

方法与习题中级——字符串

李泊宁

March 11, 2019

课程计划

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

课程计划

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

3月1日至3月30日每周六16:30~21:30上课

课程计划

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

3月1日至3月30日每周六16:30~21:30上课
五周共计30课时

课程计划

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

3月1日至3月30日每周六16:30~21:30上课
五周共计30课时

| | |
|-------------|---|
| 图论(10.5课时) | 图、树(树分治、虚树、生成树等)、最短路、二分图、网络流、强连通分量、双联通分量 |
| 数据结构(7.5课时) | 单调栈、单调队列、链表、RMQ、堆、树状数组、线段树、平衡树、树套树(删)、可持久化、分块、KD树(删)、动态树(删) |
| 字符串(3课时) | 哈希、KMP、AC自动机、Manacher、后缀自动机(删)、回文自动机(删) |
| 数论 | 数论基础、卢卡斯定理、BSGS、筛法、矩阵乘法、高斯消元、多项式、博弈论 |
| 动态规划 | 背包、区间DP、状压DP、数位DP、树形DP、DP优化 |
| 计算几何(删) | 凸包、圆、积分 |
| 其他(删) | 三分、CDQ分治、线性规划、二进制分组 |
| 综合讲解 | 大约1次课 |

课程计划

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

3月1日至3月30日每周六16:30~21:30上课
五周共计30课时

| | |
|-------------|---|
| 图论(10.5课时) | 图、树(树分治、虚树、生成树等)、最短路、二分图、网络流、强连通分量、双联通分量 |
| 数据结构(7.5课时) | 单调栈、单调队列、链表、RMQ、堆、树状数组、线段树、平衡树、树套树(删)、可持久化、分块、KD树(删)、动态树(删) |
| 字符串(3课时) | 哈希、KMP、AC自动机、Manacher、后缀自动机(删)、回文自动机(删) |
| 数论 | 数论基础、卢卡斯定理、BSGS、筛法、矩阵乘法、高斯消元、多项式、博弈论 |
| 动态规划 | 背包、区间DP、状压DP、数位DP、树形DP、DP优化 |
| 计算几何(删) | 凸包、圆、积分 |
| 其他(删) | 三分、CDQ分治、线性规划、二进制分组 |
| 综合讲解 | 大约1次课 |

联系方式: QQ156266608

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

分类：数哈希、集合哈希、树哈希、字符串哈希

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

分类：数哈希、集合哈希、树哈希、字符串哈希
哈希函数 $f(x)$

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

分类：数哈希、集合哈希、树哈希、字符串哈希
哈希函数 $f(x)$
双哈希

方法：判断两个数是否相等

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

方法：判断两个数是否相等

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

$A = 7^{10^{10}}, B = 11^{9^9} + 4$, 它们相等吗?

方法：判断两个数是否相等

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

$A = 7^{10^{10}}, B = 11^{9^9} + 4$, 它们相等吗?
构造哈希函数 $f(x) = x \bmod 10^9 + 7$

方法：判断两个数是否相等

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

$A = 7^{10^{10}}, B = 11^{9^9} + 4$, 它们相等吗?

构造哈希函数 $f(x) = x \bmod 10^9 + 7$

那么 $f(A) = 261123587, f(B) = 52069186$

方法：判断两个数是否相等

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

$A = 7^{10^{10}}, B = 11^{9^9} + 4$, 它们相等吗?

构造哈希函数 $f(x) = x \bmod 10^9 + 7$

那么 $f(A) = 261123587, f(B) = 52069186$

因为 $f(A) \neq f(B)$, 所以 $A \neq B$

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解
 $|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 10000$

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解
 $|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则
可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则

可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

时间复杂度 $O(nm)$ ，不够优

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则

可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

时间复杂度 $O(nm)$ ，不够优

一个显然的定理 $f(x+p) \bmod p = f(x) \bmod p$ 。

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则

可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

时间复杂度 $O(nm)$ ，不够优

一个显然的定理 $f(x+p) \bmod p = f(x) \bmod p$ 。为什么不取
一些小的质数呢？

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求
这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则

可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

时间复杂度 $O(nm)$ ，不够优

一个显然的定理 $f(x+p) \bmod p = f(x) \bmod p$ 。为什么不取
一些小的质数呢？

取 $k \approx 6$ 个10000左右的小质数 p_i ，只需要对于 $y_i \in [0, p_i)$ ，

求 $f(y_i) \bmod p_i$

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

时间复杂度 $O(nm)$ ，不够优

一个显然的定理 $f(x+p) \bmod p = f(x) \bmod p$ 。为什么不取一些小的质数呢？

取 $k \approx 6$ 个10000左右的小质数 p_i ，只需要对于 $y_i \in [0, p_i)$ ，

求 $f(y_i) \bmod p_i$

如果 $f(y_i) \bmod p_i \neq 0$ ，对于所有满足 $x \bmod p_i = y_i$ 的 x 都不是方程的解

题目：解方程

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

已知多项式方程 $f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \cdots + a_nx^n = 0$ ，求这个方程在 $[1, m]$ 内的整数解

$|a_i| \leq 10^{10000}$, $a_n \leq 0$, $n \leq 100$, $m \leq 1000000$

可以取两三个 10^9 级别的大质数 p_i ，如果 $f(x) \bmod p_i$ 均为0则可以认为 x 是 $f(x) = 0$ 的一个解

时间复杂度 $O(nm)$ ，不够优

一个显然的定理 $f(x+p) \bmod p = f(x) \bmod p$ 。为什么不取一些小的质数呢？

取 $k \approx 6$ 个10000左右的小质数 p_i ，只需要对于 $y_i \in [0, p_i)$ ，

求 $f(y_i) \bmod p_i$

如果 $f(y_i) \bmod p_i \neq 0$ ，对于所有满足 $x \bmod p_i = y_i$ 的 x 都不是方程的解

时间复杂度 $O(n \sum p_i + km)$

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$
请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$
请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$
考虑暴力。

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！能不能不枚举 m ？

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！能不能不枚举 m ？

只枚举 n ，然后二分 m ，找到 m 的大致位置。

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！能不能不枚举 m ？

只枚举 n ，然后二分 m ，找到 m 的大致位置。 $C(n, m)$ 比较大，如何判断和 W 的关系？

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！能不能不枚举 m ？

只枚举 n ，然后二分 m ，找到 m 的大致位置。 $C(n, m)$ 比较大，如何判断和 W 的关系？

乘除 \rightarrow 对数加减！

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！能不能不枚举 m ？

只枚举 n ，然后二分 m ，找到 m 的大致位置。 $C(n, m)$ 比较大，如何判断和 W 的关系？

乘除 \rightarrow 对数加减！

二分出大致位置 x 后取将 m 取 $[x-5, x+5]$ 各判断一遍，避免遗漏

题目：组合数大计算

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

告诉你 $W = \prod_{i=1}^k a_i$ ，并已知 $n \leq 10^6$

请找出一组 n 和 m 使得 $C(n, m) = W$

考虑暴力。枚举 n, m ，然后有 $C(n, m) = \frac{n!}{m!(n-m)!}$

取几个大质数 p_i ，判断一下 $C(n, m) \bmod p_i$ 是否等于 $W \bmod p_i$ 即可，如果全部等于即找到答案！

时间复杂度 $O(nm)$ ，太慢！能不能不枚举 m ？

只枚举 n ，然后二分 m ，找到 m 的大致位置。 $C(n, m)$ 比较大，如何判断和 W 的关系？

乘除 \rightarrow 对数加减！

二分出大致位置 x 后取将 m 取 $[x-5, x+5]$ 各判断一遍，避免遗漏

时间复杂度 $O(n \log n)$

方法：集合哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

方法：集合哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

判断两个大小为 n 的正整数集合 A 和 B 是否相同

方法：集合哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

判断两个大小为 n 的正整数集合 A 和 B 是否相同
例如, $\{1, 1, 2\} = \{2, 1, 1\}, \{1, 2, 2\} \neq \{1, 1, 2\}$

方法：集合哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

判断两个大小为 n 的正整数集合 A 和 B 是否相同

例如, $\{1, 1, 2\} = \{2, 1, 1\}, \{1, 2, 2\} \neq \{1, 1, 2\}$

朴素做法, 预排序后 $O(n)$ 逐个判断, 效率低

方法：集合哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

判断两个大小为 n 的正整数集合 A 和 B 是否相同

例如, $\{1, 1, 2\} = \{2, 1, 1\}$, $\{1, 2, 2\} \neq \{1, 1, 2\}$

朴素做法, 预排序后 $O(n)$ 逐个判断, 效率低

构造哈希函数 $f(X) = \prod_{u \in X} (u + d) \bmod M$, d 为你设置的常数

方法：集合哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

判断两个大小为 n 的正整数集合 A 和 B 是否相同

例如, $\{1, 1, 2\} = \{2, 1, 1\}$, $\{1, 2, 2\} \neq \{1, 1, 2\}$

朴素做法, 预排序后 $O(n)$ 逐个判断, 效率低

构造哈希函数 $f(X) = \prod_{u \in X} (u + d) \bmod M$, d 为你设置的常数

$O(1)$ 判断, 并可以支持在集合中加或删除一个数, 效率高

题目：集合判断

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：集合判断

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的数列 a_i ， Q 次操作，**修改**某个元素值或**询问** $[l_1, r_1]$ 和 $[l_2, r_2]$ 构成的集合是否相同

题目：集合判断

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的数列 a_i ， Q 次操作，**修改**某个元素值或**询问** $[l_1, r_1]$ 和 $[l_2, r_2]$ 构成的集合是否相同
 $n, Q \leq 100000$

题目：集合判断

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的数列 a_i ， Q 次操作，**修改**某个元素值或**询问** $[l_1, r_1]$ 和 $[l_2, r_2]$ 构成的集合是否相同
 $n, Q \leq 100000$

套用刚才集合哈希的做法，用**线段树**维护集合的哈希值，时间复杂度 $O(n \log n)$

方法：字符串哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

方法：字符串哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

字符串哈希是字符串算法中最简单却最重要的算法！

方法：字符串哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

字符串哈希是字符串算法中**最简单却最重要的算法**！
学好字符串哈希，你的水平将超越所谓“后缀数组大佬”
“后缀自动机大佬”

方法：字符串哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

字符串哈希是字符串算法中**最简单却最重要的算法**！
学好字符串哈希，你的水平将超越所谓“后缀数组大佬”
“后缀自动机大佬”

基本功能：判断两段字符串是否相同

方法：字符串哈希

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

字符串哈希是字符串算法中**最简单却最重要的算法**！

学好字符串哈希，你的水平将超越所谓“后缀数组大佬”

“后缀自动机大佬”

基本功能：判断两段字符串是否相同

方法：字符串→整数

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数 字符串匹配问题

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数
字符串匹配问题
最长公共前缀

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数
字符串匹配问题
最长公共前缀
最长公共子串

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数
字符串匹配问题
最长公共前缀
最长公共子串
最长回文子串

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数
字符串匹配问题
最长公共前缀
最长公共子串
最长回文子串
最短循环节

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数
字符串匹配问题
最长公共前缀
最长公共子串
最长回文子串
最短循环节
求后缀数组

常见应用

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

不同子串个数
字符串匹配问题
最长公共前缀
最长公共子串
最长回文子串
最短循环节
求后缀数组
后缀平衡树

方法：不同子串个数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

方法：不同子串个数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的字符串，求不同的子串个数， $n \leq 1000$

方法：不同子串个数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的字符串，求不同的子串个数， $n \leq 1000$
例：“aba”

方法：不同子串个数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的字符串，求不同的子串个数， $n \leq 1000$

例：“aba”

不同子串为“a” “b” “ab” “ba” “aba”

方法：不同子串个数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的字符串，求不同的子串个数， $n \leq 1000$

例：“aba”

不同子串为“a” “b” “ab” “ba” “aba”

把每个子串映射到一个HASH值上，去重即可，时间复杂度 $O(n^2 \log n)$

题目：项链

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：项链

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的项链，每个珠子的颜色是 a_i 。找到一个长度 L ，把项链每隔 L 长度截一段，不同子项链个数为 V_L ，求 V_L 的**最大值**， $n \leq 200000$

题目：项链

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的项链，每个珠子的颜色是 a_i 。找到一个长度 L ，把项链每隔 L 长度截一段，不同子项链个数为 V_L ，求 V_L 的**最大值**， $n \leq 200000$

$$\sum_{i=1}^n \frac{n}{i} = n \log n$$

题目：项链

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的项链，每个珠子的颜色是 a_i 。找到一个长度 L ，把项链每隔 L 长度截一段，不同子项链个数为 V_L ，求 V_L 的**最大值**， $n \leq 200000$

$$\sum_{i=1}^n \frac{n}{i} = n \log n$$

暴力**枚举** L ，排序去重

题目：项链

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

一个长度为 n 的项链，每个珠子的颜色是 a_i 。找到一个长度 L ，把项链每隔 L 长度截一段，不同子项链个数为 V_L ，求 V_L 的**最大值**， $n \leq 200000$

$$\sum_{i=1}^n \frac{n}{i} = n \log n$$

暴力**枚举** L ，排序去重

时间复杂度 $O(n \log^2 n)$

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀
 $n, Q \leq 100000$

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀

$n, Q \leq 100000$

例：abacaba, $LCP(1,5)=3, LCP(3,5)=1, LCP(2,6)=2, LCP(1,4)=0$

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀

$n, Q \leq 100000$

例：abacaba, $LCP(1,5)=3, LCP(3,5)=1, LCP(2,6)=2, LCP(1,4)=0$

二分答案！

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀
 $n, Q \leq 100000$

例：abacaba, $LCP(1,5)=3, LCP(3,5)=1, LCP(2,6)=2, LCP(1,4)=0$

二分答案！

然后用哈希判断两段字符串是否相等即可

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀
 $n, Q \leq 100000$

例：abacaba, $LCP(1,5)=3, LCP(3,5)=1, LCP(2,6)=2, LCP(1,4)=0$

二分答案！

然后用哈希判断两段字符串是否相等即可

时间复杂度 $O(n + Q \log n)$

方法：最长公共前缀

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

长度为 n 的字符串， Q 次询问两段字符串的最长公共前缀
 $n, Q \leq 100000$

例：abacaba, $LCP(1,5)=3, LCP(3,5)=1, LCP(2,6)=2, LCP(1,4)=0$

二分答案！

然后用哈希判断两段字符串是否相等即可

时间复杂度 $O(n + Q \log n)$

扩展：可以用这个方法实现 $O(n \log^2 n)$ 的后缀数组和后缀平衡树

题目：火星人

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：火星入

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

题目：火星人

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：
1、询问 $LCP(x, y)$

题目：火星人

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

- 1、询问 $LCP(x, y)$
- 2、修改一个字符

题目：火星文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

- 1、询问 $LCP(x, y)$
- 2、修改一个字符
- 3、在第 x 个字符后插入一个字符

题目：火星人

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

- 1、询问 $LCP(x, y)$
 - 2、修改一个字符
 - 3、在第 x 个字符后插入一个字符
- $L, M \leq 100000$ 。

题目：火星入

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

1、询问 $LCP(x, y)$

2、修改一个字符

3、在第 x 个字符后插入一个字符

$L, M \leq 100000$ 。

使用平衡树维护哈希值

题目：火星人

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

1、询问 $LCP(x, y)$

2、修改一个字符

3、在第 x 个字符后插入一个字符

$L, M \leq 100000$ 。

使用平衡树维护哈希值

询问时二分答案判断哈希值是否相等

题目：火星文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

维护一个初始长度为 L 字符串，支持三种 M 个操作：

- 1、询问 $LCP(x, y)$
- 2、修改一个字符
- 3、在第 x 个字符后插入一个字符

$L, M \leq 100000$ 。

使用平衡树维护哈希值

询问时二分答案判断哈希值是否相等

时间复杂度 $O(m \log^2 L)$

方法：最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

方法：最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

例：abacabacab

方法：最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

例：abacabacab

枚举 $i = 1, 2, \dots, n$ ，判断 i 是否是字符串 S 的循环节

方法：最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

例：abacabacab

枚举 $i = 1, 2, \dots, n$ ，判断 i 是否是字符串 S 的循环节
只需判断 $S[1, n - i]$ 和 $S[i + 1, n]$ 是否相等即可

方法：最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

例：abacabacab

枚举 $i = 1, 2, \dots, n$ ，判断 i 是否是字符串 S 的循环节

只需判断 $S[1, n - i]$ 和 $S[i + 1, n]$ 是否相等即可

时间复杂度 $O(n)$

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，
要求回答 S 某个子串的最短循环节

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，
要求回答 S 某个子串的最短循环节
这里循环节长度必须是字符串长度的约数，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，
要求回答 S 某个子串的最短循环节

这里循环节长度必须是字符串长度的约数，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到
 $n \leq 500000, q \leq 2000000$

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，要求回答 S 某个子串的最短循环节

这里循环节长度必须是字符串长度的约数，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到

$n \leq 500000, q \leq 2000000$

可以哈希 $O(1)$ 判断某个长度 x 是否是子串 $S[l, r]$ 的循环节，暴力判断每个子串要判断 $\sqrt[3]{n}$ 次（约数个数级别），时间复杂度 $O(q\sqrt[3]{n})$ ，不够好！

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，要求回答 S 某个子串的最短循环节

这里循环节长度必须是字符串长度的约数，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到
 $n \leq 500000, q \leq 2000000$

可以哈希 $O(1)$ 判断某个长度 x 是否是子串 $S[l, r]$ 的循环节，暴力判断每个子串要判断 $\sqrt[3]{n}$ 次（约数个数级别），时间复杂度 $O(q\sqrt[3]{n})$ ，不够好！

如果 x 是某个子串的循环节，那么这个子串的最小循环节一定是 x 的约数

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，要求回答 S 某个子串的最短循环节

这里循环节长度必须是字符串长度的约数，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到
 $n \leq 500000, q \leq 2000000$

可以哈希 $O(1)$ 判断某个长度 x 是否是子串 $S[l, r]$ 的循环节，暴力判断每个子串要判断 $\sqrt[3]{n}$ 次（约数个数级别），时间复杂度 $O(q\sqrt[3]{n})$ ，不够好！

如果 x 是某个子串的循环节，那么这个子串的最小循环节一定是 x 的约数

设子串长度为 L ，一开始 L 肯定是这个子串的循环节，设当前循环节长度为 k ，一开始令 $k = L$

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，要求回答 S 某个子串的**最短循环节**

这里循环节长度必须是**字符串长度的约数**，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到
 $n \leq 500000, q \leq 2000000$

可以哈希 $O(1)$ 判断某个长度 x 是否是子串 $S[l, r]$ 的循环节，暴力判断每个子串要判断 $\sqrt[3]{n}$ 次（约数个数级别），时间复杂度 $O(q\sqrt[3]{n})$ ，不够好！

如果 x 是某个子串的循环节，那么这个子串的最小循环节一定是 x 的约数

设子串长度为 L ，一开始 L 肯定是这个子串的循环节，设当前循环节长度为 k ，一开始令 $k = L$

我们将 L 分解质因数，得 $L = \prod p_i$ 。枚举 p_i ，判断 $\frac{k}{p_i}$ 能否是最小循环节，如果是那么将 k 更新为 $\frac{k}{p_i}$

题目：子串最短循环节

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个由小写英文字母组成的字符串 S ，再给出 Q 个询问，要求回答 S 某个子串的**最短循环节**

这里循环节长度必须是**字符串长度的约数**，即如果字符串 B 是 A 的循环节，那么 A 可以由 B 恰好重复若干次得到
 $n \leq 500000, q \leq 2000000$

可以哈希 $O(1)$ 判断某个长度 x 是否是子串 $S[l, r]$ 的循环节，暴力判断每个子串要判断 $\sqrt[3]{n}$ 次（约数个数级别），时间复杂度 $O(q\sqrt[3]{n})$ ，不够好！

如果 x 是某个子串的循环节，那么这个子串的最小循环节一定是 x 的约数

设子串长度为 L ，一开始 L 肯定是这个子串的循环节，设当前循环节长度为 k ，一开始令 $k = L$

我们将 L 分解质因数，得 $L = \prod p_i$ 。枚举 p_i ，判断 $\frac{k}{p_i}$ 能否是最小循环节，如果是那么将 k 更新为 $\frac{k}{p_i}$

时间复杂度 $O(q \log n)$

题目：矩阵变换

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：矩阵变换

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

2个 $n * m$ 矩阵，保证同一个矩阵中元素两两不同
问能否通过若干次交换某两行或交换某两列把第一个矩阵变成第二个
 $n, m \leq 1000$

题目：矩阵变换

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

2个 $n * m$ 矩阵，保证同一个矩阵中元素两两不同
问能否通过若干次交换某两行或交换某两列把第一个矩阵变成第二个

$n, m \leq 1000$

发现不管怎么换在同一行的还是在同一行，在同一列的还是在同一列

题目：矩阵变换

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

2个 $n * m$ 矩阵，保证同一个矩阵中元素两两不同
问能否通过若干次交换某两行或交换某两列把第一个矩阵变成第二个

$n, m \leq 1000$

发现不管怎么换在同一行的还是在同一行，在同一列的还是在同一列

于是只要判断每行每列的元素是否相同

题目：矩阵变换

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

2个 $n * m$ 矩阵，保证同一个矩阵中元素两两不同
问能否通过若干次交换某两行或交换某两列把第一个矩阵变成第二个

$n, m \leq 1000$

发现不管怎么换在同一行的还是在同一行，在同一列的还是在同一列

于是只要判断每行每列的元素是否相同

可以先求出每一行的哈希值，然后排序，排序后再求出每一列的哈希值，然后再排序得到最终哈希值

题目：矩阵变换

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

2个 $n * m$ 矩阵，保证同一个矩阵中元素两两不同
问能否通过若干次交换某两行或交换某两列把第一个矩阵变成第二个

$n, m \leq 1000$

发现不管怎么换在同一行的还是在同一行，在同一列的还是在同一列

于是只要判断每行每列的元素是否相同

可以先求出每一行的哈希值，然后排序，排序后再求出每一列的哈希值，然后再排序得到最终哈希值

最后判断哈希值是否相等即可

题目：最大折线回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：最大折线回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

有2行 n 列字符，你可以在第一行选一些字符，然后在一个位置向下，再在这个位置右边的第二行选一些字符
这样拼出一个字符串，要求这个字符串**回文且长度最大**
 $n \leq 100000$

题目：最大折线回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

有2行 n 列字符，你可以在第一行选一些字符，然后在一个位置向下，再在这个位置右边的第二行选一些字符

这样拼出一个字符串，要求这个字符串**回文且长度最大**

$n \leq 100000$

枚举回文中心位置，然后尽量在自己这一行能取多远取多远，再在变换行后能取多远取多远

题目：最大折线回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

有2行 n 列字符，你可以在第一行选一些字符，然后在一个位置向下，再在这个位置右边的第二行选一些字符

这样拼出一个字符串，要求这个字符串**回文且长度最大**

$n \leq 100000$

枚举回文中心位置，然后尽量在自己这一行能取多远取多远，再在变换行后能取多远取多远

二分哈希，讨论多种情况，主要是代码难度大，时间复杂度 $O(n \log n)$

题目：最长周期

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：最长周期

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

求一个字符串所有前缀的最长周期长度之和（不能为自己本身）

$n \leq 1000000$

题目：最长周期

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

求一个字符串所有前缀的最长周期长度之和（不能为自己本身）

$$n \leq 1000000$$

使用KMP，每个长度肯定往前跳最优，我们要求出一个函数 $f(i)$ 代表这个值

题目：最长周期

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

求一个字符串所有前缀的最长周期长度之和（不能为自己本身）

$$n \leq 1000000$$

使用KMP，每个长度肯定往前跳最优，我们要求出一个函数 $f(i)$ 代表这个值

求出 $next$ 数组，然后所有的 $next$ 向前找到最后一个非零的 $next$

题目：最长周期

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

求一个字符串所有前缀的最长周期长度之和（不能为自己本身）

$n \leq 1000000$

使用KMP，每个长度肯定往前跳最优，我们要求出一个函数 $f(i)$ 代表这个值

求出 $next$ 数组，然后所有的 $next$ 向前找到最后一个非零的 $next$

则 $f(i) = f(next(i))$

题目：最长周期

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

求一个字符串所有前缀的最长周期长度之和（不能为自己本身）

$$n \leq 1000000$$

使用KMP，每个长度肯定往前跳最优，我们要求出一个函数 $f(i)$ 代表这个值

求出 $next$ 数组，然后所有的 $next$ 向前找到最后一个非零的 $next$

$$\text{则 } f(i) = f(next(i))$$

$$ans = \sum_i i - f[i], \text{ 时间复杂度 } O(n)$$

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

定义斐波那契字符

串, $f(0) = "0"$ $f(1) = "1"$, $f(i) = f(i-1) + f(i-2)$

询问 $f(n)$ 中串 p 出现的次数

$N \leq 100|p| \leq 100000$ $ans \leq 2^{63}$

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

定义斐波那契字符

串, $f(0) = "0"$ $f(1) = "1"$, $f(i) = f(i-1) + f(i-2)$

询问 $f(n)$ 中串 p 出现的次数

$N \leq 100$ $|p| \leq 100000$ $ans \leq 2^{63}$

模拟生成斐波那契字符串的过程, 发现只需记录每个串左端至多 $|p| - 1$ 个后右端至多 $|p| - 1$ 个即可

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

定义斐波那契字符串

串, $f(0) = "0"$ $f(1) = "1"$, $f(i) = f(i-1) + f(i-2)$

询问 $f(n)$ 中串 p 出现的次数

$N \leq 100$ $|p| \leq 100000$ $ans \leq 2^{63}$

模拟生成斐波那契字符串的过程, 发现只需记录每个串左端至多 $|p| - 1$ 个后右端至多 $|p| - 1$ 个即可

合并的时候把 $f(i-1)$ 的右端 $|p| - 1$ 个和 $f(i-2)$ 的左端 $|p| - 1$ 个合到一个串里做KMP, 就可以统计 $f(i)$ 中额外出现的 p

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

定义斐波那契字符串

串, $f(0) = "0"$ $f(1) = "1"$, $f(i) = f(i-1) + f(i-2)$

询问 $f(n)$ 中串 p 出现的次数

$N \leq 100$ $|p| \leq 100000$ $ans \leq 2^{63}$

模拟生成斐波那契字符串的过程, 发现只需记录每个串左端至多 $|p| - 1$ 个后右端至多 $|p| - 1$ 个即可

合并的时候把 $f(i-1)$ 的右端 $|p| - 1$ 个和 $f(i-2)$ 的左端 $|p| - 1$ 个合到一个串里做KMP, 就可以统计 $f(i)$ 中额外出现的 p

出现以后对答案的贡献是一个斐波那契数

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

定义斐波那契字符

串, $f(0) = "0"$ $f(1) = "1"$, $f(i) = f(i-1) + f(i-2)$

询问 $f(n)$ 中串 p 出现的次数

$N \leq 100$ $|p| \leq 100000$ $ans \leq 2^{63}$

模拟生成斐波那契字符串的过程, 发现只需记录每个串左端至多 $|p| - 1$ 个后右端至多 $|p| - 1$ 个即可

合并的时候把 $f(i-1)$ 的右端 $|p| - 1$ 个和 $f(i-2)$ 的左端 $|p| - 1$ 个合到一个串里做KMP, 就可以统计 $f(i)$ 中额外出现的 p

出现以后对答案的贡献是一个斐波那契数

注意特判 $p = "0"$ 的情况

题目：斐波那契字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

定义斐波那契字符

串, $f(0) = "0"$ $f(1) = "1"$, $f(i) = f(i-1) + f(i-2)$

询问 $f(n)$ 中串 p 出现的次数

$N \leq 100$ $|p| \leq 100000$ $ans \leq 2^{63}$

模拟生成斐波那契字符串的过程, 发现只需记录每个串左端至多 $|p| - 1$ 个后右端至多 $|p| - 1$ 个即可

合并的时候把 $f(i-1)$ 的右端 $|p| - 1$ 个和 $f(i-2)$ 的左端 $|p| - 1$ 个合到一个串里做KMP, 就可以统计 $f(i)$ 中额外出现的 p

出现以后对答案的贡献是一个斐波那契数

注意特判 $p = "0"$ 的情况

时间复杂度 $O(n|p|)$

题目：最长双回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：最长双回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个长度为 n 的字符串，求最长双回文串 T 的长度
双回文指可将 T 分为非空连续两部分 X, Y ，且 X 和 Y 都是回文串

$$N \leq 100000$$

题目：最长双回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个长度为 n 的字符串，求最长双回文串 T 的长度
双回文指可将 T 分为非空连续两部分 X, Y ，且 X 和 Y 都是回文串

$N \leq 100000$

先做一遍Manacher，每个点找到最左边覆盖它的点

题目：最长双回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个长度为 n 的字符串，求最长双回文串 T 的长度
双回文指可将 T 分为非空连续两部分 X, Y ，且 X 和 Y 都是回文串

$$N \leq 100000$$

先做一遍Manacher，每个点找到最左边覆盖它的点
然后反过来做，每个点找到最右边覆盖它的点的同时更新答案

题目：最长双回文串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个长度为 n 的字符串，求最长双回文串 T 的长度
双回文指可将 T 分为非空连续两部分 X, Y ，且 X 和 Y 都是回文串

$N \leq 100000$

先做一遍Manacher，每个点找到最左边覆盖它的点
然后反过来做，每个点找到最右边覆盖它的点的同时更新答案

时间复杂度 $O(n)$

题目：双倍回文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：双倍回文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个字符串，找到一个最长的子串，满足其有两个相同连续长度偶数的回文子串

$N \leq 500000$

题目：双倍回文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个字符串，找到一个最长的子串，满足其有两个相同连续长度偶数的回文子串

$N \leq 500000$

Manacher处理出回文半径

题目：双倍回文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个字符串，找到一个最长的子串，满足其有两个相同连续长度偶数的回文子串

$N \leq 500000$

Manacher处理出回文半径

然后对于每一个 x ，找到一个最大的 y ，使得 $y - r[y] \leq x$ 且 $y \leq x + \frac{r[x]}{2}$

题目：双倍回文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个字符串，找到一个最长的子串，满足其有两个相同连续长度偶数的回文子串

$N \leq 500000$

Manacher处理出回文半径

然后对于每一个 x ，找到一个最大的 y ，使

得 $y - r[y] \leq x$ 且 $y \leq x + \frac{r[x]}{2}$

那么把 y 按照 $y - f[y]$ 排序加入，然后只要找到最大的 y 使其 $\leq x + \frac{r[x]}{2}$

题目：双倍回文

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出一个字符串，找到一个最长的子串，满足其有两个相同连续长度偶数的回文子串

$N \leq 500000$

Manacher处理出回文半径

然后对于每一个 x ，找到一个最大的 y ，使

得 $y - r[y] \leq x$ 且 $y \leq x + \frac{r[x]}{2}$

那么把 y 按照 $y - f[y]$ 排序加入，然后只要找到最大的 y 使

其 $\leq x + \frac{r[x]}{2}$

使用set即可，时间复杂度 $O(N \log N)$

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

FAIL指针

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

FAIL指针
DANGER节点

概要

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

FAIL指针
DANGER节点
FAIL树

题目：文本生成器

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：文本生成器

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出 N 个长度不超过 100 的单词和一个文本长度 M ，求出有多少种文本包含至少一个单词

$N \leq 60, M \leq 100$

题目：文本生成器

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出 N 个长度不超过100的单词和一个文本长度 M ，求出有多少种文本包含至少一个单词

$N \leq 60, M \leq 100$

先建出AC自动机，然后在上面DP，不妨求补集，即求不包含任意单词的方案数

题目：文本生成器

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出 N 个长度不超过100的单词和一个文本长度 M ，求出有多少种文本包含至少一个单词

$N \leq 60, M \leq 100$

先建出AC自动机，然后上面DP，不妨求补集，即求不包含任意单词的方案数

那么 $f[i][j]$ 表示在长度为 i 的文本，当前在AC自动机上的位置是 j ，不走到DANGER节点上，直接转移即可

题目：文本生成器

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出 N 个长度不超过100的单词和一个文本长度 M ，求出有多少种文本包含至少一个单词

$N \leq 60, M \leq 100$

先建出AC自动机，然后在上面DP，不妨求补集，即求不包含任意单词的方案数

那么 $f[i][j]$ 表示在长度为 i 的文本，当前在AC自动机上的位置是 j ，不走到DANGER节点上，直接转移即可

时间复杂度 $O(26NM)$

题目：数数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：数数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

我们称一个数 N 是幸运数，当且仅当他的十进制表示中不包含数字串集合 S 中任意一个元素作为其子串

给出 M 个集合 S 中的元素，总长度不超过1500，求不大于 N 的幸运数个数

$len N \leq 1200, M \leq 100$

题目：数数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

我们称一个数 N 是幸运数，当且仅当他的十进制表示中不包含数字串集合 S 中任意一个元素作为其子串

给出 M 个集合 S 中的元素，总长度不超过1500，求不大于 N 的幸运数个数

$\text{len}N \leq 1200, M \leq 100$

先建出AC自动机，求出所有 danger 节点，然后进行数位DP

题目：数数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

我们称一个数 N 是幸运数，当且仅当他的十进制表示中不包含数字串集合 S 中任意一个元素作为其子串

给出 M 个集合 S 中的元素，总长度不超过1500，求不大于 N 的幸运数个数

$\text{len}N \leq 1200, M \leq 100$

先建出AC自动机，求出所有 danger 节点，然后进行数位DP
用 $f[i][0/1/2]$ 表示当前在AC自动机的位置是 i ，当前位数为止比目标数小/相等/大的方案数来进行转移即可

题目：数数

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

我们称一个数 N 是幸运数，当且仅当他的十进制表示中不包含数字串集合 S 中任意一个元素作为其子串

给出 M 个集合 S 中的元素，总长度不超过1500，求不大于 N 的幸运数个数

$lenN \leq 1200, M \leq 100$

先建出AC自动机，求出所有 $danger$ 节点，然后进行数位DP
用 $f[i][0/1/2]$ 表示当前在AC自动机的位置是 i ，当前位数为止比目标数小/相等/大的方案数来进行转移即可

时间复杂度 $O(lenN \cdot SUM)$

题目：分割字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：分割字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

有 n 个总长度不超过200000的小字符串和一个长度不超过100000的大字符串

现在问大字符串有多少种不同的分割方案，每一段都是某一个小字符串

题目：分割字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

有 n 个总长度不超过200000的小字符串和一个长度不超过100000的大字符串

现在问大字符串有多少种不同的分割方案，每一段都是某一个小字符串

对小串建AC自动机，大串在上面跑

题目：分割字符串

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

有 n 个总长度不超过200000的小字符串和一个长度不超过100000的大字符串

现在问大字符串有多少种不同的分割方案，每一段都是某一个小字符串

对小串建AC自动机，大串在上面跑

只能从关键的FAIL转移，递推与处理一下，这样的FAIL是根号级别的，暴力转移即可

题目：旅行问题

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：旅行问题

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出若干串，每次询问串中两点的最大的公共后缀使得这个
后缀是某一字符串的前缀

$tot, m, n \leq 1000000$

题目：旅行问题

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给出若干串，每次询问串中两点的最大的公共后缀使得这个
后缀是某一字符串的前缀

$tot, m, n \leq 1000000$

AC自动机后建出Fail树，答案就是两点在Fail树上的LCA

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出
先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出
先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出
先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

维护一个序列，序列中每个元素代表DFS序中对应位置的点的出现次数 n

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

维护一个序列，序列中每个元素代表DFS序中对应位置的点的出现次数 n

顺着输入的字符串扫一遍，若碰到删一个字符操作就从当前节点爬到它的父结点，并在BIT的对应位置-1

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

维护一个序列，序列中每个元素代表DFS序中对应位置的点的出现次数 n

顺着输入的字符串扫一遍，若碰到删一个字符操作就从当前节点爬到它的父结点，并在BIT的对应位置-1

若碰到加字母操作就向当前节点的儿子爬去，并将新的结点在BIT中的位置+1

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

维护一个序列，序列中每个元素代表DFS序中对应位置的点的出现次数 n

顺着输入的字符串扫一遍，若碰到删一个字符操作就从当前节点爬到它的父结点，并在BIT的对应位置-1

若碰到加字母操作就向当前节点的儿子爬去，并将新的结点在BIT中的位置+1

若碰到打印一个串操作，就回答这个终止结点相关的所有询问二元组 (x, y) ，其答案就是点 x 的子树在DFS序中对应区间的区间和

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

维护一个序列，序列中每个元素代表DFS序中对应位置的点的出现次数 n

顺着输入的字符串扫一遍，若碰到删一个字符操作就从当前节点爬到它的父结点，并在BIT的对应位置-1

若碰到加字母操作就向当前节点的儿子爬去，并将新的结点在BIT中的位置+1

若碰到打印一个串操作，就回答这个终止结点相关的所有询问二元组 (x, y) ，其答案就是点 x 的子树在DFS序中对应区间的区间和

显然这样做

就能时刻保证BIT序列中只有当前串上当前点

题目：阿狸的打字机

方法与习题中
级——字符串

李泊宁

哈希

KMP

Manacher

AC自动机

给你 N 个串，有 M 个询问，为第 x 个串在第 y 个串中出现了几次， $N, M \leq 100000$

串将通过加一个字符、删一个字符，打印一个串的方式给出
先用AC自动机构造出一颗FAIL树，每个串出现的次数就便于统计了

然后离线处理所有询问，对于每个询问 (x, y) ，查询 x 串在 y 串中出现次数

维护一个序列，序列中每个元素代表DFS序中对应位置的点的出现次数 n

顺着输入的字符串扫一遍，若碰到删一个字符操作就从当前节点爬到它的父结点，并在BIT的对应位置-1

若碰到加字母操作就向当前节点的儿子爬去，并将新的结点在BIT中的位置+1

若碰到打印一个串操作，就回答这个终止结点相关的所有询问二元组 (x, y) ，其答案就是点 x 的子树在DFS序中对应区间的区间和

显然这样做

就能时刻保证BIT序列中只有左端点与当前正