

26 | 负载均衡：怎样提升系统的横向扩展能力？

2019-11-22 唐扬

高并发系统设计40问

[进入课程 >](#)



讲述：唐扬

时长 13:21 大小 12.24M



你好，我是唐扬。

在基础篇中，我提到了高并发系统设计的三个通用方法：缓存、异步和横向扩展，到目前为止，你接触到了缓存的使用姿势，也了解了，如何使用消息队列异步处理业务逻辑，那么本节课，我将带你了解一下，如何提升系统的横向扩展能力。

在之前的课程中，我也提到过提升系统横向扩展能力的一些案例。比如，[08讲](#)提到，可以通过部署多个从库的方式，来提升数据库的扩展能力，从而提升数据库的查询性能，那么就需要借助组件，将查询数据库的请求，按照一些既定的策略分配到多个从库上，这是负载均衡服务器所起的作用，而我们一般使用 DNS 服务器来承担这个角色。

不过在实际的工作中，你经常使用的负载均衡的组件应该算是 Nginx，它的作用是承接前端的 HTTP 请求，然后将它们按照多种策略，分发给后端的多个业务服务器上。这样，我们可以随时通过扩容业务服务器的方式，来抵挡突发的流量高峰。与 DNS 不同的是，Nginx 可以在域名和请求 URL 地址的层面做更细致的流量分配，也提供更复杂的负载均衡策略。

你可能会想到，在微服务架构中，我们也会启动多个服务节点，来承接从用户端到应用服务器的请求，自然会需要一个负载均衡服务器，作为流量的入口，实现流量的分发。那么在微服务架构中，如何使用负载均衡服务器呢？

在回答这些问题之前，我先带你了解一下，常见的负载均衡服务器都有哪几类，因为这样，你就可以依据不同类型负载均衡服务器的特点做选择了。

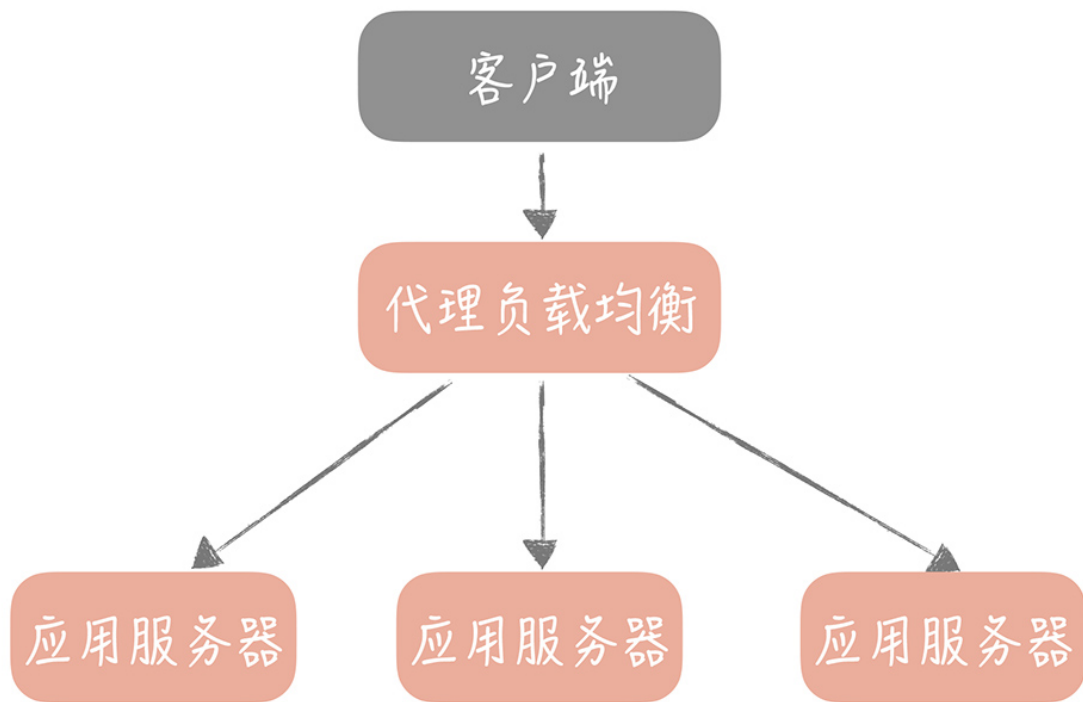
负载均衡服务器的种类

负载均衡的含义是：将负载（访问的请求）“均衡”地分配到多个处理节点上。这样可以减少单个处理节点的请求量，提升整体系统的性能。

同时，负载均衡服务器作为流量入口，可以对请求方屏蔽服务节点的部署细节，实现对于业务方无感知的扩容。它就像交通警察，不断地疏散交通，将汽车引入合适的道路上。

在我看来，负载均衡服务大体上可以分为两大类：一类是代理类的负载均衡服务；另一类是客户端负载均衡服务。

代理类的负载均衡服务，以单独的服务方式部署，所有的请求都要先经过负载均衡服务，在负载均衡服务中，选出一个合适的服务节点后，再由负载均衡服务，调用这个服务节点来实现流量的分发。



代理负载均衡服务示意图

由于这类服务需要承担全量的请求，所以对于性能的要求极高。代理类的负载均衡服务有很多开源实现，比较著名的有 LVS, Nginx 等等。LVS 在 OSI 网络模型中的第四层，传输层工作，所以 LVS 又可以称为四层负载；而 Nginx 运行在 OSI 网络模型中的第七层，应用层，所以又可以称它为七层负载（你可以回顾一下 02 讲的内容）。

在项目的架构中，我们一般会同时部署 LVS 和 Nginx 来做 HTTP 应用服务的负载均衡。也就是说，在入口处部署 LVS，将流量分发到多个 Nginx 服务器上，再由 Nginx 服务器分发到应用服务器上，**为什么这么做呢？**

主要和 LVS 和 Nginx 的特点有关，LVS 是在网络栈的四层做请求包的转发，请求包转发之后，由客户端和后端服务直接建立连接，后续的响应包不会再经过 LVS 服务器，所以相比 Nginx，性能会更高，也能够承担更高的并发。

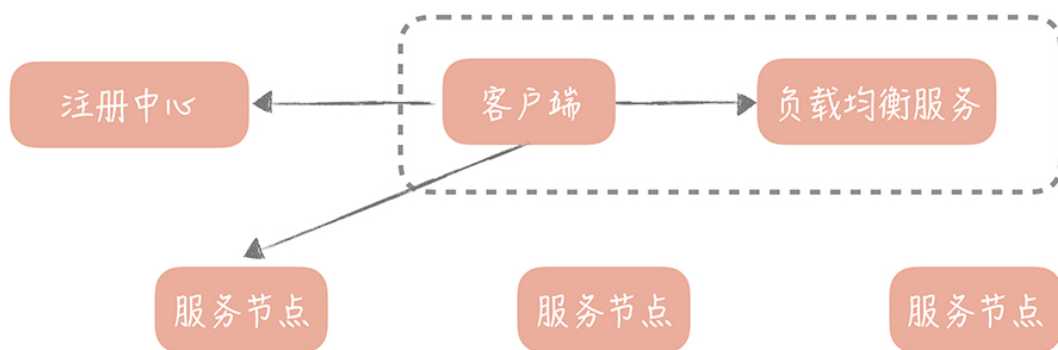
可 LVS 缺陷是工作在四层，而请求的 URL 是七层的概念，不能针对 URL 做更细致地请求分发，而且 LVS 也没有提供探测后端服务是否存活的机制；而 Nginx 虽然比 LVS 的性能差很多，但也可以承担每秒几万次的请求，并且它在配置上更加灵活，还可以感知后端服务是否出现问题。

因此，LVS 适合在入口处，承担大流量的请求分发，而 Nginx 要部署在业务服务器之前做更细维度的请求分发。**我给你的建议是**，如果你的 QPS 在十万以内，那么可以考虑不引入 LVS 而直接使用 Nginx 作为唯一的负载均衡服务器，这样少维护一个组件，也会减少系统的维护成本。

不过这两个负载均衡服务适用于普通的 Web 服务，对于微服务架构来说，它们是不合适的。因为微服务架构中的服务节点存储在注册中心里，使用 LVS 就很难和注册中心交互，获取全量的服务节点列表。另外，一般微服务架构中，使用的是 RPC 协议而不是 HTTP 协议，所以 Nginx 也不能满足要求。

所以，我们会使用另一类的负载均衡服务，客户端负载均衡服务，也就是把负载均衡的服务内嵌在 RPC 客户端中。

它一般和客户端应用，部署在一个进程中，提供多种选择节点的策略，最终为客户端应用提供一个最佳的，可用的服务端节点。这类服务一般会结合注册中心来使用，注册中心提供服务节点的完整列表，客户端拿到列表之后使用负载均衡服务的策略选取一个合适的节点，然后将请求发到这个节点上。



客户端负载均衡服务示意图

了解负载均衡服务的分类，是你学习负载均衡服务的第一步，接下来，你需要掌握负载均衡策略，这样一来，你在实际工作中，配置负载均衡服务的时候，可以对原理有更深刻的了解。

常见的负载均衡策略有哪些

负载均衡策略从大体上来看可以分为两类：

一类是静态策略，也就是说负载均衡服务器在选择服务节点时，不会参考后端服务的实际运行的状态。

一类是动态策略，也就是说负载均衡服务器会依据后端服务的一些负载特性，来决定要选择哪一个服务节点。

常见的静态策略有几种，其中使用最广泛的是**轮询的策略 (RoundRobin, RR)**，这种策略会记录上次请求后端服务的地址或者序号，然后在请求时，按照服务列表的顺序，请求下一个后端服务节点。伪代码如下：

 复制代码

```
1 AtomicInteger lastCounter = getLastCounter(); // 获取上次请求的服务节点的序号
2 List<String> serverList = getServerList(); // 获取服务列表
3 int currentIndex = lastCounter.addAndGet(); // 增加序列号
4 if(currentIndex >= serverList.size()) {
5     currentIndex = 0;
6 }
7 setLastCounter(currentIndex);
8 return serverList.get(currentIndex);
```

它其实是一种通用的策略，基本上，大部分的负载均衡服务器都支持。轮询的策略可以做到将请求尽量平均地分配到所有服务节点上，但是，它没有考虑服务节点的具体配置情况。比如，你有三个服务节点，其中一个服务节点的配置是 8 核 8G，另外两个节点的配置是 4 核 4G，那么如果使用轮询的方式来平均分配请求的话，8 核 8G 的节点分到的请求数量和 4 核 4G 的一样多，就不能发挥性能上的优势了

所以，我们考虑给节点加上权重值，比如给 8 核 8G 的机器配置权重为 2，那么就会给它分配双倍的流量，**这种策略就是带有权重的轮询策略。**

除了这两种策略之外，目前开源的负载均衡服务还提供了很多静态策略：

Nginx 提供了 ip_hash 和 url_hash 算法；

LVS 提供了按照请求的源地址，和目的地址做 hash 的策略；

Dubbo 也提供了随机选取策略，以及一致性 hash 的策略。

但是在我看来，轮询和带有权重的轮询策略，能够将请求尽量平均地分配到后端服务节点上，也就能够做到对于负载的均衡分配，在没有更好的动态策略之前，应该优先使用这两种策略，比如 Nginx 就会优先使用轮询的策略。

而目前开源的负载均衡服务中，也会提供一些动态策略，我强调一下它们的原理。

在负载均衡服务器上会收集对后端服务的调用信息，比如从负载均衡端到后端服务的活跃连接数，或者是调用的响应时间，然后从中选择连接数最少的服务，或者响应时间最短的后端服务。**我举几个具体的例子：**

Dubbo 提供的 LeastActive 策略，就是优先选择活跃连接数最少的服务；

Spring Cloud 全家桶中的 Ribbon 提供了 WeightedResponseTimeRule 是使用响应时间，给每个服务节点计算一个权重，然后依据这个权重，来给调用方分配服务节点。

这些策略的思考点是从调用方的角度出发，选择负载最小、资源最空闲的服务来调用，以期能得到更高的服务调用性能，也就能最大化地使用服务器的空闲资源，请求也会响应地更迅速，**所以，我建议你**，在实际开发中，优先考虑使用动态的策略。

到目前为止，你已经可以根据上面的分析，选择适合自己的负载均衡策略，并选择一个最优的服务节点，**那么问题来了：**你怎么保证选择出来的这个节点，一定是一个可以正常服务的节点呢？如果你采用的是轮询的策略，选择出来的，是一个故障节点又要怎么办呢？所以，为了降低请求被分配到一个故障节点的几率，有些负载均衡服务器，还提供了对服务节点的故障检测功能。


如何检测节点是否故障

🔗 24 讲中，我带你了解到，在微服务化架构中，服务节点会定期地向注册中心发送心跳包，这样注册中心就能够知晓服务节点是否故障，也就可以确认传递给负载均衡服务的节点，一定是可用的。

但对于 Nginx 来说，**我们要如何保证配置的服务节点是可用的呢？**

这就要感谢淘宝开源的 Nginx 模块 🔗 [nginx_upstream_check_module](#) 了，这个模块可以让 Nginx 定期地探测后端服务的一个指定的接口，然后根据返回的状态码，来判断服务是

否还存活。当探测不存活的次数达到一定阈值时，就自动将这个后端服务从负载均衡服务器中摘除。它的配置样例如下：

 复制代码

```
1 upstream server {
2     server 192.168.1.1:8080;
3     server 192.168.1.2:8080;
4     check interval=3000 rise=2 fall=5 timeout=1000 type=http default_down=
5     check_http_send "GET /health_check HTTP/1.0\r\n\r\n"; // 检测 URL
6     check_http_expect_alive http_2xx; // 检测返回状态码为 200 时认为检测成功
7 }
```

Nginx 按照上面的方式配置之后，你的业务服务器也要实现一个 “/health_check” 的接口，在这个接口中返回的 HTTP 状态码，这个返回的状态码可以存储在配置中心中，这样在变更状态码时，就不需要重启服务了（配置中心在第 33 节课中会讲到）。

节点检测的功能，还能够帮助我们实现 Web 服务的优雅关闭。在 24 讲中介绍注册中心时，我曾经提到，服务的优雅关闭需要先切除流量再关闭服务，使用了注册中心之后，就可以先从注册中心中摘除节点，再重启服务，以便达到优雅关闭的目的。那么 Web 服务要如何实现优雅关闭呢？接下来，我来给你了解一下，有了节点检测功能之后，服务是如何启动和关闭的。

在服务刚刚启动时，可以初始化默认的 HTTP 状态码是 500，这样 Nginx 就不会很快将这个服务节点标记为可用，也就可以等待服务中，依赖的资源初始化完成，避免服务初始启动时的波动。

在完全初始化之后，再将 HTTP 状态码变更为 200，Nginx 经过两次探测后，就会标记服务为可用。在服务关闭时，也应该先将 HTTP 状态码变更为 500，等待 Nginx 探测将服务标记为不可用后，前端的流量也就不会继续发往这个服务节点。在等待服务正在处理的请求全部处理完毕之后，再对服务做重启，可以避免直接重启导致正在处理的请求失败的问题。**这是启动和关闭线上 Web 服务时的标准姿势，你可以在项目中参考使用。**

课程小结

本节课，我带你了解了与负载均衡服务相关的一些知识点，以及在实际工作中的运用技巧。我想强调几个重点：

网站负载均衡服务的部署，是以 LVS 承接入口流量，在应用服务器之前，部署 Nginx 做细化的流量分发，和故障节点检测。当然，如果你的网站的并发不高，也可以考虑不引入 LVS。

负载均衡的策略可以优先选择动态策略，保证请求发送到性能最优的节点上；如果没有合适的动态策略，那么可以选择轮询的策略，让请求平均分配到所有的服务节点上。

Nginx 可以引入 `nginx_upstream_check_module`，对后端服务做定期的存活检测，后端的服务节点在重启时，也要秉承着“先切流量后重启”的原则，尽量减少节点重启对于整体系统的影响。

你可能会认为，像 Nginx、LVS 应该是运维所关心的组件，作为开发人员不用操心维护。

不过通过今天的学习你应该可以看到：负载均衡服务是提升系统扩展性，和性能的重要组成部分，在高并发系统设计中，它发挥的作用是无法替代的。理解它的原理，掌握使用它的正确姿势，应该是每一个后端开发同学的必修课。

一课一思

在实际的工作中，你一定也用过很多的负载均衡的服务和组件，那么在使用过程中你遇到过哪些问题呢，有哪些注意的点呢？欢迎在留言区与我分享你的经验。

最后，感谢你的阅读，如果这篇文章让你有所收获，也欢迎你将它分享给更多的朋友。

高并发系统设计 40 问

攻克高并发系统演进中的业务难点

唐扬

美图公司技术专家



新版升级：点击「 请朋友读」，20位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 25 | 分布式Trace：横跨几十个分布式组件的慢请求要如何排查？

下一篇 27 | API网关：系统的门面要如何做呢？

精选留言 (12)

写留言



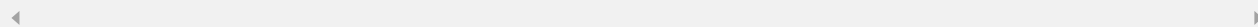
ASCE1885

2019-11-22

是否使用客户端负载均衡，跟微服务框架中服务之间通信是使用 RPC 协议还是 HTTP 协议无关，例如Spring Cloud 中的 Ribbon 就是用来进行客户端负载均衡的；一般来说，在系统接入层，使用的是服务端负载均衡，而微服务之间的内部调用，使用的是客户端负载均衡。

展开

作者回复: 是的



1

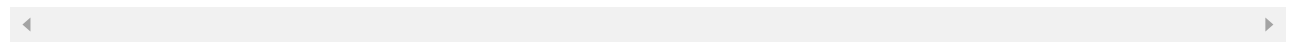


M

2019-11-22

请教下老师，app与服务器之间使用websocket协议连接，如何使用负载均衡呢？

作者回复: nginx可以支持websocket协议的



2

1



星空123

2019-11-25

老师提供的nginx_upstream_check_module 我要自己研究下，有些东西确实公司限制多，都没用过



Luciano李鑫

2019-11-25

负载均衡应该分为：

客户端负载均衡

后端负载均衡

DNS负载均衡

IP负载均衡...

展开 ▾

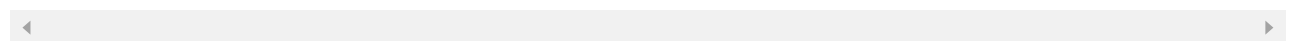


啊啊啊哦哦

2019-11-24

nginx 上为什么要阶lvs。一般dns服务器也可以实现轮训分发到不同的nginx上啊。

作者回复: LVS能抗更高的并发



约书亚

2019-11-23

"请求包转发之后，由客户端和后端服务直接建立连接..."

这里的建立连接这个描述似乎不太严谨，实际没有“连接”对吧。

负载均衡除了F5这种硬件的基本都接触过了，在各个维度有各个维度负载均衡，曾经改过ri bbon的负载，原生的weighted response太简陋了

其实一直有疑问，为什么把响应时间作为权重的负载算法，虽然有，但出现的相对较少...

展开 ▾





小喵喵

2019-11-22

1.Nginx和LVS都可以做负载均衡，这些组件也都可以应用于C/S系统吗？
2.health_check只能检测到服务器和节点指点是否可用，节点可用但是并不能代表内部服务接口是可用的，这个有什么好的方案呢？

展开 ▾

作者回复: 1. 是可以的

2. 是的，这个在于你被探测接口的实现



leesir

2019-11-22

求教，对于普通web服务，nginx有办法感知新增结点吗？

作者回复: 可以呀，有一种consul + nginx方案，就是把节点信息写在consul里面，这样当节点变化时，nginx可以得到通知



陈争

2019-11-22

恰巧最近在研究怎样优雅的关闭服务节点，老师的讲解给了我很多启发。
看来nginx_upstream_check_module需要搞起来了(=∪=)✧



XD

2019-11-22

一口气读完。干货还是很多的。

展开 ▾

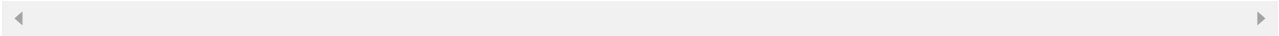


sdjdd

2019-11-22

关闭服务之前，用 503 状态码响应健康检查是不是语义更明确一些。

作者回复: 是的，我的意思是这样的



Demter

2019-11-22

这里说的客户端是啥，是用户的浏览器吗。。。

展开 ▾

作者回复: 浏览器或者app

