# 基本理论

双指针可以分为2类，一个“快慢指针”，一个是“左右指针”。前者主要解决链表中的问题，后者主要解决字符串和数组的问题。

# 【快慢指针】

快慢指针，通常初始化时都指向链表头结点head,然后fast在前（fast->next->next）,慢指针slow->next,巧妙解决链表中的问题。

## 1. [141. 环形链表](https://leetcode-cn.com/problems/linked-list-cycle/)【fast = fast->next->next】



思路：慢指针每次走一步，快指针每次走2步，必定会相遇，就如赛跑。

bool hasCycle(struct ListNode \*head)

{

    struct ListNode \*slow, \*fast;

    if (head == NULL) {

        return false;

    }

    slow = head;

    fast = head;

    while (fast != NULL && fast->next != NULL) {

        fast = fast->next->next;

        slow = slow->next;

        if (fast == slow) {

            return true;

        }

    }

    return false;

}

## 2. [面试题22. 链表中倒数第k个节点](https://leetcode-cn.com/problems/lian-biao-zhong-dao-shu-di-kge-jie-dian-lcof/)

让快指针先行K步，然后慢指针开始从头开始，当快指针走到结尾的时候，此时慢指针恰好在N-K个即倒数第K个。

如果是求中点：其实就是同时走，快指针到达结尾的时候就可以了返回slow指针了。

struct ListNode\* getKthFromEnd(struct ListNode\* head, int k)

{

    struct ListNode \*slow, \*fast;

    if (head == NULL) {

        return NULL;

    }

    slow = head;

    fast = head;

    while(k >= 1 && fast != NULL) {

        fast = fast->next;

        k--;

    }

    while(fast != NULL) {

        slow = slow->next;

        fast = fast->next;

    }

    return slow;

}

## 3.判定有环并返回环的起点【环形链表的环起点】

思想：fast与slow都从head开始，fast以2步的速度前进，slow以1步的速度前进。当相遇的时候假设slow走了K步，那么fast必然是2K步，

可知环的长度其实是2K-K = K。

设相遇到的点距离环的起点有m步，，则相遇点沿着环方向再次到环的起点的距离为k-m。

那么此时slow要是从起点开始走k – m步必然可以到达环的起点。

如果第一次相遇后，fast慢下来那么就是相遇。

struct ListNode \*detectCycle(struct ListNode \*head)

{

    struct ListNode \*slow, \*fast;

    if (head == NULL) {

        return NULL;

    }

    fast = head;

    slow = head;

    while(fast != NULL && fast->next != NULL) {

        fast = fast->next->next;

        slow = slow->next;

        if (fast == slow) {

            break;

        }

    }

    // 无环

    if (fast == NULL || fast->next == NULL) {

        return NULL;

    }

    slow = head;

    while (fast != slow) {

        slow = slow->next;

        fast = fast->next;

    }

    return slow;

}

## 4.链表的中点

参考2

# 【左右指针】

一般就是指向2个索引。

# 【左右指针之二分查找】

二分查可以在有序的数组中搜索给定的目标值的索引。

但是如果有重复值的话怎么才能找到边界呢？除了上述应用外还有没有别的用处。

## 【二分查找编程的几个关键点】

1. 当需要使用nums[right]的时候，需要则将right初始化为numsSize – 1，即闭区间查找，但也可能会用到mid+1,因此即使闭区间找也可能使用“<”号，如下方的题3【寻找峰值】。

优选这种方式，难一点额都会用到num[right].

2.while的条件是left <= right还是left < right根据初始化的方式定，numsSize则对应left < right，当然闭区间找有时也会用<.

3.当缩小区间的时候，left = mid + 1 或者right = mid - 1要根据mid是否可以被排除及搜索区间的闭合性来决定。

如left <= right，即闭区间.

mid可以被排除，则缩小时，需要left + 1,或right - 1;

向左缩小时，设mid不能被排除，则right = mid可以被排除，则缩小时，需要left

如left < right，即左闭右开

mid可以被排除，向右缩小时，需要left = left + 1,因为左闭，如果不+1，被重复了。

向左缩小时，需要right = mid,因为右开的，直接写mid，mid也不会被包含

4. 二分法避免溢出 mid = left + (right - left) / 2

5.退出循环。如果用left < right 那么[left,left]其实是没有查的，或[right,right]其实也没做检查

## 【二分查找的基本应用】

1.有序数组搜索固定值

2.有序数组（含重复元素）寻找左/右边界 - leetcode-34

3.旋转数组（不含重复值搜索固定值） - leetcode-33

4.旋转数组（含重复值搜索固定值） - leetcode-81

5.旋转数组（不含重复值搜素最小值） - leetcode-153

6.旋转数组（含重复值搜索最小值） - leetcode-154 困难

7.优化算法，比如搜索线性空间，如可可吃香蕉- leetcode-875

## 【基本思想与难点】

要求数组有序，其实也就是单调性或者是不是可以确定排除另一边的元素。

用左元素还是右元素比较是非常关键的。

比如旋转数组中如果是寻找目标值，则寻找递增区间是关键；

比如旋转数组中如果是寻找最小值，则和右元素比较是很关键的。

## 【二分查找之基本算法-leetcode-704】

写法（1）

int MybSearch(int\* nums, int size, int target)

{

    int left = 0;

    int right = size;

    int mid;

    while (left < right) {

        // 避免溢出

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (target == nums[mid]) {

            return mid;

        }

        if (target > nums[mid]) {

            left = mid + 1;

        }

        if (target < nums[mid]) {

            right = mid;

        }

    }

    return -1;

}

写法2：

int search(int\* nums, int numsSize, int target){

    int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        // 避免溢出

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (target == nums[mid]) {

            return mid;

        }

        if (target > nums[mid]) {

            left = mid + 1;

        }

        if (target < nums[mid]) {

            right = mid - 1; // 因为mid可以被排除

        }

    }

    return -1;

}

## 【二分查找之寻找左右边界-leetcode-34】

针对判定条件的异或：

搜索左边界：

其实是为了判定return nums[left] == target ? left : -1;

而循环退出条件是right < left，

有可能是right = -1, left = 0,这种可以用上面的形式包含。

也有可能是left = Size,right = Size – 1，这种就需要用left >= Size或者right == Size – 1。

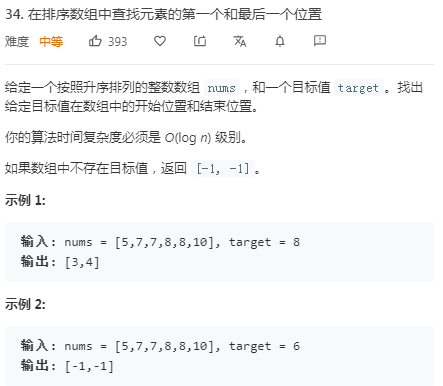
搜索右边界:

其实是为了判定return nums[left - 1] == target ? left -1 : -1;

而循环退出条件是right < left

可能是right = -1, left = 0,这种可以用上面的形式包含，会使上面出问题，因此用right < 0

可能是left = Size,right = Size – 1，可以用最上面的方式包哈。



主要看写法2；

写法一：

int MybSearchLeftBound(int\* nums, int size, int target)

{

    int left = 0;

int right = size;

// 搜索区间是[left, fight),因此while循环的条件是left < right

    int mid;

    while (left < right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        // 相等的时候，缩小搜索区间

        if (target == nums[mid]) {

            right = mid;

        }

        if (target > nums[mid]) {

            left = mid + 1;

        }

        if (target < nums[mid]) {

            right = mid;

        }

    }

    return nums[left] == target ? left : -1;

}

写法二：

int FindBoudLeft(int\* nums, int numsSize, int target)

 {

     int left = 0;

     int right = numsSize - 1;

     int mid;

     if (numsSize == 0) {

        return -1;

     }

     while (left <= right) {

         mid = left + (right - left) / 2;

         if (nums[mid] == target) {

             right = mid - 1;

             continue;

         }

         if (nums[mid] > target) {

             right = mid - 1;

             continue;

         }

         if (nums[mid] < target) {

             left = mid + 1;

             continue;

         }

     }

// 因为是找左边界，相等的时候都是让right = mid -1。因此循环结束时其实主要目// 地是判定nums[left]是不是相等即可。特殊情况是找不到target，找不到的情况就是nums[left] ！= target 或者left > numsSize

     if (left >= numsSize) {

        return -1;

     }

// 一般情况因为是缩小

     return nums[left] == target ? left : -1;

 }

## 【二分查找之寻找右边界-leetcode-34】

写法一：

int MybSearchRightBound(int\* nums, int size, int target)

{

int left = 0;

int right = size;

int mid ;

while (left < right) {

mid = left + (right - left) / 2;

if (target == nums[mid]) {

left = left + 1;

}

if (target > nums[mid]) {

left = left + 1;

}

if (target < nums[mid]) {

right = mid;

}

}

return nums[left - 1] == target ? left - 1 : -1;

}

写法二：

 int FindBoudRight(int\* nums, int numsSize, int target)

 {

     int left = 0;

     int right = numsSize - 1;

     int mid;

     if (numsSize == 0) {

        return -1;

     }

     while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (nums[mid] == target) {

            left = left + 1;

            continue;

        }

        if (nums[mid] > target) {

            right = mid - 1;

            continue;

        }

        if (nums[mid] < target) {

            left = mid + 1;

            continue;

        }

     }

// 找右边界，都是让left+1,因此正常下，只需要判断nums[left - 1]和target是否相等// 即可。特殊情况是找不到，即nums[left - 1] ！= target 或者right < 0

     if (right < 0) {

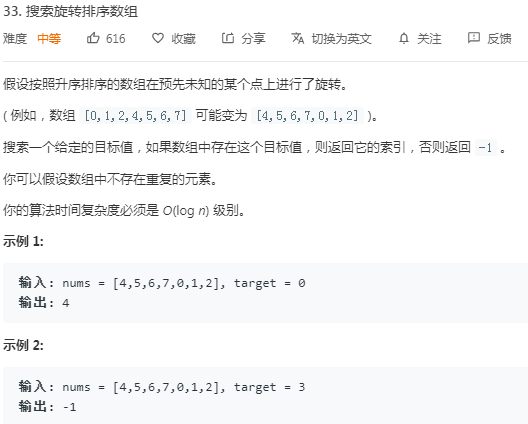
        return -1;

     }

     return nums[left - 1] == target ? left - 1 : -1;

 }

## 【寻找旋转数组固定值-无重复元素】【寻找递增区间+排除区间】



思路：

旋转数组中使用二分查找，无论是搜索特定值还是搜索最小值，都需要在左右2个区间中，找到连续递增的区间。

1. 判断区间递增只需要判断边界值。nums[left] <= nums[mid],则left-mid递增，反之mid-right递增。注意如果是有重复数值的时候，不适用，如【1,1,1,1,1,3,1】

**（2）**当找到递增区间后:

//对于左区间递增，如果nums[left] <= target && target <= nums[mid] 在左区间找：right = mid - 1;否则在右区间找:left = mid + 1;

//对于右区间递增，如果nums[mid] <= target && target <= nums[right],在右区间找：left = mid + 1;否则在左区间找：right = mid - 1;

int search(int\* nums, int numsSize, int target)

{

    int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (nums[mid] == target) {

            return mid;

        }

        // 左区间递增，则在左区间二分查找。

        if (nums[mid] >= nums[left]) {

// 如果符合，则肯定在这个范围

            if (nums[left] <= target && target <= nums[mid]) {

                right = mid;// 不能排除，而且是闭区间

            } else {

                left = mid + 1;// 因为可以排除

            }

        } else {

            if (nums[mid] <= target && target <= nums[right]) {

                left = mid; // 不能排除，而且是闭区间

            } else {

                right = mid - 1; // 因为可以排除

            }

        }

    }

    return -1;

}

## 【查找寻找旋转数组固定值-重复元素】【去重+寻找递增区间+排除区间】



思路：同81题，但是由于存在相同元素，以nums[mid] >= nums[left]就判定左半边是递增区间是有问题的。比如1，2，1，1，1.因此可以去重。其他基本类似

bool search(int\* nums, int numsSize, int target)

{

    int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (nums[mid] == target) {

            return true;

        }

// 去重，最坏情况退化成O(n)

        if (nums[mid] == nums[left]) {

            left++;

            continue;

        }

        if (nums[mid] >= nums[left]) {

            if (nums[left] <= target && target <= nums[mid]) {

                right = mid;

            } else {

                left = left + 1;

            }

        } else {

            if (nums[mid] <= target && target <= nums[right]) {

                left = mid;

            } else {

                right = mid - 1;

            }

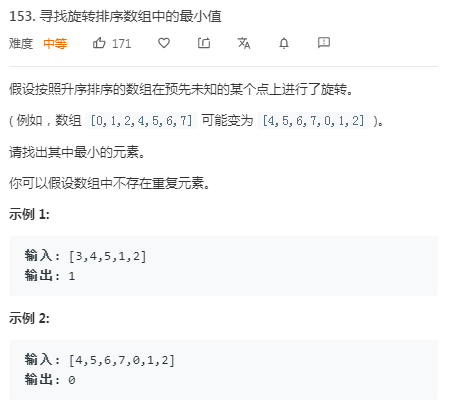
        }

    }

    return false;

}

## 【查找旋转数组最小值-无重复元素】【和尾部比排除区间】



思路1：

同样的寻找递增区间，但是如果有重复则不好做

int findMin(int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = (right - left) / 2 + left;

        // 一旦变成nums[left] <= nums[right],则左侧肯定最小

        if (nums[left] <= nums[right]) {

            return nums[left];

        }

        // 递增区间，最小值肯定不在这,在右边,向右压缩

        if (nums[mid] >= nums[left]) {

            left = mid + 1;

        } else {

            right = mid;// 否则最小值肯定在左边

        }

    }

    return 0;

}

思路2：

和右边元素比较，如果nums[mid] > nums[right]，则最小值肯定在这。

代码：

int findMin(int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = (right - left) / 2 + left;

        if (left == right) {

            return nums[left];

        }

        if (nums[mid] > nums[right]) {

            left = mid + 1;

        } else {

            right = mid;

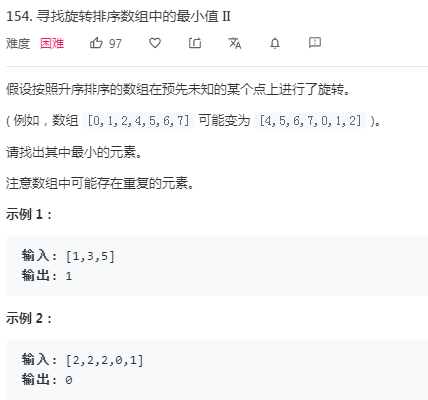
        }

    }

    return 0;

}

## 【查找旋转数组最小值-重复元素】【去重+和尾部比排除区间】



思路：

还是在无序的里面找，但是要注意如果因为有重复元素，因此nums[mid] = nums[right]，要对后面去重。

int findMin(int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = (right - left) / 2 + left;

        if (left == right) {

            return nums[left];

        }

// 去重如3，3，1，3.

        if (nums[mid] == nums[right]) {

            right--;

            continue;

        }

        if (nums[mid] > nums[right]) {

            left = mid + 1;

        } else {

            right = mid;

        }

    }

    return 0;

}

## 1．875. 爱吃香蕉的珂珂【线性搜索空间】



思路：暴力解决的话其实也是从1到最大速度去搜索。这样的话其实可以用二分搜索中的边界搜索。

int IsOk(int\* piles, int pilesSize, int speed, int h)

{

    int i;

    int t = 0;

    int tmp = 0;

    for (i = 0; i < pilesSize; i++) {

        tmp = piles[i] / speed;

        t += (piles[i] % speed == 0) ? tmp : tmp + 1;

        if (t > h) {

            return 0;

        }

    }

    return 1;

}

int minEatingSpeed(int\* piles, int pilesSize, int H)

{

    int i = 0;

    int minSpeed = -1;

    int maxSpeed = -1;

    int speed, midSpeed;

    minSpeed = 1;

    maxSpeed = piles[0];

    for (i = 1; i < pilesSize; i++) {

        //minSpeed = (minSpeed < piles[i]) ? minSpeed : piles[i];

        maxSpeed = (maxSpeed < piles[i]) ? piles[i] : maxSpeed;

    }

    maxSpeed += 1;

    while(minSpeed < maxSpeed) {

        midSpeed = minSpeed + (maxSpeed - minSpeed) / 2;

        // 能吃完的话，继续缩小范围

        if (IsOk(piles, pilesSize, midSpeed, H) == 1) {

            maxSpeed = midSpeed;

        } else {    // 不能吃完

            minSpeed = midSpeed + 1;

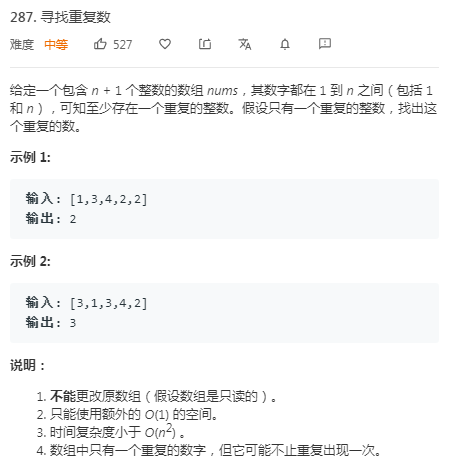
        }

    }

    return (IsOk(piles, pilesSize, minSpeed, H) == 1) ? minSpeed : -1;

}

## 2．287. 寻找重复数 【线性搜索空间】



思路：暴力是可以解答，但是复杂度会超。

其实题目中也就是求[1,n]中的1个数字，那么可以就这一段线性空间利用二分法倒是很像第875题。left =1,right = numsSize – 1;

由于是1+n个元素，值又是1-n,因此对于每一个mid，只需要对原数组进行计数对于<mid就对count累计，如果重复的值出现在左边，必然导致count>=mid；因此，对于count>=mid，对答案的结果向左缩小区间。

另外：由于元素组成的特殊性，必然导致会成环，可以利用链表的成环找起点的思路去做。

int findDuplicate(int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 1;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

    int i;

    int count = 0;

    while (left <= right) {

        mid  = left + (right - left) / 2;

        count = 0;

        for (i = 0; i < numsSize; i++) {

            if (nums[i] < mid) {

                count++;

            }

        }

        if (count >= mid) {

            right = mid - 1;

        } else {

            left = mid + 1;

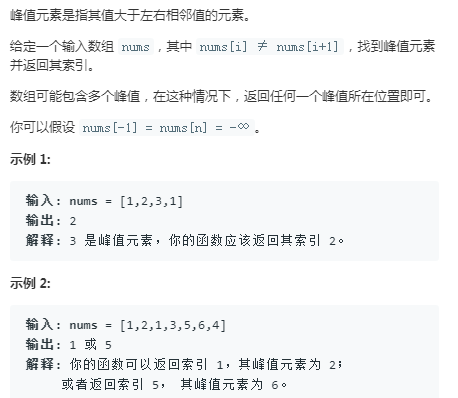
        }

    }

    return left - 1; //使用mid是不行的，使用right也可以

}

## 3. [162. 寻找峰值](https://leetcode-cn.com/problems/find-peak-element/)【排除区间】



思路：

由于两边是负无穷，因此可以利用如下特点。

假设num[mid] > nums[mid + 1]那么左边肯定存在封顶，反之右边肯定存在封顶。

代码：

int findPeakElement(int\* nums, int numsSize)

{

int left = 0;

    int right = numsSize - 1;

    int mid;

// 由于right是size – 1,本是闭区间查的，但是由于有mid+1,因此这里用小于号，// 边界不查.因此退出循环实际上

    while (left < right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        //printf("%d %d %d\n",left, right, mid);

        if (nums[mid] > nums[mid + 1]) {

            right = mid;

        } else if (nums[mid] < nums[mid + 1]) {

            left = mid + 1;

        }

    }

    return left;

}

## 4. [240. 搜索二维矩阵 II](https://leetcode-cn.com/problems/search-a-2d-matrix-ii/)【库函数或者自己实现-当成二叉树】



int MyCmp(const void\* a, const void\* b) {

    int\* pa = (int\*)a;

    int \*pb = (int\*)b;

    return \*pa - \*pb;

}

// @lc code=start

bool searchMatrix(int\*\* matrix, int matrixRowSize, int matrixColSize, int target)

{

    int i;

    int\* ret = NULL;

    for (i = 0; i < matrixRowSize; i++) {

        ret = (int\*)bsearch((int\*)&target, (int\*)matrix[i], matrixColSize, sizeof(int), MyCmp);

        if (ret != NULL) {

            return true;

        }

    }

    return false;

}

/\*方法二：【也适用[**74. 搜索二维矩阵**](https://leetcode-cn.com/problems/search-a-2d-matrix/)】

选取起点右上角或左下角进行遍历。

当matrix[row][col] > target则向左走，换列；

当matrix[row][col] < target则向下走，换行；

也可以选择左下，为什么不选择左上和右下呢，因为这2个分别为最大最小值，当和target比较时路径不唯一既可以还行也可以换列

\*/

bool searchMatrix(int\*\* matrix, int matrixRowSize, int matrixColSize, int target)

{

int row = 0;

int col = matrixColSize - 1;

while (row < matrixRowSize && col >= 0) {

if (matrix[row][col] == target) {

return true;

}

if (matrix[row][col] > target) {

col--;

continue;

}

if (matrix[row][col] < target) {

row++;

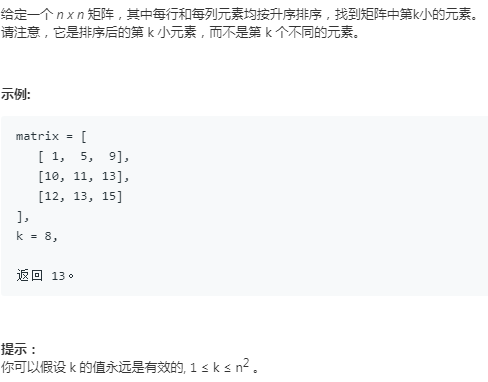
}

}

return false;

}

## 5. [378. 有序矩阵中第K小的元素](https://leetcode-cn.com/problems/kth-smallest-element-in-a-sorted-matrix/)【可二分，可一般方法】



这里主要为了练习二分，因此用二分，可以更一般，就是开一个辅助数组，拷贝，再用库函数排序，返回k-1.

当然也可以二分，在matrix[0][0] 到matrix[row -1][col - 1]的区间线性搜索，对每一个mid,遍历二维数组，对<=mid的进行计数，如果conut >= k 肯定在左区间，否则在右区间。类似第2题的重复数。

int Count(int\*\* matrix, int matrixSize, int colSize, int value)

{

    int row = 0;

    int col ;

    int count = 0;

    int j;

    for (row = 0; row < matrixSize; row++) {

        if (matrix[row][colSize - 1] <= value) {

            count += colSize;

            continue;

        }

        for (col = 0; col < colSize; col++) {

            if (matrix[row][col] <= value) {

                continue;

            }

            break;

        }

        count += col;

    }

    return count;

}

int kthSmallest(int\*\* matrix, int matrixSize, int\* matrixColSize, int k)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    int mid;

    int count;

    int colSize = matrixColSize[0];

    left = matrix[0][0];

    right = matrix[matrixSize - 1][matrixColSize[0] - 1];

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (left ==right && left == mid) {

            return left;

        }

        count = Count(matrix, matrixSize, matrixColSize[0], mid);

        if (count >= k) {

            right = mid;

        } else {

            left = mid + 1;

        }

    }

    return left;

}

一般方法:

int MyCmp(const void \*a, const void\* b)

{

int \*pa = (int\*)a;

int \*pb = (int\*)b;

return \*pa - \*pb;

}

int kthSmallest(int\*\* matrix, int matrixSize, int\* matrixColSize, int k)

{

int i, j;

int ret;

int \*temp = (int\*)calloc(matrixColSize[0] \* matrixSize, sizeof(int));

for (i = 0; i < matrixSize; i++) {

memcpy(&temp[j] + i \* matrixColSize[0], matrix[i], matrixColSize[0] \* sizeof(int));

}

qsort(temp, matrixColSize[0] \* matrixSize, sizeof(int), MyCmp);

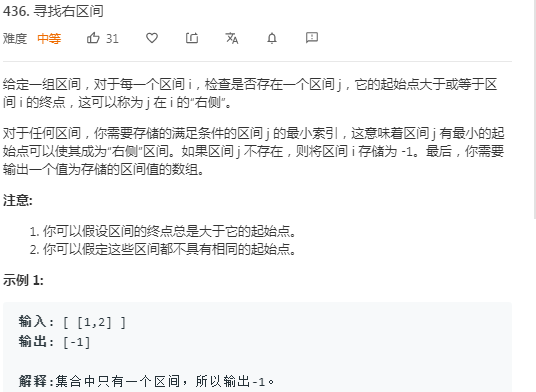
ret = temp[k -1];

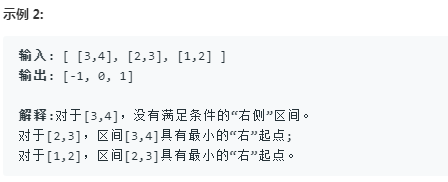
free(temp);

return ret;

}

## 6. [436. 寻找右区间](https://leetcode-cn.com/problems/find-right-interval/)【结构体捆绑排序+二分寻找边界】





题意：对于[1,2],如果有[3,4] [5,6],需要返回区间[3,4]所在的索引。

思路一：排序+二分

1.按区间的第一个元素进行排序，然后遍历每个区间的元素1，对每个区间的元素1 x，查找第一个>=x 的区间，再映射到其ndex

2.难点如何在排序之后能捆绑区间在原集合中的序号，这里用集合体捆绑

typedef struct {

    int nums[2];

    int index;

}ELEMENT\_T;

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    ELEMENT\_T\* pa = (ELEMENT\_T\*)a;

    ELEMENT\_T\* pb = (ELEMENT\_T\*)b;

    return pa->nums[0] - pb->nums[0];

}

// 寻找第一个>=target的元素，其实是寻找左边界的模板套用

int SearchFirstEle(ELEMENT\_T\* table, int size, int target)

{

    int left = 0;

    int right = size - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (table[mid].nums[0] >= target) {

            right = mid - 1;

        } else {

            left = mid + 1;

        }

    }

    if (left >= size) {

        return -1;

    }

    return table[left].nums[0] >= target ? table[left].index : -1;

}

int\* findRightInterval(int\*\* intervals, int intervalsSize, int\* intervalsColSize, int\* returnSize)

{

    int i;

    int temp;

    ELEMENT\_T\* table = (ELEMENT\_T\*)calloc(intervalsSize, sizeof(ELEMENT\_T));

    int\* ans = (int\*)calloc(intervalsSize, sizeof(int));

    // 将区间与在原集合中的序号捆绑

for (i = 0; i < intervalsSize; i++) {

        memcpy(table[i].nums, intervals[i], 2 \* sizeof(int));

        table[i].index = i;

    }

    qsort(table, intervalsSize, sizeof(ELEMENT\_T), MyCmp);

// 对每个结合，去排序数组中寻找第一个比他大或者相等的元素的序号

for (i= 0; i < intervalsSize; i++) {

        temp = SearchFirstEle(table, intervalsSize, table[i].nums[1]);

        ans[table[i].index] = temp;

    }

    free(table);

    table = NULL;

    \*returnSize = intervalsSize;

    return ans;

}

思路二：暴力求解。

对于区间集合的每一个区间intervals[i]，都遍历的去找最小右区间索引。一路上记住该最小值和索引，及时同步更新，但是最后会超时。

#define GETMIN(x, y)  ((x) >= (y)) ? y :x;

int\* findRightInterval(int\*\* intervals, int intervalsSize, int\* intervalsColSize, int\* returnSize)

{

    int \* ans = NULL;

    int i, j;

    int minStart = 0xfffffff;

    int index;

    ans = (int\*)calloc(intervalsSize, sizeof(int));

    for (i = 0; i < intervalsSize; i++) {

        index = -1;

        minStart = 0xfffffff;

        for (j = 0; j < intervalsSize; j++) {

            if (i == j) {

                continue;

            }

// 一旦发现比他大的，和历史值比较，看下是否更新index

            if (intervals[i][1] <= intervals[j][0]) {

                minStart = GETMIN(minStart, intervals[j][0]);

                index = (minStart == intervals[j][0]) ? j : index;

            }

        }

        ans[i] = index;

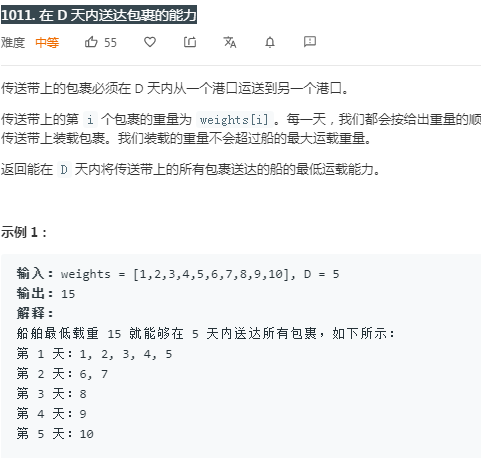
    }

    \*returnSize = intervalsSize;

    return ans;

}

## 7. [1011. 在 D 天内送达包裹的能力](https://leetcode-cn.com/problems/capacity-to-ship-packages-within-d-days/)【线性搜索+寻左边界】



思路：注意装货是不能跨越，是挨着顺序的。而且还应该要看出，最低的运货能力至少>=max(weights[i]),最大的运载能力就是所有货物之和。因此可以用二分搜索答案区间，并找左边界。

注意：辅助函数的大致思路是：

不断的叠加当前的cur,当cur超出运载能力，就要耗费一天，并把剩余的直接放在下一天，即cur = weight[i];当cur == 运载能力时，也要耗费一天，并把cur清0.

这是很好的处理方式，写出的代码简洁。

代码：

int CanTransport(int\* weights, int weightsSize, int D, int perWeight)

{

    int i;

    int cur = 0;

    int day = 0;

    for (i = 0; i < weightsSize; i++) {

        cur += weights[i];

        if (cur > perWeight) {

            day++;

            cur = weights[i];

            continue;

        }

        if (cur == perWeight) {

            day++;

            cur = 0;

        }

    }

    if (cur != 0) {

        day++;

    }

    return day <= D ? 1 : 0;

}

int shipWithinDays(int\* weights, int weightsSize, int D)

{

    int sum = 0;

    int i;

    int left = 1;

    int right;

    int mid;

    int temp;

    int max = -1;

    for (i = 0; i < weightsSize; i++) {

        sum += weights[i];

        max = (max <= weights[i]) ? weights[i] : max;

    }

    left = max;

    right = sum;

    // 在[left, right]寻找最左边的perWeight,注意最小的运输能力是weight中的最大值

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        temp = CanTransport(weights, weightsSize, D, mid);

        if (temp == 1) {

            right = mid - 1;

        } else {

            left = mid + 1;

        }

}

// 这里其实是寻找左边界的一般思路，本题可以省略。但是为了规范写起来。

    if (right < 1) {

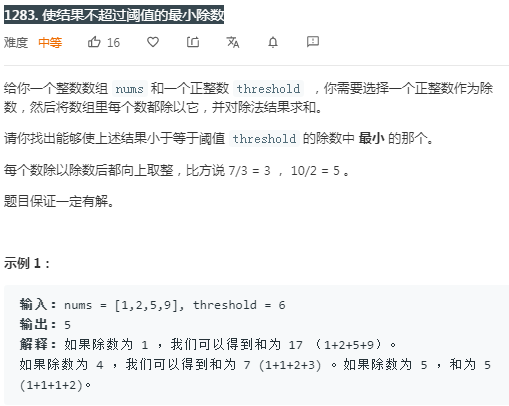
        return 0;

    }

    return left;

}

## 8. [1283. 使结果不超过阈值的最小除数](https://leetcode-cn.com/problems/find-the-smallest-divisor-given-a-threshold/)【线性搜索+寻找左边界】



思路：考虑极端情况，除以div之后，

所有的和能达到最大，也就是把所有的数字相加即可，此时div应为1.

所有和最小，也就是没个数除以div之后都为1，也就是div最大其实是max(nums[i]).因此问题转化为在[1,max(nums[i])]中搜索div使得sum 符合如下条件： sum <= threshold,其中div最小其实就是寻找左边界。.

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int\* pa = (int\*)a;

    int\* pb = (int\*)b;

    return \*pa - \*pb;

}

int IsEnough(int\* nums, int numsSize, int threshold, int div)

{

    int i;

    int cur = 0;

    for (i = 0; i < numsSize; i++) {

        cur += (nums[i] / div);

        cur += (nums[i] % div == 0 ? 0 : 1);

        if (cur > threshold) {

            return 0;

        }

    }

    return 1;

}

int smallestDivisor(int\* nums, int numsSize, int threshold)

{

    int left = 1;

    int right ,mid;

    int i, temp;

    qsort(nums, numsSize, sizeof(int), MyCmp);

    right = nums[numsSize - 1];

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        temp = IsEnough(nums, numsSize, threshold, mid);

        if (temp == 1) {

            right = mid - 1;

        } else {

            left = mid + 1;

        }

    }

    if (right < 1) {

        temp = IsEnough(nums, numsSize, threshold, left);

        return temp == 1 ? left : 0;

    }

    temp = IsEnough(nums, numsSize, threshold, left);

    return temp == 1 ? left : 0;

}

## 9. [1385. 两个数组间的距离值](https://leetcode-cn.com/problems/find-the-distance-value-between-two-arrays/)【二分+寻找左边界】



思路：

其实就是看arr1中有几个元素arr1[i]满足如下条件:

对于arr1[i],需要满足任意|arr2[j] - arr1[i] | > d

对于寻找个数，可以利用二分法，因为对于arr1[mid]都不满足条件

可以暴力，也可以使用二分优化。寻找到arr1[i]在arr2可插入的位置，即第一个<=arr1[i]的index，然后计算arr1[i] – arr2[index] 与 arr[i] – arr2[index - 1]的绝对值的最小值

int MyCmp(const void \*a, const void \*b)

{

    int \*pa = (int\*)a;

    int \*pb = (int\*)b;

    return \*pa - \*pb;

}

int FindNeiighborIndex(int target, int\* arr2, int arr2Size)

{

    int left = 0;

    int right = arr2Size - 1;

    int mid;

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (arr2[mid] == target) {

            return mid;

        }

        if (arr2[mid] > target) {

            if (mid == 0) {

                return 0;

            } else if (arr2[mid - 1] <= target) {

                return mid - 1;

            } else {

                right = mid - 1;

            }

        } else {

            left = mid + 1;

        }

    }

    if (left >= arr2Size) {

        return arr2Size - 1;

    }

    return 0;

}

int findTheDistanceValue(int\* arr1, int arr1Size, int\* arr2, int arr2Size, int d)

{

    int i;

    int distance = 0;

    int index;

    int minDis = 0xffff;

    int sum = 0;

    int len1 ,len2;

    qsort(arr2, arr2Size, sizeof(int), MyCmp);

    for (i = 0; i < arr1Size; i++) {

        index = FindNeiighborIndex(arr1[i], arr2, arr2Size);

// 如果arr2只有一个元素的时候，只需要和arr2[0]计算即可

        if (index == 0 && arr2Size == 1) {

            sum += abs(arr1[i] - arr2[0]) > d ? 1 : 0;

            continue;

        }

// 如果index为最后一个，也只需要和最后一个元素比较

        if (index == arr2Size - 1) {

            len1 = abs(arr1[i] - arr2[index]);

            sum += len1 > d ? 1 : 0;

            continue;

        }

// 其他情况需要和前后2个元素比较，包括index为0的时候

        len1 = abs(arr1[i] - arr2[index]);

        len2 = abs(arr1[i] - arr2[index + 1]);

        minDis =  len2 >= len1 ? len1 : len2;

        sum += minDis > d ? 1 : 0;

    }

    return sum;

}

# 【滑动窗口&双指针】

总的来说滑动窗口是一个寻找可行解之后，优化可行解的过程。

基本过程：【通常由for循环+while循环构成】

1.初始化左右指针left = 0,right = 0，索引区间[left, right]为窗口

2.寻找可行解：移动右指针right扩大窗口，直到窗口中子串满足需求。【这里如何表征及更新窗口中的数据，来判断是否达到要求】

3.优化可行解：当窗口满足要求后，停止移动right,开始移动left,缩小窗口，同步更新结果，比如最短。直到窗口不符合需求，停止移动【这里如何判断不符合要求】

4.重复2.3直到right到尽头

经常使用：right – left + 1计算窗口的个数

伪码：

source:源串

target:目标串

for (i = 0; i < Size; i++) {

// 刷新window的数据，比如source[i]是在target中才关注，才需要进行++，否则可以不理

window[source[i]]++;

// window已经符合要求，优化可行解

while (window符合需求比如matchNum == targetLen) {

// 更新结果

res = Min(res, window);

// 判定是不是可以移动左指针left

temp = source[left];

if (need[temp]) {

// 刷新window

window[temp]--;

if (window[temp] < need[temp]) {

matchNum--;

}

}

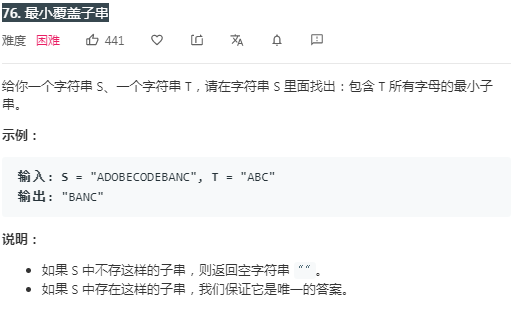
left++;

}

right++;

}

## 1. [76. 最小覆盖子串](https://leetcode-cn.com/problems/minimum-window-substring/)【滑动窗口】



思路：

need[]数组是target串中每个字母的个数统计；

wimdows[]数组是当前窗口中的字母的统计；

寻找可行解就是让windows中的统计情况和need[]一样，用matchNum表示目前windows中可以匹配的数目，如果等于targetLen才可以，计算targetLen是为了避免target串中有重复的字符。

char \* minWindow(char \* s, char \* t)

{

    int window[256] = {0};

    int need[256] = {0};

    int i;

    int tLen, sLen;

    int left = 0;

    int right = 0;

    int matchNum = 0;

    char temp;

    int res = 10000000;

    int startindex = 0;

    char \*ans = NULL;

    int targetLen = 0;

    sLen = strlen(s);

    tLen = strlen(t);

    startindex = -1;

    if (s == NULL || t == NULL || sLen <= 0 || tLen == 0) {

        ans = (char\*)calloc(1, sizeof(char));

        ans[0] = '\0';

    }

    sLen = strlen(s);

    tLen = strlen(t);

    ans = (char\*)calloc(sLen + 1, sizeof(char));

    // 初始化hash表，并计算非重复字符的个数

    for (i = 0; i < tLen; i++) {

        need[t[i]]++;

        if (need[t[i]] == 1) {

            targetLen++;

        }

    }

    for (right = 0; right < sLen; right++) {

        // 不受关注的字符直接跳过

        if (need[s[right]] <= 0) {

            continue;

        }

        window[s[right]]++;

        if (window[s[right]] == need[s[right]]) {

             matchNum++;

        }

        // 当找到可行解之后优化可行解,使用targetLen 是防止t中有重复字符串

        while (matchNum == targetLen) {

            if (res >= right - left) {

                res = right - left;

                startindex = left;

            }

            temp = s[left];

            // 如果不是关注的字符，直接丢弃

            if (need[temp] <= 0) {

                left++;

                continue;

            }

            window[temp]--;

            if (window[temp] < need[temp]) {

                matchNum--;

            }

            left++;

        }

    }

    if (startindex == -1) {

        return ans;

    }

    memcpy(ans, &s[startindex], res + 1);

    return ans;

}

## 2.[3. 无重复字符的最长子串](https://leetcode-cn.com/problems/longest-substring-without-repeating-characters/)【滑动窗口】



代码：

#define MAX 256

#define GET\_MAX(a, b) ((a) >= (b)) ? (a) : (b)

int lengthOfLongestSubstring(char \* s)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    int window[MAX] = {0};

    int len;

    int res = -1;

    int curRes = 0;

    if (s == NULL) {

        return 0;

    }

    len = strlen(s);

    if (len <= 0) {

        return 0;

    }

    // 尽可能的去扩展右边界，对于现有window的长度curRes,只有在当前元素的计数window[s[right]]为1的时候对其累加

    for (right = 0; right < len; right++) {

        window[s[right]]++;

        curRes += window[s[right]] == 1 ? 1 : 0;

        res = GET\_MAX(res, curRes);

        // 如果s[right]计数超过1，就缩小区间移动left去重,这期间可能把长度变短，条件是移除了一个元素，恰好使其为0了，window的长度肯定变短了

        while (window[s[right]] > 1) {

            window[s[left]]--;

            if (window[s[left]] == 0) {

                curRes--;

            }

            left++;

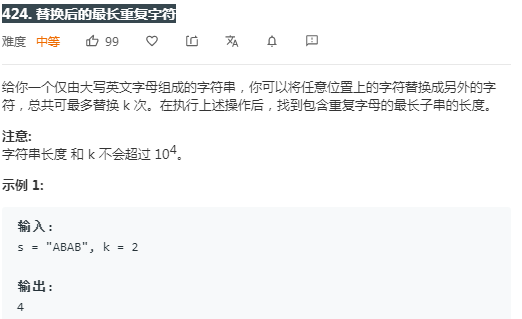
        }

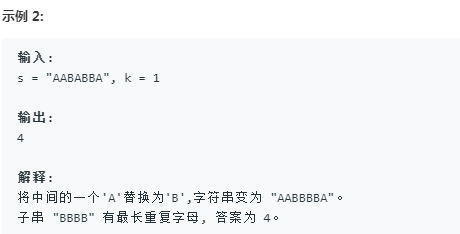
    }

    return res;

}

## 3-1004. [424. 替换后的最长重复字符](https://leetcode-cn.com/problems/longest-repeating-character-replacement/)【滑动窗口+差异数=总数-最大相同数】





思路：

滑动窗口。难点在于要记录窗口中不同字符的个数。

反过来想：不相同的字符数 = 窗口的数目 – 最大的相同数，不如窗口为ABCC（A,B，C的数目分别为1，1，2）,，则不同的个数为 4 – 2。

Windows数组记录当前窗口中各个字符对应的个数。

MaxSame记录当前相同个数最大的个数

MaxSameIndex记录相同个数最大的字母的下标。

代码：

#define MAX 256

#define GET\_MAX(x, y) ((x) > y) ? (x) : (y)

int characterReplacement(char \* s, int k)

{

    int windows[MAX] = {0};

    int diffNum = 0;

    int left = 0;

    int right;

    int max = -1;

    int maxSame = -1;

    int maxSameIndex;

    int len;

    if (s == NULL) {

        return 0;

    }

    len = strlen(s);

    if (len == 0) {

        return 0;

    }

    for (right = 0; right < len; right++) {

        windows[s[right]]++;

// 更新maxSame 及maxSameIndex

        if (windows[s[right]] >= maxSame) {

            maxSame = windows[s[right]];

            maxSameIndex = right;

        }

        // 当前窗口中不同字母的个数 = 窗口长度 - 重复次数最多的

        diffNum = (right - left + 1) - maxSame;

        while (diffNum > k) {

            // 如果即将删去的不是最大的元素，可以直接删除

            if (left != maxSameIndex) {

                windows[s[left]]--;

                left++;

                diffNum = (right - left + 1) - maxSame;

            } else {// 如果是最大的元素，则更新maxSame

                maxSame--;

                windows[s[left]]--;

                left++;

                diffNum = (right - left + 1) - maxSame;

            }

        }

//当前的结果为最大的相同数+不同数

        max = GET\_MAX(max, maxSame + k);

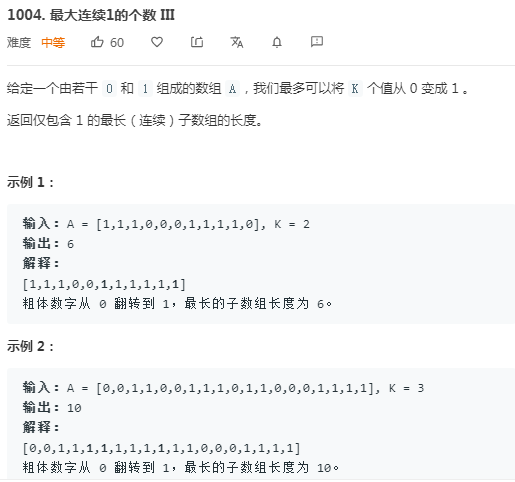
}

// 为了规避字母全部相同的情况

    return max > len ? len : max;

}

## 4-424. [1004. 最大连续1的个数 III](https://leetcode-cn.com/problems/max-consecutive-ones-iii/)【滑动窗口比424简单+记下标方法】



思路：滑动窗口，比第三题简单，一定程度上是相似的。

计算窗口中的0个数，当0的个数zeroNum > k的时候去移动left,最后更新结果。

代码：

#define GET\_MAX(x, y) ((x) > (y)) ? (x) : (y)

int longestOnes(int\* A, int ASize, int K)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    int zeroNum = 0;

    int tmpLen = -1;

    for (right = 0; right < ASize; right++) {

        if (A[right] == 0) {

            zeroNum++;

        }

        // 不能等于，否则{0,0,1,1,0,0,1,1,1,0,1,1,0,0,0,1,1,1,1},K = 3 index为9之后的2个1会漏掉

        while (zeroNum > K) {

            if (A[left] == 0) {

                zeroNum--;

            }

            left++;

        }

        tmpLen = GET\_MAX(tmpLen, right - left + 1);

    }

    return tmpLen;

}

方法二：记住下标，然后对小标差进行累加，求最大值。

#define GET\_MAX(x, y) ((x) > (y)) ? (x) : (y)

int longestOnes(int\* A, int ASize, int K)

{

int left = 0;

int right = 0;

int zeroNum = 0;

int tmpLen = 1;

int max = -1;

int sum = 0;

int i;

int \*zeroIndex = (int\*)calloc(ASize + 2, sizeof(int));

// 记录A中的0的下标

for (right = 0 ; right < ASize; right++) {

if (A[right] == 0) {

zeroIndex[tmpLen++] = right;

}

}

zeroIndex[0] = -1;

zeroIndex[tmpLen] = ASize;

if (tmpLen - 2 <= K) {

return ASize;

}

//0,0,1,1,0,0,0,0,1,1,1,0,1,1,0,0,1,1,1,1

for (right = 1; right <= tmpLen - K; right++) {

sum = 0;

for (i = right; i <= right + K; i++) {

sum += zeroIndex[i] - zeroIndex[i - 1] - 1;

}

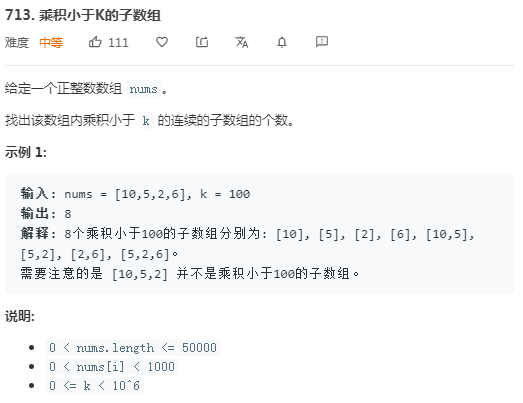
max = GET\_MAX(max, sum + K);

}

return max;

}

## 5. [713. 乘积小于K的子数组](https://leetcode-cn.com/problems/subarray-product-less-than-k/)【滑动窗口+每增加一个元素总数增加right – left +1个】



思路：

/\*

思路：

先扩展右指针，直到mut > k,再去缩小左指针，每删除一个元素，其实增加的right -left个.

能想到这一步，为啥不能想到，在扩展右边界，每多一个元素其实子数组数目多了right - left + 1个

\*/

代码：

int numSubarrayProductLessThanK(int\* nums, int numsSize, int k)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    long long int mut = 1;

    int resIndex = 0;

    int len = numsSize;

    int i;

    //memcpy(tmp, nums, numsSize \* sizeof(long long int));

    if (k <= 1) {

        return 0;

    }

    for (right = 0; right < numsSize; right++) {

        // 如果mut < k，则对单个元素子数组计数

        mut = mut \* nums[right];

        while (mut >= k) {

            mut = mut / nums[left];

            left++;

        }

// 每向右扩展，结果数增加right - left + 1个

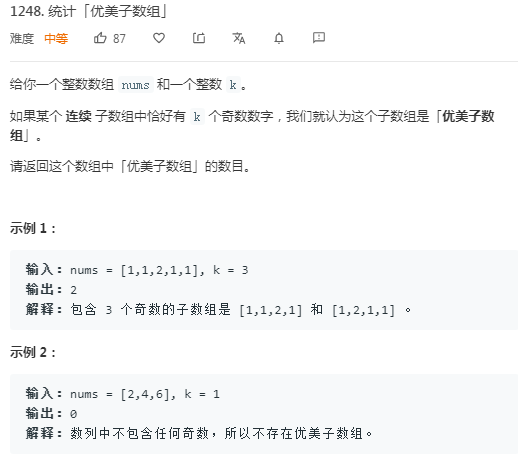
        resIndex += right - left + 1;

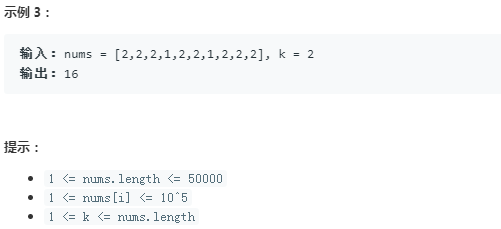
    }

    return resIndex;

}

## 6-763. [1248. 统计「优美子数组」](https://leetcode-cn.com/problems/count-number-of-nice-subarrays/)【记住下标巧计算+并计算】





//一开始确实自己已经能看出规律，就是window长度内,minLeft,maxLeft,minRight,maxRight根据这四个就可以求出这个窗口内的个数

// 即num = (maxRgiht - minRight) \* (maxLeft - minLeft)

// 对于如何求这四个数，可以很巧妙的用数组记住原数组中为奇数的元素的下标，然后遍历这个数组去计算即可。

// 对这个数组进行特殊处理，首尾插入-1，及原始数组的尺寸

int numberOfSubarrays(int\* nums, int numsSize, int k)

{

    int right;

    int oddStartIndex = 0;

    int\* oddIndexs = (int\*)calloc(numsSize + 2, sizeof(int));

    int i = 0, leftNum, rightNum;

    int res = 0;

    oddIndexs[oddStartIndex] = -1;

    oddStartIndex++;

    // oddIndexs数组用于记录原数组中元素为奇数的下标

    for (right = 0; right < numsSize; right++) {

        if (nums[right] & 0x1 == 1) {

            oddIndexs[oddStartIndex] = right;

            oddStartIndex++;

        }

    }

    oddIndexs[oddStartIndex] = right;

    // 计算(maxRgiht - minRight) \* (maxLeft - minLeft)

    for (i = 0; i < oddStartIndex - k ; i++) {

        rightNum = oddIndexs[i + k + 1] - oddIndexs[i + k];

        leftNum = oddIndexs[i + 1] - oddIndexs[i];

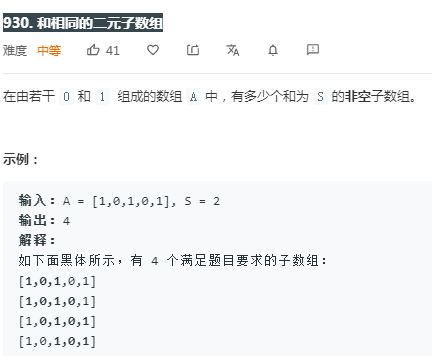
        res += leftNum \* rightNum;

    }

    return res;

}

## 7.713-763- [930. 和相同的二元子数组](https://leetcode-cn.com/problems/binary-subarrays-with-sum/)【每增加一个元素总数增加right – left +1个 + leftNum \* rightNum】



1.如果s=0,如何计算个数？

（1）当找到第一0时，后续每连续增加一个0时，个数resNum其实增加right - left + 1个，比如1，0，0.当遇到第一个0时此时resSum为1，再一个0时，总数其实增加2

2.如果为非0 当窗口锁定了之后叫做原窗口.

(1)此时向右扩展到最大位置（即非0的位置），计算此时原窗口的右边最大有连续多少个0，rightNum;

(2)继续left向右缩小窗口，直到curSum < s,计算左边的0个数

(3)那么这一轮窗口移动增加的集合数为resNum += (left + 1) \* (right + 1)

int numSubarraysWithSum(int\* A, int ASize, int S)

{

    int left = 0;

    int right;

    int resNum = 0;

    int curSum = 0;

    int leftNum, rightNum;

    int tmp = 0;

    if (S > ASize || ASize == 0) {

        return 0;

    }

    if (S == 0) {

        for (right = 0; right < ASize; right = tmp) {

            if (A[right] != 0) {

                tmp++;

                continue;

            }

            left = right;

            for (tmp = right; tmp < ASize; tmp++) {

                if (A[tmp] != 0) {

                    break;

                }

                resNum += tmp - left + 1;

            }

        }

        return resNum;

    }

    for (right = 0; right < ASize; right++) {

        /\*\*先找到窗口\*/

        curSum += A[right];

        /\*\*往右看看可以添加几个0\*/

        if (curSum == S) {

            rightNum = 0;

            for (tmp = right + 1; tmp < ASize; tmp++) {

                if (A[tmp] == 1) {

                    break;

                }

            }

            rightNum = tmp - right - 1;

        } else {

            continue;

        }

        tmp = left;

        while (curSum >= S) {

            curSum -= A[left];

            left++;

        }

        leftNum = left - tmp - 1;

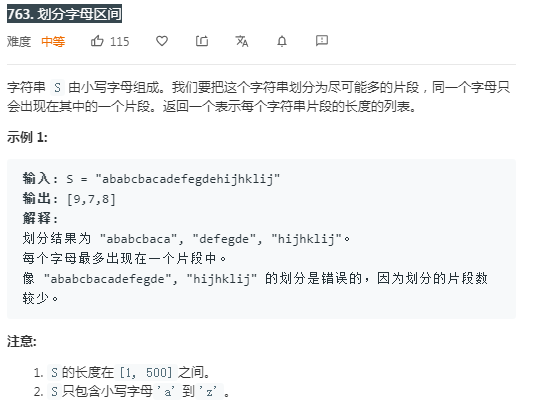
        resNum += (leftNum + 1) \* (rightNum + 1);

    }

    return resNum;

}

## 8-1248．[763. 划分字母区间](https://leetcode-cn.com/problems/partition-labels/)【记住下标+及时更新值】

 巧思路：

看当前的字母是否属于当前这个区间，只需要比较当前的区间的maxEnd和该字母在串中的序号

1.如果当前轮询到的序号right > 当前区间的最大序号end 那么这个S[right]应该属于下一个区间，否则属于当前区间

2.遍历的时候，需要及时把end更新为最大的index

#define MAX 256

#define GET\_MAX(x, y) ((x) >= (y)) ? x : y

int\* partitionLabels(char \* S, int\* returnSize)

{

    int hashIndex[MAX] = {0};

    int len;

    int\* res = NULL;

    int resIndex = 0;

    int left, right;

    int start, end = 0;

    if (S == NULL || (len = strlen(S)) == 0) {

        \*returnSize = 0;

        return NULL;

    }

    res = (int\*)calloc(len, sizeof(int));

    for (right = len - 1; right >= 0; right--) {

        hashIndex[S[right]] = GET\_MAX(right, hashIndex[S[right]]);

    }

    start = 0;

    // babcbacadefegdehijhklij

    for (right = 0; right < len; right++) {

        if (right > end) {

            res[resIndex] = end - start + 1;

            resIndex++;

            start = right;

        }

        end = GET\_MAX(end, hashIndex[S[right]]);

    }

    res[resIndex] = end - start + 1;

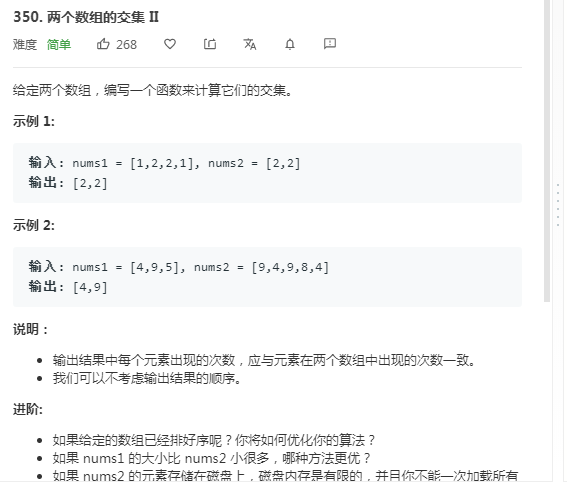
    resIndex++;

    \*returnSize = resIndex;

    return res;

}

## 9-986. [350. 两个数组的交集 II](https://leetcode-cn.com/problems/intersection-of-two-arrays-ii/)【数组求交集+不相加的可以舍去，永远不会交】



思路：对于2个有序数组A，B，倘若A[i]与A[j]不相交，即不相等并假设A[i]<A[j],那么A[i]永远不会与A[j+index]的元素相交。

代码：

#define GET\_MAX(x, y) ((x) > (y)) ? (x) : (y)

 int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

 {

     int\* pa = (int\*)a;

     int\* pb = (int\*)b;

     return \*pa > \*pb ? 1 : -1;

 }

int\* intersect(int\* nums1, int nums1Size, int\* nums2, int nums2Size, int\* returnSize)

{

    int size = GET\_MAX(nums1Size, nums2Size);

    int\* res = (int\*)calloc(size, sizeof(int));

    int resIndex = 0;

    int i = 0;

    int j = 0;

    qsort(nums1, nums1Size, sizeof(int), MyCmp);

    qsort(nums2, nums2Size, sizeof(int), MyCmp);

    while (i < nums1Size && j < nums2Size) {

        if (nums1[i] == nums2[j]) {

            res[resIndex] = nums1[i];

            resIndex++;

            i++;

            j++;

            continue;

        }

// 求相交的精髓

        if (nums1[i] < nums2[j]) {

            i++;

        } else {

            j++;

        }

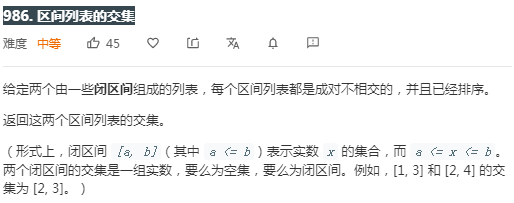
    }

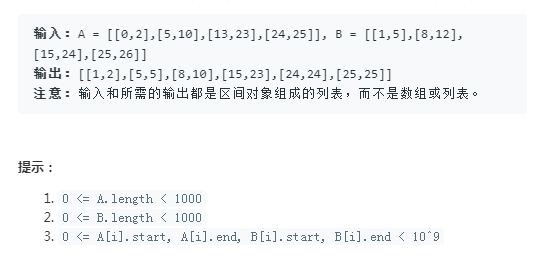
    \*returnSize = resIndex;

    return res;

}

## 10-350. [986. 区间列表的交集](https://leetcode-cn.com/problems/interval-list-intersections/)【求交集+不相交额永远不会相交可以直接删去】





思路：

区间[a,b]末端是b,假设拥有最小末端点的是A[0],那么A[0]最多和B只有一个区间会有交集。倘若还有另一个区间，就产生了矛盾，与实际不符。

因此，合并后，A[0]就可以去除了

#define MAX 2000

int\*\* intervalIntersection(int\*\* A, int ASize, int\* AColSize, int\*\* B, int BSize, int\* BColSize, int\* returnSize, int\*\* returnColumnSizes)

{

    int\*\* res = (int\*\*)calloc(MAX, sizeof(int\*));

    int\* colSize = (int\*)calloc(MAX, sizeof(int));

    int i = 0;

    int j = 0;

    int left, right;

    int resIndex = 0;

    if (BSize == 0) {

        \*returnSize  = 0;

        return res;

    }

    for (i = 0; i < MAX; i++) {

        res[i] = (int\*)calloc(2, sizeof(int));

        colSize[i] = 2;

    }

    i = 0;

    while (i < ASize && j < BSize) {

        left = (A[i][0] > B[j][0]) ? A[i][0] : B[j][0];

        right = (A[i][1] > B[j][1]) ? B[j][1] : A[i][1];

        if (left <= right) {

            res[resIndex][0] = left;

            res[resIndex][1] = right;

            resIndex++;

        }

        if (A[i][1] > B[j][1]) {

            j++;

        } else {

            i++;

        }

    }

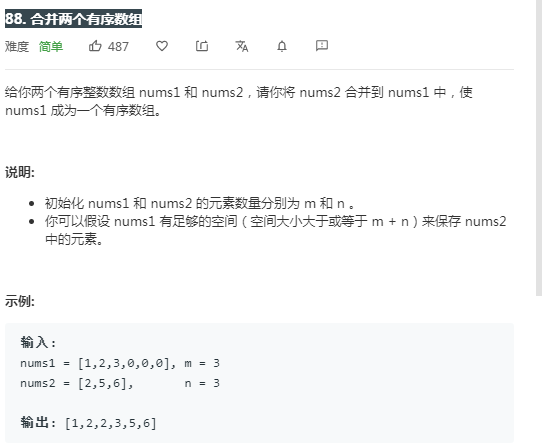
    \*returnSize = resIndex;

    \*returnColumnSizes = colSize;

    return res;

}

## 11-986. [88. 合并两个有序数组](https://leetcode-cn.com/problems/merge-sorted-array/)【求并模板】



求并的和求交集模板类似，在推出while循环后需要把其余的一起合并。体现在标黄的地方。

本题思路是从后往前比较。

void merge(int\* nums1, int nums1Size, int m, int\* nums2, int nums2Size, int n)

{

    int numIndex1 = m - 1;

    int numIndex2 = n - 1;

    int tmp = m + n - 1;

    while (numIndex1 >= 0 && numIndex2 >= 0) {

        if (nums1[numIndex1] >= nums2[numIndex2]) {

            nums1[tmp] = nums1[numIndex1];

            tmp--;

            numIndex1--;

        } else {

            nums1[tmp] = nums2[numIndex2];

            tmp--;

            numIndex2--;

        }

    }

    while (numIndex2 >= 0) {

        nums1[tmp] = nums2[numIndex2];

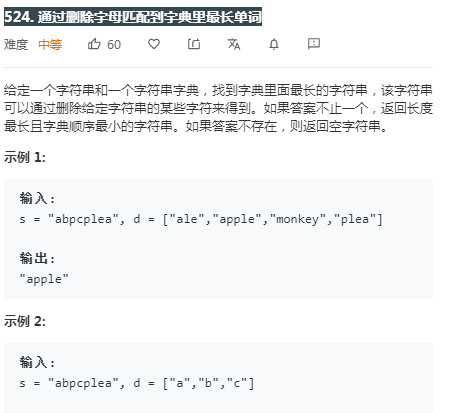
        tmp--;

        numIndex2--;

    }

}

## 12. [524. 通过删除字母匹配到字典里最长单词](https://leetcode-cn.com/problems/longest-word-in-dictionary-through-deleting/)【子序列查交集,判断是否是子序列容易陷入用hash的方法】



思路：一开始用hash来统计，结果不能判断字母出现的顺序。

因此看是否是子序列的问题其实和交集并一样。

先用qsort按长度优先降序，字母升序的方式排序，然后判断字典是不是s的子序列串即可。

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    char\*\* pa = (char\*\*)a;

    char\*\* pb = (char\*\*)b;

    int paLen = strlen(\*pa);

    int pbLen = strlen(\*pb);

    int ret;

    int i = 0;

    if (paLen == pbLen) {

        for (i = 0; i < paLen; i++) {

            ret = strcmp(\*pa, \*pb);

            if (ret != 0) {

                return ret;

            }

        }

    } else {

        return paLen < pbLen;

    }

    return 0;

}

int IsSubStr(char\* s, int sLen, char\* target, int targetLen)

{

    int i = 0;

    int j = 0;

    while (i < sLen && j < targetLen) {

        if (s[i] == target[j]) {

            i++;

            j++;

        } else {

            i++;

        }

    }

    if (i == sLen && j < targetLen) {

        return 0;

    }

    return 1;

}

char \* findLongestWord(char \* s, char \*\* d, int dSize)

{

    int sLen = strlen(s);

    int i, j;

    if (dSize == 0 || sLen == 0) {

        return "";

    }

    qsort(d, dSize, sizeof(char\*), MyCmp);

    for (i = 0; i < dSize; i++) {

        if (IsSubStr(s, sLen, d[i], strlen(d[i])) == 1) {

            return d[i];

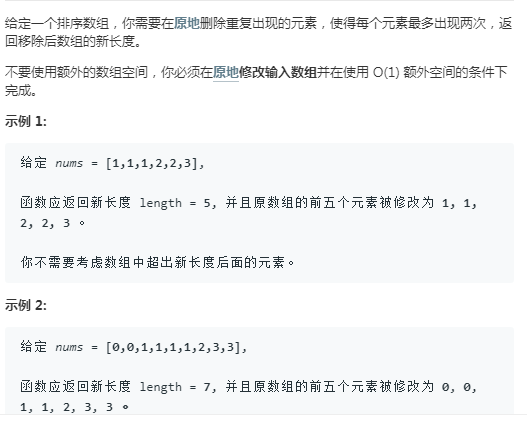
        }

    }

    return "";

}

## 13. [80. 删除排序数组中的重复项 II](https://leetcode-cn.com/problems/remove-duplicates-from-sorted-array-ii/)【数组去重+左右指针】



是元素去重的升级，这里是允许2个重复元素。

思路：就是用curNum计数，表示left指向的数当前的相同数，如果<1,直接填补；否则curNum重新计数。

int removeDuplicates(int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    int curNum = 0;

    if (numsSize <= 1) {

        return numsSize;

    }

    for (right = 1; right < numsSize; right++) {

        if (nums[right] == nums[left] && curNum < 1) {

            curNum++;

            left++;

            nums[left] = nums[right];

        } else if (nums[left] != nums[right]){

            left++;

            curNum = 0;

            nums[left] = nums[right];

        }

    }

    return left + 1;

}

如果不是不予许重复的代码如下：

int removeDuplicates(int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    if (numsSize <= 1) {

        return numsSize;

    }

    for (right = 1; right < numsSize; right++) {

        if (nums[right] == nums[left]) {

            continue;

        } else {

            left++;

            nums[left] = nums[right];

        }

    }

    return left + 1;

}

## 14.[面试题 17.11. 单词距离](https://leetcode-cn.com/problems/find-closest-lcci/)【比较简单+2个数组之前的距离】



思路：

可以用2个数组，分别记录word1、word2在words中出现的下标，然后问题转化为求两个数组之前的最小距离，可以暴力，可以二分优化。参见二分查找的9，即1385题。

但是可以有O(n)的解法，即每次更新word1或者word2的index时，都去更新最短距离

int findClosest(char\*\* words, int wordsSize, char\* word1, char\* word2)

{

    int i;

    int minDis = 0xffffff;

    int word1Index = -1;

    int word2Index = -1;

    int tmpDis = 0;

    for (i = 0; i < wordsSize; i++) {

        if (strcmp(words[i], word1) == 0) {

            word1Index = i;

        }

        if (strcmp(words[i], word2) == 0) {

            word2Index = i;

        }

        if (word1Index != -1 && word2Index != -1) {

            tmpDis = abs(word1Index - word2Index);

            minDis = (minDis >= tmpDis) ? tmpDis : minDis;

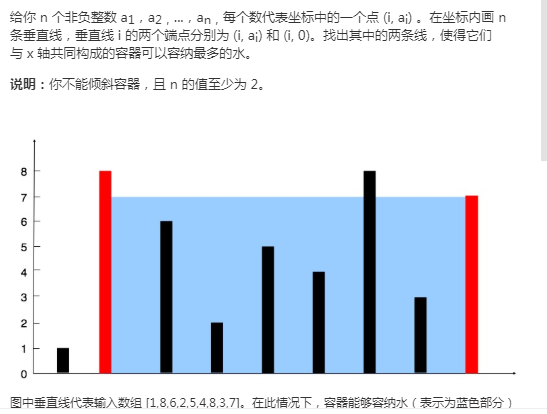
        }

    }

    return minDis;

}

## 15. [11. 盛最多水的容器](https://leetcode-cn.com/problems/container-with-most-water/)【双指针】



思路：

分别将左右指针指向开始和最后，将小的向中间靠，就行，同步更新最大面积。

#define GET\_MAX(x, y) (((x) > (y)) ? (x) : (y))

#define GET\_MIN(x, y) (((x) < (y)) ? (x) : (y))

int maxArea(int\* height, int heightSize)

{

    int left = 0;

    int right = heightSize - 1;

    int len, h;

    int maxS = -1;

    while (left <= right) {

        len = right - left;

        h = GET\_MIN(height[left], height[right]);

        maxS = GET\_MAX(maxS, len \* h);

        if (height[left] < height[right]) {

            left++;

        } else {

            right--;

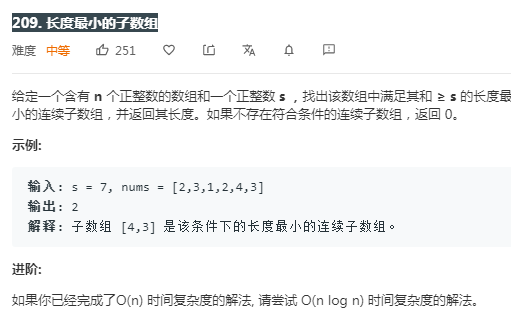
        }

    }

    return maxS;

}

## 16-713. [209. 长度最小的子数组](https://leetcode-cn.com/problems/minimum-size-subarray-sum/)【滑动窗口+很简单也很模板】



思路：很简单的滑动窗口题，对比713题，记录个数不用去多想。

#define GET\_MIN(x, y) ((x) > (y)) ? (y) : (x)

int minSubArrayLen(int s, int\* nums, int numsSize)

{

    int left = 0;

    int right = 0;

    int curSum = 0;

    int curLen;

    int min = 0x7fffffff;

    if (s == 0) {

        return 1;

    }

    if (numsSize == 0) {

        return 0;

    }

    for (right = 0; right < numsSize; right++) {

        curSum += nums[right];

    }

    if (curSum < s) {

        return 0;

    }

    curSum = 0;

    for (right = 0; right < numsSize; right++) {

        curSum += nums[right];

// 找到结果去优化结果

        while (curSum >= s) {

            /\*\*更新结果\*/

            curLen = right - left + 1;

            min = GET\_MIN(min, curLen);

            curSum -= nums[left];

            left++;

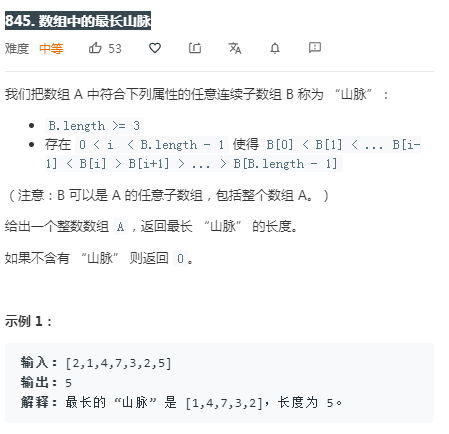
        }

    }

    return min;

}

## 17. [845. 数组中的最长山脉](https://leetcode-cn.com/problems/longest-mountain-in-array/)【左右扩充，笨办法】



思路：for循环固定一个值，然后对每个元素，左右扩充，记录最大值。

扩充后，更新最大值的判断条件是（right > left && A[mid] > A[left] && A[mid] > A[right]）

#define GET\_MAX(x, y) ((x) > (y)) ? (x) : (y)

int longestMountain(int\* A, int ASize)

{

    int left, right;

    int mid;

    int max = 0;

    int hasUp = 0;

    int hasDown = 0;

    if (ASize < 3) {

        return 0;

    }

    for (mid = 0; mid < ASize; mid++) {

        // 找左边界

        left = mid;

        while (left > 0) {

            if (A[left] > A[left - 1]) {

                left--;

            } else {

                break;

            }

        }

        // 找右边界

        right = mid;

        while (right < ASize - 1) {

            if (A[right] > A[right + 1]) {

                right++;

            } else {

                break;

            }

        }

        if (right > left && A[mid] > A[left] && A[mid] > A[right]) {

            max = GET\_MAX(max, right - left + 1);

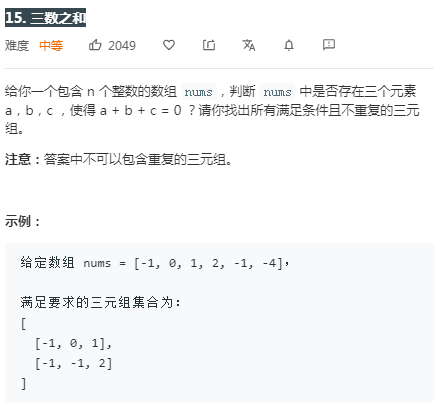
        }

    }

    return max;

}

## [18-19-16. 三数之和](https://leetcode-cn.com/problems/3sum/)【双指针+去重方法】



思路：用盒子类思想，递归回溯法通过311/313超时。

因此还是用双指针。也可以改成双指针形的递归

固定一个数，另外2个用left和right去遍历。

当nums[i] + nums[left] + nums[right] > target,right--;

当nums[i] + nums[left] + nums[right] < target,left++;

当当nums[i] + nums[left] + nums[right] == target

去重，将left右动到第一个不重复的，right向左移动第一个不重复的，继续查找。

#define RES\_SIZE 20000

int g\_count = 0;

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int \*pa = (int\*)a;

    int \*pb = (int\*)b;

    return \*pa > \*pb;

}

int\*\* threeSum(int\* nums, int numsSize, int\* returnSize, int\*\* returnColumnSizes)

{

    int i;

    int \*\*res = NULL;

    int \*resColSize = NULL;

    int left, right;

    int curSum = 0;

    g\_count = 0;

    if (numsSize < 3) {

        \*returnSize = 0;

        return NULL;

    }

    qsort(nums, numsSize, sizeof(int), MyCmp);

    if (nums[numsSize - 1] + nums[numsSize - 2] + nums[numsSize - 3] < 0) {

        \*returnSize = 0;

        return NULL;

    }

    if (nums[0] + nums[1] + nums[2] > 0) {

        \*returnSize = 0;

        return NULL;

    }

    res = (int\*\*)calloc(RES\_SIZE, sizeof(int\*));

    resColSize = (int\*)calloc(RES\_SIZE, sizeof(int));

    for (i = 0; i < RES\_SIZE; i++) {

        res[i] = (int\*)calloc(3, sizeof(int));

        resColSize[i] = 3;

    }

    for (i = 0; i < numsSize; i++) {

        /\*\*固定的元素，也要去重\*/

        if (i > 0 && nums[i] == nums[i - 1]) {

            continue;

        }

        left = i + 1;

        right = numsSize - 1;

        if (nums[i] > 0) {

            break;

        }

        while (left < right) {

            curSum = nums[left] + nums[right] + nums[i];

            if (curSum > 0) {

                right--;

            } else if (curSum < 0) {

                left++;

            } else {

                res[g\_count][0] = nums[i];

                res[g\_count][1] = nums[left];

                res[g\_count][2] = nums[right];

//去重重复集合

                while (left < right && nums[left] == nums[left + 1]) {

                    left++;

                }

                while (left < right && nums[right] == nums[right - 1]) {

                    right--;

                }

                left++;

                right--;

                g\_count++;

            }

        }

    }

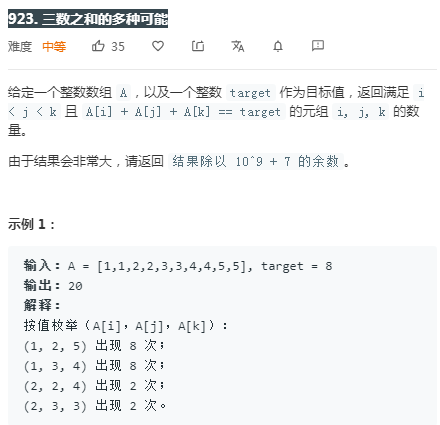
    \*returnSize = g\_count;

    \*returnColumnSizes = resColSize;

    return res;

}

## 19-16. [923. 三数之和的多种可能](https://leetcode-cn.com/problems/3sum-with-multiplicity/)【双指针+用去重的办法计算个数】



思路：其实也是和15中的leetcode 16一样，只不过这里是求总数。那么就需要求出有重复集合的个数。

int DfsCalMod(int x, int n)

{

    int sum = 1;

    if (n == 0 || n == 1) {

        return x;

    }

    if (n & 0x1 == 0) {

        return sum \* DfsCalMod(x, n / 2) \* DfsCalMod(x, n / 2);

    } else {

        return sum \* DfsCalMod(x, n / 2) \* DfsCalMod(x, (n + 1) / 2);

    }

}

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int\* pa = (int\*)a;

    int\* pb = (int\*)b;

    return \*pa > \*pb;

}

int threeSumMulti(int\* A, int ASize, int target)

{

    int mod;

    int left, right, mid;

    int curSum = 0;

    unsigned long long resCount = 0;

    int i;

    int tmpLeft, tmpRight;

    int numLeft, numRight;

    if (ASize < 3) {

        return 0;

    }

    qsort(A, ASize, sizeof(int), MyCmp);

    for (mid = 0; mid < ASize; mid++) {

        left = mid + 1;

        right = ASize - 1;

        while (left < right) {

            curSum = A[mid] + A[left] + A[right];

            if (curSum > target) {

                right--;

            } else if (curSum < target) {

                left++;

            } else {

                tmpLeft = left;

                tmpRight = right;

                /\*\*需要计算有几个A[left]即A[right]\*/

                while (left < right && A[left] == A[left + 1]) {

                    left++;

                }

                while (left < right && A[right] == A[right - 1]) {

                    right--;

                }

// 左右元素相同时，个数其实就是组合Cn取2

// 如果不同，则分别计算出左边重复和右边重复的个数然后相乘

                if (A[tmpLeft] == A[tmpRight]) {

                    resCount += (tmpRight - tmpLeft + 1) \* (tmpRight - tmpLeft) / 2;

                    break;

                } else {

                    resCount += (left - tmpLeft + 1) \* (tmpRight - right + 1);

                }

                left++;

                right--;

            }

        }

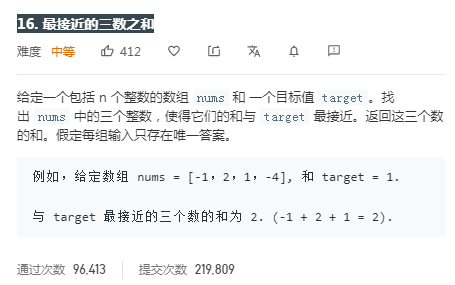
    }

    mod = DfsCalMod(10, 9) + 7;

    return resCount % mod;

}

## 20-16. [16. 最接近的三数之和](https://leetcode-cn.com/problems/3sum-closest/)【双指针】



思路：

懂了第15题，只需在固定一个数字时，用双指针去搜索和为target时，记住while循环的最小距离，然后while退出后，继续在for这层去比较距离，如果距离越近，更新结果。

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int\* pa = (int\*)a;

    int\* pb = (int\*)b;

    return \*pa > \*pb;

}

int threeSumClosest(int\* nums, int numsSize, int target)

{

    int left, right;

    int mid;

    int curSum;

    int ret;

    int tmpRet;

    int tmpDis = 0x7fffffff;

    int dis = 0x7fffffff;

    if (numsSize < 3) {

        return 0;

    }

    qsort(nums, numsSize, sizeof(int), MyCmp);

    for (mid = 0; mid < numsSize; mid++) {

        if (mid > 0 && nums[mid] == nums[mid - 1]) {

            continue;

        }

        left = mid + 1;

        right = numsSize - 1;

        tmpDis = 0x7fffffff;

        while (left < right) {

            curSum = nums[mid] + nums[left] + nums[right];

            if (curSum < target) {

                left++;

            } else if (curSum > target) {

                right--;

            } else {

                return target;

            }

// 固定一个值时，寻找本轮的最小距离和

            if (abs(curSum - target) < tmpDis) {

                tmpDis = abs(curSum - target);

                tmpRet = curSum;

            }

        }

// 宏观上继续寻找最小距离和

        if (abs(tmpRet - target) < dis) {

            dis = abs(tmpRet - target);

            ret = tmpRet;

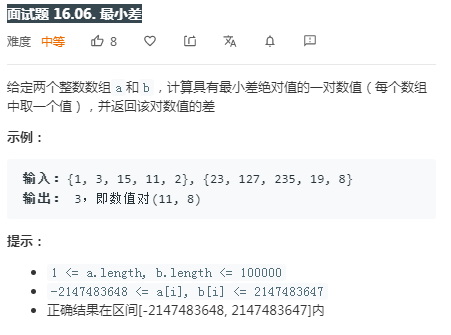
        }

    }

    return ret;

}

## 21-350: [面试题 16.06. 最小差](https://leetcode-cn.com/problems/smallest-difference-lcci/)【双指针，借用求交集思想】



其实就是求交集的思想,排序2个数组，从开头开始，假设A[i] < B[j],那么对于A[i]来说，j后面的元素与其的距离只会越来越远，只需舍去A[i]即可。

本题需要注意越界。因为abs(INT\_MIN)会报错。因为-2147483648取反是自己,而正无法表达出2147483648，最多只有INT\_MAX 2147483647

#define GET\_MIN(x, y) ((x) > (y)) ? (y) : (x)

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int\* pa = (int\*)a;

    int\* pb = (int\*)b;

    return \*pa > \*pb;

}

int smallestDifference(int\* a, int aSize, int\* b, int bSize)

{

    int minDis = 0x7fffffff;

    int dis = 0x7fffffff;

    int iA = 0, iB = 0;

    qsort(a, aSize, sizeof(int), MyCmp);

    qsort(b, bSize, sizeof(int), MyCmp);

    while (iA < aSize && iB < bSize) {

        dis = a[iA] - b[iB];

        if (dis == -2147483648 ) {

            minDis = minDis;

        } else {

            minDis = GET\_MIN(minDis, abs(dis));

        }

        if (a[iA] > b[iB]) {

            iB++;

        } else if (a[iA] < b[iB]){

            iA++;

        } else {

            minDis = 0;

            return minDis;

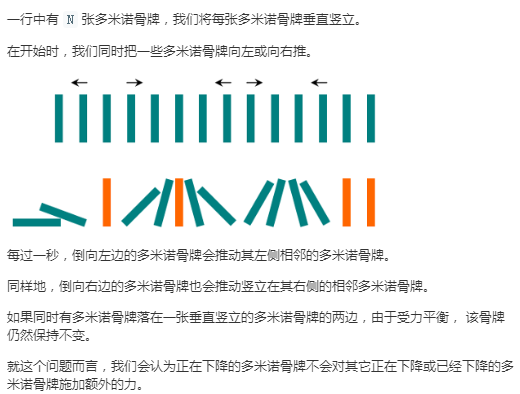
        }

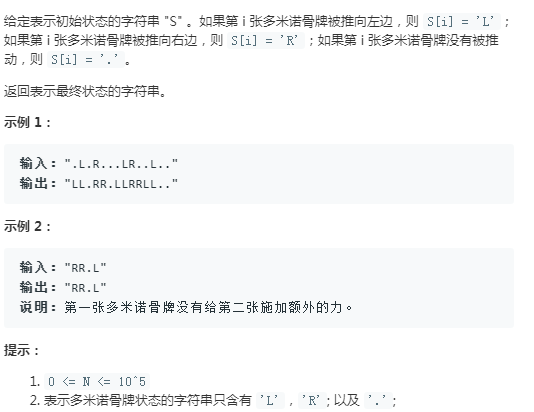
    }

    return minDis;

}

## 22.[838. 推多米诺](https://leetcode-cn.com/problems/push-dominoes/)【双指针】





思路:

记map[‘L’]为-1，map[‘R’] = 1,map[‘.’]为0.从mid向左右扩散时分别求leftSum还有rightSum.

当前点的状态分类讨论：

假设当前序号mid 左边第一个非’.’字符，left，右边第一个非’.’字符right.

1.如果leftSum == rightSum

mid – left > right – mid

mid的状态取决于right – 1,注意L..R是不会改变状态的

mid – left < right – mid

mid的状态取决于left + 1，注意L..R是不会改变状态的

leftSum ==0 || mid – left == right – mid

说明全是点，或者L.R或者R.L

2.else

sumLeft == sumRight

mid状态随便取一个，L.L 或者R.R

sumLeft == 0

mid状态取决于right,注意判断..R是不会改变状态的

sumRight == 0

mid状态取决于left,注意判断L..是不会改变状态的

char \* pushDominoes(char \* dominoes)

{

    int map[256] = {0};

    int len;

    int left, right, mid;

    int sumLeft, sumRight;

    char\* res = NULL;

    len = strlen(dominoes);

    if (len == 0) {

        return "";

    }

    res = calloc(len + 1, sizeof(char));

    map['L'] = -1;

    map['.'] = 0;

    map['R'] = 1;

    for (mid = 0; mid < len; mid++) {

        if (dominoes[mid] != '.') {

            res[mid] = dominoes[mid];

            continue;

        }

        left = mid - 1;

        right = mid + 1;

        sumLeft = 0;

        while (left >= 0 && sumLeft == 0) {

            sumLeft += map[dominoes[left]];

            left--;

        }

        sumRight = 0;

        while (right < len && sumRight == 0) {

            sumRight += map[dominoes[right]];

            right++;

        }

        if (sumRight + sumLeft == 0) {

            if (sumLeft == 0 || (mid - left == right - mid)) {

                res[mid] = '.';

            } else {

                if (mid - left > right - mid) {

                    res[mid] = (dominoes[right - 1] == 'R') ? '.' : 'L';

                } else {

                    res[mid] = (dominoes[left + 1] == 'L') ? '.' : 'R';

                }

            }

        } else {

            if (sumLeft == sumRight) {

                res[mid] = dominoes[left + 1];

            } else if (sumLeft == 0) {

                res[mid] = (dominoes[right - 1] == 'R') ? '.' : 'L';

            } else {

                res[mid] = (dominoes[left + 1] == 'L') ? '.' : 'R';

            }

        }

    }

    return res;

}

## 23. [881. 救生艇](https://leetcode-cn.com/problems/boats-to-save-people/)【双指针+二分查找】



思路：于珂珂吃香蕉那题目类似，可以用二分在boat [1,peopleSize]中寻找左边界即可找到最小的boat.

主要是辅助函数，本题与珂珂吃香蕉不同的地方在于，吃香蕉是从前往后，一罗一摞的吃，而此题中载人不同，可以挑选，即数组坐标可以挑约。因此难点在于如果选择组合，使得boat最小。因此写出辅助函数其实就已经做出来了，不需要二分法。但是最开始还是按照二分做了，因此把2个方法都写一下。

辅助函数思路：

找最小的boat，其实只需要将数组排好序之后：

people[left] + people[right - 1] < limit 带不上小的，大的单独走

right--;

curBoat++;

people[left] + people[right - 1] >= limit 可以一起走

lert++;

right--;

curBoat++;

left == right – 1如果相同，说明只剩下最后一个数了，毕然需要一个船

left++;

curBoat++

方法一：

int IsCanShip(int \*people, int peopleSize, int limit, int boat)

{

    int left = 0;

    int right = peopleSize;

    int curBoat = 0;

    int tmp;

    while (left < right) {

        tmp = limit;

        if (left < right - 1 && people[left] + people[right - 1] > limit) {

            right--;

        } else if (left < right - 1 && people[left] + people[right - 1] <= limit) {

            left++;

            right--;

        } else {

            left++;

        }

        curBoat++;

        if (curBoat > boat) {

            return 0;

        }

    }

    return 1;

}

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int\* pa = (int\*)a;

    int\* pb = (int\*)b;

    return \*pa > \*pb;

}

int numRescueBoats(int\* people, int peopleSize, int limit)

{

    int left = 1;

    int right = peopleSize; // 最多每个人1只船

    int mid;

    qsort(people, peopleSize, sizeof(int), MyCmp);

    if (limit < people[peopleSize - 1]) {

        return 0;

    }

    while (left <= right) {

        mid = left + (right - left) / 2;

        if (IsCanShip(people, peopleSize, limit, mid) == 1) {

            right = mid - 1;

        } else {

            left = mid + 1;

        }

    }

    if (left > peopleSize) {

        return -1;

    }

    return IsCanShip(people, peopleSize, limit, left) == 1 ? left : 0;

}

方法二：就是辅助函数的描述的思想

int MyCmp(const void\* a, const void\* b)

{

    int\* pa = (int\*)a;

    int\* pb = (int\*)b;

    return \*pa > \*pb;

}

int numRescueBoats(int\* people, int peopleSize, int limit)

{

    int left = 0;

    int right = peopleSize;

    int curBoat = 0;

    qsort(people, peopleSize, sizeof(int), MyCmp);

    if (limit < people[peopleSize - 1]) {

        return 0;

    }

    while (left < right) {

        if (left < right - 1 && people[left] + people[right - 1] > limit) {

            right--;

        } else if (left < right - 1 && people[left] + people[right - 1] <= limit){

            left++;

            right--;

        } else {

            left++;

        }

        curBoat++;

    }

    return curBoat;

}