力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

第十课

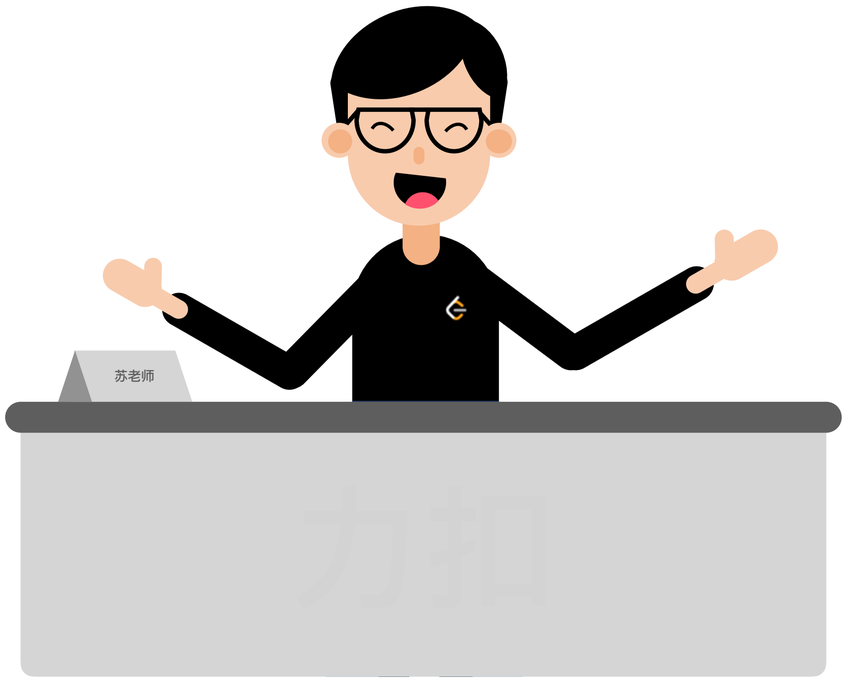
剖析大厂算法面试真题 - 难题精讲（一）

10.0 简介 / Introduction

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

难题精讲（一）

- 正则表达式匹配
- 柱状图中的最大矩形
- 实现 strStr()



10. 正则表达式匹配

给你一个字符串 s 和一个字符规律 p，请你来实现一个支持 ‘.’ 和 ‘*’ 的正则表达式匹配。

‘.’ 匹配任意单个字符
‘*’ 匹配零个或多个前面的那一个元素

所谓匹配，是要涵盖整个字符串 s 的，而不是部分字符串。

说明：

- s 可能为空，且只包含从 a-z 的小写字母。
- p 可能为空，且只包含从 a-z 的小写字母，以及字符 . 和 *。

示例 1：
输入：
```
s = "aa"
p = "a"
```
输出： false
解释： "a" 无法匹配 "aa" 整个字符串。

示例 2：
输入：
```
s = "aa"
p = "a*"
```
输出： true
解释： 因为 ‘*’ 代表可以匹配零个或多个前面的那一个元素，在这里前面的元素就是 ‘a’。因此，字符串 “aa” 可被视为 ‘a’ 重复了一次。

10. 正则表达式匹配

给你一个字符串 s 和一个字符规律 p，请你来实现一个支持 ‘.’ 和 ‘*’ 的正则表达式匹配。

‘.’ 匹配任意单个字符
‘*’ 匹配零个或多个前面的那一个元素

所谓匹配，是要涵盖整个字符串 s 的，而不是部分字符串。

说明:

- s 可能为空，且只包含从 a-z 的小写字母。
- p 可能为空，且只包含从 a-z 的小写字母，以及字符 . 和 *。

示例 3:
输入:
s = "ab"
p = “.*”
输出: true
解释: “.*” 表示可匹配零个或多个（‘*’）任意字符（‘.’）。

示例 4:
输入:
s = "aab"
p = "c*a*b"
输出: true
解释: 因为 '*' 表示零个或多个，这里 'c' 为 0 个, 'a' 被重复一次。因此可以匹配字符串 "aab"。

10. 正则表达式匹配

给你一个字符串 s 和一个字符规律 p，请你来实现一个支持 ‘.’ 和 ‘*’ 的正则表达式匹配。

‘.’ 匹配任意单个字符
‘*’ 匹配零个或多个前面的那一个元素

所谓匹配，是要涵盖整个字符串 s 的，而不是部分字符串。

说明:

- s 可能为空，且只包含从 a-z 的小写字母。
- p 可能为空，且只包含从 a-z 的小写字母，以及字符 . 和 *。

示例 5:

```
输入:
s = "mississippi"
p = “mis*is*p*.”
输出: false
```

10. 正则表达式匹配

解题思路

- 判断 s 与 p 是否匹配

10. 正则表达式匹配

解题思路

- 判断 s 与 p 是否匹配

$$i == m \quad \&\& \quad j == n \longrightarrow s \text{ 与 } p \text{ 匹配}$$

10. 正则表达式匹配

解题思路

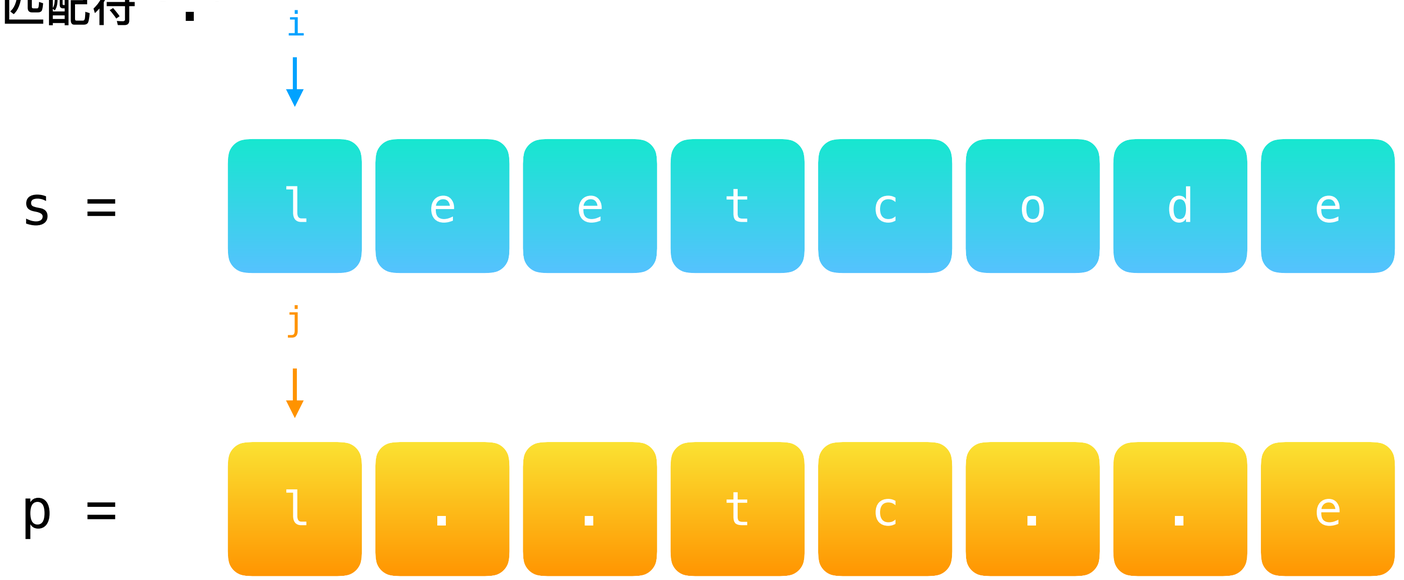
- p 字符串中的出现的点匹配符‘.’

```
输入:
s = "leetcode"
p = “l..tc..e”

输出: true
```

10. 正则表达式匹配

解题思路

- p 字符串中的出现的点匹配符‘.’



10. 正则表达式匹配

解题思路

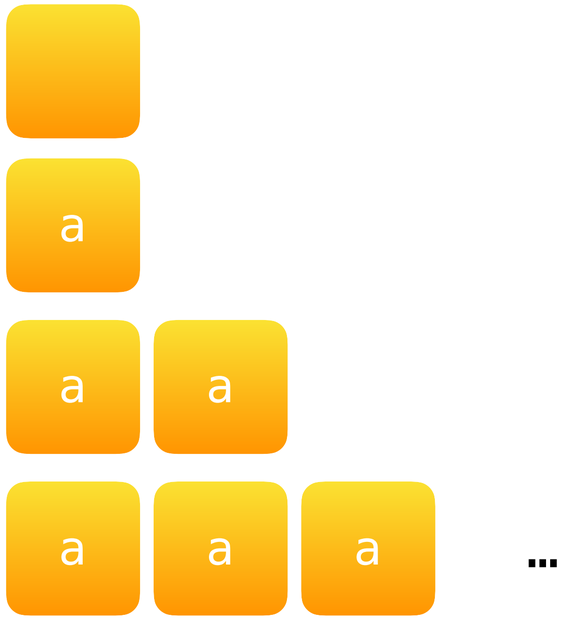
- p 字符串中的出现的星匹配符‘*’ -> ‘*’ 匹配零个或多个前面的哪一个元素
  - 它匹配的是 p 字符串中，该星号前面的那个字符
  - 它可以匹配零个或多个
  - 星号匹配符前面必须有一个非星的字符

a* *

10. 正则表达式匹配

解题思路

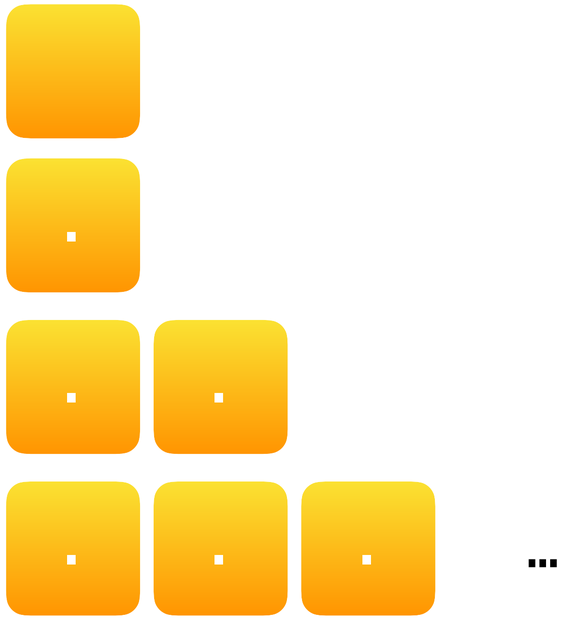
- p 字符串中的出现的星匹配符‘*’



10. 正则表达式匹配

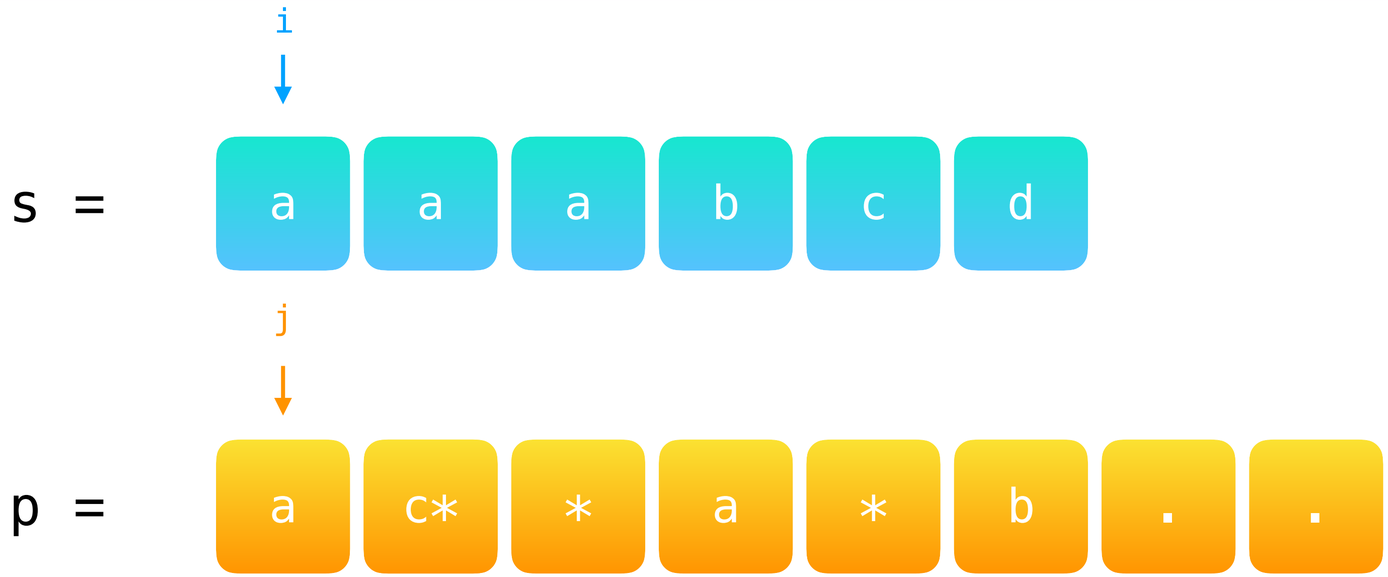
解题思路

- p 字符串中的出现的星匹配符‘*’



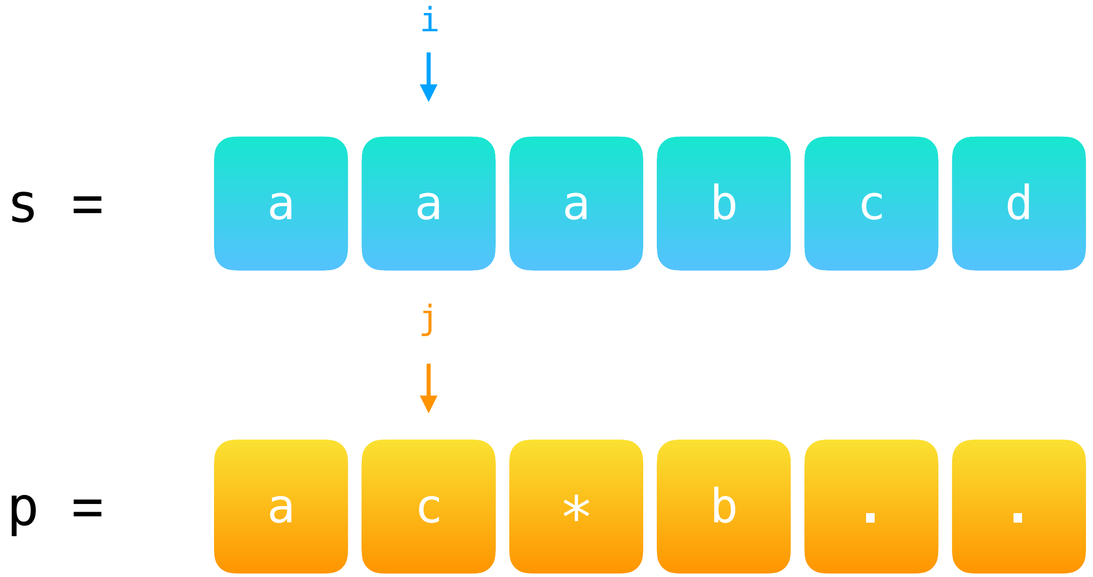
10. 正则表达式匹配

解题思路



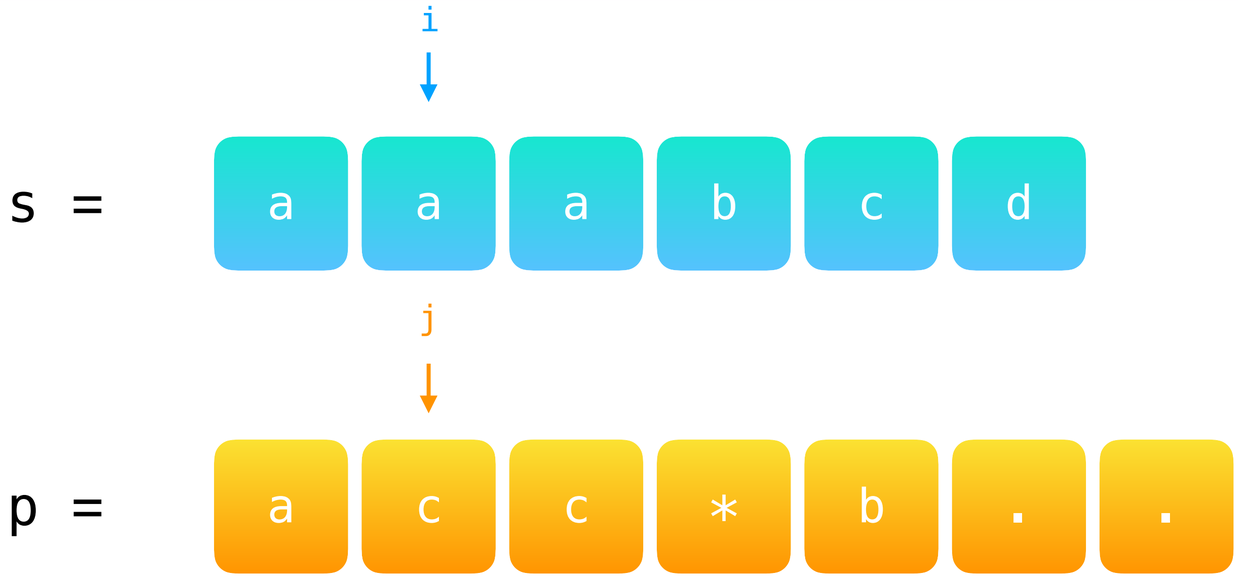
10. 正则表达式匹配

解题思路



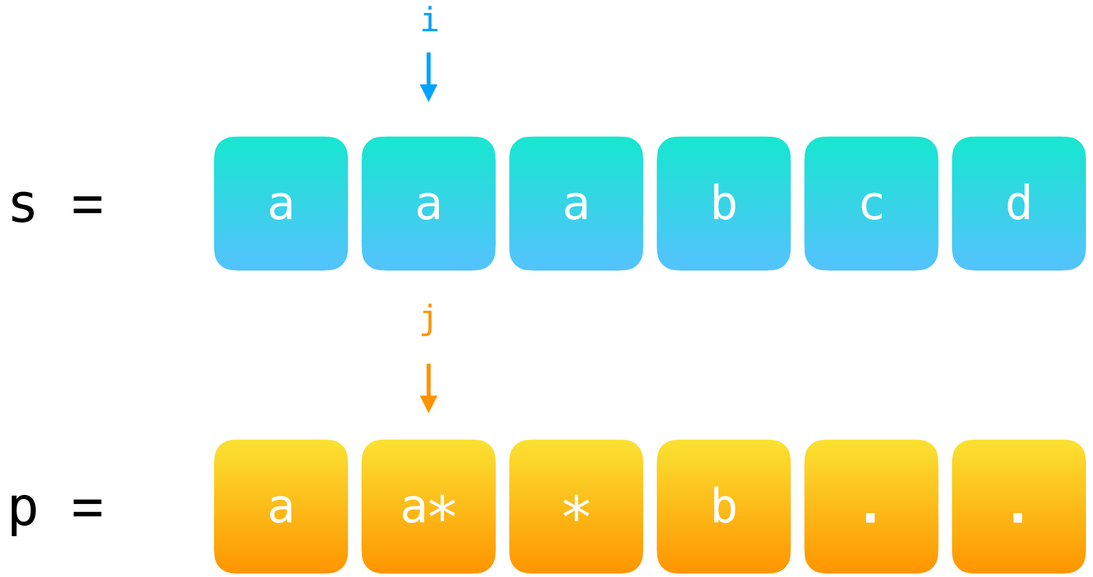
10. 正则表达式匹配

解题思路



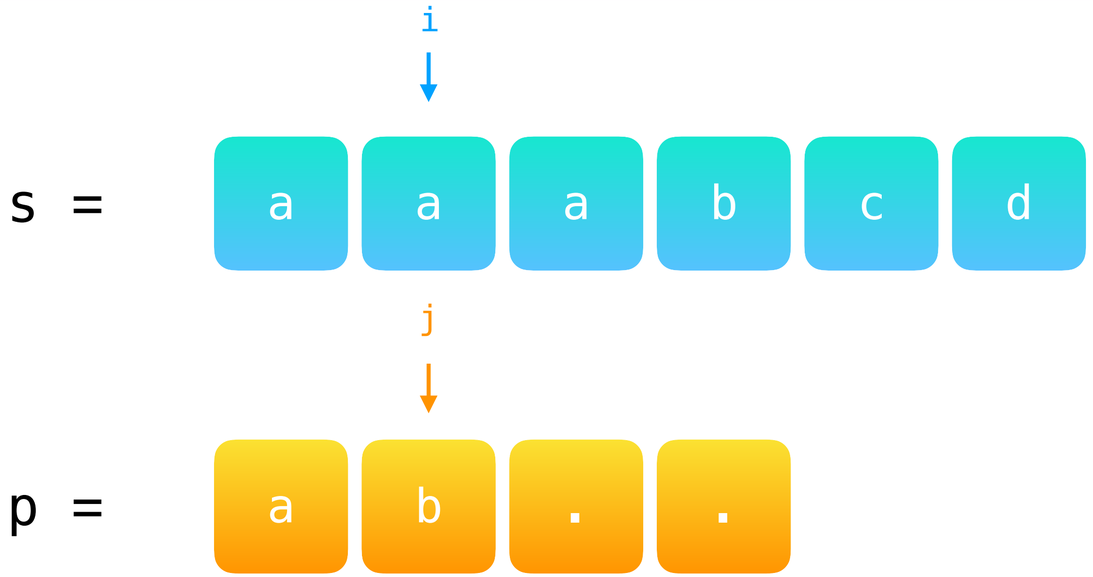
10. 正则表达式匹配

解题思路



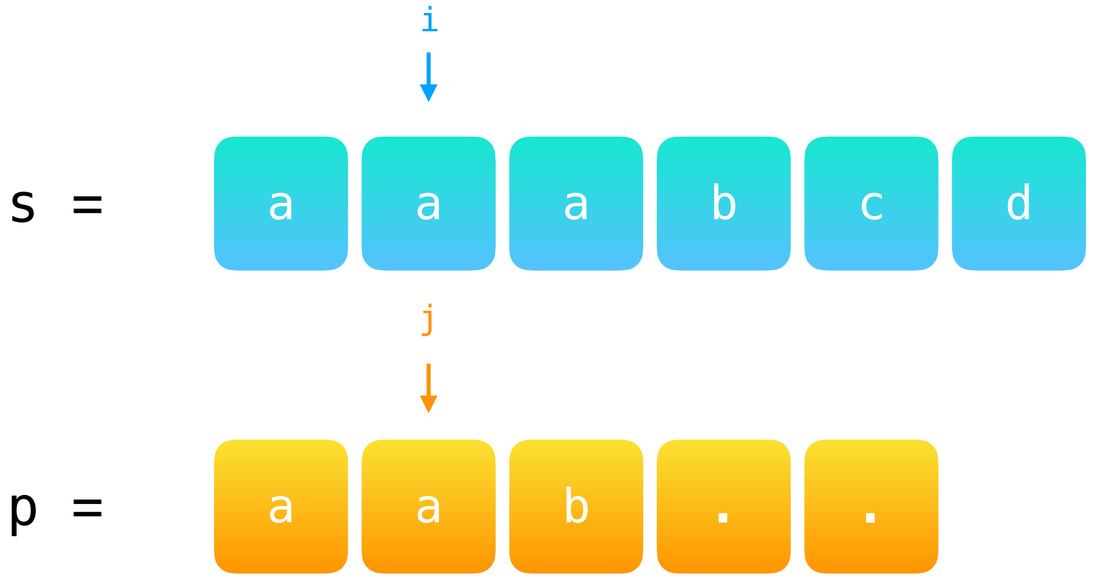
10. 正则表达式匹配

解题思路



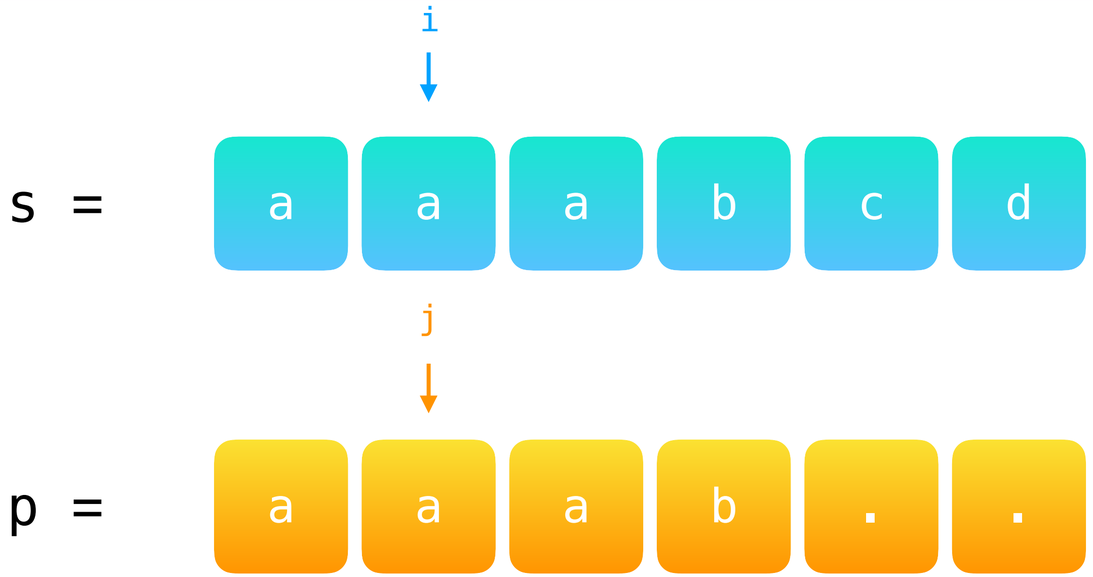
10. 正则表达式匹配

解题思路



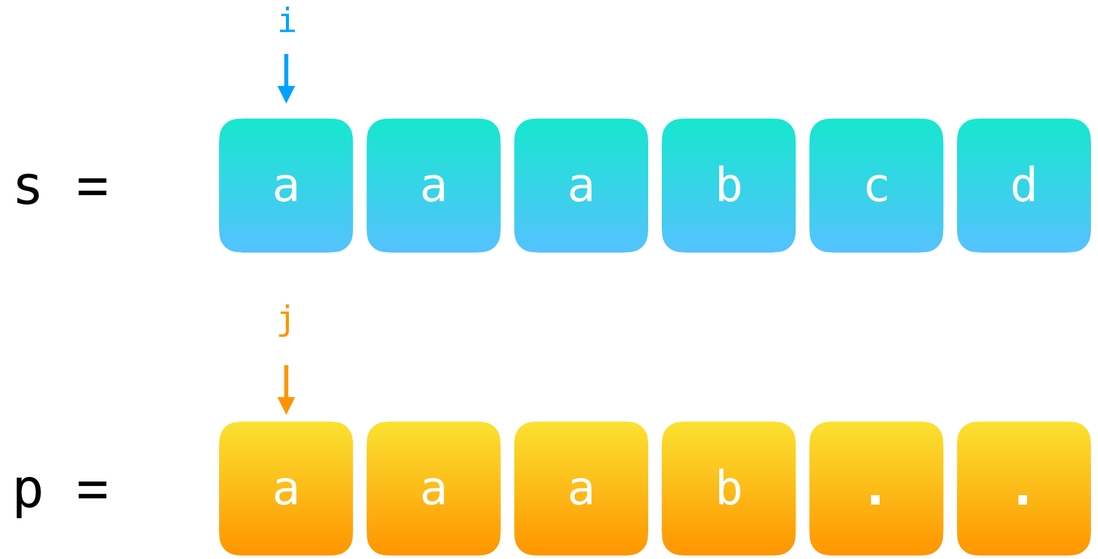
10. 正则表达式匹配

解题思路



10. 正则表达式匹配

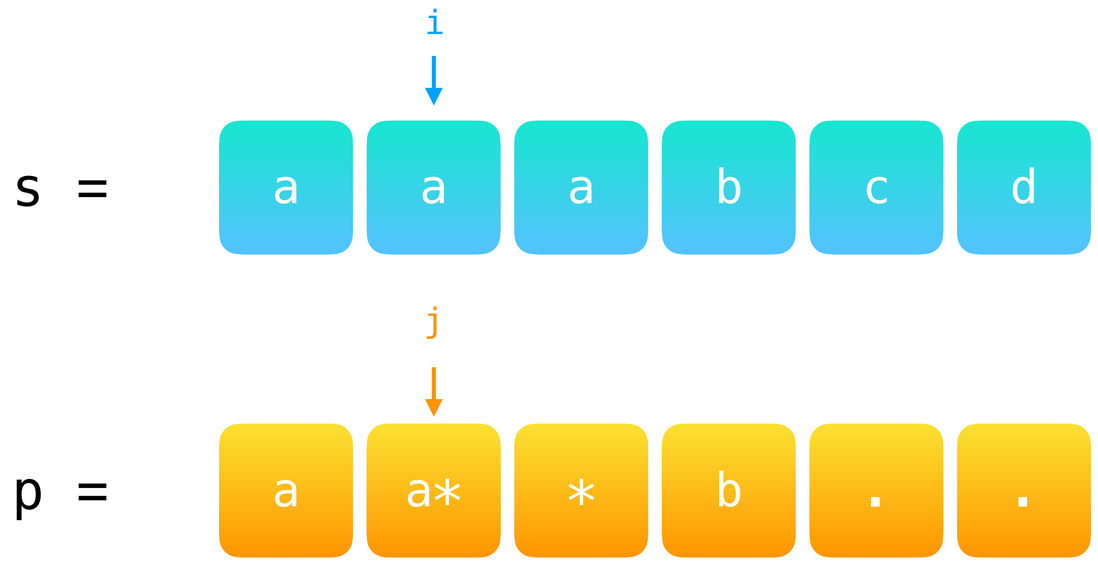
递归解法




```
isMatch(String s, int i, String p, int j)
```

10. 正则表达式匹配

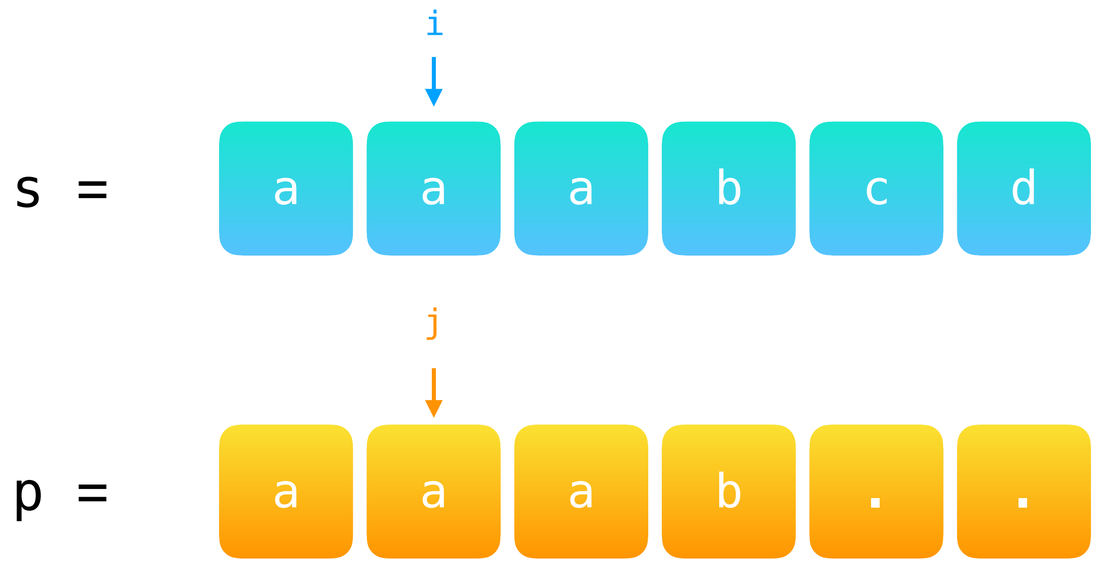
递归解法




```
isMatch(s, i, p, j + 2)
```

10. 正则表达式匹配

递归解法




```
isMatch(s, i + 1, p, j + 2)
```

10.1 难题精讲（一） / 正则表达式匹配

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
boolean isMatch(String s, String p) {
  if (s == null || p == null) {
    return false;
  }

  return isMatch(s, 0, p, 0);
}
```

- 简单判断：只要 s 和 p 有一个为 null，则不匹配
- 调用递归函数：指针 i 和 j 都指向 0 的位置

10.1 难题精讲（一） / 正则表达式匹配

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
boolean isMatch(String s, int i, String p, int j) {
  int m = s.length();
  int n = p.length();

  // 看看pattern和字符串是否都扫描完毕
  if (j == n) {
    return i == m;
  }
```

- 函数接收四个输入参数：
  s 字符串，p 字符串，i 指针，j 指针
- 一开始计算一下 s 字符串和 p 字符串的长度，
  分别标记为 m 和 n
- 考虑递归函数结束的时间：
  当 j 指针遍历完 p 字符串后，即可跳出递归
  而当 i 指针也刚好遍历完，说明 s 和 p 完全匹配

10.1 难题精讲（一） / 正则表达式匹配

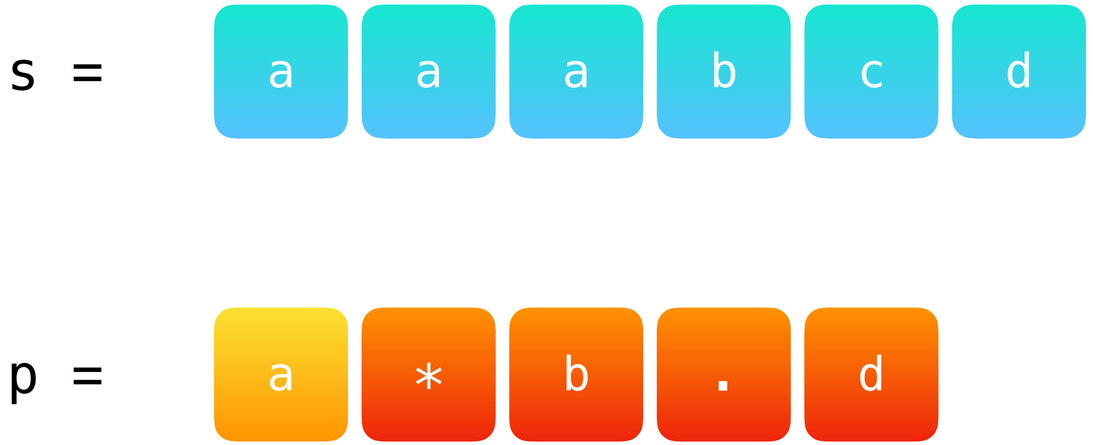
力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
  // next char is not '*': 必须满足当前字符并递归到下一层
  if (j == n - 1 || p.charAt(j + 1) != '*') {
    return (i < m) &&
           (p.charAt(j) == '.' || s.charAt(i) == p.charAt(j)) &&
           isMatch(s, i + 1, p, j + 1);
  }

  // next char is '*', 如果有连续的s[i]出现并且都等于p[j]，一直尝试下去
  if (j < n - 1 && p.charAt(j + 1) == '*') {
    while ((i < m) && (p.charAt(j) == '.' || s.charAt(i) == p.charAt(j))) {
      if (isMatch(s, i, p, j + 2)) {
        return true;
      }
      i++;
    }
  }

  // 接着继续下去
  return isMatch(s, i, p, j + 2);
}
```

- 接下来看看 j 指针的下一个是否为星号，
  如果不是星号，则递归地调用 isMatch 函数
- 如果 j 指向的字符下一个为星号，
  则不断地将它和星号作为一个整体，
  分别表示空字符串，一个 j 指向的字符，两个字符，
  以此类推。
  如果其中一种情况能出现 s 和 p 匹配，则返回 true
- while 循环 - 整个递归算法的核心
  - i 指向的字符必须要能和 j 指向的字符匹配
    其中 j 指向的可能是点匹配符
  - 如果无法匹配，则 i++，
    表示用星号组合去匹配更长的一段字符串
- 当 i 与 j 指向的字符不相同，或 i 已遍历完 s 字符串，
  同时 j 指向的字符后跟着一个星号的情况，
  我们只能用型号组合去表示一个空字符串，然后递归下去

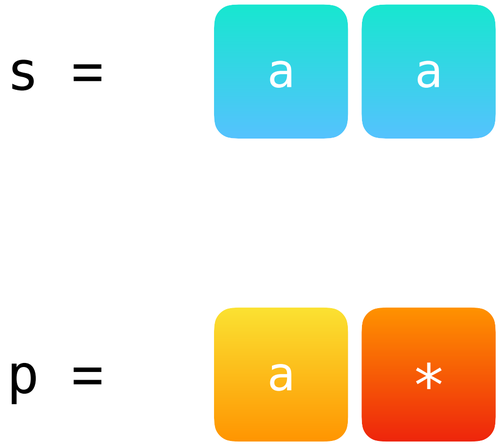
10. 正则表达式匹配

递归解法 二



10. 正则表达式匹配

递归解法 二



10.1 难题精讲（一） / 正则表达式匹配

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
boolean isMatch(String s, String p) {
  if (s == null || p == null) return false;

  return isMatch(s, s.length(), p, p.length());
}
```

- 主函数简单判断：
  如果 s 和 p 有一个为 null，返回 false
- 调用递归函数

10.1 难题精讲（一） / 正则表达式匹配

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
boolean isMatch(String s, int i, String p, int j) {
  if (j == 0) return i == 0;

  if (i == 0) {
    return j > 1 && p.charAt(j - 1) == '*' && isMatch(s, i, p, j - 2);
  }

  if (p.charAt(j - 1) != '*') {
    return isMatch(s.charAt(i - 1), p.charAt(j - 1)) &&
           isMatch(s, i - 1, p, j - 1);
  }

  return  isMatch(s, i, p, j - 2) || isMatch(s, i - 1, p, j) &&
          isMatch(s.charAt(i - 1), p.charAt(j - 2));
}

boolean isMatch(char a, char b) {
  return a == b || b == '.';
}
```

- 递归函数四个输入参数：字符串 s，当前字符串 s 的下标，字符串 p，字符串 p 的当前下标，
  由主函数可知，两个字符串的下标都是从最后一位开始
- 如果 p 字符串为空，s 字符串也为空，表示匹配
- 如果 p 字符串不为空，而 s 字符串为空
  - 类似之前的例子：当 s 为空字符串，而 p 为 a*
  - 只要 p 总是由星号组合构成，则一定满足匹配，
    否则不行
- 当 p 的当前字符不是星号时，判断当前两个字符是否相等，如果相等，则递归地看前面的字符
- 否则，当 p 的当前字符是星号时，进行两种尝试：
  - 用星号组合表示空字符串，看看是否能匹配
  - 用星号组合表示一个字符，看看是否能匹配

```
boolean isMatch(String s, String p) {
  int m = s.length(), n = p.length();

  boolean[][] dp = new boolean[m + 1][n + 1];

  dp[0][0] = true;

  for (int j = 1; j <= n; j++) {
    dp[0][j] = j > 1 && p.charAt(j - 1) == '*' && dp[0]
[j - 2];
  }
```

动态规划 - 自底向上

- 分别用 `m` 和 `n` 表示 `s` 字符串和 `p` 字符串的长度
- 定义一个二维布尔矩阵 `dp`
- 初始化 `dp[0][0]` 等于 true，表示当两字符串长度都为 0，也就是空字符串时，它们互相匹配
- 【重要】初始化二维矩阵第一行的所有值：
  - 当 `s` 为空字符串时，对 `p` 字符串的任一位置，要使得这个位置的子串能和空字符串匹配，要求，这个子串都是由一系列的星号组合构成

```
  for (int i = 1; i <= m; i++) {
    for (int j = 1; j <= n; j++) {
      if (p.charAt(j - 1) != '*') {
        dp[i][j] = dp[i - 1][j - 1] &&
                   isMatch(s.charAt(i - 1), p.charAt(j - 1));
      } else {
        dp[i][j] = dp[i][j - 2] || dp[i - 1][j] &&
                   isMatch(s.charAt(i - 1), p.charAt(j - 2));
      }
    }
  }

  return dp[m][n];
}

boolean isMatch(char a, char b) {
  return a == b || b == '.';
}
```

动态规划 - 自底向上

- 对二维矩阵填表：逻辑与递归一样
- p 的当前字符不是星号时，判断当前两字符是否相等，
  如果相等，则看看 `dp[i-1][j-1]` 的值，
  因为它保存了前一个匹配的结果
- 当 p 的当前字符是星号时，进行两种尝试：
  - 用星号组合表示空字符串，看看是否能匹配，
    即 `dp[i][j - 2]`
  - 用星号组合表示一个字符，看看是否能匹配，
    即 `dp[i - 1][j]`
- **复杂度分析：**运用动态规划，
  我们把时间复杂度控制在 $O(n^2)$，空间复杂度也是 $O(n^2)$

84. 柱状图中最大的矩形

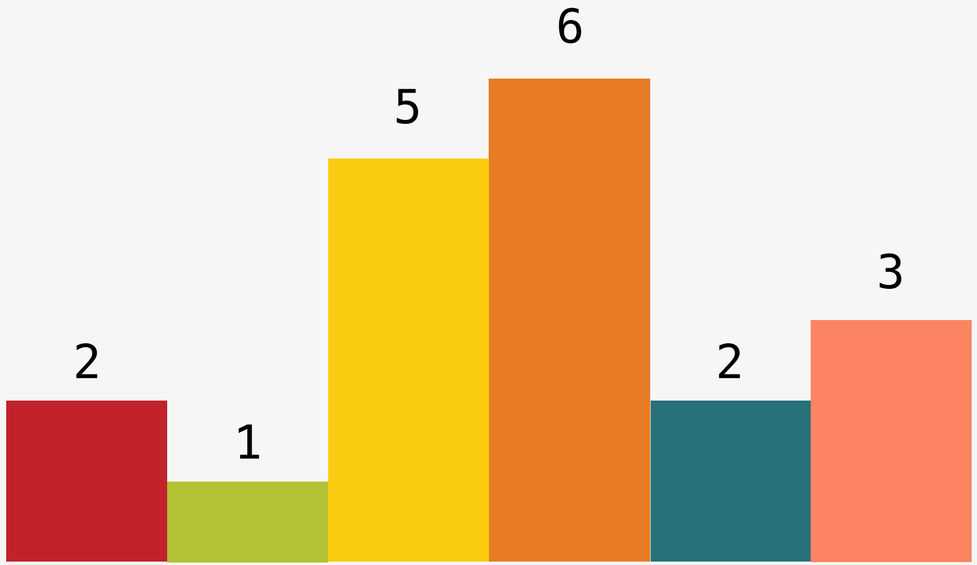
给定 n 个非负整数，用来表示柱状图中各个柱子的高度。
每个柱子彼此相邻，且宽度为 1 。

求在该柱状图中，能够勾勒出来的矩形的最大面积。

右图是柱状图的示例，其中每个柱子的宽度为 1，给定的高度为 `[2, 1, 5, 6, 2, 3]`。

图中阴影部分为所能勾勒出的最大矩形面积，其面积为 `10` 个单位。

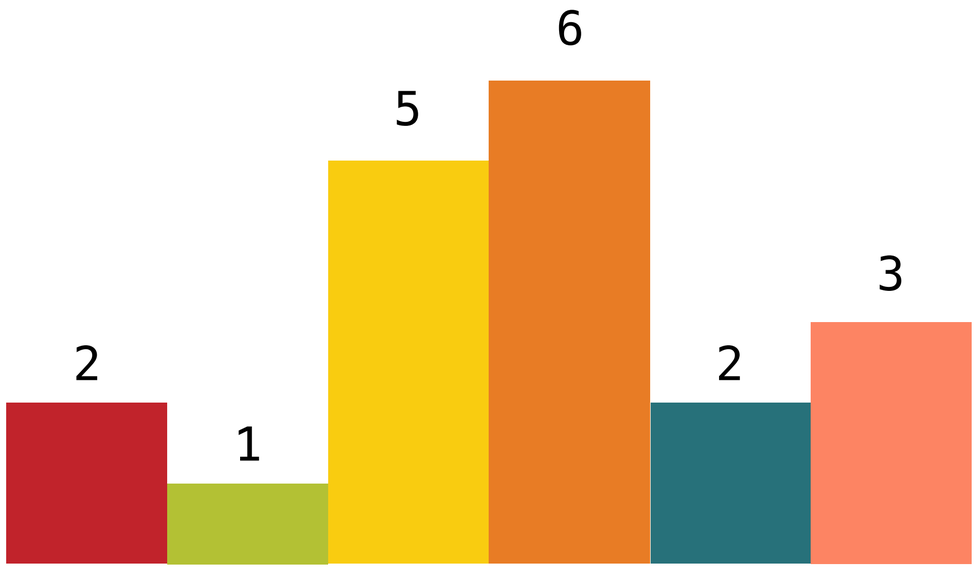
示例 1:
输入: `[2,1,5,6,2,3]`
输出: `10`



84. 柱状图中最大的矩形

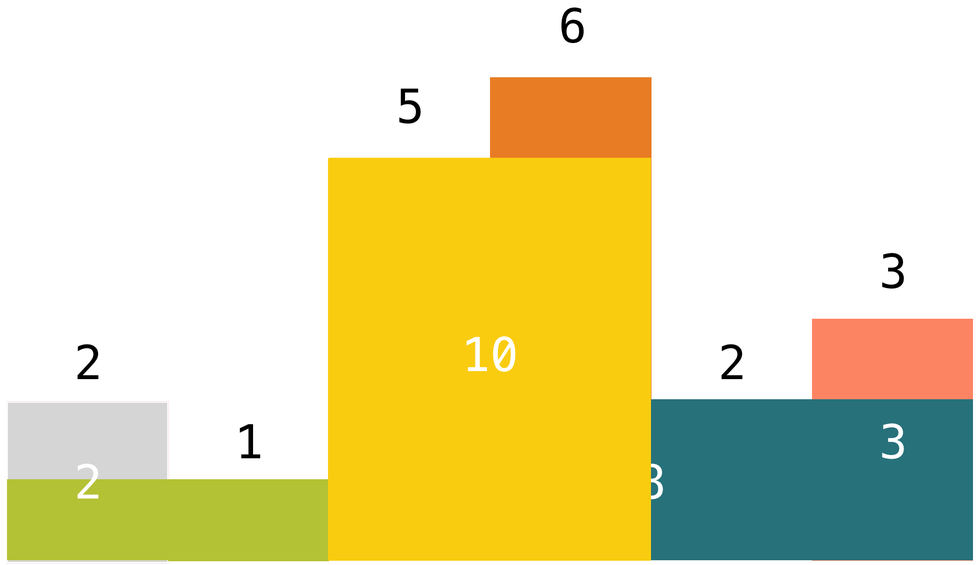
暴力法

- 从左到右扫描输入的数组
- 将每根柱子的高度作为当前矩形的高度
- 矩形的宽度就从当前柱子出发一直延伸到左边和右边
- 一旦遇到低于当前高度的柱子就停止
- 计算面积，最后统计所有面积里的最大值



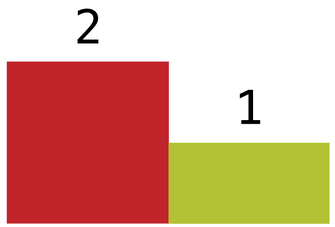
84. 柱状图中最大的矩形

暴力法

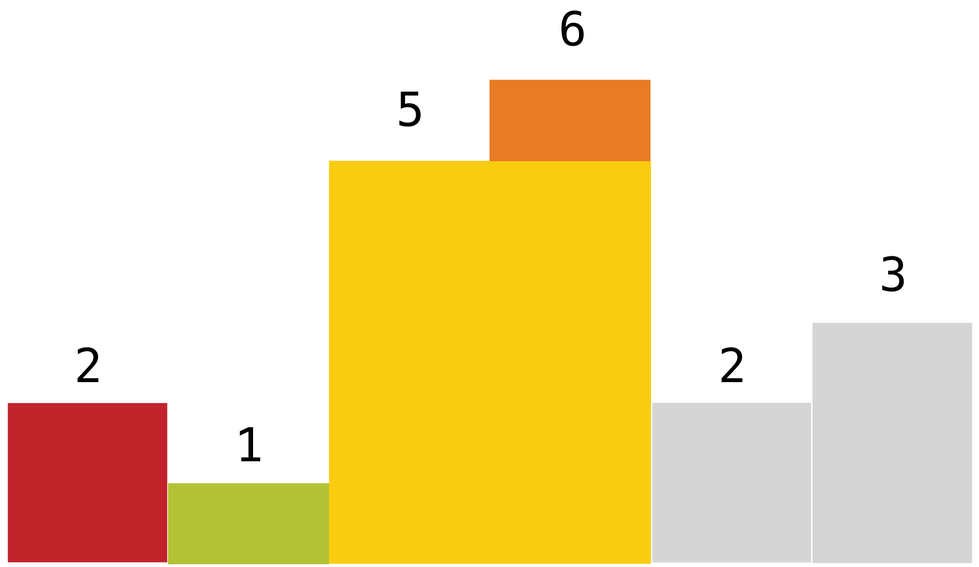


时间复杂度 $O(n^2)$

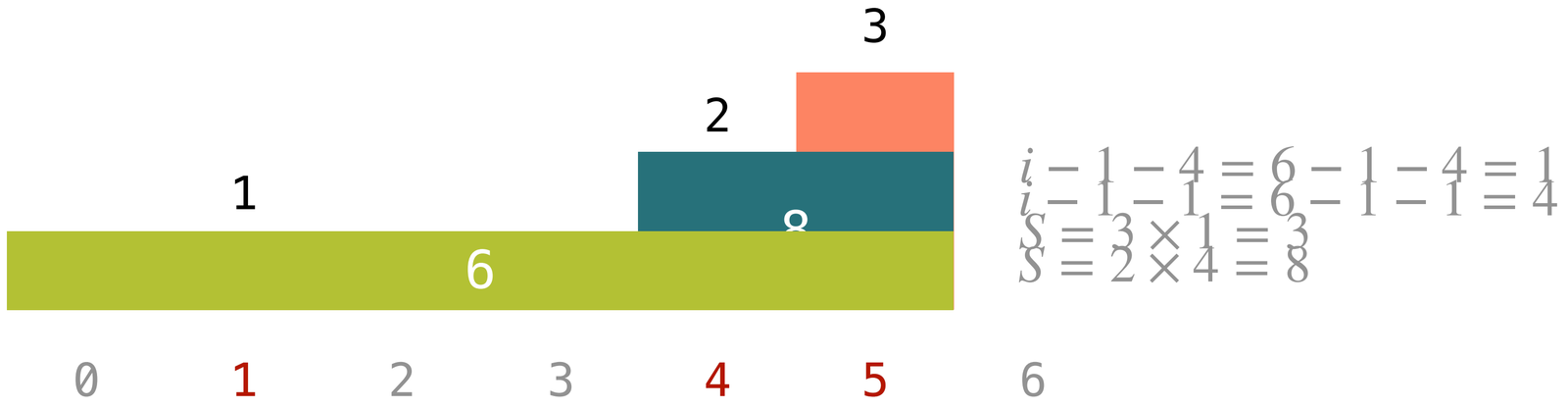
84. 柱状图中最大的矩形



84. 柱状图中最大的矩形



84. 柱状图中最大的矩形



10.2 难题精讲（一） / 柱状图中最大的矩形

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
int largestRectangleArea(int[] heights) {
  int n = heights.length, max = 0;

  Stack<Integer> stack = new Stack<>();

  for (int i = 0; i <= n; i++) {
    while (
      !stack.isEmpty() &&
      (i == n || heights[i] < heights[stack.peek()])
    ) {
      int height = heights[stack.pop()];
      int width = stack.isEmpty() ? i : i - 1 - stack.peek();

      max = Math.max(max, width * height);
    }

    stack.push(i);
  }

  return max;
}
```

- 将输入数组的长度记为 n，初始化最大面积 max 为 0
- 定义一个堆栈 stack 用来辅助计算
- 接下来从头开始扫描输入数组
- 一旦发现当前高度比堆栈顶端所记录的高度要矮，即可开始对堆栈顶端记录的高度计算面积了
  - 此处巧妙处理了当 i 等于 n 的情况
  - 同时判断当前面积是否为最大值
- 如果当前的高度比堆栈顶端所记录的高度要高，则压入堆栈
- 最后返回面积最大值

10.2 难题精讲（一） / 柱状图中最大的矩形

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
int largestRectangleArea(int[] heights) {
  int n = heights.length, max = 0;

  Stack<Integer> stack = new Stack<>();

  for (int i = 0; i <= n; i++) {
    while (
      !stack.isEmpty() &&
      (i == n || heights[i] < heights[stack.peek()])
    ) {
      int height = heights[stack.pop()];
      int width = stack.isEmpty() ? i : i - 1 - stack.peek();

      max = Math.max(max, width * height);
    }

    stack.push(i);
  }

  return max;
}
```

- **复杂度分析：**
  - 时间复杂度是 $O(n)$，
    因为从头到尾扫描数组，
    每个元素都被压入堆栈一次，弹出一次
  - 空间复杂度是 $O(n)$，
    因为使用一个堆栈来保存各元素的下标，
    最坏的情况为各高度按照从矮到高的顺序排列，
    我们需要将它们都压入堆栈

28. 实现 strStr()

给定一个 haystack 字符串和一个 needle 字符串，在 haystack 字符串中找出 needle 字符串出现的第一个位置（从 0 开始）。如果不存在，则返回 -1。

说明:

当 needle 是空字符串时，我们应当返回什么值呢？这是一个在面试中很好的问题。

对于本题而言，当 needle 是空字符串时我们应当返回 0。这与 C 语言的 strstr() 以及 Java 的 indexOf() 定义相符。

示例 1:

```
输入:
haystack = “hello”,
needle = “ll”
输出: 2
```

示例 2:

```
输入:
haystack = “aaaaa”,
needle = “bba”
输出: -1
```

28. 实现 strStr()

暴力法

输入：
haystack = “iloveleetcode”
needle = “leetcode”

28. 实现 strStr()

暴力法

输入：
haystack = “iloveleetcode”
needle = “leetcode”

28. 实现 strStr()

暴力法

输入：
haystack = “iloveleetcode”
needle = “leetcode”

28. 实现 strStr()

暴力法

输入：
haystack = “iloveleetcode”
needle = “leetcode”

28. 实现 strStr()

暴力法

```
输入:
haystack = “iloveleetcode”
needle   =     “leetcode”
```

28. 实现 strStr()

暴力法

```
输入:
haystack = “iloveleetcode”
needle   =      “leetcode”
```

28. 实现 strStr()

暴力法

输入：
haystack = “ilove**leetcode**”
needle = “**leetcode**”

10.3 难题精讲（一） / 实现 strStr()

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
int strStr(String haystack, String needle) {
  for (int i = 0; ; i++) {
    for (int j = 0; ; j++) {
      if (j == needle.length()) return i;
      if (i + j == haystack.length()) return -1;
      if (needle.charAt(j) != haystack.charAt(i + j))
break;
    }
  }
}
```

- 定义一个 i 指针，用来遍历 haystack 字符串
- 对于每个 i 指针，
  用另外一个 j 指针来扫描 needle 字符串
- 如果 j 扫描完毕，
  表示在 haystack 字符串中找到了 needle 字符串
- 如果 i 扫描完毕，
  表示无法在 haystack 字符串中找到 needle 字符串，
  返回 -1
- 如果要比较的两个字符不相等，
  则跳出内循环， i 指针向前挪一个位置，继续刚才的比较

10.3 难题精讲（一） / 实现 strStr()

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
int strStr(String haystack, String needle) {
  for (int i = 0; ; i++) {
    for (int j = 0; ; j++) {
      if (j == needle.length()) return i;
      if (i + j == haystack.length()) return -1;
      if (needle.charAt(j) != haystack.charAt(i + j))
break;
    }
  }
}
```

- 假设 haystack 字符串长度为 m，
  needle 字符串长度为 n，
  暴力法时间复杂度为 $O(m \times n)$
- 更快的方法？KMP 算法！

28. 实现 strStr()

KMP

- KMP(Knuth-Morris-Pratt) 是由三个人联合发表的算法
- 目的：为了在字符串 haystack 中找到另一个字符串 needle 出现的所有位置
- 核心思想：避免暴力法中出现的不必要的比较

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   = “ABCDABD”
```

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =      “ABCDABD”
```

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =      “ABCDABD”
```

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =         “ABCDABD”
```

- 为什么不需要慢慢挪动来比较，而是可以跳跃式地比较呢？或者说这样跳跃式比较会否错过一些可能性？
- 为什么知道能直接跳跃到这个位置呢？

28. 实现 strStr()

KMP - 重要数据结构：最长的公共前缀和后缀 (Longest Prefix and Suffix, 简称 LPS)

- 它是一个数组
- 记录了字符串从头开始到某个位置结束的一段字串中，公共前缀和后缀的最大长度
- 公共前缀和后缀，即字符串的前缀等于后缀，并且，前缀和后缀不能是同一段字符串

```
needle = “ABCDABD”

LPS    = {0000120}
```

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

KMP

- LPS[0] = 0，表示字符串“A”的最长公共前缀和后缀的长度为 0。
  - 注意：前缀和后缀不能是同一段字符串
- LPS[1] = 0，表示字符串“AB”的最长公共前缀和后缀的长度为 0。
  - 因为该字符串只有一个前缀 A 和后缀 B
- LPS[4] = 1，表示字符串“ABCDA”的最长公共前缀和后缀的长度为 1。
  - 该字符串有很多前缀和后缀
  - 前缀有：A，AB，ABC，ABCD；后缀有：BCDA，CDA，DA，A
  - 两个相同并且长度最长的是 A，则 LPS 为 1
- LPS[5] = 2，表示字符串“ABCDAB”的最长公共前缀和后缀的长度为 2。
  - 该字符串有很多前缀和后缀
  - 前缀有：A，AB，ABC，ABCD，ABCDA；后缀有：BCDAB，CDAB，BAD，AB，B
  - 两个相同并且长度最长的是 AB，则 LPS 为 2

```
needle = “ABCDABD”

LPS    = {0000120}
```

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =      “ABCDABD”
```

LPS = 2

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =          “ABCDABD”
```

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =      “ABCDABD”
```

28. 实现 strStr()

KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =        “ABCDABD”
```

28. 实现 strStr()

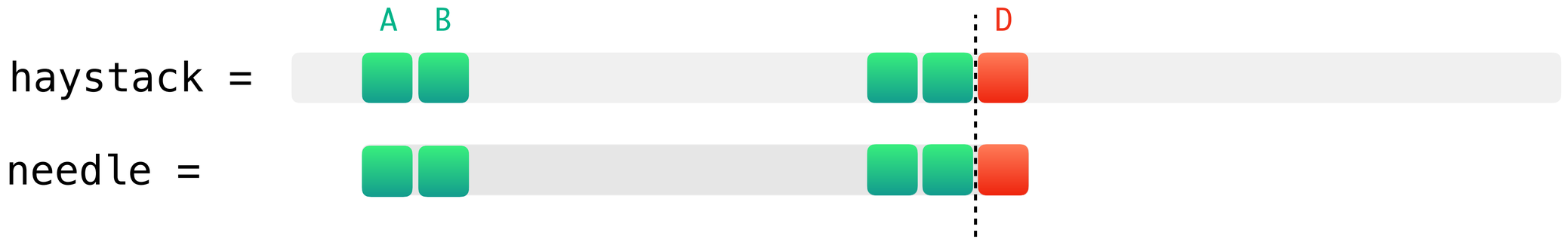
KMP

```
haystack = “ABC ABCDAB ABCDABCDABDE”

needle   =      “ABCDABD”
```

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

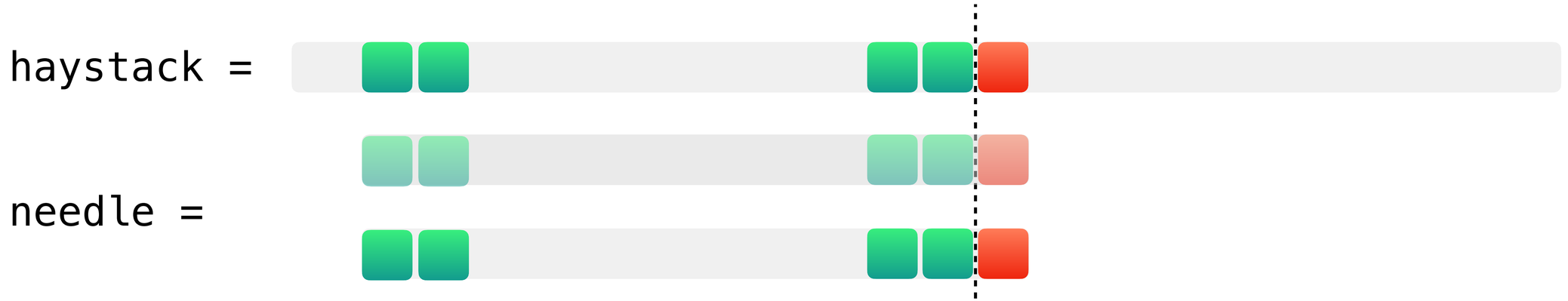
28. 实现 strStr()

KMP



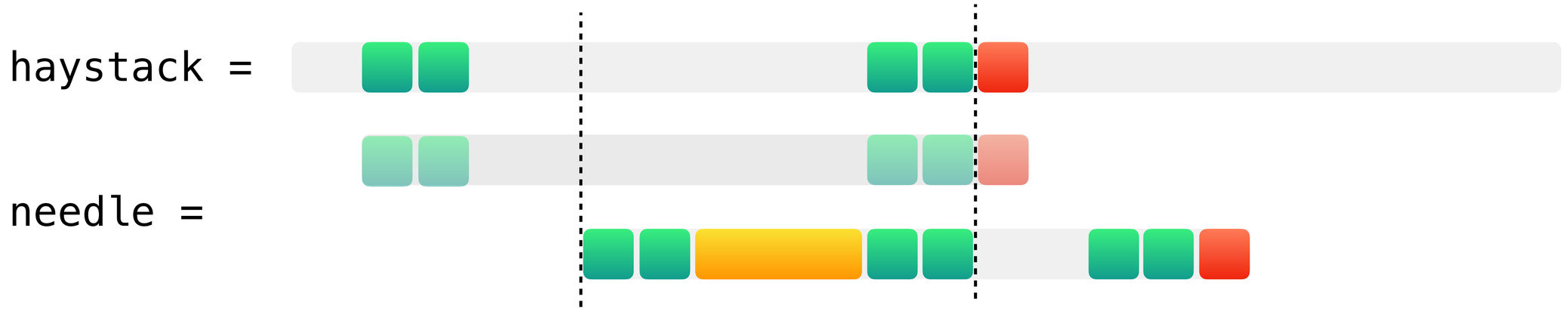
28. 实现 strStr()

KMP



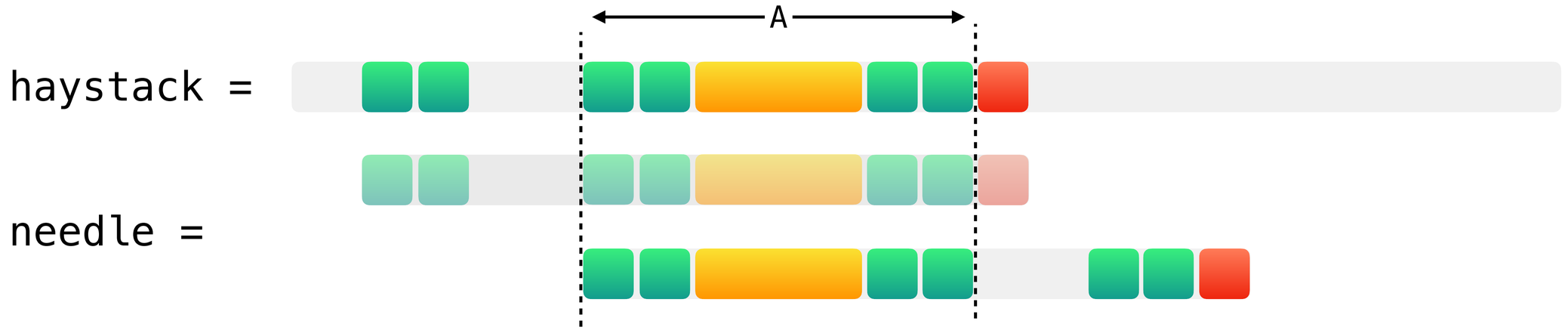
28. 实现 strStr()

KMP



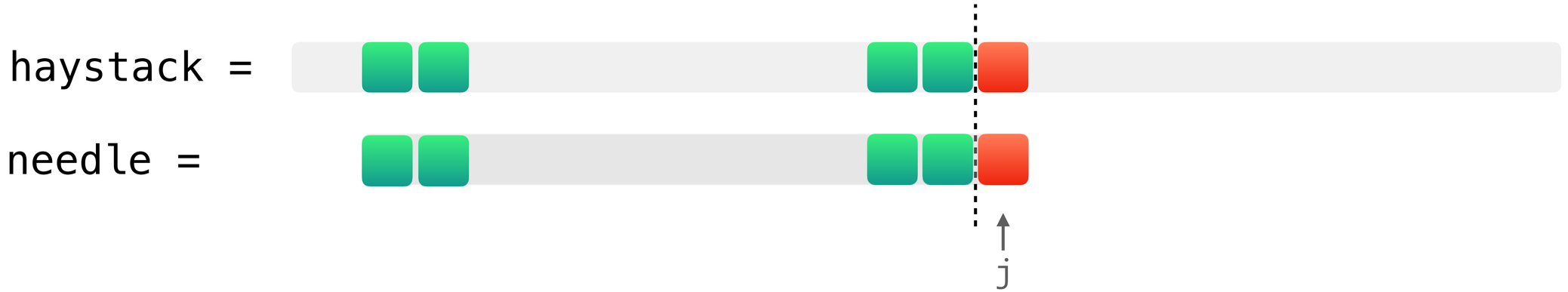
28. 实现 strStr()

KMP



28. 实现 strStr()

KMP

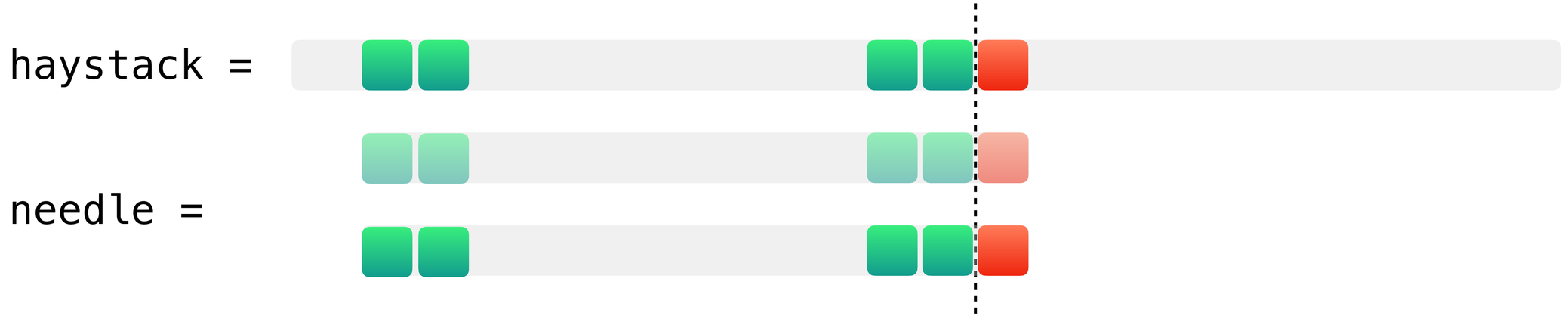


LPS[j - 1] = 0 0 1 2 ... 1 2

j = LPS[j - 1]

28. 实现 strStr()

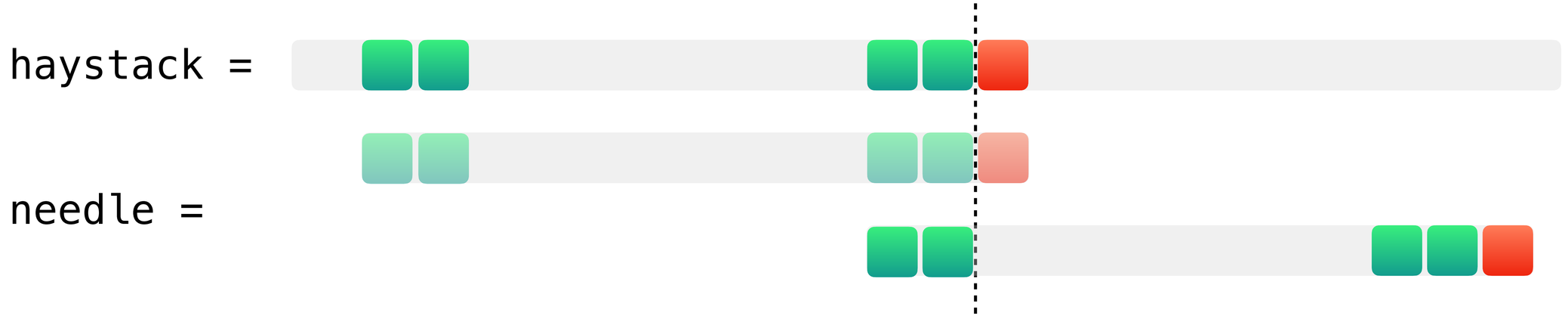
KMP



力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

KMP



10.3 难题精讲（一） / 实现 strStr()

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
int strStr(String haystack, String needle) {
  int m = haystack.length();
  int n = needle.length();

  if (n == 0) {
    return 0;
  }

  int[] lps = getLPS(needle);

  int i = 0, j = 0;
```

- 用变量 m 记录 haystack 字符串的长度
  用变量 n 记录 needle 字符串的长度
- 题目要求：如果 n 等于 0，返回 0
- 求出 needle 的 LPS，即最长的公共前缀和后缀数组
- 定义指针 i 用来扫描 haystack，
  定义指针 j 用来扫描 needle

10.3 难题精讲（一） / 实现 strStr()

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

```
    while (i < m) {
      if (haystack.charAt(i) == needle.charAt(j)) {
        i++; j++;

        if (j == n) {
          return i - n;
        }
      } else if (j > 0) {
        j = lps[j - 1];
      } else {
        i++;
      }
    }

    return -1;
  }
```

- 进入循环体，直到 i 扫描完整个 haystack，
  一旦扫描完还没有发现 needle，则跳出循环
- 在循环体中，当发现 i 指针与 j 指针指向的字符相等时，
  两个指针一起向前走一步 i++, j++
- 一旦发现 j 已经扫描完 needle 字符串，
  说明已在 haystack 中找到了 needle，
  立即返回它在 haystack 中的起始位置
- 在循环体中，当发现 i 指针与 j 指针指向的字符不相同时，
  尝试进行跳跃操作 j = LPS[j - 1]，
  这里必须判断 j 是否大于 0
- j 等于 0 的情况，表明此时 needle 的第一个字符
  已不同于 haystack的字符，
  尝试对比 haystack 的下一个字符，故 i++
- 最终，若未能在 haystack 中找到 needle，返回 -1

28. 实现 strStr()

如何求出 needle 字符串的最长公共前缀和后缀数组 - 暴力法

- 假设此时子串长度为 m
- 对字符串的每个位置先尝试长度为 m - 1 的前缀和后缀
  - 如果两者一样，则记录下来
  - 如果两者不一样，则尝试长度为 m - 2 的前缀和后缀，以此类推
  - 复杂度为 $O(n^2)$

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

needle[i] != needle[len]

len = LPS[len - 1]

28. 实现 strStr()

假设 LPS[len - 1] = 3

28. 实现 strStr()

- 更新 len = LPS[len - 1]
- 继续比较 needle[i] 和 needle[len]

10.3 难题精讲（一） / 实现 strStr()

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

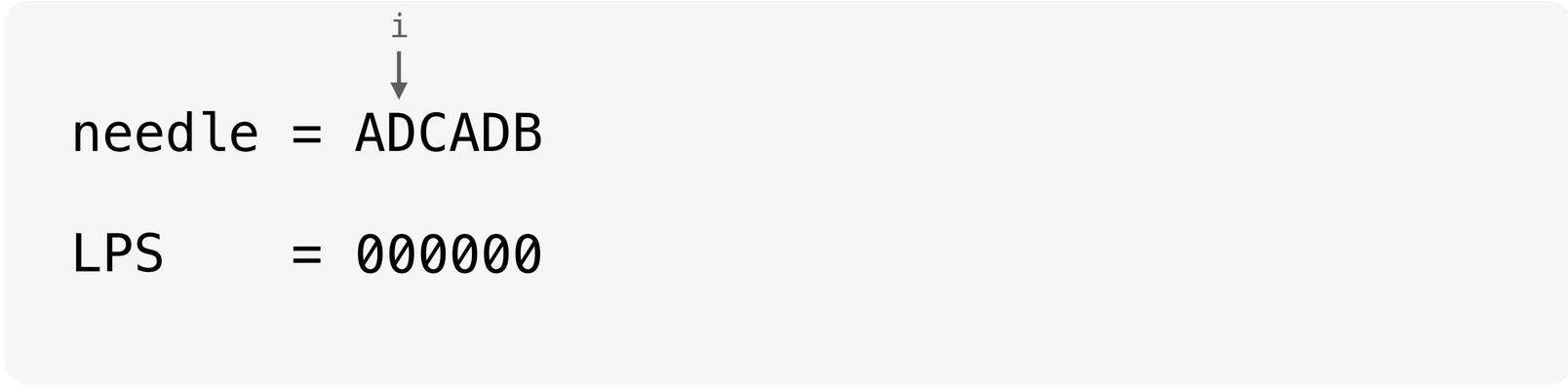
```
int[] getLPS(String str) {
  int[] lps = new int[str.length()];

  int i = 1, len = 0;

  while (i < str.length()) {
    if (str.charAt(i) == str.charAt(len)) {
      lps[i++] = ++len;
    } else if (len > 0) {
      len = lps[len - 1];
    } else {
      i++;
    }
  }

  return lps;
}
```

- 初始化一个 LPS 数组用来保存最终的结果
- 由于 LPS 的第一个值一定为 0，
  即长度为 1 的字符串的最长公共前缀后缀的长度为 0，
  直接从第二个位置遍历，
  并初始化当前最长的 LPS 长度为 0，用 len 变量记录一下
- 用指针 i 遍历整个输入字符串
- 如果 i 指针能够延续前缀和后缀，
  更新 LPS 值为 len + 1
- 否则，判断 len 是否大于 0，
  然后尝试第二长的前缀和后缀，看看是否能继续延续
- 尝试了所有的前缀和后缀都不行时，
  则当前的 LPS 为 0，i++
- 最后返回 LPS 数组

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

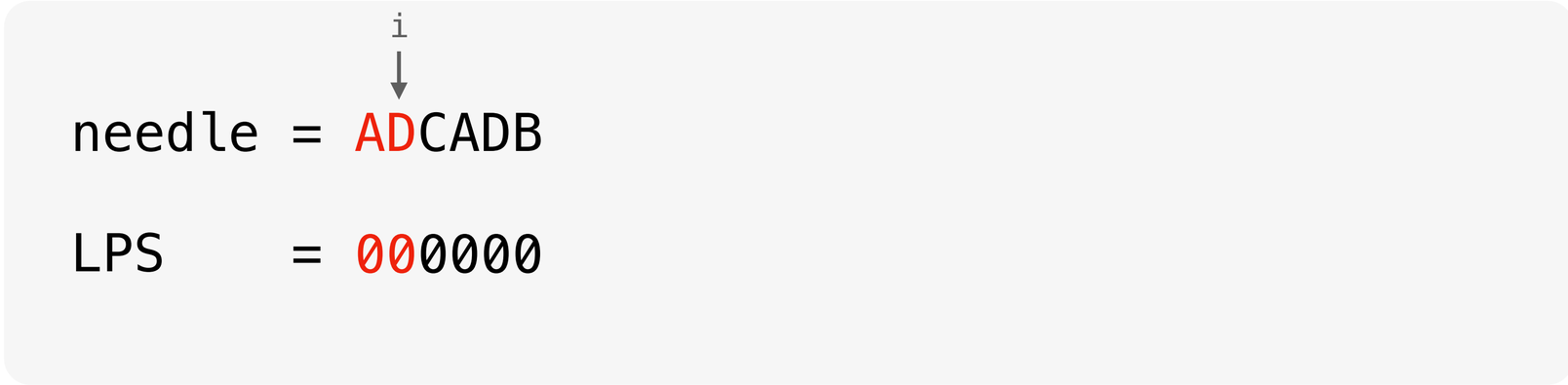
len = 0, i = 1



力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

len = 0, i = 1

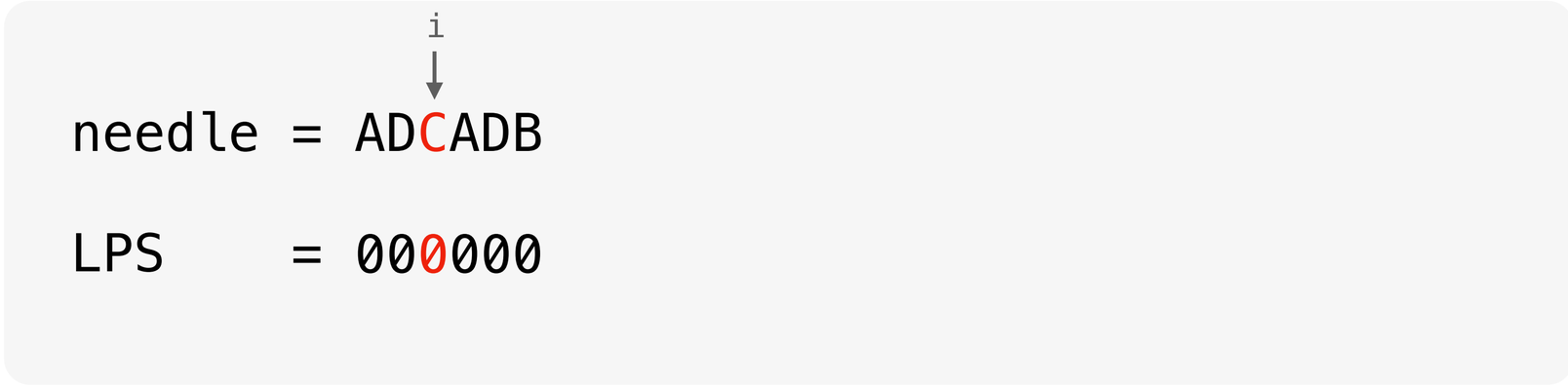


lps[1] = 0

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

len = 0, i = 2



lps[2] = 0

28. 实现 strStr()

len = 0, i = 3

```
                i
                ↓
needle = ADCADB

LPS    = 000100
```

```
needle[len] = needle[3]
lps[i++] = ++len
```

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

len = 1, i = 4

```
                  i
                  ↓
needle = ADCADB

LPS    = 000120
```

```
needle[len] = needle[i]
lps[i++] = ++len
lps[4] = 2
```

力扣 LeetCode × 拉勾 LAGOU.COM

28. 实现 strStr()

len = 2, i = 5

```
                    i
                    ↓
needle = ADCADB

LPS    = 000120
```

needle[len] = "C" ≠ needle[i] = "B"

len = lps[len - 1]

28. 实现 strStr()

len = 2, i = 5

```
                    i
                    ↓
needle = ADCADB

LPS    = 000120
```

```
len = lps[len - 1]
needle[len] ≠ needle[i]
```

28. 实现 strStr()

复杂度分析

- 运用了 KMP 算法后，我们需要 $O(n)$ 的时间计算 LPS 数组，需要 $O(m)$ 的时间扫描 haystack 字符串
- 整体时间复杂度为 $O(m+n)$