**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра Вычислительной техники**

отчет

**по лабораторной работе № 4.2**

**по дисциплине «Операционные системы»**

Тема: **«Межпроцессорное взаимодействие»**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студент гр. 3311 | Баймухамедов Р. Р. |  |
| Преподаватель | Тимофеев А. В. |  |

Санкт-Петербург

2025

**Цель работы**

Исследовать инструменты и механизмы взаимодействия процессов в Windows

**Задание**

Использование именнованных каналов для реализации сетевого межпроцессорного взаимодействия

**Постановка задачи**

1. Создайте два консольных приложения с меню (каждая выполняемая функция и/или операция должна быть доступна по отедльному пункту меню), которые выполняют:

* Приложение-сервер создает именованный канал (функция Win32 API – CreateNamedPipe), выполняет установление и отключение соединения (функции Win32 API – ConnectNamedPipe, DisconnectNamedPipe), создает обьект “событие” (функция Win32 API – CreateEvent) осуществляет ввод данных с клавиатуры и их асинхронную запись в именованный канал (функция Win 32 API – WriteFile), выполняет ожидание завершения операции ввода/вывода (функция Win32 API – WaitForSingleObject)
* Приложение-клиент подключается к именованному каналу (функция Win32 API – CreateFile), в асинхронном режиме считывает содержимое из именованного канала файла (функция Win32 API – ReadFileEx) и отображает на экран

1. Запустите приложения и проверьте обмен данных между процессами. Запротоклируйте результаты в отчет. Дайте свои комментарии в отчете относительно выполнения функций Win32 API.
2. Подготовьте итоговый отчет с развернутыми выводами по заданию.

**Выполнение задания**

В данной лабораторной работе реализован механизм межпроцессного взаимодействия (IPC) на основе именованных каналов (Named Pipes) в операционной системе Windows. Этот механизм обеспечивает передачу данных между двумя независимыми приложениями: сервером и клиентом.

Обмен информацией осуществляется по следующей схеме:

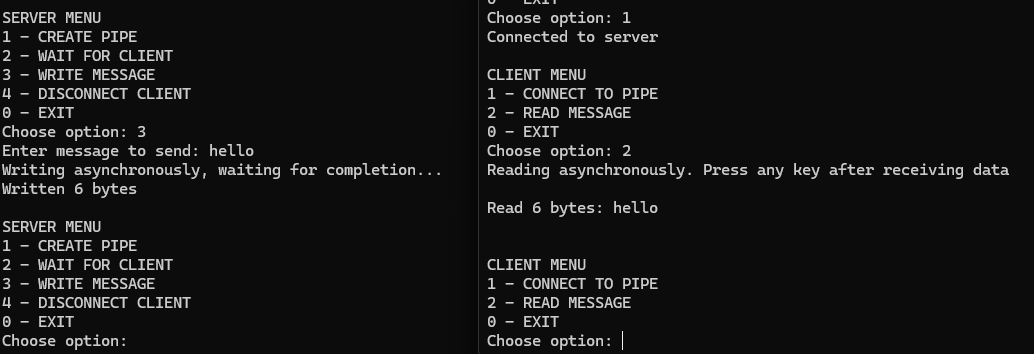
1. **На стороне сервера**:
   * создаётся именованный канал через CreateNamedPipe,
   * выполняется ожидание подключения клиента с помощью ConnectNamedPipe,
   * ввод с клавиатуры осуществляется через fgets,
   * запись в канал выполняется асинхронно с использованием WriteFile и структуры OVERLAPPED,
   * завершение операции записи контролируется через WaitForSingleObject.
2. **На стороне клиента**:
   * подключение к каналу выполняется через CreateFile,
   * чтение из канала производится асинхронно с помощью ReadFileEx,
   * при завершении чтения вызывается callback-функция (ReadCompleted), указанная при вызове ReadFileEx,
   * ожидание завершения операции реализовано через SleepEx с alertable-состоянием потока.

Для уведомления о завершении операций используется событийный механизм (CreateEvent) и структура OVERLAPPED. Это позволяет выполнять ввод-вывод в фоновом режиме без блокировки основного потока.

Все взаимодействие организовано средствами WinAPI, без использования дополнительных потоков или ручной синхронизации (мьютексов, семафоров). Такой подход обеспечивает простую и надёжную архитектуру, в которой каждая операция контролируется через встроенные механизмы операционной системы.

Именованный канал выступает в роли объекта ядра, доступного по имени и работающего как буферизированный двусторонний канал. Благодаря использованию асинхронного режима и callback-функций достигается высокая отзывчивость приложений при минимальной сложности реализации.

**Пример работоспособности программы**



**Заключение**

В рамках данного задания был реализован альтернативный механизм межпроцессного взаимодействия — через именованные каналы (Named Pipes). По сравнению с разделяемой памятью, данный подход отличается более простой реализацией: не требуется ручное управление состояниями и синхронизацией доступа. Вся координация осуществляется средствами операционной системы. Для получения данных достаточно реализовать callback-функцию, которая будет вызываться автоматически при завершении асинхронной операции чтения.

**Код программы**

**server.c**

#define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS

#include <windows.h>

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <string.h>

#define PIPE\_NAME "\\\\.\\pipe\\PipeOS"

#define BUFFER\_SIZE 4096

static HANDLE hPipe = INVALID\_HANDLE\_VALUE;

static HANDLE hConnectEvent = NULL;

static OVERLAPPED ovWrite = {0};

int enter\_integer(const char \*message, int a, int b) {

    int number;

    char input[64];

    while (1) {

        printf("%s", message);

        if (!fgets(input, sizeof(input), stdin)) {

            printf("Input interrupted. Exiting...\n");

            exit(1);

        }

        if (sscanf(input, "%d", &number) == 1 && number >= a && number <= b) {

            return number;

        } else {

            printf("Invalid input. Enter a number in range [%d, %d]\n", a, b);

        }

    }

}

void create\_pipe() {

    if (hPipe != INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("Pipe already created\n");

        return;

    }

    hPipe = CreateNamedPipeA(

        PIPE\_NAME,

        PIPE\_ACCESS\_OUTBOUND | FILE\_FLAG\_OVERLAPPED,

        PIPE\_TYPE\_MESSAGE | PIPE\_READMODE\_MESSAGE | PIPE\_WAIT,

        1,

        BUFFER\_SIZE,

        BUFFER\_SIZE,

        0,

        NULL);

    if (hPipe == INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("CreateNamedPipe error: %lu\n", GetLastError());

    } else {

        printf("Pipe created\n");

    }

}

void wait\_for\_client() {

    if (hPipe == INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("Pipe not created\n");

        return;

    }

    hConnectEvent = CreateEvent(NULL, TRUE, FALSE, NULL);

    OVERLAPPED ov = {0};

    ov.hEvent = hConnectEvent;

    if (!ConnectNamedPipe(hPipe, &ov)) {

        DWORD err = GetLastError();

        if (err == ERROR\_IO\_PENDING) {

            printf("Waiting for client...\n");

            WaitForSingleObject(hConnectEvent, INFINITE);

            printf("Client connected\n");

        } else if (err == ERROR\_PIPE\_CONNECTED) {

            printf("Client already connected\n");

        } else {

            printf("ConnectNamedPipe error: %lu\n", err);

        }

    }

}

void write\_message() {

    if (hPipe == INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("No pipe available\n");

        return;

    }

    char buffer[BUFFER\_SIZE];

    printf("Enter message to send: ");

    fgets(buffer, sizeof buffer, stdin);

    if (ovWrite.hEvent == NULL)

        ovWrite.hEvent = CreateEvent(NULL, TRUE, FALSE, NULL);

    DWORD bytesWritten = 0;

    if (!WriteFile(hPipe, buffer, (DWORD)strlen(buffer), NULL, &ovWrite)) {

        if (GetLastError() != ERROR\_IO\_PENDING) {

            printf("WriteFile error: %lu\n", GetLastError());

            return;

        }

    }

    printf("Writing asynchronously, waiting for completion...\n");

    WaitForSingleObject(ovWrite.hEvent, INFINITE);

    GetOverlappedResult(hPipe, &ovWrite, &bytesWritten, FALSE);

    printf("Written %lu bytes\n", bytesWritten);

    ResetEvent(ovWrite.hEvent);

}

void disconnect\_client() {

    if (DisconnectNamedPipe(hPipe)) {

        printf("Client disconnected\n");

    } else {

        printf("DisconnectNamedPipe error: %lu\n", GetLastError());

    }

}

void cleanup() {

    if (hPipe != INVALID\_HANDLE\_VALUE) CloseHandle(hPipe);

    if (hConnectEvent) CloseHandle(hConnectEvent);

    if (ovWrite.hEvent) CloseHandle(ovWrite.hEvent);

}

int main() {

    int choice;

    do {

        printf("\nSERVER MENU\n");

        printf("1 - CREATE PIPE\n");

        printf("2 - WAIT FOR CLIENT\n");

        printf("3 - WRITE MESSAGE\n");

        printf("4 - DISCONNECT CLIENT\n");

        printf("0 - EXIT\n");

        choice = enter\_integer("Choose option: ", 0, 4);

        switch (choice) {

            case 1: create\_pipe(); break;

            case 2: wait\_for\_client(); break;

            case 3: write\_message(); break;

            case 4: disconnect\_client(); break;

            case 0: break;

            default: printf("Invalid option\n"); break;

        }

    } while (choice != 0);

    cleanup();

    return 0;

}

**client.cpp**

#define \_CRT\_SECURE\_NO\_WARNINGS

#include <windows.h>

#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>

#include <string.h>

#define PIPE\_NAME "\\\\.\\pipe\\PipeOS"

#define BUFFER\_SIZE 4096

static HANDLE hPipe = INVALID\_HANDLE\_VALUE;

static char buffer[BUFFER\_SIZE];

static OVERLAPPED ovRead = {0};

int enter\_integer(const char \*message, int a, int b) {

    int number;

    char input[64];

    while (1) {

        printf("%s", message);

        if (!fgets(input, sizeof(input), stdin)) {

            printf("Input interrupted. Exiting...\n");

            exit(1);

        }

        if (sscanf(input, "%d", &number) == 1 && number >= a && number <= b) {

            return number;

        } else {

            printf("Invalid input. Enter a number in range [%d, %d]\n", a, b);

        }

    }

}

VOID CALLBACK read\_completed(DWORD err, DWORD bytes, LPOVERLAPPED lpOv) {

    if (err == 0) {

        printf("\nRead %lu bytes: %.\*s\n", bytes, bytes, buffer);

    } else {

        printf("ReadFileEx error: %lu\n", err);

    }

}

void connect\_pipe() {

    if (hPipe != INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("Already connected\n");

        return;

    }

    hPipe = CreateFileA(

        PIPE\_NAME,

        GENERIC\_READ,

        0, NULL, OPEN\_EXISTING,

        FILE\_ATTRIBUTE\_NORMAL | FILE\_FLAG\_OVERLAPPED,

        NULL);

    if (hPipe == INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("CreateFile error: %lu\n", GetLastError());

    } else {

        printf("Connected to server\n");

    }

}

void async\_read() {

    if (hPipe == INVALID\_HANDLE\_VALUE) {

        printf("Not connected\n");

        return;

    }

    if (ovRead.hEvent == NULL)

        ovRead.hEvent = CreateEvent(NULL, TRUE, FALSE, NULL);

    memset(buffer, 0, sizeof buffer);

    if (!ReadFileEx(hPipe, buffer, sizeof buffer, &ovRead, read\_completed)) {

        printf("ReadFileEx error: %lu\n", GetLastError());

        return;

    }

    printf("Reading asynchronously. Press any key after receiving data\n");

    SleepEx(INFINITE, TRUE);

}

void cleanup() {

    if (hPipe != INVALID\_HANDLE\_VALUE) CloseHandle(hPipe);

    if (ovRead.hEvent) CloseHandle(ovRead.hEvent);

}

int main() {

    int choice;

    do {

        printf("\nCLIENT MENU\n");

        printf("1 - CONNECT TO PIPE\n");

        printf("2 - READ MESSAGE\n");

        printf("0 - EXIT\n");

        choice = enter\_integer("Choose option: ", 0, 2);

        switch (choice) {

            case 1: connect\_pipe(); break;

            case 2: async\_read(); break;

            case 0: break;

            default: printf("Invalid option\n"); break;

        }

    } while (choice != 0);

    cleanup();

    return 0;

}