Lab2 网络传输机制

一、实验目的

同学们需要仔细阅读实验的工程文件，在此基础上完善一个基本的TCP协议栈，包括：

- 实现TCP socket的API
- 实现TCP建立和断开连接的状态转移逻辑
- 实现TCP接收/发送数据包的处理过程
- 实现应用层的短消息收发和大文件传送功能，对协议栈进行测试

希望在做完实验之后，同学们能够更深入地掌握TCP报文段的结构、TCP socket的实现、TCP三次握手和四次挥手的状态转移逻辑以及TCP收发数据包的处理流程，增强同学们在理论课上的理解。

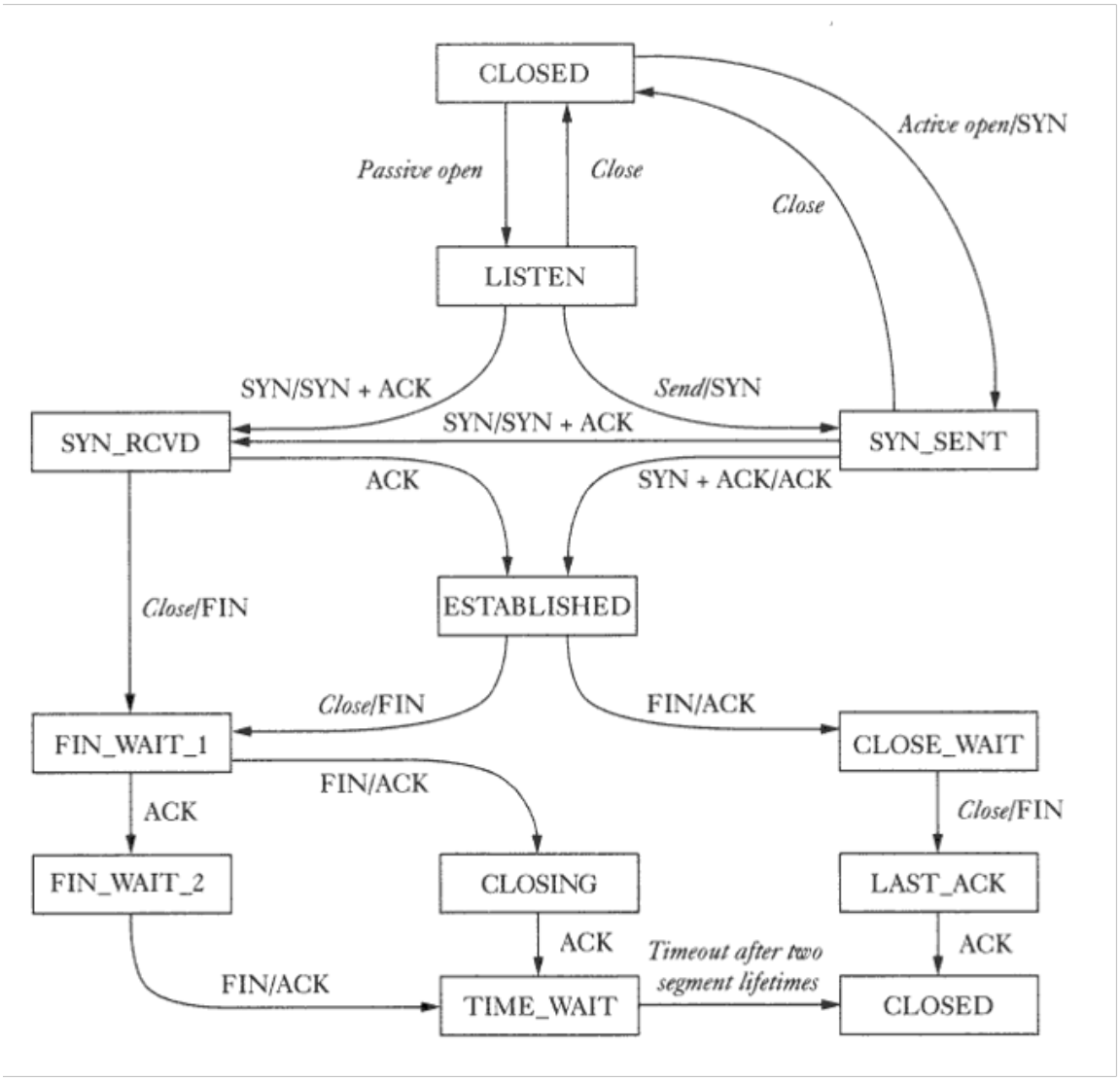
二、相关资料

1. 附件文件列表

- main.c：整个工程的入口函数，初始化tcp_stack，解析用户的命令行参数，执行tcp_app.c中实现的客户端/服务端应用程序
- **tcp_app.c**：实现应用层的客户端/服务端程序，包括短文件收发和大文件传送
- tcp.c：实现了tcp报文段结构和tcp控制块结构，是处理收到的TCP数据包的入口函数
- **tcp_socket.c**：实现TCP socket的API
- **tcp_in.c**：实现TCP接收数据包的相关函数
- tcp_out.c：实现了TCP发送数据包的相关函数
- **tcp_timer.c**：TCP定时器，用来实现TCP断开连接时的time_wait定时器（本次实验），以及发生丢包时的重传定时器（下次实验）
- tcp_stack_conn.py：python应用程序实现，调用操作系统的TCP协议栈，用来测试连接管理
- tcp_stack_trans.py：python应用程序实现，调用操作系统的TCP协议栈，用来测试短消息收发
- tcp_topo.py：创建Mininet拓扑，包含两个节点，链路不存在丢包

2. TCP状态转移图

可以根据这张TCP状态转移图的逻辑，编写time_in.c中的tcp_process函数。



三、实验内容

1. 连接管理

1.1. 编写源代码

在编写源代码之前，你需要了解工程中各个文件的分工，以及函数之间的调用关系。函数上面的注释会说明它所实现的功能，会对大家阅读和编写源码提供帮助。

- **实现tcp_socket.c中的相关函数**

```
void free_tcp_sock(struct tcp_sock *tsk);
struct tcp_sock *tcp_sock_lookup_established(u32 saddr, u32 daddr, u16 sport, u16 dport);
struct tcp_sock *tcp_sock_lookup_listen(u32 saddr, u16 sport);
int tcp_sock_connect(struct tcp_sock *tsk, struct sock_addr *skaddr);
int tcp_sock_listen(struct tcp_sock *tsk, int backlog);
struct tcp_sock *tcp_sock_accept(struct tcp_sock *tsk);
void tcp_sock_close(struct tcp_sock *tsk);
int tcp_sock_read(struct tcp_sock *tsk, char *buf, int len);
int tcp_sock_write(struct tcp_sock *tsk, char *buf, int len);
```

- **实现tcp_timer.c中的相关函数**

```
void tcp_scan_timer_list();
void tcp_set_timewait_timer(struct tcp_sock *tsk);
```

- **实现time_in.c中的相关函数**

```
void tcp_process(struct tcp_sock *tsk, struct tcp_cb *cb, char *packet);
```

1.2. 编译测试

- 编译

```
# 编译
make clean
make
sudo python3 tcp_topo.py
```

- 测试1：服务端和客户端都执行tcp_stack

```
# 主机h1 server执行命令如下：
dump  # 查看主机h1 h2的pid号
h1 ./scripts/disable_tcp_rst.sh   # 执行两个脚本禁止协议栈相应功能
h1 ./scripts/disable_offloading.sh
h1 ./tcp_stack server 10001

# 主机h2 client执行命令如下：
sudo mnexec -a <pid> ./scripts/disable_tcp_rst.sh   # 这里的pid是h2的pid号
sudo mnexec -a <pid> ./scripts/disable_offloading.sh
sudo mnexec -a <pid> ./tcp_stack client 10.0.0.1 10001
```

- 测试2：服务端执行tcp_stack_conn.py，客户端执行tcp_stack

```
# 主机h1 server执行命令如下：
dump
h1 ./scripts/disable_tcp_rst.sh
h1 ./scripts/disable_offloading.sh
h1 python3 tcp_stack_conn.py server 10001

# 主机h2 client执行命令如下：
sudo mnexec -a <pid> ./scripts/disable_tcp_rst.sh
sudo mnexec -a <pid> ./scripts/disable_offloading.sh
sudo mnexec -a <pid> ./tcp_stack client 10.0.0.1 10001
```

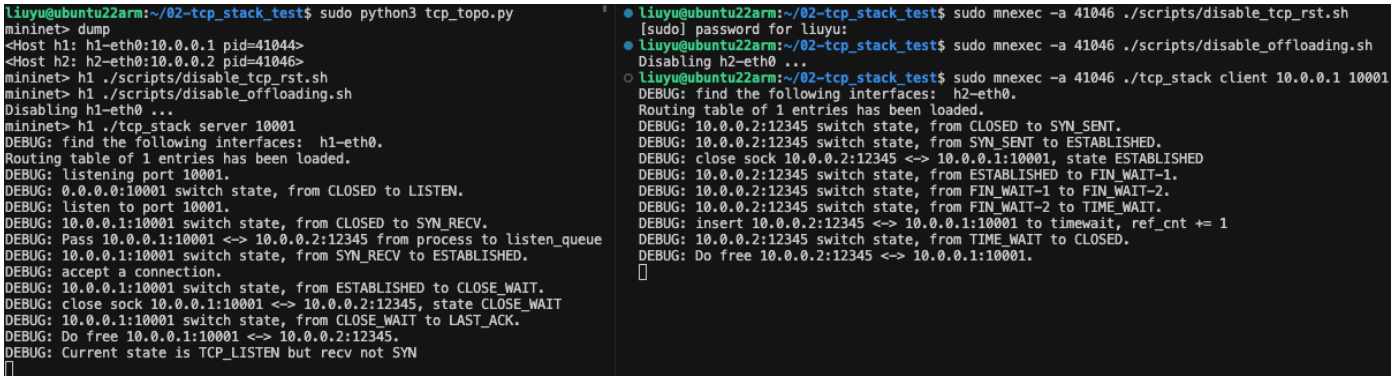
- 测试3：服务端执行tcp_stack，客户端执行tcp_stack_conn.py

```
# 主机h1 server执行命令如下：
dump
h1 ./scripts/disable_tcp_rst.sh
h1 ./scripts/disable_offloading.sh
h1 ./tcp_stack server 10001

# 主机h2 client执行命令如下：
sudo mnexec -a <pid> ./scripts/disable_tcp_rst.sh
sudo mnexec -a <pid> ./scripts/disable_offloading.sh
sudo mnexec -a <pid> python3 tcp_stack_conn.py client 10.0.0.1 10001
```

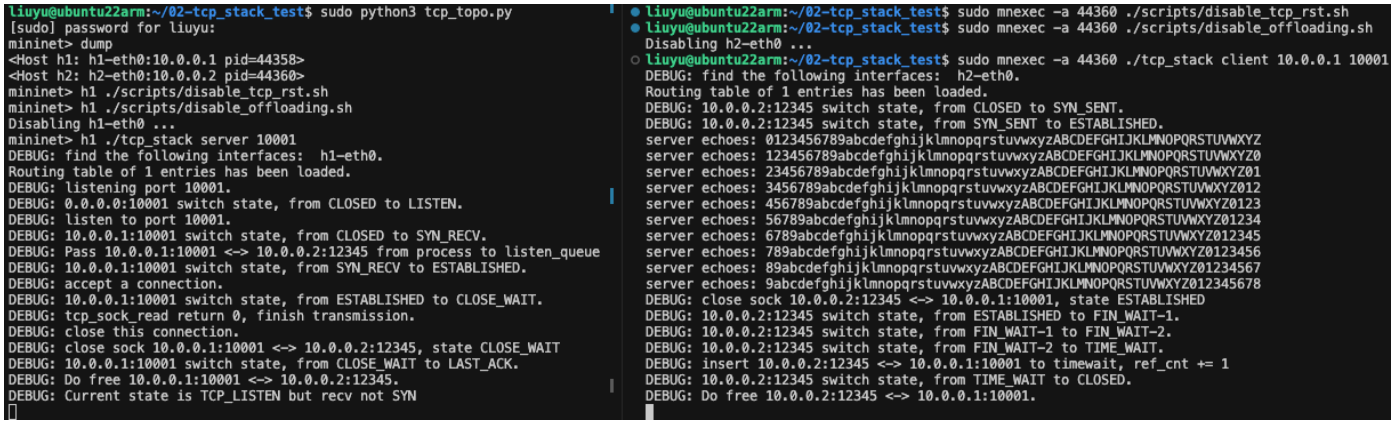
1.3. 实验预期结果

h2上显示连接成功之后，然后自动断开连接，可以看到server端和client端的状态转移过程符合TCP状态转移图。



2. 短消息收发

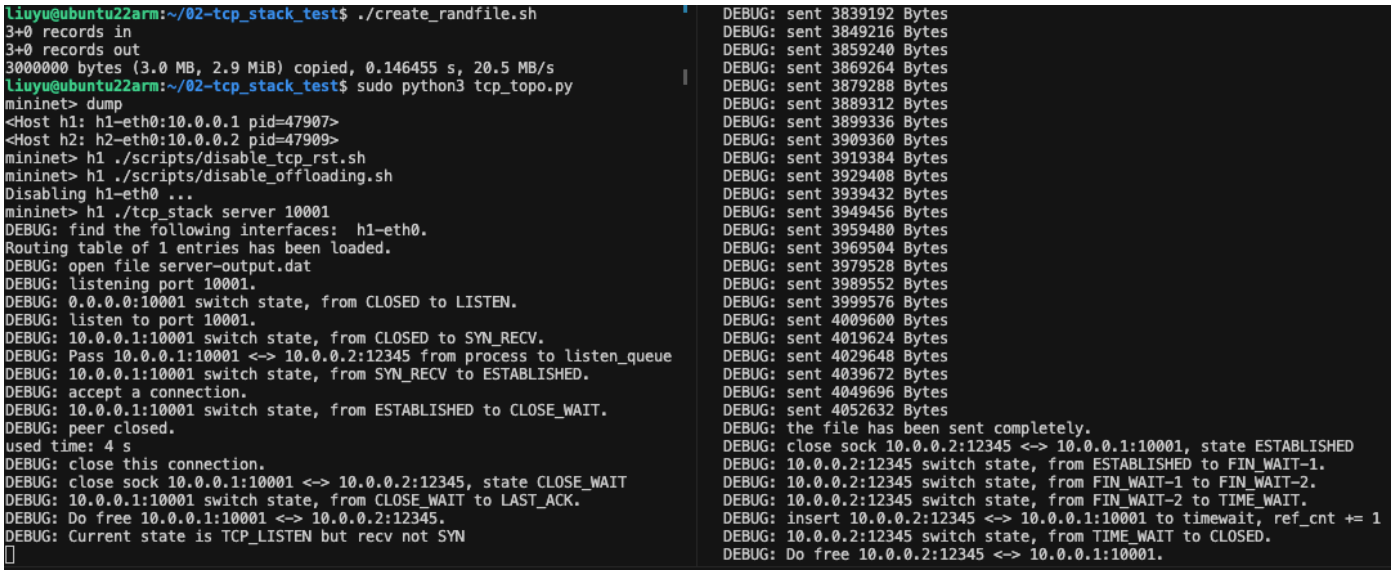
- 参照tcp_stack_trans.py，**修改tcp_apps.c**，使之能够收发短消息。tcp_app.c实现的功能和tcp_stack_trans.py保持一致，需要注意的细节是，Client端发送的字符串循环**不能少于5次**，Server端返回字符串给Client时需要加上**前缀"server echoes: "**，冒号后面有空格。
- 编译测试流程和实验内容1的步骤相同
- 实验预期结果中，Client端会回显出一段字符串"server echo: "，如下所示：

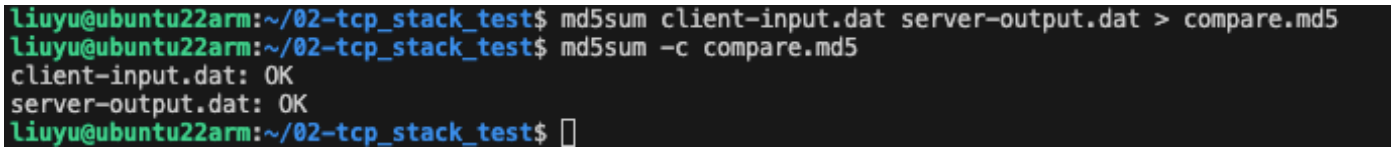


3. 大文件传送

- 执行create_randfile.sh脚本 `./create_randfile.sh`，生成待传输数据文件client-input.dat。
- **修改tcp_apps.c以及tcp_stack_trans.py**，使之能够收发文件。具体的逻辑是：Client将client-input.dat中的内容传输给Server，Server将收到的内容存入server- output.dat中。
- 编译测试流程和实验内容1的步骤相同。

- 实验预期结果是Server收到的内容server- output.dat和Client发送的内容client-input.dat完全一致，可以通过md5sum命令比较两个文件是否完全相同，如下所示：





四、实验注意事项

- 实验工程文件中对于网络层和链路层相关功能的实现，都被封装到了libnet.so动态库中，是同学们后续的实验内容。
- 同学们在OJ平台上的提交的工程压缩包，需要确保没有修改Makefile文件，否则可能造成编译不通过。
- 本次实验中，同学们需要在OJ上通过两个测试，分别是短消息收发的测试——网络传输实验（echo），以及大文件传输的测试——网络传输实验（文件传输）。