: failed to exec child\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
```

```
    exit(EXIT_FAILURE);
}

// создание child2
pid_t child2 = fork();

if (child2 == -1){
    const char msg[] = "error: failed to spawn child1\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
    exit(EXIT_FAILURE);
}
else if (child2 == 0){
    // перенастраиваем ввод/вывод для второго ребёнка
    dup2(pipe_child[0], STDIN_FILENO);
    dup2(pipe2[1], STDOUT_FILENO);

    close(pipe1[0]);
    close(pipe1[1]);
    close(pipe2[0]);
    close(pipe2[1]);
    close(pipe_child[0]);
    close(pipe_child[1]);


    char path[1024];
    snprintf(path, sizeof(path), "%s/%s", prograth, CHILD_PROGRAM_NAME);
    char *const args[] = {CHILD_PROGRAM_NAME, "2", NULL};
    execv(path, args);
    const char msg[] = "error: failed to exec child2\n";
    write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));
```

```
        exit(EXIT_FAILURE);
    }

    // parent
    close(pipe1[0]); // читающий конец
    close(pipe2[1]); // записывающий конец
    close(pipe_child[0]);
    close(pipe_child[1]); // pipe для детей


    char buf[4096];
    ssize_t sz;

    while ((sz = read(STDIN_FILENO, buf, sizeof(buf))) > 0) {
        write(pipe1[1], buf, sz);

        sz = read(pipe2[0], buf, sizeof(buf));
        write(STDOUT_FILENO, buf, sz);
    }

    // закрываем pipe'ы
    close(pipe1[1]);
    close(pipe2[0]);

    // ждём пока дети закончат свою работу
    waitpid(child1, NULL, 0);
    waitpid(child2, NULL, 0);

    return 0;
}
```

child.c

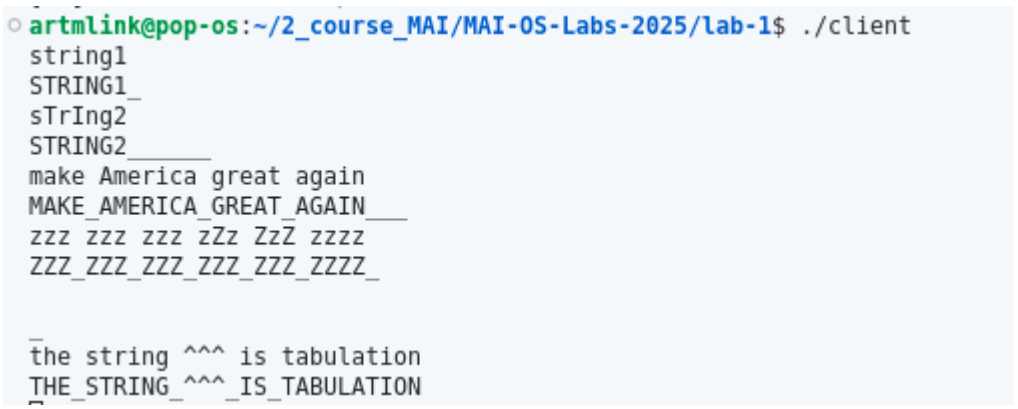
```
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <unistd.h>

#include <stdint.h>

#include <ctype.h>


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

   if (argc < 2){

       const char msg[] = "error: not enough arguments, specify child id(1 or 2)\n";

       write(STDERR_FILENO, msg, sizeof(msg));

       exit(EXIT_FAILURE);

   }

   // argv[1][0] ([0] - "./child" ; [1] - 1 or 2)

   int child_number = argv[1][0] - '0'; // получаем 1-ый или 2-ой дочерний процесс

   char buf[4096];

   ssize_t sz;


   while ((sz = read(STDIN_FILENO, buf, sizeof(buf))) > 0){

       if (child_number == 1){

           // перевод в верхний регистр

           for (ssize_t i = 0; i < sz; ++i){

               buf[i] = toupper(buf[i]);

           }

           write(STDOUT_FILENO, buf, sz);

       }
```

```
        else {
            // замена пробельных символов на '_'
            for (ssize_t i = 0; i < sz; ++i){
                if (buf[i] == ' ' || buf[i] == '\t')
                    buf[i] = '_';
            }

            write(STDOUT_FILENO, buf, sz);
        }
    }
    return 0;

}
```

Протокол работы программы

Тестирование:

```
artmlink@pop-os:~/2_course_MAI/MAI-OS-Labs-2025/lab-1$ ./client
string1
STRING1_
sTrIng2
STRING2______
make America great again
MAKE_AMERICA_GREAT_AGAIN___
zzz zzz zzz zZz ZzZ zzzz
ZZZ_ZZZ_ZZZ_ZZZ_ZZZ_ZZZZ_


_
the string ^^^ is tabulation
THE_STRING_^^^_IS_TABULATION
```



Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы было изучено взаимодействие процессов через каналы (pipe) и механизмы их работы при создании дочерних процессов с помощью fork(). В процессе выполнения возникали трудности с правильным расположением вызова pipe(), а также с пониманием того, как правильно закрывать неиспользуемые дескрипторы. В дальнейшем хотелось бы пожелать, чтобы при выдаче лабораторных работ также прилагались ссылки на дополнительные материалы (статьи, видео и т.п.), которые облегчат изучение материала и дадут исчерпывающие примеры использования необходимых для реализации лабораторных работ функций.