

# 面试常考算法模板 Cheat Sheet V4.3

## 前言

- 版权归属：九章算法（杭州）科技有限公司
- 可以原文转载和分享，转载时需保留此版权信息，不得对内容进行增删和修改
- 本文作者：九章算法令狐冲
- 官方网站：[www.jiuzhang.com/?utm\\_source=lhc-cheatsheet-v4.0](http://www.jiuzhang.com/?utm_source=lhc-cheatsheet-v4.0)

## 二分法 Binary Search

### 使用条件

1. 排序数组 (30-40%是二分)
2. 当面试官要求你找一个比  $O(n)$  更小的时间复杂度算法的时候(99%)
3. 找到数组中的一个分割位置，使得左半部分满足某个条件，右半部分不满足(100%)
4. 找到一个最大/最小的值使得某个条件被满足(90%)

### 复杂度

5. 时间复杂度： $O(\log n)$
6. 空间复杂度： $O(1)$

### 领扣例题

- [LintCode 14. 二分查找](#)(在排序的数据集上进行二分)

- [LintCode 460](#). 在排序数组中找最接近的 K 个数 (在未排序的数据集上进行二分)
- [LintCode 437](#). 书籍复印(在答案集上进行二分)

## 代码模版

Java

```
1. 1.int binarySearch(int[] nums, int target) {
2.
3. 2.    // corner case 处理
4.
5. 3.    if (nums == null || nums.length == 0) {
6.
7. 4.        return -1;
8.
9. 5.    }
10.
11. 6.
12.
13. 7.    int start = 0, end = nums.length - 1;
14.
15. 8.
16.
17. 9.    // 要点 1: start + 1 < end
18.
19. 10.    while (start + 1 < end) {
20.
21. 11.        // 要点 2: start + (end - start) / 2
22.
23. 12.        int mid = start + (end - start) / 2;
24.
25. 13.        // 要点 3: =, <, > 分开讨论, mid 不 +1 也不 -1
26.
27. 14.        if (nums[mid] == target) {
28.
29. 15.            return mid;
30.
31. 16.        } else if (nums[mid] < target) {
32.
33. 17.            start = mid;
34.
35. 18.        } else {
36.
37. 19.            end = mid;
38.
39. 20.        }
```

```

40.
41. 21.    }
42.
43. 22.
44.
45. 23.    // 要点 4: 循环结束后, 单独处理 start 和 end
46.
47. 24.    if (nums[start] == target) {
48.
49. 25.        return start;
50.
51. 26.    }
52.
53. 27.    if (nums[end] == target) {
54.
55. 28.        return end;
56.
57. 29.    }
58.
59. 30.    return -1;
60.
61. 31.}

```

## Python

```

1.
2. 1.def binary_search(self, nums, target):
3.
4. 2.    # corner case 处理
5.
6. 3.    # 这里等价于 nums is None or len(nums) == 0
7.
8. 4.    if not nums:
9.
10. 5.        return -1
11.
12. 6.
13.
14. 7.    start, end = 0, len(nums) - 1
15.
16. 8.
17.
18. 9.    # 用 start + 1 < end 而不是 start < end 的目的是为了避免死循环
19.
20. 10.    # 在 first position of target 的情况下不会出现死循环
21.
22. 11.    # 但是在 last position of target 的情况下会出现死循环
23.
24. 12.    # 样例: nums=[1, 1] target = 1

```

```
25.
26. 13.    # 为了统一模板，我们就都采用 start + 1 < end，就保证不会出现死循环
27.
28. 14.    while start + 1 < end:
29.
30. 15.        # python 没有 overflow 的问题，直接 // 2 就可以了
31.
32. 16.        # java 和 C++ 最好写成 mid = start + (end - start) / 2
33.
34. 17.        # 防止在 start = 2^31 - 1, end = 2^31 - 1 的情况下出现加法 overflow
35.
36. 18.        mid = (start + end) // 2
37.
38. 19.        # > , =, < 的逻辑先分开写，然后在看看 = 的情况是否能合并到其他分支里
39.
40. 20.        if nums[mid] < target:
41.
42. 21.            start = mid
43.
44. 22.        elif nums[mid] == target:
45.
46. 23.            end = mid
47.
48. 24.        else:
49.
50. 25.            end = mid
51.
52. 26.
53.
54. 27.    # 因为上面的循环退出条件是 start + 1 < end
55.
56. 28.    # 因此这里循环结束的时候，start 和 end 的关系是相邻关系（1 和 2，3 和 4 这种）
57.
58. 29.    # 因此需要再单独判断 start 和 end 这两个数谁是我们答案
59.
60. 30.    # 如果是找 first position of target 就先看 start，否则就先看 end
61.
62. 31.    if nums[start] == target:
63.
64. 32.        return start
65.
66. 33.    if nums[end] == target:
67.
68. 34.        return end
69.
70. 35.    return -1
```

# 双指针 Two Pointers

## 使用条件

7. 滑动窗口 (90%)
8. 时间复杂度要求  $O(n)$  (80%是双指针)
9. 要求原地操作，只可以使用交换，不能使用额外空间 (80%)
10. 有子数组 subarray / 子字符串 substring 的关键词 (50%)
11. 有回文 Palindrome 关键词(50%)

## 复杂度

- 时间复杂度:  $O(n)$ 
  - 时间复杂度与最内层循环主体的执行次数有关
  - 与有多少重循环无关
- 空间复杂度:  $O(1)$ 
  - 只需要分配两个指针的额外内存

## 领扣例题

- [LintCode 1879. 两数之和 VII\(同向双指针\)](#)
- [LintCode1712.和相同的二元子数组\(相向双指针\)](#)
- [LintCode627. 最长回文串 \(背向双指针\)](#)
- [LintCode 64: 合并有序数组](#)

## 代码模版

Java

```
1. 1.// 相向双指针(partition in quicksort)
2.
3. 2.public void partition(int[] A, int start, int end) {
4.
```

```
5. 3.   if (start >= end) {
6.
7. 4.       return;
8.
9. 5.   }
10.
11. 6.       int left = start, right = end;
12.
13. 7.       // key point 1: pivot is the value, not the index
14.
15. 8.       int pivot = A[(start + end) / 2];
16.
17. 9.       // key point 2: every time you compare left & right, it should be
18.
19. 10.      // left <= right not left < right
20.
21. 11.      while (left <= right) {
22.
23. 12.          while (left <= right && A[left] < pivot) {
24.
25. 13.              left++;
26.
27. 14.          }
28.
29. 15.          while (left <= right && A[right] > pivot) {
30.
31. 16.              right--;
32.
33. 17.          }
34.
35. 18.          if (left <= right) {
36.
37. 19.              int temp = A[left];
38.
39. 20.              A[left] = A[right];
40.
41. 21.              A[right] = temp;
42.
43. 22.              left++;
44.
45. 23.              right--;
46.
47. 24.          }
48.
49. 25.      }
50.
51. 26. }
52.
53. 27.
54.
```

```
55. 28.// 背向双指针
56.
57. 29.left = position;
58.
59. 30.right = position + 1;
60.
61. 31.while (left >= 0 && right < length) {
62.
63. 32.     if (可以停下来了) {
64.
65. 33.         break;
66.
67. 34.     }
68.
69. 35.     left--;
70.
71. 36.     right++;
72.
73. 37.}
74.
75. 38.
76.
77. 39.// 同向双指针
78.
79. 40.int j = 0;
80.
81. 41.for (int i = 0; i < n; i++) {
82.
83. 42.     // 不满足则循环到满足搭配为止
84.
85. 43.     while (j < n && i 到 j 之间不满足条件) {
86.
87. 44.         j += 1;
88.
89. 45.     }
90.
91. 46.     if (i 到 j 之间满足条件) {
92.
93. 47.         处理 i, j 这次搭配
94.
95. 48.     }
96.
97. 49.}
98.
99. 50.
100.
101. 51.// 合并双指针
102.
103. 52.ArrayList<Integer> merge(ArrayList<Integer> list1, ArrayList<Integer> list2) {
```

```
104.
105. 53.    // 需要 new 一个新的 list, 而不是在 list1 或者 list2 上直接改动
106.
107. 54.    ArrayList<Integer> newList = new ArrayList<Integer>();
108.
109. 55.
110.
111. 56.    int i = 0, j = 0;
112.
113. 57.    while (i < list1.size() && j < list2.size()) {
114.
115. 58.        if (list1.get(i) < list2.get(j)) {
116.
117. 59.            newList.add(list1.get(i));
118.
119. 60.            i++;
120.
121. 61.        } else {
122.
123. 62.            newList.add(list2.get(j));
124.
125. 63.            j++;
126.
127. 64.        }
128.
129. 65.    }
130.
131. 66.
132.
133. 67.    // 合并上下的数到 newList 里
134.
135. 68.    // 无需用 if (i < list1.size()), 直接 while 即可
136.
137. 69.    while (i < list1.size()) {
138.
139. 70.        newList.add(list1.get(i));
140.
141. 71.        i++;
142.
143. 72.    }
144.
145. 73.    while (j < list2.size()) {
146.
147. 74.        newList.add(list2.get(j));
148.
149. 75.        j++;
150.
151. 76.    }
152.
```



```
153. 77.  
154.  
155. 78.     return newList;  
156.  
157. 79.}
```

## Python

```
1.     1.# 相向双指针(partition in quicksort)  
2.  
3. 2.def partition(self, A, start, end):  
4.  
5. 3.         if start >= end:  
6.  
7. 4.         return  
8.  
9. 5.         left, right = start, end  
10.  
11. 6.         # key point 1: pivot is the value, not the index  
12.  
13. 7.         pivot = A[(start + end) // 2];  
14.  
15. 8.         # key point 2: every time you compare left & right, it should be  
16.  
17. 9.         # left <= right not left < right  
18.  
19. 10.        while left <= right:  
20.  
21. 11.            while left <= right and A[left] < pivot:  
22.  
23. 12.                left += 1  
24.  
25. 13.            while left <= right and A[right] > pivot:  
26.  
27. 14.                right -= 1  
28.  
29. 15.            if left <= right:  
30.  
31. 16.                A[left], A[right] = A[right], A[left]  
32.  
33. 17.                left += 1  
34.  
35. 18.                right -= 1  
36.  
37. 19.  
38.  
39. 20.# 背向双指针  
40.  
41. 21.left = position
```

```
42.
43. 22.right = position + 1
44.
45. 23.while left >= 0 and right < len(s):
46.
47. 24.     if left 和 right 可以停下来了:
48.
49. 25.         break
50.
51. 26.     left -= 1
52.
53. 27.     right += 1
54.
55. 28.
56.
57. 29.# 同向双指针
58.
59. 30.j = 0
60.
61. 31.for i in range(n):
62.
63. 32.     # 不满足则循环到满足搭配为止
64.
65. 33.     while j < n and i 到 j 之间不满足条件:
66.
67. 34.         j += 1
68.
69. 35.     if i 到 j 之间满足条件:
70.
71. 36.         处理 i 到 j 这段区间
72.
73. 37.
74.
75. 38.# 合并双指针
76.
77. 39.def merge(list1, list2):
78.
79. 40.     new_list = []
80.
81. 41.     i, j = 0, 0
82.
83. 42.
84.
85. 43.     # 合并的过程只能操作 i, j 的移动, 不要去用 list1.pop(0) 之类的操作
86.
87. 44.     # 因为 pop(0) 是 O(n) 的时间复杂度
88.
89. 45.     while i < len(list1) and j < len(list2):
90.
```

```
91. 46.         if list1[i] < list2[j]:
92.
93. 47.             new_list.append(list1[i])
94.
95. 48.             i += 1
96.
97. 49.         else:
98.
99. 50.             new_list.append(list2[j])
100.
101. 51.             j += 1
102.
103. 52.
104.
105. 53.     # 合并剩下的数到 new_list 里
106.
107. 54.     # 不要用 new_list.extend(list1[i:]) 之类的方法
108.
109. 55.     # 因为 list1[i:] 会产生额外空间耗费
110.
111. 56.     while i < len(list1):
112.
113. 57.         new_list.append(list1[i])
114.
115. 58.         i += 1
116.
117. 59.     while j < len(list2):
118.
119. 60.         new_list.append(list2[j])
120.
121. 61.         j += 1
122.
123. 62.
124.
125. 63.     return new_list
```

## 排序算法 Sorting

使用条件

复杂度

- 时间复杂度：
  - 快速排序(期望复杂度)：  $O(n \log n)$
  - 归并排序(最坏复杂度)：  $O(n \log n)$
- 空间复杂度：
  - 快速排序：  $O(1)$
  - 归并排序：  $O(n)$

## 领扣例题

- [LintCode 463. 整数排序](#)
- [LintCode 464. 整数排序 II](#)

## 代码模板

Java

```
1. // quick sort
2. public class Solution {
3.     /**
4.      * @param A an integer array
5.      * @return void
6.      */
7.     public void sortIntegers(int[] A) {
8.         quickSort(A, 0, A.length - 1);
9.     }
10.
11.     private void quickSort(int[] A, int start, int end) {
12.         if (start >= end) {
13.             return;
14.         }
15.
16.         int left = start, right = end;
17.         // key point 1: pivot is the value, not the index
18.         int pivot = A[(start + end) / 2];
19.
20.         // key point 2: every time you compare left & right, it should be
21.         // left <= right not left < right
22.         while (left <= right) {
23.             while (left <= right && A[left] < pivot) {
24.                 left++;
25.             }
26.             while (left <= right && A[right] > pivot) {
```

```
27.         right--;
28.     }
29.     if (left <= right) {
30.         int temp = A[left];
31.         A[left] = A[right];
32.         A[right] = temp;
33.
34.         left++;
35.         right--;
36.     }
37. }
38.
39. quickSort(A, start, right);
40. quickSort(A, left, end);
41. }
42. }
43. // merge sort
44. public class Solution {
45.     public void sortIntegers(int[] A) {
46.         if (A == null || A.length == 0) {
47.             return;
48.         }
49.         int[] temp = new int[A.length];
50.         mergeSort(A, 0, A.length - 1, temp);
51.     }
52.
53.     private void mergeSort(int[] A, int start, int end, int[] temp) {
54.         if (start >= end) {
55.             return;
56.         }
57.         // 处理左半区间
58.         mergeSort(A, start, (start + end) / 2, temp);
59.         // 处理右半区间
60.         mergeSort(A, (start + end) / 2 + 1, end, temp);
61.         // 合并排序数组
62.         merge(A, start, end, temp);
63.     }
64.
65.     private void merge(int[] A, int start, int end, int[] temp) {
66.         int middle = (start + end) / 2;
67.         int leftIndex = start;
68.         int rightIndex = middle + 1;
69.         int index = start;
70.         while (leftIndex <= middle && rightIndex <= end) {
71.             if (A[leftIndex] < A[rightIndex]) {
72.                 temp[index++] = A[leftIndex++];
73.             } else {
74.                 temp[index++] = A[rightIndex++];
75.             }
```

```

76.     }
77.     while (leftIndex <= middle) {
78.         temp[index++] = A[leftIndex++];
79.     }
80.     while (rightIndex <= end) {
81.         temp[index++] = A[rightIndex++];
82.     }
83.     for (int i = start; i <= end; i++) {
84.         A[i] = temp[i];
85.     }
86. }
87. }

```

## Python

```

1.     # quick sort
2.     class Solution:
3.         # @param {int[]} A an integer array
4.         # @return nothing
5.         def sortIntegers(self, A):
6.             # Write your code here
7.             self.quickSort(A, 0, len(A) - 1)
8.
9.         def quickSort(self, A, start, end):
10.            if start >= end:
11.                return
12.
13.            left, right = start, end
14.            # key point 1: pivot is the value, not the index
15.            pivot = A[(start + end) // 2];
16.
17.            # key point 2: every time you compare left & right, it should be
18.            # left <= right not left < right
19.            while left <= right:
20.                while left <= right and A[left] < pivot:
21.                    left += 1
22.
23.                while left <= right and A[right] > pivot:
24.                    right -= 1
25.
26.                if left <= right:
27.                    A[left], A[right] = A[right], A[left]
28.
29.                    left += 1
30.                    right -= 1
31.
32.            self.quickSort(A, start, right)
33.            self.quickSort(A, left, end)
34. # merge sort

```

```
35. class Solution:
36.     def sortIntegers(self, A):
37.         if not A:
38.             return A
39.
40.         temp = [0] * len(A)
41.         self.merge_sort(A, 0, len(A) - 1, temp)
42.
43.     def merge_sort(self, A, start, end, temp):
44.         if start >= end:
45.             return
46.
47.         # 处理左半区间
48.         self.merge_sort(A, start, (start + end) // 2, temp)
49.         # 处理右半区间
50.         self.merge_sort(A, (start + end) // 2 + 1, end, temp)
51.         # 合并排序数组
52.         self.merge(A, start, end, temp)
53.
54.     def merge(self, A, start, end, temp):
55.         middle = (start + end) // 2
56.         left_index = start
57.         right_index = middle + 1
58.         index = start
59.
60.         while left_index <= middle and right_index <= end:
61.             if A[left_index] < A[right_index]:
62.                 temp[index] = A[left_index]
63.                 index += 1
64.                 left_index += 1
65.             else:
66.                 temp[index] = A[right_index]
67.                 index += 1
68.                 right_index += 1
69.
70.         while left_index <= middle:
71.             temp[index] = A[left_index]
72.             index += 1
73.             left_index += 1
74.
75.         while right_index <= end:
76.             temp[index] = A[right_index]
77.             index += 1
78.             right_index += 1
79.
80.         for i in range(start, end + 1):
81.             A[i] = temp[i]
```

# 二叉树分治 Binary Tree Divide & Conquer

## 使用条件

- 二叉树相关的问题 (99%)
- 可以一分为二去分别处理之后再合并结果 (100%)
- 数组相关的问题 (10%)

## 复杂度

时间复杂度  $O(n)$

空间复杂度  $O(n)$  (含递归调用的栈空间最大耗费)

## 领扣例题

- [LintCode 1534. 将二叉搜索树转换为已排序的双向链接列表](#)
- [LintCode 94. 二叉树中的最大路径和](#)
- [LintCode 95. 验证二叉查找树](#)

## 代码模板

Java

```
1. 1. public ResultType divideConquer(TreeNode node) {
2.
3. 2.    // 递归出口
4.
5. 3.    // 一般处理 node == null 就够了
6.
7. 4.    // 大部分情况不需要处理 node == leaf
8.
9. 5.    if (node == null) {
10.
11. 6.        return ...;
12.
13. 7.    }
```



```

14.
15. 8.    // 处理左子树
16.
17. 9.    ResultType leftResult = divideConquer(node.left);
18.
19. 10.   // 处理右子树
20.
21. 11.   ResultType rightResult = divideConquer(node.right);
22.
23. 12.   //合并答案
24.
25. 13.   ResultType result = merge leftResult and rightResult
26.
27. 14.   return result;
28.
29. 15.}

```

## Python

```

1. 1.def divide_conquer(root):
2.
3. 2.    # 递归出口
4.
5. 3.    # 一般处理 node == null 就够了
6.
7. 4.    # 大部分情况不需要处理 node == leaf
8.
9. 5.    if root is None:
10.
11. 6.        return ...
12.
13. 7.    # 处理左子树
14.
15. 8.    left_result = divide_conquer(node.left)
16.
17. 9.    # 处理右子树
18.
19. 10.   right_result = divide_conquer(node.right)
20.
21. 11.   # 合并答案
22.
23. 12.   result = merge left_result and right_result to get merged result
24.
25. 13.   return result

```

## 二叉搜索树非递归 BST Iterator

## 使用条件

- 用非递归的方式（Non-recursion / Iteration）实现二叉树的中序遍历
- 常用于 BST 但不仅仅可以用于 BST

## 复杂度

时间复杂度  $O(n)$

空间复杂度  $O(n)$

## 领扣例题

- [LintCode 67. 二叉树的中序遍历](#)
- [LintCode 902. 二叉搜索树的第 k 大元素](#)

## 代码模板

Java

```
1. 1. List<TreeNode> inorderTraversal(TreeNode root) {  
2.  
3. 2. List<TreeNode> inorder = new ArrayList<>();  
4.  
5. 3. if (root == null) {  
6.  
7. 4. return inorder;  
8.  
9. 5. }  
10.  
11. 6. // 创建一个 dummy node, 右指针指向 root  
12.  
13. 7. // 放到 stack 里, 此时栈顶 dummy 就是 iterator 的当前位置  
14.  
15. 8. TreeNode dummy = new TreeNode(0);  
16.  
17. 9. dummy.right = root;  
18.  
19. 10. Stack<TreeNode> stack = new Stack<>();  
20.  
21. 11. stack.push(dummy);  
22.
```

```

23. 12.
24.
25. 13.    // 每次将 iterator 挪到下一个点
26.
27. 14.    // 就是调整 stack 使得栈顶是下一个点
28.
29. 15.    while (!stack.isEmpty()) {
30.
31. 16.        TreeNode node = stack.pop();
32.
33. 17.        if (node.right != null) {
34.
35. 18.            node = node.right;
36.
37. 19.            while (node != null) {
38.
39. 20.                stack.push(node);
40.
41. 21.                node = node.left;
42.
43. 22.            }
44.
45. 23.        }
46.
47. 24.        if (!stack.isEmpty()) {
48.
49. 25.            inorder.add(stack.peek());
50.
51. 26.        }
52.
53. 27.    }
54.
55. 28.    return inorder;
56.
57. 29.}

```

## Python

```

1.    1.def inorder_traversal(root):
2.
3.    2.    if root is None:
4.
5.    3.        return []
6.
7.    4.
8.
9.    5.    # 创建一个 dummy node, 右指针指向 root
10.
11.    6.    # 并放到 stack 里, 此时 stack 的栈顶 dummy
12.

```

```
13. 7.    # 是 iterator 的当前位置
14.
15. 8.    dummy = TreeNode(0)
16.
17. 9.    dummy.right = root
18.
19. 10.    stack = [dummy]
20.
21. 11.
22.
23. 12.    inorder = []
24.
25. 13.    # 每次将 iterator 挪到下一个点
26.
27. 14.    # 也就是调整 stack 使得栈顶到下一个点
28.
29. 15.    while stack:
30.
31. 16.        node = stack.pop()
32.
33. 17.        if node.right:
34.
35. 18.            node = node.right
36.
37. 19.            while node:
38.
39. 20.                stack.append(node)
40.
41. 21.                node = node.left
42.
43. 22.        if stack:
44.
45. 23.            inorder.append(stack[-1])
46.
47. 24.    return inorder
```

## 宽度优先搜索 BFS

### 使用条件

12. 拓扑排序(100%)

13. 出现连通块的关键词(100%)

14. 分层遍历(100%)

15. 简单图最短路径(100%)

16. 给定一个变换规则，从初始状态变到终止状态最少几步(100%)

## 复杂度

- 时间复杂度：  $O(n + m)$ 
  - $n$  是点数,  $m$  是边数
- 空间复杂度：  $O(n)$

## 领扣例题

- [LintCode 974. 01 矩阵\(分层遍历\)](#)
- [LintCode 431. 找无向图的连通块](#)
- [LintCode 127. 拓扑排序](#)

## 代码模版

Java

```
1. 1.ReturnType bfs(Node startNode) {
2.
3. 2. // BFS 必须要用队列 queue, 别用栈 stack!
4.
5. 3. Queue<Node> queue = new ArrayDeque<>();
6.
7. 4. // hashmap 有两个作用, 一个是记录一个点是否被丢进过队列了, 避免重复访问
8.
9. 5. // 另外一个记录 startNode 到其他所有节点的最短距离
10.
11. 6. // 如果只求连通性的话, 可以换成 HashSet 就行
12.
13. 7. // node 做 key 的时候比较的是内存地址
14.
15. 8. Map<Node, Integer> distance = new HashMap<>();
16.
17. 9.
18.
19. 10. // 把起点放进队列和哈希表里, 如果有多个起点, 都放进去
20.
21. 11. queue.offer(startNode);
22.
```

```
23. 12. distance.put(startNode, 0); // or 1 if necessary
24.
25. 13.
26.
27. 14. // while 队列不空，不停的从队列里拿出一个点，拓展邻居节点放到队列中
28.
29. 15. while (!queue.isEmpty()) {
30.
31. 16.     Node node = queue.poll();
32.
33. 17.     // 如果有明确的终点可以在这里加终点的判断
34.
35. 18.     if (node 是终点) {
36.
37. 19.         break or return something;
38.
39. 20.     }
40.
41. 21.     for (Node neighbor : node.getNeighbors()) {
42.
43. 22.         if (distance.containsKey(neighbor)) {
44.
45. 23.             continue;
46.
47. 24.         }
48.
49. 25.         queue.offer(neighbor);
50.
51. 26.         distance.put(neighbor, distance.get(node) + 1);
52.
53. 27.     }
54.
55. 28. }
56.
57. 29. // 如果需要返回所有点离起点的距离，就 return hashmap
58.
59. 30. return distance;
60.
61. 31. // 如果需要返回所有连通的节点，就 return HashMap 里的所有点
62.
63. 32. return distance.keySet();
64.
65. 33. // 如果需要返回离终点的最短距离
66.
67. 34. return distance.get(endNode);
68.
69. 35. }
```

## Python

```
1. 1. def bfs(start_node):
2.
3. 2. # BFS 必须要用队列 queue, 别用栈 stack!
4.
5. 3. # distance(dict) 有两个作用, 一个是记录一个点是否被丢进过队列了, 避免重复访问
6.
7. 4. # 另外一个记录 start_node 到其他所有节点的最短距离
8.
9. 5. # 如果只求连通性的话, 可以换成 set 就行
10.
11. 6. # node 做 key 的时候比较的是内存地址
12.
13. 7. queue = collections.deque([start_node])
14.
15. 8. distance = {start_node: 0}
16.
17. 9.
18.
19. 10. # while 队列不为空, 不停的从队列里拿出一个点, 拓展邻居节点放到队列中
20.
21. 11. while queue:
22.
23. 12.     node = queue.popleft()
24.
25. 13.     # 如果有明确的终点可以在这里加终点的判断
26.
27. 14.     if node 是终点:
28.
29. 15.         break or return something
30.
31. 16.     for neighbor in node.get_neighbors():
32.
33. 17.         if neighbor in distance:
34.
35. 18.             continue
36.
37. 19.             queue.append(neighbor)
38.
39. 20.             distance[neighbor] = distance[node] + 1
40.
41. 21.
42.
43. 22. # 如果需要返回所有点离起点的距离, 就 return hashmap
44.
45. 23. return distance
46.
47. 24. # 如果需要返回所有连通的节点, 就 return HashMap 里的所有点
```

```
48.
49. 25.    return distance.keys()
50.
51. 26.    # 如果需要返回离终点的最短距离
52.
53. 27.    return distance[end_node]
```

## Java 拓扑排序 BFS 模板

```
1. 1.List<Node> topologicalSort(List<Node> nodes) {
2.
3. 2.    // 统计所有点的入度信息，放入 hashmap 里
4.
5. 3.    Map<Node, Integer> indegrees = getIndegrees(nodes);
6.
7. 4.
8.
9. 5.    // 将所有入度为 0 的点放到队列中
10.
11. 6.    Queue<Node> queue = new ArrayDeque<>();
12.
13. 7.    for (Node node : nodes) {
14.
15. 8.        if (indegrees.get(node) == 0) {
16.
17. 9.            queue.offer(node);
18.
19. 10.        }
20.
21. 11.    }
22.
23. 12.
24.
25. 13.    List<Node> topoOrder = new ArrayList<>();
26.
27. 14.    while (!queue.isEmpty()) {
28.
29. 15.        Node node = queue.poll();
30.
31. 16.        topoOrder.add(node);
32.
33. 17.        for (Node neighbor : node.getNeighbors()) {
34.
35. 18.            // 入度减一
36.
37. 19.            indegrees.put(neighbor, indegrees.get(neighbor) - 1);
38.
39. 20.            // 入度减到 0 说明不再依赖任何点，可以被放到队列（拓扑序）里了
40.
```



```

41. 21.         if (indegrees.get(neighbor) == 0) {
42.
43. 22.             queue.offer(neighbor);
44.
45. 23.         }
46.
47. 24.     }
48.
49. 25. }
50.
51. 26.
52.
53. 27. // 如果 queue 是空的时候，图中还有点没有被挖出来，说明存在环
54.
55. 28. // 有环就没有拓扑序
56.
57. 29. if (topoOrder.size() != nodes.size()) {
58.
59. 30.     return 没有拓扑序;
60.
61. 31. }
62.
63. 32. return topoOrder;
64.
65. 33.}
66.
67. 34.
68.
69. 35.Map<Node, Integer> getIndegrees(List<Node> nodes) {
70.
71. 36.     Map<Node, Integer> counter = new HashMap<>();
72.
73. 37.     for (Node node : nodes) {
74.
75. 38.         counter.put(node, 0);
76.
77. 39.     }
78.
79. 40.     for (Node node : nodes) {
80.
81. 41.         for (Node neighbor : node.getNeighbors()) {
82.
83. 42.             counter.put(neighbor, counter.get(neighbor) + 1);
84.
85. 43.         }
86.
87. 44.     }
88.
89. 45.     return counter;

```

```
90.  
91. 46.}
```

## Python

```
1. 1.def get_indegrees(nodes):  
2.  
3. 2. counter = {node: 0 for node in nodes}  
4.  
5. 3. for node in nodes:  
6.  
7. 4.     for neighbor in node.get_neighbors():  
8.  
9. 5.         counter[neighbor] += 1  
10.  
11. 6.     return counter  
12.  
13. 7.  
14.  
15. 8.def topological_sort(nodes):  
16.  
17. 9.     # 统计入度  
18.  
19. 10.    indegrees = get_indegrees(nodes)  
20.  
21. 11.    # 所有入度为 0 的点都放到队列里  
22.  
23. 12.    queue = collections.deque([  
24.  
25. 13.        node  
26.  
27. 14.        for node in nodes  
28.  
29. 15.        if indegrees[node] == 0  
30.  
31. 16.    ])  
32.  
33. 17.    # 用 BFS 算法一个个把点从图里挖出来  
34.  
35. 18.    topo_order = []  
36.  
37. 19.    while queue:  
38.  
39. 20.        node = queue.popleft()  
40.  
41. 21.        topo_order.append(node)  
42.  
43. 22.        for neighbor in node.get_neighbors():  
44.  
45. 23.            indegrees[neighbor] -= 1
```

```
46.  
47. 24.         if indegrees[neighbor] == 0:  
48.  
49. 25.         queue.append(neighbor)  
50.  
51. 26.         # 判断是否有循环依赖  
52.  
53. 27.         if len(topo_order) != len(nodes):  
54.  
55. 28.         return 有循环依赖(环),没有拓扑序  
56.  
57. 29.         return topo_order
```

## 深度优先搜索 DFS

### 使用条件

- 找满足某个条件的所有方案 (99%)
- 二叉树 Binary Tree 的问题 (90%)
- 组合问题(95%)
  - 问题模型： 求出所有满足条件的“组合”
  - 判断条件： 组合中的元素是顺序无关的
- 排列问题 (95%)
  - 问题模型： 求出所有满足条件的“排列”
  - 判断条件： 组合中的元素是顺序“相关”的。

### 不要用 DFS 的场景

- 17. 连通块问题（一定要用 BFS， 否则 StackOverflow）
- 18. 拓扑排序（一定要用 BFS， 否则 StackOverflow）
- 19. 一切 BFS 可以解决的问题

### 复杂度

- 时间复杂度：  $O(\text{方案个数} * \text{构造每个方案的时间})$

- 树的遍历：  $O(n)$
- 排列问题：  $O(n! * n)$
- 组合问题：  $O(2^n * n)$

## 领扣例题

- [LintCode 67.二叉树的中序遍历\(遍历树\)](#)
- [LintCode 652.因式分解\(枚举所有情况\)](#)

## 代码模版

Java

```

1. 1. public ReturnType dfs(参数列表) {
2.
3. 2.     if (递归出口) {
4.
5. 3.         记录答案;
6.
7. 4.         return;
8.
9. 5.     }
10.
11. 6.     for (所有的拆解可能性) {
12.
13. 7.         修改所有的参数
14.
15. 8.         dfs(参数列表);
16.
17. 9.         还原所有被修改过的参数
18.
19. 10.    }
20.
21. 11.    return something 如果需要的话，很多时候不需要 return 值除了分治的写法
22.
23. 12. }
```

Python

```

1. 1. def dfs(参数列表):
2.
3. 2.     if 递归出口:
4.
5. 3.         记录答案
6.
```

```
7. 4.      return
8.
9. 5.      for 所有的拆解可能性:
10.
11. 6.      修改所有的参数
12.
13. 7.      dfs(参数列表)
14.
15. 8.      还原所有被修改过的参数
16.
17. 9.      return something 如果需要的话, 很多时候不需要 return 值除了分治的写法
```

# 动态规划 Dynamic Programming

## 使用条件

- 使用场景:
  - 求方案总数(90%)
  - 求最值(80%)
  - 求可行性(80%)
- 不适用的场景:
  - 找所有具体的方案 (准确率 99%)
  - 输入数据无序(除了背包问题外, 准确率 60%~70%)
  - 暴力算法已经是多项式时间复杂度 (准确率 80%)
- 动态规划四要素(对比递归的四要素):
  - 状态 (State) -- 递归的定义
  - 方程 (Function) -- 递归的拆解
  - 初始化 (Initialization) -- 递归的出口
  - 答案 (Answer) -- 递归的调用
- 几种常见的动态规划:
- 背包型
  - 给出  $n$  个物品及其大小,问是否能挑选出一些物品装满大小为  $m$  的背包
  - 题目中通常有“和”与“差”的概念, 数值会被放到状态中

- 通常是二维的状态数组，前  $i$  个组成和为  $j$  状态数组的大小需要开  $(n + 1) * (m + 1)$

- 几种背包类型：

- 01 背包

- 状态 state

$dp[i][j]$  表示前  $i$  个数里挑若干个数是否能组成和为  $j$

方程 function

$dp[i][j] = dp[i - 1][j]$  or  $dp[i - 1][j - A[i - 1]]$  如果  $j \geq A[i - 1]$

$dp[i][j] = dp[i - 1][j]$  如果  $j < A[i - 1]$

第  $i$  个数的下标是  $i - 1$ ，所以用的是  $A[i - 1]$  而不是  $A[i]$

初始化 initialization

$dp[0][0] = \text{true}$

$dp[0][1...m] = \text{false}$

答案 answer

使得  $dp[n][v]$ ,  $0 \leq v \leq m$  为 true 的最大  $v$

- 多重背包

- 状态 state

$dp[i][j]$  表示前  $i$  个物品挑出一些放到  $j$  的背包里的最大价值和

方程 function

$dp[i][j] = \max(dp[i - 1][j - \text{count} * A[i - 1]] + \text{count} * V[i - 1])$

其中  $0 \leq \text{count} \leq j / A[i - 1]$

初始化 initialization

$dp[0][0..m] = 0$

答案 answer

$dp[n][m]$

- 区间型

- 题目中有 subarray / substring 的信息

- 大区间依赖小区间

- 用  $dp[i][j]$  表示数组/字符串中  $i, j$  这一段区间的最优值/可行性/方案总数

- 状态 state

$dp[i][j]$  表示数组/字符串中  $i, j$  这一段区间的最优值/可行性/方案总数

方程 function

$dp[i][j] = \max/\min/\text{sum}/\text{or}(dp[i, j \text{ 之内更小的若干区间}])$

- 匹配型

- 通常给出两个字符串
- 两个字符串的匹配值依赖于两个字符串前缀的匹配值
- 字符串长度为  $n, m$  则需要开  $(n + 1) \times (m + 1)$  的状态数组
- 要初始化  $dp[i][0]$  与  $dp[0][i]$
- 通常都可以用滚动数组进行空间优化
- 状态 state

$dp[i][j]$  表示第一个字符串的前  $i$  个字符与第二个字符串的前  $j$  个字符怎么样怎么样

( $\max/\min/\text{sum}/\text{or}$ )

- 划分型

- 是前缀型动态规划的一种, 有前缀的思想
- 如果指定了要划分为几个部分:
  - $dp[i][j]$  表示前  $i$  个数/字符划分为  $j$  个部分的最优值/方案数/可行性
- 如果没有指定划分为几个部分:
  - $dp[i]$  表示前  $i$  个数/字符划分为若干个部分的最优值/方案数/可行性
- 状态 state

指定了要划分为几个部分:  $dp[i][j]$  表示前  $i$  个数/字符划分为  $j$  个部分的最优值/方案数/可行性

没有指定划分为几个部分:  $dp[i]$  表示前  $i$  个数/字符划分为若干个部分的最优值/方案数/可行性

- 接龙型

- 通常会给一个接龙规则, 问你最长的龙有多长
- 状态表示通常为:  $dp[i]$  表示以坐标为  $i$  的元素结尾的最长龙的长度
- 方程通常是:  $dp[i] = \max\{dp[j] + 1, j \text{ 的后面可以接上 } i\}$
- LIS 的二分做法选择性的掌握, 但并不是所有的接龙型 DP 都可以用二分来优化

- 状态 state

状态表示通常为:  $dp[i]$  表示以坐标为  $i$  的元素结尾的最长龙的长度

方程 function

$dp[i] = \max\{dp[j] + 1\}$ ,  $j$  的后面可以接上  $i$

## 复杂度

- 时间复杂度:

- $O(\text{状态总数} * \text{每个状态的处理耗费})$
- 等于  $O(\text{状态总数} * \text{决策数})$

- 空间复杂度:

- $O(\text{状态总数})$  (不使用滚动数组优化)
- $O(\text{状态总数} / n)$  (使用滚动数组优化,  $n$  是被滚动掉的那一个维度)

## 领扣例题

- [LintCode563.背包问题 V\(背包型\)](#)
- [LintCode76.最长上升子序列\(接龙型\)](#)
- [LintCode 476.石子归并 V\(区间型\)](#)
- [LintCode 192. 通配符匹配 \(匹配型\)](#)
- [LintCode107.单词拆分\(划分型\)](#)

## 堆 Heap

### 使用条件

20. 找最大值或者最小值(60%)
21. 找第  $k$  大(pop  $k$  次 复杂度  $O(n \log k)$ )(50%)
22. 要求  $\log n$  时间对数据进行操作(40%)



## 堆不能解决的问题

- 23. 查询比某个数大的最小值/最接近的值（平衡排序二叉树 Balanced BST 才可以解决）
- 24. 找某段区间的最大值最小值（线段树 SegmentTree 可以解决）
- 25. O(n)找第 k 大 (使用快排中的 partition 操作)

## 领扣例题

- [LintCode 1274. 查找和最小的 K 对数字](#)
- [LintCode 919. 会议室 II](#)
- [LintCode 1512. 雇佣 K 个人的最低费用](#)

## 代码模板

Java 带删除特定元素功能的堆

```
1. 1.class ValueIndexPair {
2.
3. 2.   int val, index;
4.
5. 3.   public ValueIndexPair(int val, int index) {
6.
7. 4.       this.val = val;
8.
9. 5.       this.index = index;
10.
11. 6.   }
12.
13. 7.}
14.
15. 8.class Heap {
16.
17. 9.   private Queue<ValueIndexPair> minheap;
18.
19. 10.   private Set<Integer> deleteSet;
20.
21. 11.   public Heap() {
22.
23. 12.       minheap = new PriorityQueue<>((p1, p2) -> (p1.val - p2.val));
24.
25. 13.       deleteSet = new HashSet<>();
26.
```

```
27. 14.     }
28.
29. 15.
30.
31. 16.     public void push(int index, int val) {
32.
33. 17.         minheap.add(new ValueIndexPair(val, index));
34.
35. 18.     }
36.
37. 19.
38.
39. 20.     private void lazyDeletion() {
40.
41. 21.         while (minheap.size() != 0 && deleteSet.contains(minheap.peek().index)) {
42.
43. 22.             ValueIndexPair pair = minheap.poll();
44.
45. 23.             deleteSet.remove(pair.index);
46.
47. 24.         }
48.
49. 25.     }
50.
51. 26.
52.
53. 27.     public ValueIndexPair top() {
54.
55. 28.         lazyDeletion();
56.
57. 29.         return minheap.peek();
58.
59. 30.     }
60.
61. 31.
62.
63. 32.     public void pop() {
64.
65. 33.         lazyDeletion();
66.
67. 34.         minheap.poll();
68.
69. 35.     }
70.
71. 36.
72.
73. 37.     public void delete(int index) {
74.
75. 38.         deleteSet.add(index);
76.
```

```

77. 39.     }
78.
79. 40.
80.
81. 41.     public boolean isEmpty() {
82.
83. 42.         return minheap.size() == 0;
84.
85. 43.     }
86.
87. 44.}

```

## Python 带删除特定元素功能的堆

```

1. 1.from heapq import heappush, heappop
2.
3. 2.
4.
5. 3.class Heap:
6.
7. 4.
8.
9. 5.     def __init__(self):
10.
11. 6.         self.minheap = []
12.
13. 7.         self.deleted_set = set()
14.
15. 8.
16.
17. 9.     def push(self, index, val):
18.
19. 10.         heappush(self.minheap, (val, index))
20.
21. 11.
22.
23. 12.     def _lazy_deletion(self):
24.
25. 13.         while self.minheap and self.minheap[0][1] in self.deleted_set:
26.
27. 14.             heappop(self.minheap)
28.
29. 15.
30.
31. 16.     def top(self):
32.
33. 17.         self._lazy_deletion()
34.
35. 18.         return self.minheap[0]

```

```
36.  
37. 19.  
38.  
39. 20.     def pop(self):  
40.  
41. 21.         self._lazy_deletion()  
42.  
43. 22.         heappop(self.minheap)  
44.  
45. 23.  
46.  
47. 24.     def delete(self, index):  
48.  
49. 25.         self.deleted_set.add(index)  
50.  
51. 26.  
52.  
53. 27.     def is_empty(self):  
54.  
55. 28.         return not bool(self.minheap)
```

## 并查集 Union Find

### 使用条件

- 需要查询图的连通状况的问题
- 需要支持快速合并两个集合的问题

### 复杂度

- 时间复杂度 union  $O(1)$ , find  $O(1)$
- 空间复杂度  $O(n)$

### 领扣例题

- [LintCode 1070. 账号合并](#)
- [LintCode 1014. 打砖块](#)
- [LintCode 1813. 构造二叉树](#)

# 代码模板

Java

```
1. 1.class UnionFind {
2.
3. 2. private Map<Integer, Integer> father;
4.
5. 3. private Map<Integer, Integer> sizeOfSet;
6.
7. 4. private int numOfSet = 0;
8.
9. 5. public UnionFind() {
10.
11. 6. // 初始化父指针, 集合大小, 集合数量
12.
13. 7. father = new HashMap<Integer, Integer>();
14.
15. 8. sizeOfSet = new HashMap<Integer, Integer>();
16.
17. 9. numOfSet = 0;
18.
19. 10. }
20.
21. 11.
22.
23. 12. public void add(int x) {
24.
25. 13. // 点如果出现, 操作无效
26.
27. 14. if (father.containsKey(x)) {
28.
29. 15. return;
30.
31. 16. }
32.
33. 17. // 初始化点的父亲为 空对象 null
34.
35. 18. // 初始化该点所在集合大小为 1
36.
37. 19. // 集合数量增加 1
38.
39. 20. father.put(x, null);
40.
41. 21. sizeOfSet.put(x, 1);
42.
43. 22. numOfSet++;
44.
```

```
45. 23.     }
46.
47. 24.
48.
49. 25.     public void merge(int x, int y) {
50.
51. 26.         // 找到两个节点的根
52.
53. 27.         int rootX = find(x);
54.
55. 28.         int rootY = find(y);
56.
57. 29.         // 如果根不是同一个则连接
58.
59. 30.         if (rootX != rootY) {
60.
61. 31.             // 将一个点的根变成新的根
62.
63. 32.             // 集合数量减少 1
64.
65. 33.             // 计算新的根所在集合大小
66.
67. 34.             father.put(rootX, rootY);
68.
69. 35.             numOfSet--;
70.
71. 36.             sizeOfSet.put(rootY, sizeOfSet.get(rootX) + sizeOfSet.get(rootY));
72.
73. 37.         }
74.
75. 38.     }
76.
77. 39.
78.
79. 40.     public int find(int x) {
80.
81. 41.         // 指针 root 指向被查找的点 x
82.
83. 42.         // 不断找到 root 的父亲
84.
85. 43.         // 直到 root 指向 x 的根节点
86.
87. 44.         int root = x;
88.
89. 45.         while (father.get(root) != null) {
90.
91. 46.             root = father.get(root);
92.
93. 47.         }
```

```
94.
95. 48.      // 将路径上所有点指向根节点 root
96.
97. 49.      while (x != root) {
98.
99. 50.          // 暂存 x 原本的父亲
100.
101. 51.          // 将 x 指向根节点
102.
103. 52.          // x 指针上移至 x 的父节点
104.
105. 53.          int originalFather = father.get(x);
106.
107. 54.          father.put(x, root);
108.
109. 55.          x = originalFather;
110.
111. 56.      }
112.
113. 57.
114.
115. 58.      return root;
116.
117. 59.  }
118.
119. 60.
120.
121. 61.  public boolean isConnected(int x, int y) {
122.
123. 62.      // 两个节点连通 等价于 两个节点的根相同
124.
125. 63.      return find(x) == find(y);
126.
127. 64.  }
128.
129. 65.
130.
131. 66.  public int getNumOfSet() {
132.
133. 67.      // 获得集合数量
134.
135. 68.      return numOfSet;
136.
137. 69.  }
138.
139. 70.
140.
141. 71.  public int getSizeOfSet(int x) {
142.
```

```
143. 72.         // 获得某个点所在集合大小
144.
145. 73.         return sizeOfSet.get(find(x));
146.
147. 74.     }
148.
149. 75. }
```

## Python

```
1. 1.class UnionFind:
2.
3. 2.     def __init__(self):
4.
5. 3.         # 初始化父指针, 集合大小, 集合数量
6.
7. 4.         self.father = {}
8.
9. 5.         self.size_of_set = {}
10.
11. 6.         self.num_of_set = 0
12.
13. 7.
14.
15. 8.     def add(self, x):
16.
17. 9.         # 点如果已经出现, 操作无效
18.
19. 10.        if x in self.father:
20.
21. 11.            return
22.
23. 12.        # 初始化点的父亲为 空对象 None
24.
25. 13.        # 初始化该点所在集合大小为 1
26.
27. 14.        # 集合数量增加 1
28.
29. 15.        self.father[x] = None
30.
31. 16.        self.num_of_set += 1
32.
33. 17.        self.size_of_set[x] = 1
34.
35. 18.
36.
37. 19.     def merge(self, x, y):
38.
39. 20.        # 找到两个节点的根
40.
```



```
41. 21.         root_x, root_y = self.find(x), self.find(y)
42.
43. 22.         # 如果根不是同一个则连接
44.
45. 23.         if root_x != root_y:
46.
47. 24.             # 将一个点的根变成新的根
48.
49. 25.             # 集合数量减少 1
50.
51. 26.             # 计算新的根所在集合大小
52.
53. 27.             self.father[root_x] = root_y
54.
55. 28.             self.num_of_set -= 1
56.
57. 29.             self.size_of_set[root_y] += self.size_of_set[root_x]
58.
59. 30.
60.
61. 31.     def find(self, x):
62.
63. 32.         # 指针 root 指向被查找的点 x
64.
65. 33.         # 不断找到 root 的父亲
66.
67. 34.         # 直到 root 指向 x 的根节点
68.
69. 35.         root = x
70.
71. 36.         while self.father[root] != None:
72.
73. 37.             root = self.father[root]
74.
75. 38.         # 将路径上所有点指向根节点 root
76.
77. 39.         while x != root:
78.
79. 40.             # 暂存 x 原本的父亲
80.
81. 41.             # 将 x 指向根节点
82.
83. 42.             # x 指针上移至 x 的父节点
84.
85. 43.             original_father = self.father[x]
86.
87. 44.             self.father[x] = root
88.
89. 45.             x = original_father
```

```
90.
91. 46.         return root
92.
93. 47.
94.
95. 48.     def is_connected(self, x, y):
96.
97. 49.         # 两个节点连通 等价于 两个节点的根相同
98.
99. 50.         return self.find(x) == self.find(y)
100.
101. 51.
102.
103. 52.     def get_num_of_set(self):
104.
105. 53.         # 获得集合数量
106.
107. 54.         return self.num_of_set
108.
109. 55.
110.
111. 56.     def get_size_of_set(self, x):
112.
113. 57.         # 获得某个点所在集合大小
114.
115. 58.         return self.size_of_set[self.find(x)]
```

# 字典树 Trie

## 使用条件

- 需要查询包含某个前缀的单词/字符串是否存在
- 字符矩阵中找单词的问题

## 复杂度

- 时间复杂度  $O(L)$  增删查改
- 空间复杂度  $O(N * L)$   $N$  是单词数,  $L$  是单词长度

## 领扣例题

- [LintCode 1221. 连接词](#)
- [LintCode 1624. 最大距离](#)
- [LintCode 1090. 映射配对之和](#)

## 代码模板

Java

```
1. 1.class TrieNode {
2.
3. 2. // 儿子节点
4.
5. 3. public Map<Character, TrieNode> children;
6.
7. 4. // 根节点到该节点是否是一个单词
8.
9. 5. public boolean isWord;
10.
11. 6. // 根节点到该节点的单词是什么
12.
13. 7. public String word;
14.
15. 8. public TrieNode() {
16.
17. 9.     sons = new HashMap<Character, TrieNode>();
18.
19. 10.     isWord = false;
20.
21. 11.     word = null;
22.
23. 12. }
24.
25. 13.}
26.
27. 14.
28.
29. 15.public class Trie {
30.
31. 16.     private TrieNode root;
32.
33. 17.     public Trie() {
34.
35. 18.         root = new TrieNode();
```

```
36.
37. 19.    }
38.
39. 20.
40.
41. 21.    public TrieNode getRoot() {
42.
43. 22.        return root;
44.
45. 23.    }
46.
47. 24.
48.
49. 25.    // 插入单词
50.
51. 26.    public void insert(String word) {
52.
53. 27.        TrieNode node = root;
54.
55. 28.        for (int i = 0; i < word.length(); i++) {
56.
57. 29.            char letter = word.charAt(i);
58.
59. 30.            if (!node.sons.containsKey(letter)) {
60.
61. 31.                node.sons.put(letter, new TrieNode());
62.
63. 32.            }
64.
65. 33.            node = node.sons.get(letter);
66.
67. 34.        }
68.
69. 35.        node.isWord = true;
70.
71. 36.        node.word = word;
72.
73. 37.    }
74.
75. 38.
76.
77. 39.    // 判断单词 word 是不是在字典树中
78.
79. 40.    public boolean hasWord(String word) {
80.
81. 41.        int L = word.length();
82.
83. 42.        TrieNode node = root;
84.
```

```
85. 43.         for (int i = 0; i < L; i++) {
86.
87. 44.             char letter = word.charAt(i);
88.
89. 45.             if (!node.sons.containsKey(letter)) {
90.
91. 46.                 return false;
92.
93. 47.             }
94.
95. 48.             node = node.sons.get(letter);
96.
97. 49.         }
98.
99. 50.
100.
101. 51.         return node.isWord;
102.
103. 52.     }
104.
105. 53.
106.
107. 54.     // 判断前缀 prefix 是不是在字典树中
108.
109. 55.     public boolean hasPrefix(String prefix) {
110.
111. 56.         int L = prefix.length();
112.
113. 57.         TrieNode node = root;
114.
115. 58.         for (int i = 0; i < L; i++) {
116.
117. 59.             char letter = prefix.charAt(i);
118.
119. 60.             if (!node.sons.containsKey(letter)) {
120.
121. 61.                 return false;
122.
123. 62.             }
124.
125. 63.             node = node.sons.get(letter);
126.
127. 64.         }
128.
129. 65.         return true;
130.
131. 66.     }
132.
133. 67. }
```