

# 1. 合并两个有序链表

## 题目描述

将两个升序链表合并为一个新的升序链表并返回。新链表是通过拼接给定的两个链表的所有节点组成的。

示例：

输入：1->2->4, 1->3->4

输出：1->1->2->3->4->4

## 前置知识

- [递归](#)
- [链表](#)

## 思路

本题可以使用递归来解，将两个链表头部较小的一个与剩下的元素合并，并返回排好序的链表头，当两条链表中的一条为空时终止递归。

## 关键点

- 掌握链表数据结构
- 考虑边界情况

## 代码

JS Code:

```
/**
 * Definition for singly-linked list.
 * function ListNode(val) {
 *     this.val = val;
 *     this.next = null;
 * }
```

```
* }
*/
/**
 * @param {ListNode} l1
 * @param {ListNode} l2
 * @return {ListNode}
 */
const mergeTwoLists = function (l1, l2) {
  if (l1 === null) {
    return l2;
  }
  if (l2 === null) {
    return l1;
  }
  if (l1.val < l2.val) {
    l1.next = mergeTwoLists(l1.next, l2);
    return l1;
  } else {
    l2.next = mergeTwoLists(l1, l2.next);
    return l2;
  }
};
```

## 复杂度分析

M、N 是两条链表 l1、l2 的长度

- 时间复杂度： $O(M + N)$
- 空间复杂度： $O(M + N)$

## 扩展

- 你可以使用迭代的方式求解么？

迭代的 CPP 代码如下：

```
class Solution {
public:
  ListNode* mergeTwoLists(ListNode* a, ListNode* b) {
    ListNode head, *tail = &head;
    while (a && b) {
      if (a->val <= b->val) {
        tail->next = a;
        a = a->next;
      } else {
        tail->next = b;
      }
    }
    if (a) tail->next = a;
    if (b) tail->next = b;
    return head;
  }
};
```

```
        b = b->next;
    }
    tail = tail->next;
}
tail->next = a ? a : b;
return head.next;
}
};
```

迭代的 JS 代码如下：

```
var mergeTwoLists = function (l1, l2) {
    const prehead = new ListNode(-1);

    let prev = prehead;
    while (l1 !== null && l2 !== null) {
        if (l1.val <= l2.val) {
            prev.next = l1;
            l1 = l1.next;
        } else {
            prev.next = l2;
            l2 = l2.next;
        }
        prev = prev.next;
    }
    prev.next = l1 === null ? l2 : l1;

    return prehead.next;
};
```

## 2. 括号生成

### 题目描述

数字  $n$  代表生成括号的对数，请你设计一个函数，用于能够生成所有可能的并且有效的括号组合。

示例：

输入： $n = 3$

输出：

```
"((()))",
"(())()",
"()()()",
```

```
"()()()",  
"()()"  
]
```

## 前置知识

- DFS
- 回溯法

## 思路

本题是 [20. 有效括号](#) 的升级版。

由于我们要求解所有的可能，因此回溯就不难想到。回溯的思路和写法相对比较固定，并且回溯的优化手段大多是剪枝。

不难想到，如果左括号的数目小于右括号，我们可以提前退出，这就是这道题的剪枝。比如 `()....`，后面就不用看了，直接退出即可。回溯的退出条件也不难想到，那就是：

- 左括号数目等于右括号数目
- 左括号数目 + 右括号数目 =  $2 * n$

由于我们需要剪枝，因此必须从左开始遍历。（WHY？）

因此这道题我们可以使用深度优先搜索(回溯思想)，从空字符串开始构造，做加法，即 `dfs(左括号数, 右括号数目, 路径)`，我们从 `dfs(0, 0, '')` 开始。

伪代码：

```
res = []  
def dfs(l, r, s):  
    if l > n or r > n: return  
    if (l == r == n): res.append(s)  
    # 剪枝，提高算法效率  
    if l < r: return  
    # 加一个左括号  
    dfs(l + 1, r, s + '(')  
    # 加一个右括号  
    dfs(l, r + 1, s + ')')  
dfs(0, 0, '')  
return res
```

由于字符串的不可变性，因此我们无需撤销 `s` 的选择。但是当你使用 `C++` 等语言的时候，就需要注意撤销 `s` 的选择了。类似：

```
s.push_back(')');
dfs(l, r + 1, s);
s.pop_back();
```

## 关键点

- 当  $l < r$  时记得剪枝

## 代码

JS Code:

```
/**
 * @param {number} n
 * @return {string[]}
 * @param l 左括号已经用了几个
 * @param r 右括号已经用了几个
 * @param str 当前递归得到的拼接字符串结果
 * @param res 结果集
 */
const generateParenthesis = function (n) {
  const res = [];

  function dfs(l, r, str) {
    if (l == n && r == n) {
      return res.push(str);
    }
    // l 小于 r 时不满足条件 剪枝
    if (l < r) {
      return;
    }
    // l 小于 n 时可以插入左括号，最多可以插入 n 个
    if (l < n) {
      dfs(l + 1, r, str + "(");
    }
    // r < l 时 可以插入右括号
    if (r < l) {
      dfs(l, r + 1, str + ")");
    }
  }
}
```

```
dfs(0, 0, "");  
return res;  
};
```

### 复杂度分析

- 时间复杂度： $O(2^N)$
- 空间复杂度： $O(2^N)$

## 3. 合并 K 个排序链表

### 题目描述

合并  $k$  个排序链表，返回合并后的排序链表。请分析和描述算法的复杂度。

示例：

输入：

```
[  
  1->4->5,  
  1->3->4,  
  2->6  
]
```

输出：1->1->2->3->4->4->5->6

### 前置知识

- 链表
- 归并排序

### 思路

这道题目是合并  $k$  个已排序的链表，号称 leetcode 目前 最难 的链表题。和之前我们解决的 [88.merge-sorted-array](#) 很像。

他们有两点区别：

1. 这道题的数据结构是链表，那道是数组。这个其实不复杂，毕竟都是线性的数据结构。

2. 这道题需要合并 k 个元素，那道则只需要合并两个。这个是两题的关键差别，也是这道题难度为 hard 的原因。

因此我们可以看出，这道题目是 88.merge-sorted-array 的进阶版本。其实思路也有点像，我们来具体分析下第二条。

如果你熟悉合并排序的话，你会发现它就是 合并排序的一部分。

具体我们可以来看一个动画



©五分钟学算法

(动画来自 <https://zhuanlan.zhihu.com/p/61796021>)

## 关键点解析

- 分治
- 归并排序(merge sort)

## 代码

JavaScript Code:

```
/*
 * @lc app=leetcode id=23 lang=javascript
 *
 * [23] Merge k Sorted Lists
 *
 * https://leetcode.com/problems/merge-k-sorted-lists/description/
```

```
*
*/
function mergeTwoLists(l1, l2) {
    const dummyHead = {};
    let current = dummyHead;
    // l1: 1 -> 3 -> 5
    // l2: 2 -> 4 -> 6
    while (l1 !== null && l2 !== null) {
        if (l1.val < l2.val) {
            current.next = l1; // 把小的添加到结果链表
            current = current.next; // 移动结果链表的指针
            l1 = l1.next; // 移动小的那个链表的指针
        } else {
            current.next = l2;
            current = current.next;
            l2 = l2.next;
        }
    }

    if (l1 === null) {
        current.next = l2;
    } else {
        current.next = l1;
    }
    return dummyHead.next;
}

/**
 * Definition for singly-linked list.
 * function ListNode(val) {
 *     this.val = val;
 *     this.next = null;
 * }
 */

/**
 * @param {ListNode[]} lists
 * @return {ListNode}
 */
var mergeKLists = function (lists) {
    // 图参考: https://zhuanlan.zhihu.com/p/61796021
    if (lists.length === 0) return null;
    if (lists.length === 1) return lists[0];
    if (lists.length === 2) {
        return mergeTwoLists(lists[0], lists[1]);
    }

    const mid = lists.length >> 1;
    const l1 = [];
    for (let i = 0; i < mid; i++) {
```



```
l1[i] = lists[i];
}

const l2 = [];
for (let i = mid, j = 0; i < lists.length; i++, j++) {
  l2[j] = lists[i];
}

return mergeTwoLists(mergeKLists(l1), mergeKLists(l2));
};
```

### 复杂度分析

- 时间复杂度： $O(kn * \log k)$
- 空间复杂度： $O(\log k)$

### 相关题目

- [88.merge-sorted-array](#)

### 扩展

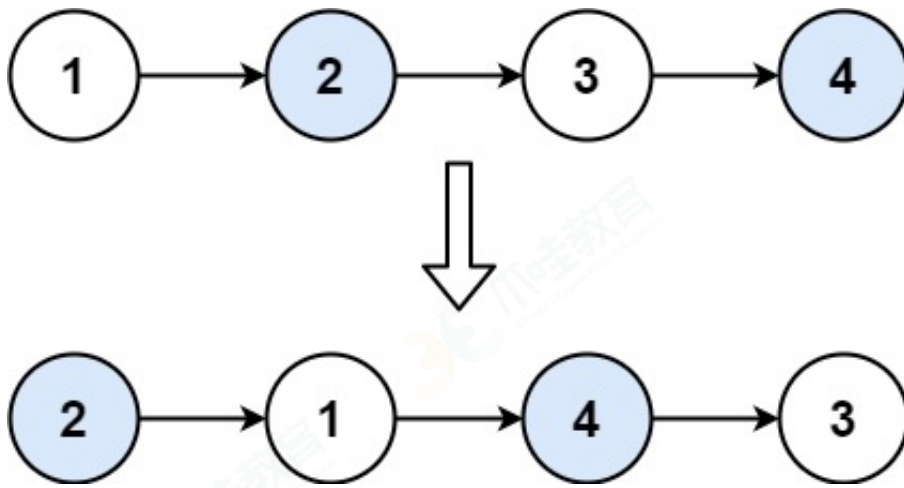
这道题其实可以用堆来做，感兴趣的同学尝试一下吧。

## 4. 两两交换链表中的节点

### 题目描述

给定一个链表，两两交换其中相邻的节点，并返回交换后的链表。

你不能只是单纯的改变节点内部的值，而是需要实际的进行节点交换。



示例 1:

输入: head = [1,2,3,4]

输出: [2,1,4,3]

示例 2:

输入: head = []

输出: []

示例 3:

输入: head = [1]

输出: [1]

提示:

链表中节点的数目在范围 [0, 100] 内

$0 \leq \text{Node.val} \leq 100$

## 前置知识

- 链表

## 思路

设置一个 dummy 节点简化操作, dummy next 指向 head。

1. 初始化 first 为第一个节点
2. 初始化 second 为第二个节点
3. 初始化 current 为 dummy
4. first.next = second.next
5. second.next = first
6. current.next = second

7. current 移动两格

8. 重复

## 24. Swap Nodes in Pairs



公众号：猿了个柒

(图片来自: <https://github.com/MisterBooo/LeetCodeAnimation>)

## 关键点解析

1. 链表这种数据结构的特点和使用
2. dummyHead 简化操作

## 代码

JS Code:

```
/**
 * Definition for singly-linked list.
 * function ListNode(val) {
 *   this.val = val;
 *   this.next = null;
 * }
 */
/**
 * @param {ListNode} head
```

```
* @return {ListNode}
*/
var swapPairs = function (head) {
  const dummy = new ListNode(0);
  dummy.next = head;
  let current = dummy;
  while (current.next != null && current.next.next != null) {
    // 初始化双指针
    const first = current.next;
    const second = current.next.next;

    // 更新双指针和 current 指针
    first.next = second.next;
    second.next = first;
    current.next = second;

    // 更新指针
    current = current.next.next;
  }
  return dummy.next;
};
```

## 5. K 个一组翻转链表

### 题目描述

给你一个链表，每  $k$  个节点一组进行翻转，请你返回翻转后的链表。

$k$  是一个正整数，它的值小于或等于链表的长度。

如果节点总数不是  $k$  的整数倍，那么请将最后剩余的节点保持原有顺序。

示例：

给你这个链表：1->2->3->4->5

当  $k = 2$  时，应当返回：2->1->4->3->5

当  $k = 3$  时，应当返回：3->2->1->4->5

说明：

你的算法只能使用常数的额外空间。

你不能只是单纯的改变节点内部的值，而是需要实际进行节点交换。

## 前置知识

- 链表

## 思路

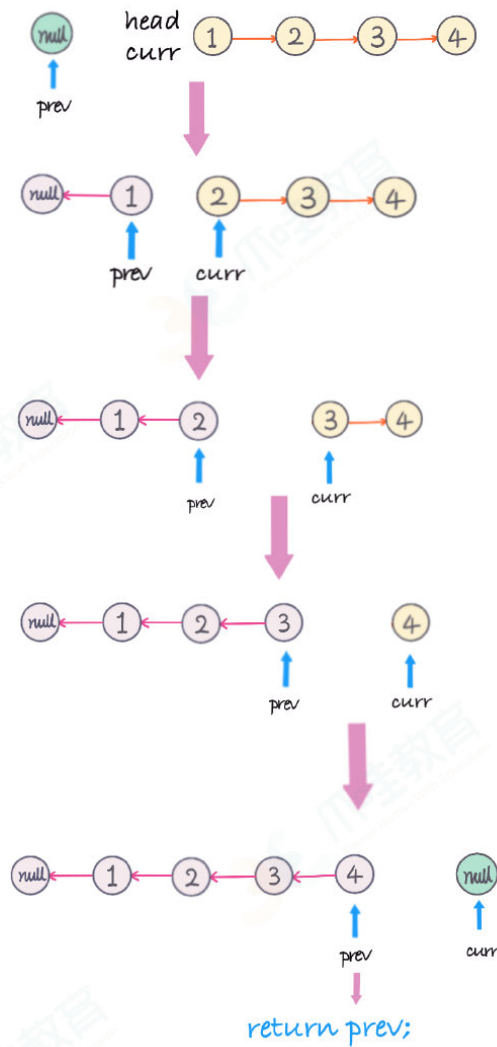
题意是以  $k$  个 nodes 为一组进行翻转，返回翻转后的 linked list。

从左往右扫描一遍 linked list，扫描过程中，以  $k$  为单位把数组分成若干段，对每一段进行翻转。给定首尾 nodes，如何对链表进行翻转。

链表的翻转过程，初始化一个为 null 的 previous node (prev)，然后遍历链表的同时，当前 node (curr) 的下一个 (next) 指向前一个 node (prev)，在改变当前 node 的指向之前，用一个临时变量记录当前 node 的下一个 node (curr.next)。即

```
ListNode temp = curr.next;  
curr.next = prev;  
prev = curr;  
curr = temp;
```

举例如图：翻转整个链表 1->2->3->4->null -> 4->3->2->1->null

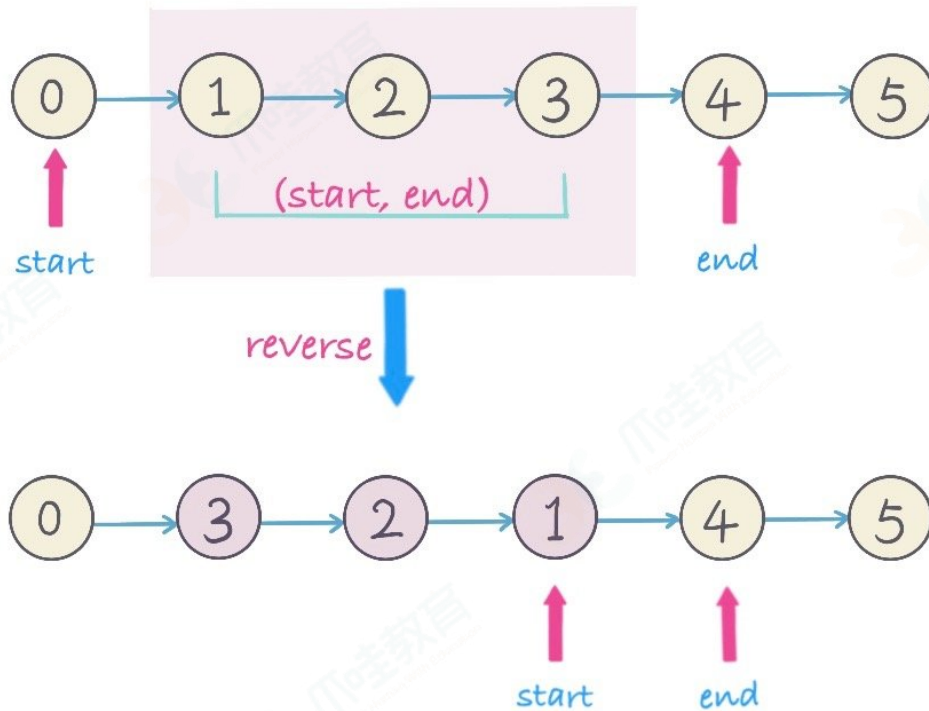


这里是对每一组（ $k$ 个nodes）进行翻转，

1. 先分组，用一个 `count` 变量记录当前节点的个数
2. 用一个 `start` 变量记录当前分组的起始节点位置的前一个节点
3. 用一个 `end` 变量记录要翻转的最后一个节点位置
4. 翻转一组（ $k$ 个nodes）即  $(start, end) - start \text{ and } end \text{ exclusively}$ 。
5. 翻转后，`start` 指向翻转后链表，区间  $(start, end)$  中的最后一个节点，返回 `start` 节点。
6. 如果不需要翻转，`end` 就往后移动一个（`end=end.next`），每一次移动，都要 `count+1`。

如图所示 步骤 4 和 5： 翻转区间链表区间  $(start, end)$

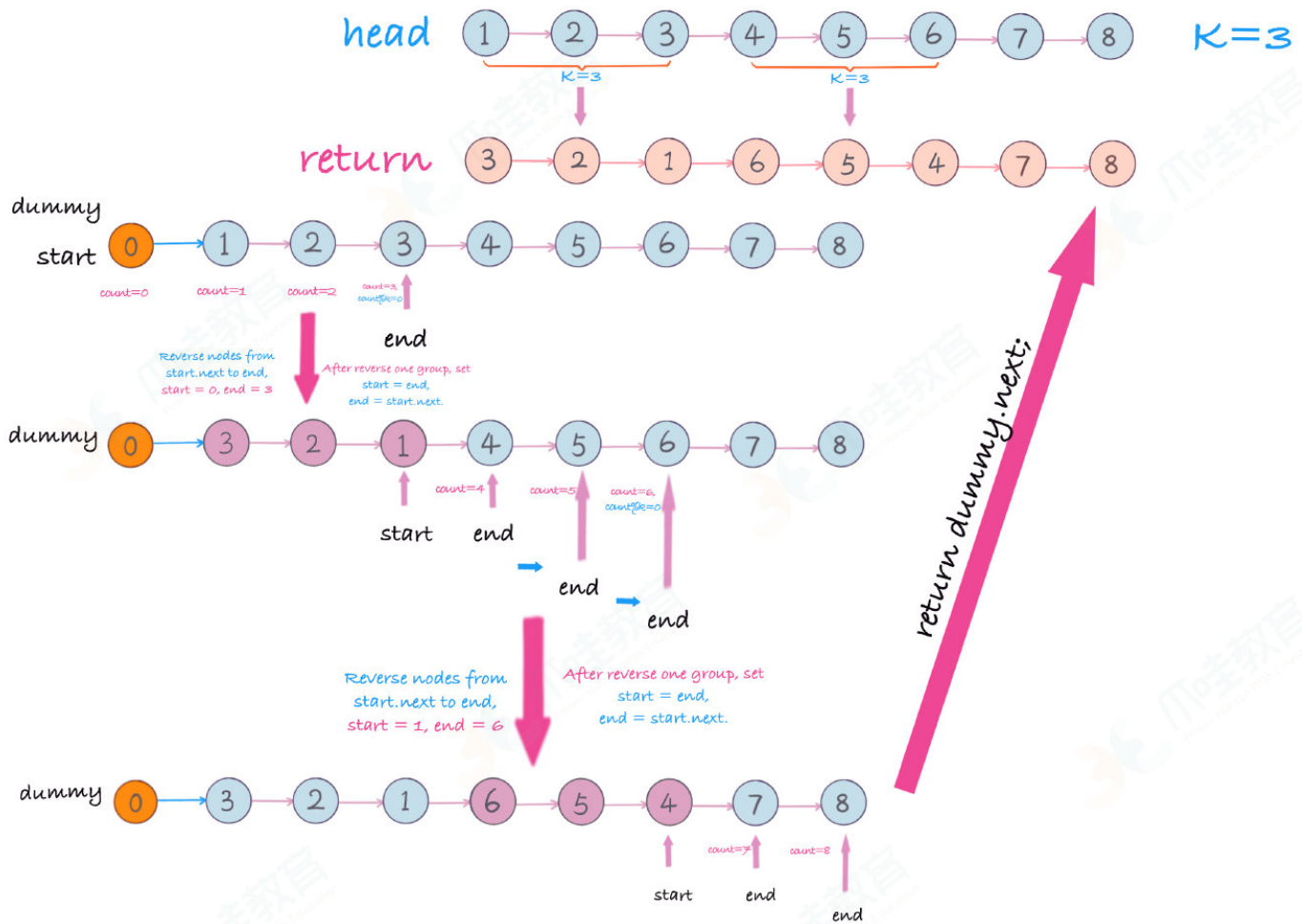
`reverse(start, end)` - range(start, end) exclusively



`return start;`

举例如图, `head=[1,2,3,4,5,6,7,8], k = 3`





**NOTE:** 一般情况下对链表的操作，都有可能会引入一个新的 `dummy node`，因为 `head` 有可能会改变。这里 `head` 从 `1→3`，`dummy (List(0))` 保持不变。

## 复杂度分析

- **时间复杂度:**  $O(n)$  -  $n$  is number of Linked List
- **空间复杂度:**  $O(1)$

## 关键点分析

1. 创建一个 `dummy node`
2. 对链表以  $k$  为单位进行分组，记录每一组的起始和最后节点位置
3. 对每一组进行翻转，更换起始和最后的位置
4. 返回 `dummy.next` .



javascript code

```
/**
 * @param {ListNode} head
 * @param {number} k
 * @return {ListNode}
 */
var reverseKGroup = function (head, k) {
    // 标兵
    let dummy = new ListNode();
    dummy.next = head;
    let [start, end] = [dummy, dummy.next];
    let count = 0;
    while (end) {
        count++;
        if (count % k === 0) {
            start = reverseList(start, end.next);
            end = start.next;
        } else {
            end = end.next;
        }
    }
    return dummy.next;

    // 翻转start -> end的链表
    function reverseList(start, end) {
        let [pre, cur] = [start, start.next];
        const first = cur;
        while (cur !== end) {
            let next = cur.next;
            cur.next = pre;
            pre = cur;
            cur = next;
        }
        start.next = pre;
        first.next = cur;
        return first;
    }
};
```

## 参考 (References)

- [Leetcode Discussion \(yellowstone\)](#)

## 扩展 1

- 要求从后往前以  $k$  个为一组进行翻转。(字节跳动 (ByteDance) 面试题)

例子,  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$ ,  $k = 3$ ,

从后往前以  $k=3$  为一组,

- $6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$  为一组翻转后为  $8 \rightarrow 7 \rightarrow 6$ ,
- $3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$  为一组翻转后为  $5 \rightarrow 4 \rightarrow 3$ .
- $1 \rightarrow 2$  只有 2 个 nodes 少于  $k=3$  个, 不翻转。

最后返回:  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 6$

这里的思路跟从前往后以  $k$  个为一组进行翻转类似, 可以进行预处理:

- 翻转链表
- 对翻转后的链表进行从前往后以  $k$  为一组翻转。
- 翻转步骤 2 中得到的链表。

例子:  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$ ,  $k = 3$

- 翻转链表得到:  $8 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 2 \rightarrow 1$
- 以  $k$  为一组翻转:  $6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 1$
- 翻转步骤#2 链表:  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 6$

## 扩展 2

如果这道题你按照 [92.reverse-linked-list-ii](#) 提到的  $p1, p2, p3, p4$  (四点法) 的思路来思考的话会很清晰。

代码如下 (Python) :

```
class Solution:
    def reverseKGroup(self, head: ListNode, k: int) -> ListNode:
        if head is None or k < 2:
            return head
        dummy = ListNode(0)
        dummy.next = head
```

```
pre = dummy
cur = head
count = 0
while cur:
    count += 1
    if count % k == 0:
        pre = self.reverse(pre, cur.next)
        # end 调到下一个位置
        cur = pre.next
    else:
        cur = cur.next
return dummy.next
# (p1, p4) 左右都开放

def reverse(self, p1, p4):
    prev, curr = p1, p1.next
    p2 = curr
    # 反转
    while curr != p4:
        next = curr.next
        curr.next = prev
        prev = curr
        curr = next
    # 将反转后的链表添加到原链表中
    # prev 相当于 p3
    p1.next = prev
    p2.next = p4
    # 返回反转前的头，也就是反转后的尾部
    return p2

# @lc code=end
```

### 复杂度分析

- 时间复杂度： $O(N)$
- 空间复杂度： $O(1)$

## 6. 删除排序数组中的重复项

### 题目描述

给定一个排序数组，你需要在 原地 删除重复出现的元素，使得每个元素只出现一次，返回移除后数组的新长度。

不要使用额外的数组空间，你必须在原地修改输入数组并在使用 O(1) 额外空间的条件下完成。

示例 1:

给定数组 `nums = [1,1,2]`,

函数应该返回新的长度 2, 并且原数组 `nums` 的前两个元素被修改为 1, 2。

你不需要考虑数组中超出新长度后面的元素。

示例 2:

给定 `nums = [0,0,1,1,1,2,2,3,3,4]`,

函数应该返回新的长度 5, 并且原数组 `nums` 的前五个元素被修改为 0, 1, 2, 3, 4。

你不需要考虑数组中超出新长度后面的元素。

说明:

为什么返回数值是整数，但输出的答案是数组呢？

请注意，输入数组是以「引用」方式传递的，这意味着在函数里修改输入数组对于调用者是可见的。

你可以想象内部操作如下:

```
// nums 是以“引用”方式传递的。也就是说，不对实参做任何拷贝
int len = removeDuplicates(nums);

// 在函数里修改输入数组对于调用者是可见的。
// 根据你的函数返回的长度，它会打印出数组中该长度范围内的所有元素。
for (int i = 0; i < len; i++) {
    print(nums[i]);
}
```

## 前置知识

- 数组
- 双指针

## 公司

- 阿里
- 腾讯
- 百度
- 字节
- bloomberg
- facebook
- microsoft

## 思路

使用快慢指针来记录遍历的坐标。

- 开始时这两个指针都指向第一个数字
- 如果两个指针指的数字相同，则快指针向前走一步
- 如果不同，则两个指针都向前走一步
- 当快指针走完整个数组后，慢指针当前的坐标加 1 就是数组中不同数字的个数

## 26. Remove Duplicates from Sorted Array



@五分钟学算法

(图片来自: <https://github.com/MisterBooo/LeetCodeAnimation>)

实际上这就是双指针中的快慢指针。在这里快指针是读指针，慢指针是写指针。从读写指针考虑，我觉得更符合本质。

## 关键点解析

- 双指针

这道题如果不要求， $O(n)$  的时间复杂度， $O(1)$  的空间复杂度的话，会很简单。  
但是这道题是要求的，这种题的思路一般都是采用双指针

- 如果是数据是无序的，就不可以用这种方式了，从这里也可以看出排序在算法中的基础性和重要性。
- 注意 `nums` 为空时的边界条件。

## 代码

Javascript Code:

```
/**
 * @param {number[]} nums
 * @return {number}
 */
var removeDuplicates = function (nums) {
  const size = nums.length;
  if (size == 0) return 0;
  let slowP = 0;
  for (let fastP = 0; fastP < size; fastP++) {
    if (nums[fastP] !== nums[slowP]) {
      slowP++;
      nums[slowP] = nums[fastP];
    }
  }
  return slowP + 1;
};
```

### 复杂度分析

- 时间复杂度： $O(N)$
- 空间复杂度： $O(1)$

## 7. 两数相除

### 题目描述

给定两个整数，被除数 `dividend` 和除数 `divisor`。将两数相除，要求不使用乘法、除法和 `mod` 运算符。

返回被除数 `dividend` 除以除数 `divisor` 得到的商。

整数除法的结果应当截去 (truncate) 其小数部分，例如： $\text{truncate}(8.345) = 8$  以及  $\text{truncate}(-2.7335) = -2$

示例 1:

输入: `dividend = 10, divisor = 3`

输出: 3

解释:  $10/3 = \text{truncate}(3.33333\ldots) = \text{truncate}(3) = 3$

示例 2:

输入: `dividend = 7, divisor = -3`

输出: -2

解释:  $7/-3 = \text{truncate}(-2.33333\ldots) = -2$

提示:

被除数和除数均为 32 位有符号整数。

除数不为 0。

假设我们的环境只能存储 32 位有符号整数，其数值范围是  $[-2^{31}, 2^{31} - 1]$ 。本题中，如果除法结果溢出，则返回  $2^{31} - 1$ 。

## 前置知识

- 二分法

## 公司

- Facebook
- Microsoft
- Oracle

## 思路

符合直觉的做法是，减数一次一次减去被减数，不断更新差，直到差小于0，我们减了多少次，结果就是多少。

核心代码：

```
let acc = divisor;
let count = 0;

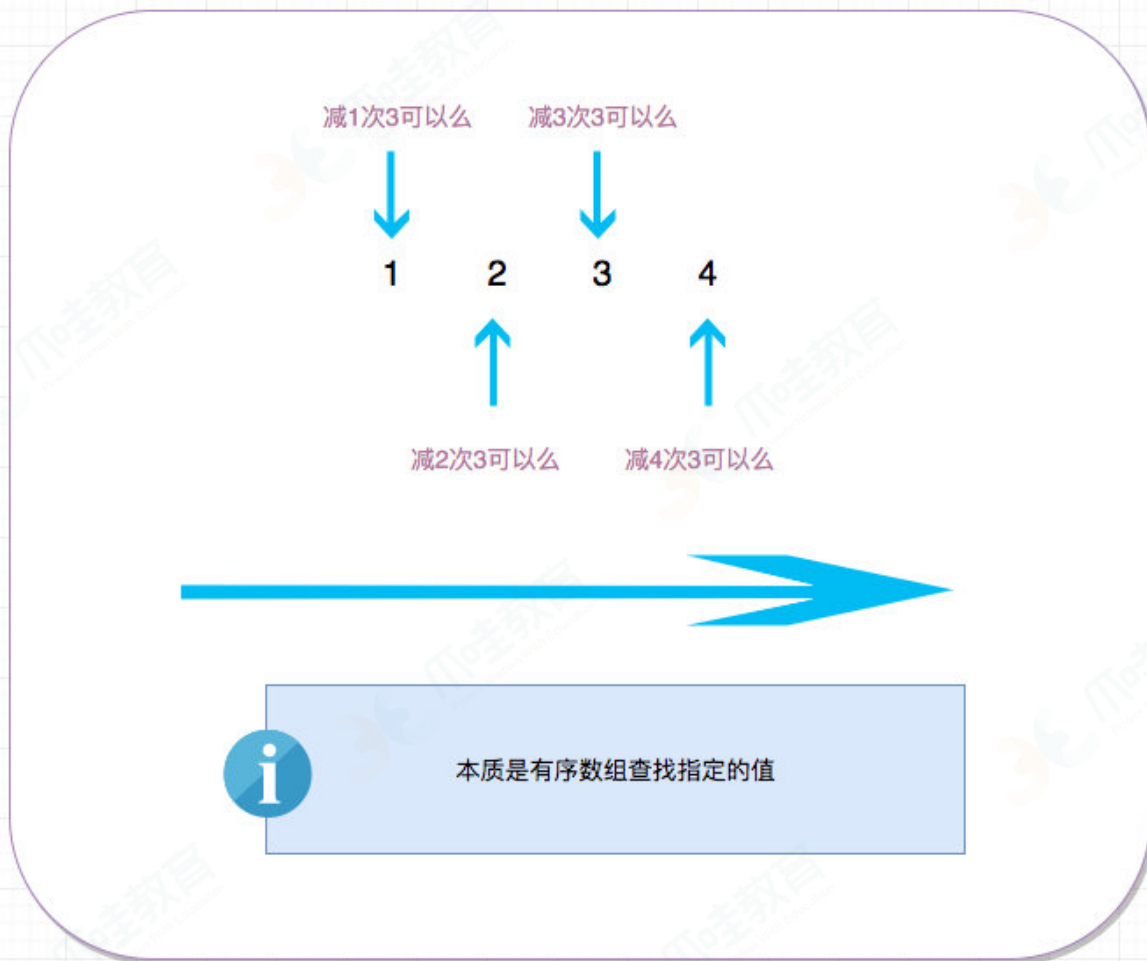
while (dividend - acc >= 0) {
  acc += divisor;
  count++;
}

return count;
```

这种做法简单直观，但是性能却比较差。下面来介绍一种性能更好的方法。



10 / 3



## [29] Divide Two Integers

通过上面这样的分析，我们直到可以使用二分法来解决，性能有很大的提升。

## 关键点解析

- 二分查找
- 正负数的判断中，这样判断更简单。

```
const isNegative = dividend > 0 !== divisor > 0;
```

或者利用异或：

```
const isNegative = dividend ^ (divisor < 0);
```

## 代码

```
/*
 * @lc app=leetcode id=29 lang=javascript
 *
 * [29] Divide Two Integers
 */
/**
 * @param {number} dividend
 * @param {number} divisor
 * @return {number}
 */
var divide = function (dividend, divisor) {
  if (divisor === 1) return dividend;

  // 这种方法很巧妙，即符号相同则为正，不同则为负
  const isNegative = dividend > 0 !== divisor > 0;

  const MAX_INTEGER = Math.pow(2, 31);

  const res = helper(Math.abs(dividend), Math.abs(divisor));

  // overflow
  if (res > MAX_INTEGER - 1 || res < -1 * MAX_INTEGER) {
    return MAX_INTEGER - 1;
  }

  return isNegative ? -1 * res : res;
};

function helper(dividend, divisor) {
  // 二分法
  if (dividend <= 0) return 0;
  if (dividend < divisor) return 0;
  if (divisor === 1) return dividend;

  let acc = 2 * divisor;
  let count = 1;

  while (dividend - acc > 0) {
    acc += acc;
    count += count;
  }

  // 直接使用位移运算，比如acc >> 1会有问题
  const last = dividend - Math.floor(acc / 2);
```

```
return count + helper(last, divisor);  
}
```

### 复杂度分析

- 时间复杂度： $O(\log N)$
- 空间复杂度： $O(1)$

## 8. 下一个排列

### 题目描述

实现获取下一个排列的函数，算法需要将给定数字序列重新排列成字典序中下一个更大的排列。

如果不存在下一个更大的排列，则将数字重新排列成最小的排列（即升序排列）。

必须原地修改，只允许使用额外常数空间。

以下是一些例子，输入位于左侧列，其相应输出位于右侧列。

1,2,3 → 1,3,2

3,2,1 → 1,2,3

1,1,5 → 1,5,1

### 前置知识

- 回溯法

### 公司

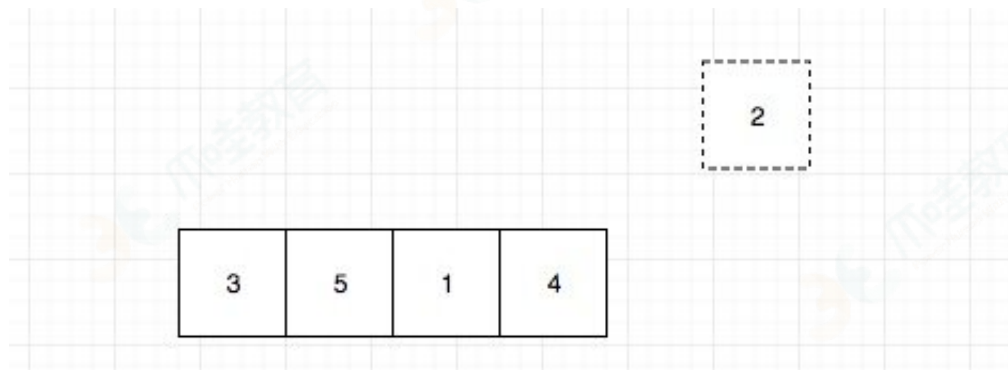
- 阿里
- 腾讯
- 百度
- 字节

### 思路

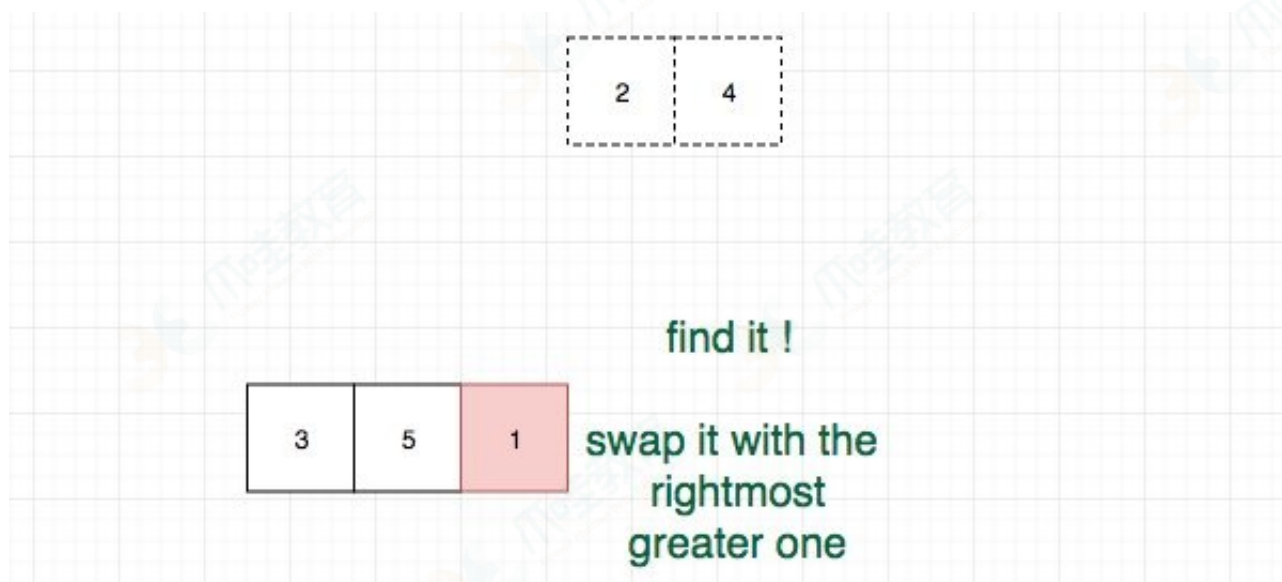
符合直觉的方法是按顺序求出所有的排列，如果当前排列等于 num，那么我直接取下一个但是这种做法不符合 constant space 要求（题目要求直接修改原数组），时间复杂度也太高，为  $O(n!)$ ，肯定不是合适的解。

我们也可以以回溯的角度来思考这个问题，即从后往前思考。

让我们先回溯一次，即思考最后一个数字是如何被添加的。



由于这个时候可以选择的元素只有 2，我们无法组成更大的排列，我们继续回溯，直到如图：

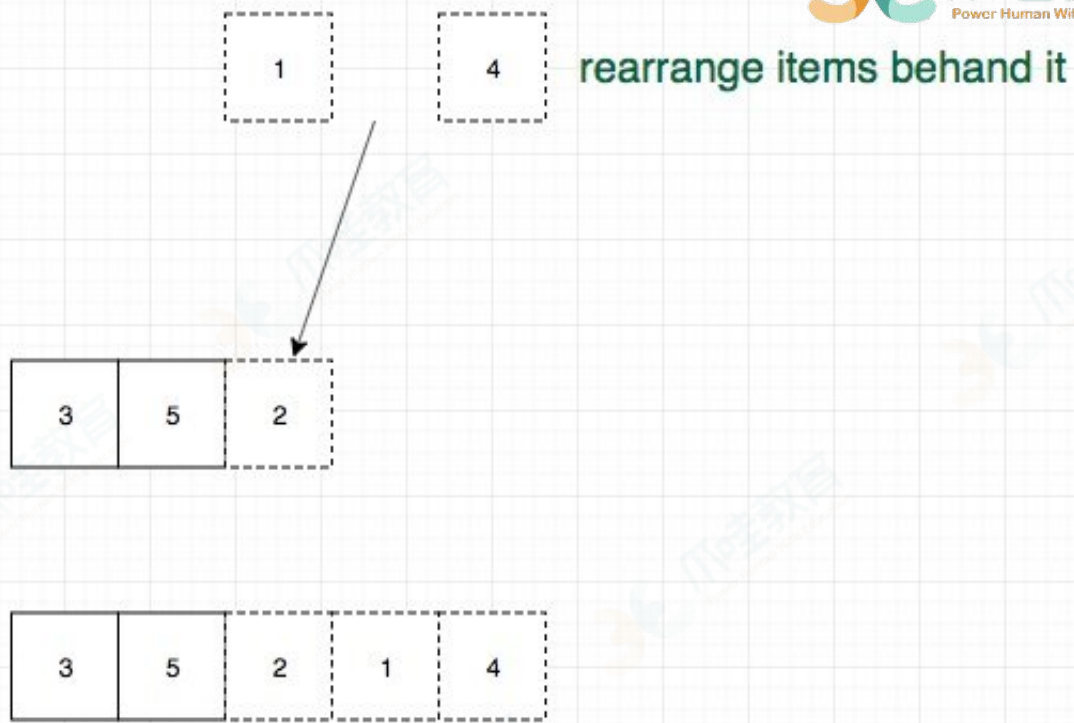


我们发现我们可以交换 4 和 2 就会变小，因此我们不能进行交换。

接下来碰到了 1。我们有两个选择：

- 1 和 2 进行交换
- 1 和 4 进行交换

两种交换都能使得结果更大，但是和 2 交换能够使得增值最小，也就是题目中的下一个更大的效果。因此我们 1 和 2 进行交换。



### [31] Next Permutation

还需要继续往高位看么？不需要，因为交换高位得到的增幅一定比交换低位大，这是一个贪心的思想。

那么如何保证增幅最小呢？其实只需要将 1 后面的数字按照从小到大进行排列即可。

注意到 1 后面的数已经是从小到小排列了（非严格递减），我们其实只需要用双指针交换即可，而不需要真正地排序。

1 后面的数一定是从大到小排好序了吗？当然，否则，我们找到第一个可以交换的回溯点就不是 1 了，和 1 是第一个可以交换的回溯点矛盾。因为第一个可以交换的回溯点其实就是从后往前第一个递减的值。

## 关键点解析

- 写几个例子通常会帮助理解问题的规律
- 在有序数组中首尾指针不断交换位置即可实现 reverse
- 找到从右边起 第一个大于 `nums[i]` 的，并将其和 `nums[i]` 进行交换

## 代码

```

/*
 * @lc app=leetcode id=31 lang=javascript
 *
 * [31] Next Permutation
 */

function reverseRange(A, i, j) {
  while (i < j) {
    const temp = A[i];
    A[i] = A[j];
    A[j] = temp;
    i++;
    j--;
  }
}

/**
 * @param {number[]} nums
 * @return {void} Do not return anything, modify nums in-place instead.
 */
var nextPermutation = function (nums) {
  // 时间复杂度O(n) 空间复杂度O(1)
  if (nums == null || nums.length <= 1) return;

  let i = nums.length - 2;
  // 从后往前找到第一个降序的, 相当于找到了我们的回溯点
  while (i > -1 && nums[i + 1] <= nums[i]) i--;

  // 如果找到了就swap
  if (i > -1) {
    let j = nums.length - 1;
    // 找到从右边起第一个大于nums[i]的, 并将其和nums[i]进行交换
    // 因为如果交换的数字比nums[i]还要小肯定不符合题意
    while (nums[j] <= nums[i]) j--;
    const temp = nums[i];
    nums[i] = nums[j];
    nums[j] = temp;
  }

  // 最后我们只需要将剩下的元素从左到右, 依次填入当前最小的元素就可以保证是大于当前排列的最小值了
  // [i + 1, A.length - 1]的元素进行反转

  reverseRange(nums, i + 1, nums.length - 1);
};

```



## 9. 搜索旋转排序数组

### 题目描述

给你一个升序排列的整数数组 `nums`，和一个整数 `target`。

假设按照升序排序的数组在预先未知的某个点上进行了旋转。（例如，数组 `[0,1,2,4,5,6,7]` 可能变为 `[4,5,6,7,0,1,2]`）。

请你在数组中搜索 `target`，如果数组中存在这个目标值，则返回它的索引，否则返回 `-1`。

示例 1:

输入: `nums = [4,5,6,7,0,1,2]`, `target = 0`

输出: 4

示例 2:

输入: `nums = [4,5,6,7,0,1,2]`, `target = 3`

输出: -1

示例 3:

输入: `nums = [1]`, `target = 0`

输出: -1

提示:

$1 \leq \text{nums.length} \leq 5000$

$-10^4 \leq \text{nums}[i] \leq 10^4$

`nums` 中的每个值都 独一无二

`nums` 肯定会在某个点上旋转

$-10^4 \leq \text{target} \leq 10^4$

### 前置知识

- 数组
- 二分法

### 公司

- 阿里
- 腾讯
- 百度
- 字节

## 思路

这是一个我在网上看到的前端头条技术终面的一个算法题。

题目要求时间复杂度为  $\log n$ ，因此基本就是二分法了。这道题目不是直接的有序数组，不然就是 easy 了。

首先要知道，我们随便选择一个点，将数组分为前后两部分，其中一部分一定是有序的。

具体步骤：

- 我们可以先找出 mid，然后根据 mid 来判断，mid 是在有序的部分还是无序的部分

假如 mid 小于 start，则 mid 一定在右边有序部分。

假如 mid 大于等于 start，则 mid 一定在左边有序部分。

### 注意等号的考虑

- 然后我们继续判断 target 在哪一部分，我们就可以舍弃另一部分了

我们只需要比较 target 和有序部分的边界关系就行了。比如 mid 在右侧有序部分，即  $[mid, end]$

那么我们只需要判断  $target \geq mid \ \&\& \ target \leq end$  就能知道 target 在右侧有序部分，我们可以舍弃左边部分了 ( $start = mid + 1$ )，反之亦然。

我们以  $[6, 7, 8, 1, 2, 3, 4, 5], 4$  为例讲解一下：



6	7	8	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---	---

target: 4

6
---

start

由于2小于nums[start], 因此2在右侧  
有序部分

6	7	8	1
---	---	---	---

无序部分

2	3	4	5
---	---	---	---

有序部分



6	7	8	1
---	---	---	---

无序部分

2	3	4	5
---	---	---	---

有序部分

由于4大于 $\text{nums}[\text{mid}]$ 且小于 $\text{nums}[\text{end}]$ , 因此target也在右侧有序部分

由于4在右边有序部分, 因此左边无序部分可以直接舍弃

6	7	8	1
---	---	---	---

无序部分



### 33.search-in-rotated-sorted-array

## 关键点解析

- 二分法
- 找出有序区间, 然后根据 target 是否在有序区间舍弃一半元素

## 代码

```
/*
 * @lc app=leetcode id=33 lang=javascript
 *
 * [33] Search in Rotated Sorted Array
```

```
*/  
/**  
 * @param {number[]} nums  
 * @param {number} target  
 * @return {number}  
 */  
var search = function (nums, target) {  
    // 时间复杂度: O(logn)  
    // 空间复杂度: O(1)  
    // [6,7,8,1,2,3,4,5]  
    let start = 0;  
    let end = nums.length - 1;  
  
    while (start <= end) {  
        const mid = start + ((end - start) >> 1);  
        if (nums[mid] === target) return mid;  
  
        // [start, mid]有序  
  
        // ⚠注意这里的等号  
        if (nums[mid] >= nums[start]) {  
            //target 在 [start, mid] 之间  
  
            // 其实target不可能等于nums[mid], 但是为了对称, 我还是加上了等号  
            if (target >= nums[start] && target <= nums[mid]) {  
                end = mid - 1;  
            } else {  
                //target 不在 [start, mid] 之间  
                start = mid + 1;  
            }  
        } else {  
            // [mid, end]有序  
  
            // target 在 [mid, end] 之间  
            if (target >= nums[mid] && target <= nums[end]) {  
                start = mid + 1;  
            } else {  
                // target 不在 [mid, end] 之间  
                end = mid - 1;  
            }  
        }  
    }  
    return -1;  
};
```

## 复杂度分析

- 时间复杂度:  $O(\log N)$
- 空间复杂度:  $O(1)$

## 10. 组合总和

### 题目描述

给定一个无重复元素的数组 `candidates` 和一个目标数 `target`，找出 `candidates` 中所有可以使数字和为 `target` 的组合。

`candidates` 中的数字可以无限制重复被选取。

说明：

所有数字（包括 `target`）都是正整数。

解集不能包含重复的组合。

示例 1：

输入: `candidates = [2,3,6,7]`, `target = 7`,

所求解集为：

```
[
  [7],
  [2,2,3]
]
```

示例 2：

输入: `candidates = [2,3,5]`, `target = 8`,

所求解集为：

```
[
  [2,2,2,2],
  [2,3,3],
  [3,5]
]
```

提示：

`1 <= candidates.length <= 30`

`1 <= candidates[i] <= 200`

`candidate` 中的每个元素都是独一无二的。

`1 <= target <= 500`

## 前置知识

---

- 回溯法

## 公司

---

- 阿里
- 腾讯
- 百度
- 字节

## 思路

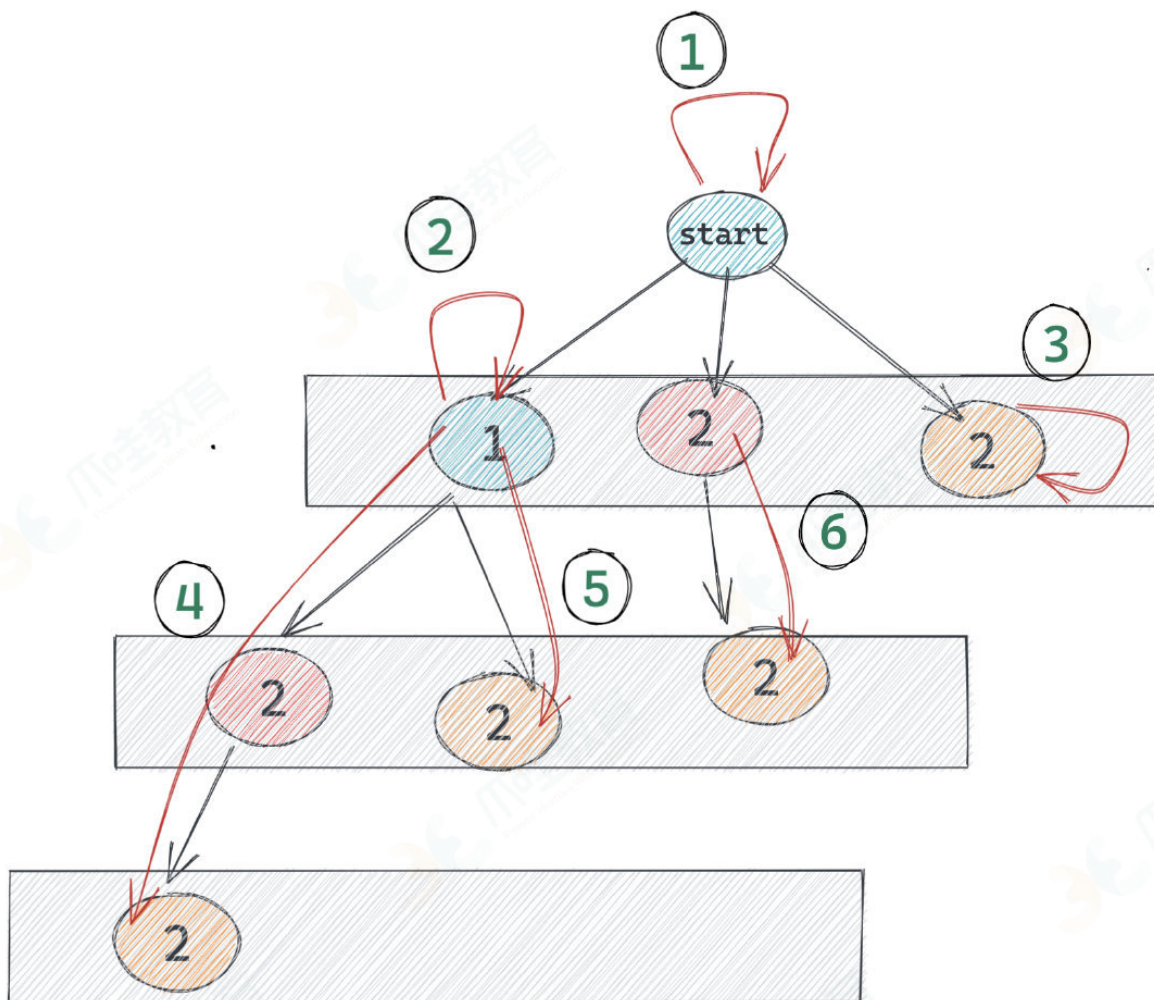
---

这道题目是求集合，并不是 **求极值**，因此动态规划不是特别切合，因此我们需要考虑别的方法。

这种题目其实有一个通用的解法，就是回溯法。网上也有大神给出了这种回溯法解题的[通用写法](#)，这里的所有的解法使用通用方法解答。

除了这道题目还有很多其他题目可以用这种通用解法，具体的题目见后方相关题目部分。

我们先来看下通用解法的解题思路，我画了一张图：



## backtrack @lucifer

每一层灰色的部分，表示当前有哪些节点是可以选择的，红色部分则是选择路径。1, 2, 3, 4, 5, 6 则分别表示我们的 6 个子集。

图是 [78.subsets](#)，都差不多，仅作参考。

通用写法的具体代码见下方代码区。

## 关键点解析

- 回溯法
- backtrack 解题公式

## 代码

JS Code:



```
function backtrack(list, tempList, nums, remain, start) {
  if (remain < 0) return;
  else if (remain === 0) return list.push([...tempList]);
  for (let i = start; i < nums.length; i++) {
    tempList.push(nums[i]);
    backtrack(list, tempList, nums, remain - nums[i], i); // 数字可以重复使用,
    // i + 1代表不可以重复利用
    tempList.pop();
  }
}

/**
 * @param {number[]} candidates
 * @param {number} target
 * @return {number[][]}
 */
var combinationSum = function (candidates, target) {
  const list = [];
  backtrack(
    list,
    [],
    candidates.sort((a, b) => a - b),
    target,
    0
  );
  return list;
};
```

## 11. 接雨水

### 题目描述

给定  $n$  个非负整数表示每个宽度为 1 的柱子的高度图，计算按此排列的柱子，下雨之后能接多少雨水。



上面是由数组 `[0,1,0,2,1,0,1,3,2,1,2,1]` 表示的高度图，在这种情况下，可以接 6 个单位的雨水（蓝色部分表示雨水）。感谢 Marcos 贡献此图。

示例：

输入：`[0,1,0,2,1,0,1,3,2,1,2,1]`

输出：6

## 前置知识

- 空间换时间
- 双指针
- 单调栈

## 公司

- 阿里
- 腾讯
- 百度
- 字节

## 双数组

### 思路

这是一道雨水收集的问题，难度为 `hard`。如图所示，让我们求下过雨之后最多可以积攒多少的水。

如果采用暴力求解的话，思路应该是 `height` 数组依次求和，然后相加。

- 伪代码

```
for (let i = 0; i < height.length; i++) {  
  area += (h[i] - height[i]) * 1; // h为下雨之后的水位  
}
```

问题转化为求 `h`，那么 `h[i]` 又等于 左右两侧柱子的最大值中的较小值，即

`h[i] = Math.min(左边柱子最大值, 右边柱子最大值)`



如上图那么 h 为 [0, 1, 1, 2, 2, 2, 2, 3, 2, 2, 2, 1]

问题的关键在于求解 左边柱子最大值 和 右边柱子最大值，  
我们其实可以用两个数组来表示 leftMax, rightMax，  
以 leftMax 为例，leftMax[i] 代表 i 的左侧柱子的最大值，因此我们维护两个数组即可。

## 关键点解析

- 建模  $h[i] = \text{Math.min}(\text{左边柱子最大值}, \text{右边柱子最大值})$  (h 为下雨之后的水位)

## 代码

JS Code:

```
/*
 * @lc app=leetcode id=42 lang=javascript
 *
 * [42] Trapping Rain Water
 *
 */
/**
 * @param {number[]} height
 * @return {number}
 */
var trap = function (height) {
    let max = 0;
    let volume = 0;
    const leftMax = [];
    const rightMax = [];

    for (let i = 0; i < height.length; i++) {
        leftMax[i] = max = Math.max(height[i], max);
    }

    max = 0;

    for (let i = height.length - 1; i >= 0; i--) {
        rightMax[i] = max = Math.max(height[i], max);
    }

    for (let i = 0; i < height.length; i++) {
        volume = volume + Math.min(leftMax[i], rightMax[i]) - height[i];
    }

    return volume;
};
```

## 复杂度分析

- 时间复杂度： $O(N)$
- 空间复杂度： $O(N)$

# 12. 全排列

## 题目描述

给定一个 没有重复 数字的序列，返回其所有可能的全排列。

示例：

输入：[1,2,3]

输出：

```
[
  [1,2,3],
  [1,3,2],
  [2,1,3],
  [2,3,1],
  [3,1,2],
  [3,2,1]
]
```

## 前置知识

- [回溯](#)

## 公司

- 阿里
- 腾讯
- 百度
- 字节

## 思路

回溯的基本思路请参考上方的回溯专题。

以 [1,2,3] 为例，我们的逻辑是：

- 先从 [1,2,3] 选取一个数。
- 然后继续从 [1,2,3] 选取一个数，并且这个数不能是已经选取过的数。

如何确保这个数不能是已经选取过的数？我们可以直接在已经选取的数字中线性查找，也可以将已经选取的数字中放到 hashset 中，这样就可以在  $O(1)$  的时间来判断是否已经被选取了，只不过需要额外的空间。

- 重复这个过程直到选取的数字个数达到了 3。

## 关键点解析

- 回溯法
- backtrack 解题公式

## 代码

Javascript Code:

```
function backtrack(list, tempList, nums) {
  if (tempList.length === nums.length) return list.push([...tempList]);
  for (let i = 0; i < nums.length; i++) {
    if (tempList.includes(nums[i])) continue;
    tempList.push(nums[i]);
    backtrack(list, tempList, nums);
    tempList.pop();
  }
}

/**
 * @param {number[]} nums
 * @return {number[][]}
 */
var permute = function (nums) {
  const list = [];
  backtrack(list, [], nums);
  return list;
};
```

## 复杂度分析

令  $N$  为数组长度。

- 时间复杂度:  $O(N!)$
- 空间复杂度:  $O(N)$

## 13.两数之和

### 题目描述

给定一个整数数组 `nums` 和一个目标值 `target`，请你在该数组中找出和为目标值的那两个整数，并返回他们的数组下标。

你可以假设每种输入只会对应一个答案。但是，数组中同一个元素不能使用两遍。

示例:

给定 `nums = [2, 7, 11, 15]`, `target = 9`

因为 `nums[0] + nums[1] = 2 + 7 = 9`

所以返回 `[0, 1]`

##解题思路

对于这道题，我们很容易想到使用两层循环来解决这个问题，但是两层循环的复杂度为  $O(n^2)$ ，我们可以考虑能否换一种思路，减小复杂度。

这里使用一个map对象来储存遍历过的数字以及对应的索引值。我们在这里使用减法进行计算

● 计算`target`和第一个数字的差，并记录进map对象中，其中两数差值作为key，其索引值作为value。

● 再计算第二个数字与`target`的差，并与map对象中的数值进行对比，若相同，直接返回，如果没有相同值，就将这个差值也存入map对象中。

● 重复第二步，直到找到目标值。

### 代码实现

暴力循环:

/\*\*

• @param {number[]} nums

• @param {number} target

• @return {number[]}

/

`var twoSum = function(nums, target) {`

```
var len=nums.length;
for(var i=0;i<len;i++){
for(var j=0;j<len;j++){
if(nums[i]+nums[j]== target&& i!=j){
return [i,j];
}
}
}
};
使用map对象存储方法:
/*
```

- @param {number[]} nums
  - @param {number} target
  - @return {number[]}
- ```
*/
var twoSum = function(nums, target) {
const maps = {}
const len = nums.length

for(let i=0;i<len;i++) {
if(maps[target-nums[i]]!==undefined) {
return [maps[target - nums[i]], i]
}
maps[nums[i]]=i
}
};
```

## 提交结果

第二种方法的提交结果：

执行结果：**通过** [显示详情](#) >

执行用时：**72 ms**，在所有 JavaScript 提交中击败了 **78.45%** 的用户

内存消耗：**34.1 MB**，在所有 JavaScript 提交中击败了 **97.46%** 的用户

# 14.三数之和

## 题目描述

给你一个包含  $n$  个整数的数组 `nums`，判断 `nums` 中是否存在三个元素  $a, b, c$ ，使得  $a + b + c = 0$ ？请你找出所有满足条件且不重复的三元组。

注意：答案中不可以包含重复的三元组。

示例：

## 解题思路

这个题和之前的两数之和完全不一样，不过这里依旧可以使用双指针来实现。

我们在使用双指针时，往往数组都是有序的，这样才能不断缩小范围，所以我们要对已知数组进行排序。

(1) 首先我们设置一个固定的数，然后在设置两个指针，左指针指向固定的数的后面那个值，右指针指向最后一个值，两个指针相向而行。

(2) 每移动一次指针位置，就计算一下这两个指针与固定值的和是否为0，如果是，那么我们就得到一组符合条件的数组，如果不是0，就有一下两种情况：

相加之和大于0，说明右侧值大了，右指针左移

相加之和小于0，说明左侧值小了，左指针右移

(3) 按照上边的步骤，将前  $\text{len}-2$  个值依次作为固定值，最终得到想要的结果。

因为我们需要三个值的和，所以我们无需最后两个值作为固定值，他们后面已经没有三个值可以进行计算了。

## 代码实现

JavaScript

复制代码

/\*\*

- @param {number[]} nums

- @return {number[][]}

\*/

```
var threeSum = function(nums) {
```

```
  let res = []
```

```
  let sum = 0
```

```
  // 将数组元素排序
```

```
nums.sort((a,b) => {  
  return a-b  
})  
  
const len =nums.length  
  
for(let i =0; i<len-2; i++){  
  let j = i+1  
  let k = len-1  
  // 如果有重复数字就跳过  
  if(i>0&& nums[i]===nums[i-1]){  
    continue  
  }  
  while(j<k){  
    // 三数之和小于0，左指针右移  
    if(nums[i]+nums[j]+nums[k]<0){  
      j++  
      // 处理左指针元素重复的情况  
      while(j<k&&nums[j]===nums[j-1]){  
        j++  
      }  
      // 三数之和大于0，右指针左移  
    }else if(nums[i]+nums[j]+nums[k]>0){  
      k--  
      // 处理右指针元素重复的情况  
      while(j<k&&nums[k]===nums[k+1]){  
        k--  
      }  
    }else{  
      // 储存符合条件的结果  
      res.push([nums[i],nums[j],nums[k]])  
      j++  
      k--  
    }  
  }  
}
```

```
    while(j<k&&nums[j]===nums[j-1]){  
      j++  
    }  
    while(j<k&&nums[k]===nums[k+1]){  
      k--  
    }  
  }  
}
```



```
}  
return res  
};
```

## 提交结果

执行结果：**通过** [显示详情](#)

执行用时：**156 ms**，在所有 JavaScript 提交中击败了 **95.63%** 的用户

内存消耗：**45.5 MB**，在所有 JavaScript 提交中击败了 **100.00%** 的用户

## 15.四数之和

### 题目描述

给定一个包含  $n$  个整数的数组  $nums$  和一个目标值  $target$ ，判断  $nums$  中是否存在四个元素  $a$ ， $b$ ， $c$  和  $d$ ，使得  $a + b + c + d$  的值与  $target$  相等？找出所有满足条件且不重复的四元组。  
注意：答案中不可以包含重复的四元组。

示例：

给定数组  $nums = [1, 0, -1, 0, -2, 2]$ ，和  $target = 0$ 。

满足要求的四元组集合为：

```
[  
  [-1, 0, 0, 1],  
  [-2, -1, 1, 2],  
  [-2, 0, 0, 2]  
]
```

### 解题思路

这个题实际上和三数之和类似，我们也使用双指针来解决。

在三数之和中，使用两个指针分别指向两个元素，左指针指向固定数后面的数，右指针指向最后一个数。在固定一个数，进行遍历。左指针不断向右移动，右指针不断向左移动，直至遍历完所有的数字。

在四数之和中，我们可以固定两个数字，然后再初始化两个指针，左指针指向固定数之前的数字，右指针指向最后一个数字。两层循环进行遍历，直至遍历完所有的结果。

需要注意的是，当使双指针的时候，往往需要对数组元素进行排序。

## 代码实现

```
/**
 *
 * @param {number[]} nums
 * @param {number} target
 * @return {number[][]}
 */
var fourSum = function(nums, target) {
  const res = []
  if(nums.length < 4){
    return []
  }
  nums.sort((a, b) => a - b)
  for(let i = 0; i < nums.length - 3; i++){
    if(i > 0 && nums[i] === nums[i - 1]){
      continue
    }
    if(nums[i] + nums[i + 1] + nums[i + 2] + nums[i + 3] > target){
      break
    }

    for(let j = i + 1; j < nums.length - 2; j++){
      // 若与已遍历过的数字相同，就跳过，避免结果中出现重复的数组
      if(j > i + 1 && nums[j] === nums[j - 1]){
        continue
      }
      let left = j + 1, right = nums.length - 1

      while(left < right){
        const sum = nums[i] + nums[j] + nums[left] + nums[right]
        if(sum === target){
          res.push([nums[i], nums[j], nums[left], nums[right]])
        }
        if(sum <= target){
          left ++
          while(nums[left] === nums[left - 1]) {

```

```
        left ++
    }
    }else{
        right --
        while(nums[right] === nums[right + 1]){
            right --
        }
    }
}
}
}

return res
};
```

## 提交结果

执行结果：**通过** [显示详情 >](#)

执行用时：**108 ms**，在所有 JavaScript 提交中击败了 **72.14%** 的用户

内存消耗：**38.9 MB**，在所有 JavaScript 提交中击败了 **51.05%** 的用户

更多精彩内容，持续汇总中.....