

# BOJ 16903

# 수열과 쿼리 20

#trie

난이도 – Platinum III

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 리스트의 수 중 하나와 주어진 수를 XOR했을 때의 최댓값을 구해야 합니다.
- 리스트에 수를 하나 추가하거나 삭제합니다.
- 어떤 수와 XOR했을 때의 최댓값을 어떻게 빠르게 찾을 수 있을까요?

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- $x \text{ XOR } y$ 는 두 수를 각각 이진수로 나타냈을 때  
각 자릿수마다 두 숫자가 서로 다르면 1, 같으면 0으로 만듭니다.
- 예를 들어,  $3 \text{ XOR } 5 = 011_{(2)} \text{ XOR } 101_{(2)} = 110_{(2)} = 6$  입니다.

| XOR | 0 | 1 |
|-----|---|---|
| 0   | 0 | 1 |
| 1   | 1 | 0 |

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 따라서  $x$ 와 XOR한 값이 최대인 수는  
이진수로 나타냈을 때  $x$ 와 모든 자릿수의 숫자가 서로 다른 수입니다.
- 따라서  $x$ 와 XOR한 값이 최대가 되기 위해서는  
가장 큰 자릿수부터 확인하면서 그 반대를 찾아가면 됩니다.  
불가능한 경우에는 같은 자릿수 쪽으로 가 줍니다.

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 즉 모든 숫자를 하나의 이진수 문자열로 보아도 무방하고,  
해당 기능을 빠르게 이용하기 위해 **트라이**를 사용할 수 있게 됩니다.
- 이진수 문자열의 길이를  $|S|$ 라고 하면  
트라이를 이용하는 경우 모든 쿼리를  $O(|S|)$  안에 처리할 수 있습니다.  
주어지는  $X$ 의 최댓값이 INT 범위를 벗어나지 않으므로  $|S| \leq 32$ 입니다.

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

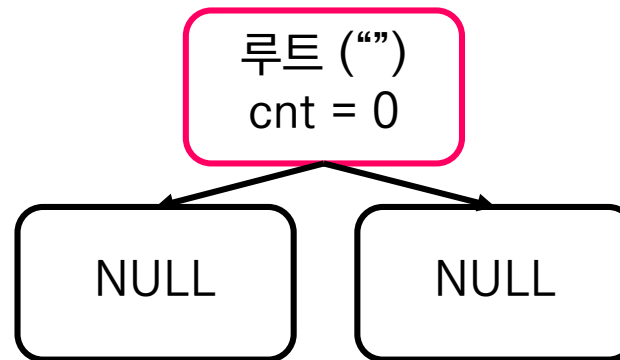
- 편의 상  $|S| = 32$ 로 고정하도록 합시다.
- 트라이의 각 노드의 구조는 다음과 같습니다.
  - 왼쪽 자식: 다음 자리가 0인 이진수 문자열들에 대한 노드
  - 오른쪽 자식: 다음 자리가 1인 이진수 문자열들에 대한 노드
  - 카운터: 현재까지의 문자열을 접두사로 갖는 이진수 문자열의 개수
  - 값: 마지막 자리까지 확인을 완료한 경우 해당 값을 저장해 둬

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- $|S| = 4$ 라고 하고, 트라이에 5를 삽입하는 경우를 생각해 봅시다.
- 5를 4자리의 이진수로 나타내면 0101이므로,  $S = 0101$ 입니다.

## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

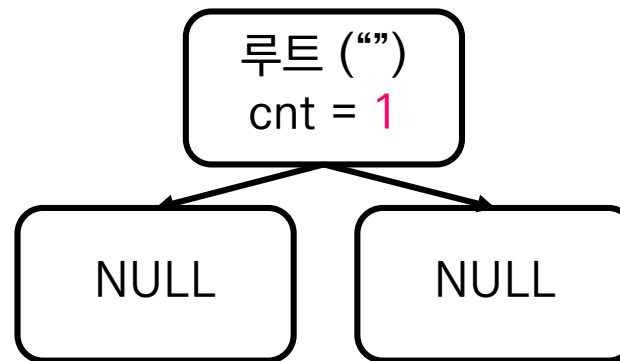
- 루트에서부터 삽입을 시작합니다.





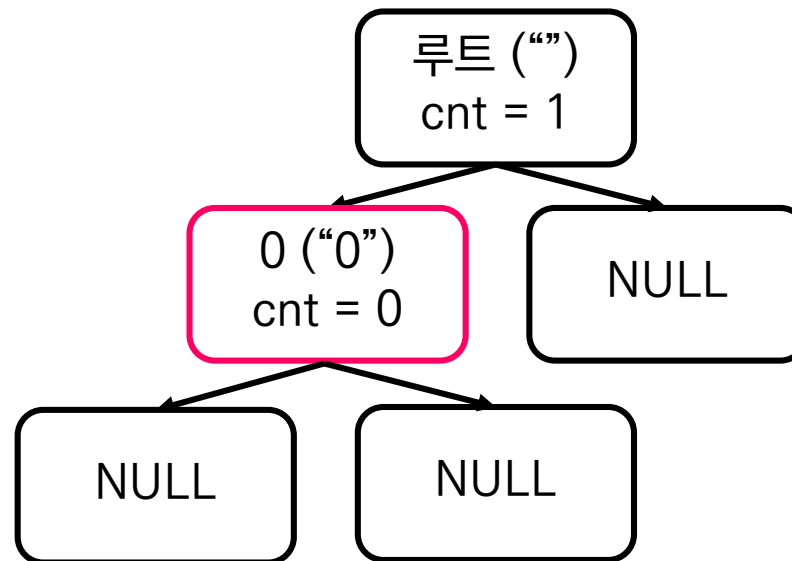
## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- “”는 모든 문자열의 접두사이므로 카운터를 1 올립니다.



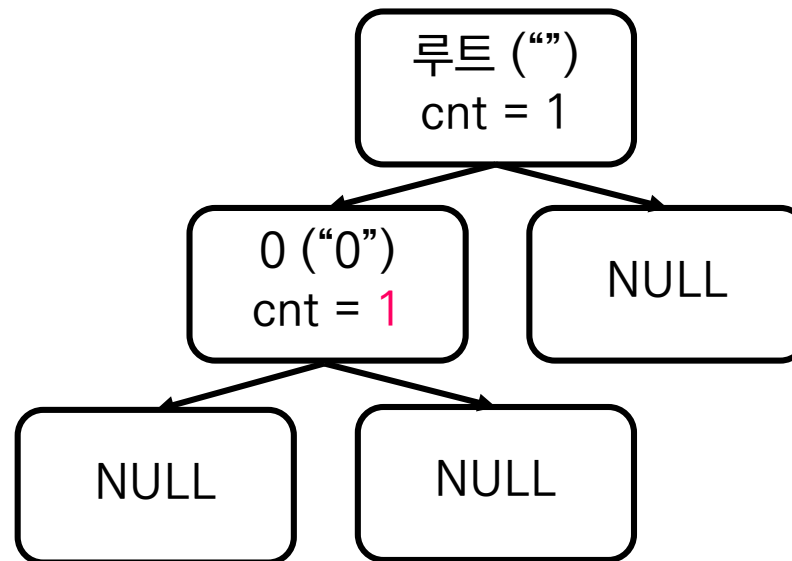
## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 0101의 첫 자릿수는 0입니다. 왼쪽 자식을 추가하고 이동합니다.



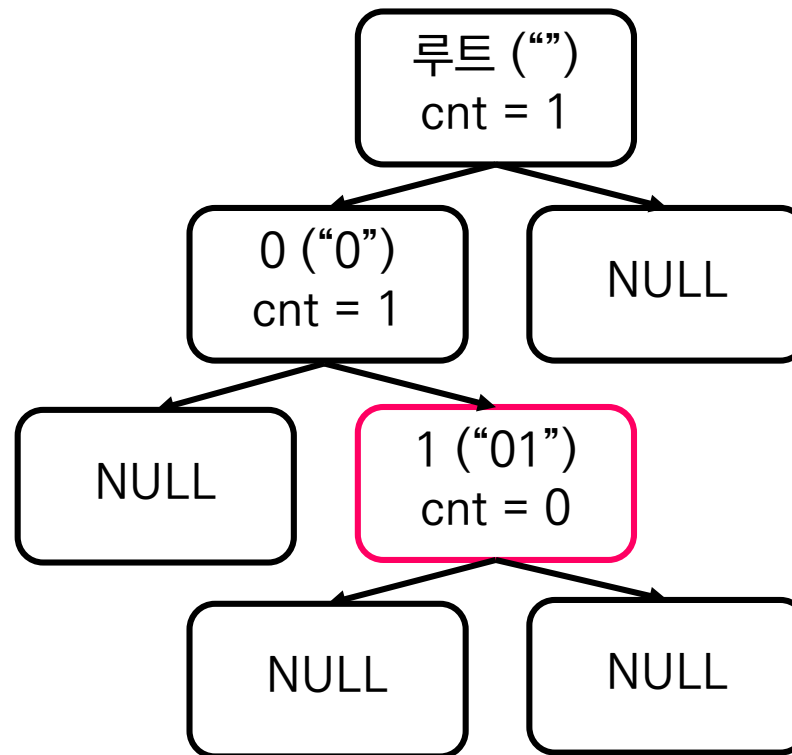
## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- “0”의 카운터를 1 올립니다.



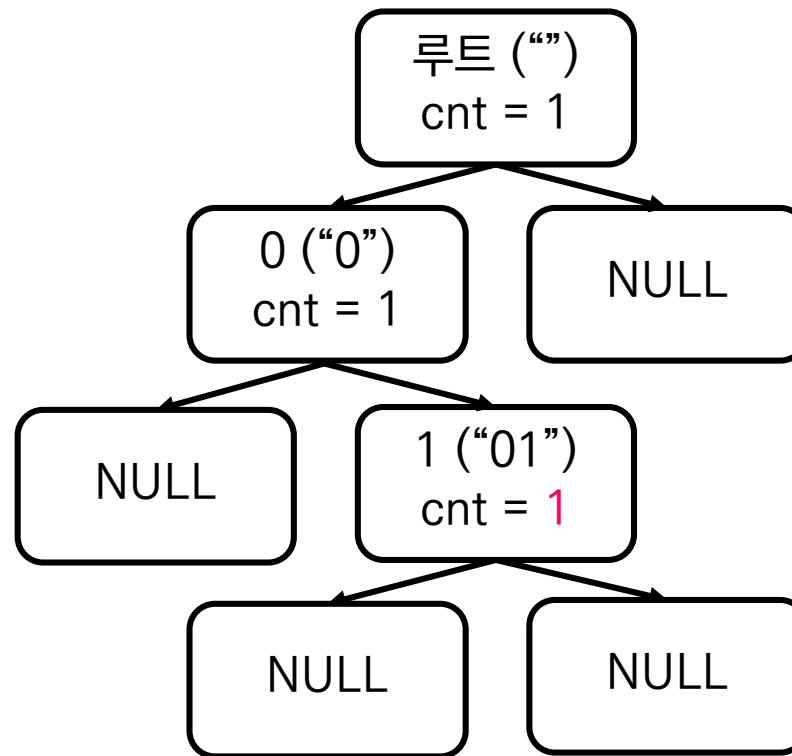
## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 0101의 두 번째 자릿수는 1입니다. 오른쪽 자식을 추가하고 이동합니다.



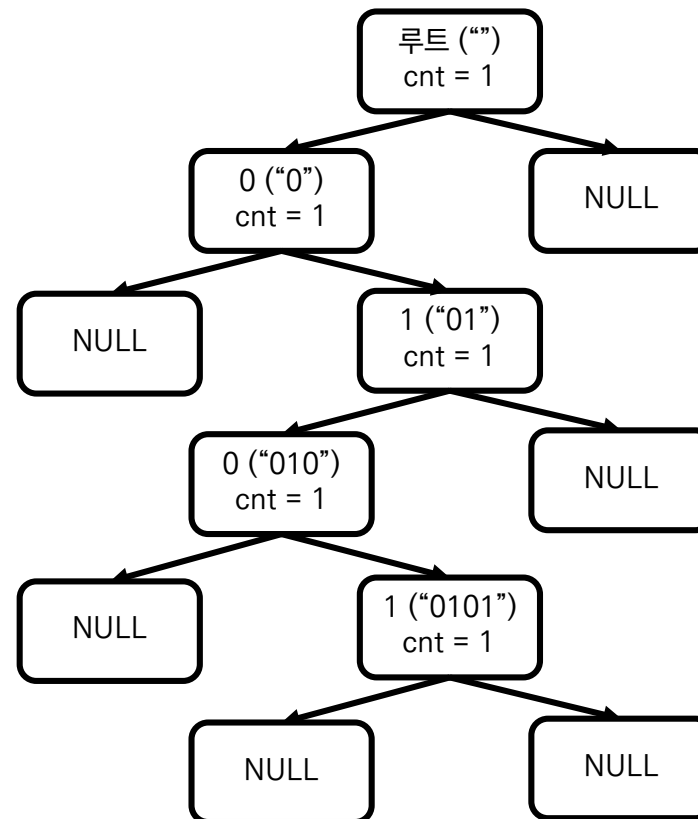
## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- “01”의 카운터를 1 올립니다.



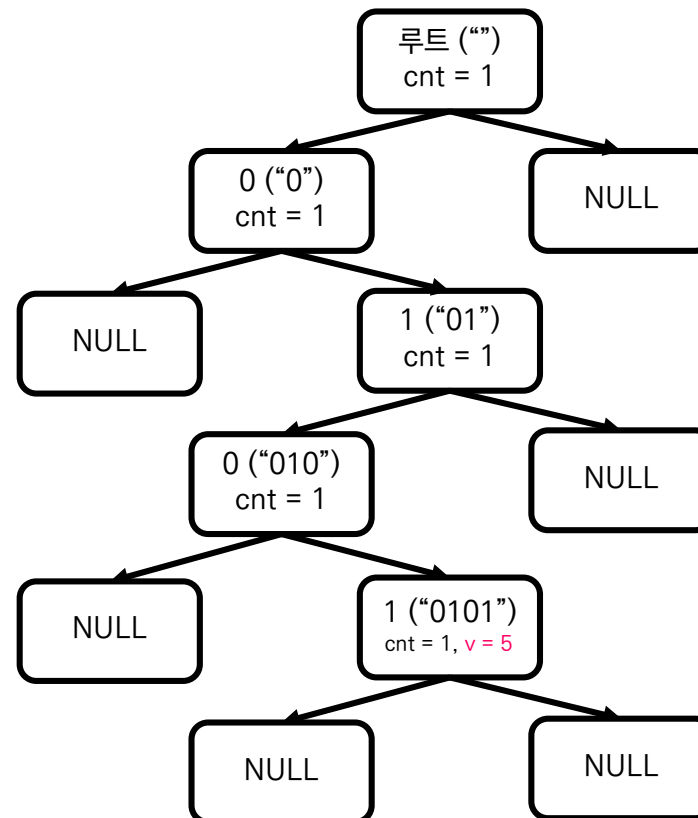
## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 같은 방법으로 0101의 마지막 자리까지 탐색합니다.



## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 마지막 자리까지 탐색했으므로, 해당 위치에 삽입한 값 5를 저장합니다.



## BOJ 16903 수열과 쿼리 20

- 삭제는 노드를 직접 삭제하는 대신 탐색하면서 카운터를 1씩 줄이면 됩니다.
- 탐색은 주어진 수에 대한 이진수 문자열을 순서대로 보면서  
반대에 해당하는 수 쪽 카운터가 양수면 그쪽으로, 아니면 같은 쪽으로  
이동하면서 리프에 도달하면 거기에 저장된 수와 XOR한 결과를 출력합니다.
- 시작할 때 트라이에 0을 삽입해 둔 상태로 시작함에 유의합니다.