

Persistent Segment Tree

문제풀이

서강대학교 전해성(seastar105)

백준 13538번 XOR 쿼리

다섯가지 쿼리가 들어옵니다.

원소 추가 삭제 쿼리는 배열의 끝에서만 이뤄집니다.

PST를 이용해서 추가 삭제 쿼리는 쉽게 수행할 수 있습니다.

현재 원소 개수가 N 이라고 한다면 $roots[N]$ 의 세그트리에 추가되는 원소의 위치에 업데이트 쿼리를 날려주면 원소 추가 쿼리는 해결이 가능합니다.

삭제 쿼리는 관리하는 루트 노드들의 수를 줄이면 됩니다.

백준 13538번 XOR 쿼리

4번 쿼리는 $\text{roots}[R]$ 에서 $1 \dots x$ 의 구간합에서 $\text{roots}[L-1]$ 에서 $1 \dots x$ 의 구간합을 빼주면 됩니다.

5번 쿼리는 7469번 K번째 수 설명에서 다뤘습니다.

백준 13538번 XOR 쿼리

2번 쿼리를 살펴봅시다.

주어진 수 x 와 XOR을 한 값이 가장 큰 y 를 $[L, R]$ 에서 찾아야 합니다.

세그먼트 트리를 루트 노드부터 따라내려 가는 과정을 살펴봅시다.

루트 노드에서 담당하는 구간은 $[1, \text{MAX}]$ 가 됩니다. Perfect binary tree 형식으로 구현한다면 MAX 는 2^{16} 이 됩니다.

백준 13538번 XOR 쿼리

그러면 루트 노드의 왼쪽 노드는 오른쪽에서부터 15번째 비트가 0인 숫자들의 개수이고, 오른쪽 노드는 15번째 비트가 0인 숫자들의 개수를 나타냅니다.

그 다음 높이에서는 14번째, 다음은 13번째, 이런 식으로 세그먼트 트리에서 노드를 타고 내려가는 것은 그 높이 번째의 비트 중에서 1인 것의 개수, 0인 것의 개수를 따라 가는 것입니다.

백준 13538번 XOR 쿼리

따라서, x 가 주어졌을 때 xor해서 최대가 되려면 x 의 최상위비트에서부터 비교하면서 1이 될 수 있는 쪽으로 세그먼트 트리를 따라 내려가게 되면 최대가 되는 원소를 찾을 수 있습니다.

모든 쿼리는 PST를 적절하게 만들고 쿼리를 날려서 해결이 가능합니다.
시간복잡도는 $O(M \log \text{MAX}(=500,000))$ 이 됩니다.

Problem Set

● Essential

- 7469 - K번째 수
- 11012 - Egg
- 13538 - XOR 쿼리

● Practice

- 20045 - Trading System
- 11932 - 트리와 K번째 수
- 14898 - 서로 다른 수와 쿼리 2
- 17373 - 네 횡
- 10076 - 휴가
- 16977 - 히스토그램에서 가장 큰 직사각형과 쿼리