

# Dubbo

xbZhong

2025-10-18

[本页PDF](#)

[Dubbo中文文档](#)

## 介绍

是一款基于 **RPC** 的服务开发框架，可以帮助解决如下微服务实践问题：

- 微服务编程范式和工具
- 高性能的**RPC**通信
- 微服务监控与治理

Dubbo 对 Spring Boot 微服务框架都做了很好的适配

## RPC

一种通信模型或设计思想

RPC 自身不规定具体实现方式，只是思想

核心：远程调用本地化

- 开发者无需显式处理网络通信的细节
- 适合分布式系统服务间的内部通信
- 像调用本地方法一样，调用**远程服务**
- 使用**TCP**进行数据传输
- 基于**Netty**使用**TCP长连接**进行连接复用

RPC的请求流程

桩文件->序列化->TCP

- 定义**IDL文件（接口描述文件）**，编译工具根据 pb 文件生成 stub 桩文件，调用者根据 stub 文件调用服务
  - 解决**函数映射**的问题
- 网络里传输的数据是**二进制传输**，需要对请求参数，返回结果进行 encode 和 decode
- 根据 RPC 协议约定数据头、元数据、消息体等，保证有 ID 能使**请求和返回结果做到一一映射**

Dubbo支持的通信协议和序列化协议

- 通信协议：**Triple**、**dubbo**、**http**、**webservice**等
- 序列化协议：**hessian2** (**dubbo**默认协议)、**json**、**protobuf**等

## gRPC

是RPC通信模型的具体实现

## Google开发的高性能RPC框架

- 基于HTTP/2，二进制序列化，具有多路复用，头部压缩（HPACK），二进制传输等优点
- 二进制序列化协议采用Protobuf
- 支持多种语言
- 云原生友好，可与Kubernetes、Istio、Envoy等集成

## Triple

是RPC通信模型的具体实现

### 阿里在Dubbo3推出的新一代RPC协议，是Dubbo3的默认RPC协议之一

- 协议层基于HTTP/2
- 支持Protobuf、JSON等序列化协议
- 支持多种语言
- 云原生友好

## 架构

### 传统架构

- Provider：服务提供者
- Consumer：服务消费者
- Registry：注册中心，服务注册与发现
- Monitor：监控中心，统计调用次数，耗时等
- Container：服务运行容器

### 云原生架构

架构分为两层：

- 服务治理抽象控制面
  - 包含注册中心、流量管控策略、Admin控制台等
- Dubbo数据面
  - 代表集群部署的所有Dubbo进程，进程间通过RPC协议进行数据交换
  - 有服务消费者（发起业务调用或RPC通信的Dubbo进程）和服务提供者（接收业务调用或RPC通信的Dubbo进程）

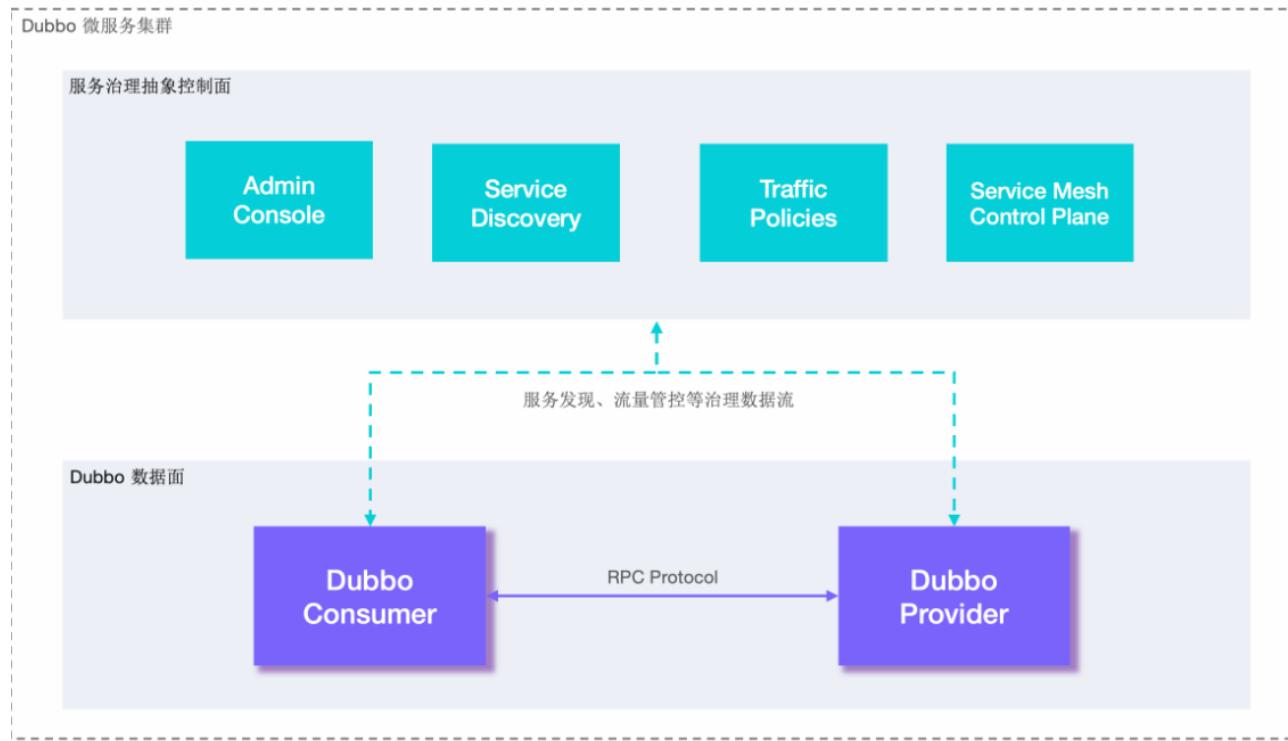


image-20251016172737311

## 通信协议

Dubbo 支持几乎所有主流的通信协议

- 支持多协议暴露，可以在单个端口暴露多个协议
- 可以将一个RPC服务发布在不同的端口
- 内置的Dubbo2 协议是在TCP传输层协议之上设计的二进制通信协议

## 负载均衡

内置多种负载均衡算法：

- 加权随机
- 加权轮询
- 最少活跃优先+加权随机
- 最短响应优先+加权随机
- 一致性哈希，相同参数的请求总是发到同一提供者

## 流量管控

有以下几种不同的路由规则：

- 条件路由规则
- 标签路由规则
- 脚本路由规则
- 动态配置规则

Dubbo 还支持限流&熔断，并且支持集成第三方工具如 Sentinel 实现

## Router

**主要作用：服务实例过滤器，是实现服务治理的关键环节**

- 消费者要调用一个服务时，会先到注册中心获取该服务实例
- Router 根据请求上下文和路由规则，把不合适的服务实例剔除掉，只保留合适的那部分
- 一个服务的路由过程可以由**多个路由组成，叫做路由链**
- 留下来的实例交给负载均衡算法进行选取

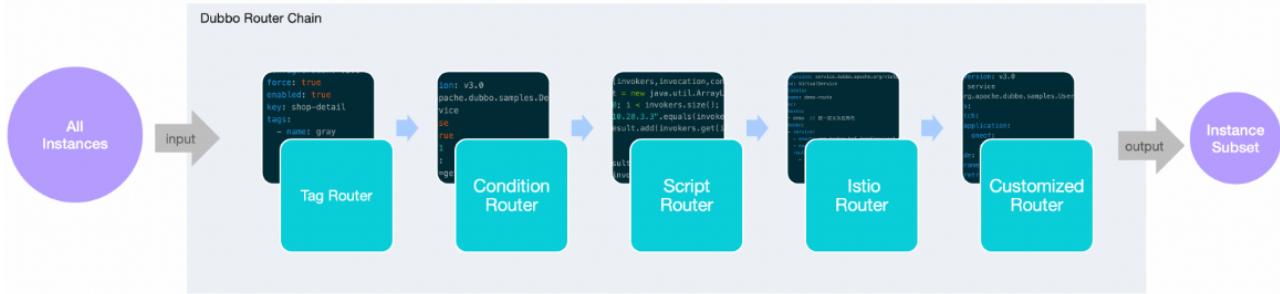


image-20251018113705093

## 标签路由规则

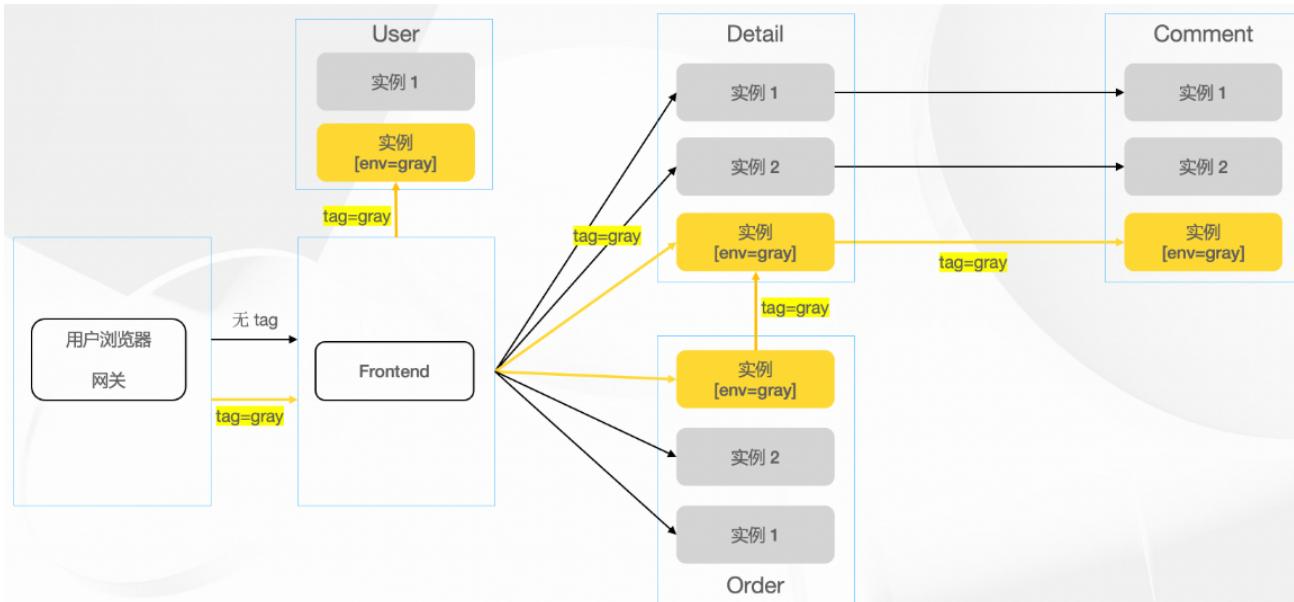


image-20251018131411790

**非此即彼的流量隔离方案，匹配标签的请求会100%转发到有相同标签的实例，没有匹配标签的请求会100%转发到其余未匹配的实例**

- 主要用于灰度发布、版本隔离
- 标签是主要针对服务实例的分组，分为静态规则打标和动态规则打标
- 静态规则打标：直接在服务配置文件或者注册中心注册时指定标签，修改后需要重启实例才能生效

- 动态规则打标：运行时通过规则动态生成标签，根据指定的匹配条件将服务实例动态划分到不同的流量分组中，是热更新

## 静态打标

- Provider：服务提供者
  - 在 applicationContext.xml 文件定义或者在注解上进行指定

```
<dubbo:provider tag="gray"/>
```

or

```
@DubboService(tag="gray")
```

- Consumer：服务调用者
  - 每次请求前通过 tag 设置流量标签，确保流量被调度到带有同样标签的服务提供方

```
@DubboReference(tag = "gray")
```

## 动态打标

- Provider：服务提供者
  - 在服务提供者的 yaml 文件进行动态规则的配置

```
configVersion: v3.0
force: true
enabled: true
key: shop-detail
tags:
- name: gray
  match:
    - key: env
      value:
        exact: gray
```

- configVersion: v3.0: 这是规则的版本号
- force: true: 强制路由, 意思是 Consumer 只能调用**匹配标签**的 Provider
- enabled: true: 规则生效
- key: shop-detail: 服务名
- tags: 标签列表
  - name: gray: 给服务实例打的标签名
  - match: 匹配条件, 表示服务调用者请求上下文里 key=value 的请求才会路由到 tag=gray 实例
    - key: 键名
    - value: 值名
- Consumer: 服务调用者
  - 每次请求前通过 tag 设置**流量标签**

## 条件路由规则

根据请求上下文的任意属性动态决定路由, 更加灵活

- 可实现**流量控制**、**灰度发布**等
- 属性包括用户 ID、区域、版本、环境等

在**服务端/注册中心**进行配置

```
# 动态条件路由
configVersion: v3.0
scope: service
force: true
runtime: true
enabled: true
key: org.apache.dubbo.samples.CommentService
conditions:
- method=getUser & arguments[0]=1001 => tag=gray
```

- key：服务名
- scope：规则作用范围，可以是 service 或 application
- force：是否强制路由
  - true：必须匹配到实例，否则失败
  - false：未匹配到实例会随机路由其他可用实例
- enabled：规则是否生效
- priority：规则优先级
- conditions：条件路由表达式列表
  - 例子中的意思是只匹配服务端接口方法名是 getUser 的调用，且第0个参数是1001，则路由到带 tag=gray 的 Provider

## 脚本路由规则

可以为某个微服务定义一条**脚本规则**，则后续所有请求都会执行一遍这个脚本，脚本过滤出来的地址即为请求允许发送到的、有效的地址集合

下面是个例子，可使用 javascript 进行脚本编写

```
configVersion: v3.0
key: demo-provider
type: javascript
enabled: true
script: |
    (function route(invokers, invocation, context) {
        var result = new java.util.ArrayList(invokers.size());
        for (i = 0; i < invokers.size(); i++) {
            if ("10.20.3.3".equals(invokers.get(i).getUrl().getHost())) {
                result.add(invokers.get(i));
            }
        }
        return result;
    })(invokers, invocation, context)); // 表示立即执行方法
```

## 动态配置

是“动态化”的总称，包含标签路由、条件路由和服务参数动态修改

无需重启应用的情况下，实现热部署，动态调整RPC调用行为

**动态配置路由 = 动态打标 + 动态条件路由 + 动态服务参数修改**

有以下关键信息值得注意：

- 设置规则生效过滤条件
- 设置规则生效范围
- 选择规则管理粒度

## Dubbo的SPI

### SPI是什么

是一种服务发现机制，它可以用来实现接口与实现解耦，让系统在运行时可以动态加载某个接口的实现类，而不用硬编码接口的实现类

Dubbo的SPI的相关逻辑被封装在了ExtensionLoader类中，通过ExtensionLoader，我们可以加载指定的实现类

- 在接口上加上@SPI注解，标记接口为可扩展点
- 所需的配置文件需放置在META-INF/dubbo路径下
- Dubbo SPI是通过键值对的方式进行配置，这样就可以按需加载指定的实现类

```
dog=com.sunnick.animal.impl.Dog
cat=com.sunnick.animal.impl.Cat
```

```
public void testDubboSPI(){
    System.out.println("=====dubbo SPI=====");
    ExtensionLoader<Animal> extensionLoader =
        ExtensionLoader.getExtensionLoader(Animal.class);
    Animal cat = extensionLoader.getExtension("cat");
    cat.run();
    Animal dog = extensionLoader.getExtension("dog");
    dog.run();
}
```

java原生SPI有以下几个缺点：

- 需要遍历所有的实现并实例化，无法只加载某个指定的实现类，加载机制不够灵活
- 配置文件中没有给实现类命名，无法在程序中准确的引用它们

Dubbo的SPI解决了以上痛点，具有以下几个重要机制

- @SPI注解：在接口上注解，标识接口是一个Dubbo扩展点，可以指定一个默认实现名
- @Adaptive注解：在实现类上注解，用于生成一个**自适应扩展类**，会根据运行时参数**自动加载所需的实现类**
- Wrapper机制：Dubbo在创建某个扩展点的实例时，**自动用包装类套一层**，从而增强功能
  - 需要创建一个包装类和实现类，并对这两个类进行SPI的配置

```
public class LogWrapper implements Log {
    private final Log log; // 注意：构造函数参数是接口类型

    public LogWrapper(Log log) { // 这一点非常关键！
        this.log = log;
    }

    @Override
    public void info(String msg) {
        System.out.println("[Before]"); // AOP增强
        log.info(msg);
        System.out.println("[After]"); // AOP增强
    }
}
```

# 使用

## 创建应用

### Maven配置文件

在Maven文件通过引入dubbo-spring-boot-starter实现引入Dubbo核心依赖，自动扫描**dubbo**相关配置与注解

```
<dependencyManagement>
    <dependencies>
        <dependency>
            <groupId>org.apache.dubbo</groupId>
            <artifactId>dubbo-bom</artifactId>
            <version>3.3.0</version>
            <type>pom</type>
            <scope>import</scope>
        </dependency>
    </dependencies>
</dependencyManagement>
```

在相应模块的pom中增加必要的starter依赖

```
<dependencies>
    <dependency>
        <groupId>org.apache.dubbo</groupId>
        <artifactId>dubbo-spring-boot-starter</artifactId>
    </dependency>
    <dependency>
        <groupId>org.apache.dubbo</groupId>
        <artifactId>dubbo-zookeeper-spring-boot-starter</artifactId>
    </dependency>
</dependencies>
```

application.yml 配置文件

```
dubbo:  
  application:  
    name: dubbo-springboot-demo-provider  
    logger: slf4j  
  protocol:  
    name: tri  
    port: -1  
  registry:  
    address: zookeeper://127.0.0.1:2181
```

- `dubbo.application.name`: 服务名称，唯一，根据此名称在注册中心进行注册
- `dubbo.protocol.name`: 使用的RPC协议
- `dubbo.protocol.port`: 服务暴露端口
  - 可设置为-1，那么Dubbo将会自动分配空闲窗口
  - 设置的 `ip:port` 将会在注册中心进行服务注册
- `dubbo.registry.address`: 注册中心的IP地址

#### Dubbo注解

- `@DubboService`: 实现Dubbo的服务暴露，且可以在这个注解上设置常见的服务参数
- `@DubboReference`: 自动引入**Dubbo服务实例**，直接在代码中进行使用
- `@EnableDubbo`: 必须配置，否则无法加载Dubbo注解定义的服务，一般加在**启动类**上
  - 默认只会扫描启动类所在的包，如果服务在其他包，需要增加配置，如  
`EnableDubbo(scanBasePackages = {"org.apache.dubbo.springboot.demo.provider"})`

## RPC协议配置

以Triple协议为例

- 如上，已对RPC协议在 `application.yaml` 文件进行配置
  - 同一服务也可以提供多种协议访问方式

```
dubbo:  
  application:  
    name: dubbo-springboot-demo-provider  
    logger: slf4j  
  protocol:  
    name: tri  
    port: -1  
  registry:  
    address: zookeeper://127.0.0.1:2181
```

- 接着需要进行进行IDL文件进行服务定义
  - 支持多语言，但学习成本较高
  - 需要使用Dubbo提供的 protoc 编译插件将IDL文件编译成stub桩文件

### 使用Protobuf开发Triple通信服务

#### 1. 引入pom依赖

```
<plugin>  
  <groupId>org.apache.dubbo</groupId>  
  <artifactId>dubbo-maven-plugin</artifactId>  
  <version>${dubbo.version}</version> <!-- 3.3.0及以上版本 -->  
  <configuration>  
    <outputDir>build/generated/source/proto/main/java</outputDir> <!-- 参考下  
  </configuration>  
</plugin>
```

configuration可配置参数，介绍常用的

- outputDir: 生成的Java文件存放目录
- protoSourceDir: proto文件存放目录

#### 2. 编写IDL文件，后缀为 .proto

```

syntax = "proto3";
option java_multiple_files = true;
package org.apache.dubbo.samples.tri.unary;

message GreeterRequest {
    string name = 1;
}
message GreeterReply {
    string message = 1;
}

service Greeter{
    rpc greet(GreeterRequest) returns (GreeterReply);
}

```

- **syntax**: 指定语法版本，必须写在文件第一行
- **package**: 设置存放生成的Java代码的目录
- **option**: 可选项，控制代码生成的细节
- **message**: 定义数据结构，相当于Java的类，每个字段都有
  - **类型**
  - **名称**
  - **唯一编号**: 就是字段后面的数字，是二进制序列化的关键
- **service**: 定义服务接口
  - **rpc** 后面是方法名
  - 括号里第一个是请求类型
  - **returns()** 中是返回类型

## 注册中心

### 常用注册中心

- Nacos: 引入dubbo-nacos-spring-boot-starter
- Zookeeper: 引入dubbo-zookeeper-spring-boot-starter
- Kubernetes Service

### 配置

- 在application.yml文件进行配置

```
dubbo
registry
address: nacos://localhost:8848
```

- 全局延时注册（单位为毫秒），也支持部分服务延时注册（需要在 `@DubboService` 或者 `@DubboReference` 进行配置）

```
dubbo:
provider:
delay: 5000
```

## 只注册

- 使用场景：服务提供者只注册自己的服务，但不关心其它服务，不依赖其它服务
- 当前服务提供者不订阅注册中心的服务，只注册自己

```
dubbo:
registry:
subscribe: false
```

## 只订阅

- 使用场景：服务提供者正在进行开发，暂时不想被消费者调用，且需要对其它服务进行订阅
- 当前服务提供者不会注册到注册中心

```
dubbo:
registry:
register: false
```

## 权限控制

通过令牌验证在注册中心控制权限，以决定要不要下发令牌给消费者，可以防止消费者绕过注册中心访问提供者

## 步骤

### 1. 提供者配置 token

```
dubbo:  
  provider:  
    token: true      # 自动生成 UUID
```

### 2. 注册中心记录token

### 3. 消费者订阅服务

- 消费者会自动从注册中心获取token
- Dubbo内部会把token放到RPC调用的 metadata 中
- 调用提供者时，Dubbo会验证token

## 流量管控

### 操作步骤

1. 打开Dubbo Admin控制台
2. 进入服务治理 > 动态配置
3. 点击创建，配置规则key、服务名和timeout值（是热更新），并进行保存

```
configVersion: v3.0  
enabled: true  
configs:  
  - side: provider  
    parameters:  
      timeout: 2000  
      retries: 5
```

- configVersion：动态配置规则版本
- enabled：是否启用规则
- side：配置作用对象，可以为 **Provider**，也可以为 **Consumer**
- parameters.timeout：超时时间
- retries：服务重试次数
- accesslog：是否开启访问日志

## 参数路由

对条件、标签路由进行动态配置

```
configVersion: v3.0
key: org.apache.dubbo.samples.DetailService
scope: service
force: false
enabled: true
priority: 1
conditions:
  - method=getItem & arguments[1]=dubbo => detailVersion=v2
```

- key：规则标识
- force：强制路由，如果匹配不到目标实例，则随机访问其他可用实例
- enabled：是否生效
- priority：规则优先级
- conditions：条件路由规则
  - 条件语法

```
method=<方法名> & arguments[<索引>]=<值> => <标签>=<值>
```

## 权重分流

可以通过路由配置进行流量分流

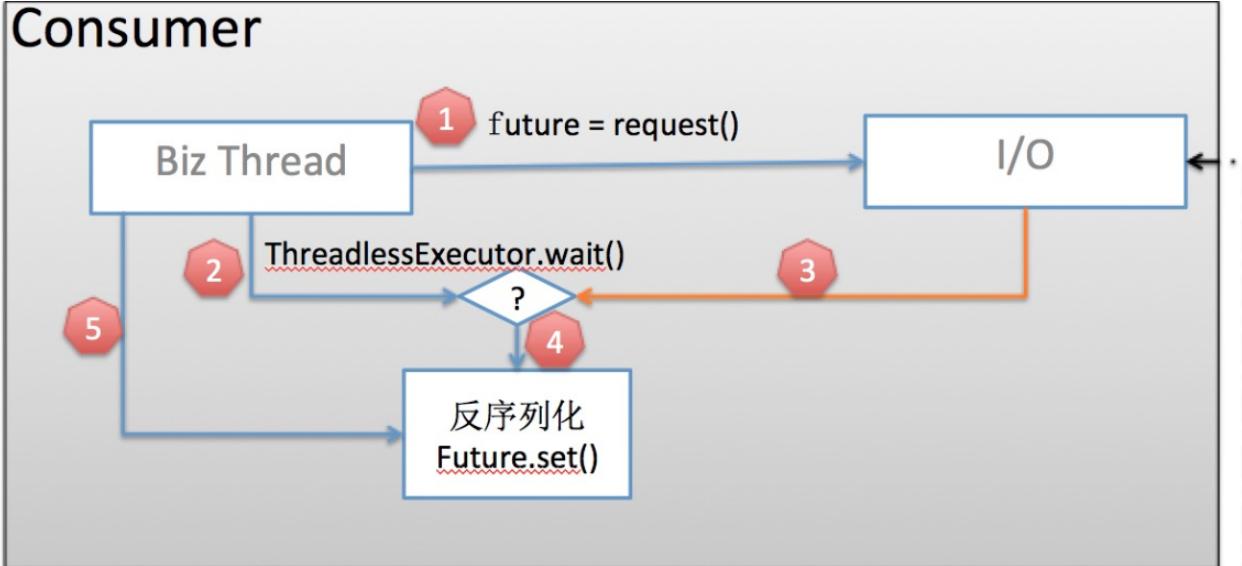
```
configVersion: v3.0
scope: service
key: org.apache.dubbo.samples.OrderService
configs:
- side: provider
  match:
    param:
      - key: orderVersion
        value:
          exact: v2
  parameters:
    weight: 25
```

- scope: 规则作用范围
- configs: 配置列表
- side: 规则作用对象
- match: 匹配条件
  - key: 实例标签名
  - value.exact: 标签值
- parameters.weight: 权重值 (0-100)

## RPC框架

### 消费端线程模型

## Consumer



## Provider



image-20251018133145303

1. 业务端发起请求，拿到一个Future实例
2. 调用 `future.get()` 之前，先调用 `ThreadlessExecutor.wait()`，`wait`会使业务线程在一个阻塞队列上等待，直到队列中被加入元素
3. 业务数据返回一个 **Runnable Task**，放入到 `ThreadlessExecutor` 队列
4. 业务现场从队列拿出数据，进行RPC反序列化并进行 `future.set()`
5. 业务线程拿到结果进行返回

## 提供端线程模型

以Triple为例

IO thread pool

Dubbo(Serializing) thread pool

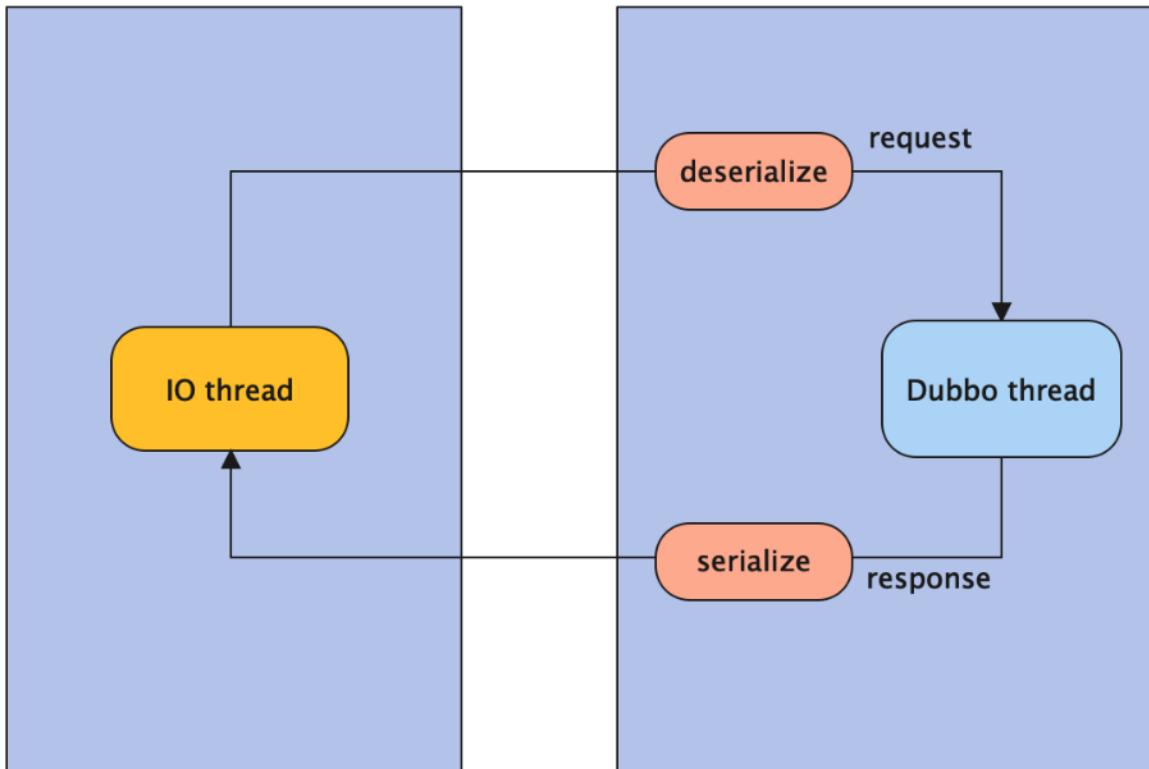


image-20251018133818557

序列化和反序列化操作都在Dubbo线程上工作，而IO线程并没有承载这些工作

## 异步调用

**Dubbo线程池：**处理RPC网络通信相关的任务，包括请求接收、响应发送、序列化/反序列化等

可分为 Provider 异步调用和 Consumer 异步调用两种模式，二者相互独立，可进行任意正交组合

- Consumer 异步调用指的是发起RPC调用后立即返回，调用线程执行其他任务，当响应结果返回后通过回调函数通知消费端结果
  - 让IO线程进行请求参数的序列化，请求的发送等工作，使网络IO和业务线程解耦

## 消费端异步调用工作示例

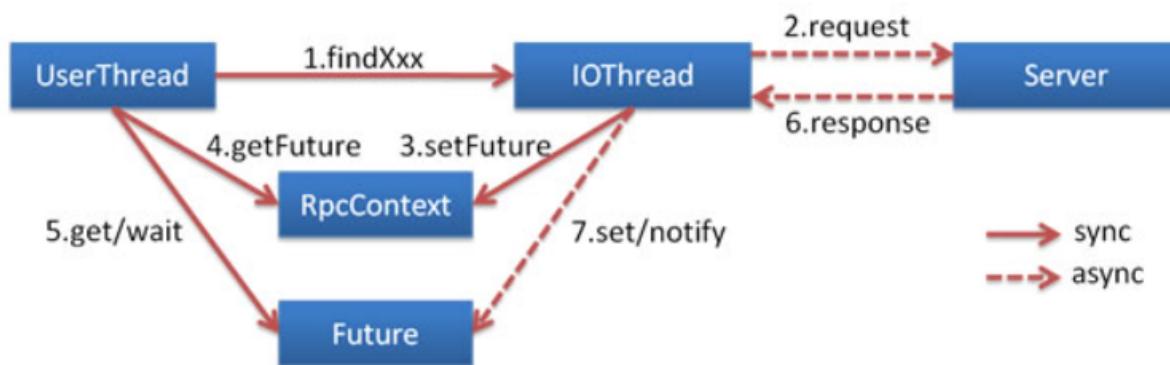


image-20251021113319445

- Provider 端异步执行将阻塞的业务从 Dubbo 内部线程池切换到业务自定义线程，避免 Dubbo 线程池的过度占用

## Provider 异步

- 接口定义使用 CompletableFuture
- 服务实现需要使用 CompletableFuture 设置回调函数
  - 使用这个类可以将线程从 Dubbo 线程池切换到业务线程，防止对 Dubbo 线程池的阻塞
  - 当结果未响应时，返回 null

## 接口定义

```
public interface AsyncService {  
    /**  
     * 同步调用方法  
     */  
    String invoke(String param);  
    /**  
     * 异步调用方法  
     */  
    CompletableFuture<String> asyncInvoke(String param);  
}
```

## 接口实现

```
@DubboService
public class AsyncServiceImpl implements AsyncService {

    @Override
    public CompletableFuture<String> asyncInvoke(String param) {
        // 建议为supplyAsync提供自定义线程池
        return CompletableFuture.supplyAsync(() -> {
            try {
                // Do something
                long time = ThreadLocalRandom.current().nextLong(1000);
                Thread.sleep(time);
                StringBuilder s = new StringBuilder();
                s.append("AsyncService asyncInvoke param:").append(param).append
                    return s.toString();
            } catch (InterruptedException e) {
                Thread.currentThread().interrupt();
            }
            return null;
        });
    }
}
```

## Consumer异步

- 方法一：使用 CompleteableFuture 声明服务方法返回值
  - 使用 whenComplete 方法写业务逻辑

```
@Override  
public void run(String... args) throws Exception {  
    //调用异步接口  
    CompletableFuture<String> future1 = asyncService.asyncInvoke("async call req");  
    future1.whenComplete((v, t) -> {  
        if (t != null) {  
            t.printStackTrace();  
        } else {  
            System.out.println("AsyncTask Response-1: " + v);  
        }  
    });  
}
```

- 方法二：在注解中配置 async 参数

```
@DubboReference(async="true")  
private AsyncService asyncService;
```

- 其它配置

- 可以设置客户端是否等待消息成功发出
  - sent 为 true 客户端则会等待消息成功发出，否则抛出异常
  - sent 为 false 客户端则不等待消息发出

```
@DubboReference(methods = {@Method(name = "sayHello", timeout = 5000, sent = false)}  
private AsyncService asyncService;
```

- 可以选择是否忽略返回值
  - return 为 false 则表示忽略返回值，不创建 future 对象，减少资源开销

```
@DubboReference(methods = {@Method(name = "sayHello", timeout = 5000, returnByValue = true)})  
private AsyncService asyncService
```

## 泛化调用

核心：调用端不依赖具体接口类型，不需要在编译期知道服务提供方的接口定义

可以通过一个通用的 **GenericService** 接口对所有服务发起请求，使用场景如下：

- 网关服务
- 测试平台

泛化调用中调用端需要知道

- 服务接口名
- 方法名
- 参数值和参数类型

**Spring** 调用方式（以 XML 为例）

1. 生产者端无需改动
2. 消费者端原有的 `dubbo:reference` 标签加上 `generic=true` 的属性
3. 获取到 Bean 容器，通过 Bean 容器拿到 `GenericService` 实例。
4. 调用 `$invoke` 方法获取结果
  - 方法名
  - 参数类型数组
  - 参数值数组

```
private static GenericService genericService;  
  
public static void main(String[] args) throws Exception {  
    ClassPathXmlApplicationContext context = new ClassPathXmlApplicationContext(  
        "classpath:applicationContext.xml");  
    context.start();  
    //服务对应bean的名字由xml标签的id决定  
    genericService = context.getBean("helloService");  
    //获得结果  
    Object result = genericService.$invoke("sayHello", new String[]{"java.lang.String"});  
}
```

当然也可以通过注解的方式进行服务接口名的声明

```
@DubboReference(  
    interfaceName = "com.example.UserService", // 必须指定接口名字符串  
    generic = true // 启用泛化调用  
)  
private GenericService genericService;
```

## Filter拦截器

Dubbo Filter是基于SPI的拦截器，用于在RPC调用链路上增强功能

```
@SPI(scope = ExtensionScope.MODULE)  
public interface Filter extends BaseFilter {}
```

## 使用步骤

1. 定义自己的Filter，实现Filter接口

```

@Activate(group = {Constants.PROVIDER, Constants.CONSUMER}) // 可选，自动激活
public class MyFilter implements Filter {

    @Override
    public Result invoke(Invoker<?> invoker, Invocation invocation) throws RpcEx
        // 请求前逻辑
        System.out.println("Before RPC: " + invocation.getMethodName());

        // 调用下一个 Filter 或 RPC 实现
        Result result = invoker.invoke(invocation);

        // 请求后逻辑
        System.out.println("After RPC: " + invocation.getMethodName());

        return result;
    }
}

```

- 可实现自动激活
- @Activate 常用属性
  - group：指定作用端（Provider/Consumer）
  - value：指定 URL 参数名，当 URL 中存在这些参数时才激活
  - order：控制执行顺序，越小越先执行

2. 进行SPI（服务发现机制）注册
  - 在 META-INF/dubbo/org.apache.dubbo.rpc.Filter 进行注册

## 超时时间

上文简单提了下，现在进行详细阐述

- 可以进行全局超时时间配置

```

dubbo:
  provider:
    timeout: 5000

```

- 消费端对特定方法进行超时时间配置，提供端同理

```
@DubboReference(methods = {@Method(name = "sayHello", timeout = 5000)})  
private DemoService demoService;
```

配置形式的优先级从高到低依次为：方法级别配置 > 服务级别配置 > 全局配置 > 默认值

### Deadline机制

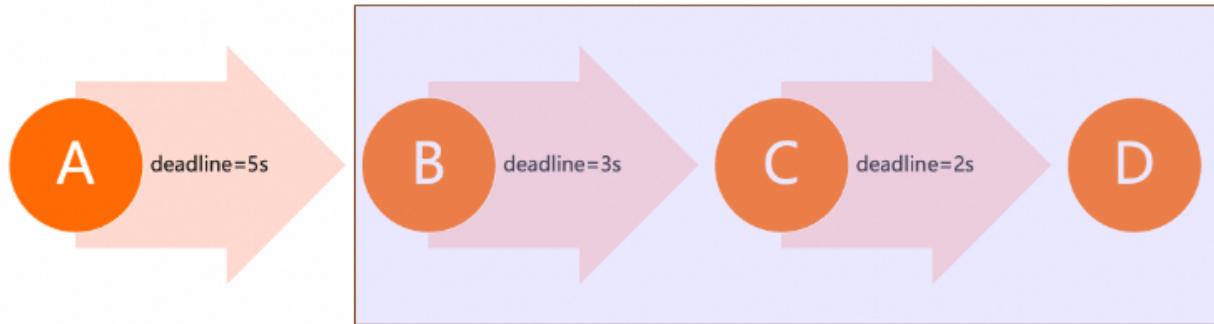


image-20251018141038253

- A调用B设置了超时时间为5s，因此 B->C->D 总计处理时间应该不超过5s
- Deadline机制是把B->C->D看成一个整体，随着时间流逝deadline会从5s逐步扣减，比如C收到请求时已经过去了3s，则C->D的超时时间只剩下2s

### 全局开启 deadline 机制

```
dubbo:  
  provider:  
    timeout: 5000  
    parameters.enable-timeout-countdown: true
```

### 指定某个服务开启 deadline 机制

```
@DubboReference(timeout=5000, parameters={"enable-timeout-countdown", "true"})  
private DemoService demoService;
```

## 集群容错

当集群调用失败时，Dubbo提供多种容错方案，默認為 failover 重试

### 调用链路

- 集群容错机制（Cluster）
- 目录服务（Directory）
- 路由（Router）
- 负载均衡（LoadBalance）
- 最终调用者（Invoker）

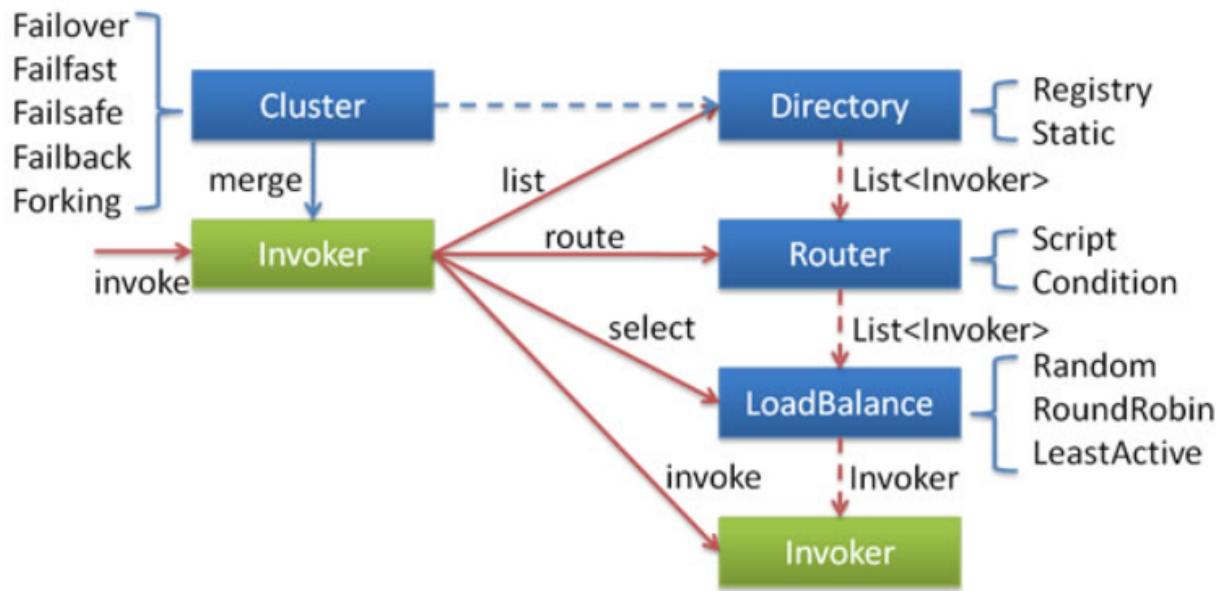


image-20251018142537953

各节点关系：

- **Invoker** 是 Provider 的一个可调用的 Service 的抽象，**Invoker** 封装了 Provider 地址以及 Service 的接口信息
- **Directory** 代表多个 **Invoker**
- **Cluster** 将 **Directory** 中的多个 **Invoker** 伪装成一个 **Invoker**，对上层透明，伪装过程包含了容错逻辑，调用失败后，重试另一个
- **Router** 负责从多个 **Invoker** 中按路由规则选出子集
- **LoadBalance** 负责从多个 **Invoker** 中选出具体的一个用于本次调用

### 集群容错模式

- **Failover Cluster**: 失败自动切换，当出现失败，重试其它服务器
- **failfast Cluster**: 快速失败，只发起一次调用，失败立即报错
- **Failsafe Cluster**: 失败安全，出现失败时，直接忽略
- **Fallback Cluster**: 失败自动恢复，后台记录失败请求，定时重发
- **Forking Cluster**: 并行调用多个服务器，只要一个成功即返回
- **Broadcast Cluster**: 广播调用所有提供者，逐个调用，任意一台报错则报错