第十五周实验报告

网络传输机制实验（第二部分）

2015K8009922021
李一苇

一、实验内容

- 实现数据传输
  - 如何将数据封装到数据包并发送
  - 收到数据和ACK时的相应处理
- 实现流量控制
  - 通过调整recv_window来表达自己的接收能力
- 实现tcp_sock相关函数
  - 类似socket函数，能够收发数据

二、实验流程

1. 实现`tcp_sock_read`函数

   通过`read_ring_buffer`函数读取缓存区收到的数据包给上层应用。同时更新`rcv_wnd`为缓冲区的剩余值。

   注意：

   - 读取过程需自己添加锁`rcv_buf_lock`
   - 必须在ESTABLISHED及以前的状态才能读数据，如果在TCP_CLOSE_WAIT状态，说明服务器已经收到客户端的FIN包，此时执行被唤醒的`read`直接返回-1，让上层app直接跳出循环

   具体代码如下：

   ```
   int tcp_sock_read(struct tcp_sock *tsk, char *buf, int len) {
     if (tsk->state == TCP_CLOSE_WAIT)
       return -1;
     if (ring_buffer_empty(tsk->rcv_buf))
       sleep_on(tsk->wait_recv);
     pthread_mutex_lock(&tsk->rcv_buf_lock);
       int read_len = read_ring_buffer(tsk->rcv_buf, buf, len);
     pthread_mutex_unlock(&tsk->rcv_buf_lock);
     tsk->rcv_wnd = ring_buffer_free(tsk->rcv_buf);
     return read_len;
   }
   ```

2. 实现`tcp_sock_write`函数

   封装好一个tcp数据包后通过`tcp_send_packet`发送出去。

   需要注意：

- 数据包的大小是`ETH_FRAME_LEN`和`len`加一系列包头二值的较小值
- 如果当前发送窗口`tsk->snd_wnd`足够，则发送；若不足够则返回错误；否则阻塞上层应用的`write`函数，等待收到下一个tcp包后更新发送窗口，实现端到端的流量控制

具体代码如下：

```
int tcp_sock_write(struct tcp_sock *tsk, char *buf, int len) {
  if (tsk->snd_wnd == 0) sleep_on(tsk->wait_send);
  int packet_len =
      min(len + ETHER_HDR_SIZE + IP_BASE_HDR_SIZE + TCP_BASE_HDR_SIZE,
          ETH_FRAME_LEN);
  char *packet = malloc(packet_len);
  char *data = packet + ETHER_HDR_SIZE + IP_BASE_HDR_SIZE + TCP_BASE_HDR_SIZE;
  memcpy(data, buf,
         packet_len - ETHER_HDR_SIZE - IP_BASE_HDR_SIZE - TCP_BASE_HDR_SIZE);
  if (tsk->snd_wnd >= packet_len) {
    tcp_send_packet(tsk, packet, packet_len);
    return packet_len;
  }
  return 0;
}
```

3. 对`tcp_process`函数的修改
   - 需要在TCP_SYN_RECV及以后的状态进行发送窗口更新，使用`tcp_update_window_safe`函数
   - 在ESTABLISHED阶段，收到普通的ACK，且pl_len>0时，代表该包带有数据，需要用`write_ring_buffer`写入接收的缓冲区，同时唤醒信号量`tsk->wait_recv`让上层应用读取
   - 在ESTABLISHED阶段，收到FIN包，代表对端要求结束连接，则需要额外唤醒信号量`tsk->wait_recv`通知上层应用退出阻塞阶段，继续进一步的操作

三、查错心得

1. 状况：发现两端进入ESTABLISHED状态之后死锁

   原因：发送窗口的未更新。发送窗口的更新应该从收到有seq和ack域的tcp包开始，即TCP_SYN_RECV阶段及以后

2. 状况：客户端出现大量CLOSED-CLOSED状态转换

   原因：服务器在ESTABLISHED阶段每收到一个包就发一个ACK请求，导致客户端在结束状态收到不应收到的包进而重复进入RST态而出现大量CLOSED-CLOSED转换记录

3. 状况：服务端在CLOSE_WAIT和客户端在FIN_WAIT_2死锁

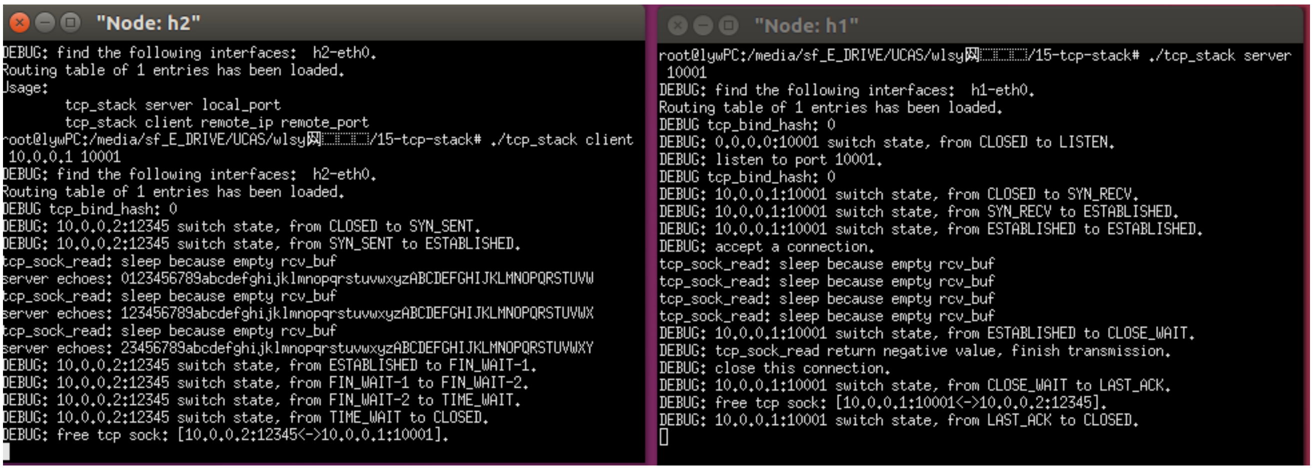
   原因：服务器应用在收到客户端的tcp包后，仍然阻塞在`read`接口处。解决办法是在收到FIN包后唤醒`wait_recv`，让其返回-1值。

四、实验结果和分析

测试方法：运行网络拓扑tcp_topo.py

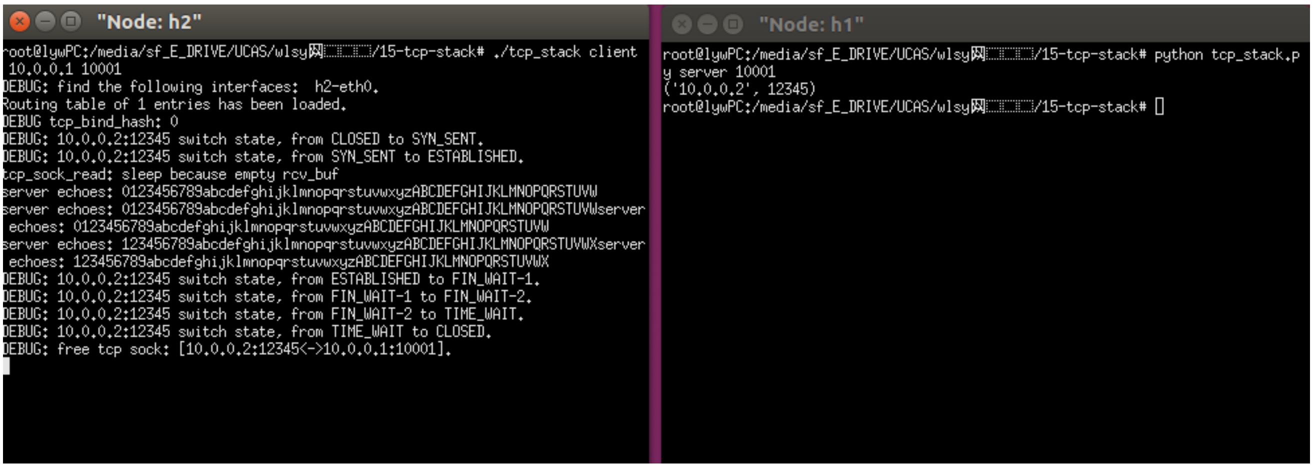
- 在h1上运行TCP协议栈的服务器模式`./tcp_stack server 10001`
- 在h2上运行TCP协议栈的客户端模式，连接至h1，显示建立连接成功后自动关闭连接`./tcp_stack client 10.0.0.1 10001`

截图如下：（为了截图方便，已经调整tcp_app.s里的发送次数n=3）

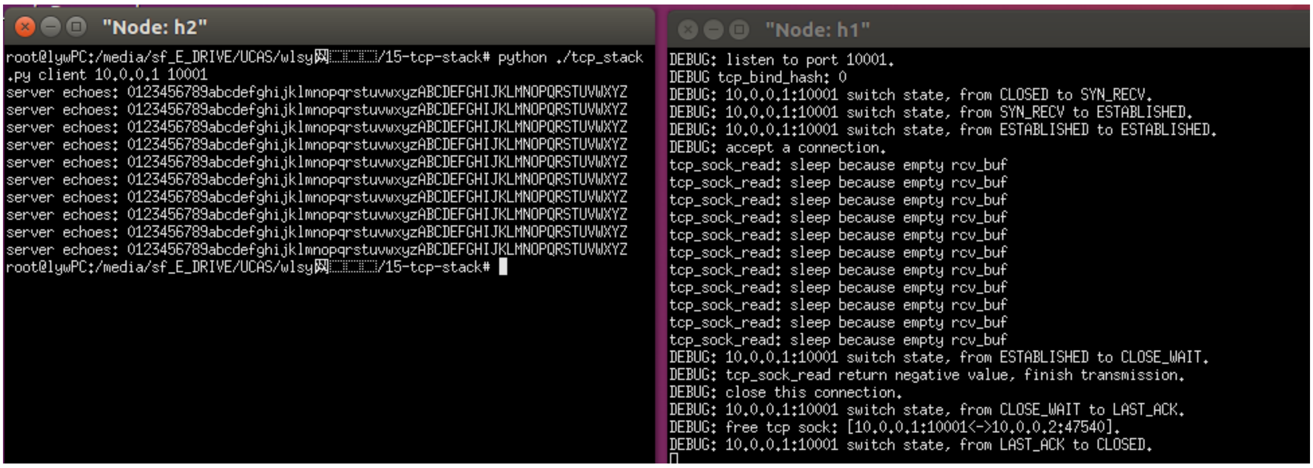


可以看到客户端和服务器端进行了正确的信息交互，且连接的维护操作都正常。

服务器端换成脚本文件后：



客户端换成脚本文件后：



由于脚本文件里客户端发送的文本是常数所以服务器的echo有所不同，但仍然是正确的echo。