29 | 异地多活设计4大技巧

2018-07-03 李运华

29 | 异地多活设计4大技巧
李运华
00:00 / 17:49

专栏上一期我介绍了三种不同类型的异地多活架构，复习一下每个架构的关键点：

- 同城异区

关键在于搭建高速网络将两个机房连接起来，达到近似一个本地机房的效果。架构设计上可以将两个机房当作本地机房来设计，无须额外考虑。

- 跨城异地

关键在于数据不一致的情况下，业务不受影响或者影响很小，这从逻辑的角度上来说其实是矛盾的，架构设计的主要目的就是为了解决这个矛盾。

- 跨国异地

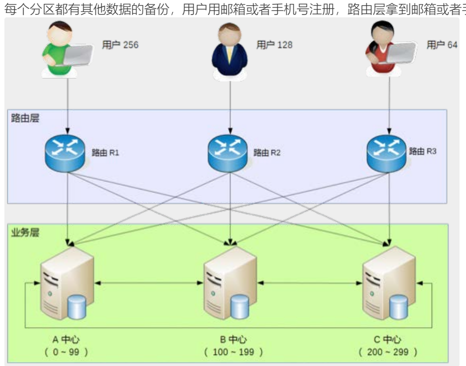
主要是面向不同地区用户提供业务，或者提供只读业务，对架构设计要求不高。

基于这个分析，跨城异地多活是架构设计复杂度最高的一种，接下来我将介绍跨城异地多活架构设计的一些技巧和步骤，今天我们先来看4大技巧，掌握这些技巧可以说是完成好设计步骤的前提。

技巧1：保证核心业务的异地多活

“异地多活”是为了保证业务的高可用，但很多架构师在考虑这个“业务”时，会不自觉地陷入一个思维误区：我要保证所有业务都能“异地多活”！

假设我们需要做一个“用户子系统”，这个子系统负责“注册”“登录”“用户信息”三个业务。为了支持海量用户，我们设计了一个“用户分区”的架构，即正常情况下用户属于某个主分区，每个分区都有其他数据的备份，用户用邮箱或者手机号注册，路由层拿到邮箱或者手机号后，通过Hash计算属于哪个中心，然后请求对应的业务中心。基本的架构如下：



这样一个系统，如果3个业务要同时实现异地多活，会发现这些难以解决的问题：

- 注册问题

A中心注册了用户，数据还未同步到B中心，此时A中心宕机，为了支持注册业务多活，可以挑选B中心让用户去重新注册。看起来很容易就支持多活了，但仔细思考一下会发现这样

做会有问题：一个手机号只能注册一个账号，A中心的数据没有同步过来，B中心无法判断这个手机号是否重复，如果B中心让用户注册，后来A中心恢复了，发现数据有冲突，怎么解决？实际上是无法解决的，因为同一个手机号注册的账号不能以后一次注册为准；而如果B中心不支持本来属于A中心的业务进行注册，注册业务的多活又成了空谈。

如果我们修改业务规则，允许一个手机号注册多个账号不就可以了吗？

这样做是不可行的，类似一个手机号只能注册一个账号这种规则，是核心业务规则，修改核心业务规则的代价非常大，几乎所有的业务都要重新设计，为了架构设计去改变业务规则（而且是这么核心的业务规则）是得不偿失的。

- 用户信息问题

用户信息的修改和注册有类似的问题，即A、B两个中心在异常的情况下都修改了用户信息，如何处理冲突？

由于用户信息并没有账号那么关键，一种简单的处理方式是按照时间合并，即最后修改的生效。业务逻辑上没问题，但实际操作也有一个很关键的“坑”：怎么保证多个中心所有机器时间绝对一致？在异地多中心的网络下，这个是无法保证的，即使有时间同步也无法完全保证，只要两个中心的时间误差超过1秒，数据就可能出现混乱，即先修改的反而生效。

还有一种方式是生成全局唯一递增ID，这个方案的成本很高，因为这个全局唯一递增ID的系统本身又要考虑异地多活，同样涉及数据一致性和冲突的问题。

综合上面的简单分析可以发现，如果“注册”“登录”“用户信息”全部都要支持异地多活，实际上是挺难的，有的问题甚至是无解的。那这种情况下我们应该如何考虑“异地多活”的架构设计呢？答案其实很简单：优先实现核心业务的异地多活架构！

对于这个模拟案例来说，“登录”才是最核心的业务，“注册”和“用户信息”虽然也是主要业务，但并不一定要实现异地多活，主要原因在于业务影响不同。对于一个日活1000万的业务来说，每天注册用户可能是几万，修改用户信息的可能还不到1万，但登录用户是1000万，很明显我们应该保证登录的异地多活。

对于新用户来说，注册不了的影响并不明显，因为他还没有真正开始使用业务。用户信息修改也类似，暂时修改不了用户信息，对于其业务不会有很大影响。而如果有几百万用户登录不了，就相当于几百万用户无法使用业务，对业务的影响就非常大了：公司的客服热线很快就被打爆，微博、微信上到处都在传业务宕机，论坛里面到处是抱怨的用户，那就是互联网大事件了！

而登录实现“异地多活”恰恰是最简单的，因为每个中心都有所有用户的账号和密码信息，用户在哪个中心都可以登录。用户在A中心登录，A中心宕机后，用户到B中心重新登录即可。

如果某个用户在A中心修改了密码，此时数据还没有同步到B中心，用户到B中心登录是无法登录的，这个怎么处理？这个问题其实就涉及另外一个设计技巧了，我卖个关子稍后再谈。

技巧2：保证核心数据最终一致性

异地多活本质上是通过异地的数据冗余，来保证在极端异常的情况下业务也能够正常提供给用户，因此数据同步是异地多活架构设计的核心。但大部分架构师在考虑数据同步方案时，会不知不觉地陷入完美主义误区：我要所有数据都实时同步！

数据冗余是要将数据从A地同步到B地，从业务的角度来看是越快越好，最好和本地机房一样的速度最好。但让人头疼的问题正在这里：异地多活理论上就不可能很快，因为这是物理定律决定的（我在上一期已有说明）。

因此异地多活架构面临一个无法彻底解决的矛盾：业务上要求数据快速同步，物理上正好做不到数据快速同步，因此所有数据都实时同步，实际上是一个无法达到的目标。

既然是无法彻底解决的矛盾，那就只能想办法尽量减少影响。有几种方法可以参考：

- 尽量减少异地多活机房的距离，搭建高速网络

这和我上一期讲到的同城异区架构类似，但搭建跨城异地的高速网络成本远远超过同城异区的高速网络，成本巨大，一般只有巨头公司才能承担。

- 尽量减少数据同步，只同步核心业务相关的数据

简单来说就是不重要的数据不同步，同步后没用的数据不同步，只同步核心业务相关的数据。

以前面的“用户子系统”为例，用户登录所产生的token或者session信息，数据量很大，但其实并不需要同步到其他业务中心，因为这些数据丢失后重新登录就可以再次获取了。

这时你可能会想到：这些数据丢失后要求用户重新登录，影响用户体验！

确实如此，毕竟需要用户重新输入账户和密码信息，或者至少要弹出登录界面让用户点击一次，但相比为了同步所有数据带来的代价，这个影响完全可以接受。为什么这么说呢，还是卖个关子我会在后面分析。

- 保证最终一致性，不保证实时一致性

最终一致性就是专栏第23期在介绍CAP理论时提到的BASE理论，即业务不依赖数据同步的实时性，只要数据最终能一致即可。例如，A机房注册了一个用户，业务上不要求能够在50毫秒内就同步到所有机房，正常情况下要求5分钟同步到所有机房即可，异常情况下甚至可以允许1小时或者1天后能够一致。

最终一致性在具体实现时，还需要根据不同的数据特征，进行差异化的处理，以满足业务需要。例如，对“账号”信息来说，如果在A机房新注册的用户5分钟内正好跑到B机房了，此时B机房还没有这个用户的信息，为了保证业务的正确，B机房就需要根据路由规则到A机房请求数据。

而对“用户信息”来说，5分钟后同步也没有问题，也不需要采取其他措施来弥补，但还是会影响用户体验，即用户看到了旧的用户信息，这个问题怎么解决呢？好像又是一个解决不了的问题，和前面我留下的两个问题一起，在最后我来给出答案。

技巧3：采用多种手段同步数据

数据同步是异地多活架构设计的核心，幸运的是基本上存储系统本身都会有同步的功能。例如，MySQL的主备复制、Redis的Cluster功能、Elasticsearch的集群功能。这些系统本身的同步功能已经比较强大，能够直接拿来就用，但这也无形中将我们引入了一个思维误区：只使用存储系统的同步功能！

既然说存储系统本身就有同步功能，而且同步功能还很强大，为何说只使用存储系统是一个思维误区呢？因为虽然绝大部分场景下，存储系统本身的同步功能基本上也够用了，但在某些比较极端的情况下，存储系统本身的同步功能可能难以满足业务需求。

以MySQL为例，MySQL 5.1版本的复制是单线程的复制，在网络抖动或者大量数据同步时，经常发生延迟较长的问题，短则延迟十几秒，长则可能达到十几分钟。而且即使我们通过监控的手段知道了MySQL同步时延较长，也难以采取什么措施，只能干等。

Redis又是另外一个问题，Redis 3.0之前没有Cluster功能，只有主从复制功能，而为了设计上的简单，Redis 2.8之前的版本，主从复制有一个比较大的隐患：从机宕机或者和主机断开连接都需要重新连接主机，重新连接主机都会触发全量的主从复制。这时主机会生成内存快照，主机依然可以对外提供服务，但是作为读的从机，就无法提供对外服务了，如果数据量大，恢复的时间会相当长。

综合上面的案例可以看出，存储系统本身自带的同步功能，在某些场景下是无法满足业务需要的。尤其是异地多机房这种部署，各种各样的异常情况都可能出现，当我们只考虑存储系统本身的同步功能时，就会发现无法做到真正的异地多活。

解决的方案就是拓开思路，避免只使用存储系统的同步功能，可以将多种手段配合存储系统的同步来使用，甚至可以不采用存储系统的同步方案，改用自己的同步方案。

还是以前面的“用户子系统”为例，我们可以采用如下几种方式同步数据：

- 消息队列方式

对于账号数据，由于账号只会创建，不会修改和删除（假设我们不提供删除功能），我们可以将账号数据通过消息队列同步到其他业务中心。

- 二次读取方式

某些情况下可能出现消息队列同步也延迟了，用户在A中心注册，然后访问B中心的业务，此时B中心本地拿不到用户的账号数据。为了解决这个问题，B中心在读取本地数据失败时，可以根据路由规则，再去A中心访问一次（这就是所谓的二次读取，第一次读取本地，本地失败后第二次读取对端），这样就能够解决异常情况下同步延迟的问题。

- 存储系统同步方式

对于密码数据，由于用户改密码频率较低，而且用户不可能在1秒内连续改多次密码，所以通过数据库的同步机制将数据复制到其他业务中心即可，用户信息数据和密码类似。

- 回源读取方式

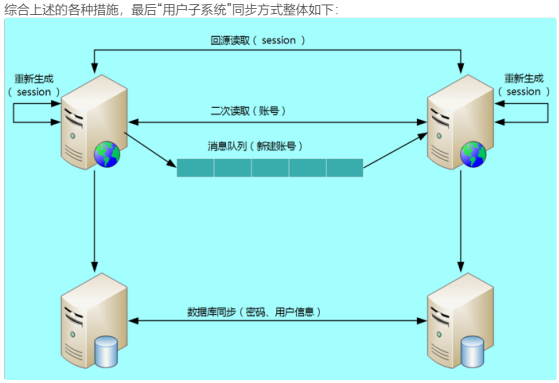
对于登录的session数据，由于数据量很大，我们可以不同步数据；但当用户在A中心登录后，然后又在B中心登录，B中心拿到用户上传的session id后，根据路由判断session属于A中心，直接去A中心请求session数据即可；反之亦然，A中心也可以到B中心去获取session数据。

- 重新生成数据方式

对于“回源读取”场景，如果异常情况下，A中心宕机了，B中心请求session数据失败，此时就只能登录失败，让用户重新在B中心登录，生成新的session数据。

注意：以上方案仅仅是示意，实际的设计方案要比这个复杂一些，还有很多细节要考虑。

综合上述的各种措施，最后“用户子系统”同步方式整体如下：



技巧4：只保证绝大部分用户的异地多活

前面我在给出每个思维误区对应的解决方案时，留下了几个小尾巴：某些场景下我们无法保证100%的业务可用性，总是会有一定的损失。例如，密码不同步导致无法登录、用户信息不同步导致用户看到旧的信息等，这个问题怎么解决呢？

其实这个问题涉及异地多活架构设计中一个典型的思维误区：我要保证业务100%可用！但极端情况下就是会丢一部分数据，就是会有一部分数据不能同步，有没有什么巧妙能做到100%可用呢？

很遗憾，答案是没有！异地多活也无法保证100%的业务可用，这是由物理规律决定的，光速和网络的传播速度、硬盘的读写速度、极端异常情况的不可控等，都是无法100%解决的。所以针对这个思维误区，我的答案是“忍”！也就是说我们要忍受这一小部分用户或者业务上的损失，否则本来想为了保证最后的0.01%的用户的可用性，做一个完美方案，结果却发现99.99%的用户都保证不了了。

对于某些实时强一致性的业务，实际上受影响的用户会更多，甚至可能达到1/3的用户。以银行转账这个业务为例，假设小明在北京XX银行开了账号，如果小明要转账，一定要北京的银行业务中心才可用，否则就不允许小明自己转账。如果不这样的话，假设在北京和上海两个业务中心实现了实时转账的异地多活，某些异常情况下就可能出现小明只有1万元存款，他在北京转给了张三1万元，然后又到上海转给了李四1万元，两次转账都成功了。这种漏洞如果被人利用，后果不堪设想。

当然，针对银行转账这个业务，虽然无法做到“实时转账”的异地多活，但可以通过特殊的业务手段让转账业务也能实现异地多活。例如，转账业务除了“实时转账”外，还提供“转账申请”业务，即小明在上海业务中心提交转账请求，但上海的业务中心并不立即转账，而是记录这个转账请求，然后后台异步发起真正的转账操作，如果此时北京业务中心不可用，转账请求就可以继续等待重试；假设等待2个小时后北京业务中心恢复了，此时上海业务中心去请求转账，发现余额不够，这个转账请求就失败了。小明再登录上来就会看到转账申请失败，原因是“余额不足”。

不过需要注意的是“转账申请”的这种方式虽然有助于实现异地多活，但其实还是牺牲了用户体验的，对于小明来说，本来一次操作的事情，需要分为两次：一次提交转账申请，另外一次是要确认是否转账成功。

虽然我们无法做到100%可用性，但并不意味着我们什么都不能做，为了让用户心里更好受一些，我们可以采取一些措施进行安抚或者补偿，例如：

- 挂公告

说明现在有问题和基本的问题原因，如果不明确原因或者不方便说出原因，可以发布“技术哥哥正在紧急处理”这类比较轻松和有趣的公告。

- 事后对用户进行补偿

例如，送一些业务上可用的代金券、小礼包等，减少用户的抱怨。

- 补充体验

对于为了做异地多活而带来的体验损失，可以想一些方法减少或者规避。以“转账申请”为例，为了让用户不用确认转账申请是否成功，我们可以在转账成功或者失败后直接给用户发个短信，告诉他转账结果，这样用户就不用时不时地登录系统来确认转账是否成功了。

核心思想

异地多活设计的理念可以总结为一句话：采用多种手段，保证绝大部分用户的核心业务异地多活！

小结

今天我为你讲了异地多活的设计技巧，这些技巧是结合CAP、BASE等理论，以及我在具体业务实践的经验和思考总结出来的，希望对你有所帮助。

这就是今天的全部内容，留一道思考题给你吧，异地多活的4大技巧需要结合业务进行分析取舍，这样没法通用，如果底层存储采用OceanBase这种分布式强一致性的数据存储系统，是否就可以做到和业务无关的异地多活？

欢迎你把答案写到留言区，和我一起讨论。相信经过深度思考的回答，也会让你对知识的理解更加深刻。（编辑乱入：精彩的留言有机会获得丰厚福利哦！）

炫紫

2018-07-03

强烈建议老师能够多给一些准备文章所查找的资料链接，毕竟文章属于高度总结概括的，老师只是领进门，吸收知识还是靠自己去看，去领悟

作者回复

2018-07-04

如果是异地多活，理论只有CAP，网上有很多实践案例，但都没有提炼通用方法论，专栏的异地多活内容基本都是我自己悟出来的��

如果是其它章节，文章内容已经包含关键部分，细节你可以拿其中的关键字去搜索

空档滑行

2018-07-03

oceanbase的强一致分布式数据库可以使业务不需要考虑持久层的跨地域数据同步问题。
但应该付出的代价是单个请求的rt会变大，可用性也有降低，所以对rt要求非常高的业务可能不会选择，其实还是对业务有影响的。
如果代价可以承受，业务端还要解决缓存的一致性问题，流量切到其它可用区的压力是不是承受的住。可能还是需要部分业务降级。
所以分布式数据库不能完全做到业务无感知的异地多活

作者回复

2018-07-04

分析正确，异地多活并不是单单持久层考虑就够了

王维

2018-07-03

想请教一下华仔，在真正的应用场景中，使用消息队列异步推送的可靠性高不高？NServiceBus消息队列在真正项目中的运用还可以吗？

Tokumi

2018-07-04

你好，华哥。请问能否在后续也指导下日志系统的知识，微服务框架下的日志选型？谢谢了。

作者回复

2018-07-05

我的专栏目的在于教会读者架构分析和设计方法论，而不是具体某个系统如何实现，你可以参考架构设计选择，架构设计流程等知识自己实践一下

小土

2018-07-03

在注册里，如果A中心宕机，消息队列因为处理时延未到B中心，二次读取因为A中心未恢复也失败，这种情况有什么好的处理建议？

作者回复

2018-07-04

没法处理��只能让部分用户受损

o

2018-07-12

qq的账户登陆这一块应该就是做了多机房回源读取。因为他们的业务就是密码错误，会让用户输入验证，我估计应该至少有这两个功能：1、人机校验；2、留充足时间给多地机房数据确认；

作者回复

2018-07-13

这个我还真不知道，不过你这样分析也有一定道理

fiseasky

2018-07-08

注册账号时，如何知道A,B中心的一个宕机呢？难道捕获异常情况？如果是，具体如何做。谢谢

作者回复

2018-07-09

如果是app，app本身就可以判断；如果是web，dns或者负载均衡或者路由系统可以判断

fiseasky

2018-07-08

请教一下华哥，到底何谓分布式？看了很多还是不太明白。我的理解就是几台服务器的数据最终一致。

作者回复

2018-07-09

你理解的是分布式一致性，是分布式的一个场景，分布式简单来说就是将任务分配给多台服务器处理，可以是计算任务，可以是存储任务，存储任务中可以要求数据一致，例如zookeeper，也可以数据不一致，例如hdfs

---

Tom

2018-07-05

按照Cap原理，一致性和可用性两者不可兼得，分布式强一致性以牺牲可用性为代价。
A 中心节点注册用户，要等到数据同步到 B 中心节点后，注册才算完成，存在异地通讯的情况下，耗时可能比较长。

---

yungoo

2018-07-03

oceanbase采用了两阶段提交来实现跨区多机分布式事务。当协调器出现故障时，其通过查询所有参与者的状态来恢复分布式事务。当某个分区故障或网络中断时，事务会长时间挂起，直到故障修复，这段时间内部分其实是不可用的。虽然其声称强一致性和高可用，当发生故障和网络中断，依然会导致服务不可用。

---

yungoo

2018-07-03

oceanbase采用了两阶段提交来实现跨区多机分布式事务。当协调器出现故障时，其通过查询所有参与者的状态来恢复分布式事务。当某个分区故障或网络中断时，事务会长时间挂起，直到故障修复，这段时间内部分其实是不可用的。虽然其声称强一致性和高可用，当发生故障和网络中断，依然会导致服务不可用。

---

feifei

2018-07-03

也是不能做到业务无关的异地多活
业务对于存储的要求是不一样的，有的业务要求业务强一致性，例如转账。有得业务不要求强一致性，例如微信朋友圈，对于业务无须强一致性的，而采用了强一致的存储，对业务本身没有提升，还会有可用性的降低。
在异地多活架构中，网络延迟，抖动异常是一个扰不开的问题，而采用强一致性的架构，业务的时延会进一步加大
要做到业务无关的异地多活是不现实的，这是我的理解，欢迎老师指正，谢谢