中南大學
CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

计算机网络
实验报告

A3:简单 Web 服务器端程序实现

学　　院：　计算机学院

专业班级：　大数据 1234

学生姓名：　LukiRyan

学　　号：　1234

指导教师：

年 6 月 30 日

目录

一、实验目的和要求

目的

本实验要求学生实现一个简单的 Web 服务器端程序，该程序监听 TCP 80 端口，能够接受传入的 HTTP 连接请求并进行解析，并且能够正确的响应请求，回送相关的网页。为简单起见，仅要求正确解析常用的 get 请求，并只需要支持一个 HTTP 连接。

要求

Web 服务器的基本功能是接受并解析客户端的 HTTP 请求，然后从服务器的文件系统获取所请求的文件，生成一个由头部和响应文件内容所构成成的 HTTP 响应消息，并将该响应消息发送给客户端。如果请求的文件不存在于服务器中，则服务器应该向客户端发送“404 Not Found”差错报文。 具体的过程和步骤分为：

1. 当一个客户（浏览器）连接时，创建一个连接套接字；
2. 从这个连接套接字接收 HTTP 请求；
3. 解释该请求以确定所请求的特定文件；
4. 从服务器的文件系统获得请求的文件；
5. 创建一个由请求的文件组成的 HTTP 响应报文，报文前面有首部行；
6. 经 TCP 连接向请求浏览器发送响应；
7. 如果浏览器请求一个在该服务器中不存在的文件，服务器应当返回一个“404 Not Found”差错报文。

二、实验内容与实现原理

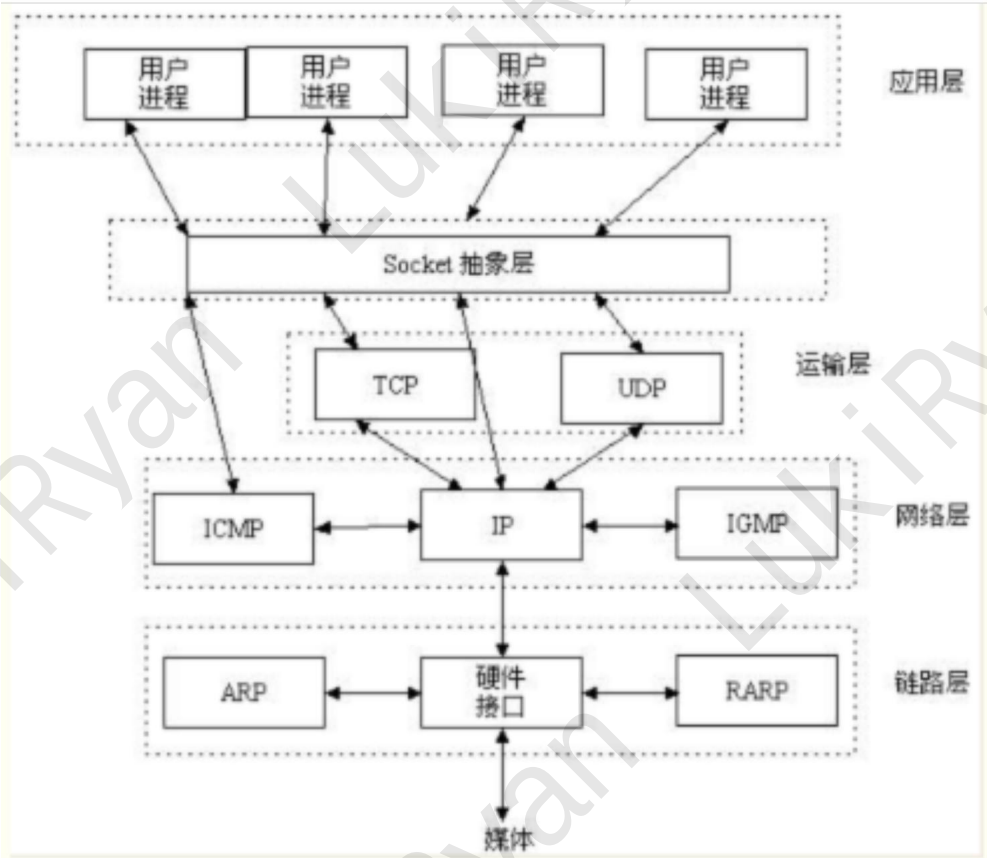
实验内容

首先学习面向 TCP 连接的套接字编程基础知识：如何创建套接字，将其绑定到特定的地址和端口，以及发送和接收数据包。其次还将学习 HTTP 协议格式的相关知识。在此基础上，本实验开发一个简单的 Web 服务器，它仅能处理一个 HTTP 连接请求。

实现原理

1. Socket 编程接口

要实现 Web 服务器，需使用套接字 Socket 编程接口来使用操作系统提供的网络通信功能。 Socket 是应用层与 TCP/IP 协议族通信的中间软件抽象层，是一组编程接口。它把复杂的 TCP/IP 协议族隐藏在 Socket 接口后面，对用户来说，一组简单的接口就是全部，让 Socket 去组织数据，以符合指定的协议。使用 Socket 后，无需深入理解 TCP/UDP 协议细节（因为 Socket 已经为我们封装好了），只需要遵循 Socket 的规定去编程，写出的程序自然就是遵循 TCP/UDP 标准的。Socket 的地位如下图所示：

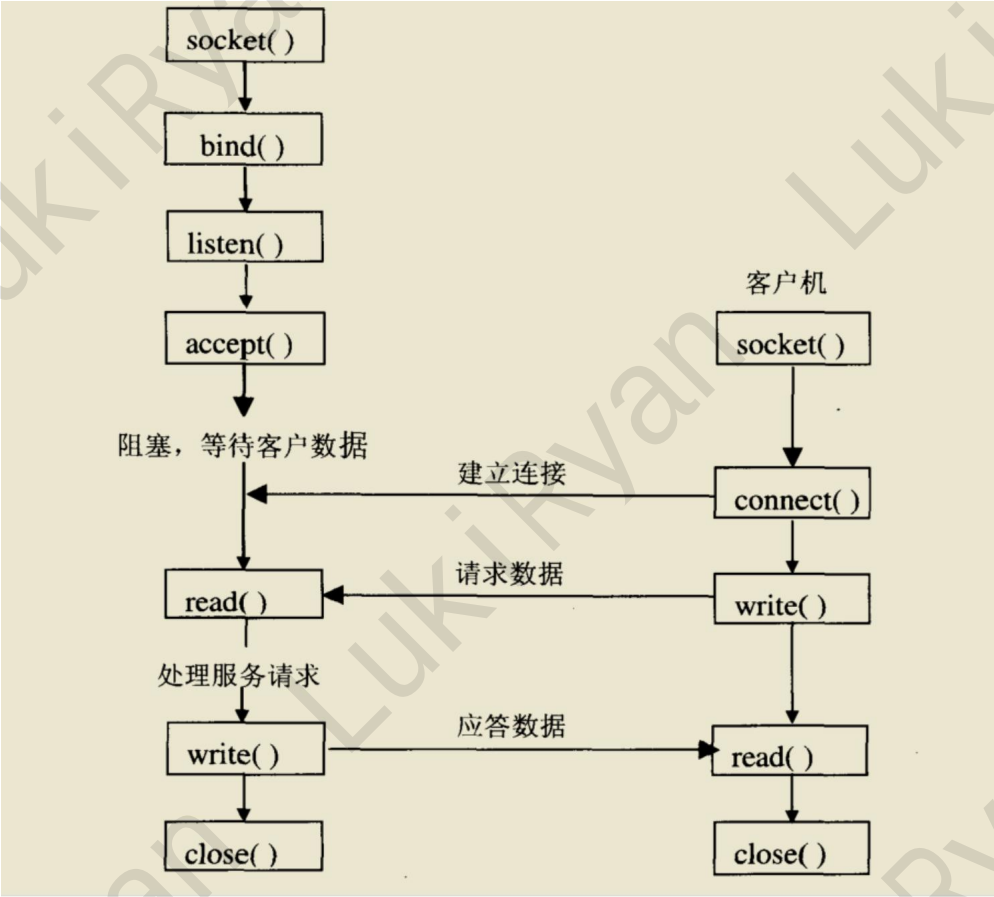


从某种意义上说，Socket 由地址 IP 和端口 Port 构成。IP 是用来标识互联

网中的一台主机的位置，而 Port 是用来标识这台机器上的一个应用程序，IP 地址是配置到网卡上的，而 Port 是应用程序开启的，IP 与 Port 的绑定就标识了互联网中独一无二的一个应用程序。

套接字类型 流式套接字（SOCK_STREAM）：用于提供面向连接、可靠的数据传输服务。 数据报套接字（SOCK_DGRAM）：提供了一种无连接的服务。该服务并不能保证数据传输的可靠性，数据有可能在传输过程中丢失或出现数据重复，且无法保证顺序地接收到数据。 原始套接字（SOCK_RAW）：主要用于实现自定义协议或底层网络协议。

在本 WEB 服务器程序实验中，采用流式套接字进行通信。其基本模型如下图所示：



其工作过程如下：服务器首先启动，通过调用 socket() 建立一个套接字，然后调用绑定方法 bind() 将该套接字和本地网络地址联系在一起，再调用 listen() 使套接字做好侦听连接的准备，并设定的连接队列的长度。客户端在建立套接字后，就可调用连接方法 connect() 向服务器端提出连接请求。服务器端在监听到连接请求后，建立和该客户端的连接，并放入连接队列中，并通过调用 accept() 来返回该连接，以便后面通信使用。客户端和服务器连接一旦建立，就可以通过调用接收方法 recv() / recvfrom() 和发送 方法 send() / sendto() 来发送和接收数据。最后，待数据传送结束后，双方调用 close() 关闭套接字。

2. HTTP 传输协议

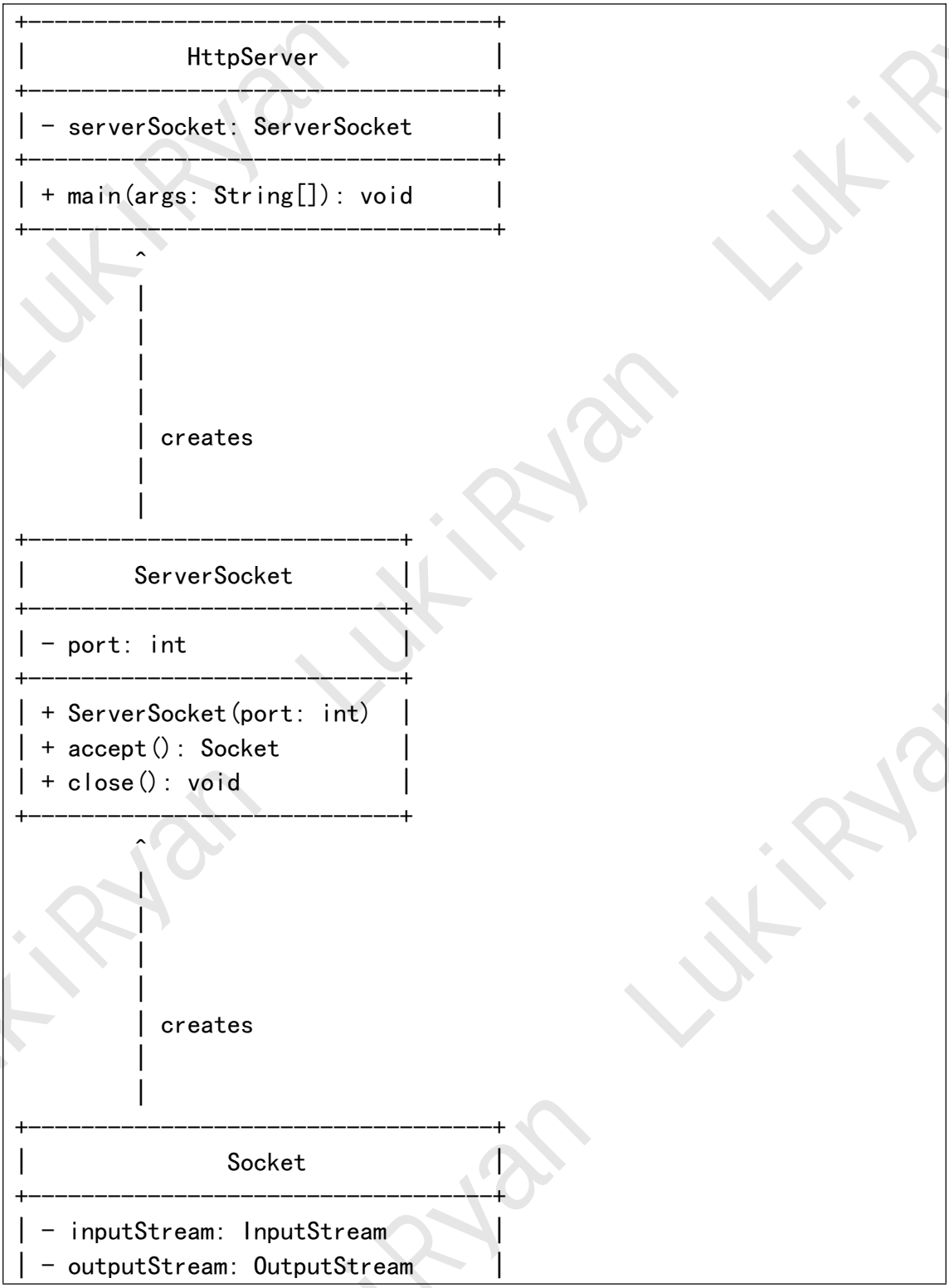
超文本传输协议（HTTP）是用于 Web 上进行通信的协议：它定义 Web 浏览器如何从 Web 服务器请求资源以及服务器如何响应。为简单起见，在该实验中将处理 HTTP 协议的 1.0 版。HTTP 通信以事务形式进行，其中事务由客户端向服务器发送请求，然后读取响应组成。 请求和响应消息共享一个通用的基本格式：

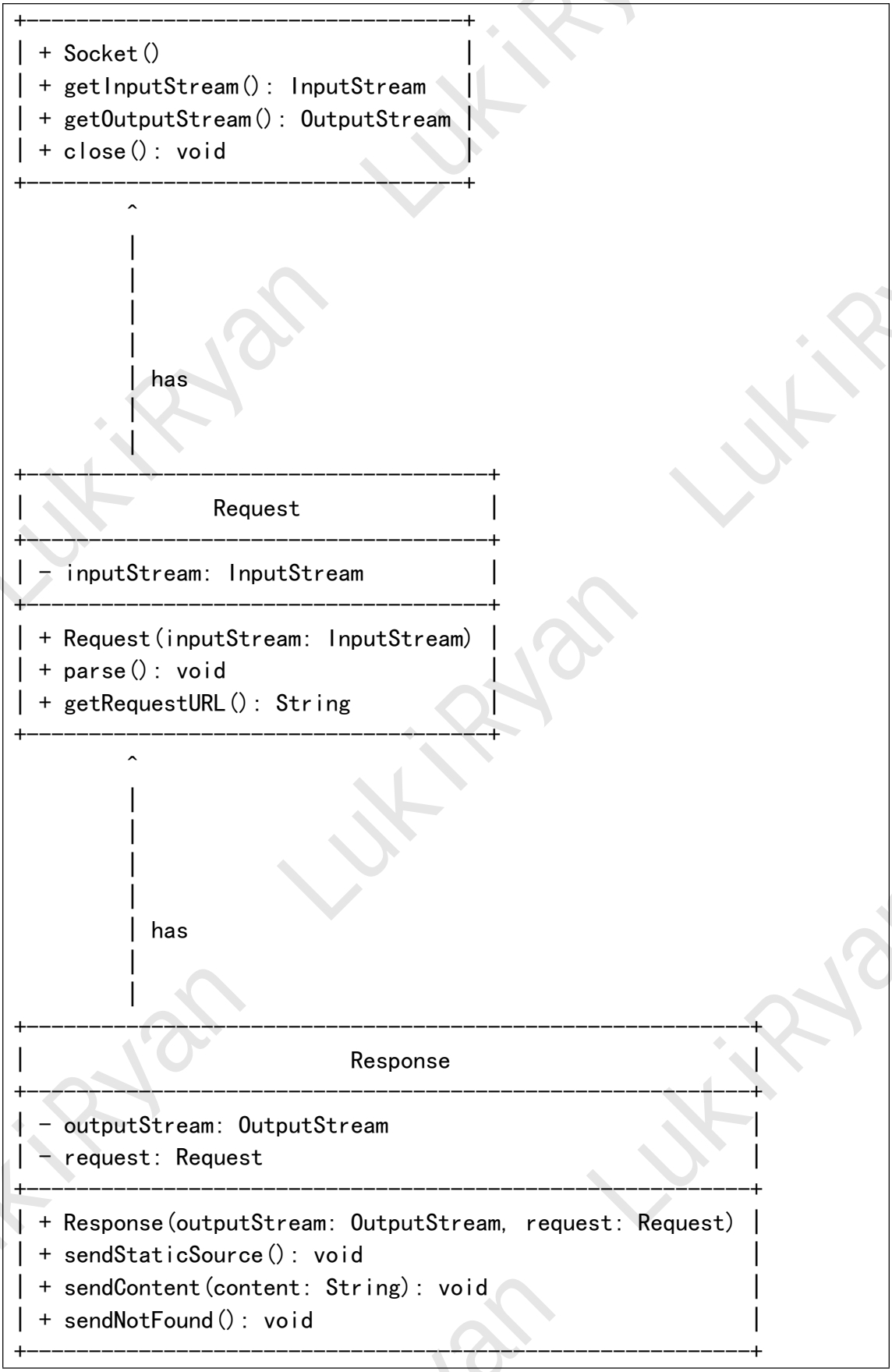
- 初始行（请求或响应行）
- 零个或多个头部行
- 空行（CRLF）
- 可选消息正文。

对于大多数常见的 HTTP 事务，协议归结为一系列相对简单的步骤：
首先，客户端创建到服务器的连接；然后客户端通过向服务器发送一行文本来发出请求。这请求行包 HTTP 方法(比如 GET，POST、PUT 等)，请求 URI(类似于 URL)，以及客户机希望使用的协议版本(比如 HTTP/1.0)；接着，服务器发送响应消息，其初始行由状态线（指示请求是否成功)，响应状态码(指示请求是否成功完成的数值)，以及推理短语(一种提供状态代码描述的英文消息组成)；最后一旦服务器将响应返回给客户端，它就会关闭连接。

三、实验具体设计实现及结果

UML




+ Socket()
+ getInputStream(): InputStream
+ getOutputStream(): OutputStream
+ close(): void
has
Request
- inputStream: InputStream
+ Request(inputStream: InputStream)
+ parse(): void
+ getRequestURL(): String
has
Response
- outputStream: OutputStream
- request: Request
+ Response(outputStream: OutputStream, request: Request)
+ sendStaticSource(): void
+ sendContent(content: String): void
+ sendNotFound(): void

关键代码说明

工作原理：

1. 创建服务器套接字并绑定到指定的端口（这里是 8080）。
2. 进入无限循环，接受客户端的连接请求。
3. 当有客户端连接时，创建与该客户端通信的套接字。
4. 获取套接字的输入流和输出流，用于接收客户端发送的 HTTP 请求和向客户端发送 HTTP 响应。
5. 实例化一个 Request 对象，将套接字的输入流传递给它。
6. 实例化一个 Response 对象，将套接字的输出流和 Request 对象传递给它。调用 Request 对象的 parse()方法解析 HTTP 请求报文，提取请求的 URI（请求的文件名）。
7. 根据请求的 URI 判断请求的文件是否存在。
8. 如果文件存在，发送 HTTP 响应报文，报文中包含 200 OK 的状态码和文件内容。
9. 如果文件不存在，发送 HTTP 响应报文，报文中包含 404 File Not Found 的状态码和错误信息。
10. 关闭套接字。
11. 循环回到第 3 步，等待下一个客户端连接。

简要地说，该程序通过监听指定端口，接受客户端连接，并根据客户端发送的 HTTP 请求来发送相应的 HTTP 响应，实现了一个简单的静态文件服务器。

HttpServer.java

```
import java.net.ServerSocket;
import java.net.Socket;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.OutputStream;

public class HttpServer {
    public static void main(String[] args) {
        ServerSocket serverSocket = null;
        try {
            // 创建服务器套接字
            serverSocket = new ServerSocket(8080);
        } catch (IOException ioe) {
            ioe.printStackTrace();
            System.exit(0);
        }
```

```
        Socket socket = null;
        InputStream inputStream = null;
        OutputStream outputStream = null;
        while (true) {
            try {
                // 接受套接字请求并创建相应的服务器套接字来启动监听
                socket = serverSocket.accept();
                // 获取输入流
                inputStream = socket.getInputStream();
                // 获取输出流
                outputStream = socket.getOutputStream();
                // 实例化请求类
                Request request = new Request(inputStream);
                // 实例化应答类
                Response response = new Response(outputStream,
request);
                // 解析请求
                request.parse();
                // 根据请求做响应应答
                response.sendStaticSourse();
                // 关闭套接字
                socket.close();
            } catch (IOException ioe) {
                ioe.printStackTrace();
            }
        }
    }
}
```

这是一个简单的 HTTP 服务器，它使用了 Java 的 Socket 编程来接受客户端请求并发送响应。主要包含以下几个部分：

1. ServerSocket：通过创建 ServerSocket 对象来监听指定端口（这里是 8080），等待客户端的连接请求。

2. Socket：一旦有客户端连接请求到达，ServerSocket 将会接受该请求并创建一个新的 Socket 对象，用于与客户端进行通信。

3. 输入流和输出流：通过获取 Socket 对象的输入流和输出流，服务器可以接收来自客户端的请求数据，并向客户端发送响应数据。

4.Request 类：该类负责解析客户端请求的输入流数据，并提供相应的方法来获取请求的相关信息，如请求 URL。

5. Response 类：该类负责构建服务器的响应，并发送给客户端。它接收 Request 对象作为参数，可以根据请求的内容生成相应的响应。

6. 主函数：主函数中的循环部分用于持续监听客户端的连接请求。每当有新的连接请求到达时，就创建一个新的 Socket 对象，并使用它来处理客户端的请求和响应。

我这个简单的 HTTP 服务器是单线程的，它在一个循环中接受连接、处理请求和发送响应。当有新的连接到达时，服务器会创建一个新的 Socket 对象，处理完请求后关闭该连接，然后再继续监听下一个连接请求。

Request.java

```
import java.io.InputStream;
import java.io.IOException;
import java.io.InputStreamReader;
import java.io.BufferedReader;

public class Request {
    private InputStream inputStream = null;
    private String uri = null;

    public Request(InputStream inputStream) {
        // 获取输入流
        this.inputStream = inputStream;
    }
    // 解析请求报文
    public void parse() throws IOException {
        BufferedReader br = new BufferedReader(new
InputStreamReader(inputStream));
        String msg = br.readLine();
        // 在终端打印报文
        System.out.println(msg);
        // 解析请求文件名
        this.uri = msg.split(" ")[1].substring(1);
        while ((msg = br.readLine()) != null) {
            System.out.println(msg);
            if (msg.length() == 0) {
                break;
            }
        }
```

```
    }
    // 获取请求文件名
    public String getUri() {
        return this.uri;
    }
}
```

Request 类用于解析 HTTP 请求报文并提取请求的文件名（URI）。主要包含以下几个部分：

1. parse() 方法：该方法通过传入一个输入流（inputStream），使用 BufferedReader 逐行读取请求报文的内容。首先，它读取报文的第一行，即请求行（如 "GET /index.html HTTP/1.1"）。然后，它将请求行拆分，并提取第二部分作为请求的文件名（URI），通过去除开头的斜杠来获取最终的文件名。接下来，它继续读取报文的头部字段（header fields），并在终端打印每一行。当读取到一个空行时，表示头部字段的结束，解析过程结束。

2. getUri() 方法：该方法返回解析后得到的请求文件名（URI）。

这个 Request 类的作用是**解析 HTTP 请求报文**，提取出请求的文件名。它通过读取输入流中的报文内容，并按照 HTTP 协议的格式进行解析。然后，可以调用 getUri() 方法获取解析得到的请求文件名。

Response.java

```
import java.io.OutputStream;
import java.io.BufferedInputStream;
import java.io.BufferedOutputStream;
import java.io.File;
import java.io.FileInputStream;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.IOException;

public class Response {
    private OutputStream outputStream;
    private Request request;

    public Response(OutputStream outputStream, Request request) {
        this.outputStream = outputStream;
        this.request = request;
    }
```

```
    public void sendStaticSourse() {
        BufferedOutputStream bos = new
BufferedOutputStream(outputStream);
        BufferedInputStream bis = null;
        try {
            // 如果请求的文件存在
            if (new File(this.request.getUri()).exists()) {
                try {
                    // 获取文件输入流
                    bis = new BufferedInputStream(new
FileInputStream(this.request.getUri()));
                } catch (FileNotFoundException fnfe) {
                }
                byte[] data = new byte[1024];
                int length = 0;
                // 发送可以发送文件的报文
                String msg = "HTTP/1.1 200 OK \r\n" +
                        "content-type: text/html; charset=utf-8
\r\n\r\n";
                // 发送文件数据
                bos.write(msg.getBytes());
                while ((length = bis.read(data)) != -1) {
                    bos.write(data, 0, length);
                }
            } else {
                // 发送未找到文件报文
                String errormsg = "HTTP/1.1 404 File Not Found\r\n" +
                        "Content-Type:text/html\r\n" +
                        "Content-Length:23\r\n" +
                        "\r\n" +
                        "<h2>File Not Found</h2>";
                bos.write(errormsg.getBytes());
            }
            // 关闭输出流
            bos.close();
            // 关闭输入流
            if (bis != null) {
                bis.close();
            }
        } catch (IOException ioe) {
            ioe.printStackTrace();
        }
    }
```

```
}
```

Response 类用于处理服务器的响应并发送给客户端。主要包含以下几个部分：

1. 构造函数：通过传入一个输出流（outputStream）和 Request 对象（request），初始化 Response 类的实例。

2. sendStaticSourse()方法：该方法用于发送静态资源的响应。首先，它创建了一个 BufferedOutputStream 对象，用于将响应数据写入到输出流中。然后，它检查请求的文件是否存在，如果存在，则尝试创建一个 BufferedInputStream 对象来读取该文件的内容。接下来，它构建响应报文，并写入输出流中，包括一个成功的响应头部以及响应内容（文件数据）。如果文件不存在，则构建一个包含"404 File Not Found"的错误响应报文。最后，关闭输出流和输入流。

这个 Response 类的作用是**根据请求的文件名，发送对应的响应给客户端**。它根据请求的文件是否存在来决定发送成功的响应还是错误的响应。对于存在的文件，它会读取文件的内容并发送给客户端；对于不存在的文件，它会发送一个包含错误信息的响应报文。

运行结果

图 1：谷歌浏览器请求 index.html

图 2：浏览器请求报文

图 2：谷歌浏览器请求不存在的文件

四、实验设备与实验环境

操作系统

Windows 11

开发工具

IntelliJ IDEA Community Edition 2023.1.2

编程语言

Java

五、实验总结

通过实现简单的 Web 服务器端程序，我学会了以下几个方面：

1. 理解 HTTP 协议：实现 Web 服务器需要对 HTTP 协议有一定的了解。我学习了 HTTP 请求和响应的格式、HTTP 方法（如 GET、POST 等）以及常见的 HTTP 状态码（如 200、404 等）等基本概念。

2. 套接字编程：我学会了如何使用套接字（Socket）进行网络通信。通过创建 ServerSocket 并监听指定端口，我能够接受客户端的连接请求，并创建相应的 Socket 来与客户端进行通信。

3. 处理 HTTP 请求：我学会了解析 HTTP 请求报文，从中提取出请求的 URI、方法等信息。我了解到请求报文的第一行包含了请求方法、URI 和 HTTP 版本，而后续的报文行则包含了请求头等信息。

4. 生成 HTTP 响应：我学会了根据接收到的 HTTP 请求，生成相应的 HTTP 响应。我能够根据请求的 URI 查找对应的静态资源（如 HTML 文件），并将其作为响应发送给客户端。

5. 文件操作和 IO 流：通过实现 Web 服务器，我熟悉了文件操作和 IO 流的使用。我能够打开和读取文件，将文件内容通过输出流发送给客户端。

6. 调试和排错：在编写和测试 Web 服务器程序时，我遇到了一些问题和错误。通过分析错误信息和调试程序，我学会了定位问题所在，并进行适当的修复和改进。

总的来说，通过实现简单的 Web 服务器端程序，我学会了如何处理基本的 HTTP 请求和生成 HTTP 响应。这为我打开了 java 网络编程的大门，为进一步探索和学习网络编程提供了基础。同时，我也认识到网络编程是一个广阔而有挑战性的领域，仅仅学习计算机网络这么课程是远远不够的，需要课后不断学习和实践才能真正的掌握。

六、附录：html 文件

index.html

```
<html>

<head>
	<link href="favicon.ico" rel="shortcut icon">
	<meta content="text/html" charset="UTF-8">
	<title>实验服务器</title>
</head>

<body style="background: linear-gradient(135deg, #f7347a, #ffffff,
#45a3e5);
		background-size: 600% 600%;
		animation: gradientAnimation 10s ease infinite;
		text-align: center; position: relative;">

	<div style="position: relative; margin-top: 20%;">
		<h1 style="font-weight: bold; font-size: 72px; color: #fff;
				font-family: 'Quicksand', sans-serif;
text-shadow: 0 0 10px rgba(255, 255, 255, 0.6);">
			实验测试界面
		</h1>
	</div>

	<div style="position: absolute; bottom: 20px; right: 20px;">
		<p style="font-size: 24px; color: #fff; font-family:
'Quicksand', sans-serif;
				text-shadow: 0 0 6px rgba(255, 255, 255, 0.8);">
			大数据 1234LukiRyan
		</p>
	</div>

	<script>
		function gradientAnimation() {
			var body = document.querySelector('body');
			var currentPosition = 0;
			var gradientInterval = setInterval(function() {
				currentPosition += 1;
				body.style.backgroundPosition =
currentPosition + '% 50%';
				if (currentPosition >= 100) {
```

```
                        currentPosition = 0;
                    }
                }, 50);
            }
            gradientAnimation();
        </script>

</body>

</html>
```