

三、redis数据库

- redis服务器使用数据库保存所有键值对及键值对的过期时间，在redis服务器状态redisServer结构中的redisDb类型的db数组用于记录服务器中的所有数据库，db数组大小由redisServer结构中的dbnum属性决定，而dbnum属性由服务器配置选项databases属性决定，该属性默认大小16，即默认创建16个数据库。

- redis客户端状态redisClient结构中的redisDb类型的db属性是一个指向redisServer.db数组中某个元素的指针，用于记录该客户端的目标数据库，默认0号数据库。

▼ redisDb

▼ dict字典

- redisDb结构中的dict字典类型的dict属性，记录数据库中所有的键值对，称呼该dict字典为键空间。
- 键空间中的每一个键都是一个字符串对象，对应数据库中某个键值对的key值；
- 键空间中每一个值可以是对象系统中的任意一种对象，对应数据库中某个键值对的value值；
- ▼ 因此对数据库键的所有操作都是通过对键空间进行读写完成的，除此之外，redis服务器还会执行额外的维护动作，包括：
 - redis服务器读取一个键时，根据键是否存在来更新redisServer结构中的键命中次数hit、键未命中次数miss；
 - redis服务器读取一个键时，更新该键的lru属性（最后一次被访问的时间）；
 - redis服务器读取一个键时，会对键进行过期检查，如果过期，立即执行删除动作；否则不做任何处理。
 - redis服务器修改一个键时，更新redisServer结构中的dirty计数器，该计数器用于触发持久化操作和复制操作；
 - 如果客户端使用WATCH命令监视了某个数据库键，redis服务器将对应的键修改后，立即将其标记为DIRTY状态，以便让事务程序注意到该键已经发生了修改；
 - 如果redis服务器开启了数据库通知功能，修改键后，会按照配置发送相应的数据库通知；

▼ expire字典

- 可以通过EXPIRE命令、EXPIREEAT命令、PEXPIRE命令、PEXPIREEAT为数据库中的键设置过期时间；通过TTL命令或PTTL命令查看键的剩余生存时间；
- redis服务器将所有带有过期时间的键值对的过期时间保存在redisDb结构中的expire字典中，字典中的每一个键都是指向键空间中某个键的指针，字典中的每一个值都是一个long long类型的整数，代表该键的过期时间。
- ▼ redis服务器检查某个键是否过期：
 - 检查该键是否存在于expire过期字典中，如果不存在，则没有过期时间；如果存在，取出该键的过期时间；
 - 获取当前系统时间戳，如果小于该键过期时间，说明该键还没有过期；否则已经过期，需要执行对键的删除动作；

▼ 过期键处理策略

▼ 定时删除策略：

- 为某个键设置过期时间的同时，创建一个定时器。定时器到期时，立即执行对该键的删除动作；
- 优点：对内存友好，一个键过期时能够被迅速的删除；
- 缺点：对CPU不友好。短时间内大量键过期，会让CPU忙于处理与当前任务无关的过期键删除动作，降低CPU的吞吐量和响应时间；
- redis服务器想要实现定时删除策略，需要创建大量的定时器，现阶段不现实，并没有实现；

▼ 惰性删除策略：

- 放任过期键不处理，只有再次访问某个键时，对其进行过期检查。如果过期，立即执行对键的删除动作；
- 优点：对CPU友好，CPU只需处理与当前任务有关的数据库键；
- 缺点：对内存不友好，大量过期键后续不再被访问造成内存空间浪费，这种情况甚至可以看做一种内存泄漏；
- ▼ redis服务器对惰性删除策略的实现：
 - redis服务器每次访问一个键时，都会调用expireIfNeeded函数对键进行过期检查，如果过期，立即执行对键的删除动作；否则不做任何处理继续执行；
 - redis服务器访问的数据库键可能存在，也可能不存在，expireIfNeeded函数能够同时处理键存在、键不存在两种情况；

▼ 定期删除策略：

- 实际是对前两种方案的整合和折中，通过限制执行时长和执行频率，减少对CPU的影响，又能确保有足够的内存可用。
- ▼ redis服务器对定期删除策略的实现：
 - redis周期性时间事件serverCron函数默认每100毫秒执行一次，用于对正在运行的服务器进行维护。serverCron函数运行时，会调用activeExpireCycle函数，该函数的作用是在规定的时间内，分多次遍历服务器中的各个数据库，按照一定的算法抽取一定数量的数据库键，对其进行过期检查，然后将过期键删除；

▼ 持久化、复制操作对过期键的处理：

▼ 创建RDB文件时，

- 会对数据库中的所有键值对进行过期检查，只有未过期的键值对会被添加到RDB文件中；

▼ 载入RDB文件时，

- 如果以主服务模式运行，则对RDB文件中的所有键值对进行过期检查，只有未过期的键被载入到数据库状态中；
- 如果以从服务区模式运行，则不进行过期检查，将RDB文件中的所有键值对统统载入。因为在主从服务器数据同步时，从服务器会被清空，所以影响可以忽略；

▼ AOF文件写入时，

- 如果某个键已经过期，但还没有被惰性删除或定期删除，则不对AOF文件产生任何影响；
- 如果通过惰性删除或定期删除将某个键删除，立即向AOF文件追加一条DEL命令，显式的记录该键已经被删除；

▼ AOF文件重写时，

- 和生成RDB文件一样，对数据库中的所有键值对进行过期检查，只有未过期的键才会被重写至AOF文件；

▼ 执行复制操作时，

- 以主服务器模式运行时，将某个键删除后，向其属下的所有从服务器发送一条DEL命令；
- 以从服务器模式运行时，接收到客户端发送的和数据库见有关的命令时，不对其进行过期检查，即便已经过期，仍然按照没有过期进行处理；
- 从服务器只有在接受到主服务器发送的DEL命令时，才会将对应键删除。保证了主从服务器的数据一致性；

▼ 数据库通知功能

- 某个键执行了什么命令，这一类的通知称为键空间通知；
- 某个命令被什么键执行了，这一类的通知称为键事件通知；
- redis客户端可以通过订阅给定的频道或模式，监视数据库中某个键的变化或某个命令的执行情况。
- ▼ 数据库通知功能由notifyKeySpaceEvent函数实现，该函数有四个参数：
 - type。事件类型；
 - event。产生的事件名称；
 - key。产生事件的键；
 - dbid。产生事件的数据库号码；