实验3：基于UDP服务设计可靠传输协议并编程实现之3-2（滑动窗口）

姓名：丁彦添 学号：1911406

实验内容

利用UDP协议在用户空间实现面向连接的可靠数据传输。

功能包括：建立连接、差错检测、确认重传等。流量控制采用停等机制，完成给定测试文件的传输。

此次实验在实验3-1的基础上，将停等机制改成基于滑动窗口的流量控制机制，采用固定窗口大小，支持累积确认，完成给定测试文件的传输。

协议设计

大致流程

本次实验的连接建立和断开和实验 3-1 没有太大区别。

连接建立

- 发送端向接收端发送长度为2的标志，包含SEQ和ACK码（此时SEQ码为预设值，ACK码为随机值）
- 接收端收到第一次握手之后，检查SEQ码是否和预设值相同，若相同，发给发送端长度为2的标志（ACK码为上一次SEQ码+1）
- 发送端收到第三次握手之后，检查ACK码是否正确，若正确，建立连接成功并发送第三次握手信息（但是第三次握手信息不会被接收端接收了）

发送流程

- 建立连接后，先向接收端发送文件名。接收端接收文件名后，发送端再向其发送报文个数。接收端接收报文总个数后，开始发送文件内容。

流量控制

- 采用多线程编程形式，发送端在发送包的同时接收包，并且每接收到6个包进行一次ACK的确认，此确认包含ACK码和已经发到了第几个包的序列
- 本次实验需要使用多线程，同时监听和发送。
- 使用一个int型变量window（表示已占用窗口）进行窗口的计算，每一次发送一个包就给window加一，每次接收到一个ack就减少累计确认到的包数。当window超过最大窗口长度时，发送端被阻塞。

丢包

- 发生丢包之后，接收端会发送一个累计确认的报文号，代表服务器已经接受到的包的最后一个序号，这时客户端会重新发送丢失的包。
- 采用**选择重传**机制，只发送错误的那一个包。

断开连接：两次挥手

- 客户端向服务器发送长度为2的标志，包含WAVE1和ACK码，关闭客户端
- 服务器接收第一次挥手之后，检查WAVE1码是否和预设值相同，若相同，发送WAVE2和ACK码,关闭服务器。

报文格式设计

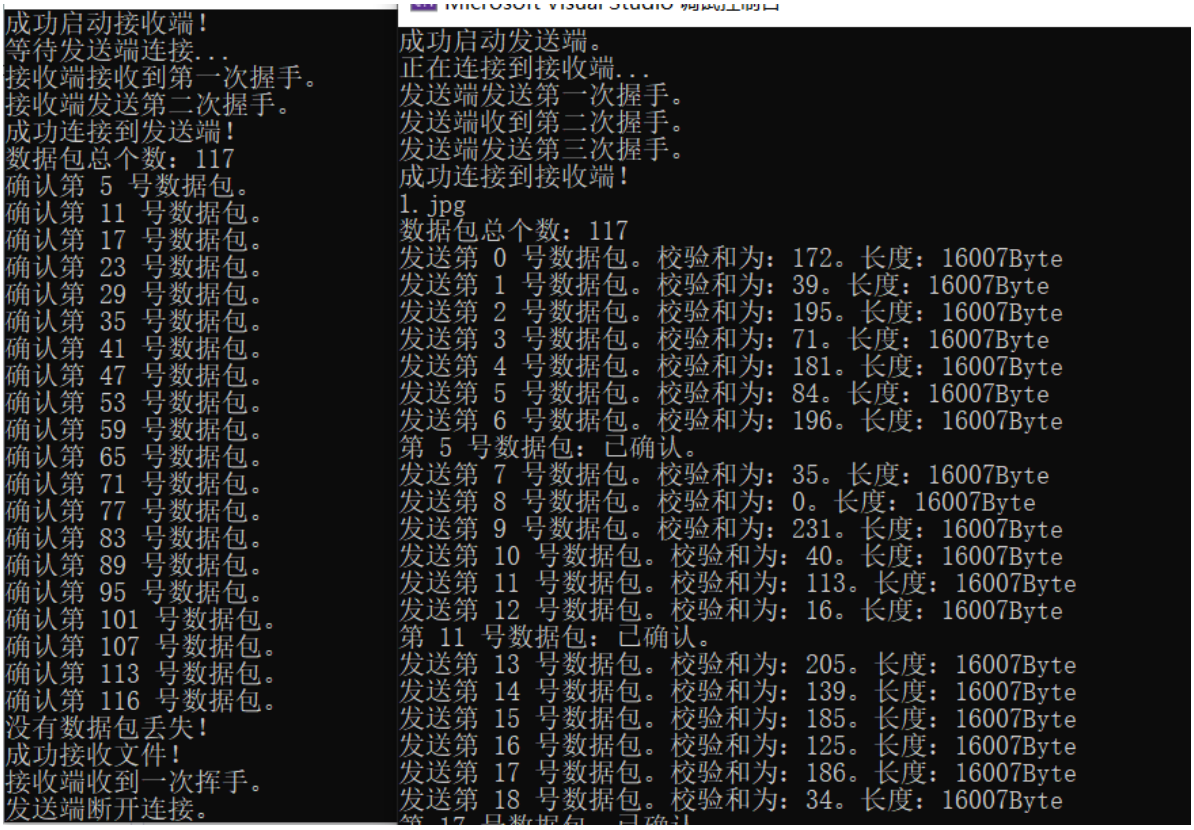
对于传输数据的报文

- 每一个报文长度为16007字节，其中，报文头部占7个字节，数据段最大长度16000字节。
    - 第0字节表示报文的校验码
    - 第1字节表示此包是否为本次发送的最后一个包
    - 第2字节和第3字节共同表示这个包是第几个包
    - 第4字节和第5字节共同表示这个包有多长
    - 第6字节表示是否含有文件内容
    - 后面的最多16000字节为报文长度
- 将本地文件进行二进制读入到程序中，并把它每16000位进行分装，对于不是最后的包，长度恒定，对于最后一个包，有多少发多少，同时标志位显示这个包是最后一个。

对于接收端ACK/NAK报文

- 3个字节，第0字节表示ACK或NAK的含义，第2和第3字节共同表示ACK或者NAK报文的编号。

代码运行截图



```
确认第 5 号数据包。
确认第 11 号数据包。
确认第 17 号数据包。
确认第 23 号数据包。
确认第 29 号数据包。
确认第 35 号数据包。
确认第 41 号数据包。
确认第 47 号数据包。
确认第 53 号数据包。
确认第 59 号数据包。
确认第 65 号数据包。
确认第 71 号数据包。
确认第 77 号数据包。
确认第 83 号数据包。
确认第 89 号数据包。
确认第 95 号数据包。
确认第 101 号数据包。
确认第 107 号数据包。
确认第 113 号数据包。
确认第 116 号数据包。
没有数据包丢失!
成功接收文件!
接收端收到一次挥手。
发送端断开连接。
```

```
第 101 号数据包：已确认。
发送第 102 号数据包。校验和为：239。长度：16007Byte
发送第 103 号数据包。校验和为：15。长度：16007Byte
发送第 104 号数据包。校验和为：237。长度：16007Byte
发送第 105 号数据包。校验和为：251。长度：16007Byte
发送第 106 号数据包。校验和为：5。长度：16007Byte
发送第 107 号数据包。校验和为：124。长度：16007Byte
第 107 号数据包：已确认。
发送第 108 号数据包。校验和为：35。长度：16007Byte
发送第 109 号数据包。校验和为：243。长度：16007Byte
发送第 110 号数据包。校验和为：152。长度：16007Byte
发送第 111 号数据包。校验和为：76。长度：16007Byte
发送第 112 号数据包。校验和为：172。长度：16007Byte
发送第 113 号数据包。校验和为：61。长度：16007Byte
发送第 114 号数据包。校验和为：176。长度：16007Byte
第 113 号数据包：已确认。
发送第 115 号数据包。校验和为：209。长度：16007Byte
发送第 116 号数据包。校验和为：254。长度：1360Byte
发送完毕!
发送时间：73ms
吞吐率：198.775Kpbs
成功发送文件：1.jpg! 第 116 号数据包：已确认。

发送端挥一次手。
```