

# 不定期福利第三期测一测你的算法阶段学习成果

专栏最重要的基础篇马上就要讲完了，不知道你掌握了多少？我从前面的文章中挑选了一些案例，稍加修改，组成了一套测试题。

你先不要着急看答案，自己先想一想怎么解决，测一测自己对之前的知识掌握的程度。如果有哪里卡壳或者不怎么清楚的，可以回过头再复习一下。

正所谓温故知新，这种通过实际问题查缺补漏的学习方法，非常利于你巩固前面讲的知识点，你可要好好珍惜这次机会哦！

## 实战测试题（一）

假设猎聘网有10万名猎头顾问，每个猎头顾问都可以通过做任务（比如发布职位），来积累积分，然后通过积分来下载简历。假设你是猎聘网的一名工程师，如何在内存中存储这10万个猎头ID和积分信息，让它能够支持这样几个操作：

- 根据猎头的ID快速查找、删除、更新这个猎头的积分信息；
- 查找积分在某个区间的猎头ID列表；
- 查询积分从小到大排在第x位的猎头ID信息；
- 查找按照积分从小到大排名在第x位到第y位之间的猎头ID列表。

## 相关章节

[17 | 跳表：为什么Redis一定要用跳表来实现有序集合？](#)

[20 | 散列表（下）：为什么散列表和链表经常会一起使用？](#)

[25 | 红黑树：为什么工程中都用红黑树这种二叉树？](#)

## 题目解析

这个问题既要通过ID来查询，又要通过积分来查询，所以，对于猎头这样一个对象，我们需要将其组织成两种数据结构，才能支持这两类操作。

我们按照ID，将猎头信息组织成散列表。这样，就可以根据ID信息快速的查找、删除、更新猎头的信息。我们按照积分，将猎头信息组织成跳表这种数据结构，按照积分来查找猎头信息，就非常高效，时间复杂度是 $O(\log n)$ 。

我刚刚讲的是针对第一个、第二个操作的解决方案。第三个、第四个操作是类似的，按照排名来查询，这两个操作该如何实现呢？

我们可以对刚刚的跳表进行改造，每个索引结点中加入一个span字段，记录这个索引结点到下一个索引结点的包含的链表结点的个数。这样就可以利用跳表索引，快速计算出排名在某一位的猎头或者排名在某个区间的猎头列表。

实际上，这些就是Redis中有序集合这种数据类型的实现原理。在开发中，我们并不需要从零开始代码实现一个散列表和跳表，我们可以直接利用Redis的有序

集合来完成。

## 实战测试题（二）

电商交易系统中，订单数据一般都会很大，我们一般都分库分表来存储。假设我们分了10个库并存储在不同的机器上，在不引入复杂的分库分表中间件的情况下，我们希望开发一个小的功能，能够快速地查询金额最大的前K个订单（K是输入参数，可能是1、10、1000、10000，假设最大不会超过10万）。如果你是这个功能的设计开发负责人，你会如何设计一个比较详细的、可以落地执行的设计方案呢？

为了方便你设计，我先交代一些必要的背景，在设计过程中，如果有其他需要明确的背景，你可以自行假设。

- 数据库中，订单表的金额字段上建有索引，我们可以通过select order by limit语句来获取数据库中的数据；
- 我们的机器的可用内存有限，比如只有几百M剩余可用内存。希望你的设计尽量节省内存，不要发生Out of Memory Error。

### 相关章节

[12 | 排序（下）：如何用快排思想在O\(n\)内查找第K大元素？](#)

[28 | 堆和堆排序：为什么说堆排序没有快速排序快？](#)

[29 | 堆的应用：如何快速获取到Top 10最热门的搜索关键词？](#)

### 题目解析

解决这个题目的基本思路我想你应该能想到，就是借助归并排序中的合并函数，这个我们在排序（下）以及堆的应用那一节中讲过。

我们从每个数据库中，通过select order by limit语句，各取局部金额最大的订单，把取出来的10个订单放到优先级队列中，取出最大值（也就是大顶堆堆顶数据），就是全局金额最大的订单。然后再从这个全局金额最大订单对应的数据库中，取出下一条订单（按照订单金额从大到小排列的），然后放到优先级队列中。一直重复上面的过程，直到找到金额前K（K是用户输入的）大订单。

从算法的角度看起来，这个方案非常完美，但是，从实战的角度来说，这个方案并不高效，甚至很低效。因为我们忽略了，数据库读取数据的性能才是这个问题的性能瓶颈。所以，我们要尽量减少SQL请求，每次多取一些数据出来，那一次性取出多少才合适呢？这就比较灵活、比较有技巧了。一次性取太多，会导致数据量太大，SQL执行很慢，还有可能触发超时，而且，我们题目中也说了，内存有限，太多的数据加载到内存中，还有可能导致Out of Memory Error。

所以，一次性不能取太多数据，也不能取太少数据，到底是多少，还要根据实际的硬件环境做benchmark测试去找最合适的。

## 实战测试题（三）

我们知道，CPU资源是有限的，任务的处理速度与线程个数并不是线性正相关。相反，过多的线程反而会导致CPU频繁切换，处理性能下降。所以，线程池的大小一般都是综合考虑要处理任务的特点和硬件环境，来事先设置的。

当我们向固定大小的线程池中请求一个线程时，如果线程池中沒有空闲资源了，这个时候线程池如何处理这个请求？是拒绝请求还是排队请求？各种处理策

略又是怎么实现的呢？

## 相关章节

[09 | 队列：队列在线程池等有限资源池中的应用](#)

## 题目解析

这个问题的答案涉及队列这种数据结构。队列可以应用在任何有限资源池中，用于排队请求，比如数据库连接池等。实际上，对于大部分资源有限的场景，当没有空闲资源时，基本上都可以通过“队列”这种数据结构来实现请求排队。

这个问题的具体答案，在队列那一节我已经讲得非常详细了，你可以回去看看，这里我就不赘述了。

## 实战测试题（四）

通过IP地址来查找IP归属地的功能，不知道你有没有用过？没用过也没关系，你现在可以打开百度，在搜索框里随便输一个IP地址，就会看到它的归属地。

这个功能并不复杂，它是通过维护一个很大的IP地址库来实现的。地址库中包括IP地址范围和归属地的对应关系。比如，当我们想要查询202.102.133.13这个IP地址的归属地时，我们就在地址库中搜索，发现这个IP地址落在[202.102.133.0, 202.102.133.255]这个地址范围内，那我们就可以将这个IP地址范围对应的归属地“山东东营市”显示给用户了。

```
[202.102.133.0, 202.102.133.255] 山东东营市
[202.102.135.0, 202.102.136.255] 山东烟台
[202.102.156.34, 202.102.157.255] 山东青岛
[202.102.48.0, 202.102.48.255] 江苏宿迁
[202.102.49.15, 202.102.51.251] 江苏泰州
[202.102.56.0, 202.102.56.255] 江苏连云港
```

在庞大的地址库中逐一比对IP地址所在的区间，是非常耗时的。假设在内存中有**12**万条这样的IP区间与归属地的对应关系，如何快速定位出一个IP地址的归属地呢？

## 相关章节

[15 | 二分查找（上）：如何用最省内存的方式实现快速查找功能？](#)

[16 | 二分查找（下）：如何快速定位IP对应的省份地址？](#)

## 题目解析

这个问题可以用二分查找来解决，不过，普通的二分查找是不行的，我们需要用到二分查找的变形算法，查找最后一个小于等于某个给定值的数据。不过，二分查找最难的不是原理，而是实现。要实现一个二分查找的变形算法，并且实现的代码没有bug，可不是一件容易的事情，不信你自己写写试试。

关于这个问题的解答以及写出bug free的二分查找代码的技巧，我们在二分查找（下）那一节有非常详细的讲解，你可以回去看看，我这里就不赘述了。

## 实战测试题（五）

假设我们现在希望设计一个简单的海量图片存储系统，最大预期能够存储1亿张图片，并且希望这个海量图片存储系统具有下面这样几个功能：

- 存储一张图片及其它的元信息，主要的元信息有：图片名称以及一组tag信息。比如图片名称叫玫瑰花，tag信息是{红色，花，情人节}；
- 根据关键词搜索一张图片，比如关键词是“情人节 花”“玫瑰花”；
- 避免重复插入相同的图片。这里，我们不能单纯地用图片的元信息，来比对是否是同一张图片，因为有可能存在名称相同但图片内容不同，或者名称不同图片内容相同的情况。

我们希望自助开发一个简单的系统，不希望借助和维护过于复杂的三方系统，比如数据库（MySQL、Redis等）、分布式存储系统（GFS、Bigtable等），并且我们单台机器的性能有限，比如硬盘只有1TB，内存只有2GB，如何设计一个符合我们上面要求，操作高效，且使用机器资源最少的存储系统呢？

### 相关章节

[21|哈希算法（上）：如何防止数据库中的用户信息被脱库？](#)

[22|哈希算法（下）：哈希算法在分布式系统中有哪些应用？](#)

### 题目解析

这个问题可以分成两部分，第一部分是根据元信息的搜索功能，第二部分是图片判重。

第一部分，我们可以借助搜索引擎中的倒排索引结构。关于倒排索引我会在实战篇详细讲解，我这里先简要说下。

如题目中所说，一个图片会对应一组元信息，比如玫瑰花对应{红色，花，情人节}，牡丹花对应{白色，花}，我们可以将这种图片与元信息之间的关系，倒置过来建立索引。“花”这个关键词对应{玫瑰花，牡丹花}，“红色”对应{玫瑰花}，“白色”对应{牡丹花}，“情人节”对应{玫瑰花}。

当我们搜索“情人节 花”的时候，我们拿两个搜索关键词分别在倒排索引中查找，“花”查找到了{玫瑰花，牡丹花}，“情人节”查找到了{玫瑰花}，两个关键词对应的结果取交集，就是最终的结果了。

第二部分关于图片判重，我们要基于图片本身来判重，所以可以用哈希算法，对图片内容取哈希值。我们对哈希值建立散列表，这样就可以通过哈希值以及散列表，快速判断图片是否存在。

我这里只说说我的思路，这个问题中还有详细的内存和硬盘的限制。要想给出更加详细的设计思路，还需要根据这些限制，给出一个估算。详细的解答，我都放在在哈希算法（下）那一节里到了，你可以自己回去看。

## 实战测试题（六）

我们知道，散列表的查询效率并不能笼统地说成是 $O(1)$ 。它跟散列函数、装载因子、散列冲突等都有关系。如果散列函数设计得不好，或者装载因子过高，都可能导致散列冲突发生的概率升高，查询效率下降。

在极端情况下，有些恶意的攻击者，还有可能通过精心构造的数据，使得所有的数据经过散列函数之后，都散列到同一个槽里。如果我们使用的是基于链表的冲突解决方法，那这个时候，散列表就会退化为链表，查询的时间复杂度就从 $O(1)$ 急剧退化为 $O(n)$ 。

如果散列表中有10万个数据，退化后的散列表查询的效率就下降了10万倍。更直观点说，如果之前运行100次查询只需要0.1秒，那现在就需要1万秒。这样就有可能因为查询操作消耗大量CPU或者线程资源，导致系统无法响应其他请求，从而达到拒绝服务攻击（DoS）的目的。这也就是散列表碰撞攻击的基本原理。

如何设计一个可以应对各种异常情况的工业级散列表，来避免在散列冲突的情况下，散列表性能的急剧下降，并且能抵抗散列碰撞攻击？

## 相关章节

[18 | 散列表（上）：Word文档中的单词拼写检查功能是如何实现的？](#)

[19 | 散列表（中）：如何打造一个工业级水平的散列表？](#)

## 题目解析

我经常把这道题拿来作为面试题考察候选人。散列表可以说是我们最常用的一种数据结构了，编程语言中很多数据类型，都是用散列表来实现的。尽管很多人能对散列表都知道一二，知道有几种散列表冲突解决方案，知道散列表操作的时间复杂度，但是理论跟实践还是有一定距离的。光知道这些基础的理论并不足以开发一个工业级的散列表。

所以，我在散列表（中）那一节中详细给你展示了一个工业级的散列表要处理哪些问题，以及如何处理的，也就是这个问题的详细答案。

---

这六道题你回答得怎么样呢？或许你还无法100%回答正确，没关系。其实只要你看了解析之后，有比较深的印象，能立马想到哪节课里讲过，这已经说明你掌握得不错了。毕竟想要完全掌握我讲的全部内容还是需要时间沉淀的。对于这门课的学习，你一定不要心急，慢慢来。只要方向对了就都对了，剩下就交给时间和努力吧！

通过这套题，你对自己的学习状况应该有了一个了解。从专栏开始到现在，三个月过去了，我们的内容也更新了大半。你在专栏开始的时候设定的目标是什么？现在实施得如何了？你可以在留言区给这三个月的学习做个阶段性学习复盘。重新整理，继续出发！





# 数据结构与算法之美

为工程师量身打造的数据结构与算法私教课

王争

前 Google 工程师



新版升级：点击「👤请朋友读」，10位好友免费读，邀请订阅更有**现金**奖励。

## 精选留言：

- 2018-12-21 12:33:32  
老师是高手，把这么多其他人甚至课本上讲的蹩脚难懂的知识，娓娓道来，深入浅出。  
买了这门课一开始没怎么看，最近两天有空就看，觉得是一种享受！[21赞]

- 陈阿票 2018-12-21 10:32:44

基本上一下子都知道用什么数据结构和算法去解决，但是实际代码我肯定写不出来，心里总有一种纸上谈兵的感觉。 [11赞]

- alic 2018-12-22 17:03:01

这门课程以后也会反复看的，希望老师也不要因为掉队人多了就松懈了，加油。 [3赞]

- 怀特 2019-01-09 13:04:36

实战测试题一：

其实算法问题，可以笼统的归纳为：数据以及数据之上的索引。

有的数据是自带索引的，比如数组其实自带了下标的索引

如果数据没有索引，就需要自建索引。如果我们自己建，那就是采取各种数据结构来构造一个索引；否则，比如数据库的索引，也是建了与数据分离的索引的数据结构。

从这个角度讲：

1、根据id来查找猎头信息：猎头信息存储到数组中就可以，这样很快

2、根据积分来查找猎头信息：可以旁边建立基于积分的数组来作为索引，节点数据就是猎头id

这样：

1、猎头信息存储在数组中

2、自建一个索引，分别是 积分+id的有序数组

注意积分变化时维护自建索引的有效性，就可以了。

这样没有用高深的数据结构，可能会费一些内存和费一些cpu，但实现简单，基本够用了，比较通用。 [2赞]

- jiemoon 2018-12-21 08:56:16

老师，像那个猎头的题目，用多个数据结构的话，更新操作会出现数据不一致的情况？ [2赞]

作者回复2018-12-21 09:43:40

加个锁？主要还是看操作是不是对数据一致性敏感吧

- ban 2018-12-22 21:26:54

把取出来的10个订单放到优先级队列中，取出最大值（也就是大顶堆堆顶数据），就是全局金额最大的订单。然后再从这个全局金额最大订单对应的数据库中，取出下一条订单（按照订单金额从大到小排列的），然后放到优先级队列中。一直重复上面的过程。

老师这段话我看到好多遍，想了好多次一直没搞懂，为什么取出最大金额的数据库查到下一条订单放到队列能理解，但是下次重复这个过程还是从队列中取出最大金额的下一个订单，这样每次最大的金额不是同一个吗，取出的订单还是同一个？

还有另外一个问题就是全部取出来后怎么判断这个队列是 top k的订单金额?

第二次回复, 求老师讲解, 自己研究好久没搞透 [1赞]

- 才才 2018-12-21 15:05:38

还得看好几遍, 还得练习 [1赞]

- 渔人 2019-01-28 22:30:33

第二题, 前K大的订单, 您的描述有些简略, 不容易理解, 我重复描述一下, 您看对不对哈。 10个库, 取前K大的订单, 第一次从各个库中分别取出最大的订单, 组成一个数量为10的大顶堆。另外维护一个数组, 刚开始是空的。这时从大顶堆中弹出堆顶元素(堆中最大值), 将堆顶元素写入数组, 然后在该元素所在的库中按序拿出第二个元素写入大顶堆填上空缺, 大顶堆会重新平衡, 堆顶元素可能会变。这时重复上面的步骤, 继续弹出堆顶写入数组, 并在弹出元素所在库中按序拿下一个值填入大顶堆, 大顶堆又会重新平衡, 接着继续弹出堆顶元素写入数组……直到数组的长度为K时, 整个过程结束。

大顶堆的大小一直为10, 堆每次平衡后, 就将堆顶搞出来, 重新写入一个值, 周而复始, 取K次堆顶就是前K大的集合了。  
@ban

- 睡痴儿 2019-01-23 11:10:32

查找ip地址是否可以使用tire树呢。毕竟有着大量相同的后缀

- 逆流的鱼 2019-01-22 09:43:56

这节的意思是说, 就知道你没写作业

- 健健 2019-01-16 08:16:26

这节课的设计真的很棒, 温故而知新

- keshawn 2019-01-11 16:36:37

第一题: 可以使用散列表加有序跳跃表结合, 类似于LinkedHashMap的结构, 只是链表换成了有序跳跃表。这样的话比散列表和有序链表各存一份数据结点要好一点。

第二题: 使用大顶堆求Top K, 这里说下可以优化的点。

- 1.首先是分别从10个库select orderby amout desc limit K可以使用流式查询
- 2.大顶堆的size可以设置为K
- 3.创建一个小顶堆在大顶堆开始记录最深层的子节点的时候开始记录
- 4.当大顶堆是满的时候, 查询到的数据如果小于等于最小值, 中断流式查询。
- 5.当大顶堆是满的时候, 查询到的数据如果大于最小值, 和最小值做替换, 自下往上堆化, 更新小顶堆



- Geek\_987169 2019-01-04 18:37:28

老师，猎头的例子有一点想不明白，每一个索引节点增加一个span，事实上每个索引节点有一个指向后续节点的数组（forwards），那么就是"指向的下一个节点"并不是唯一的，所以是不是每个索引节点也要有和后续节点数组对应的一个span数组啊，这样才能准确的知道向后走几步啊？望老师解惑！！！

- 小情绪 2018-12-26 17:47:18

一节一节跟到现在、每次遇到困难都会努力跨越，从看不明白到能够理解的时候，心里面突然会觉得想要看懂真的不难，一定要勤思考，多总结。当然看懂和灵活运用是完全不同的两个层次。到现在的感觉就是：学会用数学或者说算法的思维去思考问题并解决问题。前段时间遇个一个很痛苦的问题、放到以前虽然想解决但是不一定有思路，通过这段时间的学习，最终将遇到的问题抽象化，并顺利解决。学会对问题进行抽象，找出痛点和规律真的是这段时间最大的收获，感谢王老师。

- Zero 2018-12-26 13:39:41

永不掉队！

- 杨智晓 2018-12-25 17:45:12

前面的数据结构算法都跟得上，后面从字符串匹配开始那些就跟不上了

- elggum 2018-12-25 15:11:40

学习的老师的这门课程，总有种相见恨晚的感觉，真正体悟到了算法之美。举重若轻，方为大师，老师真可谓大师。

作者回复2018-12-26 21:04:10

哈哈哈 过奖了

- 计科一班 2018-12-24 10:31:00

代码写的少，还是比较虚啊，还是需要反复理解，动手写。

- dapaul 2018-12-23 23:22:34

老师，我一直比较纳闷，什么时候先载入数据在内存中计算比较好，什么时候直接利用数据库的增删改查比较好。如在第一个案例的情景，如果数据一边在变动，我们一边要做题目要求的哪些操作，那我们是先把数据载入内存，后面的数据变动同步更新内存数据，然后做计算;还是直接利用数据库的增删改查操作比较好？

- 竹林清风 2018-12-23 21:05:48

老师讲的东西都理解了，也基本知道用什么方法解决。但估计是自己写代码比较少，感觉比较虚，看来需要多多实践写代码。