

Netty初探

NIO 的类库和 API 繁杂，使用麻烦：需要熟练掌握Selector、ServerSocketChannel、SocketChannel、ByteBuffer等。

开发工作量和难度都非常大：例如客户端面临断线重连、网络闪断、心跳处理、半包读写、网络拥塞和异常流的处理等等。

Netty 对 JDK 自带的 NIO 的 API 进行了良好的封装，解决了上述问题。且Netty拥有高性能、吞吐量更高，延迟更低，减少资源消耗，最小化不必要的内存复制等优点。

Netty 现在都在用的是4.x，5.x版本已经废弃，Netty 4.x 需要JDK 6以上版本支持

Netty的使用场景：

1) 互联网行业：在分布式系统中，各个节点之间需要远程服务调用，高性能的 RPC 框架必不可少，Netty 作为异步高性能的通信框架，往往作为基础通信组件被这些 RPC 框架使用。典型的应用有：阿里分布式服务框架 Dubbo 的 RPC 框架使用 Dubbo 协议进行节点间通信，Dubbo 协议默认使用 Netty 作为基础通信组件，用于实现。各进程节点之间的内部通信。Rocketmq底层也是用的Netty作为基础通信组件。

2) 游戏行业：无论是手游服务端还是大型的网络游戏，Java 语言得到了越来越广泛的应用。Netty 作为高性能的基础通信组件，它本身提供了 TCP/UDP 和 HTTP 协议栈。

3) 大数据领域：经典的 Hadoop 的高性能通信和序列化组件 Avro 的 RPC 框架，默认采用 Netty 进行跨界点通信，它的 Netty Service 基于 Netty 框架二次封装实现。

netty相关开源项目：<https://netty.io/wiki/related-projects.html>

Netty通讯示例

Netty的maven依赖：

```
1 <dependency>
2   <groupId>io.netty</groupId>
3   <artifactId>netty-all</artifactId>
4   <version>4.1.35.Final</version>
5 </dependency>
```

服务端代码：

```
1 public class NettyServer {
2
3     public static void main(String[] args) throws Exception {
4
5         //创建两个线程组bossGroup和workerGroup，含有的子线程NioEventLoop的个数默认为cpu核数的两倍
6         // bossGroup只是处理连接请求，真正的和客户端业务处理，会交给workerGroup完成
7         EventLoopGroup bossGroup = new NioEventLoopGroup(1);
8         EventLoopGroup workerGroup = new NioEventLoopGroup();
9         try {
10             //创建服务器端的启动对象
11             ServerBootstrap bootstrap = new ServerBootstrap();
12             //使用链式编程来配置参数
13             bootstrap.group(bossGroup, workerGroup) //设置两个线程组
14                 .channel(NioServerSocketChannel.class) //使用NioServerSocketChannel作为服务器的通道实现
15                 // 初始化服务器连接队列大小，服务端处理客户端连接请求是顺序处理的，所以同一时间只能处理一个客户端连接。
16                 // 多个客户端同时来的时候，服务端将不能处理的客户端连接请求放在队列中等待处理
17                 .option(ChannelOption.SO_BACKLOG, 1024)
18                 .childHandler(new ChannelInitializer<SocketChannel>()) { //创建通道初始化对象，设置初始化参数
19
20                     @Override
21                     protected void initChannel(SocketChannel ch) throws Exception {
```

```

22 //对workerGroup的SocketChannel设置处理器
23 ch.pipeline().addLast(new NettyServerHandler());
24 }
25 });
26 System.out.println("netty server start。。");
27 //绑定一个端口并且同步，生成了一个ChannelFuture异步对象，通过isDone()等方法可以判断异步事件的执行情况
28 //启动服务器(并绑定端口)，bind是异步操作，sync方法是等待异步操作执行完毕
29 ChannelFuture cf = bootstrap.bind(9000).sync();
30 //给cf注册监听器，监听我们关心的事件
31 /*cf.addListener(new ChannelFutureListener() {
32     @Override
33     public void operationComplete(ChannelFuture future) throws Exception {
34         if (cf.isSuccess()) {
35             System.out.println("监听端口9000成功");
36         } else {
37             System.out.println("监听端口9000失败");
38         }
39     }
40 });*/
41 //对通道关闭进行监听，closeFuture是异步操作，监听通道关闭
42 // 通过sync方法同步等待通道关闭处理完毕，这里会阻塞等待通道关闭完成
43 cf.channel().closeFuture().sync();
44 } finally {
45     bossGroup.shutdownGracefully();
46     workerGroup.shutdownGracefully();
47 }
48 }
49 }
50
51
52 /**
53  * 自定义Handler需要继承netty规定好的某个HandlerAdapter(规范)
54  */
55 public class NettyServerHandler extends ChannelInboundHandlerAdapter {
56
57     /**
58      * 读取客户端发送的数据
59      *
60      * @param ctx 上下文对象，含有通道channel，管道pipeline
61      * @param msg 就是客户端发送的数据
62      * @throws Exception
63      */
64     @Override
65     public void channelRead(ChannelHandlerContext ctx, Object msg) throws Exception {
66         System.out.println("服务器读取线程 " + Thread.currentThread().getName());
67         //Channel channel = ctx.channel();
68         //ChannelPipeline pipeline = ctx.pipeline(); //本质是一个双向链接，出站进站
69         //将 msg 转成一个 ByteBuf，类似NIO 的 ByteBuffer
70         ByteBuf buf = (ByteBuf) msg;
71         System.out.println("客户端发送消息是:" + buf.toString(CharsetUtil.UTF_8));
72     }
73

```

```

74  /**
75   * 数据读取完毕处理方法
76   *
77   * @param ctx
78   * @throws Exception
79   */
80  @Override
81  public void channelReadComplete(ChannelHandlerContext ctx) throws Exception {
82      ByteBuf buf = Unpooled.copiedBuffer("HelloClient", CharsetUtil.UTF_8);
83      ctx.writeAndFlush(buf);
84  }
85
86  /**
87   * 处理异常，一般是需要关闭通道
88   *
89   * @param ctx
90   * @param cause
91   * @throws Exception
92   */
93  @Override
94  public void exceptionCaught(ChannelHandlerContext ctx, Throwable cause) throws Exception {
95      ctx.close();
96  }
97  }

```

客户端代码:

```

1  public class NettyClient {
2      public static void main(String[] args) throws Exception {
3          //客户端需要一个事件循环组
4          EventLoopGroup group = new NioEventLoopGroup();
5          try {
6              //创建客户端启动对象
7              //注意客户端使用的不是 ServerBootstrap 而是 Bootstrap
8              Bootstrap bootstrap = new Bootstrap();
9              //设置相关参数
10             bootstrap.group(group) //设置线程组
11             .channel(NioSocketChannel.class) // 使用 NioSocketChannel 作为客户端的通道实现
12             .handler(new ChannelInitializer<SocketChannel>() {
13                 @Override
14                 protected void initChannel(SocketChannel channel) throws Exception {
15                     //加入处理器
16                     channel.pipeline().addLast(new NettyClientHandler());
17                 }
18             });
19             System.out.println("netty client start");
20             //启动客户端去连接服务器端
21             ChannelFuture channelFuture = bootstrap.connect("127.0.0.1", 9000).sync();
22             //对关闭通道进行监听
23             channelFuture.channel().closeFuture().sync();
24         } finally {
25             group.shutdownGracefully();
26         }

```

```

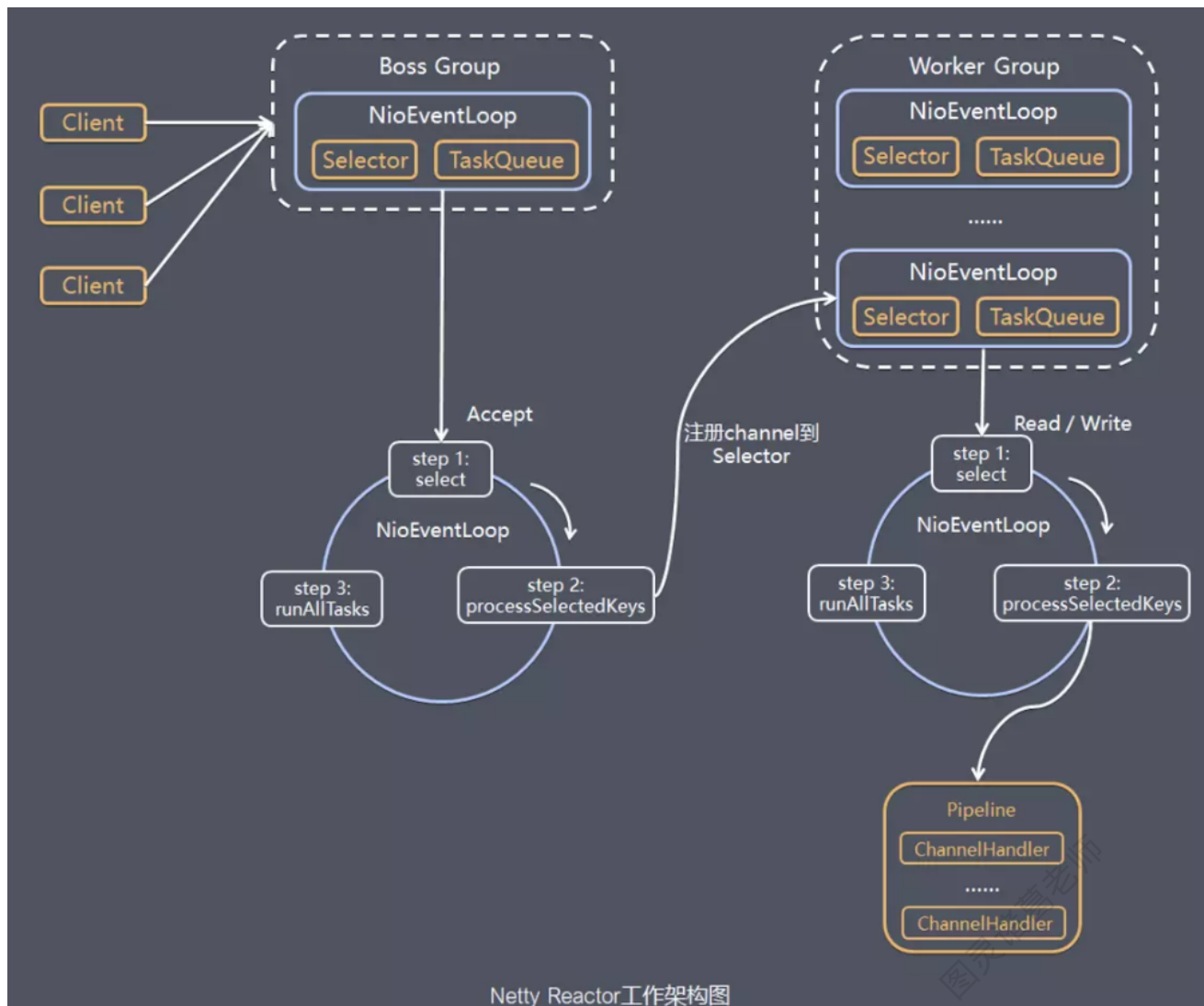
27 }
28 }
29
30 public class NettyClientHandler extends ChannelInboundHandlerAdapter {
31
32     /**
33      * 当客户端连接服务器完成就会触发该方法
34      *
35      * @param ctx
36      * @throws Exception
37      */
38     @Override
39     public void channelActive(ChannelHandlerContext ctx) throws Exception {
40         ByteBuf buf = Unpooled.copiedBuffer("HelloServer", CharsetUtil.UTF_8);
41         ctx.writeAndFlush(buf);
42     }
43
44     //当通道有读取事件时会触发，即服务端发送数据给客户端
45     @Override
46     public void channelRead(ChannelHandlerContext ctx, Object msg) throws Exception {
47         ByteBuf buf = (ByteBuf) msg;
48         System.out.println("收到服务端的消息:" + buf.toString(CharsetUtil.UTF_8));
49         System.out.println("服务端的地址: " + ctx.channel().remoteAddress());
50     }
51
52     @Override
53     public void exceptionCaught(ChannelHandlerContext ctx, Throwable cause) throws Exception {
54         cause.printStackTrace();
55         ctx.close();
56     }
57 }

```

看完代码，我们发现Netty框架的目标就是让你的业务逻辑从网络基础应用编码中分离出来，让你可以专注业务的开发，而不需写一大堆类似NIO的网络处理操作。

Netty线程模型

可以先了解下《Scalable IO in Java》这篇文章里说的一些IO处理模式，Netty的线程模型如下图所示：



模型解释:

- 1) Netty 抽象出两组线程池BossGroup和WorkerGroup, BossGroup专门负责接收客户端的连接, WorkerGroup专门负责网络的读写
- 2) BossGroup和WorkerGroup类型都是NioEventLoopGroup
- 3) NioEventLoopGroup 相当于一个事件循环线程组, 这个组中含有多个事件循环线程, 每一个事件循环线程是NioEventLoop
- 4) 每个NioEventLoop都有一个selector, 用于监听注册在其上的socketChannel的网络通讯
- 5) 每个Boss NioEventLoop线程内部循环执行的步骤有 3 步
 - 处理accept事件, 与client 建立连接, 生成 NioSocketChannel
 - 将NioSocketChannel注册到某个worker NIOEventLoop上的selector
 - 处理任务队列的任务, 即runAllTasks
- 6) 每个worker NIOEventLoop线程循环执行的步骤
 - 轮询注册到自己selector上的所有NioSocketChannel 的read, write事件
 - 处理 I/O 事件, 即read, write 事件, 在对应NioSocketChannel 处理业务
 - runAllTasks处理任务队列TaskQueue的任务, 一些耗时的业务处理一般可以放入TaskQueue中慢慢处理, 这样不影响数据在 pipeline 中的流动处理
- 7) 每个worker NIOEventLoop处理NioSocketChannel业务时, 会使用 pipeline (管道), 管道中维护了很多 handler 处理器用来处理 channel 中的数据

Netty模块组件

【Bootstrap、ServerBootstrap】：

Bootstrap 意思是引导，一个 Netty 应用通常由一个 Bootstrap 开始，主要作用是配置整个 Netty 程序，串联各个组件，Netty 中 Bootstrap 类是客户端程序的启动引导类，ServerBootstrap 是服务端启动引导类。

【Future、ChannelFuture】：

正如前面介绍，在 Netty 中所有的 IO 操作都是异步的，不能立刻得知消息是否被正确处理。

但是可以过一会等它执行完成或者直接注册一个监听，具体的实现就是通过 Future 和 ChannelFutures，他们可以注册一个监听，当操作执行成功或失败时监听会自动触发注册的监听事件。

【Channel】：

Netty 网络通信的组件，能够用于执行网络 I/O 操作。Channel 为用户提供：

- 1) 当前网络连接的通道的状态（例如是否打开？是否已连接？）
- 2) 网络连接的配置参数（例如接收缓冲区大小）
- 3) 提供异步的网络 I/O 操作(如建立连接，读写，绑定端口)，异步调用意味着任何 I/O 调用都将立即返回，并且不保证在调用结束时所请求的 I/O 操作已完成。
- 4) 调用立即返回一个 ChannelFuture 实例，通过注册监听器到 ChannelFuture 上，可以 I/O 操作成功、失败或取消时回调通知调用方。
- 5) 支持关联 I/O 操作与对应的处理程序。

不同协议、不同的阻塞类型的连接都有不同的 Channel 类型与之对应。

下面是一些常用的 Channel 类型：

- 1 NioSocketChannel，异步的客户端 TCP Socket 连接。
- 2 NioServerSocketChannel，异步的服务器端 TCP Socket 连接。
- 3 NioDatagramChannel，异步的 UDP 连接。
- 4 NioSctpChannel，异步的客户端 Sctp 连接。
- 5 NioSctpServerChannel，异步的 Sctp 服务器端连接。
- 6 这些通道涵盖了 UDP 和 TCP 网络 IO 以及文件 IO。

【Selector】：

Netty 基于 Selector 对象实现 I/O 多路复用，通过 Selector 一个线程可以监听多个连接的 Channel 事件。

当向一个 Selector 中注册 Channel 后，Selector 内部的机制就可以自动不断地查询(Select) 这些注册的 Channel 是否有已就绪的 I/O 事件（例如可读，可写，网络连接完成等），这样程序就可以很简单地使用一个线程高效地管理多个 Channel。

【NioEventLoop】：

NioEventLoop 中维护了一个线程和任务队列，支持异步提交执行任务，线程启动时会调用 NioEventLoop 的 run 方法，执行 I/O 任务和非 I/O 任务：

I/O 任务，即 selectionKey 中 ready 的事件，如 accept、connect、read、write 等，由 processSelectedKeys 方法触发。

非 IO 任务，添加到 taskQueue 中的任务，如 register0、bind0 等任务，由 runAllTasks 方法触发。

【NioEventLoopGroup】：

NioEventLoopGroup，主要管理 eventLoop 的生命周期，可以理解为一个线程池，内部维护了一组线程，每个线程(NioEventLoop)负责处理多个 Channel 上的事件，而一个 Channel 只对应于一个线程。

【ChannelHandler】：

ChannelHandler 是一个接口，处理 I/O 事件或拦截 I/O 操作，并将其转发到其 ChannelPipeline(业务处理链)中的下一个处理程序。

ChannelHandler 本身并没有提供很多方法，因为这个接口有许多的方法需要实现，方便使用期间，可以继承它的子类：

- 1 ChannelInboundHandler 用于处理入站 I/O 事件。
- 2 ChannelOutboundHandler 用于处理出站 I/O 操作。

或者使用以下适配器类：

- 1 ChannelInboundHandlerAdapter 用于处理入站 I/O 事件。
- 2 ChannelOutboundHandlerAdapter 用于处理出站 I/O 操作。

【ChannelHandlerContext】：

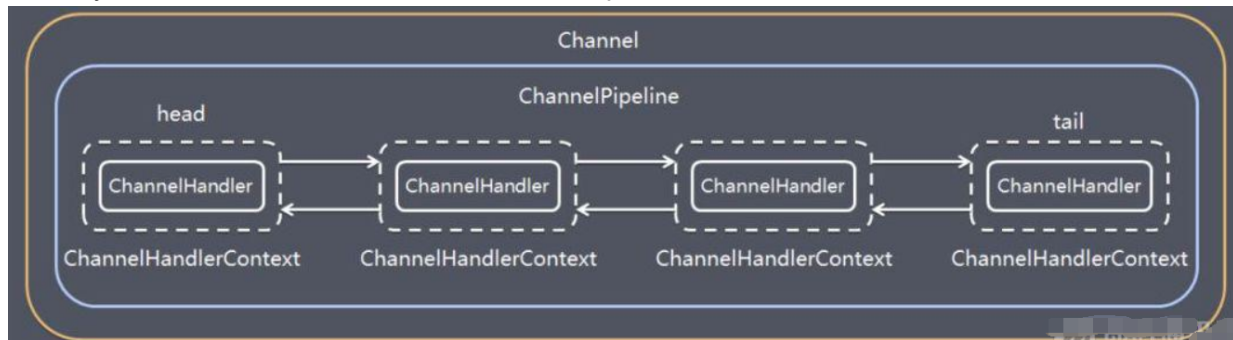
保存 Channel 相关的所有上下文信息，同时关联一个 ChannelHandler 对象。

【ChannelPipeline】：

保存 ChannelHandler 的 List，用于处理或拦截 Channel 的入站事件和出站操作。

ChannelPipeline 实现了一种高级形式的拦截过滤器模式，使用户可以完全控制事件的处理方式，以及 Channel 中各个的 ChannelHandler 如何相互交互。

在 Netty 中每个 Channel 都有且仅有一个 ChannelPipeline 与之对应，它们的组成关系如下：



一个 Channel 包含了一个 ChannelPipeline，而 ChannelPipeline 中又维护了一个由 ChannelHandlerContext 组成的双向链表，并且每个 ChannelHandlerContext 中又关联着一个 ChannelHandler。

read事件(入站事件)和write事件(出站事件)在一个双向链表中，入站事件会从链表 head 往后传递到最后一个入站的 handler，出站事件会从链表 tail 往前传递到最前一个出站的 handler，两种类型的 handler 互不干扰。

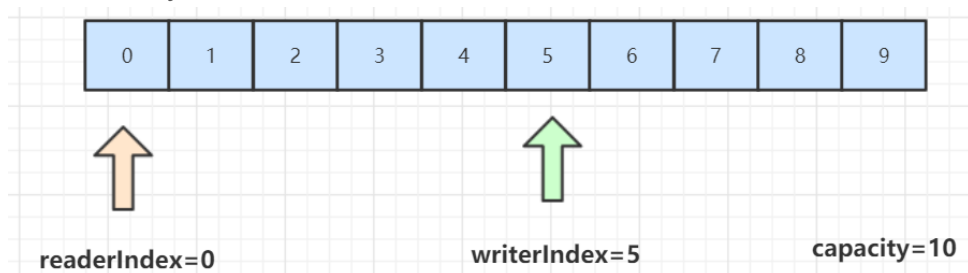
ByteBuf详解

从结构上来说，ByteBuf 由一串字节数组构成。数组中每个字节用来存放信息。

ByteBuf 提供了两个索引，一个用于读取数据，一个用于写入数据。这两个索引通过在字节数组中移动，来定位需要读或者写信息的位置。

当从 ByteBuf 读取时，它的 readerIndex（读索引）将会根据读取的字节数递增。

同样，当写 ByteBuf 时，它的 writerIndex 也会根据写入的字节数进行递增。



需要注意的是极限的情况是 readerIndex 刚好读到了 writerIndex 写入的地方。

如果 readerIndex 超过了 writerIndex 的时候，Netty 会抛出 IndexOutOfBoundsException 异常。

示例代码：

```
1 import io.netty.buffer.ByteBuf;
2 import io.netty.buffer.Unpooled;
3 import io.netty.util.CharsetUtil;
4
5 public class NettyByteBuf {
6     public static void main(String[] args) {
7         // 创建byteBuf对象，该对象内部包含一个字节数组byte[10]
```



```

8 // 通过readerIndex和writerIndex和capacity, 将buffer分成三个区域
9 // 已经读取的区域: [0,readerIndex)
10 // 可读取的区域: [readerIndex,writerIndex)
11 // 可写的区域: [writerIndex,capacity)
12 ByteBuf byteBuf = Unpooled.buffer(10);
13 System.out.println("byteBuf=" + byteBuf);
14
15 for (int i = 0; i < 8; i++) {
16     byteBuf.writeByte(i);
17 }
18 System.out.println("byteBuf=" + byteBuf);
19
20 for (int i = 0; i < 5; i++) {
21     System.out.println(byteBuf.getByte(i));
22 }
23 System.out.println("byteBuf=" + byteBuf);
24
25 for (int i = 0; i < 5; i++) {
26     System.out.println(byteBuf.readByte());
27 }
28 System.out.println("byteBuf=" + byteBuf);
29
30
31 //用Unpooled工具类创建ByteBuf
32 ByteBuf byteBuf2 = Unpooled.copiedBuffer("hello,zhuge!", CharsetUtil.UTF_8);
33 //使用相关的方法
34 if (byteBuf2.hasArray()) {
35     byte[] content = byteBuf2.array();
36     //将 content 转成字符串
37     System.out.println(new String(content, CharsetUtil.UTF_8));
38     System.out.println("byteBuf2=" + byteBuf2);
39
40     System.out.println(byteBuf2.getByte(0)); // 获取数组0这个位置的字符h的ascii码, h=104
41
42     int len = byteBuf2.readableBytes(); //可读的字节数 12
43     System.out.println("len=" + len);
44
45     //使用for取出各个字节
46     for (int i = 0; i < len; i++) {
47         System.out.println((char) byteBuf2.getByte(i));
48     }
49
50     //范围读取
51     System.out.println(byteBuf2.getCharSequence(0, 6, CharsetUtil.UTF_8));
52     System.out.println(byteBuf2.getCharSequence(6, 6, CharsetUtil.UTF_8));
53 }
54 }
55 }

```

图灵诸葛亮老师

Netty实战聊天室系统

腾讯课堂聊天窗口就是一个聊天室

参见示例代码[com.tuling.netty.chat](https://github.com/tuling-netty)包

图灵诸葛老师