16주차 : Lazy Propagation in Segment Tree

느리게 갱신되는 세그먼트 트리(Lazy Propagation in Segment Tree)

> 값 변경마저도 segment tree의 성질을 이용해서 더 효율적으로 수행할 수 있다면?

필요성 

구간합

- 구간의 값은 고정, 구간의 합 반복해서 구하기

11659번: 구간 합 구하기 4

첫째 줄에 수의 개수 N과 합을 구해야 하는 횟수 M이 주어진다. 둘째 줄에는 N개의 수가 주어진다. 수는 1,000보다 작거나 같은 자연수이다. 셋째 줄부터 M개의 줄에는 합을 구해야 하는 구간 i와 j가 주어진

https://www.acmicpc.net/problem/11659

세그먼트 트리

- 구간의 요소가 중간중간 변할 때, 구간의 합 반복해서 구하기

2042번: 구간 합 구하기

첫째 줄에 수의 개수 N(1 ≤ N ≤ 1,000,000)과 M(1 ≤ M ≤ 10,000), K(1 ≤ K ≤ 10,000) 가 주어진다. M은 수의 변경이 일어나는 횟수이고, K는 구간의 합을 구하는 횟수이다. 그리고 둘째 줄부터 N+1번째

https://www.acmicpc.net/problem/2042

- 시간복잡도(길이: n, 구간 합 연산 횟수: m, 값 변경 횟수: k)
  - 트리 생성: $O(n)$

- 변경: $O(log(n)) * m$
- 구간 합 연산: $O(log(n)) * k$
- 총: $O(n + (m + k) * log(n))$

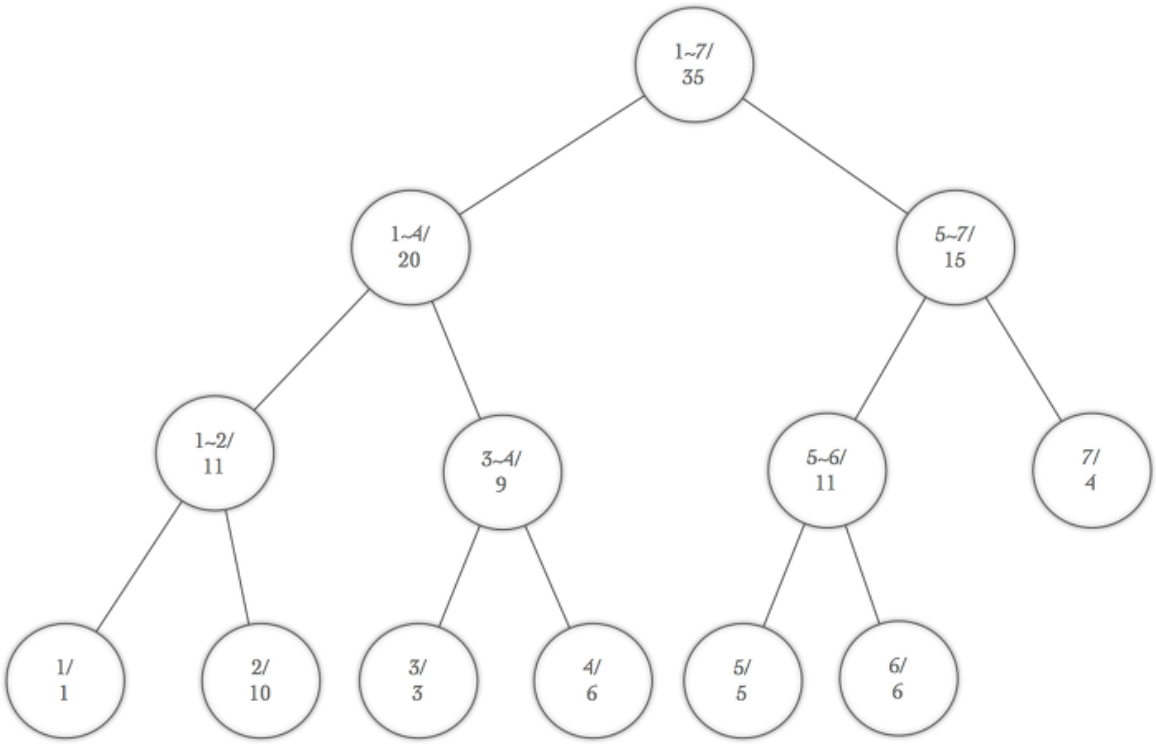
문제 상황

- 구간 내 **구간**이 중간중간 변할 때, 구간의 합 반복해서 구하기

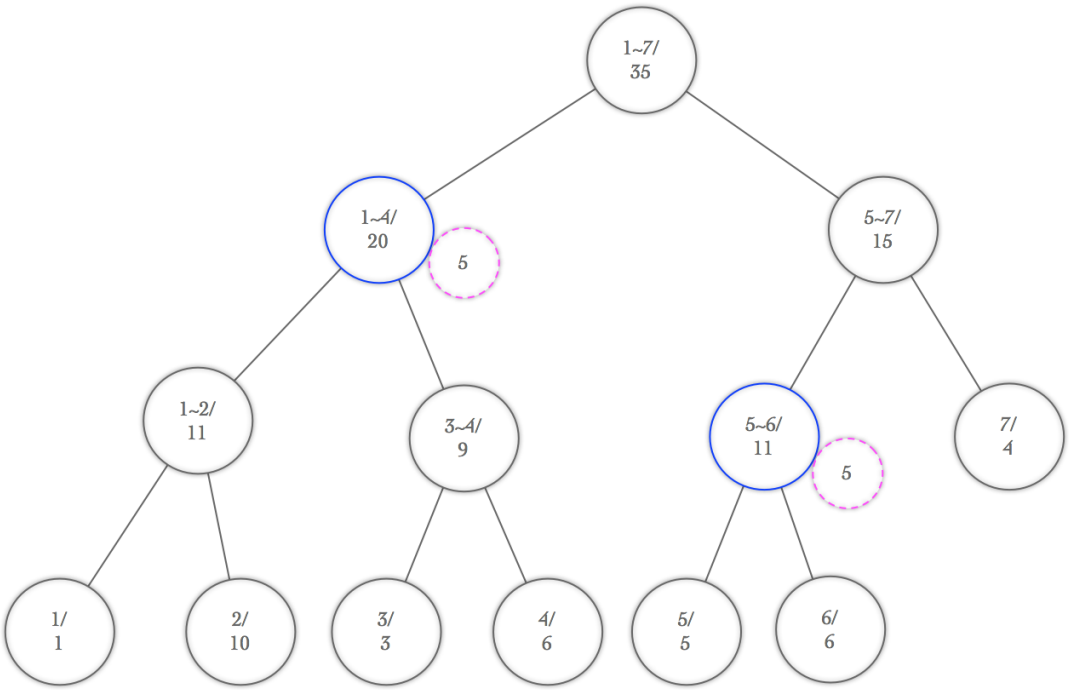
- 시간복잡도(길이: n, 구간 합 연산 횟수: m, 값 변경 횟수: k, 값 변경 구간 크기: p)
  - 트리 생성: $O(n)$
  - 구간 합 연산: $O(log(n)) * m$
  - 변경: $O(log(n)) * k * p$
  - 총: $O(n + (m + kp) * log(n))$ → ***kp*** 항으로 인해 **TLE**

Segment Tree?

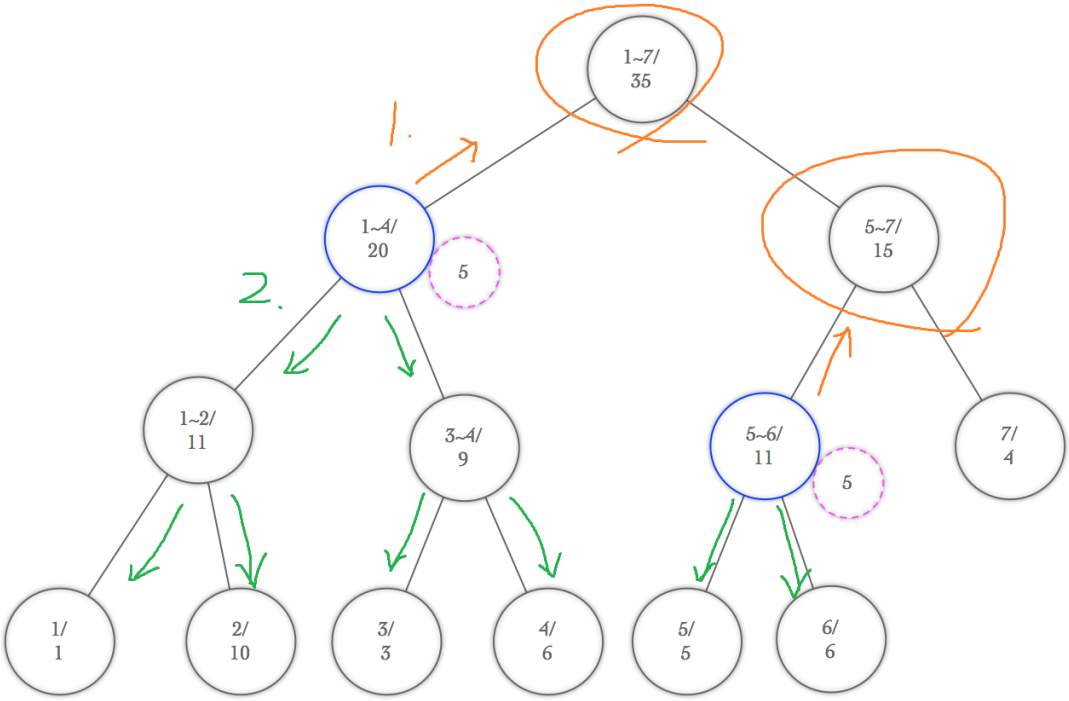
> Segment tree는 **구간의 정보**를 기록하는 tree이다.



- 아래서 올라가는 방식이 아닌, 세그먼트 트리의 성질을 이용해서 구간의 정보를 변경하자!
    - ex) 1~6 구간에 +5를 하는 경우



- 이 다음은?



- 아래를 갱신할 필요가 있을까?
  - 값 변경이나 합 구하기나 모두 root에서 내려가는 방식
  - 기록만 해 두고, 아래까지 내려가는 경우에 갱신하자!
  - 즉, 느리게 전파하자!

시뮬레이션

느리게 갱신되는 세그먼트 트리

세그먼트 트리 에 설명한 문제에서 2번 연산은 i번째 수에 v를 더하는 것이었습니다. 이번 문제의 2번 연산은 구간에 수를 더하는 것입니다. 세그먼트 트리에서 수를 변경하는 연산을 i번째 수부터 j번

https://book.acmicpc.net/ds/segment-tree-lazy-propagation

BOJBook

오늘의 문제

- 없음
  - Lazy propagation와 segment tree의 개념적 이해가 우선
  - 따라서 구현에 관련된 부분은 단계별로 자신에게 필요한 단계에 대한 학습을 하는 것을 추천

- 단계별 학습 목록
  - 0단계: Tree 형태의 자료구조를 만들고, 사용하는 인터페이스를 만들어 보자!
    - 클래스와 메소드 형태로 만들면 더욱 좋을 것이다!
    - 참조: https://www.delftstack.com/ko/howto/python/trees-in-python/
  - 1단계: 일반적인 list를 완전 이진 트리로 사용해 보자!
    - 앞서 다뤘던 tree 형태의 자료구조들에 대한 내용 참고
    - 참조: https://doing7.tistory.com/63
  - 2단계: Segment tree 구현
    - 13주차에 다뤘던 segment tree를 구현해 보자!
    - https://www.notion.so/13-Segment-Tree-286fd85daed548f3911d7e93f6a57a78
  - 3단계: Lazy propagation 구현
    - 문제를 풀면서 느린 전파를 구현해 보자!
    - 구간 합 구하기2(Platinum 4): https://www.acmicpc.net/problem/10999
    - 참조: https://book.acmicpc.net/ds/segment-tree-lazy-propagation

참고 자료

- 블로그: https://bowbowbow.tistory.com/4
- 백준: https://book.acmicpc.net/ds/segment-tree-lazy-propagation