

day11 【网络编程】

主要内容

- 软件架构CS / BS
- 网络通信三要素
- TCP通信
- Socket
- ServerSocket

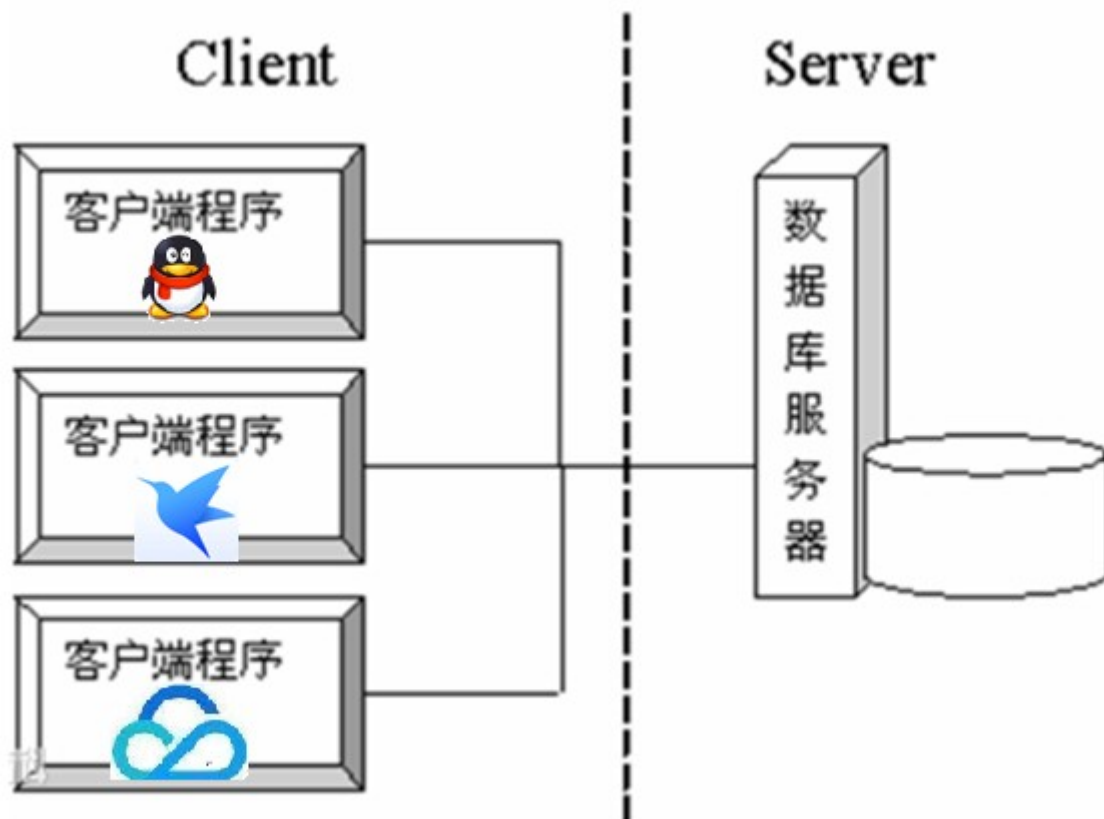
教学目标

- ☐ 能够辨别UDP和TCP协议特点
- ☐ 能够说出TCP协议下两个常用类名称
- ☐ 能够编写UDP协议下字符串数据传输程序
- ☐ 能够编写TCP协议下字符串数据传输程序
- ☐ 能够理解TCP协议下文件上传案例
- ☐ 能够理解TCP协议下案例2

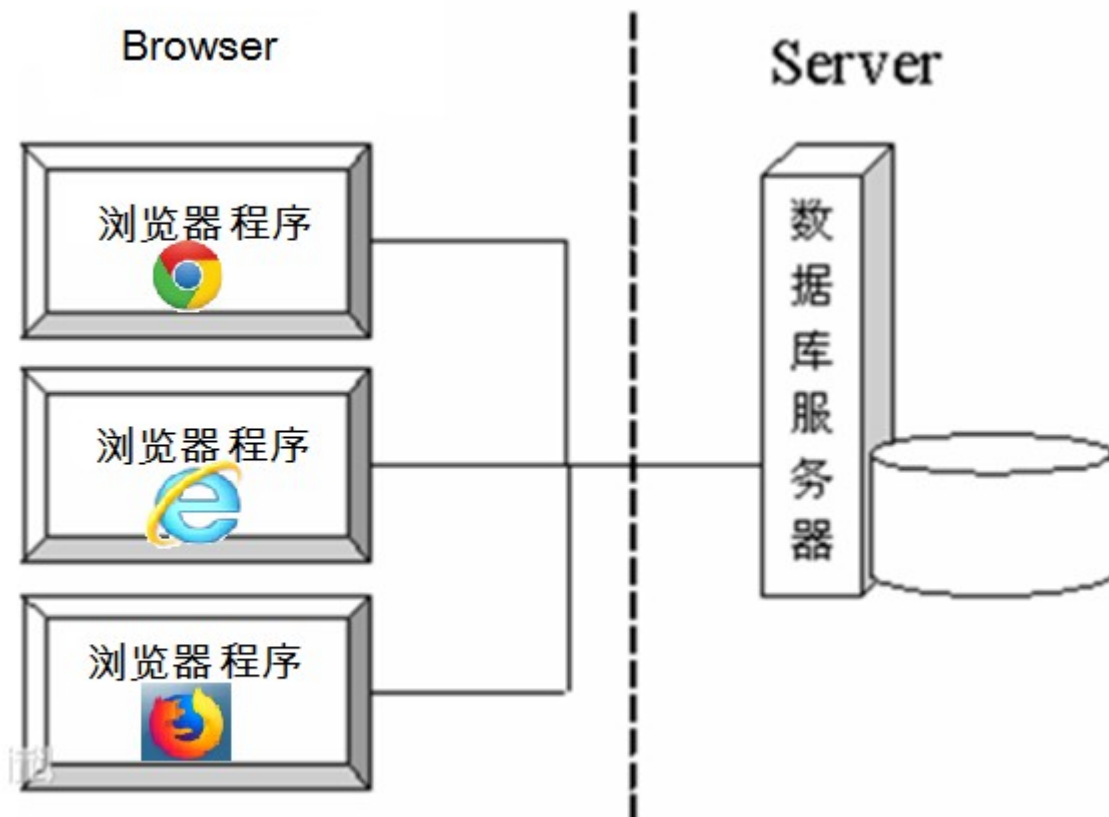
第一章 网络编程入门

1.1 软件结构

- **C/S结构**：全称为Client/Server结构，是指客户端和服务端结构。常见程序有QQ、迅雷等软件。



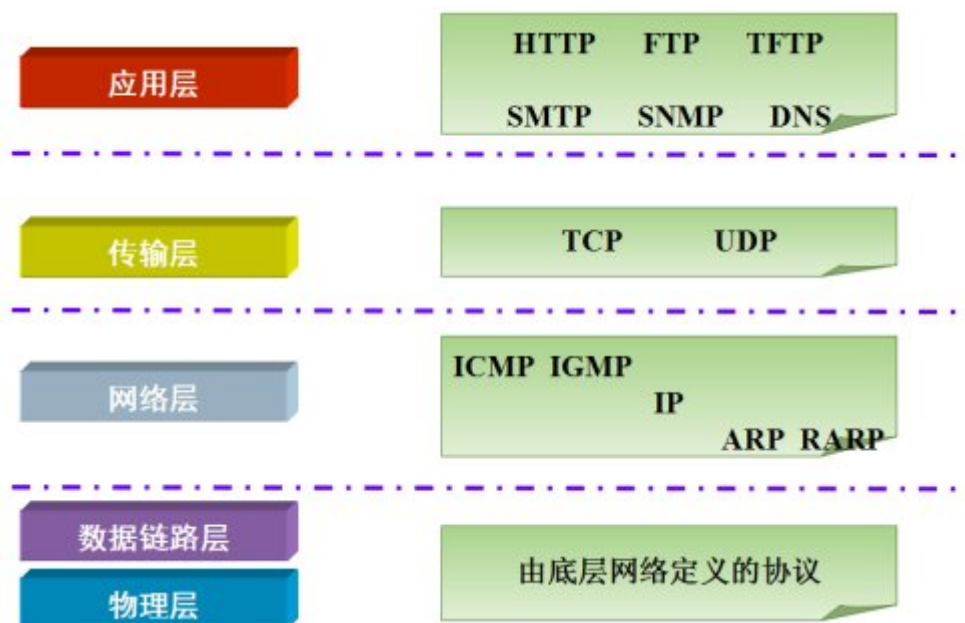
B/S结构：全称为Browser/Server结构，是指浏览器和服务端结构。常见浏览器有谷歌、火狐等。



两种架构各有优势，但是无论哪种架构，都离不开网络的支持。**网络编程**，就是在一定的协议下，实现两台计算机的通信的程序。

1.2 网络通信协议

- **网络通信协议**：通信协议是对计算机必须遵守的规则，只有遵守这些规则，计算机之间才能进行通信。这就好比在道路中行驶的汽车一定要遵守交通规则一样，协议中对数据的传输格式、传输速率、传输步骤等做了统一规定，通信双方必须同时遵守，最终完成数据交换。
- **TCP/IP协议**：传输控制协议/因特网互联协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)，是Internet最基本、最广泛的协议。它定义了计算机如何连入因特网，以及数据如何在它们之间传输的标准。它的内部包含一系列的用于处理数据通信的协议，并采用了4层的分层模型，每一层都呼叫它的下一层所提供的协议来完成自己的需求。

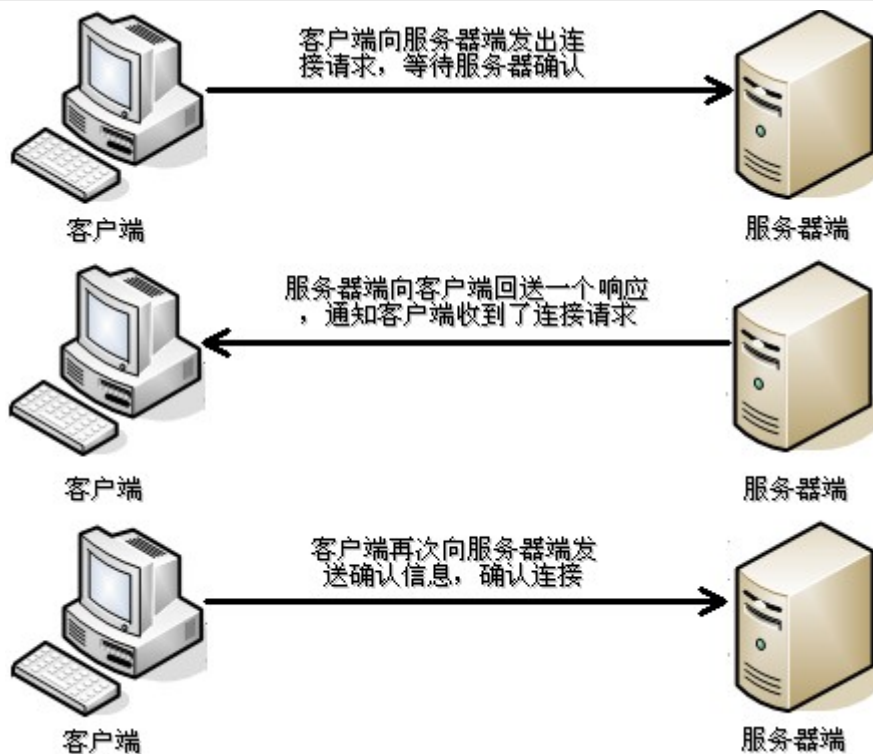


1.3 协议分类

通信的协议还是比较复杂的，`java.net` 包中包含的类和接口，它们提供低层次的通信细节。我们可以直接使用这些类和接口，来专注于网络程序开发，而不用考虑通信的细节。

`java.net` 包中提供了两种常见的网络协议的支持：

- **TCP**：传输控制协议 (Transmission Control Protocol)。TCP协议是**面向连接**的通信协议，即传输数据之前，在发送端和接收端建立逻辑连接，然后再传输数据，它提供了两台计算机之间可靠无差错的数据传输。
 - 三次握手：TCP协议中，在发送数据的准备阶段，客户端与服务器之间的三次交互，以保证连接的可靠。
 - 第一次握手，客户端向服务器端发出连接请求，等待服务器确认。
 - 第二次握手，服务器端向客户端回送一个响应，通知客户端收到了连接请求。
 - 第三次握手，客户端再次向服务器端发送确认信息，确认连接。整个交互过程如下图所示。



完成三次握手，连接建立后，客户端和服务端就可以开始进行数据传输了。由于这种面向连接的特性，TCP协议可以保证传输数据的安全，所以应用十分广泛，例如下载文件、浏览网页等。

- **UDP：**用户数据报协议(User Datagram Protocol)。UDP协议是一个**面向无连接**的协议。传输数据时，不需要建立连接，不管对方端服务是否启动，直接将数据、数据源和目的地都封装在数据包中，直接发送。每个数据包的大小限制在64k以内。它是不可靠协议，因为无连接，所以传输速度快，但是容易丢失数据。日常应用中,例如视频会议、QQ聊天等。

1.4 网络编程三要素

协议

- **协议：**计算机网络通信必须遵守的规则，已经介绍过了，不再赘述。

IP地址

- **IP地址：**指互联网协议地址 (Internet Protocol Address)，俗称IP。IP地址用来给一个网络中的计算机设备做唯一的编号。假如我们把“个人电脑”比作“一台电话”的话，那么“IP地址”就相当于“电话号码”。

IP地址分类

- IPv4：是一个32位的二进制数，通常被分为4个字节，表示成 `a.b.c.d` 的形式，例如 `192.168.65.100`。其中a、b、c、d都是0~255之间的十进制整数，那么最多可以表示42亿个。
- IPv6：由于互联网的蓬勃发展，IP地址的需求量愈来愈大，但是网络地址资源有限，使得IP的分配越发紧张。有资料显示，全球IPv4地址在2011年2月分配完毕。

为了扩大地址空间，拟通过IPv6重新定义地址空间，采用128位地址长度，每16个字节一组，分成8组十六进制数，表示成 `ABCD:EF01:2345:6789:ABCD:EF01:2345:6789`，号称可以为全世界的每一粒沙子编上一个网址，这样就解决了网络地址资源数量不够的问题。

常用命令

- 查看本机IP地址，在控制台输入：

```
ipconfig
```

- 检查网络是否连通，在控制台输入：

```
ping 空格 IP地址  
ping 220.181.57.216
```

特殊的IP地址

- 本机IP地址：`127.0.0.1`、`localhost`。

端口号

网络的通信，本质上是两个进程（应用程序）的通信。每台计算机都有很多的进程，那么在网络通信时，如何区分这些进程呢？

如果说**IP地址**可以唯一标识网络中的设备，那么**端口号**就可以唯一标识设备中的进程（应用程序）了。

- **端口号**：用两个字节表示的整数，它的取值范围是0~65535。其中，0~1023之间的端口号用于一些知名的网络服务和应用，普通的应用程序需要使用1024以上的端口号。如果端口号被另外一个服务或应用所占用，会导致当前程序启动失败。

利用 `协议` + `IP地址` + `端口号` 三元组合，就可以标识网络中的进程了，那么进程间的通信就可以利用这个标识与其它进程进行交互。

第二章 TCP通信程序

2.1 概述

TCP通信能实现两台计算机之间的数据交互，通信的两端，要严格区分为客户端（Client）与服务端（Server）。

两端通信时步骤：

1. 服务端程序，需要事先启动，等待客户端的连接。
2. 客户端主动连接服务器端，连接成功才能通信。服务端不可以主动连接客户端。

在Java中，提供了两个类用于实现TCP通信程序：

1. 客户端：`java.net.Socket` 类表示。创建 `Socket` 对象，向服务端发出连接请求，服务端响应请求，两者建立连接开始通信。
2. 服务端：`java.net.ServerSocket` 类表示。创建 `ServerSocket` 对象，相当于开启一个服务，并等待客户端的连接。

2.2 Socket类

`Socket` 类：该类实现客户端套接字，套接字指的是两台设备之间通讯的端点。

构造方法

- `public Socket(String host, int port)` :创建套接字对象并将其连接到指定主机上的指定端口号。如果指定的host是null，则相当于指定地址为回送地址。

小贴士：回送地址(127.x.x.x) 是本地回送地址（Loopback Address），主要用于网络软件测试以及本地机进程间通信，无论什么程序，一旦使用回送地址发送数据，立即返回，不进行任何网络传输。

构造举例，代码如下：

```
Socket client = new Socket("localhost", 6666);
```

成员方法

- `public InputStream getInputStream()` : 返回此套接字的输入流。
 - 如果此Socket具有相关联的通道，则生成的InputStream 的所有操作也关联该通道。
 - 关闭生成的InputStream也将关闭相关的Socket。
- `public OutputStream getOutputStream()` : 返回此套接字的输出流。
 - 如果此Socket具有相关联的通道，则生成的OutputStream 的所有操作也关联该通道。
 - 关闭生成的OutputStream也将关闭相关的Socket。
- `public void close()` : 关闭此套接字。
 - 一旦一个socket被关闭，它不可再使用。
 - 关闭此socket也将关闭相关的InputStream和OutputStream。
- `public void shutdownOutput()` : 禁用此套接字的输出流。
 - 任何先前写出的数据将被发送，随后终止输出流。

2.3 ServerSocket类

`ServerSocket` 类：这个类实现了服务器套接字，该对象等待通过网络的请求。

构造方法

- `public ServerSocket(int port)` : 使用该构造方法在创建ServerSocket对象时，就可以将其绑定到一个指定的端口号上，参数port就是端口号。

构造举例，代码如下：

```
ServerSocket server = new ServerSocket(6666);
```

成员方法

- `public Socket accept()` : 侦听并接受连接，返回一个新的Socket对象，用于和客户端实现通信。该方法会一直阻塞直到建立连接。

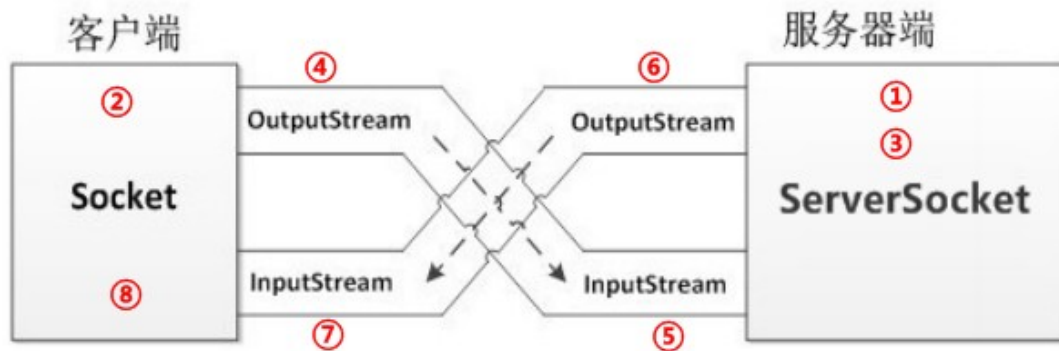
2.4 简单的TCP网络程序

TCP通信分析图解

1. 【服务端】启动,创建ServerSocket对象，等待连接。

2. 【客户端】启动,创建Socket对象, 请求连接。
3. 【服务端】接收连接,调用accept方法, 并返回一个Socket对象。
4. 【客户端】Socket对象, 获取OutputStream, 向服务端写出数据。
5. 【服务端】Socket对象, 获取InputStream, 读取客户端发送的数据。

到此, 客户端向服务端发送数据成功。



自此, 服务端向客户端回写数据。

6. 【服务端】Socket对象, 获取OutputStream, 向客户端回写数据。
7. 【客户端】Socket对象, 获取InputStream, 解析回写数据。
8. 【客户端】释放资源, 断开连接。

客户端向服务器发送数据

服务端实现:

```
public class ServerTCP {  
    public static void main(String[] args) throws IOException {  
        System.out.println("服务端启动 , 等待连接 .... ");  
        // 1.创建 ServerSocket对象, 绑定端口, 开始等待连接  
        ServerSocket ss = new ServerSocket(6666);  
        // 2.接收连接 accept 方法, 返回 socket 对象.  
        Socket server = ss.accept();  
        // 3.通过socket 获取输入流  
        InputStream is = server.getInputStream();  
        // 4.一次性读取数据  
        // 4.1 创建字节数组  
        byte[] b = new byte[1024];  
        // 4.2 读取到字节数组中.  
        int len = is.read(b);  
        // 4.3 解析数组,打印字符串信息  
        String msg = new String(b, 0, len);  
        System.out.println(msg);  
        //5.关闭资源.  
        is.close();  
        server.close();  
    }  
}
```




客户端实现：

```
public class ClientTCP {  
    public static void main(String[] args) throws Exception {  
        System.out.println("客户端 发送数据");  
        // 1.创建 Socket ( ip , port ) , 确定连接到哪里.  
        Socket client = new Socket("localhost", 6666);  
        // 2.获取流对象 . 输出流  
        OutputStream os = client.getOutputStream();  
        // 3.写出数据.  
        os.write("你好么? tcp ,我来了".getBytes());  
        // 4. 关闭资源 .  
        os.close();  
        client.close();  
    }  
}
```

服务器向客户端回写数据

服务端实现：

```
public class ServerTCP {  
    public static void main(String[] args) throws IOException {  
        System.out.println("服务端启动 , 等待连接 .... ");  
        // 1.创建 ServerSocket对象, 绑定端口, 开始等待连接  
        ServerSocket ss = new ServerSocket(6666);  
        // 2.接收连接 accept 方法, 返回 socket 对象.  
        Socket server = ss.accept();  
        // 3.通过socket 获取输入流  
        InputStream is = server.getInputStream();  
        // 4.一次性读取数据  
        // 4.1 创建字节数组  
        byte[] b = new byte[1024];  
        // 4.2 读取到字节数组中.  
        int len = is.read(b);  
        // 4.3 解析数组,打印字符串信息  
        String msg = new String(b, 0, len);  
        System.out.println(msg);  
        // =====回写数据=====  
        // 5. 通过 socket 获取输出流  
        OutputStream out = server.getOutputStream();  
        // 6. 回写数据  
        out.write("我很好,谢谢你".getBytes());  
        // 7.关闭资源.  
        out.close();  
        is.close();  
        server.close();  
    }  
}
```

客户端实现：

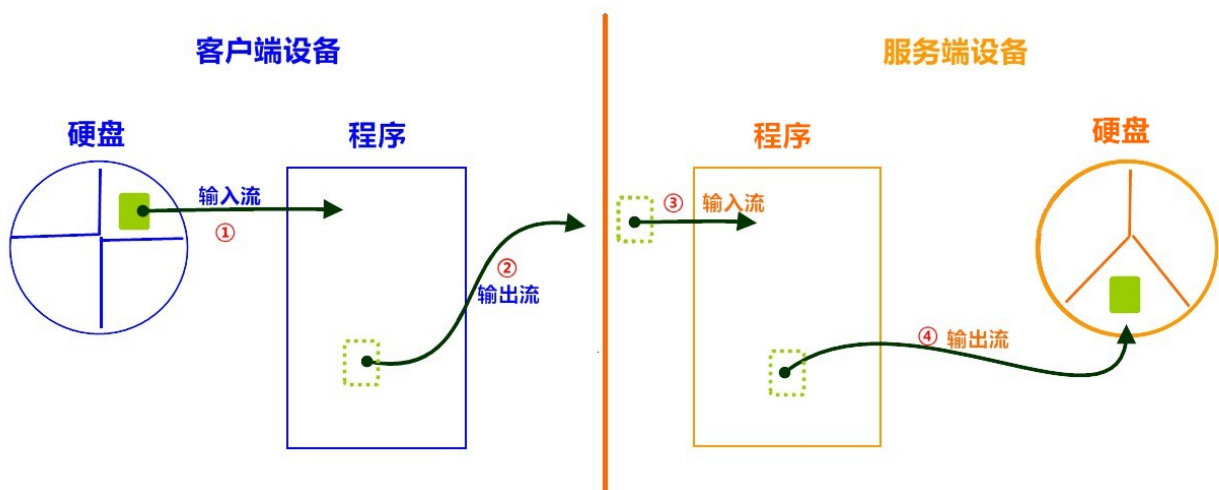
```
public class ClientTCP {  
    public static void main(String[] args) throws Exception {  
        System.out.println("客户端 发送数据");  
        // 1.创建 Socket ( ip , port ) , 确定连接到哪里.  
        Socket client = new Socket("localhost", 6666);  
        // 2.通过Socket,获取输出流对象  
        OutputStream os = client.getOutputStream();  
        // 3.写出数据.  
        os.write("你好么? tcp ,我来了".getBytes());  
        // =====解析回写=====  
        // 4. 通过Socket,获取 输入流对象  
        InputStream in = client.getInputStream();  
        // 5. 读取数据数据  
        byte[] b = new byte[100];  
        int len = in.read(b);  
        System.out.println(new String(b, 0, len));  
        // 6. 关闭资源 .  
        in.close();  
        os.close();  
        client.close();  
    }  
}
```

第三章 综合案例

3.1 文件上传案例

文件上传分析图解

1. 【客户端】输入流，从硬盘读取文件数据到程序中。
2. 【客户端】输出流，写出文件数据到服务端。
3. 【服务端】输入流，读取文件数据到服务端程序。
4. 【服务端】输出流，写出文件数据到服务器硬盘中。



基本实现



服务端实现：

```
public class FileUpload_Server {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        System.out.println("服务器 启动..... ");
        // 1. 创建服务端ServerSocket
        ServerSocket serverSocket = new ServerSocket(6666);
        // 2. 建立连接
        Socket accept = serverSocket.accept();
        // 3. 创建流对象
        // 3.1 获取输入流,读取文件数据
        BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(accept.getInputStream());
        // 3.2 创建输出流,保存到本地
        BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(new FileOutputStream("copy.jpg"));
        // 4. 读写数据
        byte[] b = new byte[1024 * 8];
        int len;
        while ((len = bis.read(b)) != -1) {
            bos.write(b, 0, len);
        }
        //5. 关闭 资源
        bos.close();
        bis.close();
        accept.close();
        System.out.println("文件上传已保存");
    }
}
```

客户端实现：

```
public class FileUPload_Client {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        // 1.创建流对象
        // 1.1 创建输入流,读取本地文件
        BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(new FileInputStream("test.jpg"));
        // 1.2 创建输出流,写到服务端
        Socket socket = new Socket("localhost", 6666);
        BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(socket.getOutputStream());

        //2.写出数据.
        byte[] b = new byte[1024 * 8];
        int len;
        while ((len = bis.read(b)) != -1) {
            bos.write(b, 0, len);
            bos.flush();
        }
        System.out.println("文件发送完毕");
        // 3.释放资源

        bos.close();
        socket.close();

        bis.close();
    }
}
```

```
        System.out.println("文件上传完毕 ");
    }
}
```

文件上传优化分析

1. 文件名称写死的问题

服务端，保存文件的名称如果写死，那么最终导致服务器硬盘，只会保留一个文件，建议使用系统时间优化，保证文件名称唯一，代码如下：

```
FileOutputStream fis = new FileOutputStream(System.currentTimeMillis()+".jpg") // 文件名称
BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(fis);
```

2. 循环接收的问题

服务端，指保存一个文件就关闭了，之后的用户无法再上传，这是不符合实际的，使用循环改进，可以不断的接收不同用户的文件，代码如下：

```
// 每次接收新的连接,创建一个Socket
while (true) {
    Socket accept = serverSocket.accept();
    .....
}
```

3. 效率问题

服务端，在接收大文件时，可能耗费几秒钟的时间，此时不能接收其他用户上传，所以，使用多线程技术优化，代码如下：

```
while (true) {
    Socket accept = serverSocket.accept();
    // accept 交给子线程处理.
    new Thread(() -> {
        .....
        InputStream bis = accept.getInputStream();
        .....
    }).start();
}
```

优化实现

```
public class FileUpload_Server {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        System.out.println("服务器 启动..... ");
        // 1. 创建服务端ServerSocket
        ServerSocket serverSocket = new ServerSocket(6666);
        // 2. 循环接收,建立连接
        while (true) {
            Socket accept = serverSocket.accept();
            /*
            3. socket对象交给子线程处理,进行读写操作
            */
        }
    }
}
```

Runnable接口中,只有一个run方法,使用lambda表达式简化格式

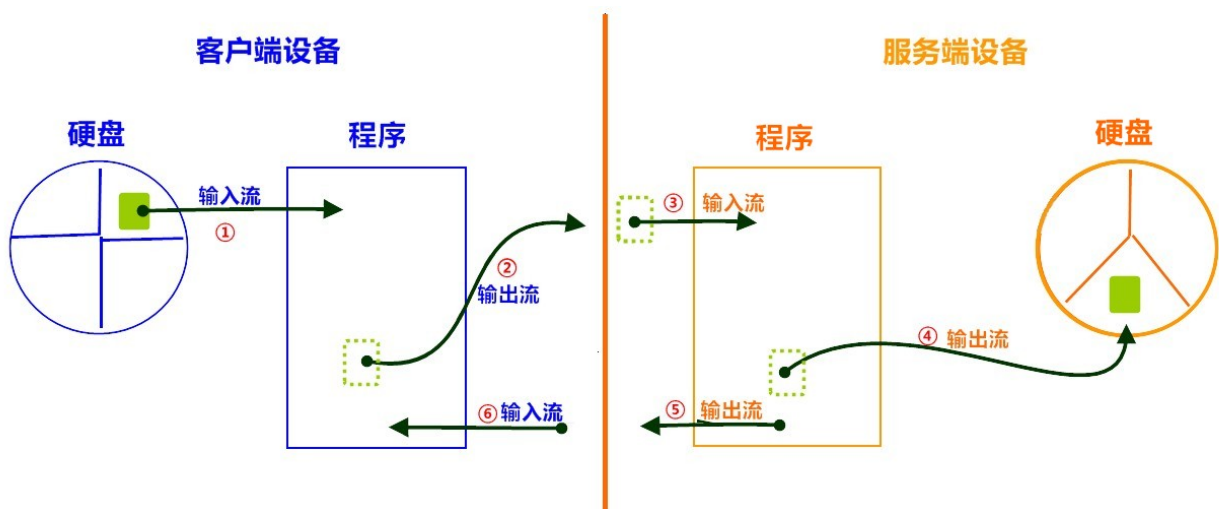
```
*/
new Thread(() -> {
    try (
        //3.1 获取输入流对象
        BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(accept.getInputStream());
        //3.2 创建输出流对象, 保存到本地 .
        FileOutputStream fis = new FileOutputStream(System.currentTimeMillis() +
            ".jpg");

        BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(fis);) {
            // 3.3 读写数据
            byte[] b = new byte[1024 * 8];
            int len;
            while ((len = bis.read(b)) != -1) {
                bos.write(b, 0, len);
            }
            //4. 关闭 资源
            bos.close();
            bis.close();
            accept.close();
            System.out.println("文件上传已保存");
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }
    }).start();
}
```

信息回写分析图解

前四步与基本文件上传一致.

5. 【服务端】获取输出流, 回写数据。
6. 【客户端】获取输入流, 解析回写数据。



回写实现



```
public class FileUpload_Server {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        System.out.println("服务器 启动..... ");
        // 1. 创建服务端ServerSocket
        ServerSocket serverSocket = new ServerSocket(6666);
        // 2. 循环接收,建立连接
        while (true) {
            Socket accept = serverSocket.accept();
            /*
            3. socket对象交给子线程处理,进行读写操作
            Runnable接口中,只有一个run方法,使用lambda表达式简化格式
            */
            new Thread(() -> {
                try {
                    //3.1 获取输入流对象
                    BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(accept.getInputStream());
                    //3.2 创建输出流对象,保存到本地 .
                    FileOutputStream fis = new FileOutputStream(System.currentTimeMillis() +
".jpg");

                    BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(fis);
                } {
                    // 3.3 读写数据
                    byte[] b = new byte[1024 * 8];
                    int len;
                    while ((len = bis.read(b)) != -1) {
                        bos.write(b, 0, len);
                    }

                    // 4.=====信息回写=====
                    System.out.println("back .....");
                    OutputStream out = accept.getOutputStream();
                    out.write("上传成功".getBytes());
                    out.close();
                    //=====

                    //5. 关闭 资源
                    bos.close();
                    bis.close();
                    accept.close();
                    System.out.println("文件上传已保存");
                } catch (IOException e) {
                    e.printStackTrace();
                }
            }).start();
        }
    }
}
```

客户端实现:

```
public class FileUpload_Client {

    public static void main(String[] args) throws IOException {
```

```
// 1.创建流对象
// 1.1 创建输入流,读取本地文件
BufferedInputStream bis = new BufferedInputStream(new FileInputStream("test.jpg"));
// 1.2 创建输出流,写到服务端
Socket socket = new Socket("localhost", 6666);
BufferedOutputStream bos = new BufferedOutputStream(socket.getOutputStream());

//2.写出数据.
byte[] b = new byte[1024 * 8];
int len;
while ((len = bis.read(b))!=-1) {
    bos.write(b, 0, len);
}
// 关闭输出流,通知服务端,写出数据完毕
socket.shutdownOutput();
System.out.println("文件发送完毕");
// 3. =====解析回写=====
InputStream in = socket.getInputStream();
byte[] back = new byte[20];
in.read(back);
System.out.println(new String(back));
in.close();
// =====

// 4.释放资源
socket.close();
bis.close();
}
}
```

3.2 模拟服务器

模拟网站服务器，使用浏览器访问自己编写的服务端程序，查看网页效果。

案例分析

1. 准备页面数据，保存到 `baidu.txt` 文本中。



```
<!DOCTYPE html><!--STATUS OK--><html> <head><meta http-equiv=content-type
content=text/html; charset=utf-8><meta http-equiv=X-UA-Compatible content=IE=Edge><meta
content=always name=referrer><link rel=stylesheet type=text/css
href=http://s1.bdstatic.com/r/www/cache/bdorz/baidu.min.css><title>百度一下，你就知道</title>
</head> <body link=#0000cc> <div id=wrapper> <div id=head> <div class=head_wrapper> <div
class=s_form> <div class=s_form_wrapper> <div id=lg> <img hidefocus=true
src=//www.baidu.com/img/bd_logo1.png width=270 height=129> </div> <form id=form name=f
action=//www.baidu.com/s class=fm> <input type=hidden name=bdorz_come value=1> <input
type=hidden name=ie value=utf-8> <input type=hidden name=f value=8> <input type=hidden
name=rsv_bp value=1> <input type=hidden name=rsv_idx value=1> <input type=hidden name=tn
value=baidu><span class="bg s_ipt_wr"><input id=kwd name=wd class=s_ipt value=maxlength=255
autocomplete=off autofocus></span><span class="bg s_btn_wr"><input type=submit id=su value=
百度一下 class="bg s_btn"></span> </form> </div> </div> <div id=u1> <a
href=http://news.baidu.com name=tj_trnews class=mnava>新闻</a> <a href=http://www.hao123.com
name=tj_trhao123 class=mnava>hao123</a> <a href=http://map.baidu.com name=tj_trmap
class=mnava>地图</a> <a href=http://v.baidu.com name=tj_trvideo class=mnava>视频</a> <a
href=http://tieba.baidu.com name=tj_trtieba class=mnava>贴吧</a> <noscript> <a
href=http://www.baidu.com/bdorz/login.gif?
login&tpl=mn&u=http%3A%2F%2Fwww.baidu.com%2F%3Fbdorz_come%3D1 name=tj_login
class=lb>登录</a> </noscript> <script>document.write('a
href="http://www.baidu.com/bdorz/login.gif?login&tpl=mn&u='+
encodeURIComponent(window.location.href+ (window.location.search === "" ? "?" : "&")+
"bdorz_come=1")+ "&name=tj_login" class="lb">登录</a>');</script> <a
href=//www.baidu.com/more/ name=tj_briicon class=bri style="display: block;">更多产品</a>
</div> </div> </div> <div id=ftCon> <div id=ftConw> <p id=lh> <a
href=http://home.baidu.com>关于百度</a> <a href=http://ir.baidu.com>About Baidu</a> </p> <p
id=cp>&copy; 2017 &nbsp; Baidu &nbsp; <a href=http://www.baidu.com/duty/>使用百度前必读</a> &nbsp; <a
href=http://jianyi.baidu.com/ class=cp-feedback>意见反馈</a> &nbsp; 京ICP证030173号 &nbsp; <img
src=//www.baidu.com/img/g.gif> </p> </div> </div> </div> </body> </html>
```

2. 当使用浏览器访问服务端程序时，回写页面信息。

案例实现

服务端实现：

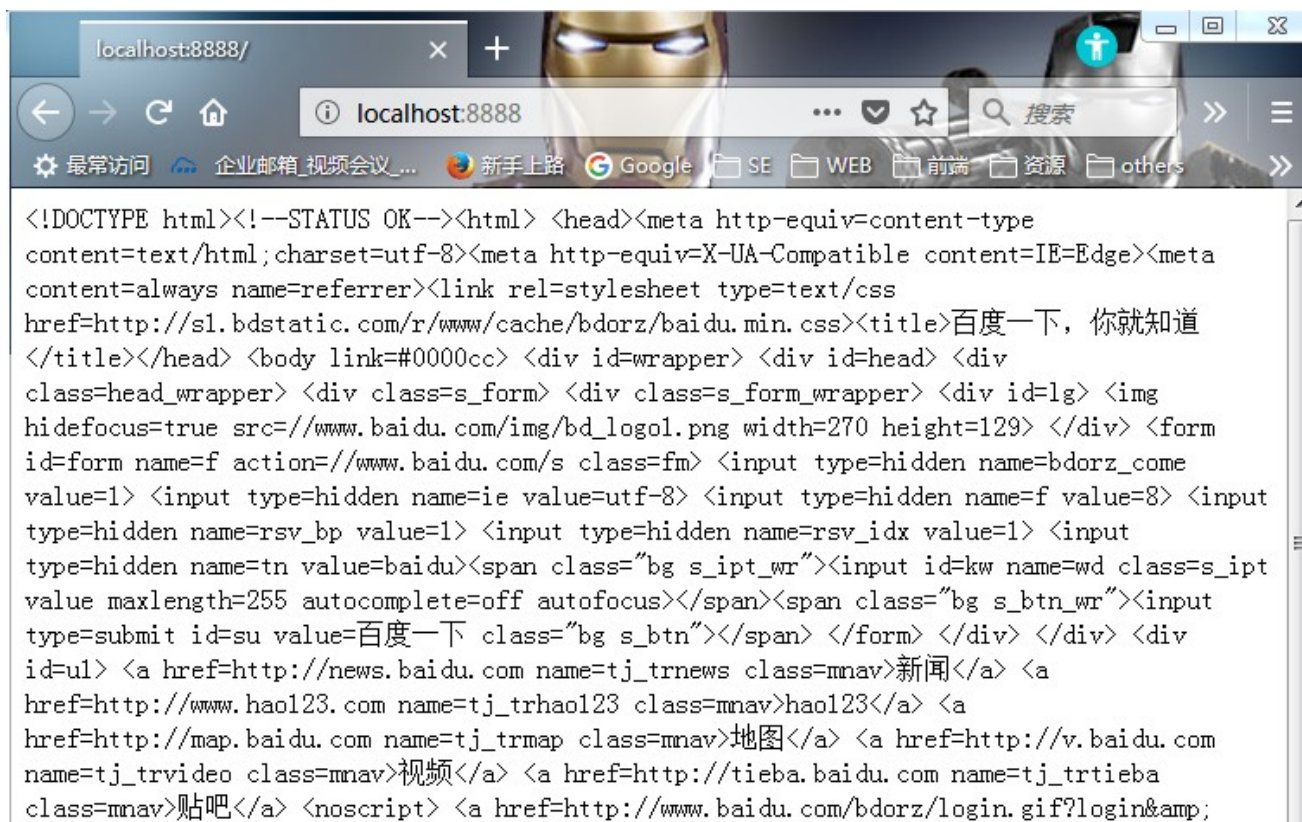
```
public class SerDemo {
    public static void main(String[] args) throws IOException {
        System.out.println("服务端 启动 ， 等待连接 .... ");
        // 1. 创建ServerSocket 对象
        ServerSocket ss = new ServerSocket(8888);
        // 2. 建立连接
        Socket socket = ss.accept();
        // 3. 获取输入流, 打印浏览器访问信息
        InputStream in = socket.getInputStream();
        byte[] bytes = new byte[1024];
        int len = in.read(bytes);
        System.out.println(new String(bytes, 0, len));
        // 4. 读取文本文件, 准备回写数据
        BufferedReader bufferedReader = new BufferedReader(new FileReader("baidu.txt"));
        String page = bufferedReader.readLine();
```

```
// System.out.println(page);

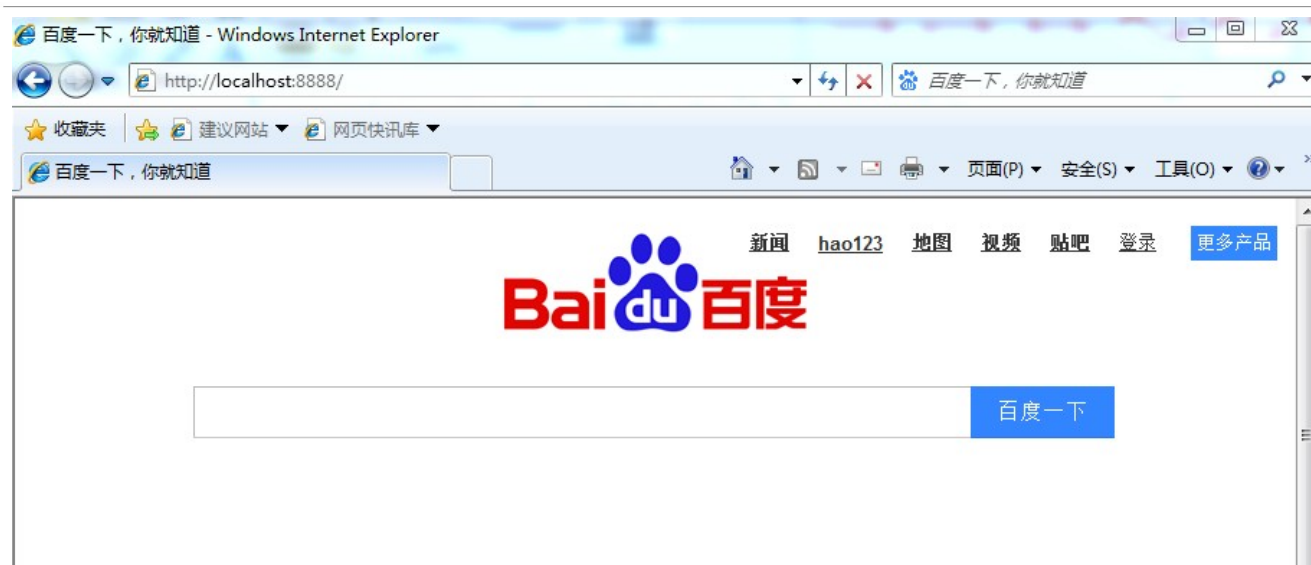
// 5. 获取输出流,回写数据
OutputStream out = socket.getOutputStream();
PrintStream ps = new PrintStream(out);
ps.println(page);
// 6. 释放资源
socket.close();
ss.close();
}
}
```

访问效果

- 火狐



- IE



小贴士：不同的浏览器，内核不一样，解析效果也就不一样。