操作系统实验报告

基本信息

- **09023321 巩皓锴**
- **报告日期**: 2025.3.12
- **实验名称**: 基于系统调用的文件复制程序

一、实验内容

使用系统调用，用C或C++写一个程序，实现如下功能：

- 从一个文件中读出数据，写入另一个文件中。
- 要求：
  - 具有良好的交互性
  - 使用者可输入源文件和目的文件的路径和文件名。
  - 具有完善的错误处理机制,要有相应的错误提示输出，
  - 在Linux操作系统上调试并运行

二、实验目的

- 通过实验，加深对系统调用概念的理解，了解其实现机制以及使用方式。
- 通过在Linux操作系统上编写和调试简单程序，进一步熟悉Linux操作系统的使用，初步掌握linux环境下的C或C++编译和调试工具，为进一步理解和学习Linux操作系统的内核结构和核心机制作准备。

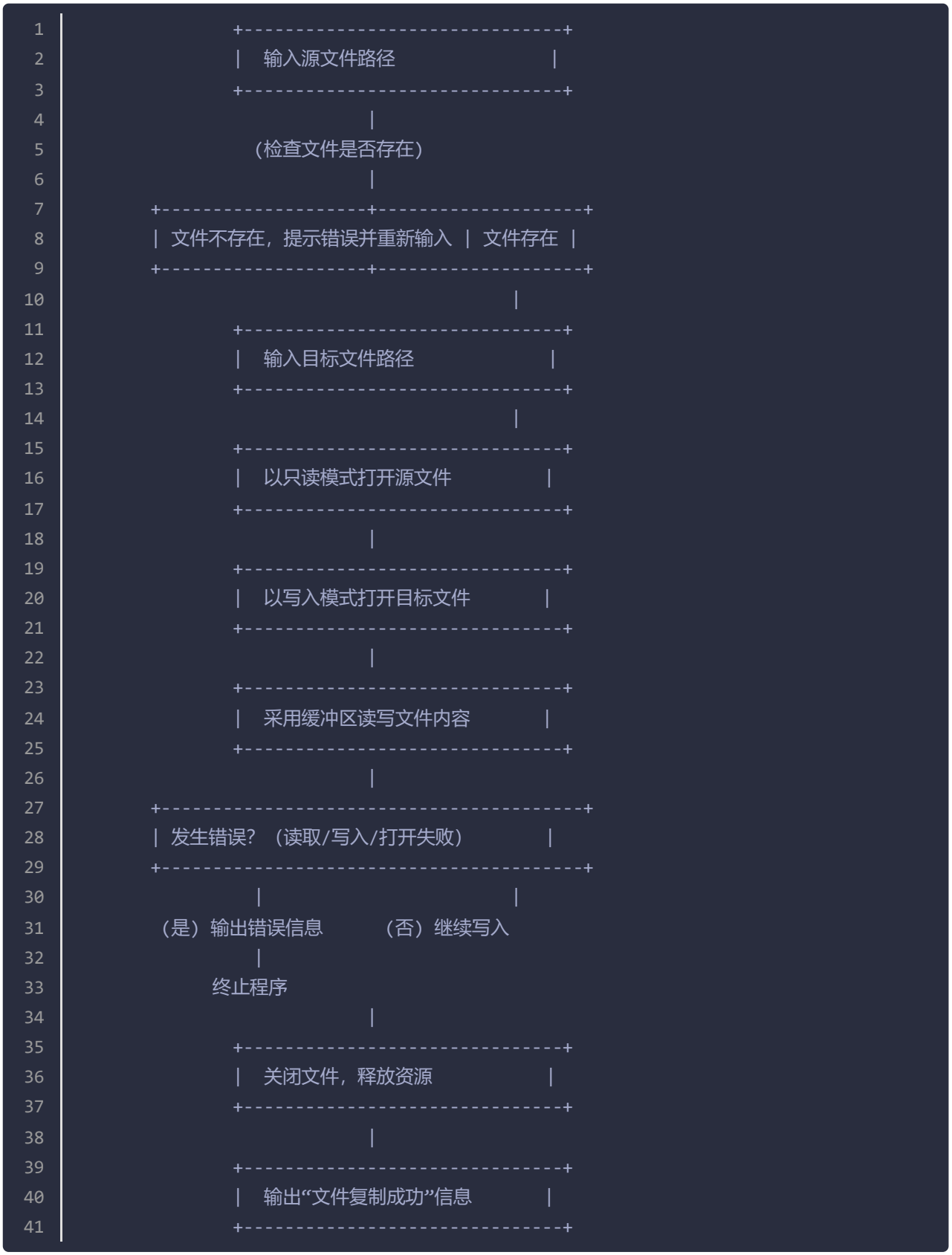
三、设计思路和流程图

1. 设计思路

- 用户输入源文件路径，检查是否存在，若不存在，则提示错误并重新输入。
- 用户输入目标文件路径，无需检查是否存在（若文件已存在，则覆盖）。
- 以 `O_RDONLY` 方式打开源文件，以 `O_WRONLY | O_CREAT | O_TRUNC` 方式打开目标文件（权限 `0644`）。
- 采用 **固定大小的缓冲区** 进行 `read` 和 `write` 操作，循环读取直到文件复制完成。
- 发生错误时输出错误信息，并释放相关资源。
- 复制完成后输出成功信息。

---

2. 流程图



四、关键系统调用解析

本实验主要涉及以下 Linux 系统调用：

1. open()

```
int open(const char *pathname, int flags, mode_t mode);
```

- 作用: 打开或创建文件，并返回文件描述符（文件操作的唯一标识）。
- 参数
  - `pathname`：文件路径。
  - `flags`：操作模式，如 `O_RDONLY`（只读）、`O_WRONLY`（只写）、`O_CREAT`（创建文件）、`O_TRUNC`（清空文件）。
  - `mode`（可选）：创建文件时的权限，如 `0644`（用户可读写，组和其他用户可读）。
- 返回值: 成功返回文件描述符（`fd`），失败返回 `-1`，可通过 `errno` 获取错误信息。

---

2. read()

```
ssize_t read(int fd, void *buf, size_t count);
```

- 作用: 从文件描述符 `fd` 读取 `count` 个字节的数据到 `buf` 缓冲区。
- 返回值: 成功返回实际读取的字节数，失败返回 `-1`，并设置 `errno`。

---

3. write()

```
ssize_t write(int fd, const void *buf, size_t count);
```

- 作用: 将 `count` 个字节的数据从 `buf` 缓冲区写入文件描述符 `fd`。
- 返回值: 成功返回写入的字节数，失败返回 `-1`，并设置 `errno`。

---

4. close()

```
int close(int fd);
```

- 作用: 关闭文件描述符 `fd`，释放资源。

---

5. access()

```
int access(const char *pathname, int mode);
```

- 作用: 检查文件是否存在，`mode = F_OK` 用于判断文件是否存在。

五、实验代码

```
```

```cpp
#include <iostream>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <cerrno>
#include <cstring>

// 定义缓冲区大小
constexpr size_t BUFFER_SIZE = 4096;

/**
 * @brief 复制文件
 * @param source 源文件路径
 * @param destination 目标文件路径
 */
void copy_file(const std::string &source, const std::string &destination)
{
    // 以只读模式打开源文件
    int src_fd = open(source.c_str(), O_RDONLY);
    if (src_fd == -1)
    {
        std::cerr << "打开源文件失败: " << strerror(errno) << std::endl;
        return;
    }

    // 以写入模式打开目标文件，若文件不存在则创建
    int dest_fd = open(destination.c_str(), O_WRONLY | O_CREAT | O_TRUNC, 0644);
    if (dest_fd == -1)
    {
        std::cerr << "打开目标文件失败: " << strerror(errno) << std::endl;
        close(src_fd);
        return;
    }

    char buffer[BUFFER_SIZE];
    ssize_t bytes_read, bytes_written;

    // 循环读取源文件内容并写入目标文件
    while ((bytes_read = read(src_fd, buffer, BUFFER_SIZE)) > 0)
    {
        bytes_written = write(dest_fd, buffer, bytes_read);
        if (bytes_written == -1)
        {
            std::cerr << "写入目标文件失败: " << strerror(errno) << std::endl;
            close(src_fd);
            close(dest_fd);
            return;
        }
    }

    if (bytes_read == -1)
    {
        std::cerr << "读取源文件失败: " << strerror(errno) << std::endl;
```

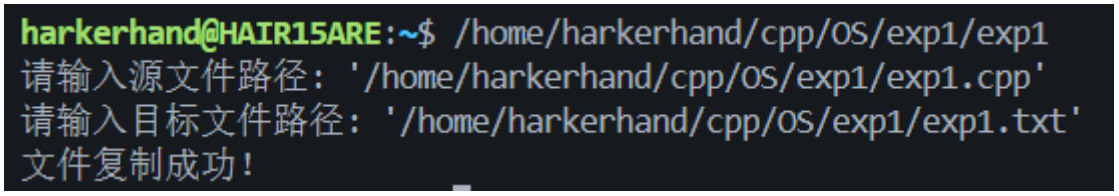
```
    }

    close(src_fd);
    close(dest_fd);
    std::cout << "文件复制成功! " << std::endl;
}

/**
 * @brief 判断文件是否存在
 * @param path 文件路径
 * @return 若文件存在返回 true，否则返回 false
 */
bool isFileExists(const std::string &path)
{
    return access(path.c_str(), F_OK) != -1;
}

int main()
{
    std::string source, destination;

    // 让用户输入源文件路径
    while (true)
    {
        std::cout << "请输入源文件路径: ";
        std::getline(std::cin, source);
        if (source[0] == '\'')
            source = source.substr(1, source.size() - 2);

        if (!isFileExists(source))
        {
            std::cerr << "文件不存在，请重新输入! " << std::endl;
            continue;
        }
        break;
    }

    std::cout << "请输入目标文件路径: ";
    std::getline(std::cin, destination);
    if (destination[0] == '\'')
        destination = destination.substr(1, destination.size() - 2);

    copy_file(source, destination);
    return 0;
}

```

六、实验结果

实验程序在 `Windows Subsystem for Linux` 上运行，系统环境为 `Ubuntu24.04`，编译器使用 `g++-14.2.0`，编译指令为

```
/usr/bin/g++-14 /home/harkerhand/cpp/OS/exp1/exp1.cpp -o
/home/harkerhand/cpp/OS/exp1/exp1 -std=c++23
```

程序运行截图如下



检查目标文件后发现成功拷贝，**符合预期**。

七、实验总结

1. 掌握了文件操作相关的系统调用，熟悉了 `open`、`read`、`write`、`close` 的使用。
2. 理解了文件描述符的概念。
3. 通过缓冲区优化了文件读写性能，减少了 `read` 和 `write` 的调用次数。
4. 学习了错误处理方法，提高了程序的健壮性。