**第2天 轻量级RPC框架开发**

今天内容安排：

1、掌握RPC原理

2、掌握nio操作

3、掌握netty简单的api

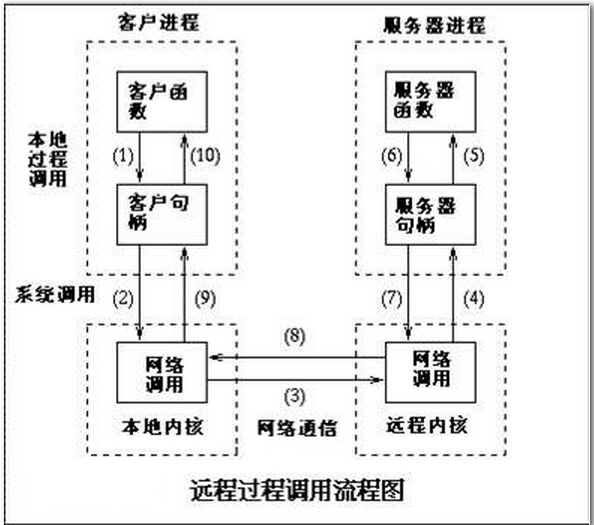
4、掌握自定义RPC框架

1. **RPC原理学习**
   1. **什么是RPC**

RPC（Remote Procedure Call Protocol）——远程过程调用协议，它是一种通过网络从远程计算机程序上请求服务，而不需要了解底层网络技术的协议。RPC协议假定某些传输协议的存在，如TCP或UDP，为通信程序之间携带信息数据。在OSI网络通信模型中，RPC跨越了传输层和应用层。RPC使得开发包括网络分布式多程序在内的应用程序更加容易。

RPC采用客户机/服务器模式。请求程序就是一个客户机，而服务提供程序就是一个服务器。首先，客户机调用进程发送一个有进程参数的调用信息到服务进程，然后等待应答信息。在服务器端，进程保持睡眠状态直到调用信息到达为止。当一个调用信息到达，服务器获得进程参数，计算结果，发送答复信息，然后等待下一个调用信息，最后，客户端调用进程接收答复信息，获得进程结果，然后调用执行继续进行。

* 1. **RPC原理**



运行时,一次客户机对服务器的RPC调用,其内部操作大致有如下十步：

1.调用客户端句柄；执行传送参数

2.调用本地系统内核发送网络消息

3.消息传送到远程主机

4.服务器句柄得到消息并取得参数

5.执行远程过程

6.执行的过程将结果返回服务器句柄

7.服务器句柄返回结果，调用远程系统内核

8.消息传回本地主机

9.客户句柄由内核接收消息

10.客户接收句柄返回的数据

* 1. **hadoopRPC演示**

见代码cn.qdgxy.a01\_hadooprpc

1. **nio原理学习**

nio的优势不在于数据传送的速度，在于解决阻塞，支持更大的并发量，速度没有传统的快。

* 1. **简介**

nio 是New IO 的简称，在jdk1.4 里提供的新api 。Sun 官方标榜的特性如下： 为所有的原始类型提供(Buffer)缓存支持。字符集编码解码解决方案。 Channel ：一个新的原始I/O 抽象。 支持锁和内存映射文件的文件访问接口。 提供多路(non-bloking) 非阻塞式的高伸缩性网络I/O 。

* 1. **传统socket和socket nio代码**

见代码cn.qdgxy.a02\_nio

* 1. **socket nio原理**
     1. **传统的I/O**

使用传统的I/O程序读取文件内容, 并写入到另一个文件(或Socket), 如下程序:

File.read(fileDesc, buf, len);

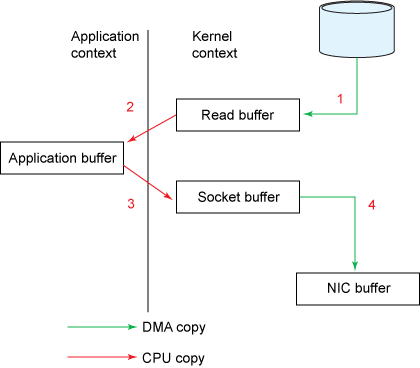
Socket.send(socket, buf, len);

会有较大的性能开销, 主要表现在一下两方面:

1. 上下文切换(context switch), 此处有4次用户态和内核态的切换

2. Buffer内存开销, 一个是应用程序buffer, 另一个是系统读取buffer以及socket buffer

其运行示意图如下



1) 先将文件内容从磁盘中拷贝到操作系统buffer

2) 再从操作系统buffer拷贝到程序应用buffer

3) 从程序buffer拷贝到socket buffer

4) 从socket buffer拷贝到协议引擎.

* + 1. **NIO**

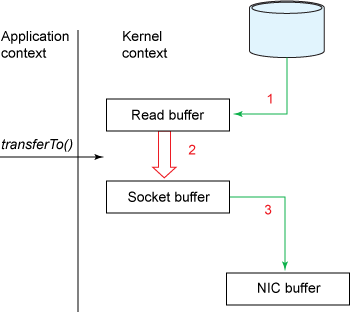
NIO技术省去了将操作系统的read buffer拷贝到程序的buffer, 以及从程序buffer拷贝到socket buffer的步骤, 直接将 read buffer 拷贝到 socket buffer. java 的 FileChannel.transferTo() 方法就是这样的实现, 这个实现是依赖于操作系统底层的sendFile()实现的.

publicvoid transferTo(long position, long count, WritableByteChannel target);

他的底层调用的是系统调用sendFile()方法

sendfile(int out\_fd, int in\_fd, off\_t \*offset, size\_t count);

如下图



1. **netty常用API学习**
   1. **netty简介**

Netty是基于Java NIO的网络应用框架.

Netty是一个NIO client-server(客户端服务器)框架，使用Netty可以快速开发网络应用，例如服务器和客户端协议。Netty提供了一种新的方式来使开发网络应用程序，这种新的方式使得它很容易使用和有很强的扩展性。Netty的内部实现时很复杂的，但是Netty提供了简单易用的api从网络处理代码中解耦业务逻辑。Netty是完全基于NIO实现的，所以整个Netty都是异步的。

网络应用程序通常需要有较高的可扩展性，无论是Netty还是其他的基于Java NIO的框架，都会提供可扩展性的解决方案。Netty中一个关键组成部分是它的异步特性.

* 1. **netty的helloworld**
     1. **下载netty包**

• 下载netty包，下载地址<http://netty.io/>

* + 1. **服务端启动类**

|  |
| --- |
| package com.netty.demo.server;  import io.netty.bootstrap.ServerBootstrap;  import io.netty.channel.Channel;  import io.netty.channel.ChannelFuture;  import io.netty.channel.ChannelInitializer;  import io.netty.channel.EventLoopGroup;  import io.netty.channel.nio.NioEventLoopGroup;  import io.netty.channel.socket.nio.NioServerSocketChannel;  /\*\*  \* • 配置服务器功能，如线程、端口 • 实现服务器处理程序，它包含业务逻辑，决定当有一个请求连接或接收数据时该做什么  \*  \* @author wilson  \*  \*/  public class EchoServer {  private final int port;  public EchoServer(int port) {  this.port = port;  }  public void start() throws Exception {  EventLoopGroup eventLoopGroup = null;  try {  //创建ServerBootstrap实例来引导绑定和启动服务器  ServerBootstrap serverBootstrap = new ServerBootstrap();  //创建NioEventLoopGroup对象来处理事件，如接受新连接、接收数据、写数据等等  eventLoopGroup = new NioEventLoopGroup();  //指定通道类型为NioServerSocketChannel，设置InetSocketAddress让服务器监听某个端口已等待客户端连接。  serverBootstrap.group(eventLoopGroup).channel(NioServerSocketChannel.class).localAddress("localhost",port).childHandler(new ChannelInitializer<Channel>() {  //设置childHandler执行所有的连接请求  @Override  protected void initChannel(Channel ch) throws Exception {  ch.pipeline().addLast(new EchoServerHandler());  }  });  // 最后绑定服务器等待直到绑定完成，调用sync()方法会阻塞直到服务器完成绑定,然后服务器等待通道关闭，因为使用sync()，所以关闭操作也会被阻塞。  ChannelFuture channelFuture = serverBootstrap.bind().sync();  System.out.println("开始监听，端口为：" + channelFuture.channel().localAddress());  channelFuture.channel().closeFuture().sync();  } finally {  eventLoopGroup.shutdownGracefully().sync();  }  }  public static void main(String[] args) throws Exception {  new EchoServer(20000).start();  }  } |

* + 1. **服务端回调方法**

|  |
| --- |
| package com.netty.demo.server;  import io.netty.buffer.ByteBuf;  import io.netty.buffer.Unpooled;  import io.netty.channel.ChannelFutureListener;  import io.netty.channel.ChannelHandlerContext;  import io.netty.channel.ChannelInboundHandlerAdapter;  import java.util.Date;  public class EchoServerHandler extends ChannelInboundHandlerAdapter {  @Override  public void channelRead(ChannelHandlerContext ctx, Object msg)  throws Exception {  System.out.println("server 读取数据……");  //读取数据  ByteBuf buf = (ByteBuf) msg;  byte[] req = new byte[buf.readableBytes()];  buf.readBytes(req);  String body = new String(req, "UTF-8");  System.out.println("接收客户端数据:" + body);  //向客户端写数据  System.out.println("server向client发送数据");  String currentTime = new Date(System.currentTimeMillis()).toString();  ByteBuf resp = Unpooled.copiedBuffer(currentTime.getBytes());  ctx.write(resp);  }  @Override  public void channelReadComplete(ChannelHandlerContext ctx) throws Exception {  System.out.println("server 读取数据完毕..");  ctx.flush();//刷新后才将数据发出到SocketChannel  }  @Override  public void exceptionCaught(ChannelHandlerContext ctx, Throwable cause)  throws Exception {  cause.printStackTrace();  ctx.close();  }  } |

* + 1. **客户端启动类**

|  |
| --- |
| package com.netty.demo.client;  import io.netty.bootstrap.Bootstrap;  import io.netty.channel.ChannelFuture;  import io.netty.channel.ChannelInitializer;  import io.netty.channel.EventLoopGroup;  import io.netty.channel.nio.NioEventLoopGroup;  import io.netty.channel.socket.SocketChannel;  import io.netty.channel.socket.nio.NioSocketChannel;  import java.net.InetSocketAddress;  /\*\*  \* • 连接服务器 • 写数据到服务器 • 等待接受服务器返回相同的数据 • 关闭连接  \*  \* @author wilson  \*  \*/  public class EchoClient {  private final String host;  private final int port;  public EchoClient(String host, int port) {  this.host = host;  this.port = port;  }  public void start() throws Exception {  EventLoopGroup nioEventLoopGroup = null;  try {  //创建Bootstrap对象用来引导启动客户端  Bootstrap bootstrap = new Bootstrap();  //创建EventLoopGroup对象并设置到Bootstrap中，EventLoopGroup可以理解为是一个线程池，这个线程池用来处理连接、接受数据、发送数据  nioEventLoopGroup = new NioEventLoopGroup();  //创建InetSocketAddress并设置到Bootstrap中，InetSocketAddress是指定连接的服务器地址  bootstrap.group(nioEventLoopGroup).channel(NioSocketChannel.class).remoteAddress(new InetSocketAddress(host, port))  .handler(new ChannelInitializer<SocketChannel>() {  //添加一个ChannelHandler，客户端成功连接服务器后就会被执行  @Override  protected void initChannel(SocketChannel ch)  throws Exception {  ch.pipeline().addLast(new EchoClientHandler());  }  });  // • 调用Bootstrap.connect()来连接服务器  ChannelFuture f = bootstrap.connect().sync();  // • 最后关闭EventLoopGroup来释放资源  f.channel().closeFuture().sync();  } finally {  nioEventLoopGroup.shutdownGracefully().sync();  }  }  public static void main(String[] args) throws Exception {  new EchoClient("localhost", 20000).start();  }  } |

* + 1. **客户端回调方法**

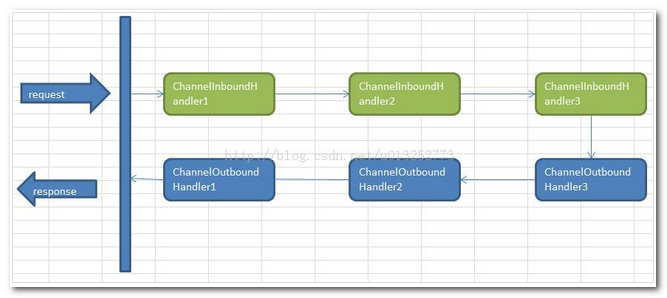
|  |
| --- |
| package com.netty.demo.client;  import io.netty.buffer.ByteBuf;  import io.netty.buffer.ByteBufUtil;  import io.netty.buffer.Unpooled;  import io.netty.channel.ChannelHandlerContext;  import io.netty.channel.SimpleChannelInboundHandler;    public class EchoClientHandler extends SimpleChannelInboundHandler<ByteBuf> {  //客户端连接服务器后被调用  @Override  public void channelActive(ChannelHandlerContext ctx) throws Exception {  System.out.println("客户端连接服务器，开始发送数据……");  byte[] req = "QUERY TIME ORDER".getBytes();  ByteBuf firstMessage = Unpooled.buffer(req.length);  firstMessage.writeBytes(req);  ctx.writeAndFlush(firstMessage);  }  //• 从服务器接收到数据后调用  @Override  protected void channelRead0(ChannelHandlerContext ctx, ByteBuf msg) throws Exception {  System.out.println("client 读取server数据..");  //服务端返回消息后  ByteBuf buf = (ByteBuf) msg;  byte[] req = new byte[buf.readableBytes()];  buf.readBytes(req);  String body = new String(req, "UTF-8");  System.out.println("服务端数据为 :" + body);  }  //• 发生异常时被调用  @Override  public void exceptionCaught(ChannelHandlerContext ctx, Throwable cause) throws Exception {  System.out.println("client exceptionCaught..");  // 释放资源  ctx.close();  }  } |

* 1. **netty中handler的执行顺序**
     1. **简介**

Handler在netty中，无疑占据着非常重要的地位。Handler与Servlet中的filter很像，通过Handler可以完成通讯报文的解码编码、拦截指定的报文、统一对日志错误进行处理、统一对请求进行计数、控制Handler执行与否。一句话，没有它做不到的只有你想不到的。

Netty中的所有handler都实现自ChannelHandler接口。按照输出输出来分，分为ChannelInboundHandler、ChannelOutboundHandler两大类。ChannelInboundHandler对从客户端发往服务器的报文进行处理，一般用来执行解码、读取客户端数据、进行业务处理等；ChannelOutboundHandler对从服务器发往客户端的报文进行处理，一般用来进行编码、发送报文到客户端。

Netty中，可以注册多个handler。ChannelInboundHandler按照注册的先后顺序执行；ChannelOutboundHandler按照注册的先后顺序逆序执行，如下图所示，按照注册的先后顺序对Handler进行排序，request进入Netty后的执行顺序为：



* + 1. **代码**

见代码cn.qdgxy.a03\_netty.b2\_send\_order

* + 1. **总结**

在使用Handler的过程中，需要注意：

1、ChannelInboundHandler之间的传递，通过调用 ctx.fireChannelRead(msg) 实现；调用ctx.write(msg) 将传递到ChannelOutboundHandler。

2、ctx.write()方法执行后，需要调用flush()方法才能令它立即执行。

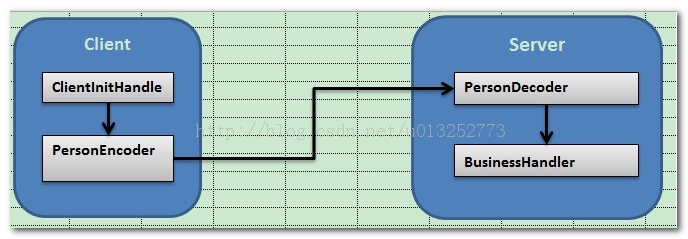
3、流水线pipeline中outhandler不能放在最后，否则不生效。

4、Handler的消费处理放在最后一个处理。

* 1. **netty发送对象**
     1. **简介**

Netty中，通讯的双方建立连接后，会把数据按照ByteBuf的方式进行传输，例如http协议中，就是通过HttpRequestDecoder对ByteBuf数据流进行处理，转换成http的对象。基于这个思路，我自定义一种通讯协议：Server和客户端直接传输java对象。

实现的原理是通过Encoder把java对象转换成ByteBuf流进行传输，通过Decoder把ByteBuf转换成java对象进行处理，处理逻辑如下图所示：



* + 1. **代码**

见代码cn.qdgxy.a03\_netty.b3\_send\_object

1. **Spring（IOC/AOP）注解学习**
   1. **spring的初始化顺序**

在spring的配置文件中配置bean，如下

<**bean id="one" class="cn.qdgxy.a04\_spring\_annotation.spring\_run\_order.One"**>  
 <**constructor-arg name="one" value="one"**/>  
</**bean**>  
  
<**bean id="two" class="cn.qdgxy.a04\_spring\_annotation.spring\_run\_order.Two"**>  
 <**constructor-arg name="two" value="two"**/>  
</**bean**>

在One类和Two类中，分别实现一个参数的构造如下

**public class** One{  
  
 **public** One(String one) {  
 System.***out***.println(one);  
 }

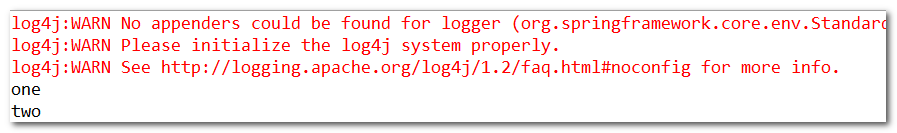
}

**public class** Two {  
  
 **public volatile** String **aString**;  
  
 **public** Two(String two) {  
 System.***out***.println(two);  
 }  
  
}

加载spring配置文件，初始化bean如下

**public class** Start {  
  
 **public static void** main(String[] args) {  
 **new** ClassPathXmlApplicationContext(**"spring.xml"**);  
 }  
}

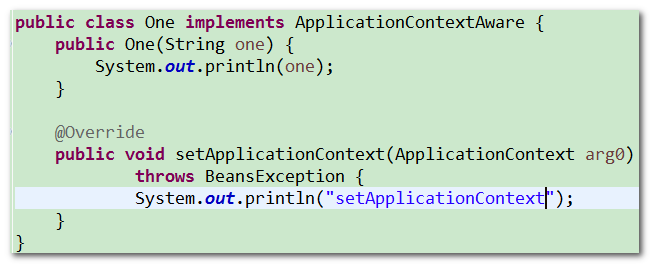
那么。结果如何呢？



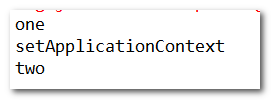
结论：spring会按照bean的顺序依次初始化xml中配置的所有bean

* + 1. **通过ApplicationContextAware加载Spring上下文环境**

在One中实现ApplicationContextAware接口会出现如何的变换呢？

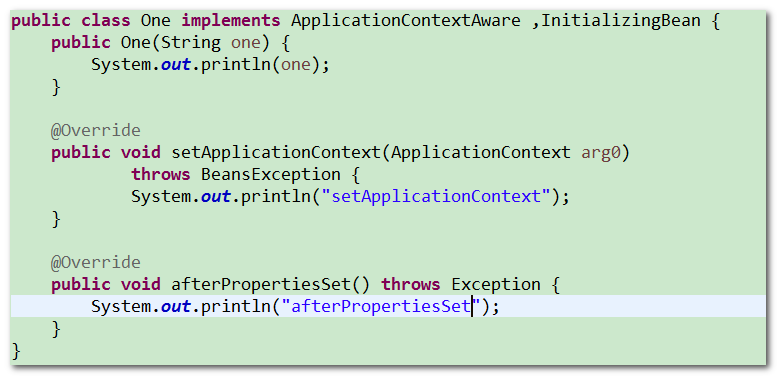


结果

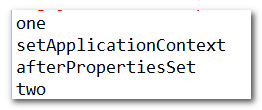


* + 1. **InitializingBean的作用**

在One中实现InitializingBean接口呢?



结果：



* + 1. **如果使用注解@Component**

使用@Component注入类，那么它的顺序是如何呢？

* + 1. **结论**

1. spring先检查注解注入的bean，并将它们实例化
2. 然后spring初始化bean的顺序是按照xml中配置的顺序依次执行构造
3. 如果某个类实现了ApplicationContextAware接口，会在类初始化完成后调用setApplicationContext（）方法进行操作
4. 如果某个类实现了InitializingBean接口，会在类初始化完成后，并在setApplicationContext（）方法执行完毕后，调用afterPropertiesSet（）方法进行操作
   1. **注解使用回顾**

1、在spring中，用注解来向Spring容器注册Bean。需要在applicationContext.xml中注册<context:component-scan base-package=”pagkage1[,pagkage2,…,pagkageN]”/>。

2、如果某个类的头上带有特定的注解@Component/@Repository/@Service/@Controller，就会将这个对象作为Bean注册进Spring容器

3、在使用spring管理的bean时，无需在对调用的对象进行new的过程，只需使用@Autowired将需要的bean注入本类即可

* 1. **自定义注解**
     1. **解释**

1、自定义注解的作用：在反射中获取注解，以取得注解修饰的“类、方法、属性”的相关解释。

2、java内置注解

@Target 表示该注解用于什么地方，可能的 ElemenetType 参数包括：

ElemenetType.CONSTRUCTOR 构造器声明

ElemenetType.FIELD 域声明（包括 enum 实例）

ElemenetType.LOCAL\_VARIABLE 局部变量声明

ElemenetType.METHOD 方法声明

ElemenetType.PACKAGE 包声明

ElemenetType.PARAMETER 参数声明

ElemenetType.TYPE 类，接口（包括注解类型）或enum声明

@Retention 表示在什么级别保存该注解信息。可选的 RetentionPolicy 参数包括：

RetentionPolicy.SOURCE 注解将被编译器丢弃

RetentionPolicy.CLASS 注解在class文件中可用，但会被VM丢弃

RetentionPolicy.RUNTIME JVM将在运行期也保留注释，因此可以通过反射机制读取注解的信息。

* + 1. **实现**

定义自定义注解

|  |
| --- |
| @Target({ ElementType.TYPE })//注解用在接口上  @Retention(RetentionPolicy.RUNTIME)//VM将在运行期也保留注释，因此可以通过反射机制读取注解的信息  @Component  public @interface RpcService {  String value();  } |

2、将直接类加到需要使用的类上，我们可以通过获取注解，来得到这个类

|  |
| --- |
| @RpcService("HelloService")  public class HelloServiceImpl implements HelloService {  public String hello(String name) {  return "Hello! " + name;  }  } |

3、类实现的接口

|  |
| --- |
| public interface HelloService {  String hello(String name);  } |

4、通过ApplicationContext获取所有标记这个注解的类

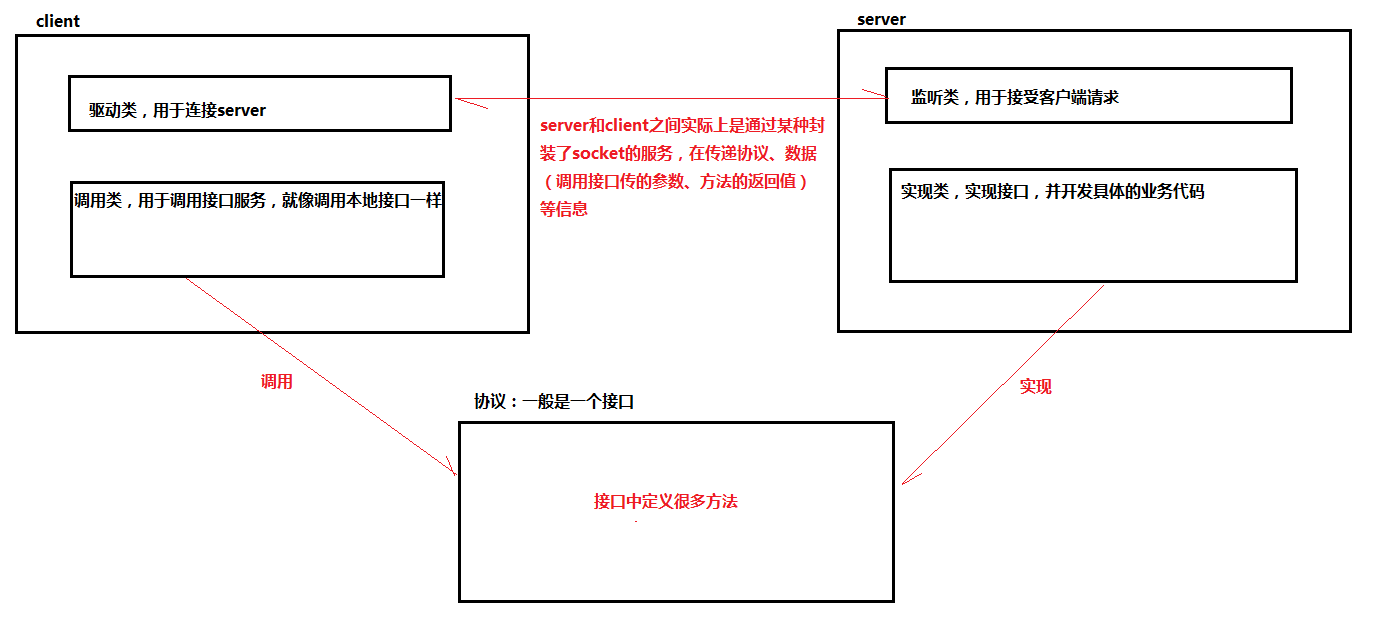
|  |
| --- |
| @Component  public class MyServer implements ApplicationContextAware {  @SuppressWarnings("resource")  public static void main(String[] args) {  new ClassPathXmlApplicationContext("spring2.xml");  }  public void setApplicationContext(ApplicationContext ctx)  throws BeansException {  Map<String, Object> serviceBeanMap = ctx  .getBeansWithAnnotation(RpcService.class);  for (Object serviceBean : serviceBeanMap.values()) {  try {  Method method = serviceBean.getClass().getMethod("hello", new Class[]{String.class});  Object invoke = method.invoke(serviceBean, "bbb");  System.out.println(invoke);  } catch (Exception e) {  e.printStackTrace();  }  }  }  } |

1. 结合spring实现junit测试

|  |
| --- |
| @RunWith(SpringJUnit4ClassRunner.class)  @ContextConfiguration(locations = "classpath:spring2.xml")  public class MyServer implements ApplicationContextAware {  @Test  public void helloTest1() {  }  public void setApplicationContext(ApplicationContext ctx)  throws BeansException {  Map<String, Object> serviceBeanMap = ctx  .getBeansWithAnnotation(RpcService.class);  for (Object serviceBean : serviceBeanMap.values()) {  try {  Method method = serviceBean.getClass().getMethod("hello",  new Class[] { String.class });  Object invoke = method.invoke(serviceBean, "bbb");  System.out.println(invoke);  } catch (Exception e) {  e.printStackTrace();  }  }  }  } |

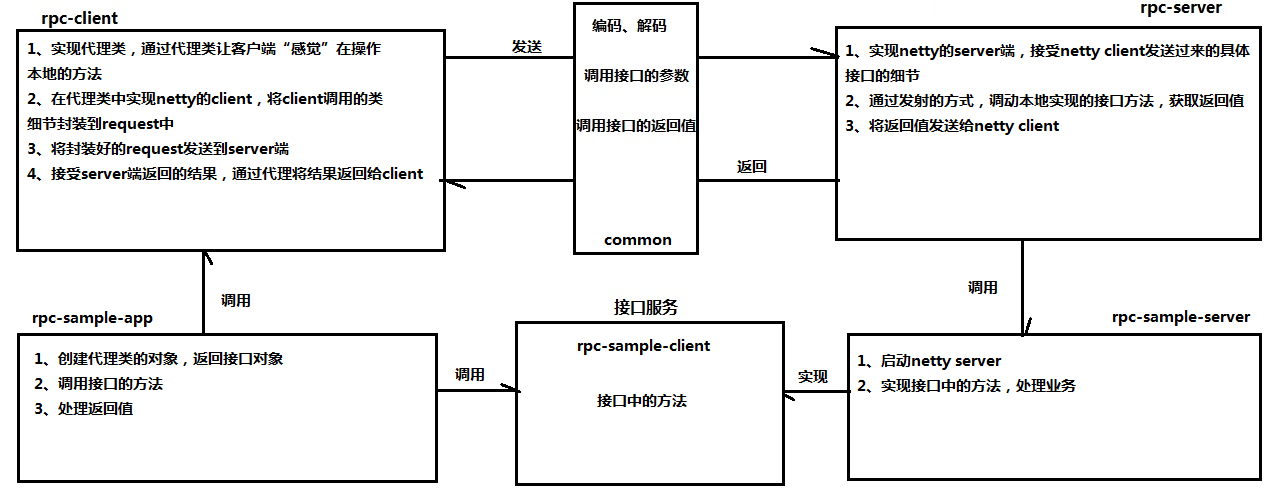
1. **轻量级RPC框架开发**
   1. **轻量级RPC框架需求分析及原理分析**
      1. **netty实现的RPC的缺点**

在我们平常使用的RPC中，例如webservice，使用的习惯类似于下图



但是netty的实现过于底层，我们不能够像以前一样只关心方法的调用，而是要关心数据的传输，对于不熟悉netty的开发者，需要了解很多netty的概念和逻辑，才能实现RPC的调用。

应上面的需求，我们需要基于netty实现一个我们熟悉的RPC框架。逻辑如下：



* 1. **轻量级RPC框架开发**

见代码

* 1. **zookeeper API简单使用及框架介绍**
     1. **zk简介和单机版搭建**

见文档

* + 1. **zk简单api使用**

见代码

* + 1. **zk在框架中的实现**

在上面的框架中，server端存在着一个问题，就是单点问题，也就是说，当服务端“挂了”之后，框架的使用就造成了单点屏障。

我们可以通过zookeeper来实现服务端的负载均衡

