Redis的持久化方式分为RDB和AOF两种方式。这篇笔记记录了RDB和AOF的原理和常用配置，以及在不同场景下的最佳配置，重点在AOF的三种缓存方式，以及两种可能阻塞的情况（AOF第二种保存模式SAVE阻塞以及AOF重写时的阻塞）。

redis持久化数据

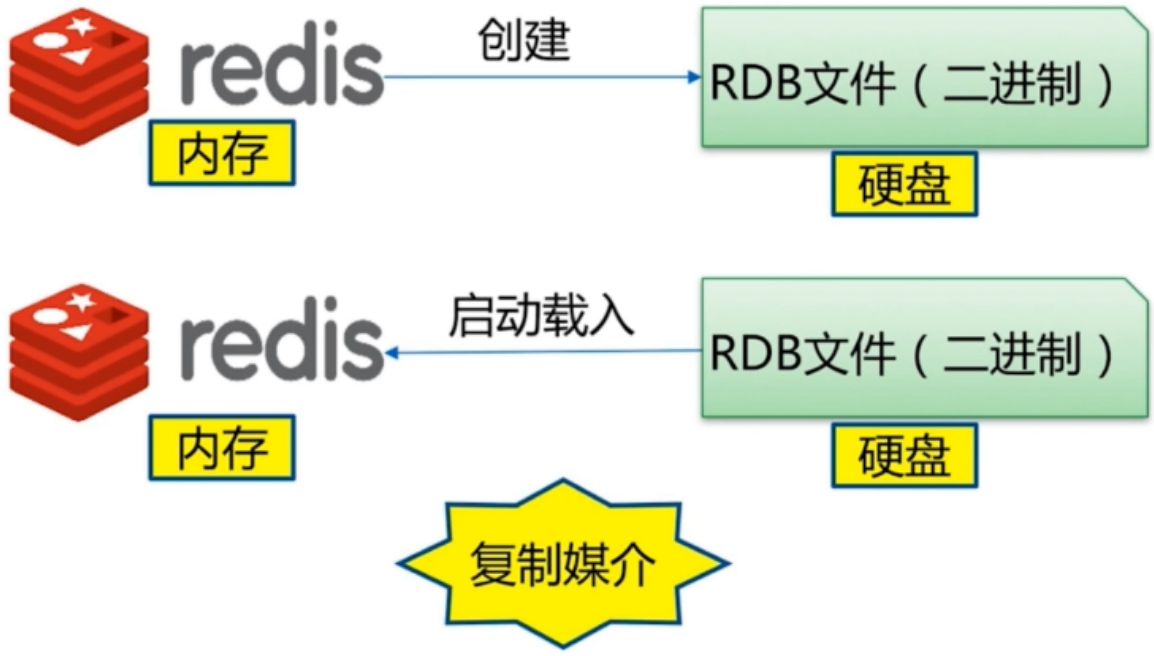
持久化方式有：

- 快照：
  - MySQL Dump
  - Redis RDB
- 写日志：
  - MySQL Binglog
  - Hbase HLog
  - Redis AOF

RDB持久化方式

什么是RDB

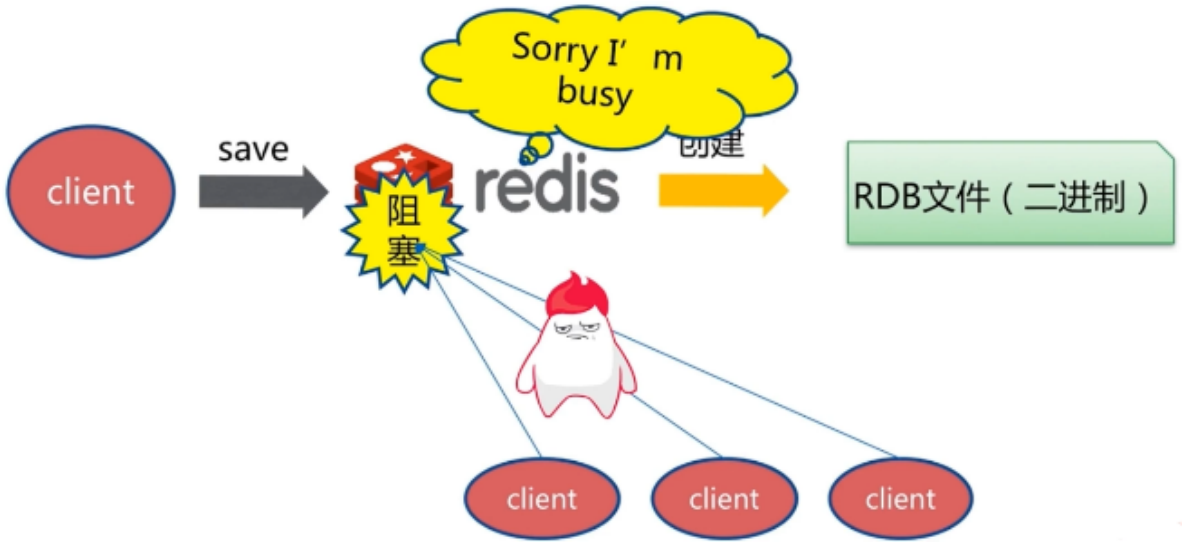
1. RDB是Redis内存到硬盘的快照，用于持久化
2. save通常会阻塞Redis
3. bgsave不会阻塞Redis，但是会for新进程
4. save自动配置满足任一就会被执行
5. 有些触发机制不容忽视



触发机制-只要三种方式

save(同步)

使用save命令，就会开始以同步命令的方式同步文件



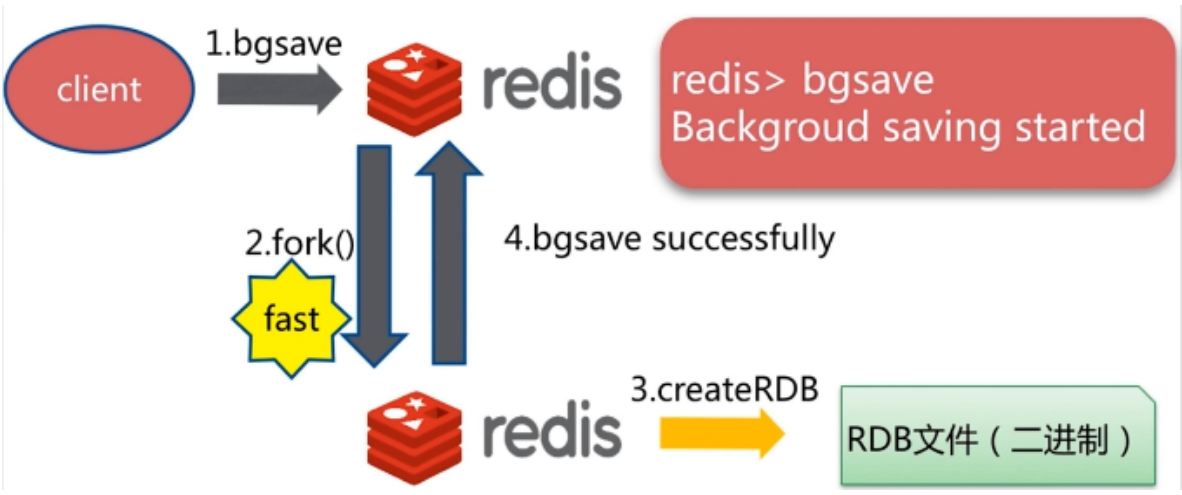
文件策略

生成一个新的文件，替换老的RDB文件

bgsave(异步)

使用linux的fork()函数，生成一个redis进程的子进程，生成RDB文件

注意：如果fork()函数执行的慢，依然会阻塞redis，一般fork函数足够快，所以redis会正常的响应客户端



文件策略

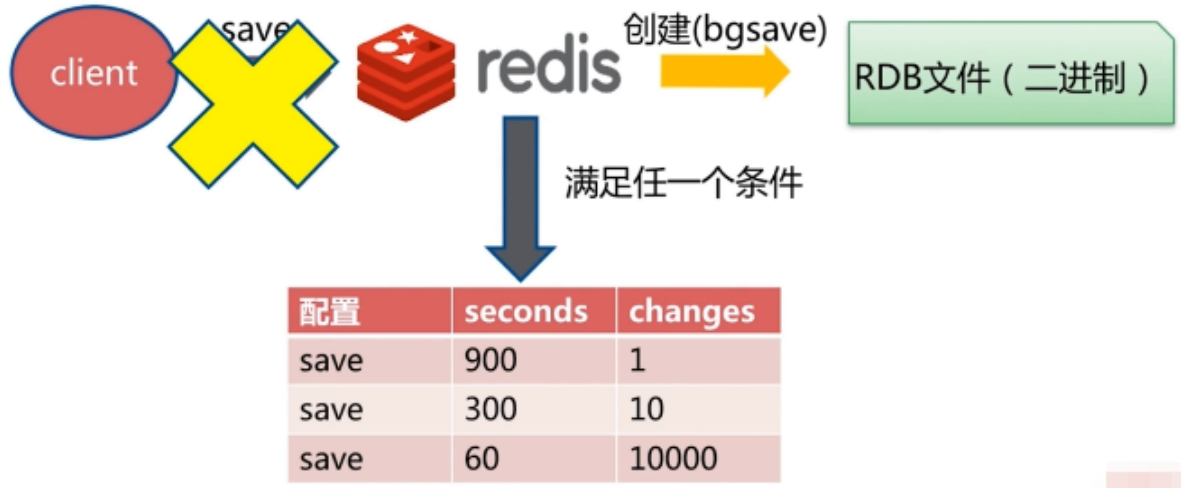
和save相同

save和bgsave比较

命令	save	bgsave
IO类型	同步	异步
是否阻塞	是	是（阻塞发生在fork）
复杂度	O(n)	O(n)
优点	不会消耗额外内存	不阻塞客户端命令
缺点	阻塞客户端命令	需要fork,消耗内存

自动

Redis提供了RDB的save配置，其实就是内部执行了bgsave



默认配置

60秒内change了10000条数据以上，三个条件满足一个就会触发bgsave

stop-writes-on-bgsave-error:bgsave发生异常，停止写入

rdbcompression:是否压缩

rdbchecksum:是否采用校验和的方式

```
save 900 1
save 300 10
save 60 10000
dbfilename dump.rdb
dir ./
stop-writes-on-bgsave-error yes
rdbcompression yes
rdbchecksum yes
```

最佳配置

```
dbfilename dump-${port}.rdb
dir /bigdiskpath
stop-writes-on-bgsave-error yes
rdbcompression yes
rdbchecksum yes
```

触发机制-不容忽略方式

会触发生成RDB文件的方式

1. 全量复制：主从重复的时候
2. debug reload：不会将内存清空的重启
3. shutdown：执行shutdown

示例：

```
#端口号
port 6379
#是否以守护进程的方式执行
daemonize yes
#生成pid的文件名
pidfile /var/run/redis_6379.pid
#日志
logfile "6379.log"
#日志级别
loglevel notice

#RDB配置 注释掉默认配置
#save 900 1
#save 300 10
#save 60 10000

#使用的是默认配置，
stop-writes-on-bgsave-error yes
rdbcompression yes
rdbchecksum yes

#修改rdb文件
dbfilename dump_6379.rdb
#修改rdb保存目录
dir ./
```

AOF持久化方式

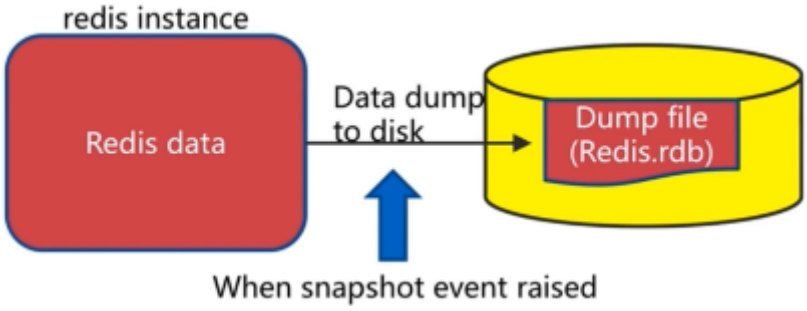
AOF和RDB区别

https://blog.csdn.net/qq_42695926/article/details/83069308

RDB现存问题

1. 耗时、耗性能

   redis将内存的数据dump到硬盘当中，生成rdb文件



- O(n)数据：耗时
- fork()：消耗内存，copy-on-write策略
- Disk I/O：IO性能

2. 不可控、丢失数据

时间戳	**save**
T1	执行多个写命令
T2	满足RDB自动的创建的条件
T3	再次执行多个写命令
T4	宕机（**在这里就会发生数据丢失**）

什么是AOF

AOF后台执行的方式和RDB有类似的地方，fork一个子进程，主进程仍进行服务，子进程执行AOF持久化，数据被dump到磁盘上。与RDB不同的是，后台子进程持久化过程中，主进程会记录期间的所有数据变更（主进程还在服务），并存储在server.aof_rewrite_buf_blocks中；后台子进程结束后，Redis更新缓存到AOF文件中，是RDB持久化所不具备的。

更新缓存可以存储在 server.aof*buf 中，你可以把它理解为一个小型临时中转站，所有累积的更新缓存都会先放入这里，它会在特定时机写入文件或者插入到server.aof*-rewrite_buf_blocks 下链表（下面会详述）；server.aof*buf 中的数据在 propagrate() 添加，在涉及数据更新的地方都会调用propagrate() 以累积变更。更新缓存也可以存储在 server.aof*-rewrite_buf_blocks，这是一个元素类型为 struct aofrwblock 的链表，你可以把它理解为一个仓库，当后台有AOF 子进程的时候，会将累积的更新缓存（在 server.aof_buf 中）插入到链表中，而当 AOF 子进程结束，它会被整个写入到文件。两者是有关联的。

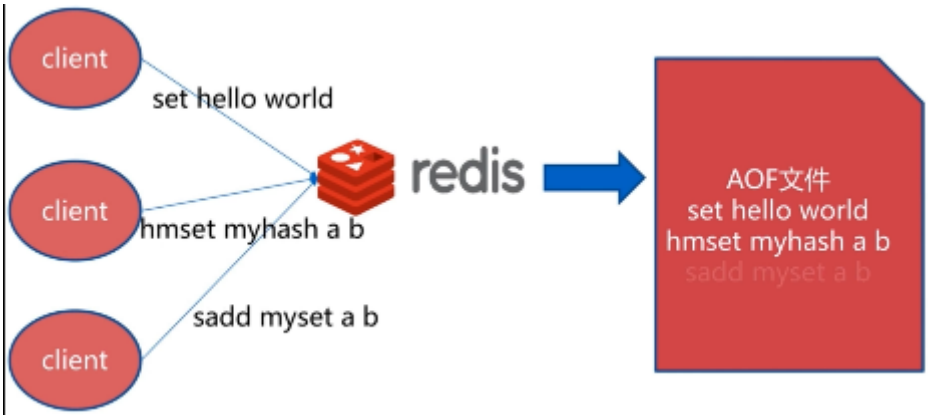
这里的意图即是不用每次出现数据变更的时候都触发一个写操作，可以将写操作先缓存到内存中，待到合适的时机写入到磁盘，如此避免频繁的写操作。当然，完全可以实现让数据变更及时更新到磁盘中。两种做法的好坏就是一种博弈了。

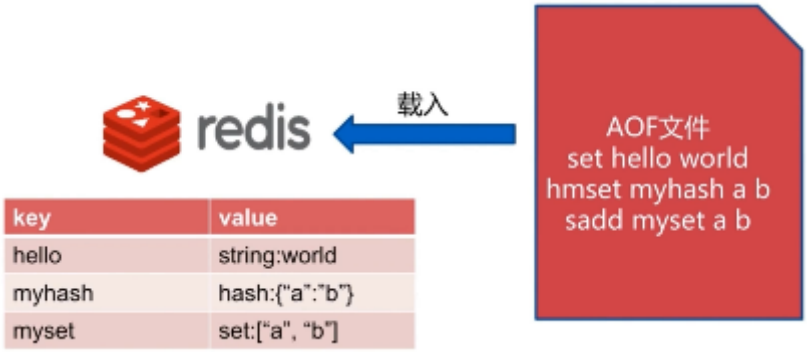
这里有两篇文章，一篇讲AOF的write和save

> https://blog.csdn.net/luolaifa000/article/details/84178289

一篇通过源码角度看redis AOF

> https://www.cnblogs.com/williamjie/p/9546663.html





key	value
hello	string:world
myhash	hash:{"a":"b"}
myset	set:["a", "b"]

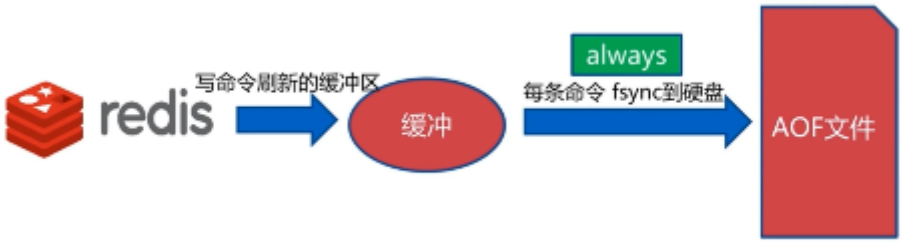
AOF三种策略(SAVE的三种策略)

AOF操作主要有SAVE和WRITE

https://www.jianshu.com/p/1e34fdc51e3b

always

每条命令都写入到硬盘当中

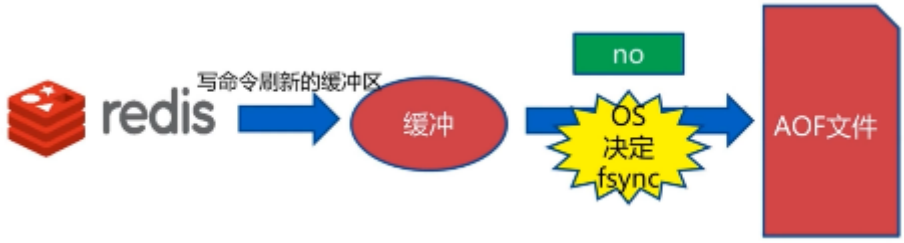


everysec

每秒把数据刷新到硬盘（是配置的默认值）

no

由系统决定什么时候刷新



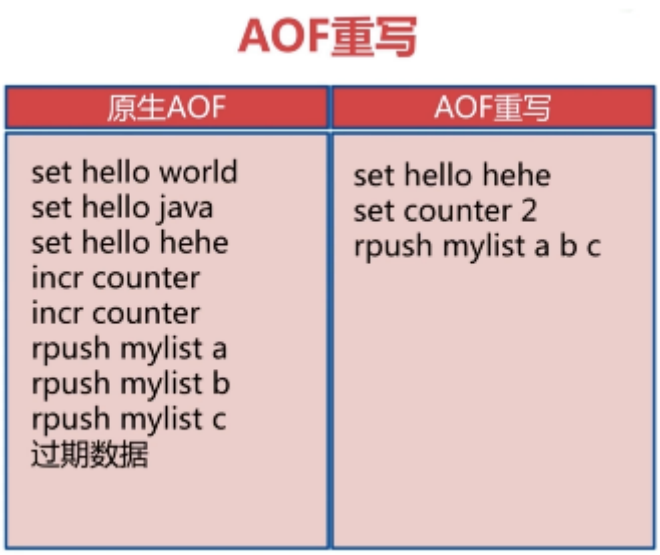
always、everysec、no

命令	always	everysec	no
优点	不丢失数据	每秒一次fsync丢1秒数据	不用管
缺点	IO开销较大，一般的sata盘只有几百TPS	丢1秒数据	不可控

AOF重写

AOP重写的好处

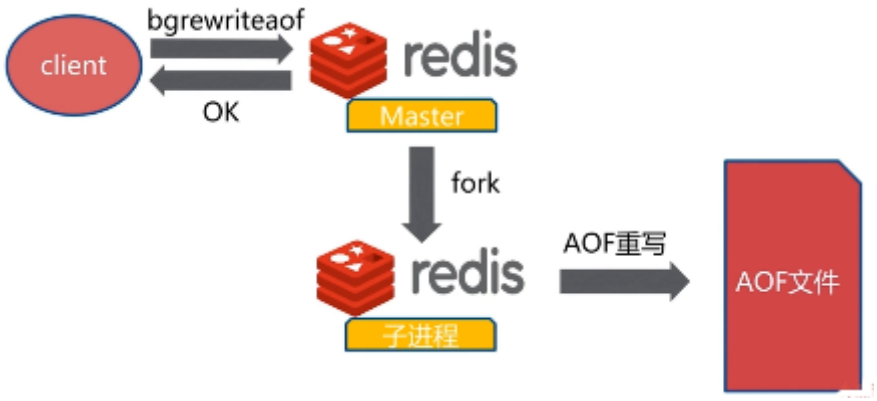
- 减少磁盘用量
- 加快恢复速度



AOP重写实现的两种方式

bgrewriteaof

（这里就是往硬盘里重写数据，上面的图只是为了演示）



AOF重写配置

实际上也是执行了bgrewriteaof

配置

```
#AOF文件重写需要的尺寸
auto-aof-rewrite-min-size
#AOF文件增长率
auto-aof-rewrite-percentage
```

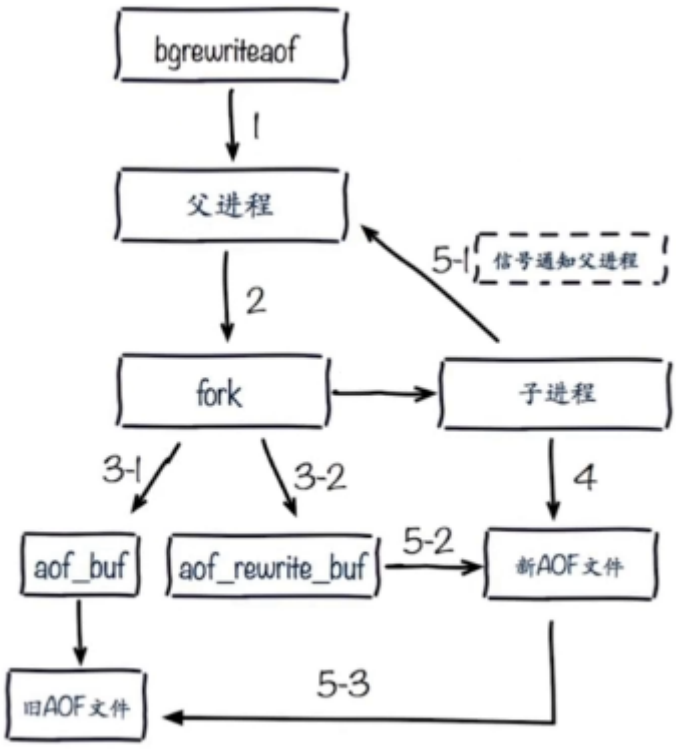
统计

```
#AOF当前尺寸（单位：字节）
aof_current_size
#AOF上次启动和重写的尺寸（单位：字节）
aof_base_size
```

自动触发时机（以下两个条件同时满足）

> #当前尺寸大于最小尺寸 aof_current_size > auto-aof-rewrite-min-size #增长率 当前尺寸-上一次重写(或者重启)的尺寸/上一次重写(或者重启)的尺寸 > aof_current_size - aof_base_size/aof_base_size > auto-aof-rewrite-percentage

AOF重写流程



AOF配置

```
#将AOF功能打开
appendonly yes

#AOF的文件名
appendfilename "appendonly-${port}.aof"

#AOF同步的三种策略
appendfsync everysec

#保存rdb aof 和日志的目录
dir /bigdiskpath

#AOF重写的时候，是否要做AOF的apend操作(这里配置的是不进行次操作)，就是在AOF重写的时候（比较消耗性能），这段时间是否继续写AOF，如果AOF重写失败，
no-appendfsync-on-rewrite yes

#增长率
auto-aof-rewrite-percentage 100

#尺寸
auto-aof-rewrite-min-size 64mb
```

no-appendfsync-on-rewrite解释：

> bgrewriteaof机制，在一个子进程中进行aof的重写，从而不阻塞主进程对其余命令的处理，同时解决了aof文件过大问题。
>
> 现在问题出现了，**同时在执行bgrewriteaof操作和主进程写aof文件的操作，两者都会操作磁盘，而bgrewriteaof往往会涉及大量磁盘操作，这样就会造成主进程在写aof文件的时候出现阻塞的情形**，现在no-appendfsync-on-rewrite参数出场了。如果该参数设置为no，是最安全的方式，不会丢失数据，但是要忍受阻塞的问题。如果设置为yes呢？这就相当于将appendfsync设置为no，这说明并没有执行磁盘操作，只是写入了缓冲区，因此这样并不会造成阻塞（因为没有竞争磁盘），但是如果这个时候redis挂掉，就会丢失数据。丢失多少数据呢？在linux的操作系统的默认设置下，最多会丢失30s的数据。

> 问：我对aof重写的理解： no-appendfsync-on-rewrite=yes，会让redis在进行aof重写时，不阻塞主进程对客户端的请求。 某时刻T1触发了重写，redis fork出一条子进程，将数据以写操作命令的形式写到新的tmp.aof文件，期间T2时刻，客户端发送了一条写操作请求SET1，此时主进程应该是
>
> 1. 把SET1加入到原来的aof文件
> 2. 把SET1写到重写缓存
>
> 时刻T3结束重写，然后主进程将重写缓存中的写操作SET1加到新的tmp.aof文件中，最后替换掉原aof文件。
>
> 假如T1-T3时间段内redis意外宕机，即使重写缓存里的SET1没有添加到tmp.aof文件中，重启的时候，也是通过原有aof文件（包括SET1操作）来恢复数据，不会导致**意料之外**的数据丢失。
>
> 答：aof 和 rdb 是两个机制, 没有什么关系 如果 no-appendfsync-on-rewrite=yes, 这个时候主线程的 set 操作会被阻塞掉, 由于没有新的值写入 redis, 所有就没有这个时候数据丢失的可能. 一旦 tmp.aof 重写成功, 就不会有数据丢失. 如果 no-appendfsync-on-rewrite=no, 这个时候主线程的 set 操作不会阻塞, 就会有新值写入 redis, 但是这部分记录不会同步到硬盘上, 就会有数据丢失的问题可能. 一旦 tmp.aof 重写成功就发生故障, 就会产生数据丢失.

AOF试验

```
#查看AOF功能是否打开，
config get appendonly
config set appendonly
#将 appendonly 的修改写入到 redis.conf 中
config rewrite

#这时候应该就生成了aof文件
#开始aof重写数据
bgrewriteaof
```

一篇AOF持久化的文章（详细讲解AOF过程**）

https://blog.csdn.net/yangyutong0506/article/details/46880773

RDB和AOF的抉择

RDB和AOF比较

命令	RDB	AOF
启动优先级	低	高
体积	小	大
恢复速度	快	慢
数据安全性	丢数据	根据策略决定
轻重	重	轻

RDB最佳策略

1. 关
2. 集中管理
3. 主从，从开

AOF最佳策略

1. “开”：缓存和存储
2. AOF重写集中管理
3. everysec(每秒)

最佳策略

1. 小分片(maxmemory)
2. 缓存或者存储
3. 监控（硬盘、内存、负载、网络）
4. 足够的内存

开发运维常见问题

fork操作

1. 同步操作

   for操作只是做内存页的拷贝，而不是内存的拷贝，但是如果fork操作阻塞了，会阻塞redis主线程

2. 与内存量息息相关：内存越大，耗时越长（与机器类型有关）
3. info:latest_fork_userc(查看上一次执行fork时使用的微秒数)

改善fork

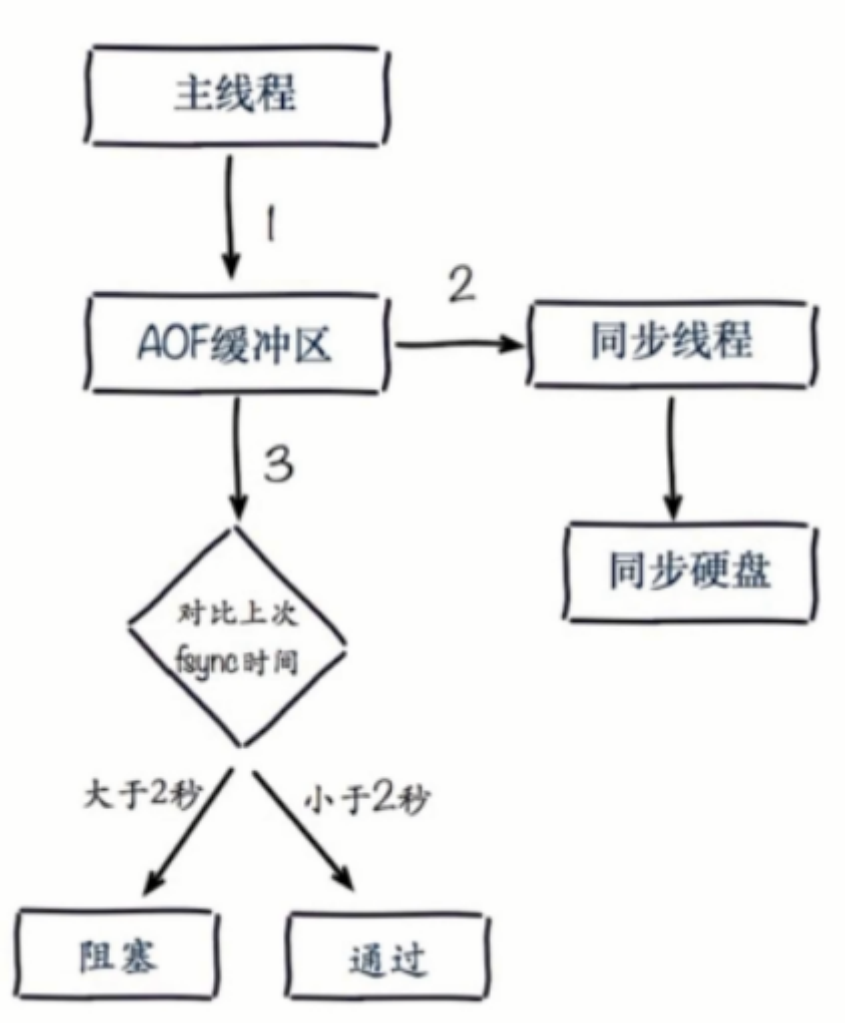
1. 优先使用物理机或者高效支持fork操作的虚拟化技术
2. 控制Redis实例最大可用内存：maxmemory
3. 合理配置Linux内存分配策略：vm.overcommit_memory=1(默认是0)
4. 降低fork频率：例如放款AOF重写的自动触发机制，不必要的全量复制

子进程的开销和优化

1. CPU
   - 开销：RDB和AOF文件生成（主要体现在文件的重写bgsave、bgrewriteaof将内存的数据写到硬盘），属于CPU密集型
   - 优化：不做CPU绑定，不和CPU密集型部署
2. 内存
   - 开销：fork内存开销，copy-on-write（linux父子进程会共享相同的物理内存文件，父进程有写请求的时候，数据会被复制，从而使各个进程拥有各自的拷贝，这时候才会消耗内存）。
   - 优化：echo never > /sys/kernel/mm/transparent_hugepage/enabled (不允许单机多实例的时候产生大量的重写，然后在主进程写入量比较少的时候去做一个bgsave或者aof重写，再就是这个配置，linux在2.6.38版本里面增加了THP的特性，支持大的内存页的分配，由原来的4k变成2m)
3. 硬盘
   - 开销：AOF和RDB文件写入，可以结合iostat,iotop分析
   - 不要和高硬盘负载服务部署在一起：存储服务、消息队列等
   - no-appendfsync-on-rewrite = yes (禁止AOF重写时追加的操作)
   - 根据写入量决定磁盘类型： 例如ssd
   - 单机多实例持久化文件目录可以考虑分盘

AOF追加阻塞

原理看一下下面追加的AOF保存



从

Redis日志：

Asynchronous AOF fsync is taking too long (disk is busy?).
Writing the AOF buffer without waiting for fsync to complete,
this may slow down Redis

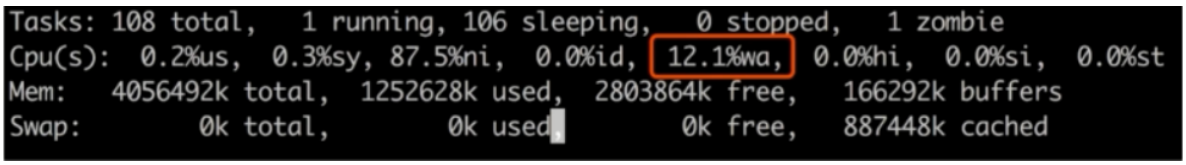
和info persistence命令（每发生一次，就会加1）

info Persistence

```
127.0.0.1:6379 > info persistence
......
......
aof_delayed_fsync: 100
......
......
```

都可以看到

还可以通过top命令



单机多实例部署

AOF保存

AOF文件写入和保存

每当服务器常规任务函数被执行、 或者事件处理器被执行时， `aof.c/flushAppendOnlyFile` 函数都会被调用， 这个函数执行以下两个工作：

1. WRITE：根据条件，将 `aof_buf` 中的缓存写入到 AOF 文件。
2. SAVE：根据条件，调用 `fsync` 或 `fdatasync` 函数，将 AOF 文件保存到磁盘中。

两个步骤都需要根据一定的条件来执行， 而这些条件由 AOF 所使用的保存模式来决定， 以下小节就来介绍 AOF 所使用的三种保存模式， 以及在这些模式下， 步骤 WRITE 和 SAVE 的调用条件。

AOF保存模式

Redis目前支持三种AOF保存模式，它们分别是：

AOF_FSYNC_NO: 不保存

AOF_FSYNC_EVERYSEC: 每一秒保存一次

AOF_FSYNC_ALWAYS: 每执行一个命令保存一次

不保存

在这种模式下， 每次调用 `flushAppendOnlyFile` 函数， WRITE 都会被执行， 但 SAVE 会被略过。

在这种模式下， SAVE 只会在以下任意一种情况中被执行：

- Redis 被关闭
- AOF 功能被关闭
- 系统的写缓存被刷新（可能是缓存已经被写满，或者定期保存操作被执行）

这三种情况下的 SAVE 操作都会引起 Redis 主进程阻塞。

每一秒钟保存一次

在这种模式中， SAVE 原则上每隔一秒钟就会执行一次， 因为 SAVE 操作是由后台子线程调用的， 所以它不会引起服务器主进程阻塞。

注意， 在上一句的说明里面使用了词语“原则上”， 在实际运行中， 程序在这种模式下对 fsync 或 fdatasync 的调用并不是每秒一次， 它和调用 flushAppendOnlyFile 函数时 Redis 所处的状态有关。

每当 flushAppendOnlyFile 函数被调用时， 可能会出现以下四种情况：

- 子进程正在执行SAVE，并且：
    1. 这个SAVE的执行时间未超过2秒，那么程序直接返回，并不执行WRITE或新的SAVE

2. **这个SAVE已经执行超过了2秒，那么程序执行WRITE，单不执行新的SAVE。注意，因为这时的WRITE的写入必须等待子线程先完成（旧的）SAVE，因此这里WRITE会比平时阻塞更长时间**

- 子进程没有在执行SAVE，并且：

3. 上次成功执行 SAVE 距今不超过 1 秒，那么程序执行 WRITE ，但不执行 SAVE 。
4. 次成功执行 SAVE 距今已经超过 1 秒，那么程序执行 WRITE 和 SAVE 。

如下图：

根据以上说明可以知道， 在“每一秒钟保存一次”模式下， 如果在情况 1 中发生故障停机， 那么用户最多损失小于 2 秒内所产生的所有数据。

如果在情况 2 中发生故障停机， 那么用户损失的数据是可以超过 2 秒的。

Redis 官网上所说的， AOF 在“每一秒钟保存一次”时发生故障， 只丢失 1 秒钟数据的说法， 实际上并不准确。

每执行一个命令保存一次

在这种模式下，每次执行完一个命令之后， WRITE 和 SAVE 都会被执行。

另外，因为 SAVE 是由 Redis 主进程执行的，所以在 SAVE 执行期间，主进程会被阻塞，不能接受命令请求。

AOF 保存模式对性能和安全性的影响

对于三种 AOF 保存模式， 它们对服务器主进程的阻塞情况如下：

1. 不保存（AOF_FSYNC_NO）：写入和保存都由主进程执行，两个操作都会阻塞主进程。
2. 每一秒钟保存一次（AOF_FSYNC_EVERYSEC）：写入操作由主进程执行，阻塞主进程。**保存操作由子线程执行，不直接阻塞主进程，但保存操作完成的快慢会影响写入操作的阻塞时长。（上面 flushAppendOnlyFile 第二种情况）**
3. 每执行一个命令保存一次（AOF_FSYNC_ALWAYS）：和模式 1 一样。

模式 1 的保存操作只会在AOF 关闭或 Redis 关闭时执行， 或者由操作系统触发， 在一般情况下， 这种模式只需要为写入阻塞， 因此它的写入性能要比后面两种模式要高， 当然， 这种性能的提高是以降低安全性为代价的： 在这种模式下， 如果运行的中途发生停机， 那么丢失数据的数量由操作系统的缓存冲洗策略决定。

模式 2 在性能方面要优于模式 3 ， 并且在通常情况下， 这种模式最多丢失不多于 2 秒的数据， 所以它的安全性要高于模式 1 ， 这是一种兼顾性能和安全性的保存方案。

模式 3 的安全性是最高的， 但性能也是最差的， 因为服务器必须阻塞直到命令信息被写入并保存到磁盘之后， 才能继续处理请求。

综合起来，三种 AOF 模式的操作特性可以总结如下：

模式	WRITE 是否阻塞?	SAVE 是否阻塞?	停机时丢失的数据量
`AOF_FSYNC_NO`	阻塞	阻塞	操作系统最后一次对 AOF 文件触发 SAVE 操作之后的数据。
`AOF_FSYNC_EVERYSEC`	阻塞	不阻塞	一般情况下不超过 2 秒钟的数据。
`AOF_FSYNC_ALWAYS`	阻塞	阻塞	最多只丢失一个命令的数据。