分布式锁的实现之 redis 篇

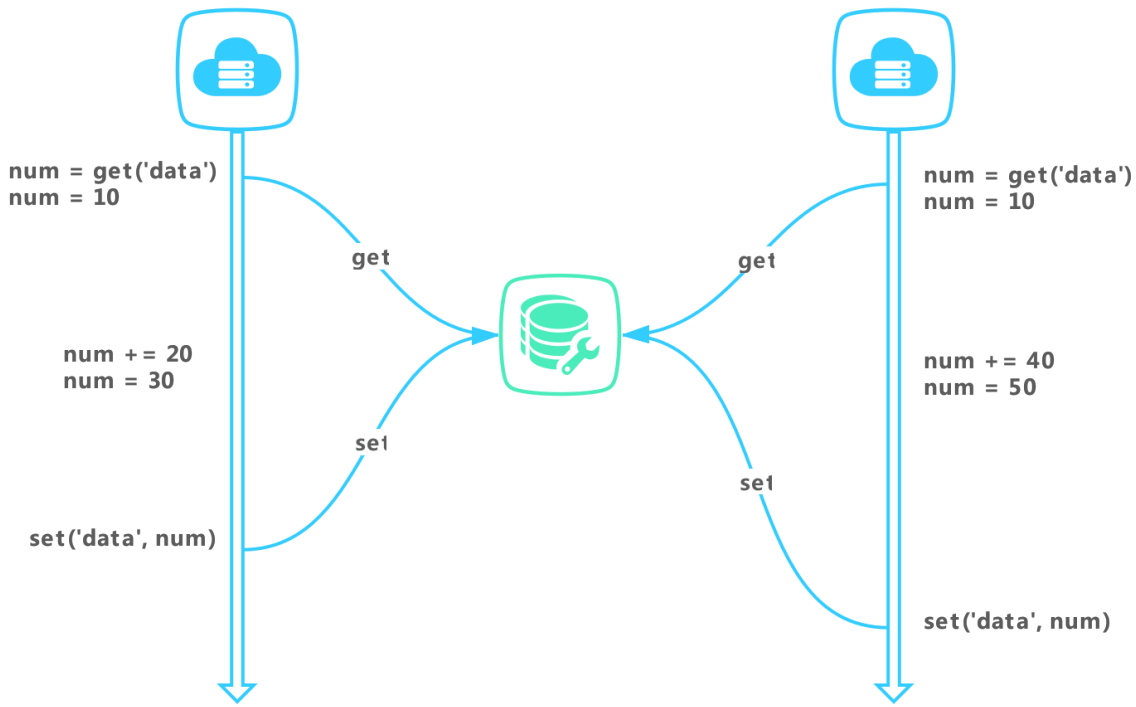
2019-12-17

分布式锁的实现之 redis 篇

[作者简介] 钟梦浩，信息部订单组研发工程师，目前主要负责小米订单中台业务。

一、引言

我们在系统中修改已有数据时，需要先读取，然后进行修改保存，此时很容易遇到并发问题。由于修改和保存不是原子操作，在并发场景下，部分对数据的操作可能会丢失。在单服务器系统我们常用本地锁来避免并发带来的问题，然而，当服务采用集群方式部署时，本地锁无法在多个服务器之间生效，这时候保证数据的一致性就需要分布式锁来实现。



二、实现

Redis 锁主要利用 Redis 的 setnx 命令。

- 加锁命令：SETNX key value，当键不存在时，对键进行设置操作并返回成功，否则返回失败。KEY 是锁的唯一标识，一般按业务来决定命名。
- 解锁命令：DEL key，通过删除键值对释放锁，以便其他线程可以通过 SETNX 命令来获取锁。
- 锁超时：EXPIRE key timeout, 设置 key 的超时时间，以保证即使锁没有被显式释放，锁也可以在一定时间后自动释放，避免资源被永远锁住。

则加锁解锁伪代码如下：

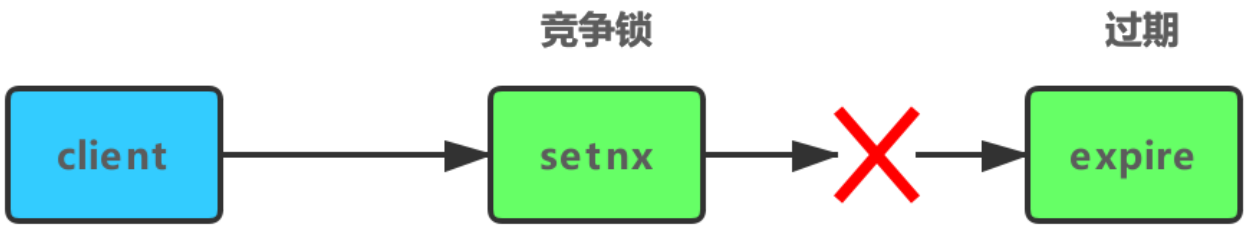
PLAIN

```
if (setnx(key, 1) == 1){
    expire(key, 30)
    try {
        //TODO 业务逻辑
    } finally {
        del(key)
    }
}
```

上述锁实现方式存在一些问题：

1. SETNX 和 EXPIRE 非原子性

如果 SETNX 成功，在设置锁超时时间后，服务器挂掉、重启或网络问题等，导致 EXPIRE 命令没有执行，锁没有设置超时时间变成死锁。



有很多开源代码来解决这个问题，比如使用 lua 脚本。示例：

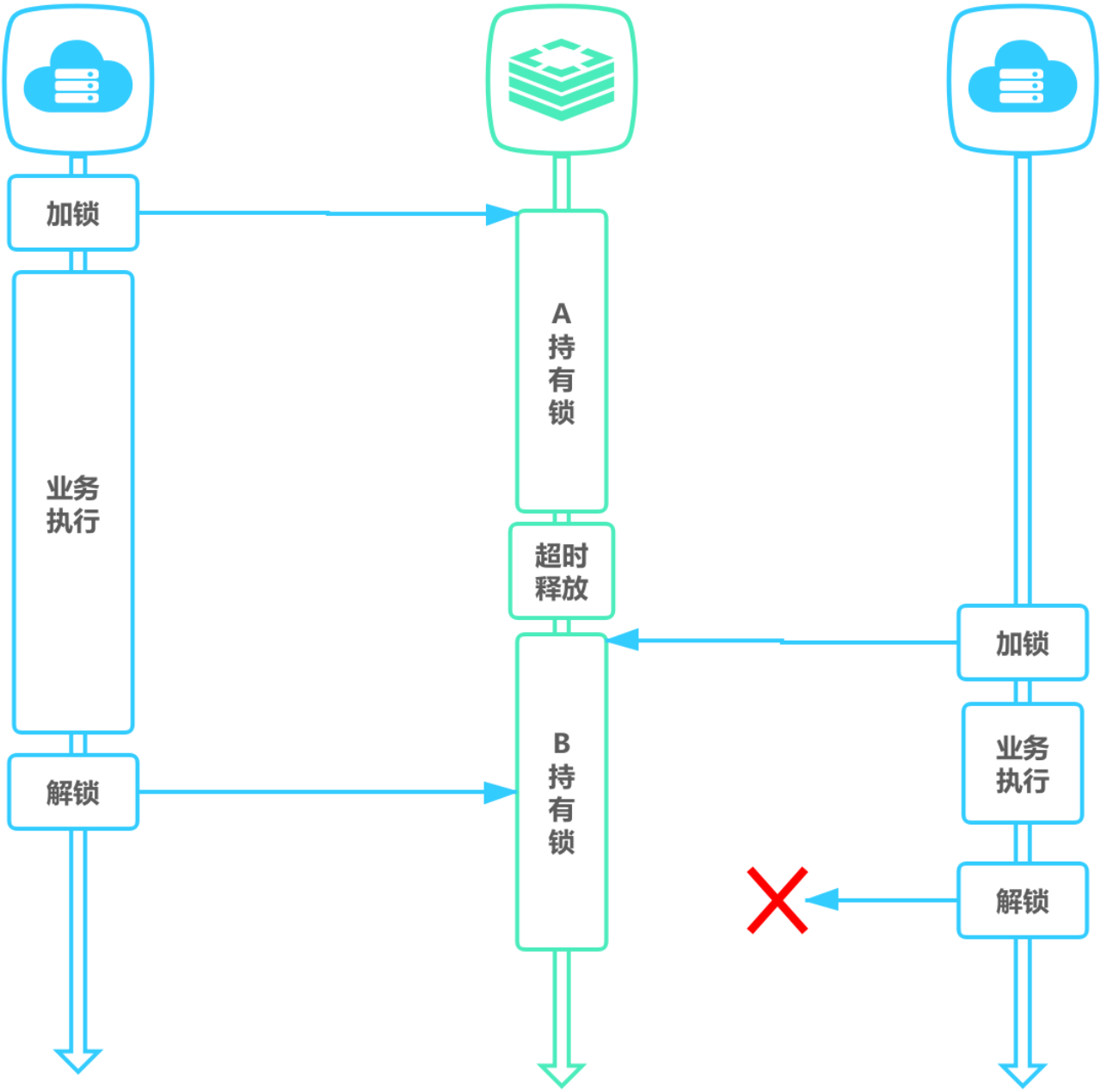
LUA

```
if (redis.call('setnx', KEYS[1], ARGV[1]) < 1)
then return 0;
end;
redis.call('expire', KEYS[1], tonumber(ARGV[2]));
return 1;

// 使用实例
EVAL "if (redis.call('setnx',KEYS[1],ARGV[1]) < 1) then return 0; end; redis.call('expire',KEYS[1],tonumber(ARGV[2])); retu
```

2. 锁误解除

如果线程 A 成功获取到了锁，并且设置了过期时间 30 秒，但线程 A 执行时间超过了 30 秒，锁过期自动释放，此时线程 B 获取到了锁；随后 A 执行完成，线程 A 使用 DEL 命令来释放锁，但此时线程 B 加的锁还没有执行完成，线程 A 实际释放的线程 B 加的锁。



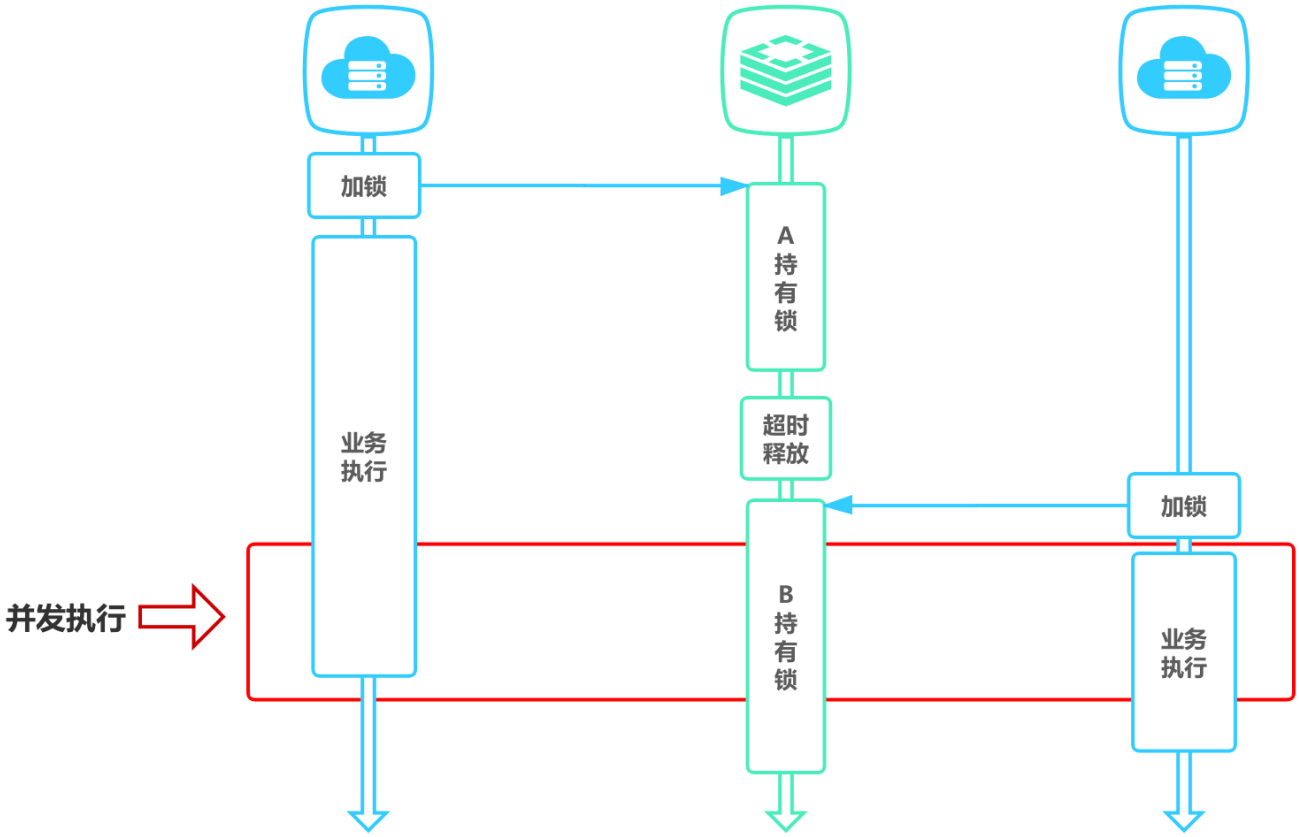
通过在 value 中设置当前线程加锁的标识，在删除之前验证 key 对应的 value 判断锁是否是当前线程持有。可生成一个 UUID 标识当前线程，使用 lua 脚本做验证标识和解锁操作。

LUA

```
// 加锁
String uuid = UUID.randomUUID().toString().replaceAll("-","");
SET key uuid NX EX 30
// 解锁
if (redis.call('get', KEYS[1]) == ARGV[1])
    then return redis.call('del', KEYS[1])
else return 0
end
```

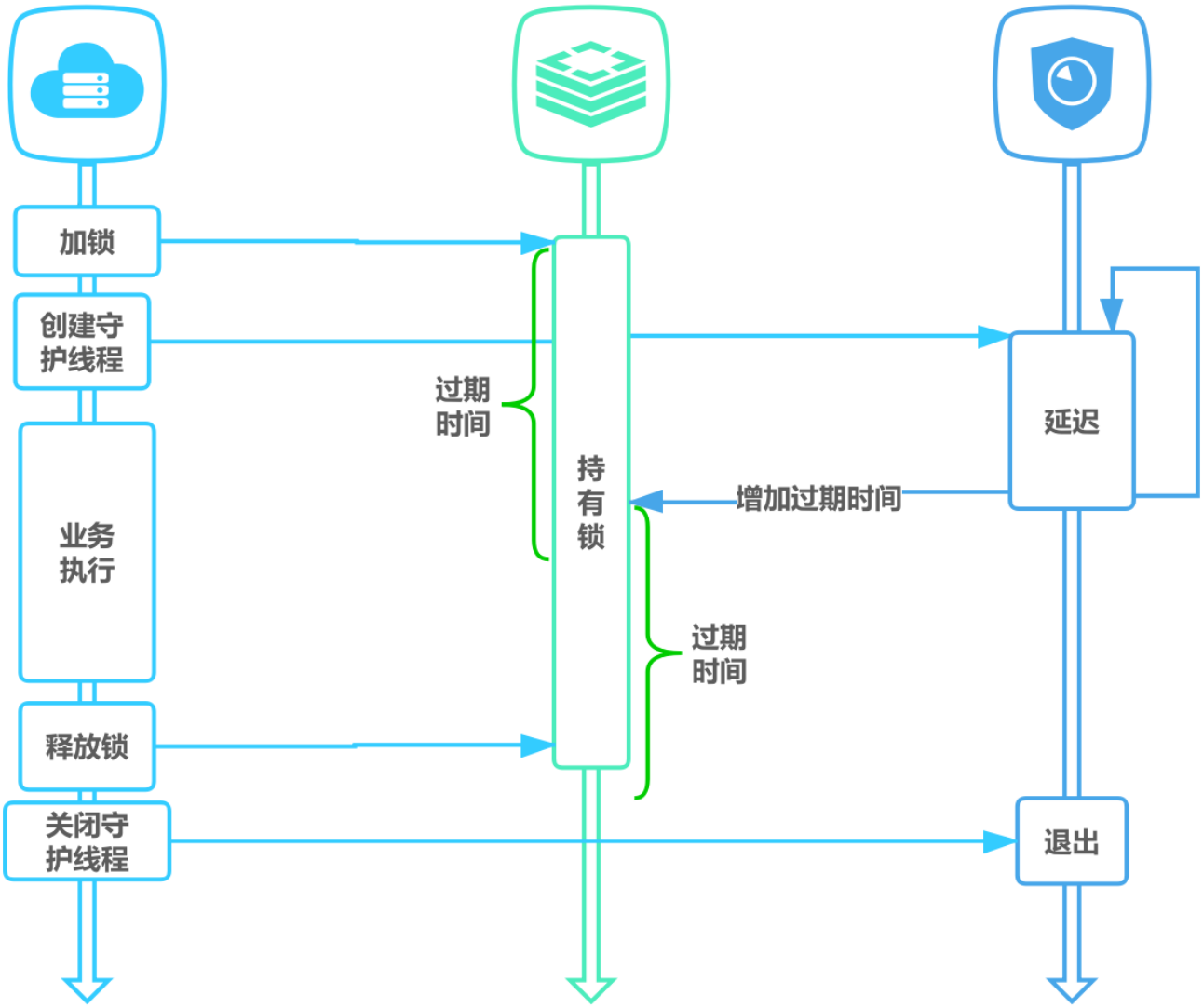
3. 超时解锁导致并发

如果线程 A 成功获取锁并设置过期时间 30 秒，但线程 A 执行时间超过了 30 秒，锁过期自动释放，此时线程 B 获取到了锁，线程 A 和线程 B 并发执行。



A、B 两个线程发生并发显然是不被允许的，一般有两种方式解决该问题：

- 将过期时间设置足够长，确保代码逻辑在锁释放之前能够执行完成。
- 为获取锁的线程增加守护线程，为将要过期但未释放的锁增加有效时间。



4. 不可重入

当线程在持有锁的情况下再次请求加锁，如果一个锁支持一个线程多次加锁，那么这个锁就是可重入的。如果一个不可重入锁被再次加锁，由于该锁已经被持有，再次加锁会失败。Redis 可通过对锁进行重入计数，加锁时加 1，解锁时减 1，当计数归 0 时释放锁。

在本地记录记录重入次数，如 Java 中使用 ThreadLocal 进行重入次数统计，简单示例代码：

JAVA

```
private static ThreadLocal<Map<String, Integer>> LOCKERS = ThreadLocal.withInitial(HashMap::new);
// 加锁
public boolean lock(String key) {
  Map<String, Integer> lockers = LOCKERS.get();
  if (lockers.containsKey(key)) {
    lockers.put(key, lockers.get(key) + 1);
    return true;
  } else {
    if (SET key uuid NX EX 30) {
      lockers.put(key, 1);
      return true;
    }
  }
  return false;
}
// 解锁
public void unlock(String key) {
  Map<String, Integer> lockers = LOCKERS.get();
  if (lockers.getOrDefault(key, 0) <= 1) {
    lockers.remove(key);
    DEL key
  } else {
    lockers.put(key, lockers.get(key) - 1);
```

```
24    }
25  }
```

本地记录重入次数虽然高效，但如果考虑到过期时间和本地、Redis 一致性的问题，就会增加代码的复杂性。另一种方式是 Redis Map 数据结构来实现分布式锁，既存锁的标识也对重入次数进行计数。Redission 加锁示例：

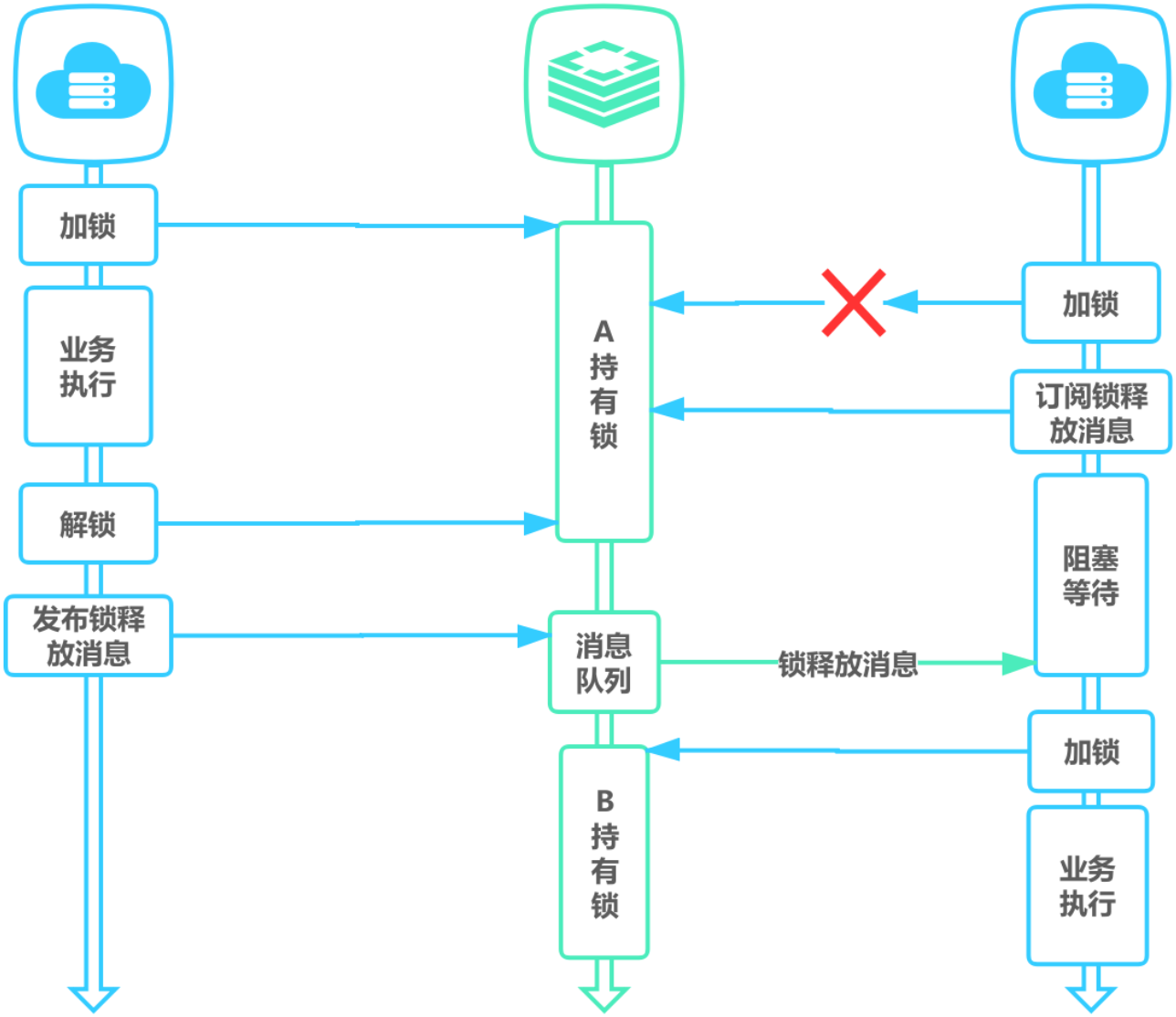
LUA

```
1   // 如果 lock_key 不存在
2   if (redis.call('exists', KEYS[1]) == 0)
3   then
4       // 设置 lock_key 线程标识 1 进行加锁
5       redis.call('hset', KEYS[1], ARGV[2], 1);
6       // 设置过期时间
7       redis.call('pexpire', KEYS[1], ARGV[1]);
8       return nil;
9       end;
10  // 如果 lock_key 存在且线程标识是当前欲加锁的线程标识
11  if (redis.call('hexists', KEYS[1], ARGV[2]) == 1)
12      // 自增
13      then redis.call('hincrby', KEYS[1], ARGV[2], 1);
14      // 重置过期时间
15      redis.call('pexpire', KEYS[1], ARGV[1]);
16      return nil;
17      end;
18  // 如果加锁失败，返回锁剩余时间
19  return redis.call('pttl', KEYS[1]);
```

5. 无法等待锁释放

上述命令执行都是立即返回的，如果客户端可以等待锁释放就无法使用。

- 可以通过客户端轮询的方式解决该问题，当未获取到锁时，等待一段时间重新获取锁，直到成功获取锁或等待超时。这种方式比较消耗服务器资源，当并发量比较大时，会影响服务器的效率。
- 另一种方式是使用 Redis 的发布订阅功能，当获取锁失败时，订阅锁释放消息，获取锁成功后释放时，发送锁释放消息。如下：

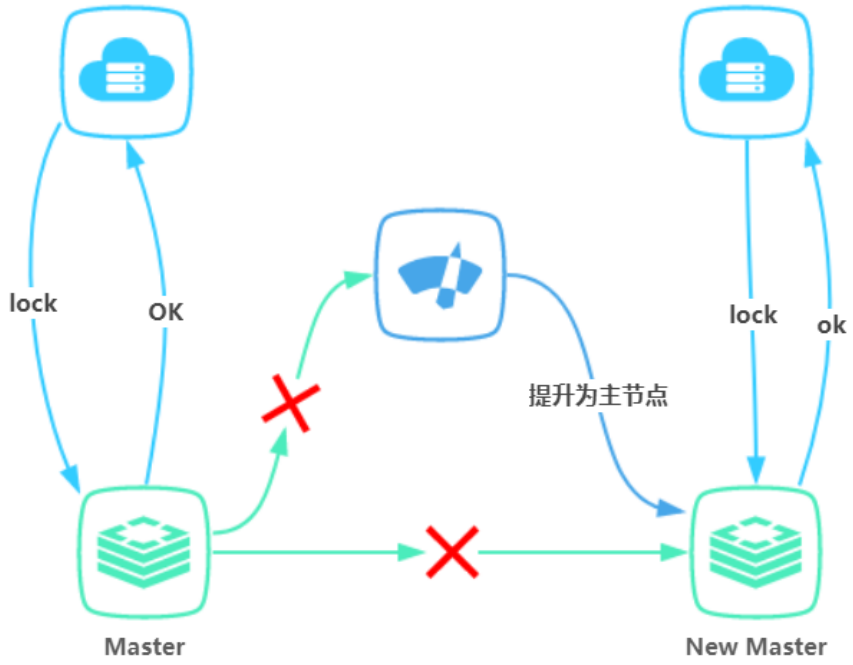


三、集群

1. 主备切换

为了保证 Redis 的可用性，一般采用主从方式部署。主从数据同步有异步和同步两种方式，Redis 将指令记录在本地内存 buffer 中，然后异步将 buffer 中的指令同步到从节点，从节点一边执行同步的指令流来达到和主节点一致的状态，一边向主节点反馈同步情况。

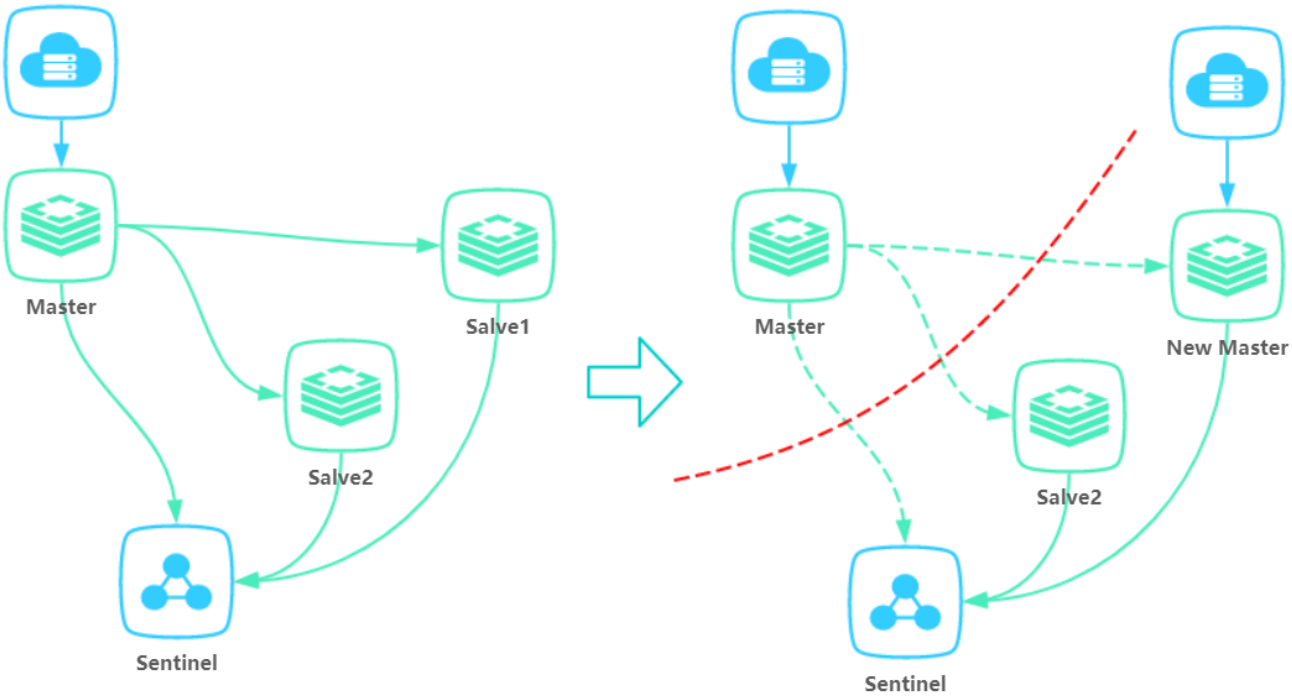
在包含主从模式的集群部署方式中，当主节点挂掉时，从节点会取而代之，但客户端无明显感知。当客户端 A 成功加锁，指令还未同步，此时主节点挂掉，从节点提升为主节点，新的主节点没有锁的数据，当客户端 B 加锁时就会成功。



2. 集群脑裂

集群脑裂指因为网络问题，导致 Redis master 节点跟 slave 节点和 sentinel 集群处于不同的网络分区，因为 sentinel 集群无法感知到 master 的存在，所以将 slave 节点提升为 master 节点，此时存在两个不同的 master 节点。Redis Cluster 集群部署方式同理。

当不同的客户端连接不同的 master 节点时，两个客户端可以同时拥有同一把锁。如下：



四、结语

Redis 以其高性能著称，但使用其实现分布式锁来解决并发仍存在一些困难。Redis 分布式锁只能作为一种缓解并发的手段，如果要完全解决并发问题，仍需要数据库的防并发手段。

参考：

1.“Redis 分布式锁的正确实现方式（ Java 版 ）” https://mp.weixin.qq.com/s/qJK61ew0kCExvXrqb7-RSg
2.“漫画：什么是分布式锁？” https://mp.weixin.qq.com/s/8fdBKAyHZrfHmSajXT_dnA

3.“搞懂“分布式锁”，看这篇文章就对了” https://mp.weixin.qq.com/s/hoZB0wdwXfG3ECKlzjtPdw
4.《Redis 深度历险：核心原理与应用实践》
5.《逆流而上：阿里巴巴技术成长之路》

作者

钟梦浩，小米信息部订单组

招聘

信息部是小米公司整体系统规划建设的核心部门，支撑公司国内外的线上线下销售服务体系、供应链体系、ERP 体系、内网 OA 体系、数据决策体系等精细化管控的执行落地工作，服务小米内部所有的业务部门以及 40 家生态链公司。

同时部门承担大数据基础平台研发和微服务体系建设落，语言涉及 Java、Go，长年虚位以待对大数据处理、大型电商后端系统、微服务落地有深入理解和实践的各路英雄。

欢迎投递简历：jin.zhang(a)xiaomi.com（武汉）

Tags: redis 分布式锁

← 走进 NSQ 源码细节

一次线上线程池任务问题处理历程 →

扫描二维码，分享此文章