

# 仪式黑刀

计算机科学并不只是关于计算机，就像天文学并不只是关于望远镜一样。

博客园

首页

新随笔

联系

订阅

管理

## 分离链接法(Separate Chaining)

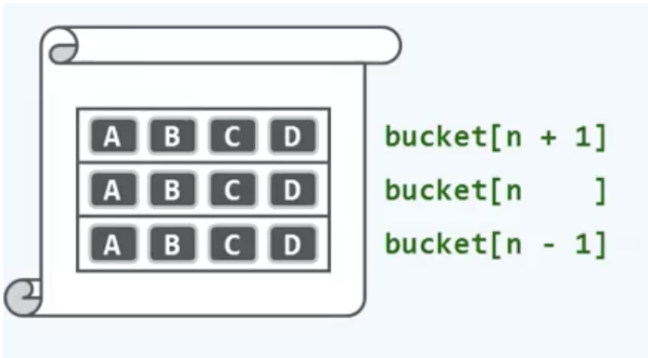
之前我们说过，对于需要动态维护的散列表 冲突是不可避免的，无论你的散列函数设计的有多么精妙。因此我们解决的重要问题就是：一旦发生冲突，我们该如何加以排解？

我们在这里讨论最常见的两种方法：分离链接法和开放定址法。本篇探讨前者，下一篇讨论后者。

### 分离链接法

解决冲突的第一种方法通常叫做分离链接法（separatechaining），做法是将散列到同一个值的所有元素保留到一个链表中。那.....为什么要这么做呢？保留到数组中不行么？下面我们来分析一下。

我们先从最初的思路说起，所谓的冲突形象来说就是一山不容二虎，倘若的确有两只老虎呢？答：用铁丝网将这座山分成两部分，两只老虎各居一侧，这是最朴素的办法了，这种思路也就是多槽位法（multipleslots）。如果此前的桶单元对应于山，那么每一个槽位（slot）就对应于在这个山中用铁丝网分割出的一个子区域。



对于这个散列表，每一个横条就是一个一个又一个的桶单元。在这里，我们将每个桶单元都继续细分为ABCD，4个槽位，每个桶内部的这些槽位就可以用来存放彼此冲突的若干个词条。

具体看一个例子吧，比如这就是一个长度为23的散列表，其中每一个桶都被分成了3个槽位

#### 公告

昵称： 仪式黑刀  
园龄： 3年11个月  
粉丝： 28  
关注： 2  
[+加关注](#)

< 2021年10月 >						
日	一	二	三	四	五	六
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

#### 搜索

找找看

谷歌搜索

#### 我的标签

数据结构(20)

树(10)

散列(6)

组合数学(2)

链表(2)

栈(1)

0			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			

往里面放入数据之后变成这样：

0			
1	760		
2			
3			
4			
5	672		
6	6		
7	835	352	
8	767	307	
9			
10	539	493	
11			
12	426		
13	151		
14	83		
15	774	751	360
16	407		
17	63		
18	639		
19	203		
20	917		
21	619	113	297
22	574		

可以看到这里尽管有些词条的确会彼此冲突，但依然可以在对应的桶中和平共处，被分隔开。当然，查找过程需要多出一步：除了需要根据关键码确定对应的桶单元地址，还需要在桶中遍历所有的槽位——直到找到目标or失败。不过只要槽位数量不多，就还能保证O(1) 的效率。

但是！有一个显而易见的问题。。。。

随笔档案

2018年9月(5)

2018年8月(7)

2018年7月(3)

2017年12月(3)

2017年11月(1)

2017年10月(5)

阅读排行榜

- 1. 开放定址法——线性探测(Linear Probing)(14470)
- 2. 开放定址法——平方探测(Quadratic Probing)(12746)
- 3. 分离链接法(Separate Chaining)(5946)
- 4. 母函数简介(4982)
- 5. 双散列和再散列暨散列表总结(2630)

评论排行榜

- 1. 红黑树——以无厚入有间(4)
- 2. 二叉树及其实现(基础版)(4)
- 3. 分离链接法(Separate Chaining)(3)
- 4. 红黑树——首身离兮心不惩(2)
- 5. B-树 分合之道(2)

推荐排行榜

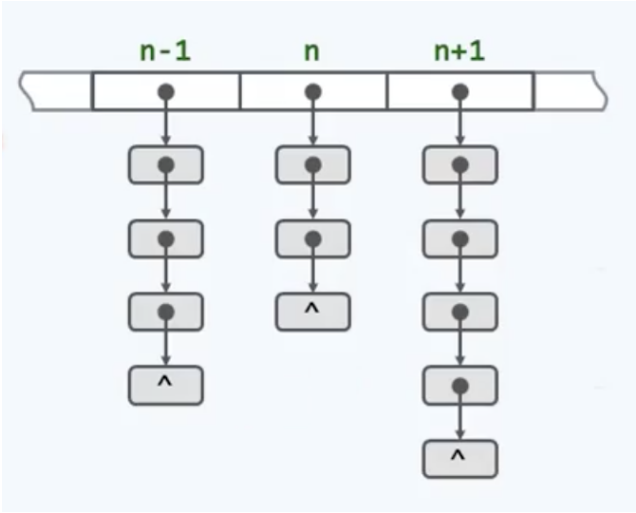
- 1. 二叉堆(4)
- 2. 散列——动机引入(4)
- 3. 母函数简介(3)
- 4. 左式堆(2)



注意，转折来了

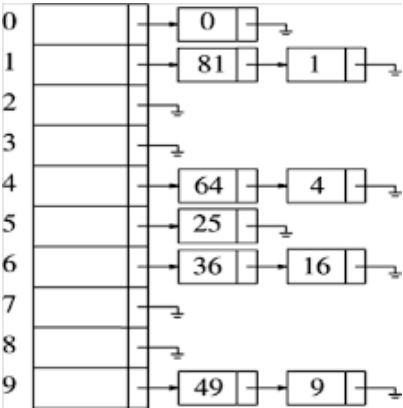
找到对应的地址之后，遍历到哪算完啊，我还得往前扫描多久啊？问题就在这：每一个桶具体应该细分为多少个槽位，在事先几乎是无法预测的。如果分的过细就会造成空间上的浪费，而反过来，无论分的多细，在极端的情况下，仍有可能在某个特定的桶中发生大规模的冲突。那么面临这一两难的抉择该如何破解呢？

多槽位法在空间和时间效率上的两难处境，我在学习向量（动态数组）的时候也遇到过，那时的解决办法就是用列表（这里就采用指针链表实现）。



新的策略如这幅图所示：如果这个长条是整个散列表，那么其中的每一个单元都将各自拥有一个对应的列表，而每一个列表都可以用来存放一组彼此冲突的词条。那么答案就水落石出了——将相互冲突的词条串接起来，也就是所谓的separate chaining。举个例子：

这里我们假设关键字是前10个完全平方数， $hash(x)=x\%10$ ，这里Size不是素数，只是为了简便。



相对于多槽位法，独立链法的优势非常明显：除了最初的表头，我们无需预留任何更多的空间，甚至如果空间很紧，更可取的方法是避免使用这些表头。而且表的长度可以根据需要自由的伸缩，只要系统的资源足够，任意多次的冲突都可以解决。得益于我们之前实现的表结构，我们只需寥寥几句即可实现相应的散列表结构。

5. 开放定址法——线性探测(Linear Probing)(2)

最新评论

1. Re:开放定址法——线性探测(Linear Probing)  
good  
--codworm

2. Re:分离链接法(Separate Chaining)  
我实现了下两种销毁哈希表函数，麻烦楼主看下有无需更改的地方 #if 0 void DestroyTable(HashTable \*H) //销毁哈希表 { Position P\_List, P\_Next...  
--HOWU

3. Re:分离链接法(Separate Chaining)  
附上我的销毁表的函数 void DestroyTable(HashTable \*H) //销毁哈希表 { Position P\_List, P\_Next; int i; for (i = 0; i < ...  
--HOWU

4. Re:分离链接法(Separate Chaining)  
List header=(List)malloc(H->TableSize \* sizeof(struct ListNode)); //Allocate list headers for (i=0; ...  
--HOWU

5. Re:母函数应用  
连续顶  
--lcl1997

下面来谈谈实现策略。

先给出实现分离链接法所需要的类型声明。里面的ListNode结构和之前的链表声明相同，而散列表结构包含一个链表数组（和数组中链表的个数），在散列表结构初始化时动态分配空间。此处的HashTable类型就是指向表头的指针。

```
#ifndef HashSep_h
#define HashSep_h
struct ListNode;
typedef struct ListNode *Position;
struct HashTbl;
typedef struct HashTbl *HashTable;

HashTable Init(int Size);
int Delete(int key, HashTable H);
void Insert(int key, HashTable H);
Position Find(int key, HashTable H);
Position FindPre(int key, HashTable H);
int Retrieve(Position P);
#endif /* HashSep_h */

struct ListNode {
    int value;
    Position next;
};

typedef Position List;

/*这里的List *TheLists将会是一个指针数组，用来充当表头，等待后续分配节点。
这个例子中我们使用表头（有时候空间资源比较紧可以省略表头），虽然这有点浪费。
*/
struct HashTbl {
    int TableSize;
    List *TheLists;
};
```

但是有个问题要小心



就是TheList域实际上是一个指向“指向ListNode结构的指针”的指针，二级指针。如果不使用typedef，那可能会相当混乱——毕竟没人想看见代码里出现一堆struct\*\* TheLists这种鬼玩意。

为执行Find，我们要用散列函数来确定究竟考察哪个表。此时我们顺次遍历并返回被查找项所在的位置。为执行Insert，我们要先查查有没有重复的，遍历一下（如果插入重复元素，通常要留出一个额外的变量，用来计数，重复元出现时+1）。如果是新元素，那么插到前端或者末尾都行，哪个容易就做哪个 hhhh 编写程序时这是最容易寻址的一种方式。有时候新元素插入前端不仅因为方便，而且还因为新被插入的元素被最先访问的可能性最大（我大散列自有国情在此）。

Find思路说清了，开始干吧，先初始化

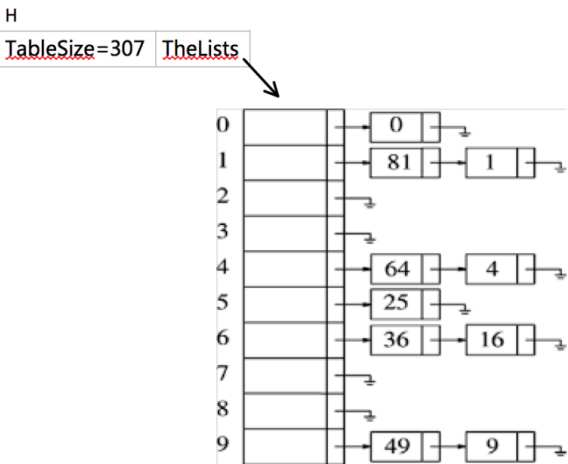
```
HashTable Init(int Size){
    HashTable H;
    int i;
    if (Size<MinTableSize) {
        printf("Table Size too small\n");
        return nullptr;
    }

    //Allocate table
    H=(HashTable)malloc(sizeof(struct HashTbl));
    H->TableSize=aPrime;

    //Allocate array of lists
    H->TheLists=(List*)malloc(sizeof(List)*H->TableSize);

    //Allocate list headers
    for (i=0; i<H->TableSize; i++) {
        H->TheLists[i]=(List)malloc(sizeof(struct ListNode));
        H->TheLists[i]->next=nullptr;
    }
    return H;
}
```

这里用到了与栈的数组实现中相同的想法。大概情形如下，做了一个简陋的图233：



不过这个程序里的一个低效之处在于malloc执行了TableSize次，这样写是为了方便直观理解，也可以再循环之前调用一次malloc然后循环里对接，从而减少开销，像这样：

```
List header=(List)malloc(H->TableSize * sizeof(struct ListNode));
//Allocate list headers
for (i=0; i<H->TableSize; i++) {
    //H->TheLists[i]=(List)malloc(sizeof(struct ListNode));
    H->TheLists[i]=&header[i];
    H->TheLists[i]->next=nullptr;
}
```

然后实现Find，对Find (key,H)的调用返回一个指向key的指针。如果key是一个string，那么比较和赋值必须用strcmp和strcpy进行。（以后补充上C++代码的时候就不用这么麻烦的方法了）

```

Position Find(int key, HashTable H) {
    List L=H->TheLists[Hash(key, H->TableSize)];
    Position P=L->next;

    while (P && P->value!=key)
        P=P->next;
    return P;
}

```



然后说插入新元素，如果插入的项已经存在那我们就不做什么；否则就插入表的前端。

```

void Insert(int key, HashTable H) {
    Position p, newCell;
    List L;

    p=Find(key, H);
    if (!p) { //key尚未存在
        newCell=(List)malloc(sizeof(struct ListNode));
        L=H->TheLists[Hash(key, H->TableSize)]; //找到对应的桶，这时（可能）发生冲突了，就往前塞
        newCell->next=L->next; //这老三步了，装填数据，插入前端
        newCell->value=key;
        L->next=newCell;
    }
}

```



这里的程序是作为例子方便理解，因此处于表意的目的牺牲了一部分性能，比如这里计算了2次hash函数，多余的计算总是不好的，所以后续还需要进一步优化重写。不过作为例子它的使命已经完成了。

删除的语义是返回被删除的关键字，以便。。。留作念想2333

```

int Delete(int key, HashTable H) {
    Position cur, pre;
    cur=Find(key, H);
    pre=FindPre(key, H);
    if (cur) {
        pre->next=cur->next;
        cur->next=NULLPTR; //防止野指针
        free(cur);
    }
    else printf("%d has not been found!\n", key);
    return key;
}

```



这里的FindPre实现如下：和Find差不多，只是多往后试探了一步（如果用双向链表就不用这样了，双链表的实现在我的github里，右侧边栏有地址）

```

Position FindPre(int key, HashTable H) {
    List L=H->TheLists[Hash(key, H->TableSize)]; //指向要放的那个桶
    Position P=L->next;

    while (P && P->next->value!=key)
        P=P->next;
    return P;
}

```





除了链表之外，任何的方案都有可能用来解决冲突：一颗BST甚至另一个散列表均可胜任。但是我们所希望的是，如果表的Size大，同时hash策略足够好，那么所有的表就会尽可能短。

再做一些细致分析：我们定义散列表的装填因子 $\lambda$ =表中总元素 / Size，在上面的例子中， $\lambda=1.0$ ，表的平均长度也是 $\lambda$ 。执行find需要的总时间是计算散列函数的 $O(1)$  + 遍历表的时间。在一次不成功的查找中，遍历的平均数量为 $\lambda$ ，不包括最后的null。成功的查找则需要遍历大约 $1+\lambda/2$ 个节点（具体的推导步骤我去CLRS上看看，然后附上来），他保证必然会遍历至少一个节点，因为查找成功了，但是我们也希望沿着一个表

中途就能找到匹配元素。这就说明了，表的大小实际上不重要，而装填因子才是最重要的。分离链接散列的一般原则是：使得表的大小尽量与预料的元素个数差不多（ $\lambda=1$ ）。正如前面说过的，让表的Size是素数从而保证了一个良好的分布，这也是一个好方法。

所以我们可以看到分离链接是多么智慧的一种方法啊，优雅而巧妙的避开了一个老大难的问题：我到底该留几个槽位？而且保证了插入新元素的常数时间，可以解决任意多次的冲突，只要你内存吃得消，时间足够多，而且有链表作为基础，不会卡在指针调整上，实现起来十分便利.....



## 停一下，先别吹了

嗯。。。当然，这种方法的缺点也同样是很明显的，比如需要引入额外的指针，而为了生成或销毁节点，也需要借助动态内存的申请。相对于常规的操作，此类动态申请操作的时间成本大致要高出两个数量级。然而这种方法最大的缺陷还不仅如此，还有系统的缓存功能，在这里每个桶内部的查找都是沿着对应的列表顺序进行的，然而在此之前，不同列表中各节点的插入和销毁次序完全是随机的。因此对于任何一个列表而言，其中的节点在物理空间上，往往不是连续分布的。那系统很难预测你的访问方向了，无法通过有效的缓存加速查找过程。当散列表的规模非常之大，以至于不得不借助IO时，这一矛盾就显得更加突出了。

总结一下分离链接的优劣之处吧

优点：

- 无需为每个桶预留多个槽位
- 可解决任意多次冲突
- 删除操作简单、统一

缺点：

- 指针需要额外空间
- 节点需要动态申请，开销比正常高2个数量级
- 空间未必连续分布，系统缓存几乎失效

第三个缺点是极其致命的，那么为了有效的激活并充分利用系统的缓存功能，我们又当如何继续改进呢？  
下一篇我们继续探索其中的奥秘hhhhh

ps.转载请注明文章来源，否则会追加法律责任。

标签: 散列, 数据结构

好文要顶

关注我

收藏该文



仪式黑刀

关注 - 2

粉丝 - 28

+加关注

2

0

« 上一篇: 概观散列函数

» 下一篇: 开放定址法——线性探测(Linear Probing)

posted @ 2018-08-03 14:37 仪式黑刀 阅读(5946) 评论(3) 编辑 收藏 举报

## 评论列表

#1楼 2019-12-01 17:46 HOWU

回复 引用

```
1 List header=(List)malloc(H->TableSize * sizeof(struct ListNode));
2 //Allocate list headers
3 for (i=0; i<H->TableSize; i++) {
4     //H->TheLists[i]=(List)malloc(sizeof(struct ListNode));
5     H->TheLists[i]=&header[i];
6     H->TheLists[i]->next=NULLptr;
7 }
```

请问这种初始化方式，在销毁表的时候如何释放内存？

因为是整块申请的，要整块释放

但是在释放时，找不到你申请的header中间变量

支持(0) 反对(0)

#2楼 2019-12-01 17:49 HOWU

回复 引用

附上我的销毁表的函数

```
1 void DestroyTable(HashTable *H) //销毁哈希表
2 {
3     Position P_List, P_Next;
4     int i;
5     for (i = 0; i < (*H)->TableSize; ++i){
6         P_List = (*H)->TheList[i];
7         while (P_List){
8             P_Next = P_List->Next;
9             free(P_List);
10            P_List = P_Next;
11        }
12    }
13    free(*H);
14    *H = NULL;
15 }
```

这对应的是另一种申请方式的销毁方法

支持(0) 反对(0)

#3楼 2019-12-01 18:14 HOWU

回复 引用

我实现了下两种销毁哈希表函数，麻烦楼主看下有无需更改的地方

```
1 #if 0
2 void DestroyTable(HashTable *H) //销毁哈希表
```



```
3 {
4     Postion P_List, P_Next;
5     int i;
6     //释放插入数据的空间，即链表，这里不包括表头，因为表头是一个整块，需单独释放
7     for (i = 0; i < (*H)->TableSize; ++i){
8         P_List = (*H)->TheList[i]->Next;
9         while (P_List){
10             P_Next = P_List->Next;
11             free(P_List);
12             P_List = P_Next;
13         }
14     }
15     //释放表头，即List型指针数组
16     free((*H)->TheList[0]);
17     //释放哈希表
18     free(*H);
19     *H = NULL;
20 }
21 #endif
22 void DestroyTable(HashTable *H) //销毁哈希表
23 {
24     Postion P_List, P_Next;
25     int i;
26     //释放插入数据的空间，即链表
27     for (i = 0; i < (*H)->TableSize; ++i){
28         P_List = (*H)->TheList[i]; //注意这里，与上面不同，因为表头是单块的，顺便一起释放了
29         while (P_List){
30             P_Next = P_List->Next;
31             free(P_List);
32             P_List = P_Next;
33         }
34     }
35     //释放哈希表
36     free(*H);
37     *H = NULL;
38 }
```

支持(0) 反对(0)


刷新评论 刷新页面 返回顶部

发表评论

编辑 预览

B    

支持 Markdown

 自动补全

提交评论 退出 订阅评论

[Ctrl+Enter快捷键提交]

【推荐】并行超算云面向博客园粉丝推出“免费算力限时申领”特别活动  
【推荐】百度智能云超值优惠：新用户首购云服务器1核1G低至69元/年

【推荐】跨平台组态\工控\仿真\CAD 50万行C++源码全开放免费下载!

【推荐】和开发者在一起：华为开发者社区，入驻博客园科技品牌专区

【注册】App开发者必备：打造增长变现闭环，高效成长，收入提升28%



#### 编辑推荐：

- 理解ASP.NET Core - 选项(Options)
- 跳槽一年后的回顾
- 在 Unity 中渲染一个黑洞
- 理解 ASP.NET Core - 配置(Configuration)
- CSS 奇技淫巧 | 妙用 drop-shadow 实现线条光影效果

#### 最新新闻：

- 量子物理学家：如果宇宙中所有物体突然消失，会剩下一个「空宇宙」吗？（2021-10-12 22:15）
  - 深度学习正改变物理系统模拟，速度最高提升20亿倍那种（2021-10-12 22:00）
  - 因果推断研究获2021诺贝尔经济学奖，图灵奖得主祝贺并反对（2021-10-12 21:45）
  - 天价遗产税！卖了116亿元股票还差得远，三星家族选择5年分期（2021-10-12 21:30）
  - 苹果将Face ID等信息写入底层硬件后 第三方维修市场或迎来寒冬（2021-10-12 21:20）
- » 更多新闻...

Copyright © 2021 仪式黑刃

Powered by .NET 6 on Kubernetes