

----- Ep5 -----

》》》什么是 boost 中的 Beast 库？有什么作用？

|  |   |
|--|---|
| Boost.Beast 是 Boost 库的一部分，它在 Boost.Asio 库的基础上构建，因此可以方便地与其他 Boost 库和现代 C++ 特性一起使用。                          |   |
| Beast 专门用于处理与 HTTP 和 WebSocket 相关的功能，它是一个跨平台的 C++ 库，提供了一个高效且灵活的方式来实现网络应用，特别是在基于 HTTP 和 WebSocket 协议的应用程序中。 |   |
| HTTP 协议支持：   | <ul style="list-style-type: none"><li>Boost.Beast 提供了对 HTTP 请求和响应的构建、解析和传输的支持。它支持常见的 HTTP 方法（如 GET、POST、PUT、DELETE）以及 HTTP 标头、消息体等内容的处理。</li><li>它其中包含的方法能够用于构建 HTTP 客户端和服务端，并且支持同步和异步 I/O 操作。</li></ul>        |
| WebSocket 协议支持：  | <ul style="list-style-type: none"><li>Boost.Beast 还提供了对 WebSocket 协议的支持，可以用来创建 WebSocket 客户端和服务端。</li><li>WebSocket 是一种全双工通信协议，广泛用于实时应用（例如聊天室、实时通知系统等）。</li><li>它可以帮助开发者轻松处理 WebSocket 握手、消息发送和接收等操作。</li></ul> |
| 与 Boost.Asio 的集成：  | Boost.Beast 构建在 Boost.Asio 库之上，后者是一个用于异步 I/O 操作的高性能库。通过这种集成，Boost.Beast 可以轻松处理基于 I/O 的任务，如接收和发送数据，适用于高效的网络服务和客户端应用。   |
| 高效的处理机制：   | Boost.Beast 还使用了现代 C++ 特性（如模板、智能指针、移动语义等），这能够提供高效的内存管理和性能表现，适合需要高性能和低延迟的网络应用。   |

》》》什么是全双工？半双工？单工？（关于设备能否进行传播和接收、传播或接收能否同时发生的问题）

|                      |  |
|----------------------|--|
| 1. 全双工 (Full-Duplex) | 全双工通信指的是在同一时间内，通信双方可以同时进行双向数据传输。也就是说，双方可以在同一时间既发送又接收数据。  |
| 特点：                  | <ul style="list-style-type: none"><li>同时发送和接收数据。</li><li>双向通信不互相干扰。</li><li>需要独立的信号通道来实现同时的发送和接收。</li></ul>  |
| 例子：                  | <ul style="list-style-type: none"><li>电话通信：在电话通话过程中，双方可以同时说话和听到对方的声音。</li><li>现代计算机网络：例如以太网，在全双工模式下，数据可以同时发送和接收。</li><li>无线通信（如Wi-Fi）：现代的无线设备也支持全双工通信。</li></ul> |

|                      |   |
|----------------------|---|
| 2. 半双工 (Half-Duplex) | 半双工通信指的是通信双方在同一时间内只能单向传输数据。在一个时间段内，数据只能在一个方向上传输，另一方只能接收数据，无法同时发送。要实现双向通信，设备需要切换方向。  |
| 特点：                  | <ul style="list-style-type: none"><li>在任意时刻只能发送或接收数据，不能同时进行。</li><li>数据流是单向的，传输方向可以改变，但不能同时改变。</li></ul>  |
| 例子：                  | <ul style="list-style-type: none"><li>对讲机：对讲机是典型的半双工通信设备，一个用户按下按钮讲话时，另一方只能接收，直到用户松开按钮才能接收或发送。</li><li>无线电通信：在许多无线电系统中，广播和接收这两个操作只能是交替进行的。</li></ul> |

|                 |  |
|-----------------|--|
| 3. 单工 (Simplex) | 单工通信是一种通信模式，在这种模式下，数据只能沿着一个方向传输，即只能从发送方到接收方，不允许反向传输。可以将其视为全双工和半双工的“极端”情况。  |
| 特点：             | <ul style="list-style-type: none"><li>数据只能单向传输，接收方无法发送任何反馈。</li><li>通常只用于一些简单的数据传输场景。</li></ul>                          |
| 例子：             | <ul style="list-style-type: none"><li>电视广播：电视台只会将信号广播到所有观众，观众无法将信号发送回广播站。</li><li>收音机：收音机只能接收广播电台的信号，无法反向传输数据。</li></ul> |

》》》using tcp = boost::asio::ip::tcp; 和 namespace tcp = boost::asio::ip::tcp; 有什么不同？可以代替使用吗？

|      |                                       |                                   |
|------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 特性   | namespace tcp = boost::asio::ip::tcp; | using tcp = boost::asio::ip::tcp; |
| 作用   | 为整个命名空间创建别名                           | 为类型或类创建别名                         |
| 用法   | 用于简化命名空间成员的访问                         | 用于简化类型名的使用                        |
| 访问方式 | tcp:: 替代 boost::asio::ip::tcp::       | tcp:: 替代 boost::asio::ip::tcp::   |
| 适用范围 | 适用于命名空间（可以有多个成员）                      | 适用于具体的类型（如类、结构体、函数指针、模板等）         |

我们可以打开文件进行查阅，可以看到 tcp 明显是一个类型，可以查阅到相关定义：



》》》 async\_accept 函数参数中填入的 lambda 表达式，其中 return; 如果被调用，会导致什么？

```
m_Acceptor.async_accept(m_Socket, [this](boost::beast::error_code ec)
{
    try
    {
        // 如果当前连接出错，则放弃该连接，并且继续监听新连接
        if(ec)
        {
            this->Start();
            return;
        }

        // 如果连接正常，则使用 HpptConnection 处理连接
        std::make_shared<HttpConnection>();
        this->Start();

        catch(std::exception& ex)
        {
            JC_CORE_ERROR("Exception is {}", ex.what());
            this->Start();
        }
    }
};
```

在这个代码段中，return 语句只会导致当前回调函数的终止，而不会导致整个程序终止。  
这是因为你在 Lambda 回调函数内部使用了 return，它只是控制 Lambda 函数的流，结束当前的回调执行。

》》》 shared\_from\_this 的作用

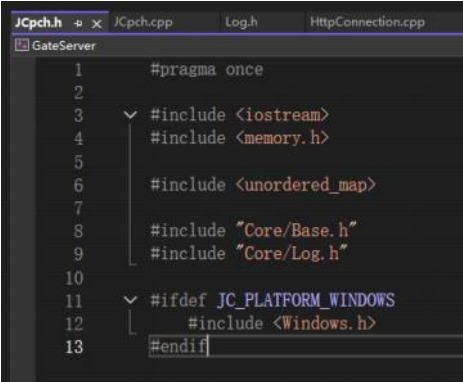
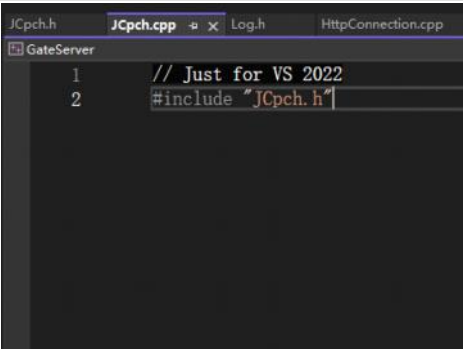
在异步回调中，你需要确保 CServer 对象在回调函数执行期间是有效的。如果你直接使用 this 指针，而此时 CServer 对象已经在别的地方被销毁或超出作用域，那么会导致 this 指针指向无效的内存地址，造成悬挂指针问题。

使用 shared\_from\_this() 通过智能指针来管理对象生命周期，这样即使 Start() 函数返回并进入异步回调，CServer 对象也会因为 shared\_ptr 的引用计数而保持有效。这样就避免了对象被提前销毁的问题。

》》》 const.h 设置为预编译头文件

我没有选择将 const.h 仅仅作为一个全局的头文件来使用，我想将其作为一个预编译头文件：Precompile header，所以我这样操作：

在 VS 2022 中创建两个文件：

|      |  |
|------|--|
| .h   |  <pre>1 #pragma once 2 3 #include &lt;iostream&gt; 4 #include &lt;memory.h&gt; 5 6 #include &lt;unordered_map&gt; 7 8 #include "Core/Base.h" 9 #include "Core/Log.h" 10 11 #ifdef JC_PLATFORM_WINDOWS 12 #include &lt;Windows.h&gt; 13 #endif</pre> |
| .cpp |  <pre>1 // Just for VS 2022 2 #include "Jcpch.h"</pre>  |

然后在 premake 脚本中做声明：

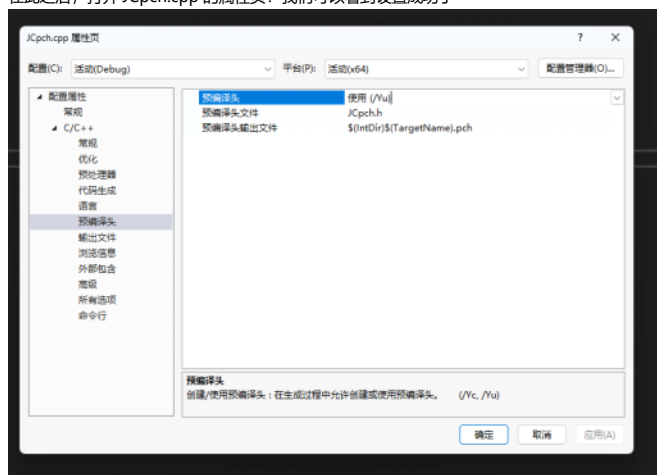
```
16 project "GateServer"
17     location "GateServer"
18     kind "ConsoleApp"
19     language "C++"
20     --cpddialect "C++17"           --C++标准（编译时）
21
22     targetdir ("%bin/%{cfg.buildcfg}-%{cfg.system}-%{cfg.architecture}%{prj.name}")
23     objdir ("%bin-int/%{cfg.buildcfg}-%{cfg.system}-%{cfg.architecture}%{prj.name}")
24
25     pchheader "JCpch.h"
26     pchsource "%{prj.name}/src/JCpch.cpp"
27
```

我们还需要为包含库目录添加 src，以便编译器在该文件夹中直接匹配 pch.h。（而不是 src/JCpch.h）

```
24
25     pchheader "JCpch.h"
26     pchsource "%{prj.name}/src/JCpch.cpp"
27
28     -- 宏定义
29     defines
30     {
31
32     }
33
34     -- 添加源文件
35     files
36     {
37         "%{prj.name}/src/**/*.h",
38         "%{prj.name}/src/**/*.cpp"
39     }
40
41     -- 添加包含目录
42     includedirs
43     {
44         "%{prj.name}/src",
45         "%{prj.name}/vendor/Boost1_88_0/include",
46         "%{prj.name}/vendor/Jsoncpp_1_9_6/include",
47         "%{prj.name}/vendor/Spdlog_1_15_3/include"
48     }
49
```

接下来运行 .bat 文件，并重载项目。

在此之后，打开 JCpch.cpp 的属性页：我们可以看到设置成功了



我们补全一下预编译头文件，Now it's finished

```
#pragma once

#include <iostream>
#include <memory.h>
#include <unordered_map>

#include <boost/beast/http.hpp>
#include <boost/beast.hpp>
#include <boost/asio.hpp>

#include "Core/Base.h"
#include "Core/Log.h"

namespace beast = boost::beast;
namespace http = boost::beast::http;
namespace net = boost::asio;
using tcp = boost::asio::ip::tcp;

#ifdef JC_PLATFORM_WINDOWS
#include <Windows.h>
#endif
```

**在运行之前，请确保项目的每一个.cpp在最开始都包含了 JCpch.h 文件，否则会报错。**

关于预编译头文件，正常的使用逻辑是包含在 .cpp 文件中，不需要包含在 .h 文件中，如果你在 .cpp 文件中正确地包含了预编译头文件，即使头文件中没有包含它，编译时也可以识别文件中的相关的声明。

示例：即使没有在 Cserver.h 中包含预编译头文件，照样能够识别。

```

.h
#pragma once

class CServer : public std::enable_shared_from_this<CServer>
{
public:
    CServer(boost::asio::io_context& context, unsigned short& port);

    void Start(); // 用于监听链接, 并对新链接进行处理
private:
    boost::asio::io_context& m_Context;
    boost::asio::ip::tcp::acceptor m_Acceptor;
    boost::asio::ip::tcp::socket m_Socket;
};

```

```

.cpp
#include "Jcpch.h"
#include "CServer.h"
#include "HttpConnection.h"

CServer::CServer(boost::asio::io_context& context, unsigned short& port)
    : m_Context(context), m_Acceptor(context, boost::asio::ip::tcp::endpoint(tcp::v4(), port)), m_Socket(context)
{
}

void CServer::Start()
{
    auto self = shared_from_this();
    m_Acceptor.async_accept(m_Socket, [self](boost::beast::error_code ec)
    {
        try
        {
            // 如果当前连接出错, 则放弃该连接, 并且继续监听新连接
            if(ec)
            {
                self->Start();
                return;
            }

            // 如果连接正常, 则使用 HttpConnection 处理连接
            std::make_shared<HttpConnection>(self->m_Socket)->Start();
            self->Start();
        }
        catch(std::exception& ex)
        {
            JC_CORE_ERROR("Exception is {}, ex.what()", ex.what());
            self->Start();
        }
    });
}

```

》》》一个疑问:

```

11 void CServer::Start()
12 {
13     auto self = shared_from_this();
14     m_Acceptor.async_accept(m_Socket, [self](boost::beast::error_code ec)
15     {
16         try
17         {
18             // 如果当前连接出错, 则放弃该连接, 并且继续监听新连接
19             if(ec)
20             {
21                 self->Start();
22                 return;
23             }
24
25             // 如果连接正常, 则使用 HttpConnection 处理连接
26             std::make_shared<HttpConnection>(self->m_Socket)->Start();
27             self->Start();
28         }
29         catch(std::exception& ex)
30         {
31             JC_CORE_ERROR("Exception is {}, ex.what()", ex.what());
32             self->Start();
33         }
34     }
35 );
36 }
37

```

这个函数难道会一直进行监听操作, 直至程序被终止吗? 为什么? (因为他进行的是监听操作吗?)

》》》什么是左值, 什么是右值?

左值 (Lvalue) :

|     |  |
|-----|--|
| 特点: | <ul style="list-style-type: none"> <li>可以被赋值。</li> <li>在程序中有明确的内存地址。即 --&gt; 左值是可寻址的 (例如, 变量名就是一个左值)。</li> </ul> |
| 定义: | 左值是指可以出现在赋值符号 "=" 左边的表达式。简单来说, 左值是有持久位置的对象, 可以通过其地址进行访问。   |

|     |  |
|-----|--|
| 示例: | <pre>int x = 10;    // x 是左值 x = 20;        // x 作为左值出现在赋值左边</pre> |
|-----|--|

右值 (Rvalue) :

|     |  |
|-----|--|
| 定义: | 右值是指不能出现在赋值符号 “=” 左边的表达式，通常是临时对象或即将销毁的对象。  |
| 特点: | <ul style="list-style-type: none"><li>右值是没有持久地址的。</li><li>右值通常表示临时值，不能对其进行修改（不能取地址）。</li><li>右值通常是表达式的结果，如常量或函数返回的临时值。</li></ul> |
| 示例: | <pre>int x = 10; int y = x + 5; // x + 5 是右值</pre>   |

左值引用:

|       |  |
|-------|--|
| 左值引用: | int& 是左值引用类型，表示对一个左值的引用。                             |
| 示例:   | <pre>int a = 5; int&amp; b = a; // b 是 a 的左值引用</pre> |

右值引用:

|       |   |
|-------|---|
| 右值引用: | int&& 是右值引用类型，表示对一个右值的引用。右值引用允许我们移动资源而不是复制它们。 |
| 示例:   | int&& c = 10; // c 是右值引用，绑定到右值 10             |

》》》std::move ?



std::move 可以将左值转为右值吗？

是的，std::move 可以将左值转为右值。

std::move 本身并不会移动任何数据，它的作用只是将一个左值转换为右值引用，从而允许将这个对象的资源转移（移动）给另一个对象。这表明我们想要“移动”这个对象的资源，而不是拷贝它。

|     |  |
|-----|--|
| 示例: | <pre>int x = 10; int&amp;&amp; y = std::move(x); // std::move 将左值 x 转为右值引用 y</pre> |
|-----|--|

为什么需要 std::move？

在 C++ 中，移动语义允许资源（如动态内存或文件句柄）从一个对象转移到另一个对象，而不是进行昂贵的拷贝操作。std::move 是实现这一机制的工具，告诉编译器这个对象不再需要，且其资源可以安全地转移。

|     |  |
|-----|--|
| 示例: | <pre>HttpConnection::HttpConnection(boost::asio::ip::tcp::socket socket) : m_Socket(std::move(socket))    // 使用 std::move, 将 socket 的资源转移到 m_Socket { }  boost::asio::ip::tcp::socket 是一个非拷贝类型（禁止拷贝构造和拷贝赋值），也就是说它不允许被拷贝。 如果你尝试直接将 socket 赋值给 m_Socket 而不使用 std::move, 编译器会报错，因为它无法进行拷贝。  通过 std::move 转移资源: std::move(socket) 将 socket 转换成右值引用，允许编译器将 socket 的内部资源（如缓冲区、网络连接等）转移给 m_Socket, 而不是进行拷贝。 这样可以避免不必要的资源复制，并且能够正确地初始化 m_Socket。</pre> |
|-----|--|

》》》复制与移动

复制 (Copying) :

|     |  |
|-----|--|
| 定义: | 复制是将一个对象的内容拷贝到另一个对象中。通常，复制会创建对象的一个副本，并且源对象和目标对象各自拥有自己的资源。  |
| 过程: | 当进行复制时，原始对象的内容（如内存、数据等）会被逐个拷贝到新的内存位置。复制操作会导致开销，特别是当对象包含动态分配的资源（如指针、文件句柄等）时。  |
| 示例: | <pre>std::vector&lt;int&gt; vec1 = {1, 2, 3}; std::vector&lt;int&gt; vec2 = vec1; // 复制, vec2 拷贝了 vec1 的所有元素</pre> |

移动 (Moving / 资源转移) :

|       |  |
|-------|--|
| 定义:   | 移动是将一个对象的资源（如内存、指针等）从一个对象转移到另一个对象，而不是复制这些资源。移动后的原对象通常不再拥有这些资源，移动操作不会对这些资源进行复制，而是直接“转移”它们的所有权。  |
| 具体操作: | 在移动操作中，原对象持有某些资源（例如动态分配的内存、文件句柄等），而目标对象需要接管这些资源。移动操作通常通过直接传递资源的地址或指针来实现这一转移。简而言之，原对象的指针（内存地址）会直接赋给目标对象。例如，如果一个对象内有一个指向动态分配内存的指针，移动操作会将该指针直接转移到新对象，而原对象的指针会被置为 nullptr 或清空，从而避免资源的重复释放。 |
| 过程:   | 移动操作的关键是资源的所有权转移，原对象会被标记为“空”或“无效”状态，而目标对象获得资源的所有权。移动通常比复制更高效，因为它避免了不必要的资源分配和复制。  |
| 示例:   | std::vector<int> vec1 = {1, 2, 3};   |



```
std::vector<int> vec2 = std::move(vec1); // 移动, vec2 获得 vec1 的资源, vec1 变为空状态
```

移动和复制的关系：

|     |   |
|-----|---|
| 复制： | 拷贝资源，两个对象各自拥有独立的资源副本，可能需要额外的内存分配。                 |
| 移动： | 转移资源的所有权，一个对象不再拥有资源，另一个对象获得所有权，通常不需要额外的内存分配或数据拷贝。 |

举例：（移动和复制的关系：）

|              |  |
|--------------|--|
| 用我的话来讲，复制就是： | 我有一套房子，如果你想使用我的房子做一些事情，则需要你自己去买一套一模一样的房子，并可由你自己进行装潢。                   |
| 而移动则是：       | 我有一套房子，如果你想使用我的房子做一些事情，我直接把房产证给你，在拥有者这一栏划掉我的名字，并写上你的名字，转移所有权，然后房间任你处置。 |

```
》》》注意：这里使用初始化列表对 buffer 进行初始化，使用的是 "{}" 而不是 "[]"。

#pragma once

class HttpConnection : public std::enable_shared_from_this<HttpConnection>
{
public:
    HttpConnection(boost::asio::ip::tcp::socket socket);

    void Start();
private:
    void HandleReq();
    void WriteResponse();
    void CheckDeadline();
private:
    boost::asio::ip::tcp::socket m_Socket;

    boost::beast::flat_buffer m_Buffer{ 8192 };

    () namespace boost {
        uest<http::dynamic_body> m_Request;
        onse<http::dynamic_body> m_Response;
        er m_Deadline(m_Socket.get_executor(), std::chrono::seconds(60));
    };
};
```

》》》boost::beast::http::request<http::dynamic\_body> m\_Request;  
》》》boost::beast::http::response<http::dynamic\_body> m\_Response;  
》》》的作用？

|  |  |
|--|--|
| 1. boost::beast::http::request<http::dynamic_body> m_Request | <ul style="list-style-type: none"><li>• boost::beast::http::request&lt;http::dynamic_body&gt; 是 Boost.Beast 提供的用于表示 HTTP 请求的模板类。</li><li>• http::dynamic_body 表示请求的 请求体，其内容可以是任意格式的数据，dynamic_body 允许处理大小可变的请求体（如 JSON、HTML、文件上传等）。它的主要作用是处理请求的正文内容，例如通过 POST 或 PUT 请求发送的数据。</li></ul> |
| 作用：  | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>m_Request 是一个 HTTP 请求对象</b>，它存储了来自客户端的 HTTP 请求信息，代表一个客户端发送到服务器的 HTTP 请求。包括请求方法（GET、POST、PUT 等）、头部信息和请求体。</li><li>• 它可用于发送请求、获取响应、或者在服务器端接收并处理客户端的请求。</li></ul>  |

|  |   |
|--|---|
| 2. boost::beast::http::response<http::dynamic_body> m_Response | <ul style="list-style-type: none"><li>• boost::beast::http::response&lt;http::dynamic_body&gt; 是 Boost.Beast 提供的用于表示 HTTP 响应的模板类。</li><li>• http::dynamic_body 同样表示响应的 响应体。这使得响应体可以处理大小可变的数据（如文本、图片、视频、JSON 等）。</li></ul> |
| 作用：  | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>m_Response 是一个 HTTP 响应对象</b>。它存储了服务器返回给客户端的 HTTP 响应信息，代表服务器向客户端发送的 HTTP 响应。这个响应包含了状态码、响应头以及响应体。</li><li>• 它可以用来在服务器端创建并发送响应，或者在客户端接收并处理响应。</li></ul>                           |

具体应用场景

在服务器端：

1. 接收 HTTP 请求：服务器通过 m\_Request 来接收客户端发送的请求，提取出请求头、请求方法和请求体等内容。
2. 处理请求并生成响应：服务器根据接收到的请求内容，通过 m\_Response 构造一个适当的 HTTP 响应（例如返回数据、状态码等），将响应返回给客户端。

》》》什么是 Boost::ignore\_unused？有什么作用？

boost::ignore\_unused 是 Boost 库中的一个工具，用于标记未使用的变量，以消除编译器的警告信息。

作用：  
在 C++ 编程中，如果你声明了一个变量，但在代码中并未使用它，编译器通常会发出一个警告。这种警告通常是为了提醒开发者：声明了一个变量但是没有使用它，可能是代码中存在逻辑错误或者冗余。有时候，出于某些需求（例如接口的通用性或者模板编程），你可能需要在某些情况下声明变量，但又不一定会使用它。这时候，boost::ignore\_unused 可以用来避免这些警告。

示例：

|   |   |
|---|---|
| <p>在 <code>HttpConnection</code> 的成员函数 <code>start</code> 进行设计的时候，我们发现这个函数 <code>boost::ignore_unused</code></p> <pre>void HttpConnection::Start() {     auto self = shared_from_this();     http::async_read(_socket, _buffer, _request, [self](beast::error_code ec,         std::size_t bytes_transferred) {         try {             if (ec) {                 std::cout &lt;&lt; "http read err is " &lt;&lt; ec.what() &lt;&lt; std::endl;                 return;             }              //处理读到的数据             boost::ignore_unused(bytes_transferred);             self-&gt;HandleReq();             self-&gt;CheckDeadline();         }         catch (std::exception&amp; exp) {             std::cout &lt;&lt; "exception is " &lt;&lt; exp.what() &lt;&lt; std::endl;         }     }     ); }</pre> | <p>如果你不打算在回调中使用这个值，就没有必要将它传递给回调函数，直接去掉它是没有问题的。你删除后的代码逻辑如下：</p> <pre>void HttpConnection::Start() {     auto self = shared_from_this();     http::async_read(_socket, _buffer, _request, [self](beast::error_code ec) {         try {             if (ec) {                 std::cout &lt;&lt; "http read err is " &lt;&lt; ec.what() &lt;&lt; std::endl;                 return;             }              //处理读到的数据             self-&gt;HandleReq();             self-&gt;CheckDeadline();         }         catch (std::exception&amp; exp) {             std::cout &lt;&lt; "exception is " &lt;&lt; exp.what() &lt;&lt; std::endl;         }     }     ); }</pre> |
|---|---|

》》》关于 `http::async_read` 数据流通的一些解释

```
void HttpConnection::Start()
{
    auto self = shared_from_this();
    boost::beast::http::async_read(m_Socket, m_Buffer, m_Request,
        [self](boost::beast::error_code ec, std::size_t bytesTransferred)
        {
            try
```

请求数据的流程

1. 客户端发送请求：客户端通过 TCP 连接向服务器发送 HTTP 请求（如 GET /index.html HTTP/1.1）。
2. 接收数据： `async_read` 异步地从 `_socket` 中读取数据并存入 `_buffer` 缓冲区。
3. 解析数据：在读取完成后， `Boost.Beast` 自动解析 `_buffer` 中的数据，并将解析结果存储到 `_request` 中。
4. 调用回调函数：一旦数据成功读取并解析，回调函数中的代码会被调用， `self->HandleReq()` 会进一步处理请求。

所以我们大部分数据是从 `socket` 中传递过来的，而 `socket` 由 `CServer` 初始化

```
CServer::CServer(boost::asio::io_context& context, unsigned short& port)
: m_Context(context), m_Acceptor(context, boost::asio::ip::tcp::endpoint(tcp::v4(), port)), m_Socket(context)
{
    ...
}
```

》》》 `boost::beast::http::request` 的成员函数 `target()` 是什么作用？

`request.target()` 是 `Boost.Beast` 库中 `http::request` 类的一个成员函数。它用于获取 HTTP 请求的目标（即请求的路径和查询字符串部分）。

|       |  |
|-------|--|
| 具体来说： | <ul style="list-style-type: none"><li>• <code>http::request</code> 类表示一个 HTTP 请求，其中包含了 HTTP 请求的各种信息，如请求方法、目标、请求头等。</li><li>• <code>target()</code> 函数返回的是 HTTP 请求的目标路径，也就是 URL 中的路径部分。<u>它不包括协议（如 <code>http://</code>）和主机名（如 <code>example.com</code>），但是包括路径和查询字符串（如果有的话）。</u></li></ul> |
| 返回内容： | <ul style="list-style-type: none"><li>• 类型： <code>target()</code> 返回一个 <code>boost::beast::string_view</code>，这实际上是一个轻量级的、只读的字符串视图，指向 HTTP 请求中的路径部分。</li><li>• 值： 它返回的值通常是类似 <code>/index.html</code>、<code>/api/v1/resource?param=value</code> 这样的字符串，代表 HTTP 请求的目标资源。</li></ul>          |
| 示例：   | <p>假设客户端发起了以下 HTTP 请求：</p> <pre>GET /path/to/resource?query=1 HTTP/1.1 Host: example.com ...</pre> <p>在这个例子中， <code>request.target()</code> 将返回 <u><code>/path/to/resource?query=1</code></u>。</p>   |
| 重要性？  | 在处理 HTTP 请求时，通常需要获取请求的目标路径来进行路由或资源定位。例如，Web 服务器根据请求的目标路径来决定返回哪个资源或执行哪种操作。所以 <code>target()</code> 获取的值挺重要。   |



```

    >>>> response.result
    >>>> response.set
    >>>> beast::ostream

```

```
1. _response.result(http::status::not_found);
```

这个函数设置 HTTP 响应的状态码，指示请求的结果。  
result 是 Boost.Beast 中 http::response 类的成员函数。HTTP 响应的状态码告诉客户端请求的处理结果。状态码可以分为不同的类别，如：

|                |  |
|----------------|--|
| 1xx（信息性状态码）：   | 表示请求已经被接受，处理正在进行。                              |
| 2xx（成功状态码）：    | 表示请求成功，如 200 OK。                               |
| 3xx（重定向状态码）：   | 表示需要客户端进一步操作，例如 301 Moved Permanently。         |
| 4xx（客户端错误状态码）： | 表示客户端请求有误，404 Not Found 就属于这一类，表示服务器无法找到请求的资源。 |
| 5xx（服务器错误状态码）： | 表示服务器内部错误，如 500 Internal Server Error。         |

当你使用 \_response.result(http::status::not\_found) 时，你告诉服务器要返回一个 404 Not Found 状态码，意味着请求的资源没有在服务器上找到。

```
2. _response.set(http::field::content_type, "text/plain");
```

这个函数设置 HTTP 响应头部字段。HTTP 响应头包含了关于响应的元信息，如内容类型、长度、服务器信息等。通过 set() 函数，你可以在 HTTP 响应中添加或修改某个字段的值。

在这个例子中，\_response.set(http::field::content\_type, "text/plain"); 设置了响应头中的 Content-Type 字段，告诉客户端服务器返回的是纯文本格式的数据。  
Content-Type 是响应头中最常用的字段之一，它告诉客户端如何解释响应体的内容。常见的 Content-Type 类型包括：

|                   |                  |
|-------------------|------------------|
| text/html：        | 表示响应内容是 HTML 文档。 |
| application/json： | 表示响应内容是 JSON 格式。 |
| image/png：        | 表示响应内容是 PNG 图像。  |
| text/plain：       | 表示响应内容是纯文本。      |

text/plain 格式意味着响应体中的内容没有任何格式化，它是普通的文本数据。对于 404 Not Found 响应，通常返回纯文本说明请求资源没有找到。

```
3. beast::ostream(_response.body()) << "url not found\r\n";
```

这个函数通过输出流将数据写入 HTTP 响应体（body）。beast::ostream 是 Boost.Beast 提供的一个输出流类，它用于向 HTTP 响应的 body 中写入数据。  
当客户端请求一个不存在的 URL 时，服务器通常返回一个包含错误信息的响应体。在这个例子中，"url not found\r\n" 被写入到响应体中。这会直接告诉客户端，所请求的资源没有找到。

beast::ostream 是一个与标准 C++ 输出流 (std::ostream) 类似的接口，它支持将数据流写入缓冲区。写入内容时，\r\n 是常见的换行符，它是 HTTP 响应中文本内容的标准格式。  
除了简单的文本数据，你还可以将 JSON、HTML 或其他格式的内容写入响应体。beast::ostream 提供了简单而灵活的方式来处理 HTTP 响应的内容。

>>>> 处理 HTTP 请求时，必须进行的操作包括：
 >>>> 处理 HTTP 请求时，必须进行的操作包括：

1. 设置 HTTP 响应状态码。
2. 设置响应头部（如 Content-Type、Content-Length 等）。
3. 生成响应体（实际返回的内容）。
4. 处理错误和异常，返回适当的错误码和信息。
5. （视情况）处理 CORS。
6. （视情况）设置 Cookie。
7. 设置缓存控制。
8. （视情况）确保安全性，如使用 HTTPS 和设置相关的安全头部。
9. 返回正确格式的内容。

>>>> 什么是短连接，什么是长连接？

1. 短连接（Short Connection）

|      |   |
|------|---|
| 特点   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 每次通信都建立新连接，完成后立即关闭。</li> <li>• 适用于 请求-响应模式（如 HTTP/1.0）。</li> <li>• 每次请求都需要 三次握手（建立连接）和四次挥手（关闭连接）。</li> </ul> |
| 工作流程 | 1. 客户端 发起 TCP 连接（三次握手）。<br>2. 客户端 发送请求，服务器 返回响应。<br>3. 连接立即关闭（四次挥手）。<br>4. 下次请求时，重新建立连接。  |
| 优点   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 实现简单，服务器不需要维护连接状态。</li> <li>• 适合低频请求（如网页浏览、传统 API 调用）。</li> </ul>  |
| 缺点   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 频繁建立/关闭连接，性能开销大（三次握手、四次挥手耗时）。</li> </ul>   |

|      |  |
|------|--|
|      | • 高并发时服务器压力大（每个请求都要新建连接）。                |
| 典型应用 | • HTTP/1.0（默认短连接）。<br>• 简单的 REST API 请求。 |

2. 长连接（Long Connection）

|      |   |
|------|---|
| 特点   | • 一次连接，多次通信，完成后不会立即关闭。<br>• 适用于 持续交互（如 WebSocket、数据库连接）。<br>• 减少握手开销，提高性能。                          |
| 工作流程 | 1. 客户端 发起 TCP 连接（三次握手）。<br>2. 客户端 和 服务器 可以 多次交换数据。<br>3. 连接保持，直到超时或主动关闭。<br>4. 下次请求 复用同一个连接。        |
| 优点   | • 减少 TCP 握手/挥手开销，提高效率。<br>• 适合高频请求（如实时通信、游戏、数据库访问）。<br>• 降低服务器负载（减少连接数）。                            |
| 缺点   | • 服务器需要维护连接状态（可能占用更多内存）。<br>• 需要心跳机制（防止连接被误杀）。  |
| 典型应用 | • HTTP/1.1（Keep-Alive）（默认复用连接）。<br>• WebSocket（全双工长连接）。<br>• MySQL/Redis 数据库连接池。<br>• 实时通信（如聊天、直播）。 |

》》》》 POST 请求和 GET 请求

GET GET GET

|                       |   |
|-----------------------|---|
| GET请求：                | GET请求是用来从服务器获取数据的请求。它是一个无副作用的请求，即不会修改服务器上的资源。<br>GET请求通常用于请求数据或者获取某些信息，并且请求参数通常会通过URL传递。  |
| 操作：                   | • 获取资源：通常用于请求页面内容、查询数据库中的数据、获取图片等静态资源。<br>• 传递参数：GET请求将请求的参数附加在URL后面，通常以?开头，多个参数之间用&连接。例如：https://example.com/api?name=John&id=123.   |
| GET请求的特点：             | 1. 参数通过URL传递，请求体为空。<br>2. 请求内容可以被缓存。<br>3. 浏览器可以书签GET请求，也就是说，GET请求的URL可以被保存并稍后再次访问。<br>4. 请求参数有限制：由于GET请求的参数是附加在URL后的，所以URL长度有限制，通常为2048个字符左右。<br>5. 无副作用：GET请求通常是只读取数据，不修改服务器上的任何资源。 |
| 客户端发起GET请求后，服务器一般的处理： | • 服务器接收到GET请求后，会解析URL中附带的参数。<br>• 然后根据请求的URL和参数，查找相应的资源或执行对应的查询操作。<br>• 最终，服务器将资源返回给客户端（如网页、图片、JSON数据等）。  |
| 处理流程简要：               | 1. 客户端发送GET请求。<br>2. 服务器解析请求并获取资源。<br>3. 服务器返回请求的资源或响应数据。   |

POST POST POST

|                        |  |
|------------------------|--|
| POST请求：                | POST请求用于向服务器发送数据，通常用于提交表单数据或上传文件等操作。<br>与GET不同，POST请求会将请求数据包含在请求体中，而不是URL中。  |
| 操作：                    | • 提交数据：例如，提交用户的表单数据、登录请求、注册信息等。<br>• 修改服务器资源：POST请求会对服务器上的资源进行操作，可能会修改数据、存储数据、上传文件等。   |
| POST请求的特点：             | 1. 参数通过请求体传递，不会显示在URL中，传输更为安全。<br>2. 请求内容不会被缓存。<br>3. 无长度限制：POST请求的数据量没有像GET请求那样的URL长度限制，适用于大数据的传输。<br>4. 可能引起副作用：POST请求一般用于向服务器提交数据，可能会修改服务器上的资源（例如，创建新记录、更新数据等）。 |
| 客户端发起POST请求后，服务器一般的处理： | • 服务器接收到POST请求后，会解析请求体中的数据（例如，表单数据、JSON数据等）。<br>• 根据数据内容，服务器可能会修改数据库或执行其他操作。<br>• 服务器根据操作的结果，返回一个响应（例如，操作成功的确认信息、错误消息或跳转指令等）。                                      |
| 处理流程简要：                | 1. 客户端发送POST请求，携带数据。<br>2. 服务器解析请求体中的数据，并执行相应的操作（如数据库插入、更新等）。<br>3. 服务器返回处理结果（如成功、失败、错误消息等）。   |

》》》》 既然有请求，那么服务器处理了请求之后，会做出响应  
》》》》 HTTP 响应的格式：

HTTP响应是服务器向客户端（如浏览器）发送的消息，表示请求的处理结果。它通常包含以下内容：

- 1. 状态行：指示请求的处理结果和状态码。
- 2. 响应头：包含有关响应的信息，比如内容类型、缓存控制等。

3. 响应体：包含实际的响应数据，如HTML页面、图片、JSON、XML等。

响应的组成部分

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 状态行（Status Line）      | <ul style="list-style-type: none"><li>包含HTTP版本、状态码和状态消息。</li><li>例如：HTTP/1.1 200 OK<ul style="list-style-type: none"><li>HTTP/1.1：表示使用的HTTP协议版本。</li><li>200：表示请求成功（状态码）。</li><li>OK：状态码的描述信息。</li></ul></li></ul>   |
| 响应头（Response Headers） | <ul style="list-style-type: none"><li>含有描述响应内容的元信息。</li><li>例如：<ul style="list-style-type: none"><li>Content-Type: text/html 表示响应体是HTML内容。</li><li>Content-Length: 1234 表示响应体的大小是1234字节。</li><li>Cache-Control: no-cache 指示客户端不要缓存响应。</li><li>Set-Cookie: sessionId=abc123 用于设置浏览器的cookie。</li></ul></li></ul> |
| 响应体（Response Body）    | <ul style="list-style-type: none"><li>响应体包含了服务器返回的具体数据内容，如网页HTML、图片、视频、JSON数据等。</li><li>对于GET请求，响应体通常是请求的资源（如网页、图片、JSON数据等）。</li><li>对于POST请求，响应体可能是服务器操作结果的反馈，或者确认消息等。</li></ul>  |

常见的 HTTP 响应格式

|   |  |  |     |  |  |          |   |     |   |
|---|--|--|-----|--|--|----------|---|-----|---|
| <table><tr><td>HTML</td><td>如果客户端请求网页（如GET /index.html），响应体通常是HTML格式的页面。</td></tr><tr><td>示例：</td><td>HTTP/1.1 200 OK<br/>Content-Type: text/html; charset=UTF-8<br/>Content-Length: 215<br/><br/>&lt;html&gt;<br/>  &lt;head&gt; &lt;title&gt;Example&lt;/title&gt; &lt;/head&gt;<br/>  &lt;body&gt;<br/>    &lt;h1&gt;Welcome to the site!&lt;/h1&gt;<br/>  &lt;/body&gt;<br/>&lt;/html&gt;</td></tr></table> | HTML   | 如果客户端请求网页（如GET /index.html），响应体通常是HTML格式的页面。 | 示例： | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: text/html; charset=UTF-8<br>Content-Length: 215<br><br><html><br><head> <title>Example</title> </head><br><body><br><h1>Welcome to the site!</h1><br></body><br></html> | <table><tr><td>JSON</td><td>常用于API响应，特别是AJAX请求或RESTful API接口，响应体通常是JSON格式的数据。</td></tr><tr><td>示例：</td><td>HTTP/1.1 200 OK<br/>Content-Type: application/json<br/>Content-Length: 52<br/><br/>{ "message": "Form submitted successfully", "status": "OK" }</td></tr></table> | JSON     | 常用于API响应，特别是AJAX请求或RESTful API接口，响应体通常是JSON格式的数据。 | 示例： | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: application/json<br>Content-Length: 52<br><br>{ "message": "Form submitted successfully", "status": "OK" } |
| HTML  | 如果客户端请求网页（如GET /index.html），响应体通常是HTML格式的页面。   |  |     |  |  |          |   |     |   |
| 示例：   | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: text/html; charset=UTF-8<br>Content-Length: 215<br><br><html><br><head> <title>Example</title> </head><br><body><br><h1>Welcome to the site!</h1><br></body><br></html> |  |     |  |  |          |   |     |   |
| JSON  | 常用于API响应，特别是AJAX请求或RESTful API接口，响应体通常是JSON格式的数据。  |  |     |  |  |          |   |     |   |
| 示例：   | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: application/json<br>Content-Length: 52<br><br>{ "message": "Form submitted successfully", "status": "OK" }  |  |     |  |  |          |   |     |   |
| <table><tr><td>XML</td><td>在某些情况下，特别是SOAP Web服务中，响应体可能是XML格式。</td></tr><tr><td>示例：</td><td>HTTP/1.1 200 OK<br/>Content-Type: application/xml<br/>Content-Length: 92<br/><br/>&lt;response&gt;<br/>  &lt;status&gt;success&lt;/status&gt;<br/>  &lt;message&gt;Data processed successfully&lt;/message&gt;<br/>&lt;/response&gt;</td></tr></table>   | XML  | 在某些情况下，特别是SOAP Web服务中，响应体可能是XML格式。           | 示例： | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: application/xml<br>Content-Length: 92<br><br><response><br><status>success</status><br><message>Data processed successfully</message><br></response>                    | <table><tr><td>图片/二进制文件</td><td>如果请求的是图片或其他二进制文件，响应体会包含这些文件的数据。</td></tr><tr><td>示例：</td><td>HTTP/1.1 200 OK<br/>Content-Type: image/jpeg<br/>Content-Length: 2048<br/><br/>[二进制图像数据]</td></tr></table>  | 图片/二进制文件 | 如果请求的是图片或其他二进制文件，响应体会包含这些文件的数据。                   | 示例： | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: image/jpeg<br>Content-Length: 2048<br><br>[二进制图像数据]  |
| XML   | 在某些情况下，特别是SOAP Web服务中，响应体可能是XML格式。   |  |     |  |  |          |   |     |   |
| 示例：   | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: application/xml<br>Content-Length: 92<br><br><response><br><status>success</status><br><message>Data processed successfully</message><br></response>                    |  |     |  |  |          |   |     |   |
| 图片/二进制文件  | 如果请求的是图片或其他二进制文件，响应体会包含这些文件的数据。  |  |     |  |  |          |   |     |   |
| 示例：   | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: image/jpeg<br>Content-Length: 2048<br><br>[二进制图像数据]   |  |     |  |  |          |   |     |   |
| <table><tr><td>纯文本</td><td>有时响应体可能是纯文本内容。</td></tr><tr><td>示例：</td><td>HTTP/1.1 200 OK<br/>Content-Type: text/plain<br/>Content-Length: 15<br/><br/>Hello, world!</td></tr></table>   | 纯文本  | 有时响应体可能是纯文本内容。                               | 示例： | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: text/plain<br>Content-Length: 15<br><br>Hello, world!   |  |          |   |     |   |
| 纯文本   | 有时响应体可能是纯文本内容。   |  |     |  |  |          |   |     |   |
| 示例：   | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: text/plain<br>Content-Length: 15<br><br>Hello, world!   |  |     |  |  |          |   |     |   |

响应示例

|            |   |
|------------|---|
| GET请求的响应：  | 请求：GET /index.html HTTP/1.1   |
| 响应：        | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: text/html; charset=UTF-8<br>Content-Length: 215<br><br><html><br><head> <title>Welcome</title> </head><br><body> <h1>Hello, world!</h1> </body><br></html> |
| POST请求的响应： | 请求：POST /submit-form HTTP/1.1（包含表单数据）   |
| 响应：        | HTTP/1.1 200 OK<br>Content-Type: application/json<br>Content-Length: 52<br><br>{ "message": "Form submitted successfully", "status": "OK" }   |

》》》其他响应

1. FTP (File Transfer Protocol) 响应

|       |  |
|-------|--|
| 响应格式: | FTP响应通常包含状态码和附带信息，通常是三位数字的状态码，后跟一条信息。  |
| 用途:   | 用于文件传输。  |
| 示例:   | <ul style="list-style-type: none"><li>200 OK：表示命令成功执行。</li><li>550 Requested action not taken：表示无法访问请求的文件。</li></ul> |
| 完整示例: | 220 FTP server ready.<br>230 User logged in, proceed.<br>550 File not found.   |

2. SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) 响应

|        |   |
|--------|---|
| 用途:    | 用于邮件发送。   |
| 响应格式:  | SMTP响应通常是三位数字代码，并附带一个简短的描述信息。   |
| 常见状态码: | <ul style="list-style-type: none"><li>220：服务就绪。</li><li>250：请求完成。</li><li>550：拒绝邮件发送。</li></ul>   |
| 示例:    | 220 smtp.example.com ESMTP Exim 4.94.2 Wed, 20 May 2025 10:23:45 +0000<br>250 OK<br>550 Requested action not taken: mailbox unavailable |

3. IMAP (Internet Message Access Protocol) 响应

|       |  |
|-------|--|
| 用途:   | 用于电子邮件的接收与管理。  |
| 响应格式: | IMAP的响应格式也是以状态码为主，后跟响应信息，通常使用一组标签或标识符。   |
| 示例:   | <ul style="list-style-type: none"><li>OK：表示命令成功执行。</li><li>NO：表示命令失败。</li><li>BAD：表示请求无效。</li></ul>        |
| 示例:   | * 3 FETCH (FLAGS (\Seen) UID 1234)<br>OK FETCH completed.<br>* BYE IMAP4rev1 server terminating connection |

4. DNS (Domain Name System) 响应

|       |  |
|-------|--|
| 用途:   | 用于域名解析。  |
| 响应格式: | DNS响应通常由DNS服务器返回，它包含查询的结果，如IP地址或其他资源记录。  |
| 常见响应: | <ul style="list-style-type: none"><li>查询类型是A记录时，返回IP地址。</li><li>查询类型是MX记录时，返回邮件交换服务器的域名。</li></ul> |
| 示例:   | ;; ANSWER SECTION:<br>example.com. 3600 IN A 93.184.216.34   |

》》》常用的 async 异步函数

1. async\_read

|       |  |
|-------|--|
| 定义:   | async_read 是异步读取数据的函数，它从套接字或流中读取数据，直到读取到指定的字节数或遇到分隔符（例如，换行符、文件结束符等）。它不会阻塞程序的执行，而是通过回调机制将读取结果返回。  |
| 用法:   | <ul style="list-style-type: none"><li>你可以在一个异步任务中调用 async_read 来读取网络数据。</li><li>它接受三个参数：socket（套接字对象）、buffer（存储数据的缓冲区）、以及一个回调函数（或者是一个接受完成参数的lambda函数），在读取完成后会调用回调函数。</li></ul>   |
| 何时使用: | 当你需要异步读取数据并且不想让主线程阻塞时使用，特别是在处理高并发连接时。  |
| 示例:   | <pre>boost::asio::async_read(socket, buffer,     [](boost::system::error_code ec, std::size_t length) {         if (!ec) {             std::cout &lt;&lt; "Read " &lt;&lt; length &lt;&lt; " bytes." &lt;&lt; std::endl;         }     });</pre> |

2. async\_write

|       |   |
|-------|---|
| 定义:   | async_write 是异步写入数据的函数，它将数据写入到套接字或流中，并且不会阻塞线程，写入操作完成后会触发回调函数。   |
| 用法:   | <ul style="list-style-type: none"><li>与 async_read 类似，async_write 也是非阻塞的，它接受套接字、数据缓冲区以及一个回调函数作为参数。</li><li>回调函数会在数据写入完成后被调用，可以在回调函数中处理错误或者进行后续操作。</li></ul> |
| 何时使用: | 当你需要异步地将数据发送到远程服务器，尤其是在高负载、高并发场景中，不希望阻塞主线程。   |
| 示例:   | <pre>boost::asio::async_write(socket, boost::asio::buffer(data),     [](boost::system::error_code ec, std::size_t length) {         if (!ec) {</pre>        |

```
std::cout << "Wrote " << length << " bytes." << std::endl;
}
});
```

3. `async_accept`

|       |  |
|-------|--|
| 定义：   | <code>async_accept</code> 用于在服务器端接受连接。当有客户端尝试连接时，它会异步地接受连接并触发回调函数。   |
| 用法：   | 你通常会在服务器端使用 <code>async_accept</code> 来接受来自客户端的连接，并且该函数不会阻塞程序的执行。连接成功后，回调函数将被调用，之后可以在回调中进行后续的读写操作。   |
| 何时使用： | 适用于服务器端需要处理多个客户端连接，且希望非阻塞地接受连接请求时。   |
| 示例：   | <pre>acceptor.async_accept(socket,     [](boost::system::error_code ec) {         if (!ec) {             std::cout &lt;&lt; "Connection accepted." &lt;&lt; std::endl;         }     });</pre> |

4.1 `async_connect`

|       |   |
|-------|---|
| 定义：   | <code>async_connect</code> 用于异步地连接到远程端点（如服务器）。  |
| 用法：   | 它发起连接请求，并在连接成功后调用回调函数。  |
| 何时使用： | 当你需要在客户端应用程序中异步连接到远程服务器时使用。   |
| 示例：   | <pre>boost::asio::async_connect(socket, endpoints,     [](boost::system::error_code ec, tcp::endpoint endpoint) {         if (!ec) {             std::cout &lt;&lt; "Connected to " &lt;&lt; endpoint &lt;&lt; std::endl;         }     });</pre> |

4.2 `async_read_until`

|       |   |
|-------|---|
| 定义：   | <code>async_read_until</code> 用于异步地从流中读取数据，直到遇到特定的分隔符（如换行符、某个字符或模式）。  |
| 用法：   | 它可以读取直到指定的分隔符或字节数，非常适用于协议设计中需要按行、按分隔符读取数据的场景。   |
| 何时使用： | 当数据中存在明确的分隔符时，使用此函数非常方便。  |
| 示例：   | <pre>boost::asio::async_read_until(socket, buffer, '\n',     [](boost::system::error_code ec, std::size_t length) {         if (!ec) {             std::cout &lt;&lt; "Read until newline: " &lt;&lt; length &lt;&lt; " bytes." &lt;&lt; std::endl;         }     });</pre> |

4.3 `async_wait`

|       |   |
|-------|---|
| 定义：   | <code>async_wait</code> 用于等待某个定时器的超时事件。它可以使程序在等待一段时间后执行回调。  |
| 用法：   | 通常用于定时任务或超时检测，指定时间过去后调用回调函数。  |
| 何时使用： | 适用于需要设置延时或超时功能时。  |
| 示例：   | <pre>boost::asio::steady_timer timer(io_context, boost::asio::chrono::seconds(5)); timer.async_wait([](boost::system::error_code ec) {     if (!ec) {         std::cout &lt;&lt; "Timer expired!" &lt;&lt; std::endl;     } });</pre> |

5. `async_shutdown`

|       |  |
|-------|--|
| 定义：   | <code>async_shutdown</code> 用于异步关闭一个套接字，关闭连接时不阻塞。  |
| 用法：   | 通常用于关闭TCP连接时，确保在关闭时不会阻塞其他操作。   |
| 何时使用： | 当你需要优雅地关闭网络连接且不希望阻塞时使用。  |
| 示例：   | <pre>boost::asio::async_shutdown(socket,     [](boost::system::error_code ec) {         if (!ec) {             std::cout &lt;&lt; "Socket closed." &lt;&lt; std::endl;         }     });</pre> |

》》》我终于明白为什么需要使用 `shared_from_this` 了（请看实例：`m_Socket` 是一个已经被定义的变量）

|   |  |
|---|--|
| 这样的代码有一种危险：<br><br>你想直接在 Lambda 中捕获 <code>m_Socket</code> 和 <code>m_Deadline</code> ，但这两个变量是 <code>HttpConnection</code> 类的成员变量（也就是你当前对象的成员）。 | <pre>auto self = shared_from_this(); boost::beast::http::async_write(XXX, XXX, [m_Socket, m_Deadline](boost::beast::error_code ec, std::size_t size) {     {         m_Socket.shutdown(XXX, ec);     } });</pre> |
|---|--|

|   |   |
|---|---|
| 如果你直接捕获这些成员变量，它们会在 Lambda 执行时被销毁，导致你在异步操作过程中访问到悬空对象（悬空引用），即这些对象已经不再存在或者被销毁了。          |   |
| 解决方法是使用 shared_from_this():<br><br>它返回一个 shared_ptr，确保当前对象在每一次的 Lambda 回调中仍然有效，不会被销毁。 | <pre>auto self = shared_from_this(); boost::beast::http::async_write(XXX, XXX, [self](boost::beast::error_code ec, std::size_t size) {     self-&gt;m_Socket.shutdown(XXX, ec); });</pre> |

》》》socket 的成员函数 close() 和 shutdown() 有什么不同？

|                   |   |                   |  |                |   |                |   |
|-------------------|---|-------------------|--|----------------|---|----------------|---|
| close():          | <ul style="list-style-type: none"><li>close() 用于 完全关闭套接字，即关闭网络连接。这是一个终止连接的操作，不再接受任何数据的发送或接收。</li><li>当你调用 close() 时，套接字将被完全关闭，且不再能够进行任何网络操作。这通常用于连接已经完成，或者即将被完全销毁的情况。</li></ul>   |                   |  |                |   |                |   |
| shutdown():       | <ul style="list-style-type: none"><li>shutdown() 用于 部分关闭套接字，通常分为三个方向：接收（boost::asio::ip::tcp::socket::shutdown_receive）、发送（boost::asio::ip::tcp::socket::shutdown_send），或两者都关闭（boost::asio::ip::tcp::socket::shutdown_both）。</li></ul> <table><tr><td>shutdown_receive:</td><td>此操作关闭接收端口，意味着你不再期望接收更多的数据，但仍然允许向对方发送数据。这在一些协议或场景中非常有用，比如你想在客户端发送完所有数据后，确保不再接收来自服务器的数据，但服务器仍然可以接收客户端的数据。这种情况下，shutdown_receive() 可以防止进一步接收数据，但连接仍然可以继续发送数据。</td></tr><tr><td>shutdown_send:</td><td>此操作关闭发送端口，意味着你已经完成了所有数据的发送，但仍然希望接收来自对方的数据。这通常发生在你已发送完所有需要发送的数据，并希望等待对方的响应或最后的数据包。这对于处理 半关闭 状态的连接特别有用，比如在 TCP 协议中，客户端可以关闭发送数据流，但继续接收对方的数据，直到对方也关闭连接。</td></tr><tr><td>shutdown_both:</td><td>该操作同时关闭接收和发送端口，即彻底关闭连接。这通常是在双方完成通信后，确保连接不能再发送或接收数据的场景中使用。</td></tr></table> <ul style="list-style-type: none"><li>调用 shutdown() 后，你可以阻止进一步的数据接收或发送，但连接本身仍然保持打开，允许完成一些收尾工作，如处理数据或接收更多的关闭信号。</li></ul> | shutdown_receive: | 此操作关闭接收端口，意味着你不再期望接收更多的数据，但仍然允许向对方发送数据。这在一些协议或场景中非常有用，比如你想在客户端发送完所有数据后，确保不再接收来自服务器的数据，但服务器仍然可以接收客户端的数据。这种情况下，shutdown_receive() 可以防止进一步接收数据，但连接仍然可以继续发送数据。 | shutdown_send: | 此操作关闭发送端口，意味着你已经完成了所有数据的发送，但仍然希望接收来自对方的数据。这通常发生在你已发送完所有需要发送的数据，并希望等待对方的响应或最后的数据包。这对于处理 半关闭 状态的连接特别有用，比如在 TCP 协议中，客户端可以关闭发送数据流，但继续接收对方的数据，直到对方也关闭连接。 | shutdown_both: | 该操作同时关闭接收和发送端口，即彻底关闭连接。这通常是在双方完成通信后，确保连接不能再发送或接收数据的场景中使用。 |
| shutdown_receive: | 此操作关闭接收端口，意味着你不再期望接收更多的数据，但仍然允许向对方发送数据。这在一些协议或场景中非常有用，比如你想在客户端发送完所有数据后，确保不再接收来自服务器的数据，但服务器仍然可以接收客户端的数据。这种情况下，shutdown_receive() 可以防止进一步接收数据，但连接仍然可以继续发送数据。  |                   |  |                |   |                |   |
| shutdown_send:    | 此操作关闭发送端口，意味着你已经完成了所有数据的发送，但仍然希望接收来自对方的数据。这通常发生在你已发送完所有需要发送的数据，并希望等待对方的响应或最后的数据包。这对于处理 半关闭 状态的连接特别有用，比如在 TCP 协议中，客户端可以关闭发送数据流，但继续接收对方的数据，直到对方也关闭连接。   |                   |  |                |   |                |   |
| shutdown_both:    | 该操作同时关闭接收和发送端口，即彻底关闭连接。这通常是在双方完成通信后，确保连接不能再发送或接收数据的场景中使用。   |                   |  |                |   |                |   |

》》》友元的含义以及使用:

当你在一个类中指定一个类作为友元类时，意味着友元类的成员函数可以访问该类的私有和保护成员，尽管这些成员在类的外部通常是不可访问的。

|   |  |
|---|--|
| <pre>class ClassA { private:     int privateVar;  public:     ClassA() : privateVar(42) {}      // 指定 ClassB 为友元类（表明 B 可以使用 A 的私有和保护成员）     friend class ClassB; };</pre> | <pre>class ClassB { public:     void accessClassA(ClassA&amp; obj) {          // 可以访问 ClassA 的私有成员 privateVar         std::cout &lt;&lt; "Private variable of ClassA: " &lt;&lt; obj.privateVar &lt;&lt; std::endl;     } };</pre> |
|---|--|

》》》int main 主函数中的逻辑是什么意思？

|                          |   |
|--------------------------|---|
| 1. 初始化网络上下文 (io_context) | <pre>net::io_context ioc{ 1 };  • ioc 是一个 I/O 上下文，它是 Boost.Asio 中的一个核心对象，负责管理所有异步操作的调度。 • 1 表示线程数量，通常会使用多个线程来执行异步任务，但在这里它是初始化为 1。</pre>   |
| 2. 设置信号处理 (signal_set)   | <pre>boost::asio::signal_set signals(ioc, SIGINT, SIGTERM);  • signal_set 是一个对象，用于异步处理系统信号。在这里，它会监听 SIGINT（通常由 Ctrl+C 发送）和 SIGTERM（通常由系统发送来终止程序）信号。 • 这个设置是为了让程序在接收到终止信号时能够进行清理并退出。</pre>   |
| 3. 异步等待信号 (async_wait)   | <pre>signals.async_wait([&amp;ioc](const boost::system::error_code&amp; error, int signal_number) {     if (error) {         return;     }     ioc.stop(); });  • async_wait 是异步操作，它会等待指定的信号（SIGINT 或 SIGTERM）到来。 • 一旦信号到来，回调函数会被触发。 • 回调函数出发后，如果没有错误（error 为 false），则调用 ioc.stop() 停止 io_context，它会停止处理进一步的异步操作并退出 ioc.run() 循环。</pre> |
| 4. 启动服务器 (CServer)       | <pre>std::make_shared&lt;CServer&gt;(ioc, port)-&gt;Start();</pre>  |



- `std::make_shared<CServer>(ioc, port)` 创建一个共享指针，指向 CServer 类的实例，CServer 类假定是某种网络服务器。
- 该服务器对象通过 ioc 和端口号 (8080) 初始化，并调用 `Start()` 启动服务。
- CServer 的 `Start` 方法可能包含一些异步网络操作，如接受连接或处理数据。

## 》》》信号

一些信号的定义：（可以看到 SIGINT 指的是 interrupt:打断，即 --> 用户主动中断；SIGTERM 指的是软件层面上的终止信号）

```

27 // Signal types
28 #define SIGINT 2 // interrupt
29 #define SIGILL 4 // illegal instruction - invalid function image
30 #define SIGFPE 8 // floating point exception
31 #define SIGSEGV 11 // segment violation
32 #define SIGTERM 15 // Software termination signal from kill
33 #define SIGBREAK 21 // Ctrl-Break sequence
34 #define SIGABRT 22 // abnormal termination triggered by abort call
35
36 #define SIGABRT_COMPAT 6 // SIGABRT compatible with other platforms, same as SIGABRT
37
38 // Signal action codes
39 #define SIG_DFL ((_crt_signal_t)0) // default signal action
40 #define SIG_IGN ((_crt_signal_t)1) // ignore signal
41 #define SIG_GET ((_crt_signal_t)2) // return current value
42 #define SIG_SEG ((_crt_signal_t)3) // signal gets error
43 #define SIG_ACK ((_crt_signal_t)4) // acknowledge
44
45 #ifdef _CORECRT_BUILD
46 // Internal use only! Not valid as an argument to signal().
47 #define SIG_DIE ((_crt_signal_t)5) // terminate process
48 #endif
49
50 // Signal error value (returned by signal call on error)
51 #define SIG_ERR ((_crt_signal_t)-1) // signal error value
52
53

```

## 》》》什么是 static\_cast? 为什么需要使用 static\_cast?

什么是 static cast ?

static\_cast 是 C++ 中的一种类型转换操作符，用于在类型之间进行显式的转换。它在编译时进行类型检查，能够安全地将一种类型转换为另一种类型，只要这种转换是合法的。与其他类型转换操作符（如 `reinterpret_cast` 或 `dynamic_cast`）不同，`static_cast` 只适用于类型之间具有明确关系（如继承关系或基本类型转换）的转换。

## 为什么需要 static\_cast<unsigned short>(8080)?

1. 类型转换：在 C++ 中，8080 是一个常量整数（int 类型）。然而，`unsigned short` 是一种较小的整数类型，通常为 16 位，表示范围从 0 到 65535（通常是  $2^{16} - 1$ ）。当我们把一个值赋给 `unsigned short` 类型的变量时，必须确保它符合该类型的范围。

```

unsigned short port = 8080;
boost::asio::signal_set s{
    signals.async_wait([](const boost::system::error_code& ec, int signalNumber)
    {
        // ...
    })
};

```

2. 显式转换：使用 `static_cast<unsigned short>(8080)` 将 8080 显式地转换为 `unsigned short` 类型。虽然 8080 在 `int` 类型范围内，但是为了确保类型的正确性和避免潜在的隐式转换错误，显式地使用 `static_cast` 可以帮助我们：
  - 明确指定我们想要的类型转换。
  - 使代码更具可读性和可维护性，特别是在类型转换可能影响程序行为时。

如果 8080 的值超过了 `unsigned short` 的上限（65535），赋值可能会导致数据丢失或溢出。使用 `static_cast` 可以明确指定转换类型，并且在编译时提醒你进行这种转换。

  - 即使 8080 在 `unsigned short` 的有效范围内，使用 `static_cast` 也是一种良好的编程实践，确保代码清晰、显式。

## 》》提示

```

unsigned short port = unsigned short(8080);

```

这样写效果也是一样的。

## 》》》ec.what() 和 ec.message() 的区别?

```

signals.async_wait([](const boost::system::error_code& ec, int signalNumber)
{
    if (ec)
        JC_CORE_ERROR("in {} ", ec.what(), __FILE__);
    return;
})

```

|              |                                 |
|--------------|---------------------------------|
| ec.what()    | 通常用于提供简短的错误描述，适用于用于异常处理时输出错误信息。 |
| ec.message() | 提供更详细的错误描述，帮助理解具体的错误原因或背景。      |

》》》EXIT\_FAILURE

|     |  |
|-----|--|
| 意义： | EXIT_FAILURE 是一个宏常量，用于表示程序执行失败的退出状态。它通常在程序执行异常时返回，表示程序未正常完成，错误退出。而 EXIT_SUCCESS 与其相对，表示程序成功退出。   |
| 定义： | EXIT_FAILURE 在标准库头文件 <cstdlib> 中定义。<br><br>#define EXIT_FAILURE 1 <ul style="list-style-type: none"><li>EXIT_FAILURE 通常被定义为 1（某些系统中可能是其他值），代表程序异常退出。</li><li>EXIT_SUCCESS 是另一个常量，通常定义为 0，表示程序成功退出。</li></ul> |

》》》现在一切准备就绪，我决定先把 GET 请求的处理函数注释掉，看看会怎样。

```
#include "Jpch.h"
#include "LogicSystem.h"
#include "HttpConnection.h"

// Constructor is private
LogicSystem::LogicSystem()
{
    // 这里存储了一个对于客户端 GET 请求的简单处理方法（答复一些简单的字符）
    // *RegGet("/get_test", [](std::shared_ptr<HttpConnection> connection)
    // {
    //     boost::beast::ostream(connection->m_Response.body()) << "Recevie get_test request :-)\n";
    // }, *);
}

LogicSystem::~LogicSystem()
{
}

void LogicSystem::RegGet(std::string url, std::function<void(std::shared_ptr<HttpConnection>>> func)
{
    m_GetHandlers.insert(std::make_pair(url, func));
}

bool LogicSystem::HandleGet(std::string path, std::shared_ptr<HttpConnection> connection)
{
    if(m_GetHandlers.find(path) == m_GetHandlers.end())
```

可以看到，这会导致请求没有正常处理。这是函数的定义：

```
void HttpConnection::HandleReq()
{
    m_Response.version(m_Request.version()); // 设置版本
    m_Response.keep_alive(false);           // 设置为短连接 (http)

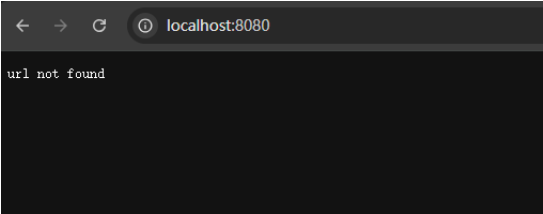
    // 处理 GET 请求
    if (m_Request.method() == boost::beast::http::verb::get)
    {
        // 如果检测到对应请求，则进行处理。
        bool success = LogicSystem::GetInstance()->HandleGet(m_Request.target(), shared_from_this());

        if (!success)
        {
            m_Response.result(http::status::not_found);
            m_Response.set(http::field::content_type, "text/plain");
            boost::beast::ostream(m_Response.body()) << "url not found \r\n";

            // 将 m_Reponse 的内容写入当前连接的 socket 中，并在函数中终止 socket 的发送端，表示发送完毕
            WriteResponse();

            return;
        }
    }
}
```

这是 localhost:8080



》》》当程序运行超过 1 分钟之后，如果我们刷新 localhost:8080 页面，会得到这样一行日志：  
(程序启动时间为 16:04:36，期间我刷新了三次，第三次超过了 60s 时间限制)

```
[16:04:36] JstChat: Justin Chat GateServer is running
[16:04:41] JstChat: Can't find '/' in GetHandlers, FILE:E:\VS\JustinChat\VisualStudioProj\GateServer\GateServer\src\LogicSystem.cpp
[16:05:36] JstChat: Can't find '/' in GetHandlers, FILE:E:\VS\JustinChat\VisualStudioProj\GateServer\GateServer\src\LogicSystem.cpp
[16:05:44] JstChat: Http read error is end of stream [beast.http:1 at E:\VS\JustinChat\VisualStudioProj\GateServer\GateServer\vendor\boost_1_88_0\include\boost\beast\http\impl\read.hpp:241:21 in function 'void __cdecl boost::beast::http::detail::read_some_op<class boost::asio::basic_stream_socket<class boost::asio::ip::tcp, class boost::asio::any_io_executor>, class boost::beast::basic_flat_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, operator ()>class boost::asio::detail::composed_op<class boost::beast::http::detail::read_some_op<class boost::asio::basic_stream_socket<class boost::asio::ip::tcp, class boost::asio::any_io_executor>, class boost::beast::basic_flat_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, struct boost::beast::http::detail::parser_is_done>, struct boost::asio::detail::composed_work<void __cdecl(class boost::asio::any_io_executor)>, class boost::asio::detail::composed_op<class boost::beast::http::detail::read_op<class boost::asio::basic_stream_socket<class boost::asio::ip::tcp, class boost::asio::any_io_executor>, class boost::beast::basic_flat_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, struct boost::beast::http::detail::parser_is_done>, struct boost::asio::detail::composed_work<void __cdecl(class boost::asio::any_io_executor)>, class boost::beast::http::detail::read_msg_op<class boost::asio::basic_stream_socket<class boost::asio::ip::tcp, class boost::asio::any_io_executor>, class boost::beast::basic_flat_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, struct boost::beast::http::basic_dynamic_body<class boost::beast::basic_multi_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, class std::allocator<char>, class lambda_473b1bbaf63d9c1c8019fca62fa29d49>, void __cdecl(class boost::system::error_code, unsigned __int64)>, void __cdecl(class boost::system::error_code, unsigned __int64)>>>(class boost::asio::detail::composed_op<class boost::beast::http::detail::read_some_op<class boost::asio::basic_stream_socket<class boost::asio::ip::tcp, class boost::asio::any_io_executor>, class boost::beast::basic_flat_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, struct boost::beast::http::detail::parser_is_done>, struct boost::asio::detail::composed_work<void __cdecl(class boost::asio::any_io_executor)>, class boost::beast::http::detail::read_msg_op<class boost::asio::basic_stream_socket<class boost::asio::ip::tcp, class boost::asio::any_io_executor>, class boost::beast::basic_flat_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, struct boost::beast::http::basic_dynamic_body<class boost::beast::basic_multi_buffer<class std::allocator<char>>, 1>, class std::allocator<char>, class lambda_473b1bbaf63d9c1c8019fca62fa29d49>, void __cdecl(class boost::system::error_code, unsigned __int64)>, void __cdecl(class boost::system::error_code, unsigned
```

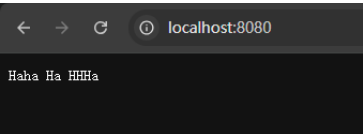
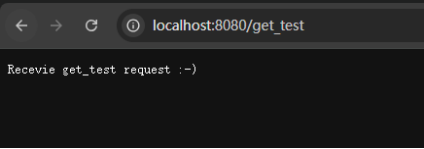
这行日志来自: `HttpConnection::Start()` 函数, `boost::beast::http::async_read` 表示在读取数据时检测到 连接被对方关闭 (例如客户端断开或请求不完整)。这表明我们的超时检测奏效了。

))) 重新为 GetHandlers 添加不同功能

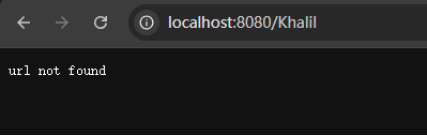
```
// Constructor is private
LogicSystem::LogicSystem()

// 这里存储对于客户端 GET 请求的简单处理方法 (答复一些简单的字符)
// "/get_test" 表示客户发出请求的地址是 http://localhost:8080/get_test
RegGet("/get_test", [](std::shared_ptr<HttpConnection> connection)
{
    boost::beast::ostream(connection->m_Response.body()) << "Recevie get_test request :-)";
});

// "/" 表示客户发出请求的地址是 http://localhost:8080/
RegGet("/", [](std::shared_ptr<HttpConnection> connection)
{
    boost::beast::ostream(connection->m_Response.body()) << "Haha Ha HHHa";
});
```



))) 如果访问未注册的目标, 则



并报错:

```
[16:05:01] JstChat: Justin Chat GateServer is running
[16:05:07] JstChat: Can't find '/Khalil' in GetHandlers, FILE:E:\VS\JustinChat\VisualStudioProj\GateServer\GateServer\src\LogicSystem.cpp
```

))) URL 参数处理

))) 花了几分钟将代码贴过来, 先跑一遍

```
← → ↻ localhost:8080/get_test?key11=value22&hello=world

Recevie get_test request :-)
param1 key is key11, value is value22
param2 key is hello, value is world
```

》》》ASCII 码表 (部分参考)

| Binary 二进制 | Oct | Dec (十进制) | Hex | Glyph 雕文                               |      |      |
|------------|-----|-----------|-----|--|------|------|
|            |     |           |     | 1963                                   | 1965 | 1967 |
| 010 0000   | 040 | 32        | 20  | space (no visible glyph)<br>空格 (无可见字形) |      |      |
| 010 0001   | 041 | 33        | 21  | ␣                                      |      |      |
| 010 0010   | 042 | 34        | 22  | ␣                                      |      |      |
| 010 0011   | 043 | 35        | 23  | ␣                                      |      |      |
| 010 0100   | 044 | 36        | 24  | ␣                                      |      |      |
| 010 0101   | 045 | 37        | 25  | ␣                                      |      |      |
| 010 0110   | 046 | 38        | 26  | ␣                                      |      |      |
| 010 0111   | 047 | 39        | 27  | ␣                                      |      |      |
| 010 1000   | 050 | 40        | 28  | ␣                                      |      |      |
| 010 1001   | 051 | 41        | 29  | ␣                                      |      |      |
| 010 1010   | 052 | 42        | 2A  | ␣                                      |      |      |
| 010 1011   | 053 | 43        | 2B  | ␣                                      |      |      |
| 010 1100   | 054 | 44        | 2C  | ␣                                      |      |      |
| 010 1101   | 055 | 45        | 2D  | ␣                                      |      |      |
| 010 1110   | 056 | 46        | 2E  | ␣                                      |      |      |
| 010 1111   | 057 | 47        | 2F  | ␣                                      |      |      |
| 011 0000   | 060 | 48        | 30  | ␣                                      |      |      |
| 011 0001   | 061 | 49        | 31  | ␣                                      |      |      |
| 011 0010   | 062 | 50        | 32  | ␣                                      |      |      |
| 011 0011   | 063 | 51        | 33  | ␣                                      |      |      |
| 011 0100   | 064 | 52        | 34  | ␣                                      |      |      |
| 011 0101   | 065 | 53        | 35  | ␣                                      |      |      |
| 011 0110   | 066 | 54        | 36  | ␣                                      |      |      |
| 011 0111   | 067 | 55        | 37  | ␣                                      |      |      |
| 011 1000   | 070 | 56        | 38  | ␣                                      |      |      |
| 011 1001   | 071 | 57        | 39  | ␣                                      |      |      |
| 011 1010   | 072 | 58        | 3A  | ␣                                      |      |      |
| 011 1011   | 073 | 59        | 3B  | ␣                                      |      |      |
| 011 1100   | 074 | 60        | 3C  | ␣                                      |      |      |
| 011 1101   | 075 | 61        | 3D  | ␣                                      |      |      |
| 011 1110   | 076 | 62        | 3E  | ␣                                      |      |      |
| 011 1111   | 077 | 63        | 3F  | ␣                                      |      |      |
| 100 0000   | 100 | 64        | 40  | ␣                                      | ␣    | ␣    |
| 100 0001   | 101 | 65        | 41  | ␣                                      |      |      |
| 100 0010   | 102 | 66        | 42  | ␣                                      |      |      |
| 100 0011   | 103 | 67        | 43  | ␣                                      |      |      |
| 100 0100   | 104 | 68        | 44  | ␣                                      |      |      |
| 100 0101   | 105 | 69        | 45  | ␣                                      |      |      |
| 100 0110   | 106 | 70        | 46  | ␣                                      |      |      |
| 100 0111   | 107 | 71        | 47  | ␣                                      |      |      |
| 100 1000   | 110 | 72        | 48  | ␣                                      |      |      |
| 100 1001   | 111 | 73        | 49  | ␣                                      |      |      |
| 100 1010   | 112 | 74        | 4A  | ␣                                      |      |      |
| 100 1011   | 113 | 75        | 4B  | ␣                                      |      |      |
| 100 1100   | 114 | 76        | 4C  | ␣                                      |      |      |
| 100 1101   | 115 | 77        | 4D  | ␣                                      |      |      |
| 100 1110   | 116 | 78        | 4E  | ␣                                      |      |      |
| 100 1111   | 117 | 79        | 4F  | ␣                                      |      |      |
| 101 0000   | 120 | 80        | 50  | ␣                                      |      |      |
| 101 0001   | 121 | 81        | 51  | ␣                                      |      |      |
| 101 0010   | 122 | 82        | 52  | ␣                                      |      |      |
| 101 0011   | 123 | 83        | 53  | ␣                                      |      |      |
| 101 0100   | 124 | 84        | 54  | ␣                                      |      |      |
| 101 0101   | 125 | 85        | 55  | ␣                                      |      |      |
| 101 0110   | 126 | 86        | 56  | ␣                                      |      |      |

|          |     |     |    |          |          |          |
|----------|-----|-----|----|----------|----------|----------|
| 101 0111 | 127 | 87  | 57 | <u>W</u> |          |          |
| 101 1000 | 130 | 88  | 58 | <u>X</u> |          |          |
| 101 1001 | 131 | 89  | 59 | <u>Y</u> |          |          |
| 101 1010 | 132 | 90  | 5A | <u>Z</u> |          |          |
| 101 1011 | 133 | 91  | 5B | <u>[</u> |          |          |
| 101 1100 | 134 | 92  | 5C | <u>\</u> | <u>~</u> | <u>]</u> |
| 101 1101 | 135 | 93  | 5D | <u>]</u> |          |          |
| 101 1110 | 136 | 94  | 5E | <u>^</u> | <u>^</u> |          |
| 101 1111 | 137 | 95  | 5F | <u>_</u> | <u>_</u> |          |
| 110 0000 | 140 | 96  | 60 |          | @        | <u>^</u> |
| 110 0001 | 141 | 97  | 61 |          | a        |          |
| 110 0010 | 142 | 98  | 62 |          | b        |          |
| 110 0011 | 143 | 99  | 63 |          | c        |          |
| 110 0100 | 144 | 100 | 64 |          | d        |          |
| 110 0101 | 145 | 101 | 65 |          | e        |          |
| 110 0110 | 146 | 102 | 66 |          | f        |          |
| 110 0111 | 147 | 103 | 67 |          | g        |          |
| 110 1000 | 150 | 104 | 68 |          | h        |          |
| 110 1001 | 151 | 105 | 69 |          | i        |          |
| 110 1010 | 152 | 106 | 6A |          | j        |          |
| 110 1011 | 153 | 107 | 6B |          | k        |          |
| 110 1100 | 154 | 108 | 6C |          | l        |          |
| 110 1101 | 155 | 109 | 6D |          | m        |          |
| 110 1110 | 156 | 110 | 6E |          | n        |          |
| 110 1111 | 157 | 111 | 6F |          | o        |          |
| 111 0000 | 160 | 112 | 70 |          | p        |          |
| 111 0001 | 161 | 113 | 71 |          | q        |          |
| 111 0010 | 162 | 114 | 72 |          | r        |          |
| 111 0011 | 163 | 115 | 73 |          | s        |          |
| 111 0100 | 164 | 116 | 74 |          | t        |          |
| 111 0101 | 165 | 117 | 75 |          | u        |          |
| 111 0110 | 166 | 118 | 76 |          | v        |          |
| 111 0111 | 167 | 119 | 77 |          | w        |          |
| 111 1000 | 170 | 120 | 78 |          | x        |          |
| 111 1001 | 171 | 121 | 79 |          | y        |          |
| 111 1010 | 172 | 122 | 7A |          | z        |          |
| 111 1011 | 173 | 123 | 7B |          | [        |          |
| 111 1100 | 174 | 124 | 7C | ACK      | ␣        | ␣        |
| 111 1101 | 175 | 125 | 7D |          | ]        |          |
| 111 1110 | 176 | 126 | 7E | ESC      | ␣        | ~        |

来自 <<https://en.wikipedia.org/wiki/ASCII>>

》》》函数设计上的错误(maybe)

```
1 unsigned char Fromhex(unsigned char x)
{
2     unsigned char y;
3     if (x >= 'A' && x <= 'Z') y = x - 'A' + 10;
4     else if (x >= 'a' && x <= 'z') y = x - 'a' + 10;
5     else if (x >= '0' && x <= '9') y = x - '0';
6     else assert(0);
7     return y;
8 }
```

这个函数表明将十六进制数转换为十进制，不过有一个问题，十六进制是由 0~9和A~F构成的（A~F表示10~15数字区间），所以对十六进制处理时只需要判断0~9和A~F的转换即可。这里，函数中判断了 G~Z 这个范围，虽然不会造成崩溃，但我想将其修改一下。

```
unsigned char FromHex(unsigned char x)
{
    unsigned char y;
    if (x >= 'A' && x <= 'F') y = x - 'A' + 10;
    else if (x >= 'a' && x <= 'f') y = x - 'a' + 10;
    else if (x >= '0' && x <= '9') y = x - '0';
    else assert(0); // 如果字符不在合法的十六进制范围内，则触发断言
    return y;
}
```

》》》PreParseGetParam(); 处理逻辑示例:

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 示例    | 假设我们有以下 URL: http://example.com/path/to/resource?name=JohnDoe&age=30&city=NewYork |   |
| 步骤解析: | m_Request.target() 返回的 URI:   | " path/to/resource?name=JohnDoe&age=30&city=NewYork "   |
|       | 查找查询字符串的位置  | queryPos = uri.find('?') 返回值为 36, 表示查询字符串从第 36 个字符开始。   |
|       | 路径部分  | m_GetUrl = uri.substr(0, queryPos) 提取路径部分:<br>" path/to/resource "  |
|       | 查询字符串部分   | queryString = uri.substr(queryPos + 1) 提取查询字符串:<br>"name=JohnDoe&age=30&city=NewYork"   |
|       | 解析查询字符串   | 第一个键值对 (name=JohnDoe): <ul style="list-style-type: none"><li>key = "name", value = "JohnDoe"</li><li>存储到 m_GetParams 中: m_GetParams["name"] = "JohnDoe"</li></ul> 第二个键值对 (age=30): <ul style="list-style-type: none"><li>key = "age", value = "30"</li><li>存储到 m_GetParams 中: m_GetParams["age"] = "30"</li></ul> 第三个键值对 (city=NewYork): <ul style="list-style-type: none"><li>key = "city", value = "NewYork"</li><li>存储到 m_GetParams 中: m_GetParams["city"] = "NewYork"</li></ul> |
|       | 最终结果  | m_GetUrl = " path/to/resource "<br>m_GetParams = { "name": "JohnDoe", "age": "30", "city": "NewYork" }  |

----- Ep 6 Http post 请求 -----