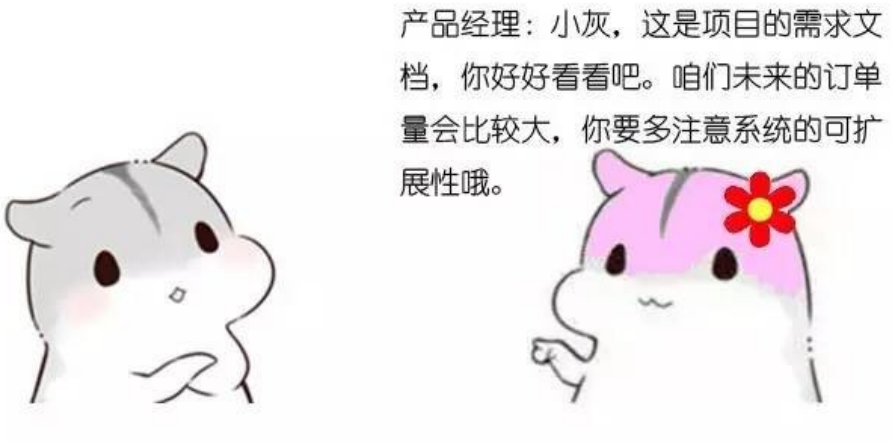
漫画：什么是一致性哈希？

2017-07-17 玻璃猫 梦见

一年之前——



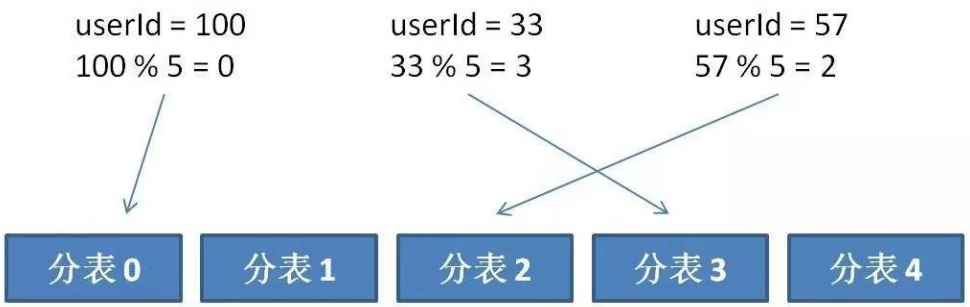
未来两年内，系统预估的总订单数量可达一亿条左右。

按Mysql单表存储500万条记录来算，暂时不必分库，单库30个分表是比较合适的水平分表方案。

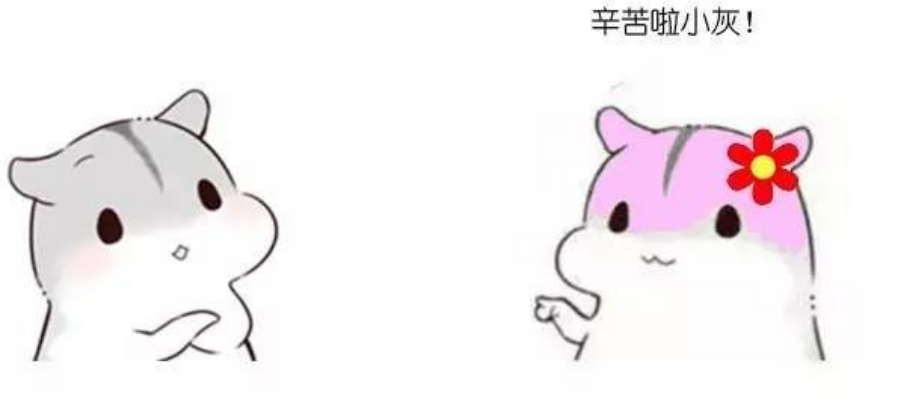
于是小灰设计了这样的分表逻辑：

1. 订单表创建单库30个分表
2. 对用户ID和30进行取模，取模结果决定了记录存于第几个分表
3. 查询时需要以用户ID作为条件，根据取模结果确定查询哪一个分表

分表方式如下图（为了便于描述，简化为5个分表）：



过了两个月——


辛苦啦小灰！

又过了半年多——


小灰小灰，有好消息！咱们项目的流量比预估的更大，上线刚半年多，订单量已经接近一亿了！


哇，真是个好消息！可是数据量这么大，当初设计的 30 个分表就不够用了，每个分表数据太多会影响性能的！

这个就要看你的喽，想一想解决方案吧。

好吧，我回去想一想……

直接增加分表肯定不行，原先的哈希规则会被打乱……

做全量数据迁移倒是能解决问题，
但是迁移的代价实在太大了……

天呐，这可怎么办……

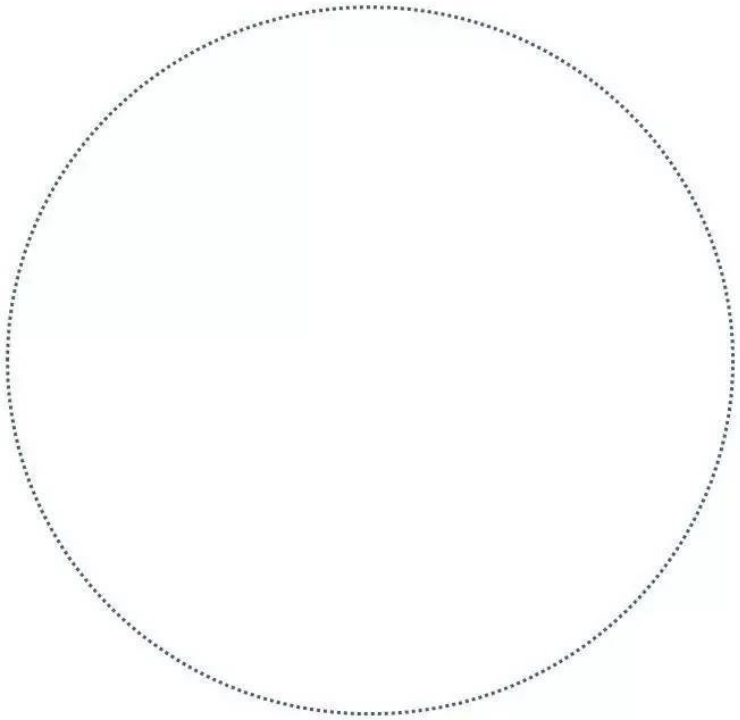
小灰的回忆告一段落——

就这样，我们只好进行数据迁移，用新的 hash 规则（userID % 80），把 30 个分表的数据迁移到 80 个分表当中……

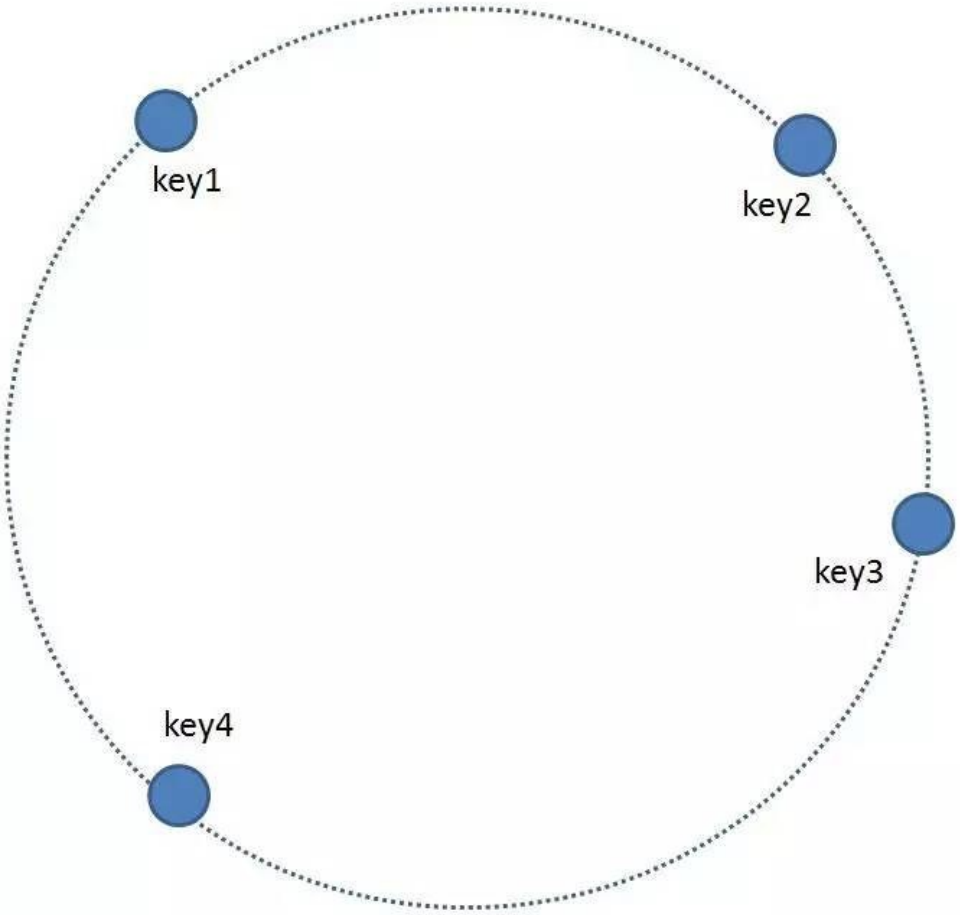
哈哈，小灰，你知道［一致性哈希］吗？

一致性哈希？那是什么鬼？

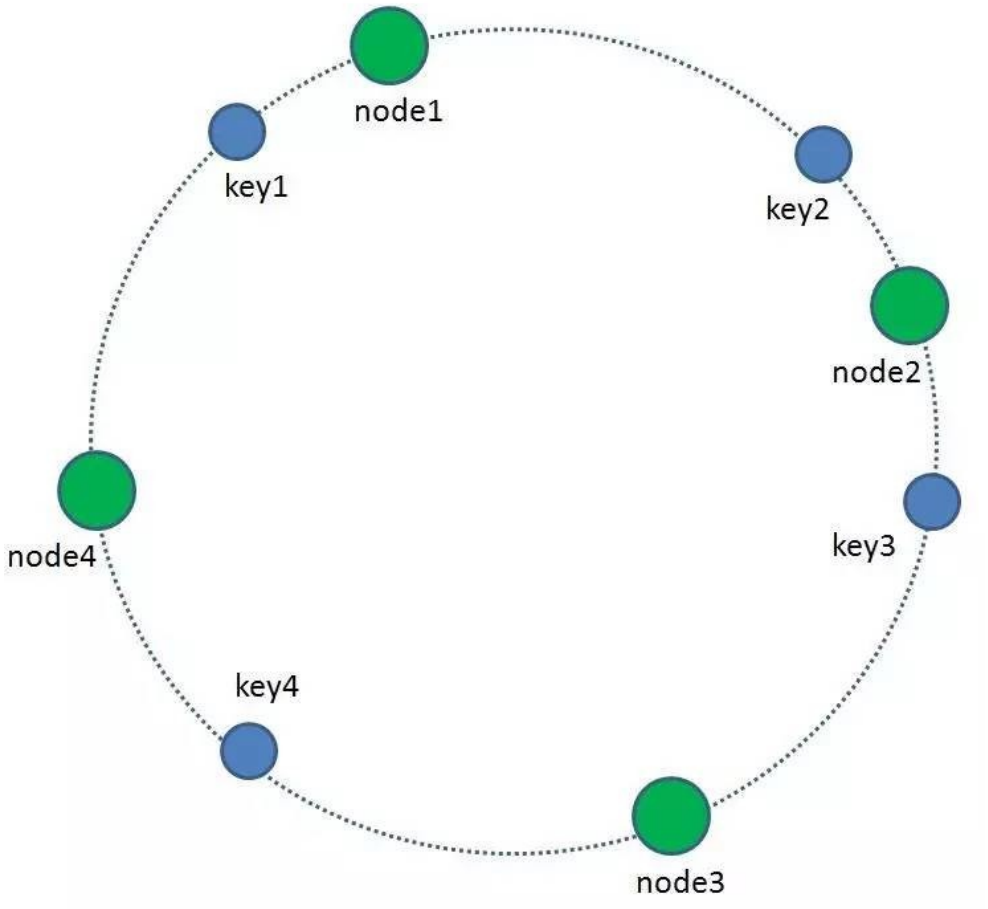
1.首先，我们把全量的缓存空间当做一个环形存储结构。环形空间总共分成2^32个缓存区，在Redis中则是把缓存key分配到16384个**slot**。



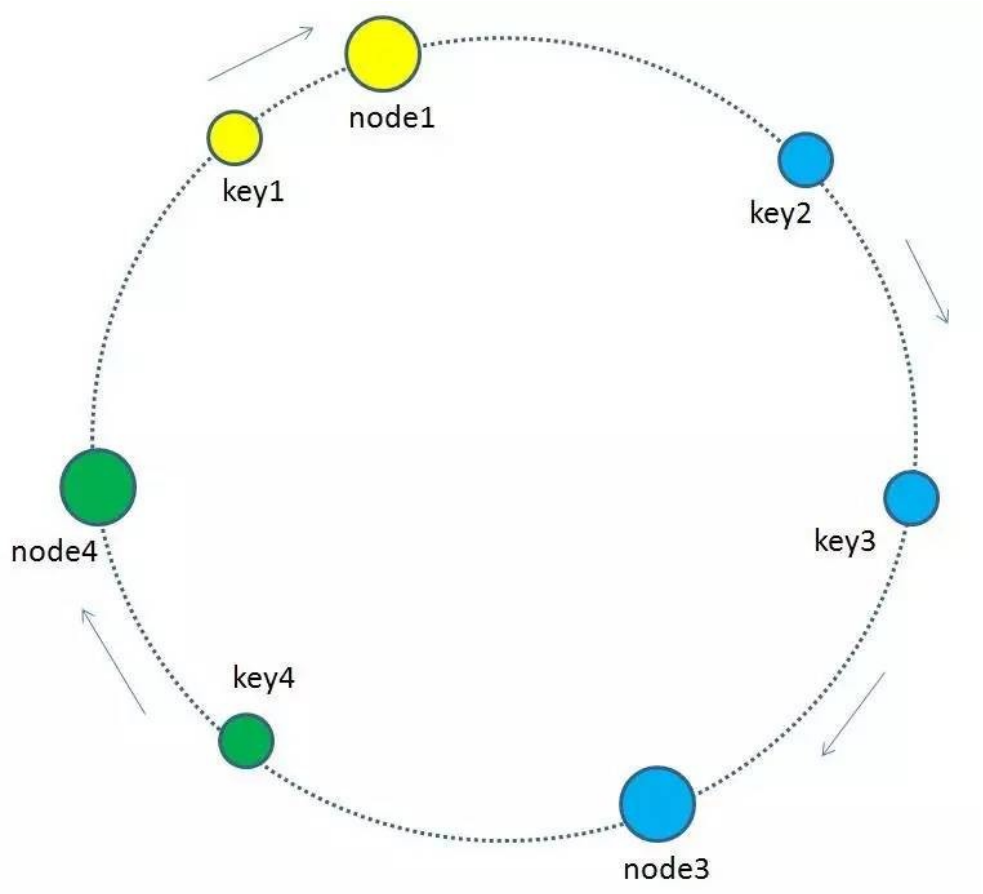
2.每一个缓存key都可以通过Hash算法转化为一个32位的二进制数，也就对应着环形空间的某一个缓存区。我们把所有的缓存key映射到环形空间的不同位置。



3.我们的每一个缓存节点（Shard）也遵循同样的Hash算法，比如利用IP做Hash，映射到环形空间当中。



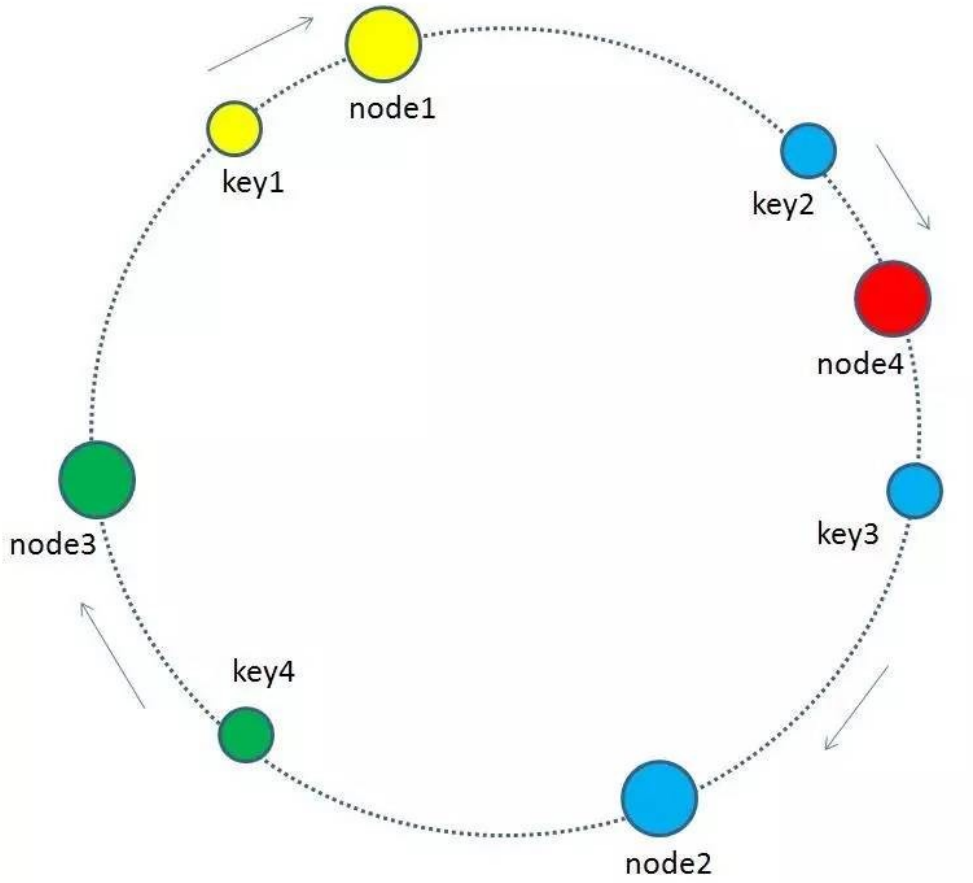
4.如何让key和节点对应起来呢？很简单，每一个key的顺时针方向最近节点，就是key所归属的存储节点。所以图中key1存储于node1，key2，key3存储于node2，key4存储于node3。



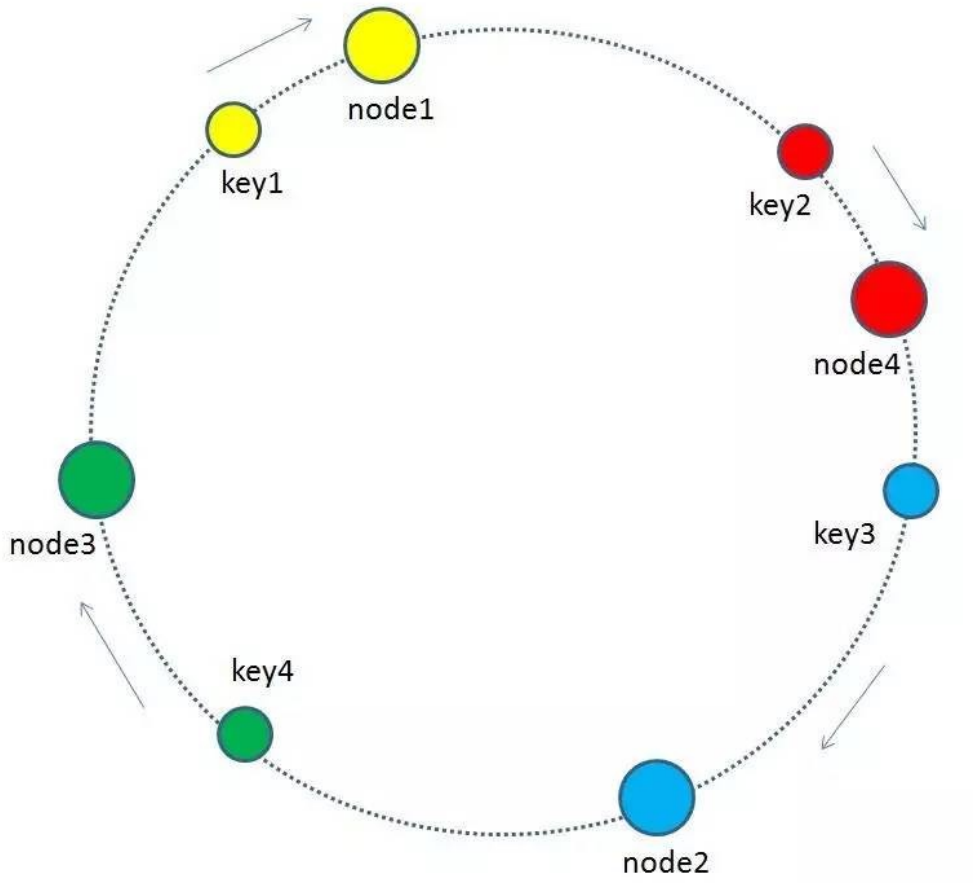
一致性哈希的映射方式好古怪啊，
这样设计究竟有什么优势呢？

1.增加节点

当缓存集群的节点有所增加的时候，整个环形空间的映射仍然会保持一致性哈希的顺时针规则，所以有一小部分key的归属会受到影响。



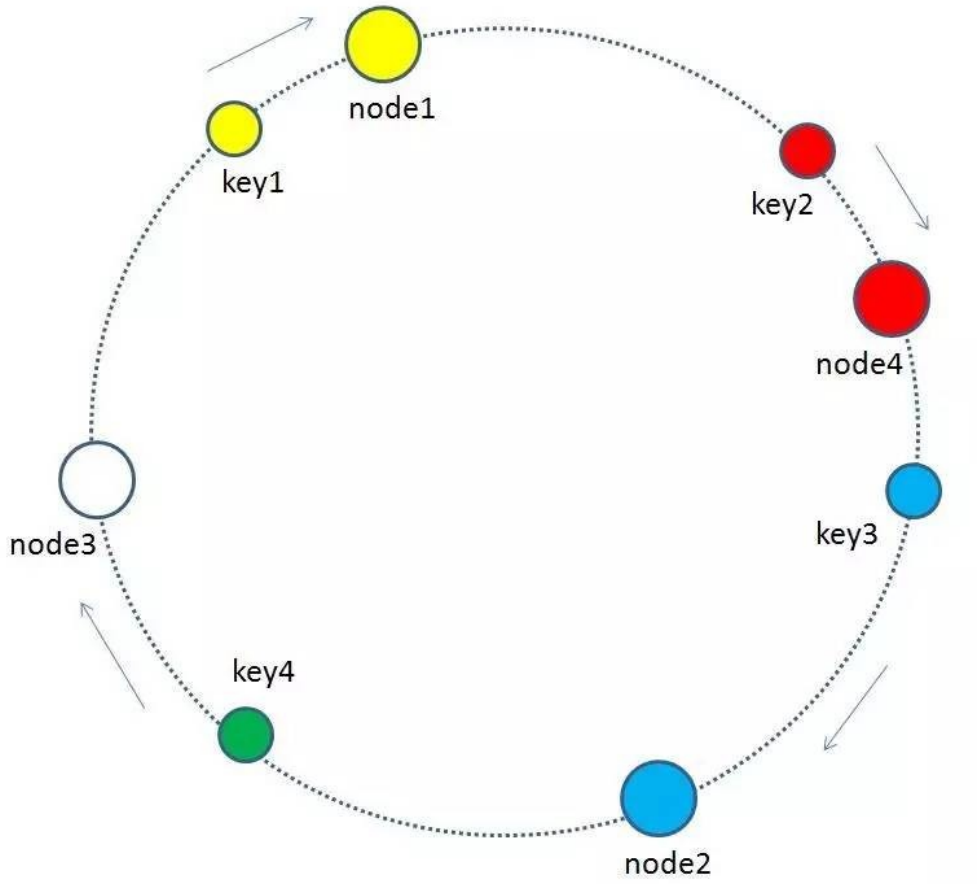
有哪些key会受到影响呢？图中加入了新节点node4，处于node1和node2之间，按照顺时针规则，从node1到node4之间的缓存不再归属于node2，而是归属于新节点node4。因此受影响的key只有key2。



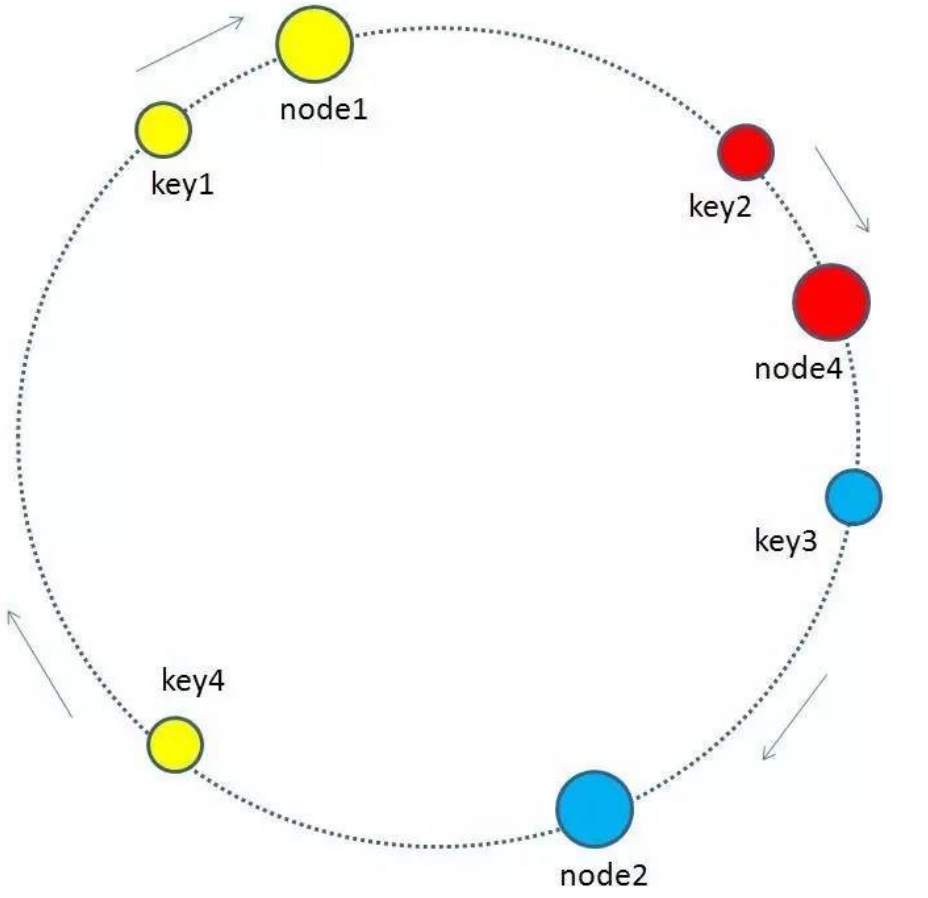
最终把key2的缓存数据从node2迁移到node4，就形成了新的符合一致性哈希规则的缓存结构。

2.删除节点

当缓存集群的节点需要删除的时候（比如节点挂掉），整个环形空间的映射同样会保持一致性哈希的顺时针规则，同样有一小部分key的归属会受到影响。



有哪些key会受到影响呢？图中删除了原节点node3，按照顺时针规则，原本node3所拥有的缓存数据就需要“托付”给node3的顺时针后继节点node1。因此受影响的key只有key4。

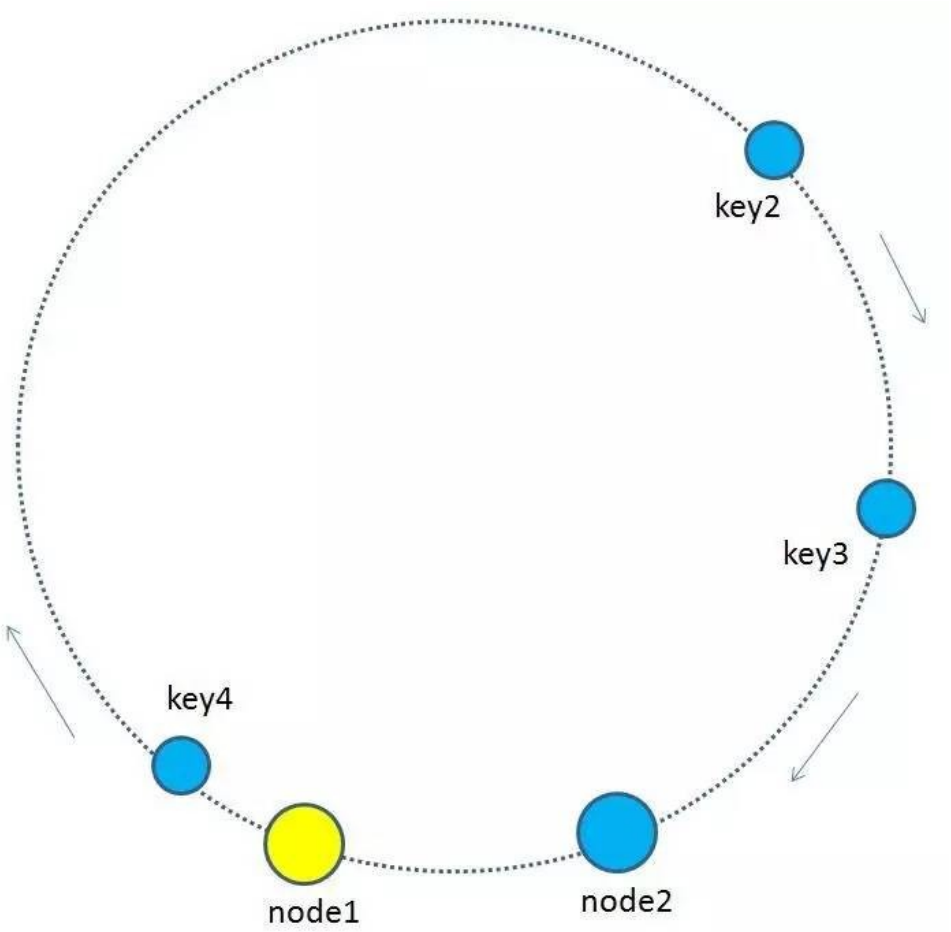


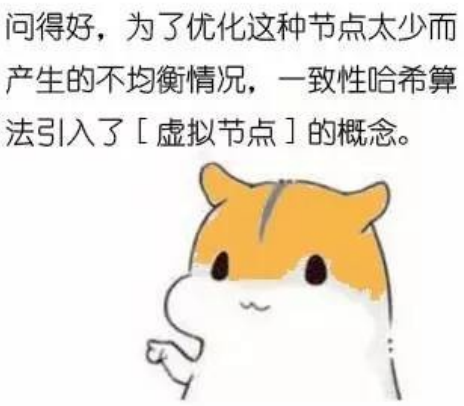
最终把key4的缓存数据从node3迁移到node1，就形成了新的符合一致性哈希规则的缓存结构。

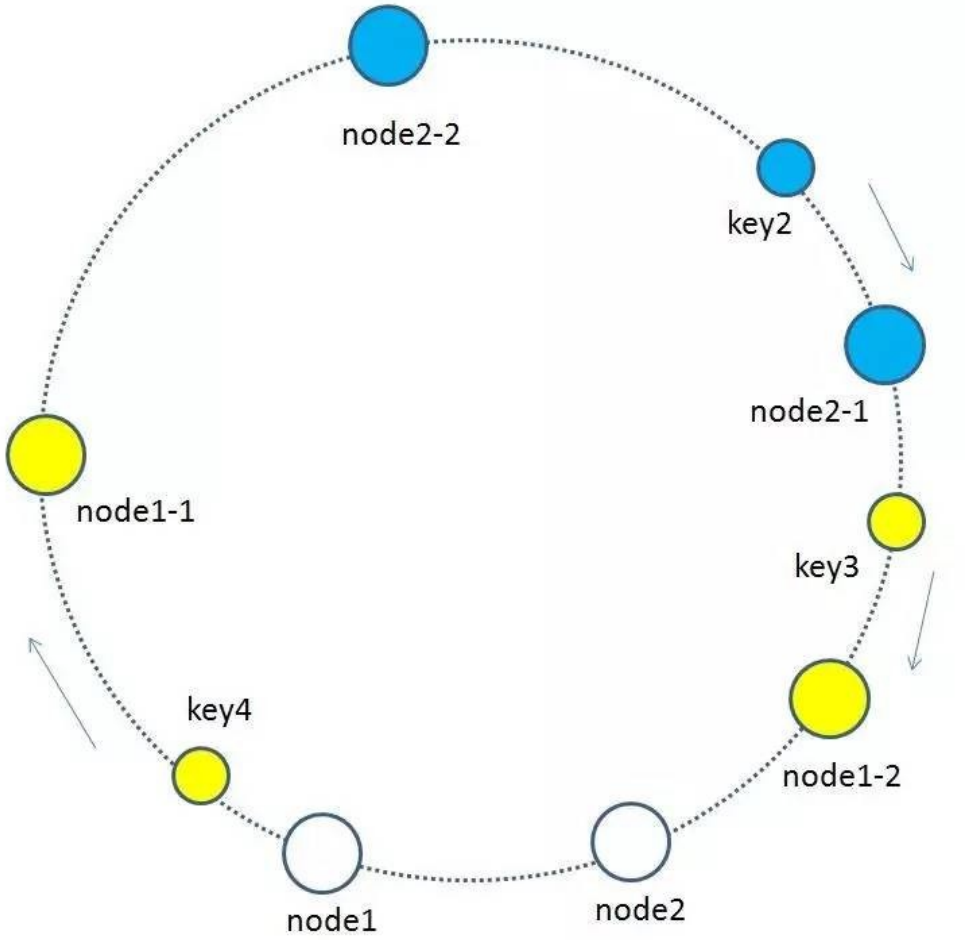

傻孩子，这里所说的迁移并不是直接的数据迁移，而是在查询时去找顺时针的后继节点，因缓存未命中而刷新缓存。


原来如此。还有一个问题，既然缓存节点都是按 ip 来 hash 到环形空间，如果出现分布不均匀的情况怎么办呢？


比如像下图这样，按顺时针规则，所有的 key 都不巧归属于同一个节点。


key2
key3
key4
node1
node2


问得好，为了优化这种节点太少而产生的不均衡情况，一致性哈希算法引入了［虚拟节点］的概念。



如上图所示，假如node1的ip是192.168.1.109，那么原node1节点在环形空间的位置就是hash（“192.168.1.109”）。

我们基于node1构建两个虚拟节点，node1-1 和 node1-2，虚拟节点在环形空间的位置可以利用（IP+后缀）计算，例如：

hash（“192.168.1.109#1”），hash（“192.168.1.109#2”）

此时，环形空间中不再有物理节点node1，node2，只有虚拟节点node1-1，node1-2，node2-1，node2-2。由于虚拟节点数量较多，缓存key与虚拟节点的映射关系也变得相对均衡了。


虽然这样的处理逻辑会复杂一些，
却可以避免动态水平扩展时候的尴
尬。小灰，你说是不是？


有道理，如果我一开始也这样
设计水平分表，就不会遇到现
在的全量数据迁移问题了！