

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

写在前面

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这份课件是讲课人在PKUWC回来的高铁上赶完的，又因为讲课人过菜，所以里面可能会有很多错误。

写在前面

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这份课件是讲课人在PKUWC回来的高铁上赶完的，又因为讲课人过菜，所以里面可能会有很多错误。
- 由于线段树这块比较重要，所以例题有点小多，但是都不难，一些题大家秒过去就可以了。

写在前面

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这份课件是讲课人在PKUWC回来的高铁上赶完的，又因为讲课人过菜，所以里面可能会有很多错误。
- 由于线段树这块比较重要，所以例题有点小多，但是都不难，一些题大家秒过去就可以了。
- 很多题目其实本身没有什么难度，只是让大家知道一下有这么一种做法就可以了。

写在前面

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这份课件是讲课人在PKUWC回来的高铁上赶完的，又因为讲课人过菜，所以里面可能会有很多错误。
- 由于线段树这块比较重要，所以例题有点小多，但是都不难，一些题大家秒过去就可以了。
- 很多题目其实本身没有什么难度，只是让大家知道一下有这么一种做法就可以了。
- 这里讲的东西都比较基础，对线段树更深一步的研究可以找sxd666，听说他会讲的。

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

- 线段树
- 主席树
- 树套树

2 简单应用

3 结构理解

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

- 线段树
- 主席树
- 树套树

2 简单应用

3 结构理解

线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

● 有人不会写线段树吗？

线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有人不会写线段树吗？
- 没有。

线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有人不会写线段树吗？
- 没有。
- 很好下一个。

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

- 线段树
- 主席树
- 树套树

2 简单应用

3 结构理解

主席树

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

● 修改节点 \Rightarrow 新建

主席树

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 修改节点 \Rightarrow 新建
- 没有被修改的节点们（子树） \Rightarrow 复制上一版本子树根节点的指针

主席树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 修改节点 \Rightarrow 新建
- 没有被修改的节点们（子树） \Rightarrow 复制上一版本子树根节点的指针
- 关于“主席树”和“可持久化线段树”

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

- 线段树
- 主席树
- 树套树

2 简单应用

3 结构理解

树套树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 数据结构的嵌套，其思想就是把一个数据结构的基本单元进一步细化，用所谓的“子数据结构”来表示。

树套树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 数据结构的嵌套，其思想就是把一个数据结构的基本单元进一步细化，用所谓的“子数据结构”来表示。
- 比如所谓“线段树套 Treap”，就是用 Treap 来表示线段树中的节点，即线段树中每个节点保存着一棵 Treap，而不仅仅是写着几个附加信息的圆圈。

树套树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区

- 数据结构的嵌套，其思想就是把一个数据结构的基本单元进一步细化，用所谓的“子数据结构”来表示。
- 比如所谓“线段树套 Treap”，就是用 Treap 来表示线段树中的节点，即线段树中每个节点保存着一棵 Treap，而不仅仅是写着几个附加信息的圆圈。
- 标记也形成一棵树套树，但外层线段树的标记不能下传，因为外层标记本质上没有合并成一个，下传复杂度会和修改次数有关。

树套树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 数据结构的嵌套，其思想就是把一个数据结构的基本单元进一步细化，用所谓的“子数据结构”来表示。
- 比如所谓“线段树套 Treap”，就是用 Treap 来表示线段树中的节点，即线段树中每个节点保存着一棵 Treap，而不仅仅是写着几个附加信息的圆圈。
- 标记也形成一棵树套树，但外层线段树的标记不能下传，因为外层标记本质上没有合并成一个，下传复杂度会和修改次数有关。
- 另外外层线段树的信息不能每次修改由孩子的信息合并而来，复杂度显然会爆炸。可以认为外层线段树每个节点套的线段树是互相独立的，每次修改要把路上所有的内部线段树维护好。

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

- 维护序列
- 区间依赖
- 数点相关

3 结构理解

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

- 维护序列
- 区间依赖
- 数点相关

3 结构理解

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。
- 其本质就是把一些数据计算好之后存下来，避免了对同一种数据的多次计算。

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。
- 其本质就是把一些数据计算好之后存下来，避免了对同一种数据的多次计算。
- 那什么样的东西可以用线段树维护呢？

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。
- 其本质就是把一些数据计算好之后存下来，避免了对同一种数据的多次计算。
- 那什么样的东西可以用线段树维护呢？
- 答案可加：把左右儿子的答案快速合并。

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。
- 其本质就是把一些数据计算好之后存下来，避免了对同一种数据的多次计算。
- 那什么样的东西可以用线段树维护呢？
- 答案可加：把左右儿子的答案快速合并。
- 结合律成立：答案与答案、懒标记与答案、懒标记与懒标记都要满足结合律。

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。
- 其本质就是把一些数据计算好之后存下来，避免了对同一种数据的多次计算。
- 那什么样的东西可以用线段树维护呢？
- 答案可加：把左右儿子的答案快速合并。
- 结合律成立：答案与答案、懒标记与答案、懒标记与懒标记都要满足结合律。
- 那二维的矩形呢？

维护序列

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 首先我们来看最基本的线段树。
- 其本质就是把一些数据计算好之后存下来，避免了对同一种数据的多次计算。
- 那什么样的东西可以用线段树维护呢？
- 答案可加：把左右儿子的答案快速合并。
- 结合律成立：答案与答案、懒标记与答案、懒标记与懒标记都要满足结合律。
- 那二维的矩形呢？
- 树套树可以维护。

一道有趣的题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个点的树。每条边权值都是 1。 $\text{dis}(a, b)$ 表示从点 a 到点 b 路径上的边的权值和。

一道有趣的题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区間

- 给定一棵 n 个点的树。每条边权值都是 1。 $\text{dis}(a, b)$ 表示从点 a 到点 b 路径上的边的权值和。
- 有 m 次询问，每次询问给出一个 l 和 r ，求 $\max\{\text{dis}(a, b)\}$ ，满足 $l \leq a \leq b \leq r$ 。

一道有趣的题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区間

- 给定一棵 n 个点的树。每条边权值都是 1。 $\text{dis}(a, b)$ 表示从点 a 到点 b 路径上的边的权值和。
- 有 m 次询问，每次询问给出一个 l 和 r ，求 $\max\{\text{dis}(a, b)\}$ ，满足 $l \leq a \leq b \leq r$ 。
- $n, m \leq 100000$

一道有趣的题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个点的树。每条边权值都是 1。 $\text{dis}(a, b)$ 表示从点 a 到点 b 路径上的边的权值和。
- 有 m 次询问，每次询问给出一个 l 和 r ，求 $\max\{\text{dis}(a, b)\}$ ，满足 $l \leq a \leq b \leq r$ 。
- $n, m \leq 100000$
- 考虑使用线段树来支持询问，对于每个区间，维护区间内距离最远的两个点。

一道有趣的题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个点的树。每条边权值都是 1。 $\text{dis}(a, b)$ 表示从点 a 到点 b 路径上的边的权值和。
- 有 m 次询问，每次询问给出一个 l 和 r ，求 $\max\{\text{dis}(a, b)\}$ ，满足 $l \leq a \leq b \leq r$ 。
- $n, m \leq 100000$
- 考虑使用线段树来支持询问，对于每个区间，维护区间内距离最远的两个点。
- 合并两个不相交区间 $[a, b], [c, d]$ 的时候，新的最远点对只可能来自两个区间最远点对这 4 个点，暴力检验即可。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含有子序列"2016" 且含有子序列"2017", 如果无法满足条件, 输出-1。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含有子序列"2016" 且含有子序列"2017", 如果无法满足条件, 输出-1。
- 给出序列, 多次询问 $[l, r]$, $n, q \leq 2 \times 10^5$ 。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含有子序列"2016" 且含有子序列"2017", 如果无法满足条件, 输出-1。
- 给出序列, 多次询问 $[l, r]$, $n, q \leq 2 \times 10^5$ 。
- 相信大家都做过。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含子序列 "2016" 且含有子序列 "2017", 如果无法满足条件, 输出 -1。
- 给出序列, 多次询问 $[l, r]$, $n, q \leq 2 \times 10^5$ 。
- 相信大家都做过。
- 考虑 $f_{i,l,r}$ 表示 "2017" 恰好匹配到第 $[l, r]$ 位时的代价。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含有子序列"2016" 且含有子序列"2017", 如果无法满足条件, 输出-1。
- 给出序列, 多次询问 $[l, r]$, $n, q \leq 2 \times 10^5$ 。
- 相信大家都做过。
- 考虑 $f_{i,l,r}$ 表示"2017" 恰好匹配到第 $[l, r]$ 位时的代价。
- 当然还要记录一下"6" 有没有, 这个多开一维就可以了。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含有子序列"2016" 且含有子序列"2017", 如果无法满足条件, 输出-1。
- 给出序列, 多次询问 $[l, r]$, $n, q \leq 2 \times 10^5$ 。
- 相信大家都做过。
- 考虑 $f_{i,l,r}$ 表示"2017" 恰好匹配到第 $[l, r]$ 位时的代价。
- 当然还要记录一下"6" 有没有, 这个多开一维就可以了。
- 发现这个东西的转移是满足结合律的。

CodeForces 750E

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 在区间 $[l, r]$ 中删去最少的字符数使得在这个区间内不含子序列 "2016" 且含有子序列 "2017", 如果无法满足条件, 输出 -1。
- 给出序列, 多次询问 $[l, r]$, $n, q \leq 2 \times 10^5$ 。
- 相信大家都做过。
- 考虑 $f_{i,l,r}$ 表示 "2017" 恰好匹配到第 $[l, r]$ 位时的代价。
- 当然还要记录一下 "6" 有没有, 这个多开一维就可以了。
- 发现这个东西的转移是满足结合律的。
- 于是我们就可以放在线段树上去查询辣!

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间or，区间and，区间求min， $n, q \leq 5 \times 10^5, v < 2^{31}$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间or, 区间and, 区间求min, $n, q \leq 5 \times 10^5, v < 2^{31}$ 。
- 按位考虑, 如果某一个节点该位的所有数都为 0 或 1, 那么就变成区间加减了。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间or, 区间and, 区间求min, $n, q \leq 5 \times 10^5, v < 2^{31}$ 。
- 按位考虑, 如果某一个节点该位的所有数都为 0 或 1, 那么就变成区间加减了。
- 如果不一样? 直接暴力递归下去。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间or, 区间and, 区间求min, $n, q \leq 5 \times 10^5, v < 2^{31}$ 。
- 按位考虑, 如果某一个节点该位的所有数都为 0 或 1, 那么就变成区间加减了。
- 如果不一样? 直接暴力递归下去。
- 每个节点如果被访问过一次, 那么他们所有数该位上就都变成相同了。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间or, 区间and, 区间求min, $n, q \leq 5 \times 10^5, v < 2^{31}$ 。
- 按位考虑, 如果某一个节点该位的所有数都为 0 或 1, 那么就变成区间加减了。
- 如果不一样? 直接暴力递归下去。
- 每个节点如果被访问过一次, 那么他们所有数该位上就都变成相同了。
- 所以复杂度是对的。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间or, 区间and, 区间求min, $n, q \leq 5 \times 10^5, v < 2^{31}$ 。
- 按位考虑, 如果某一个节点该位的所有数都为 0 或 1, 那么就变成区间加减了。
- 如果不一样? 直接暴力递归下去。
- 每个节点如果被访问过一次, 那么他们所有数该位上就都变成相同了。
- 所以复杂度是对的。
- 想说这样一件事情, 就是关于这类复杂度分析的题, 好像出题人特别喜欢强行加一个区间赋值操作 (

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 一个长度为 n 的序列 a ，设其排过序之后为 b ，其中位数定义为 $b_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}$ ，其中 a, b 从 0 开始标号，除法取下整。给你一个长度为 n 的序列 s 。回答 Q 个这样的询问： s 的左端点在 $[a, b]$ 之间, 右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数。

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 一个长度为 n 的序列 a ，设其排过序之后为 b ，其中位数定义为 $b_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}$ ，其中 a, b 从 0 开始标号，除法取下整。给你一个长度为 n 的序列 s 。回答 Q 个这样的询问： s 的左端点在 $[a, b]$ 之间, 右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数。
- 其中 $a < b < c < d$ 。位置也从 0 开始标号。

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 一个长度为 n 的序列 a ，设其排过序之后为 b ，其中位数定义为 $b_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}$ ，其中 a, b 从 0 开始标号，除法取下整。给你一个长度为 n 的序列 s 。回答 Q 个这样的询问： s 的左端点在 $[a, b]$ 之间, 右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数。
- 其中 $a < b < c < d$ 。位置也从 0 开始标号。
- 我会使用一些方式强制你在线。

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 一个长度为 n 的序列 a ，设其排过序之后为 b ，其中位数定义为 $b_{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}$ ，其中 a, b 从 0 开始标号，除法取下整。给你一个长度为 n 的序列 s 。回答 Q 个这样的询问： s 的左端点在 $[a, b]$ 之间, 右端点在 $[c, d]$ 之间的子序列中，最大的中位数。
- 其中 $a < b < c < d$ 。位置也从 0 开始标号。
- 我会使用一些方式强制你在线。
- $n \leq 20000, Q \leq 25000$

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间中位数有一个做法：二分答案，把所有大于等于 mid 的值全部设为 1，小于 mid 的值全部设为 -1 ，查询区间和是否大于等于 0。

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间中位数有一个做法：二分答案，把所有大于等于 mid 的值全部设为 1，小于 mid 的值全部设为 -1 ，查询区间和是否大于等于 0。
- 考虑到要让答案最大，也就是要让 1 尽量多，线段树维护区间前/后缀最大值即可。

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间中位数有一个做法：二分答案，把所有大于等于 mid 的值全部设为 1，小于 mid 的值全部设为 -1 ，查询区间和是否大于等于 0。
- 考虑到要让答案最大，也就是要让 1 尽量多，线段树维护区间前/后缀最大值即可。
- 对每个 mid 建一棵线段树显然不行，我们发现从 mid 到 $\text{mid}+1$ 只变化了值为 mid 的数，所以直接用主席树维护即可。

集训队互测 2012 middle

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 区间中位数有一个做法：二分答案，把所有大于等于mid的值全部设为1，小于mid的值全部设为-1，查询区间和是否大于等于0。
- 考虑到要让答案最大，也就是要让1尽量多，线段树维护区间前/后缀最大值即可。
- 对每个mid建一棵线段树显然不行，我们发现从mid到mid+1只变化了值为mid的数，所以直接用主席树维护即可。
- 时间复杂度 $\mathcal{O}(n \log^2 n)$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 不想简化题意了，直接看吧……
- 钩钩和匀匀在打隔膜，匀匀在旁边围观。规则是这样的，先给定一个正整数 m 和一个 n 个数序列 B ，一开始有一个棋子在 B 的第一个位置。双方轮流操作，第一次操作前将 B_1 减 1。每次操作，可以把棋子移到一个位置 j ，满足 $j \in [i, \min(i + m, n)]$ 且 $B_j > 0$ ，然后将 B_j 减 1，钩钩先手，谁先不能操作谁输。
- 隔膜使用的系列 B 是一个序列 A 的一个区间，当然序列 A 和每次隔膜使用的序列 B 都是匀匀定的。
- 现在他们进行了 q 轮游戏，给出每轮游戏使用的区间，请你判断每轮谁会赢。
- $n, m, q \leq 500000, 0 \leq A_i \leq 10^9$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这道题有很多做法，且可以做到 $\mathcal{O}(n)$ ，有兴趣的可以去膜一下 zyk。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这道题有很多做法，且可以做到 $\mathcal{O}(n)$ ，有兴趣的可以去膜一下 zyk。
- 这里只讲一种主席树做法，只是让大家知道一下可以这样做，顺便可以膜一下 myh。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这道题有很多做法，且可以做到 $\mathcal{O}(n)$ ，有兴趣的可以去膜一下 zyk。
- 这里只讲一种主席树做法，只是让大家知道一下可以这样做，顺便可以膜一下 myh。
- 令 $f_{i,j} = 0/1$ 表示右端点在 i ，左端点在 j 是否先手必胜。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这道题有很多做法，且可以做到 $\mathcal{O}(n)$ ，有兴趣的可以去膜一下 `zyk`。
- 这里只讲一种主席树做法，只是让大家知道一下可以这样做，顺便可以膜一下 `myh`。
- 令 $f_{i,j} = 0/1$ 表示右端点在 i ，左端点在 j 是否先手必胜。
- 显然如果 $i < j$ ，那么有 $f_{i,j} = 1$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这道题有很多做法，且可以做到 $\mathcal{O}(n)$ ，有兴趣的可以去膜一下 zyk。
- 这里只讲一种主席树做法，只是让大家知道一下可以这样做，顺便可以膜一下 myh。
- 令 $f_{i,j} = 0/1$ 表示右端点在 i ，左端点在 j 是否先手必胜。
- 显然如果 $i < j$ ，那么有 $f_{i,j} = 1$ 。
- 然后如果 A_j 是偶数，那么 $f_{i,j} = 1$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑转移。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑转移。
- 如果 A_i 是偶数，那我们发现 $f_{i,j} = f_{i-1,j}$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑转移。
- 如果 A_i 是偶数，那我们发现 $f_{i,j} = f_{i-1,j}$ 。
- 如果 A_i 是奇数，那我们发现 $f_{i,i} = 0$ ，于是对于 $k \in [i-m, i-1]$ ，有 $f_{i,j} = 1$ 。于是我们发现对于 $j \neq i$ ，都有 $f_{i,j} = f_{i-m-1,j}$ ，然后 $f_{i,i} = 0$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑转移。
- 如果 A_i 是偶数，那我们发现 $f_{i,j} = f_{i-1,j}$ 。
- 如果 A_i 是奇数，那我们发现 $f_{i,i} = 0$ ，于是对于 $k \in [i-m, i-1]$ ，有 $f_{i,j} = 1$ 。于是我们发现对于 $j \neq i$ ，都有 $f_{i,j} = f_{i-m-1,j}$ ，然后 $f_{i,i} = 0$ 。
- 发现每次转移只会修改常数个数，所以我们可以用主席树维护。

从司机课件中偷来的例题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 矩阵加/减，查询矩阵最大/小值。

从司机课件中偷来的例题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 矩阵加/减，查询矩阵最大/小值。
- $n \leq 500, Q \leq 50000$

从司机课件中偷来的例题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 矩阵加/减，查询矩阵最大/小值。
- $n \leq 500, Q \leq 50000$
- 众所周知，这是一道不可做题，至少树套树不可做。

从司机课件中偷来的例题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 矩阵加/减，查询矩阵最大/小值。
- $n \leq 500, Q \leq 50000$
- 众所周知，这是一道不可做题，至少树套树不可做。
- 我们考虑外层线段树需要标记永久化，而也就是说儿子是不会得到父亲上的标记信息的。

从司机课件中偷来的例题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 矩阵加/减，查询矩阵最大/小值。
- $n \leq 500, Q \leq 50000$
- 众所周知，这是一道不可做题，至少树套树不可做。
- 我们考虑外层线段树需要标记永久化，而也就是说儿子是不会得到父亲上的标记信息的。
- 那这样显然无法维护出最值。

从司机课件中偷来的例题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 矩阵加/减，查询矩阵最大/小值。
- $n \leq 500, Q \leq 50000$
- 众所周知，这是一道不可做题，至少树套树不可做。
- 我们考虑外层线段树需要标记永久化，而也就是说儿子是不会得到父亲上的标记信息的。
- 那这样显然无法维护出最值。
- 然而这好像是可以二维线段树做的。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在做PKUWC的Day2T1时想到的一个问题。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在做PKUWC的Day2T1时想到的一个问题。
- 就是有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，初始时 $a_i = i$ 每次有三种操作：

一个奇怪的问题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在做PKUWC的Day2T1时想到的一个问题。
- 就是有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，初始时 $a_i = i$ 每次有三种操作：
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 加 1。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在做PKUWC的Day2T1时想到的一个问题。
- 就是有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，初始时 $a_i = i$ 每次有三种操作：
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 加 1。
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 减 1，如果减完后 $a_i < 0$ ，则将 a_i 取反。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在做PKUWC的Day2T1时想到的一个问题。
- 就是有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，初始时 $a_i = i$ 每次有三种操作：
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 加 1。
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 减 1，如果减完后 $a_i < 0$ ，则将 a_i 取反。
- 给定 i 询问 a_i 的值。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在做PKUWC的Day2T1时想到的一个问题。
- 就是有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，初始时 $a_i = i$ 每次有三种操作：
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 加 1。
- 对于 $i = 1 \sim n$ ，将 a_i 减 1，如果减完后 $a_i < 0$ ，则将 a_i 取反。
- 给定 i 询问 a_i 的值。
- n, q 就 10^5 吧。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。
- 那我们来考虑线段树的做法（

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。
- 那我们来考虑线段树的做法（
- 如果没有取反操作问题就简单了。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。
- 那我们来考虑线段树的做法（
- 如果没有取反操作问题就简单了。
- 我们观察操作的性质，我们发现，所有操作都没有使序列的相对奇偶性发生变化。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。
- 那我们来考虑线段树的做法（
- 如果没有取反操作问题就简单了。
- 我们观察操作的性质，我们发现，所有操作都没有使序列的相对奇偶性发生变化。
- 所以我们考虑把下标的奇偶性分开来做。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 1.5h……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。
- 那我们来考虑线段树的做法（
- 如果没有取反操作问题就简单了。
- 我们观察操作的性质，我们发现，所有操作都没有使序列的相对奇偶性发生变化。
- 所以我们考虑把下标的奇偶性分开来做。
- 然后我们发现就分开之后这东西是单调递增的。

一个奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 往事不堪回首，我的做法有毒，一道 $\mathcal{O}(n)$ 贪心的题被我做成啥都不知道了，直接被续了 $1.5h$ ……
- 其实这道题是可以 $\mathcal{O}(n)$ 的，直接转化成PKUWC的那题就可以直接 $\mathcal{O}(n)$ 做了。
- 那我们来考虑线段树的做法（
- 如果没有取反操作问题就简单了。
- 我们观察操作的性质，我们发现，所有操作都没有使序列的相对奇偶性发生变化。
- 所以我们考虑把下标的奇偶性分开来做。
- 然后我们发现就分开之后这东西是单调递增的。
- 于是就可以维护了。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。
- 题意跟前面的差不多，就是把全局 $+1, -1$ 的操作改成了全局 $+x, -x$ 。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。
- 题意跟前面的差不多，就是把全局 $+1, -1$ 的操作改成了全局 $+x, -x$ 。
- x 在所有操作前就给出， $0 \leq x \leq 10^9$ 。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。
- 题意跟前面的差不多，就是把全局 $+1, -1$ 的操作改成了全局 $+x, -x$ 。
- x 在所有操作前就给出， $0 \leq x \leq 10^9$ 。
- 考虑没有加操作，那我们发现如果一个数他被取反了，那他就“永世不得翻身”了，因为他会永远地小于等于 x 。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。
- 题意跟前面的差不多，就是把全局 $+1, -1$ 的操作改成了全局 $+x, -x$ 。
- x 在所有操作前就给出， $0 \leq x \leq 10^9$ 。
- 考虑没有加操作，那我们发现如果一个数他被取反了，那他就“永世不得翻身”了，因为他会永远地小于等于 x 。
- 考虑到初始序列是递增的，所以“永世不得翻身”的点一定是一段 $1 \sim r$ 的区间，这个 r 我们可以直接维护。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。
- 题意跟前面的差不多，就是把全局 $+1, -1$ 的操作改成了全局 $+x, -x$ 。
- x 在所有操作前就给出， $0 \leq x \leq 10^9$ 。
- 考虑没有加操作，那我们发现如果一个数他被取反了，那他就“永世不得翻身”了，因为他会永远地小于等于 x 。
- 考虑到初始序列是递增的，所以“永世不得翻身”的点一定是一段 $1 \sim r$ 的区间，这个 r 我们可以直接维护。
- 这样我们就可以用一个区间加、区间乘的线段树来维护。

一个更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写这份课件的时候想到的。
- 题意跟前面的差不多，就是把全局 $+1, -1$ 的操作改成了全局 $+x, -x$ 。
- x 在所有操作前就给出， $0 \leq x \leq 10^9$ 。
- 考虑没有加操作，那我们发现如果一个数他被取反了，那他就“永世不得翻身”了，因为他会永远地小于等于 x 。
- 考虑到初始序列是递增的，所以“永世不得翻身”的点一定是一段 $1 \sim r$ 的区间，这个 r 我们可以直接维护。
- 这样我们就可以用一个区间加、区间乘的线段树来维护。
- 然后我们发现加操作等于没有，只能用来抵销一个减操作，直接大力记录一下即可。

一个更更奇怪的问题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写完上一页课件之后想到的。

一个更更奇怪的问题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写完上一页课件之后想到的。
- 就是我们刚才一直用到了序列递增的性质，那我们考虑把这个性质给拿掉。

一个更更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写完上一页课件之后想到的。
- 就是我们刚才一直用到了序列递增的性质，那我们考虑把这个性质给拿掉。
- 我果然傻，发现只要排序一波就做完了。

一个更更奇怪的问题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 这是我在写完上一页课件之后想到的。
- 就是我们刚才一直用到了序列递增的性质，那我们考虑把这个性质给拿掉。
- 我果然傻，发现只要排序一波就做完了。
- 我为什么要写这一页（

作业

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- CodeForces 750E New Year and Old Subsequence
- loj 6507 「雅礼集训 2018 Day7」 A
- 集训队互测 2012 middle
- CodeForces 438D The Child and Sequence
- CodeForces 643G Choosing Ads
- CodeForces 679E Bear and Bad Powers of 42

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

- 维护序列
- 区间依赖
- 数点相关

3 结构理解

区间依赖

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有些时候，右区间统计的答案会对左区间产生依赖，我们不妨命名为“区间依赖”。

区间依赖

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有些时候，右区间统计的答案会对左区间产生依赖，我们不妨命名为“区间依赖”。
- 这样的区间依赖问题一般可以用线段树很好的解决。

区间依赖

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有些时候，右区间统计的答案会对左区间产生依赖，我们不妨命名为“区间依赖”。
- 这样的区间依赖问题一般可以用线段树很好的解决。
- 用线段树解决修改问题，考虑向上合并答案。

区间依赖

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有些时候，右区间统计的答案会对左区间产生依赖，我们不妨命名为“区间依赖”。
- 这样的区间依赖问题一般可以用线段树很好的解决。
- 用线段树解决修改问题，考虑向上合并答案。
- 每次合并答案的时候累加左区间答案，右区间答案不能直接累加，我们需要一个函数计算其贡献。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区間

- 小 A 在平面上 $(0,0)$ 点的位置，第 i 栋楼房可以用一条连接 $(i,0)$ 和 (i,H_i) 的线段表示，其中 H_i 为第 i 栋楼房的高度。如果这栋楼房上任何一个高度大于 0 的点与 $(0,0)$ 的连线没有与之前的线段相交，那么这栋楼房就被认为是可见的。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 小 A 在平面上 $(0,0)$ 点的位置，第 i 栋楼房可以用一条连接 $(i,0)$ 和 (i,H_i) 的线段表示，其中 H_i 为第 i 栋楼房的高度。如果这栋楼房上任何一个高度大于 0 的点与 $(0,0)$ 的连线没有与之前的线段相交，那么这栋楼房就被认为是可见的。
- 施工队的建造总共进行了 m 天。初始时，所有楼房都还没有开始建造，它们的高度均为 0。在第 i 天，建筑队将会将横坐标为 x_i 的房屋的高度变为 y_i 。请你帮小 A 数数每天在建筑队完工之后，他能看到多少栋楼房？

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 小 A 在平面上 $(0,0)$ 点的位置，第 i 栋楼房可以用一条连接 $(i,0)$ 和 (i,H_i) 的线段表示，其中 H_i 为第 i 栋楼房的高度。如果这栋楼房上任何一个高度大于 0 的点与 $(0,0)$ 的连线没有与之前的线段相交，那么这栋楼房就被认为是可见的。
- 施工队的建造总共进行了 m 天。初始时，所有楼房都还没有开始建造，它们的高度均为 0。在第 i 天，建筑队将会将横坐标为 x_i 的房屋的高度变为 y_i 。请你帮小 A 数数每天在建筑队完工之后，他能看到多少栋楼房？
- $n, m \leq 100000, 1 \leq x_i \leq n, y_i \leq 10^9$

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果一个楼房能被看见的话，那么他楼的最高点到 $(0, 0)$ 直线的斜率一定严格大于他前面所有直线的斜率，也就是 $\frac{h_i}{x_i}$ 的值是递增的。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果一个楼房能被看见的话，那么他楼的最高点到 $(0, 0)$ 直线的斜率一定严格大于他前面所有直线的斜率，也就是 $\frac{h_i}{x_i}$ 的值是递增的。
- 考虑左儿子对右儿子的影响。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果一个楼房能被看见的话，那么他楼的最高点到 $(0, 0)$ 直线的斜率一定严格大于他前面所有直线的斜率，也就是 $\frac{h_i}{x_i}$ 的值是递增的。
- 考虑左儿子对右儿子的影响。
- 对维护区间前方 $\frac{h_i}{x_i}$ 的最大值 mx 。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果一个楼房能被看见的话，那么他楼的最高点到 $(0, 0)$ 直线的斜率一定严格大于他前面所有直线的斜率，也就是 $\frac{h_i}{x_i}$ 的值是递增的。
- 考虑左儿子对右儿子的影响。
- 对维护区间前方 $\frac{h_i}{x_i}$ 的最大值 mx 。
- 如果左儿子的最大值小于 mx 则递归右儿子，而左儿子已经全部被挡住了。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果一个楼房能被看见的话，那么他楼的最高点到 $(0,0)$ 直线的斜率一定严格大于他前面所有直线的斜率，也就是 $\frac{h_i}{x_i}$ 的值是递增的。
- 考虑左儿子对右儿子的影响。
- 对维护区间前方 $\frac{h_i}{x_i}$ 的最大值 mx 。
- 如果左儿子的最大值小于 mx 则递归右儿子，而左儿子已经全部被挡住了。
- 否则对于右儿子而言前面的 mx 是没用的，真正的 mx 在左儿子，这个东西之前在线段树上已经维护好了。

清华集训 2013 楼房重建

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果一个楼房能被看见的话，那么他楼的最高点到 $(0, 0)$ 直线的斜率一定严格大于他前面所有直线的斜率，也就是 $\frac{h_i}{x_i}$ 的值是递增的。
- 考虑左儿子对右儿子的影响。
- 对维护区间前方 $\frac{h_i}{x_i}$ 的最大值 mx 。
- 如果左儿子的最大值小于 mx 则递归右儿子，而左儿子已经全部被挡住了。
- 否则对于右儿子而言前面的 mx 是没用的，真正的 mx 在左儿子，这个东西之前在线段树上已经维护好了。
- 每次查询复杂度 $\mathcal{O}(\log n)$ ，每次修改需要修改 $\mathcal{O}(\log n)$ 个节点，所以总复杂度 $\mathcal{O}(m \log^2 n)$ 。

作业

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 清华集训 2013 楼房重建

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

- 维护序列
- 区间依赖
- 数点相关

3 结构理解

数点相关

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 其实是类似数点的思想，就是枚举一维，另一维在线段树上搞。

数点相关

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 其实是类似数点的思想，就是枚举一维，另一维在线段树上搞。
- 由于大部分操作都比较简单，大部分时候都还是能用树状数组解决的，有时候用树状数组或是 ZKW 写起来更为方便。

数点相关

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 其实是类似数点的思想，就是枚举一维，另一维在线段树上搞。
- 由于大部分操作都比较简单，大部分时候都还是能用树状数组解决的，有时候用树状数组或是 ZKW 写起来更为方便。
- 区间 K 大？主席树直接上。

数点相关

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 其实是类似数点的思想，就是枚举一维，另一维在线段树上搞。
- 由于大部分操作都比较简单，大部分时候都还是能用树状数组解决的，有时候用树状数组或是 ZKW 写起来更为方便。
- 区间 K 大？主席树直接上。
- 待修改？树套树直接上。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 n 个套娃，每个套娃有两个参数 r_i 和 h_i ， i 能套 j 的充要条件是 $r_i > r_j$ 且 $h_i > h_j$ 。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 n 个套娃，每个套娃有两个参数 r_i 和 h_i ， i 能套 j 的充要条件是 $r_i > r_j$ 且 $h_i > h_j$ 。
- 每次询问给出 A, B ，挑出 $r_i \geq A$ 且 $h_i \leq B$ 的套娃并套他们，最少能有几个套娃不在其他套娃内。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 n 个套娃，每个套娃有两个参数 r_i 和 h_i ， i 能套 j 的充要条件是 $r_i > r_j$ 且 $h_i > h_j$ 。
- 每次询问给出 A, B ，挑出 $r_i \geq A$ 且 $h_i \leq B$ 的套娃并套他们，最少能有几个套娃不在其他套娃内。
- $1 \leq n, q \leq 2 \times 10^5$

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 n 个套娃，每个套娃有两个参数 r_i 和 h_i ， i 能套 j 的充要条件是 $r_i > r_j$ 且 $h_i > h_j$ 。
- 每次询问给出 A, B ，挑出 $r_i \geq A$ 且 $h_i \leq B$ 的套娃并套他们，最少能有几个套娃不在其他套娃内。
- $1 \leq n, q \leq 2 \times 10^5$
- **Dilworth定理：最长反链等于最小链覆盖**

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 n 个套娃，每个套娃有两个参数 r_i 和 h_i ， i 能套 j 的充要条件是 $r_i > r_j$ 且 $h_i > h_j$ 。
- 每次询问给出 A, B ，挑出 $r_i \geq A$ 且 $h_i \leq B$ 的套娃并套他们，最少能有几个套娃不在其他套娃内。
- $1 \leq n, q \leq 2 \times 10^5$
- Dilworth定理：最长反链等于最小链覆盖
- 经典的数点问题。

某道 CSP 模拟赛题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 n 个套娃，每个套娃有两个参数 r_i 和 h_i ， i 能套 j 的充要条件是 $r_i > r_j$ 且 $h_i > h_j$ 。
- 每次询问给出 A, B ，挑出 $r_i \geq A$ 且 $h_i \leq B$ 的套娃并套他们，最少能有几个套娃不在其他套娃内。
- $1 \leq n, q \leq 2 \times 10^5$
- Dilworth定理：最长反链等于最小链覆盖
- 经典的数点问题。
- 做完了

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。
- $n, q \leq 5 \times 10^5$

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区間

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。
- $n, q \leq 5 \times 10^5$
- 我们从小到大枚举 r ，维护 l 的答案。

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。
- $n, q \leq 5 \times 10^5$
- 我们从小到大枚举 r ，维护 l 的答案。
- 维护一个不增的单调栈。

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。
- $n, q \leq 5 \times 10^5$
- 我们从小到大枚举 r ，维护 l 的答案。
- 维护一个不增的单调栈。
- 显然弹出的数不能和后面的数形成答案了，也就是说最好的 r 已经确定，枚举 l 在线段树里更新一下。

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$, 定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的, 当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。
- $n, q \leq 5 \times 10^5$
- 我们从小到大枚举 r , 维护 l 的答案。
- 维护一个不增的单调栈。
- 显然弹出的数不能和后面的数形成答案了, 也就是说最好的 r 已经确定, 枚举 l 在线段树里更新一下。
- 询问时, 我们在栈里二分 l 的位置。对于 l 后面那些完整的段, 答案就是 $r - l$, 也可以用线段树维护。

一道曾经的 CSP 讲课题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有一个长度为 n 的序列 $\{a\}$ ，定义一个区间 $[l, r]$ 是“舒服”的，当且仅当 $a_l = a_r$ 且对于 $l \leq x \leq r$ 都有 $a_x \leq a_l$ 。
- q 次询问一个区间内最长的“舒服”子区间长度。
- $n, q \leq 5 \times 10^5$
- 我们从小到大枚举 r ，维护 l 的答案。
- 维护一个不增的单调栈。
- 显然弹出的数不能和后面的数形成答案了，也就是说最好的 r 已经确定，枚举 l 在线段树里更新一下。
- 询问时，我们在栈里二分 l 的位置。对于 l 后面那些完整的段，答案就是 $r - l$ ，也可以用线段树维护。
- 而被 l 切的那段，答案也可以直接算。

USACO18DEC Sort It Out

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 求字典序第 k 大的 LIS。

USACO18DEC Sort It Out

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 求字典序第 k 大的LIS。
- $n \leq 10^5, k \leq 10^9$

USACO18DEC Sort It Out

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 求字典序第 k 大的LIS。
- $n \leq 10^5, k \leq 10^9$
- 我们考虑对每个点维护一当前点位开头最长上升子序列的长度与数量。

USACO18DEC Sort It Out

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 求字典序第 k 大的 LIS。
- $n \leq 10^5, k \leq 10^9$
- 我们考虑对每个点维护一当前点位开头最长上升子序列的长度与数量。
- 这个东西我们从后往前枚举，线段树第 i 号位置记录 $a_j = i$ 时以 j 为开头的最长上升子序列的长度及数量，每次直接转移。

USACO18DEC Sort It Out

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 求字典序第 k 大的 LIS。
- $n \leq 10^5, k \leq 10^9$
- 我们考虑对每个点维护一当前点位开头最长上升子序列的长度与数量。
- 这个东西我们从后往前枚举，线段树第 i 号位置记录 $a_j = i$ 时以 j 为开头的最长上升子序列的长度及数量，每次直接转移。
- 接下来我们开 l 个 **vector** (l 是最长上升子序列的长度)， v_i 表示以此为开头的最长上升子序列长度为 i 的编号。

USACO18DEC Sort It Out

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 求字典序第 k 大的 LIS。
- $n \leq 10^5, k \leq 10^9$
- 我们考虑对每个点维护一当前点位开头最长上升子序列的长度与数量。
- 这个东西我们从后往前枚举，线段树第 i 号位置记录 $a_j = i$ 时以 j 为开头的最长上升子序列的长度及数量，每次直接转移。
- 接下来我们开 l 个 **vector** (l 是最长上升子序列的长度)， v_i 表示以此为开头的最长上升子序列长度为 i 的编号。
- 由于是字典序，考虑逐位确定即可。

SPOJ COT Count on a tree

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个节点的树，每个点有一个权值。多次询问链上第 k 小，强制在线。

SPOJ COT Count on a tree

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个节点的树，每个点有一个权值。多次询问链上第 k 小，强制在线。
- $n, q \leq 10^5$

SPOJ COT Count on a tree

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个节点的树，每个点有一个权值。多次询问链上第 k 小，强制在线。
- $n, q \leq 10^5$
- 第 k 小想到主席树。

SPOJ COT Count on a tree

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个节点的树，每个点有一个权值。多次询问链上第 k 小，强制在线。
- $n, q \leq 10^5$
- 第 k 小想到主席树。
- 但是普通差分显然是不行的。

SPOJ COT Count on a tree

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定一棵 n 个节点的树，每个点有一个权值。多次询问链上第 k 小，强制在线。
- $n, q \leq 10^5$
- 第 k 小想到主席树。
- 但是普通差分显然是不行的。
- 不难发现可以树上差分。

作业

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- USACO18DEC Sort It Out
- CodeForces 1221F Choose a Square
- SPOJ COT Count on a tree
- CodeForces 351D Jeff and Removing Periods
- ARC068E Snuke Line
- HNOI2016 序列
- 洛谷 P2184 贪婪大陆
- Dynamic Rankings

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

3 结构理解

- ZKW 线段树
- 树状数组与线段树
- 线段树的区间查询
- 拆分区间

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

3 结构理解

- ZKW 线段树
- 树状数组与线段树
- 线段树的区间查询
- 拆分区间

ZKW 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 建树时首先先把线段树补满，也就是把节点个数补成 $2^n - 1$ 的形式。

ZKW 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 建树时首先先把线段树补满，也就是把节点个数补成 $2^n - 1$ 的形式。
- 单点加就直接把一条链上的给加上即可。

ZKW 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树
主席树
树套树

简单应用

维护序列
区间依赖
数点相关

结构理解

ZKW 线段树
树状数组与线段树
线段树的区间查询
拆分区间

- 建树时首先先把线段树补满，也就是把节点个数补成 $2^n - 1$ 的形式。
- 单点加就直接把一条链上的给加上即可。
- 区间查询比较麻烦，我们考虑指针现在 $l - 1$ 点和 $r + 1$ 点，向上爬，直到到了 **lca** 处停止。

ZKW 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 建树时首先先把线段树补满，也就是把节点个数补成 $2^n - 1$ 的形式。
- 单点加就直接把一条链上的给加上即可。
- 区间查询比较麻烦，我们考虑指针现在 $l - 1$ 点和 $r + 1$ 点，向上爬，直到到了 **lca** 处停止。
- 顺便把路过的兄弟的答案给加上。

ZKW 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 建树时首先先把线段树补满，也就是把节点个数补成 $2^n - 1$ 的形式。
- 单点加就直接把一条链上的给加上即可。
- 区间查询比较麻烦，我们考虑指针现在 $l - 1$ 点和 $r + 1$ 点，向上爬，直到到了 **lca** 处停止。
- 顺便把路过的兄弟的答案给加上。
- 其余操作就不讲了。

作业

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- bzoj 3040 最短路

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

3 结构理解

- ZKW 线段树
- 树状数组与线段树
- 线段树的区间查询
- 拆分区间

树状数组与线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

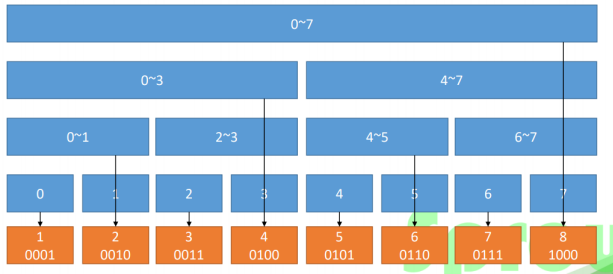
ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 树状数组可以想象成只有一半的线段树。



目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

3 结构理解

- ZKW 线段树
- 树状数组与线段树
- 线段树的区间查询
- 拆分区间

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给你一棵广义线段树 (mid 不一定是 $\frac{r-l+1}{2}$)，多次询问查询 $[l, r]$ 所定位到的点个数。

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给你一棵广义线段树 (mid 不一定是 $\frac{r-l+1}{2}$)，多次询问查询 $[l, r]$ 所定位到的点个数。
- $n, q \leq 2 \times 10^5$

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给你一棵广义线段树 (mid 不一定是 $\frac{r-l+1}{2}$), 多次询问查询 $[l, r]$ 所定位到的点个数。
- $n, q \leq 2 \times 10^5$
- 合法的点, 显然是父亲不完全被包含, 而儿子被完全包含。

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给你一棵广义线段树 (mid 不一定是 $\frac{r-l+1}{2}$)，多次询问查询 $[l, r]$ 所定位到的点个数。
- $n, q \leq 2 \times 10^5$
- 合法的点，显然是父亲不完全被包含，而儿子被完全包含。
- 愉快地树套树套树

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给你一棵广义线段树 (mid 不一定是 $\frac{r-l+1}{2}$), 多次询问查询 $[l, r]$ 所定位到的点个数。
- $n, q \leq 2 \times 10^5$
- 合法的点, 显然是父亲不完全被包含, 而儿子被完全包含。
- 愉快地树套树套树
- 观察到一个性质, 那就是答案其实就是 $2 \times (r - l + 1) -$ 被询问区间完全包含的节点个数。

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给你一棵广义线段树 (mid 不一定是 $\frac{r-l+1}{2}$), 多次询问查询 $[l, r]$ 所定位到的点个数。
- $n, q \leq 2 \times 10^5$
- 合法的点, 显然是父亲不完全被包含, 而儿子被完全包含。
- 愉快地树套树套树
- 观察到一个性质, 那就是答案其实就是 $2 \times (r - l + 1) -$ 被询问区间完全包含的节点个数。
- 直接二维数点即可。

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果没有观察到那个性质，也可以考虑 ZKW 线段树的查询操作，如果 $l-1$ 的节点为 u ， $r+1$ 的节点为 v ，我们发现其实就是从 u （含）到 $\text{lca}(u, v)$ 的左儿子（不含）路径上是父亲左儿子的数量和从 v （含）到 $\text{lca}(u, v)$ 的右儿子（不含）路径上是父亲右儿子的数量之和。

一道经典题

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果没有观察到那个性质，也可以考虑 ZKW 线段树的查询操作，如果 $l-1$ 的节点为 u ， $r+1$ 的节点为 v ，我们发现其实就是从 u (含) 到 $\text{lca}(u, v)$ 的左儿子 (不含) 路径上是父亲左儿子的数量和从 v (含) 到 $\text{lca}(u, v)$ 的右儿子 (不含) 路径上是父亲右儿子的数量之和。
- 这个东西直接树上前缀和维护即可。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 m 个操作一次发生，每个操作有 $\frac{1}{2}$ 的概率被执行。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 m 个操作一次发生，每个操作有 $\frac{1}{2}$ 的概率被执行。
- 一次操作为线段树 $[1, n]$ 上的 `modify(Node, 1, n, ql, qr)`。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 m 个操作一次发生，每个操作有 $\frac{1}{2}$ 的概率被执行。
- 一次操作为线段树 $[1, n]$ 上的 `modify(Node, 1, n, ql, qr)`。
- 询问所有 2^m 情况的懒标记之和，多次询问。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 m 个操作一次发生，每个操作有 $\frac{1}{2}$ 的概率被执行。
- 一次操作为线段树 $[1, n]$ 上的 $\text{modify}(\text{Node}, 1, n, ql, qr)$ 。
- 询问所有 2^m 情况的懒标记之和，多次询问。
- $1 \leq n, m \leq 10^5$

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区間

- 有 m 个操作一次发生，每个操作有 $\frac{1}{2}$ 的概率被执行。
- 一次操作为线段树 $[1, n]$ 上的 $\text{modify}(\text{Node}, 1, n, ql, qr)$ 。
- 询问所有 2^m 情况的懒标记之和，多次询问。
- $1 \leq n, m \leq 10^5$
- 考虑每个点对答案的贡献。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 有 m 个操作一次发生，每个操作有 $\frac{1}{2}$ 的概率被执行。
- 一次操作为线段树 $[1, n]$ 上的 `modify(Node, 1, n, ql, qr)`。
- 询问所有 2^m 情况的懒标记之和，多次询问。
- $1 \leq n, m \leq 10^5$
- 考虑每个点对答案的贡献。
- $f_{i,u}$ 表示第 i 次修改后对答案的贡献。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

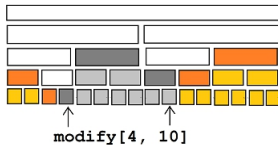
ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区

● 我们考虑把点分类:



ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

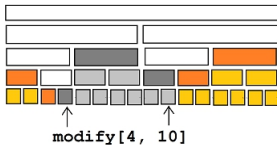
ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区

- 我们考虑把点分类：



- 一类点（白色）：在`modify`操作中，被半覆盖的点。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

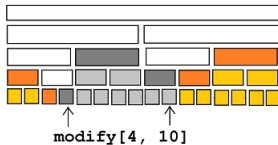
ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区

- 我们考虑把点分类：



- 一类点（白色）：在`modify`操作中，被半覆盖的点。
- 二类点（深灰）：在`modify`操作中，被全覆盖的点，并且能被遍历到。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

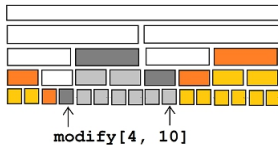
ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 我们考虑把点分类：



- 一类点（白色）：在modify操作中，被半覆盖的点。
- 二类点（深灰）：在modify操作中，被全覆盖的点，并且能被遍历到。
- 三类点（橙色）：在modify操作中，未被覆盖的点，并且可以得到pushdown来的标记。
- 四类点（浅灰）：在modify操作中，被全覆盖的点，并且不能被遍历到。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

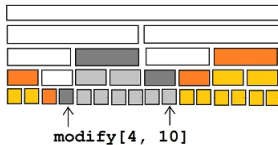
ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 我们考虑把点分类：



- 一类点（白色）：在`modify`操作中，被半覆盖的点。
- 二类点（深灰）：在`modify`操作中，被全覆盖的点，并且能被遍历到。
- 三类点（橙色）：在`modify`操作中，未被覆盖的点，并且可以得到`pushdown`来的标记。
- 四类点（浅灰）：在`modify`操作中，被全覆盖的点，并且不能被遍历到。
- 五类点（黄色）：在`modify`操作中，未被覆盖的点，并且不可能得到`pushdown`来的标记。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 我们考虑对每一类点的dp。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 我们考虑对每一类点的dp。
- 发现还需要记录一个 $g_{i,u}$ 表示 i 轮操作之后从根节点到 u 没有任何标记的方案数。

ZJOI2019 线段树

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 我们考虑对每一类点的dp。
- 发现还需要记录一个 $g_{i,u}$ 表示 i 轮操作之后从根节点到 u 没有任何标记的方案数。
- 对每一类点构造转移方程dp过去即可。

作业

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 线段树
- ZJOI2019 线段树
- ZJOI2017 线段树

目录

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

1 具体实现

2 简单应用

3 结构理解

- ZKW 线段树
- 树状数组与线段树
- 线段树的区间查询
- 拆分区间

拆分区间

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 线段树可以把每个区间拆分成特定的 $\mathcal{O}(\log n)$ 个区间。

拆分区间

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 线段树可以把每个区间拆分成特定的 $\mathcal{O}(\log n)$ 个区间。
- 而且所有区间总共只有 $\mathcal{O}(n)$ 个。

拆分区间

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 线段树可以把每个区间拆分成特定的 $\mathcal{O}(\log n)$ 个区间。
- 而且所有区间总共只有 $\mathcal{O}(n)$ 个。
- 这是一个非常优美的性质。

拆分区间

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 线段树可以把每个区间拆分成特定的 $\mathcal{O}(\log n)$ 个区间。
- 而且所有区间总共只有 $\mathcal{O}(n)$ 个。
- 这是一个非常优美的性质。
- 这个性质最常用的地方就是线段树优化建边了，当然，还是有其他应用的。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定平面上的一些点，求这些点的一个 LIS，并且还需要满足 $\sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} - y_i)$ 最小。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定平面上的一些点，求这些点的一个 LIS，并且还需要满足 $\sum_{i=1}^{n-1} (x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} - y_i)$ 最小。
- $n \leq 2 \times 10^5, 0 \leq x_i, y_i \leq 10^6$ ，保证 x_i, y_i 互不相同。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定平面上的一些点，求这些点的一个LIS，并且还需要满足 $\sum_{i=1}^{n-1}(x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} - y_i)$ 最小。
- $n \leq 2 \times 10^5, 0 \leq x_i, y_i \leq 10^6$ ，保证 x_i, y_i 互不相同。
- f_i 表示以 i 为末尾的答案，于是我们就有一个 $\mathcal{O}(n^2)$ 的dp。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定平面上的一些点，求这些点的一个LIS，并且还需要满足 $\sum_{i=1}^{n-1}(x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} - y_i)$ 最小。
- $n \leq 2 \times 10^5, 0 \leq x_i, y_i \leq 10^6$ ，保证 x_i, y_i 互不相同。
- f_i 表示以 i 为末尾的答案，于是我们就有一个 $\mathcal{O}(n^2)$ 的dp。
- 考虑把以该点开始的LIS值分层，发现每一层肯定是 x_i 增 y_i 减的。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 给定平面上的一些点，求这些点的一个LIS，并且还需要满足 $\sum_{i=1}^{n-1}(x_{i+1} - x_i)(y_{i+1} - y_i)$ 最小。
- $n \leq 2 \times 10^5, 0 \leq x_i, y_i \leq 10^6$ ，保证 x_i, y_i 互不相同。
- f_i 表示以 i 为末尾的答案，于是我们就有一个 $\mathcal{O}(n^2)$ 的dp。
- 考虑把以该点开始的LIS值分层，发现每一层肯定是 x_i 增 y_i 减的。
- 我们只需考虑层与层之间的转移即可。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑推式子。如果对于 i ，有 j 和 k 两个决策点，如果 j 比 k 优，那么我们有：

$$f_j + (x_i - x_j)(y_i - y_j) \geq f_k + (x_i - x_k)(y_i - y_k)$$

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑推式子。如果对于 i ，有 j 和 k 两个决策点，如果 j 比 k 优，那么我们有：

$$f_j + (x_i - x_j)(y_i - y_j) \geq f_k + (x_i - x_k)(y_i - y_k)$$

- 继续推式子：

$$x_i(y_k - y_j) + y_i(x_k - x_j) \geq f_k - f_j + x_k y_k - x_j y_j$$

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 然后我们考虑推式子。如果对于 i ，有 j 和 k 两个决策点，如果 j 比 k 优，那么我们有：

$$f_j + (x_i - x_j)(y_i - y_j) \geq f_k + (x_i - x_k)(y_i - y_k)$$

- 继续推式子：

$$x_i(y_k - y_j) + y_i(x_k - x_j) \geq f_k - f_j + x_k y_k - x_j y_j$$

- 发现是有决策单调性的，如果 $x_j > x_k$ 的话，那么 $y_k - y_j > 0, x_k - x_j < 0$ ，也就是 x_i 越大越容易满足。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果没有 $x_j < x_i, y_j < y_i$ 的限制，我们可以直接用传统的分治做法解决， $f(l, r, L, R)$ 表示待转移的点在 $[l, r]$ ，决策点在 $[L, R]$ ，然后递归下去即可。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果没有 $x_j < x_i, y_j < y_i$ 的限制，我们可以直接用传统的分治做法解决， $f(l, r, L, R)$ 表示待转移的点在 $[l, r]$ ，决策点在 $[L, R]$ ，然后递归下去即可。
- 可惜这个限制使得转移的实际决策点不单调，于是我们只能继续寻找性质。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果没有 $x_j < x_i, y_j < y_i$ 的限制，我们可以直接用传统的分治做法解决， $f(l, r, L, R)$ 表示待转移的点在 $[l, r]$ ，决策点在 $[L, R]$ ，然后递归下去即可。
- 可惜这个限制使得转移的实际决策点不单调，于是我们只能继续寻找性质。
- 我们发现，对与每个 i ，满足 $x_j < x_i, y_j < y_i$ 的 j 是连续的，也就是可行的决策点是连续的。

USACO19FEB Mowing Mischief

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- 如果没有 $x_j < x_i, y_j < y_i$ 的限制，我们可以直接用传统的分治做法解决， $f(l, r, L, R)$ 表示待转移的点在 $[l, r]$ ，决策点在 $[L, R]$ ，然后递归下去即可。
- 可惜这个限制使得转移的实际决策点不单调，于是我们只能继续寻找性质。
- 我们发现，对与每个 i ，满足 $x_j < x_i, y_j < y_i$ 的 j 是连续的，也就是可行的决策点是连续的。
- 于是我们可以对每一层的决策点建立线段树，对每个节点开一个vector记录一下可行的转移点，类似区间覆盖一样吧每个带转移的点覆盖到线段树上去，覆盖到的点都是可行的决策点。我们发现线段树上每个节点的决策点和转移点都是已经满足条件的。对树上每个节点做一遍分治即可。总复杂度 $\mathcal{O}(n \log^2 n)$ 。

作业

线段树 & 主席树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

- USACO19FEB Mowing Mischief
- 最小 mex 生成树
- CodeForces 1217F Forced Online Queries Problem
- UOJ #77 A+B Problem

完结撒花

线段树 & 主席
树 & 树套树

pufanyi

具体实现

线段树

主席树

树套树

简单应用

维护序列

区间依赖

数点相关

结构理解

ZKW 线段树

树状数组与线段树

线段树的区间查询

拆分区间

