聊天程序的设计和实现

朱浩泽 1911530

October 23, 2021

1 作业说明

利用 Socket，设计和编写一个聊天程序。基本要求如下：

1. 设计一个两人聊天协议，要求聊天信息带有时间标签。
2. 对聊天程序进行设计。
3. 在 Windows 系统下，利用 C/C++ 中的流式 Socket 对设计的程序进行实现。程序界面可以采用命令行方式，但需要给出使用方法。
4. 对实现的程序进行测试。
5. 撰写实验报告，并将实验报告和源码提交至本网站。

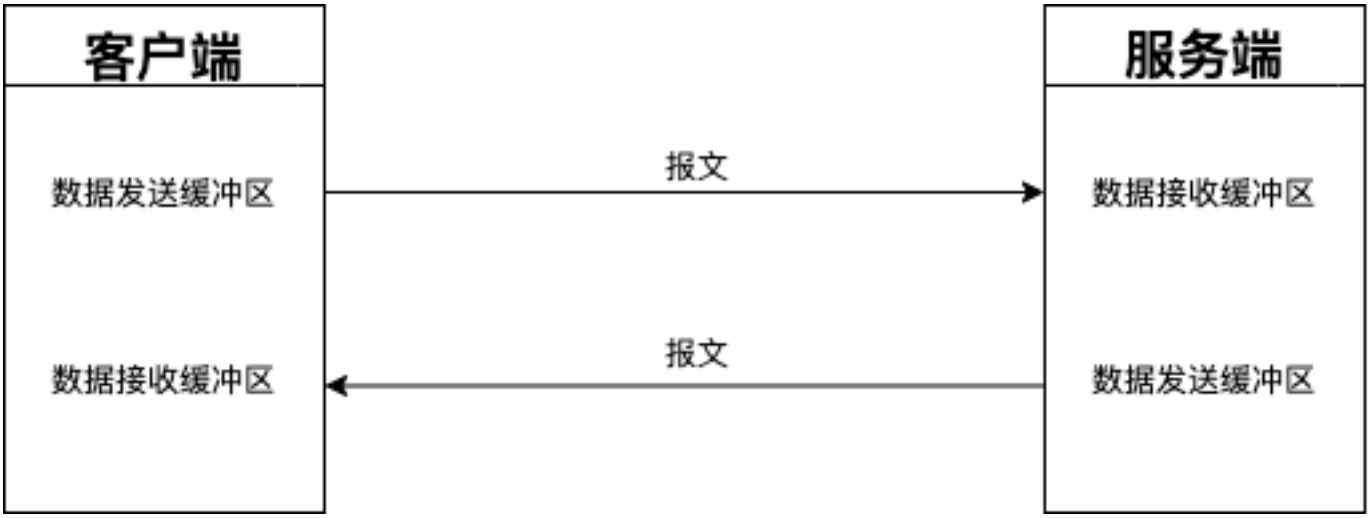
2 应用层协议设计

本次实验传输层协议采用 TCP 协议，数据以流式传输。

应用层设计的双人聊天室为客户端和服务端相互发送并接收信息，要求服务器和客户端同时在线时。客户端可以向服务器发送消息并接受服务器传来的消息，同样服务器也可以向客户端发送消息并接受客户端传输的消息。对于消息来说，每条消息具体报文**长度不能超过 100 个字符**，并以空格或换行符表示结束，如过超过此长度，超过的部分将被自动忽略；如果一次输入中包含空格，将根据空格拆分成多个字符串分别发送。

关于消息发送和接收的显示：当成功接收到消息时，将在接受到的消息前打上时间戳后显示，如“x 日 x 时 x 分 x 秒收到消息: 消息内容”；当成功发送消息时，将提示“消息已于 x 日 x 时 x 分 x 秒成功发送”。如果发送消息“quit()”，则证明用户即将结束聊天，则发送这条消息的端口则会显示“您已于 x 日 x 时 x 分 x 秒退出聊天室”，接收端收到该条消息后会显示“对方已于 x 日 x 时 x 分 x 秒下线退出聊天室”，至此聊天结束。

聊天室将采用多线程的方式将接收消息和发送消息分开执行，用户可以随时发送并接收消息。接收到的消息按照时间顺序打印。



3 程序设计

3.1 项目环境

本实验在 Windows10 平台上使用 C++11 进行设计，采用 visual studio 2017 编译器，利用 Windows 自带的 winsock2 接口链接 ws2_32.lib 库，搭建一个基础的 winSock 程序实现双人聊天程序的设计。

3.2 设计思路

关于服务端　服务器开启后将对客户端进行监听，当客户端上线后，将在服务端进行提醒。一旦成功连接客户端，则同时可以进行接收和发送的功能，直到收到退出的消息。

关于客户端　客户端开启后首先尝试连接服务器，如果服务器未开启或连接失败则直接退出程序；若服务器连接成功则同时可以进行接收和发送的功能，直到收到退出的消息。

关于多线程　在实际的聊天情境中，往往说话顺序并不一定是交替进行，具有不确定性。如果聊天的话语只能交替进行，则用户的使用体验将会非常不佳。所以我们对程序进行多线程设计，使发送消息和接受消息的线程分开，让用户可以随时发送消息，同时不影响消息的接收。

4 具体代码实现

4.1 服务端

首先我们引入使用的头文件和库文件，并定义缓冲区的长度最大值为 100 个字符。

```
#include <stdio.h>
#include <winsock2.h>
#include <iostream>
#pragma comment (lib, "ws2_32.lib") //加载 ws2_32.dll


#define BUF_SIZE 100
```

接下来，我们创建一个 WSADATA，用来存储被 WSAStartup 函数调用后返回的 Windows Sockets 数据。如果创建成功则打印“Call WSAStartup succseefully!”，创建失败便退出程序。

```
WSADATA wsaData;
if (WSAStartup(MAKEWORD(2, 2), &wsaData) == 0)
{
   std::cout << "Call WSAStartup succseefully!" << std::endl;
}
else {
   std::cout << "Call WSAStartup unsuccseeful!" << std::endl;
   return 0;
}
```

然后创建套接字并对套接字进行端口绑定（使用 IPV4），后进入监听状态等待客户端上线。

```
//创建套接字
SOCKET servSock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);

//绑定套接字
sockaddr_in sockAddr;
memset(&sockAddr, 0, sizeof(sockAddr)); //每个字节都用0填充
sockAddr.sin_family = PF_INET; //使用IPv4地址
sockAddr.sin_addr.s_addr = inet_addr("127.0.0.1"); //具体的IP地址
sockAddr.sin_port = htons(1234); //端口
bind(servSock, (SOCKADDR*)&sockAddr, sizeof(SOCKADDR));

//进入监听状态
if (listen(servSock, 20) == 0) {
   std::cout << "已进入监听状态" << std::endl;
}
else {
   std::cout << "监听状态出错" << std::endl;
   return 0;
}

//接收客户端请求
SOCKADDR clntAddr;
int nSize = sizeof(SOCKADDR);
SOCKET clntSock = accept(servSock, (SOCKADDR*)&clntAddr, &nSize);
if (clntSock > 0) {
   std::cout << "客户端上线" << std::endl;
}
```

在客户端上线后，调用发送和接收线程（代码在后面展示）来进行消息的发送和接收，直至程序结束关闭套接字，终止 Winsock.dll 的使用。

```
HANDLE hThread[2];
hThread[0] = CreateThread(NULL, 0, Recv, (LPVOID)&clntSock, 0, NULL);
hThread[1] = CreateThread(NULL, 0, Send, (LPVOID)&clntSock, 0, NULL);
WaitForMultipleObjects(2, hThread, TRUE, INFINITE);
CloseHandle(hThread[0]);
CloseHandle(hThread[1]);


closesocket(clntSock); //关闭套接字

//关闭套接字
closesocket(servSock);

//终止 DLL 的使用
WSACleanup();

return 0;
```

4.2 客户端

首先我们引入使用的头文件和库文件，并定义缓冲区的长度最大值为 100 个字符。

```
#include <stdio.h>
#include <WinSock2.h>
#include <windows.h>
#include <iostream>
#include <thread>
#include <string>
#pragma comment(lib, "ws2_32.lib") //加载 ws2_32.dll

#define BUF_SIZE 100
```

接下来，我们创建一个 WSADATA，用来存储被 WSAStartup 函数调用后返回的 Windows Sockets 数据。如果创建成功则打印“Call WSAStartup succseefully!”，创建失败便退出程序。

```
WSADATA wsaData;
if (WSAStartup(MAKEWORD(2, 2), &wsaData) == 0)
{
   std::cout << "Call WSAStartup succseefully!" << std::endl;
}
else {
   std::cout << "Call WSAStartup unsuccseeful!" << std::endl;
   return 0;
}
```

然后创建套接字并对套接字进行端口绑定（使用 IPV4），对服务端进行连接。若服务端未开启，则显示“聊天室未上线”并退出程序。

```
sockaddr_in sockAddr;
memset(&sockAddr, 0, sizeof(sockAddr)); //每个字节都用0填充
sockAddr.sin_family = PF_INET;
sockAddr.sin_addr.s_addr = inet_addr("127.0.0.1");
sockAddr.sin_port = htons(1234);
SOCKET sock = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
if (connect(sock, (SOCKADDR*)&sockAddr, sizeof(SOCKADDR)) == 0)
```

```
{
    std::cout << "成功进入聊天室" << std::endl;
}
else {
    std::cout << "聊天室未上线" << std::endl;
    return 0;
}
```

在连接到客户端后，调用发送和接收线程（代码在后面展示）来进行消息的发送和接收，直至程序结束关闭套接字，终止 Winsock.dll 的使用。

```
HANDLE hThread[2];
hThread[0] = CreateThread(NULL, 0, Recv, (LPVOID)&sock, 0, NULL);
hThread[1] = CreateThread(NULL, 0, Send, (LPVOID)&sock, 0, NULL);
WaitForMultipleObjects(2, hThread, TRUE, INFINITE);
CloseHandle(hThread[0]);
CloseHandle(hThread[1]);
closesocket(sock);
WSACleanup();
return 0;
```

4.3 消息接收与发送线程

发送线程

```
DWORD WINAPI Send(LPVOID sockpara) {
    SOCKET * sock = (SOCKET*)sockpara;
    char bufSend[BUF_SIZE] = { 0 };
    while (1) {
        //printf("Input a string: ");
        std::cin >> bufSend;
        int t = send(*sock, bufSend, strlen(bufSend), 0);
        if (strcmp(bufSend, "quit()") == 0)
        {
            SYSTEMTIME st = { 0 };
            GetLocalTime(&st);
            closesocket(*sock);
            std::cout << "您已于" << st.wDay << "日" << st.wHour << "时" << st.wMinute << "分" << st.wSecond
                << "秒退出聊天室" << std::endl;
            return 0L;
        }
        if (t > 0) {
            SYSTEMTIME st = { 0 };
            GetLocalTime(&st);
            std::cout << "消息已于" << st.wDay << "日" << st.wHour << "时" << st.wMinute << "分" << st.
                wSecond << "秒成功发送\n" ;
            std::cout << "----------------------------------------------------------------" << std::endl;
        }
        memset(bufSend, 0, BUF_SIZE);
    }
}
```

接收线程

```
DWORD WINAPI Recv(LPVOID sock_) {
    char bufRecv[BUF_SIZE] = { 0 };
    SOCKET *sock = (SOCKET*)sock_;
    while (1) {
```

```
        int t = recv(*sock, bufRecv, BUF_SIZE, 0);
        if (strcmp(bufRecv, "quit()") == 0)
        {
            SYSTEMTIME st = { 0 };
            GetLocalTime(&st);
            closesocket(*sock);
            std::cout << "对方已于" << st.wDay << "日" << st.wHour << "时" << st.wMinute << "分" << st.
                wSecond << "秒下线退出聊天室" << std::endl;
            return 0L;
        }
        if (t > 0) {
            SYSTEMTIME st = { 0 };
            GetLocalTime(&st);
            std::cout << st.wDay << "日" << st.wHour << "时" << st.wMinute << "分" << st.wSecond << "秒收到消
                息:";
            printf(" %s\n", bufRecv);
            std::cout << "------------------------------------------------------------" << std::endl;
        }
        memset(bufRecv, 0, BUF_SIZE);
    }
}
```

5 实验中遇到的问题与思考

在实验最初实现多线程时，对每个线程的传入参数为 sockAddr，并在每个线程的循环的每次迭代中创建套接字，在迭代的末尾关闭套接字，其代码大致如下：

```
//调用线程的语句
hThread[1] = CreateThread(NULL, 0, Send, (LPVOID)&sockAddr, 0, NULL);
//线程函数如下
DWORD WINAPI Recv(LPVOID sock_) {
    sockaddr_in *sockAddr = (SOCKET*)sock_;
    char bufRecv[BUF_SIZE] = {0};
    while(1){
        //创建套接字
        SOCKET sock = socket(PF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);
        connect(sock, (SOCKADDR*)&(*sockAddr), sizeof(SOCKADDR));
        //获取用户输入的字符串并发送给服务器

        recv(sock, bufRecv, BUF_SIZE, 0);
        //输出接收到的数据
        printf("Message form server: %s\n", bufRecv);
        memset(bufRecv, 0, BUF_SIZE); //重置缓冲区
        closesocket(sock); //关闭套接字
    }
}
```

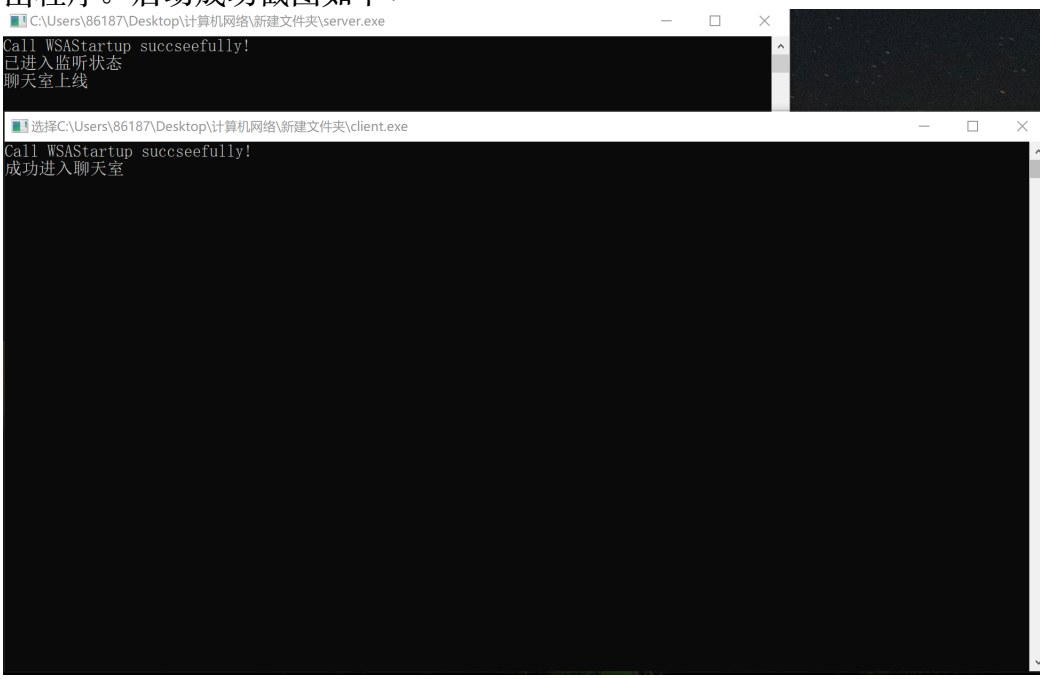
最初的错误代码

如果按照这种方式执行代码，程序会一直陷入发送消息或接收消息的线程中。如果陷入的是接收线程，则接收不到任何消息，但程序一直在进行迭代；如果陷入的是发送线程，程序依旧在无限迭代，但输入的内容对方无法接收。后进行更改，将 sock 在主程序中进行初始化，并以普通方式传入两个线程中，问题依然得不到解决。最终，在将传入参数改为在主函数中创建的 socket 的引用后，程序可以按照设计理念运行，问题得到解决。通过查阅资料和动手实验发现，在实验

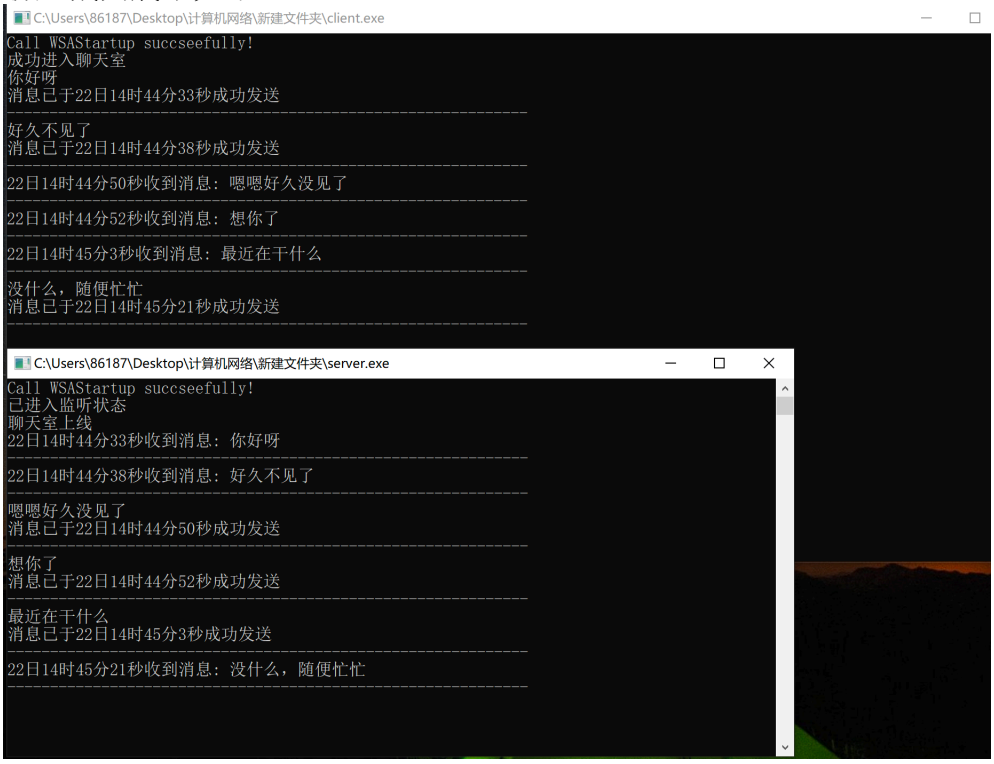
中，我们采用的多线程方式，如果 socket 在线程的循环体中创建，或者只是简单的传 socket 进入函数（相当于在栈中创建了两个新的套接字），则会在并行执行的时候发生两个 socket 同时请求一个端口的问题（没有设置 copy 机制）而导致错误。但如果采用引用的方式，传入的是套接字的地址，则两个线程共用一个套接字，在发送消息和接收消息时进行复用，便能够消除上述的问题。经过测试，上述问题还可以通过设置 Recv、Send 为阻塞模式或设置端口的 copy 机制进行解决。

6 程序使用演示

程序在使用时应当先开启服务端，再开启客户端。否则客户端无法连接到服务端，将会自动退出程序。启动成功截图如下：



聊天截图展示如下：



输入“quit()”结束聊天，截图如下：