05 | 系统设计目标（三）：如何让系统易于扩展?

2019-09-27 唐扬

高并发系统设计40问 进入课程 >

讲述：唐扬

时长 08:51 大小 8.12M

从架构设计上来说，高可扩展性是一个设计的指标，它表示可以通过增加机器的方式来线性提高系统的处理能力，从而承担更高的流量和并发。

你可能会问：“在架构设计之初，为什么不预先考虑好使用多少台机器，支持现有的并发呢？”这个问题我在“03 | 系统设计目标（一）：如何提升系统性能？”一课中提到过，答案是峰值的流量不可控。

一般来说，基于成本考虑，在业务平稳期，我们会预留 30%～50% 的冗余以应对运营活动或者推广可能带来的峰值流量，但是当有一个突发事件发生时，流量可能瞬间提升到 2～3 倍甚至更高，我们还是以微博为例。

鹿晗和关晓彤互圈公布恋情，大家会到两个人的微博下面，或围观，或互动，微博的流量短时间内增长迅速，微博信息流也短暂出现无法刷出新的消息的情况。

那我们要如何应对突发的流量呢？架构的改造已经来不及了，最快的方式就是堆机器。不过我们需要保证，□扩容了三倍的机器之后，相应的我们的系统也能支撑三倍的流量。有的人可能会产生疑问：“这不是显而易见的吗？很简单啊。”真的是这样吗？我们来看看做这件事儿难在哪儿。

为什么提升扩展性会很复杂

在上一讲中，我提到可以在单机系统中通过增加处理核心的方式，来增加系统的并行处理能力，但这个方式并不总生效。因为当并行的任务数较多时，系统会因为争抢资源而达到性能上的拐点，系统处理能力不升反降。

而对于由多台机器组成的集群系统来说也是如此。集群系统中，不同的系统分层上可能存在一些“瓶颈点”，这些瓶颈点制约着系统的横线扩展能力。这句话比较抽象，我举个例子你就明白了。

比方说，你系统的流量是每秒 1000 次请求，对数据库的请求量也是每秒 1000 次。如果流量增加 10 倍，虽然系统可以通过扩容正常服务，数据库却成了瓶颈。再比方说，单机网络带宽是 50Mbps，那么如果扩容到 30 台机器，前端负载均衡的带宽就超过了千兆带宽的限制，也会成为瓶颈点。那么，我们的系统中存在哪些服务会成为制约系统扩展的重要因素呢？

其实，无状态的服务和组件更易于扩展，而像 MySQL 这种存储服务是有状态的，就比较难以扩展。因为向存储集群中增加或者减少机器时，会涉及大量数据的迁移，而一般传统的关系型数据库都不支持。这就是为什么提升系统扩展性会很复杂的主要原因。

除此之外，从例子中你可以看到，我们需要站在整体架构的角度，而不仅仅是业务服务器的角度来考虑系统的扩展性 。**所以说，数据库、缓存、依赖的第三方、负载均衡、交换机带宽等等**都是系统扩展时需要考虑的因素。我们要知道系统并发到了某一个量级之后，哪一个因素会成为我们的瓶颈点，从而针对性地进行扩展。

针对这些复杂的扩展性问题，我提炼了一些系统设计思路，供你了解。

高可扩展性的设计思路

拆分是提升系统扩展性最重要的一个思路，它会把庞杂的系统拆分成独立的，有单一职责的模块。相对于大系统来说，考虑一个一个小模块的扩展性当然会简单一些。**将复杂的问题简单化，这就是我们的思路。**

但对于不同类型的模块，我们在拆分上遵循的原则是不一样的。我给你举一个简单的例子，假如你要设计一个社区，那么社区会有几个模块呢？可能有 5 个模块。

用户：负责维护社区用户信息，注册，登陆等；

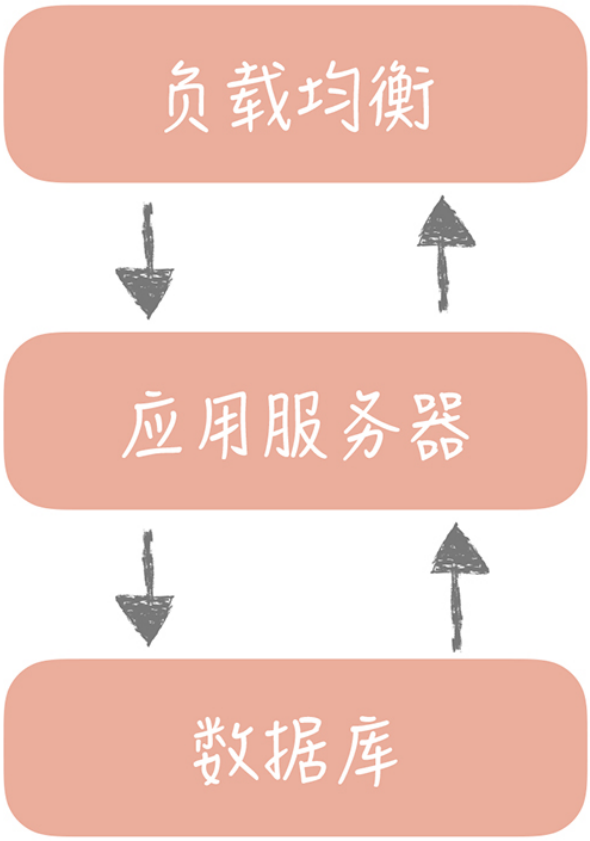
关系：用户之间关注、好友、拉黑等关系的维护；

内容：社区发的内容，就像朋友圈或者微博的内容；

评论、赞：用户可能会有的两种常规互动操作；

搜索：用户的搜索，内容的搜索。

而部署方式遵照最简单的三层部署架构，负载均衡负责请求的分发，应用服务器负责业务逻辑的处理，数据库负责数据的存储落地。这时，所有模块的业务代码都混合在一起了，数据也都存储在一个库里。

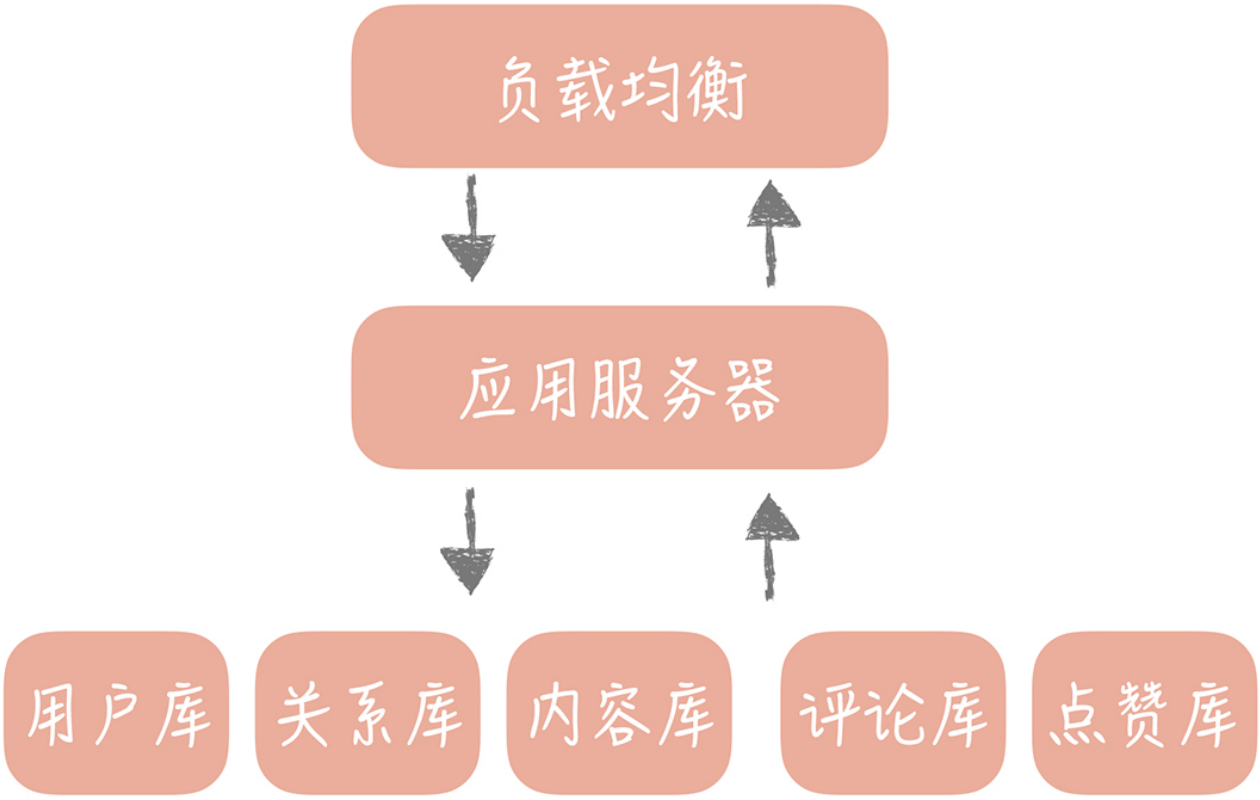


简单社区部署图

1. 存储层的扩展性

无论是存储的数据量，还是并发访问量，不同的业务模块之间的量级相差很大，比如说成熟社区中，关系的数据量是远远大于用户数据量的，但是用户数据的访问量却远比关系数据要大。所以假如存储目前的瓶颈点是容量，那么我们只需要针对关系模块的数据做拆分就好了，而不需要拆分用户模块的数据。**所以存储拆分首先考虑的维度是业务维度。**

拆分之后，这个简单的社区系统就有了用户库、内容库、评论库、点赞库和关系库。这么做还能隔离故障，某一个库“挂了”不会影响到其它的数据库。



按照数据库业务拆分后的部署图

按照业务拆分，在一定程度上提升了系统的扩展性，但系统运行时间长了之后，单一的业务数据库在容量和并发请求量上仍然会超过单机的限制。**这时，我们就需要针对数据库做第二次拆分。**

这次拆分是按照数据特征做水平的拆分，比如说我们可以给用户库增加两个节点，然后按照某些算法将用户的数据拆分到这三个库里面，具体的算法我会在后面讲述数据库分库分表时和你细说。

水平拆分之后，我们就可以让数据库突破单机的限制了。但这里要注意，我们不能随意地增加节点，因为一旦增加节点就需要手动地迁移数据，成本还是很高的。所以基于长远的考虑，我们最好一次性增加足够的节点以避免频繁地扩容。

当数据库按照业务和数据维度拆分之后，我们尽量不要使用事务。因为当一个事务中同时更新不同的数据库时，需要使用二阶段提交，来协调所有数据库要么全部更新成功，要么全部更新失败。这个协调的成本会随着资源的扩展不断升高，最终达到无法承受的程度。

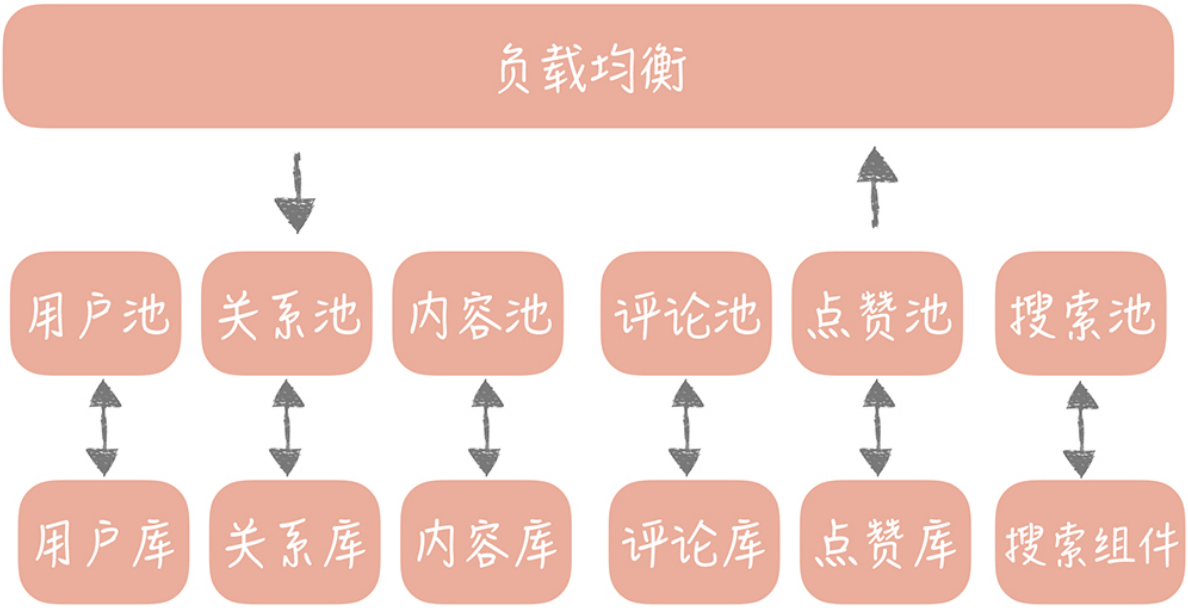
说完了存储层的扩展性，我们来看看业务层是如何做到易于扩展的。

2. 业务层的扩展性

我们一般会从三个维度考虑业务层的拆分方案，它们分别是：业务纬度，重要性纬度和请求来源纬度。

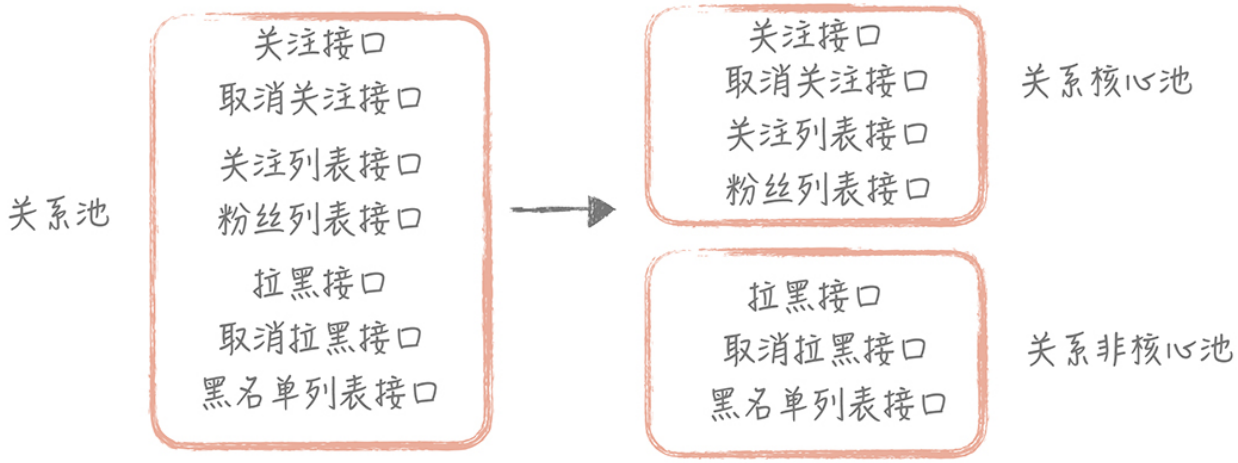
首先，我们需要把相同业务的服务拆分成单独的业务池，比方说上面的社区系统中，我们可以按照业务的维度拆分成用户池、内容池、关系池、评论池、点赞池和搜索池。

每个业务依赖独自的数据库资源，不会依赖其它业务的数据库资源。这样当某一个业务的接口成为瓶颈时，我们只需要扩展业务的池子，以及确认上下游的依赖方就可以了，这样就大大减少了扩容的复杂度。



业务池拆分之后的部署图

除此之外，我们还可以根据业务接口的重要程度，把业务分为核心池和非核心池。打个比方，就关系池而言，关注、取消关注接口相对重要一些，可以放在核心池里面；拉黑和取消拉黑的操作就相对不那么重要，可以放在非核心池里面。这样，我们可以优先保证核心池的性能，当整体流量上升时优先扩容核心池，降级部分非核心池的接口，从而保证整体系统的稳定性。



关系池拆分示意图

最后，你还可以根据接入客户端类型的不同做业务池的拆分。比如说，服务于客户端接口的业务可以定义为外网池，服务于小程序或者 HTML5 页面的业务可以定义为 H5 池，服务于内部其它部门的业务可以定义为内网池，等等。

课程小结

本节课我带你了解了提升系统扩展性的复杂度以及系统拆分的思路。拆分看起来比较简单，可是什么时候做拆分，如何做拆分还是有很多细节考虑的。

未做拆分的系统虽然可扩展性不强，但是却足够简单，无论是系统开发还是运行维护都不需要投入很大的精力。拆分之后，需求开发需要横跨多个系统多个小团队，排查问题也需要涉及多个系统，运行维护上，可能每个子系统都需要有专人来负责，对于团队是一个比较大的考验。这个考验是我们必须要经历的一个大坎，需要我们做好准备。

思考时间

在今天的课程中，我们谈到了传统关系型数据库的可扩展性是很差的，那么在你看来，世面上常见的 NoSQL 数据库是如何解决扩展性的问题呢？欢迎在留言区和我一起讨论。

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。

上一篇　04 | 系统设计目标（二）：系统怎样做到高可用?

下一篇　06 | 面试现场第一期：当问到组件实现原理时，面试官是在刁难你吗?

精选留言 (18)

写留言

coffee
2019-09-27

关系型数据库是强schema约束，并且支持事务，所以扩展性相对较差。
NOSQL一般都不是强schema约束的，所以可扩展性比关系型数据库要好。

作者回复: 不只是schema free，还在于支持auto sharding

3

_CountingStars
2019-09-27

memcached 官方没有提供集群特性，一般第三方会使用一致性哈希算法来进行负载均衡实现集群扩展。

redis 官方的集群选择把数据根据key来哈希分配到固定数量的 slot 上，然后把 slot 再分配到具体的redis实例上来实现集群，当需要扩展时，只需要把 slot 分配一些到新加入的 redis 实例即可。这种多加一层来实现集群扩展的方式，类似于我们数据库分表时使用的...

展开

作者回复: 👍👍👍👍

1

xu晓晨

2019-09-30

redis扩展主要两方面。主备方案以及集群方案。
主备的话可以用redis的sentinel（哨兵）方案主要是解决redis主节点故障后的自动切换。它负责持续监控主从节点的健康，当主节点挂掉时，自动选择一个最优的从节点切换为主节点。
集群方案的话主流的是两种 一种是codis另一种是redis官方提供的cluster。

展开

作者回复: 👍

Lugyedo

2019-09-29

MongoDB可以根据key在集群内自动分片

展开

小凡

2019-09-29

当一个事务中同时更新不同的数据库时，需要使用二阶段提交
——————————————————————

请问下，难道更新一样的库，就不会使用二阶段提交了吗。二阶段提交不是只要是innodb引擎的事务都会有的么，为了保证redo log和binlog的一致性

展开

作者回复: 我这里说的二阶段提交指的是为了在分布式架构中为了保证事务一致性的算法

A.Windy
2019-09-29

这不就是微服务嘛😄

展开

作者回复: 是的哦

约书亚
2019-09-28

nosql是牺牲ACID做到的扩展性的
业务池这个概念第一次接触，这更像是按领域划分的服务化/微服务，还是更像平台/中台?
如果这是个概念模型，尤其是业务池也区分核心池与非核心池，希望在未来课程中有“相应现实架构的对照”的内容，能举例讲解一下如何用核心与非核心指导系统做降级设计。

展开

作者回复: 业务池其实是一种隔离部署的方式，不是平台或者中台。

Wilson
2019-09-28

數據庫分類是指微服務嗎？若是rdbms會有外鍵等關聯，該怎麼拆分呢？

作者回复: 数据库分类还不算是微服务，是对数据库的一种扩展方式。rdbms如果有外键，那么就尽量考虑使用外键来作为分库分表键

醇梨子
2019-09-28

我们在实际生产环境中，线程池隔离及线程池设置大小的依据是什么？

作者回复: 主要要监控一下线程池中任务的堆积情况，然后动态调整大小

ub8
2019-09-28

坐等干货

展开

作者回复: :)

Jasper
2019-09-27

打卡，唐老师好

展开

正在减肥的胖籽。
2019-09-27

老师您好，像微博这种UGC的产品，用户不停的发帖。但是APP需要展现出用户发帖，（根据一定规则排序）实施查库肯定是不太可行的。老师这种场景的例子可以说下怎么优化吗？

作者回复: 后面实战篇会专门说到哈~

jack
2019-09-27

心得：在业务发展的不同时期扩容的瓶颈点可能涉及到数据库连接，磁盘IO，网络带宽。以及从存储与业务两个维度去扩容：存储维度涉及到垂直与水平拆分，业务层把每块业务拆分成单独的业务池，并且区分核心与非核心接口，非核心接口在访问量大时降级熔断。
希望老师在后面的课程有对系统在不同阶段拆分细节统一案例的介绍。
思考时间：现在常见的NoSQL数据库redis是通过固定数目slot来对数据水平拆分，扩容...

展开

作者回复: 👍👍👍

小可
2019-09-27

老师我问下，像流量打满网卡的多个服务，怎么做负载均衡？请求很大，响应很小的，瓶颈都在前置机网卡了，nginx,lvs都不满足

展开

作者回复: 可以考虑多网卡绑定

飞翔
2019-09-27

老师。不太理解什么是池？ 用户池 里是一台机器还是多台机器呀？

作者回复: 池子就是一组机器组成的集群

Lion
2019-09-27

1、如果是读多写少，可用主从架构；这个能较好解决热key问题。
2、如果读写都多用集群。

展开

作者回复: 主从架构可能还无法很好解决热key的问题

饭团
2019-09-27

考虑到Nosql一般作为缓存系统使用，如果缓存系统没有对应数据会回表查询数据！所以当加减机器时我们应该尽量避免大量数据的损失，比如使用一致性hash算法做一些均衡处理！

作者回复: 如何做缓存的话，就要尽量避免穿透。至于如何避免穿透，后面有专门的介绍哦

宽

2019-09-27

Nosql拓展性一般都是采用NameServer+DataServer+分布式存储系统（hdfs）的架构模式。数据以块为单位进行管理。

展开

作者回复: NoSQL也不一定会有NameServier这种结构