实验 1：HTTP 代理服务器的设计与实现

学号： 1130310128

姓名： 杨尚斌

专业： 计算机科学与技术

指导老师： 聂兰顺

1. 实验目的

熟悉并掌握 Socket 网络编程的过程与技术；深入理解 HTTP 协议， 掌握 HTTP 代理服务器的基本工作原理；掌握 HTTP 代理服务器设计与编程实现的基本技能。

2. 实验环境

- 接入 Internet 的实验主机
- Windows 10, Visual Studio 2013
- 开发语言：C++

3. 实验内容

1. 设计并实现一个基本 HTTP 代理服务器。要求在指定端口（例如 8080）接收来自客户的 HTTP 请求并且根据其中的 URL 地址访问该地址 所指向的 HTTP 服务器（原服务器），接收 HTTP 服务器的响应报文，并 将响应报文转发给对应的客户进行浏览
2. 扩展 HTTP 代理服务器，支持如下功能：
   网站过滤：允许/不允许访问某些网站；
   用户过滤：支持/不支持某些用户访问外部网站；

4. 实验总结

1. **Socket 编程的客户端和服务器端主要步骤**

服务器端：

1. 使用 socket 函数创建一个 socket 描述符，来唯一标识一个 socket。函数原型为： int socket(int domain, int type, int protocol)，函数返回一个
2. 使用 bind 函数绑定 IP 地址，端口信息等。函数原型为：int bind(int sockfd, const struct sockaddr * addr, socklen_t addrlen)
3. 使用 listen 函数进行监听创建的 socket。函数原型为 int listen(int sockfd, int backlog)
4. 使用 accept 函数接收请求，此时 socket 连接也就建立好了。函数原型为 int accept(int sockfd, struct sockaddr * addr, socklen_t * addrlen)
5. 使用 read(), write() 等函数调用网络 I/O 进行读写操作，来实现网络中不同进程之间的通信
6. 使用 close 函数关闭网络连接，即关系相应的 socket 描述字。函数原型为 int close(int fd)，注：close 操作知识是相应的 socket 描述字的引用计数-1，只有当引用计数为 0 的时候，才会触发客户端想服务器发送终止连接请求

客户端：

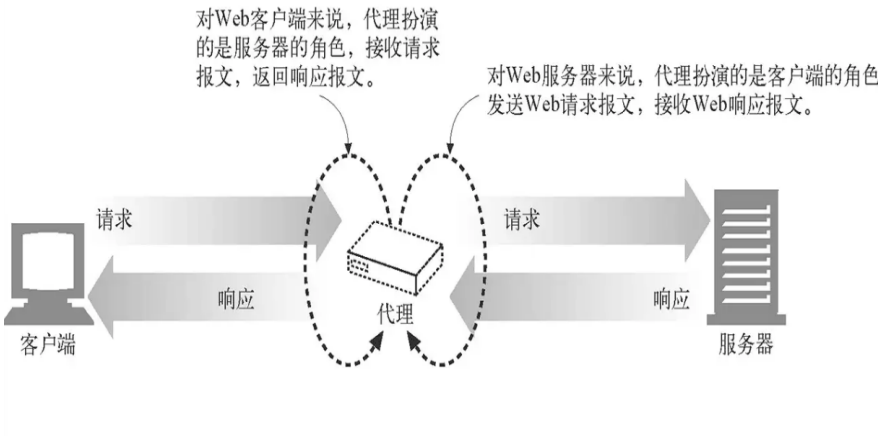
1. 创建 socket
2. 绑定 IP 地址，端口信息
3. 设置要连接对方的 IP 地址和端口属性
4. 使用 connect 函数连接服务器。 函数原型为 int connect(int sockfd, const struct sockaddr * addr, socklen_t addrlen)
5. 使用 read(), write()等函数进行网络 I/O 的读写
6. 关闭网络连接

2. HTTP 代理服务器的基本原理

正常情况下去访问 HTTP 协议的网站，一般是浏览器向服务器发送一个请求，之后服务器会产生响应，从而客户端得到相应的数据。

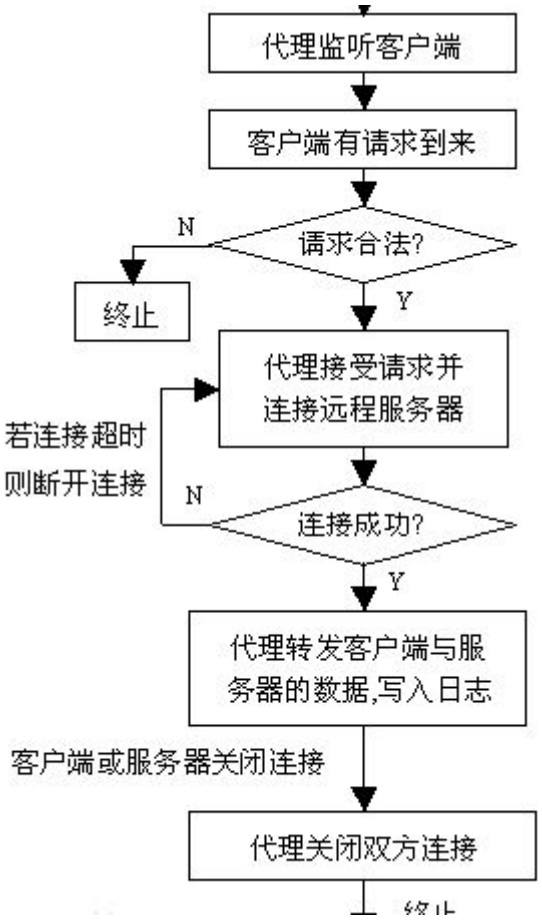
如果我们在请求与响应的中间加入一层，即 浏览器向代理服务器发送请求，代理服务器去解析这个请求，然后向真正的服务器去发送请求，然后代理服务器得到真正服务器所得到的响应，然后再发送给客户端。

也就是说，加了代理服务器之后，相对于客户端来说，代理服务器就是服务器；相对于真正的服务器来说，代理服务器就是客户端。代理服务器在整个过程中充当的是一个媒介的作用，用图来表示就是这样的：



除此之外，我们还可以利用代理服务器设置缓存，即再报文解析后代理服务器在本地查找缓存，如果有缓存并且没有过期的情况下，直接使用缓存的内容，这样能真正的减少服务器端的负荷，提高客户端的访问速度。

3. HTTP 代理服务器的程序流程图



4. 实现 HTTP 代理服务器的关键技术及解决方案

1. Socket 编程

HTTP 的请求都是遵循相应的标准格式，因此我们针对标准的格式要进行正确的处理，来得到正确结果。

2. 代理流程的正确组织

整个代理服务器中，相关的流程不能出现差错。即必须遵循这样的一个流程： 先建立相关的 socket 连接，然后真正的客户端首先去请求代理服务器，代理服务器去解析请求的内容，然后由他像真正的服务器发出 connect 的 socket 连接，真正的服务器去响应代理服务器的这个请求，然后做出响应发送给代理服务器，然后代理服务器再发送给真正的服务器，这样就完成了一次 HTTP 的请求与响应。

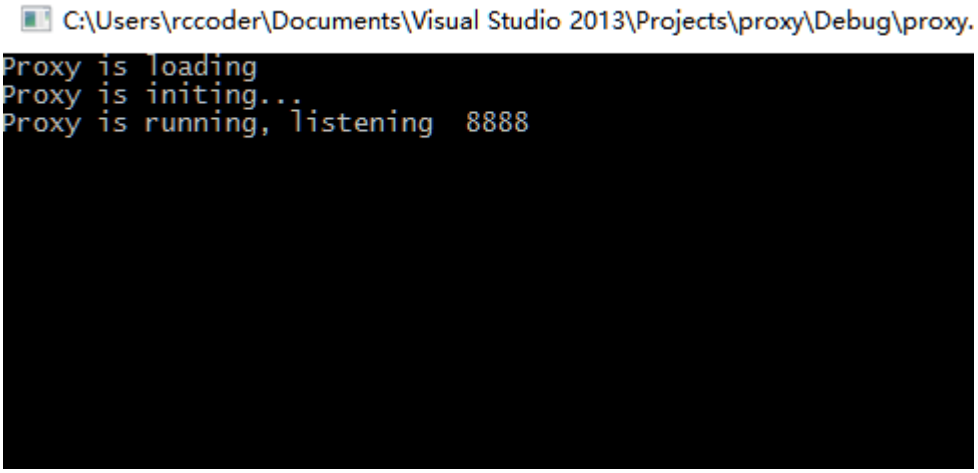
3. HTTP 请求头的正确解析

HTTP 的请求头的格式是一定的，我们要针对 HTTP 的请求头去正确的分析出服务器的 host，端口号，cookies 等其他信息。

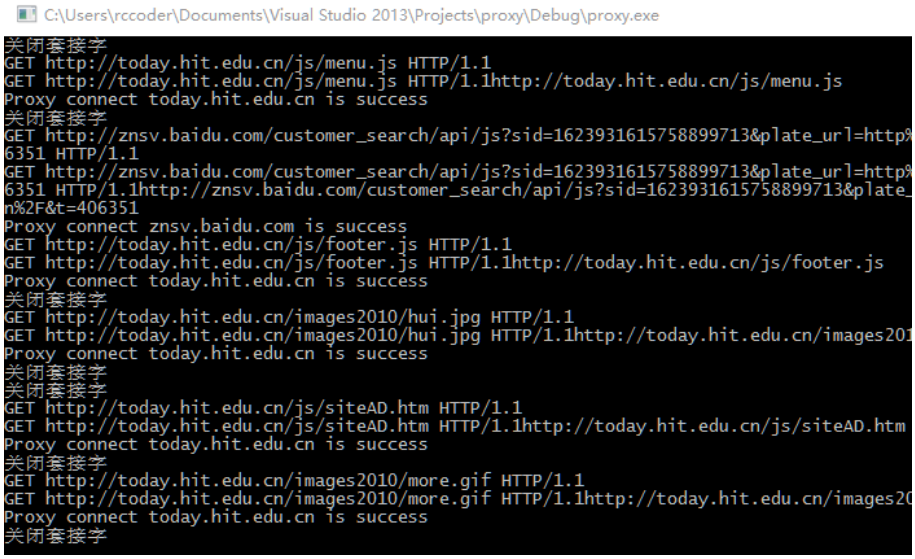
5. HTTP 代理服务器实验验证过程以及实验结果

1. 设置浏览器代理端口

2. 运行代理



3. 访问要访问的网站，查看代理运行



6. HTTP 代理服务器源代码（带有详细注释）

```
#include <stdio.h>
#include <Windows.h>
#include <process.h>
#include <string.h>
#include <tchar.h>
#pragma comment(lib,"Ws2_32.lib")
#define MAXSIZE 65507 //发送数据报文的最大长度
#define HTTP_PORT 80 //http 服务器端口
#pragma warning(disable : 4996)
//Http 重要头部数据
struct HttpHeader{
    char method[4]; // POST 或者 GET，注意有些为 CONNECT，本实验暂不考虑
    char url[1024]; // 请求的 url
    char host[1024]; // 目标主机
    char cookie[1024 * 10]; //cookie
    HttpHeader(){
        ZeroMemory(this, sizeof(HttpHeader));
    }
};

BOOL InitSocket();
void ParseHttpHead(char *buffer, HttpHeader * httpHeader);
BOOL ConnectToServer(SOCKET *serverSocket, char *host);
unsigned int __stdcall ProxyThread(LPVOID lpParameter);

//代理相关参数
SOCKET ProxyServer;
```

```
/*
    sockaddr_in 数据结构如下，协议不同相应也不同(Ipv4)

    struct sockaddr_in {
        sa_family_t    sin_family;  // 协议族，如AF_INET
        in_port_t      sin_port;    // 端口
        struct in_addr sin_addr;    // 地址
    };

    struct in_addr {
        uint32_t       s_addr;
    };
*/
sockaddr_in ProxyServerAddr;

// 绑定的端口号
const int ProxyPort = 8888;

//由于新的连接都使用新线程进行处理，对线程的频繁的创建和销毁特别浪费资源
//可以使用线程池技术提高服务器效率
//const int ProxyThreadMaxNum = 20;
//HANDLE ProxyThreadHandle[ProxyThreadMaxNum] = {0};
//DWORD ProxyThreadDW[ProxyThreadMaxNum] = {0};
struct ProxyParam{
    SOCKET clientSocket;
    SOCKET serverSocket;
};


int _tmain(int argc, _TCHAR* argv[])
{
    printf("Proxy is loading\n");
    printf("Proxy is initing...\n");

    if (!InitSocket()){
        printf("socket init error!\n");
        return -1;
    }

    printf("Proxy is running, listening   %d\n", ProxyPort);
    SOCKET acceptSocket = INVALID_SOCKET;
    ProxyParam *lpProxyParam;
```

```
    HANDLE hThread;
    DWORD dwThreadID;

    //代理服务器不断监听
    while (true){
        // init 过程中已经完成 socket 与 bind，描述符给 ProxyServer
        // int accept(int sockfd, struct sockaddr *addr, socklen_t *addrlen);
        acceptSocket = accept(ProxyServer, NULL, NULL);
        lpProxyParam = new ProxyParam;
        if (lpProxyParam == NULL){
            continue;
        }

        lpProxyParam->clientSocket = acceptSocket;
        // 调用线程执行函数
        // unsigned int __stdcall ProxyThread(LPVOID lpParameter)
        hThread = (HANDLE)_beginthreadex(NULL, 0, &ProxyThread, (LPVOID)lpProxyParam, 0,
0);
        CloseHandle(hThread);
        Sleep(200);
    }

    closesocket(ProxyServer);
    WSACleanup();
    return 0;
}

//************************************
// Method: InitSocket
// FullName: InitSocket
// Access: public
// Returns: BOOL
// Qualifier: 初始化套接字
//************************************
BOOL InitSocket(){
    // 加载套接字库（必须）
    WORD wVersionRequested;
    WSADATA wsaData;
    // 套接字加载时错误提示
    int err;
    // 版本 2.2
    wVersionRequested = MAKEWORD(2, 2);
    // 加载 dll 文件 Scoket 库
    err = WSAStartup(wVersionRequested, &wsaData);
```

```
    if (err != 0){
        //  找不到  winsock.dll
        printf("加载  winsock  失败，错误代码为: %d\n", WSAGetLastError());
        return FALSE;
    }
    if (LOBYTE(wsaData.wVersion) != 2 || HIBYTE(wsaData.wVersion) != 2)
    {
        printf("不能找到正确的  winsock  版本\n");
        WSACleanup();
        return FALSE;
    }
    /*
        创建和服务器端连接的socket

        int socket(int domain, int type, int protocol)

        AF_INET决定了要用ipv4地址（32位的）与端口号（16位的）的组合
        protocol  为  0  的时候会自动根据  type  选择正确的协议

        函数返回的是一个  Socket  描述符，
        但是返回的socket描述字它存在于协议族（address family，AF_XXX）空间中，但没有一个具体的地址
        需要调用  bind  函数来指定地址
    */
    ProxyServer = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (INVALID_SOCKET == ProxyServer){
        printf("Create socket error: %d\n", WSAGetLastError());
        return FALSE;
    }
    /*
        绑定  Socket  具体地址

        int bind(int sockfd, const struct sockaddr *addr, socklen_t addrlen);

        struct sockaddr  数据类型如  ProxyServerAddr  定义时的注释所示
    */
    ProxyServerAddr.sin_family = AF_INET; //协议族
    ProxyServerAddr.sin_port = htons(ProxyPort); //端口
    ProxyServerAddr.sin_addr.S_un.S_addr = INADDR_ANY; //协议地址

    if (bind(ProxyServer, (SOCKADDR*)&ProxyServerAddr, sizeof(SOCKADDR)) == SOCKET_ERROR){
        printf("Bind socket error\n");
        return FALSE;
```

```
    }

    /*
        监听

        int listen(int sockfd, int backlog);

        backlog  可排队的最大连接数
    */
    if (listen(ProxyServer, SOMAXCONN) == SOCKET_ERROR){
        printf("listen %d port error\n", ProxyPort);
        return FALSE;
    }
    return TRUE;
}
//************************************
// Method: ProxyThread
// FullName: ProxyThread
// Access: public
// Returns: unsigned int __stdcall
// Qualifier:  线程执行函数
// Parameter: LPVOID lpParameter
//************************************
unsigned int __stdcall ProxyThread(LPVOID lpParameter){
    char Buffer[MAXSIZE];
    char *CacheBuffer;
    ZeroMemory(Buffer, MAXSIZE);
    SOCKADDR_IN clientAddr;
    int length = sizeof(SOCKADDR_IN);
    int recvSize;
    int ret;
    // recv IO操作
    recvSize = recv(((ProxyParam*)lpParameter)->clientSocket, Buffer, MAXSIZE, 0);
    if (recvSize <= 0){
        goto error;
    }
    HttpHeader* httpHeader = new HttpHeader();
    CacheBuffer = new char[recvSize + 1];
    ZeroMemory(CacheBuffer, recvSize + 1);
    memcpy(CacheBuffer, Buffer, recvSize);
    //  处理  HTTP header部分信息
    ParseHttpHead(CacheBuffer, httpHeader);
    delete CacheBuffer;
    //  连接服务器
```

```
    if (!ConnectToServer(&((ProxyParam*)lpParameter)->serverSocket, httpHeader->host)) {
        goto error;
    }
    printf("Proxy connect %s is success\n", httpHeader->host);
    //  将客户端发送的 HTTP 数据报文直接转发给目标服务器
    // send IO操作
    ret = send(((ProxyParam *)lpParameter)->serverSocket, Buffer, strlen(Buffer) + 1, 0);
    //等待目标服务器返回数据
    recvSize = recv(((ProxyParam*)lpParameter)->serverSocket, Buffer, MAXSIZE, 0);
    if (recvSize <= 0){
        goto error;
    }
    //将目标服务器返回的数据直接转发给客户端
    ret = send(((ProxyParam*)lpParameter)->clientSocket, Buffer, sizeof(Buffer), 0);
    //错误处理
error:
    printf("关闭套接字\n");
    Sleep(200);
    closesocket(((ProxyParam*)lpParameter)->clientSocket);
    closesocket(((ProxyParam*)lpParameter)->serverSocket);
    delete lpParameter;
    _endthreadex(0);
    return 0;
}
//*************************************
// Method: ParseHttpHead
// FullName: ParseHttpHead
// Access: public
// Returns: void
// Qualifier:  解析 TCP 报文中的 HTTP 头部
// Parameter: char * buffer
// Parameter: HttpHeader * httpHeader
//*************************************
void ParseHttpHead(char *buffer, HttpHeader * httpHeader){
    char *p;
    char *ptr;
    const char * delim = "\r\n";
    p = strtok_s(buffer, delim, &ptr);//提取第一行
    printf("%s\n", p);
    if (p[11] == 'p') {
        char * ppp = "GET http://today.hit.edu.cn/ HTTP/1.1";
        strcpy(p, ppp);
    }
    printf("%s", p);
```

```
    if (p[0] == 'G'){//GET 方式
        memcpy(httpHeader->method, "GET", 3);

        memcpy(httpHeader->url, &p[4], strlen(p) - 13);

    }
    else if (p[0] == 'P'){//POST 方式
        memcpy(httpHeader->method, "POST", 4);
        memcpy(httpHeader->url, &p[5], strlen(p) - 14);
    }
    printf("%s\n", httpHeader->url);
    p = strtok_s(NULL, delim, &ptr);
    while (p){
        switch (p[0]){
            case 'H'://Host
                memcpy(httpHeader->host, &p[6], strlen(p) - 6);
                break;
            case 'C'://Cookie
                if (strlen(p) > 8){
                    char header[8];
                    ZeroMemory(header, sizeof(header));
                    memcpy(header, p, 6);
                    if (!strcmp(header, "Cookie")){
                        memcpy(httpHeader->cookie, &p[8], strlen(p) - 8);
                    }
                }
                break;
            default:
                break;
        }
        p = strtok_s(NULL, delim, &ptr);
    }
}
//************************************
// Method: ConnectToServer
// FullName: ConnectToServer
// Access: public
// Returns: BOOL
// Qualifier: 根据主机创建目标服务器套接字，并连接
// Parameter: SOCKET * serverSocket
// Parameter: char * host
//************************************
BOOL ConnectToServer(SOCKET *serverSocket, char *host){
    sockaddr_in serverAddr;
```

```
    serverAddr.sin_family = AF_INET;
    serverAddr.sin_port = htons(HTTP_PORT);
    HOSTENT *hostent = gethostbyname(host);
    if (!hostent){
        return FALSE;
    }
    in_addr Inaddr = *((in_addr*)*hostent->h_addr_list);
    serverAddr.sin_addr.s_addr = inet_addr(inet_ntoa(Inaddr));
    *serverSocket = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
    if (*serverSocket == INVALID_SOCKET){
        return FALSE;
    }
    if (connect(*serverSocket, (SOCKADDR *)&serverAddr, sizeof(serverAddr)) ==
SOCKET_ERROR){
        closesocket(*serverSocket);
        return FALSE;
    }
    return TRUE;
}
```