

# shake!

2021 경인지역 6개대학  
연합 프로그래밍 경시대회 – 본선 풀이

문제명	출제자
A. 젓가락	이승재 (성균관대)
B. 모두싸인 출근길	하주현 (아주대)
C. 트리 색칠하기	김민상 (송실대)
D. 해석	이승재 (성균관대)
E. 망가진 나무	이승재 (성균관대)
F. 낚시	강동현 (경희대)
G. 1차원 체스	오해성 (성균관대)
H. 유산	김민상 (송실대)
I. 1차원 애니팡	오해성 (성균관대)

전체 참가자 수: 55  
1회 이상 제출자 수: 41

# A. 첫가락

전체 제출: 80  
맞은 사람: 39 (48.75%)  
출제자: 이승재 (성균관대)

## A. 젓가락

출제자: 이승재

- 최악의 시나리오는 다음과 같습니다.
- 일단 첫  $N$ 번은 모두 다른 종류의 젓가락을 뽑습니다.
- $N+1$ 번째 뽑을 때는 어쩔 수 없이 짝이 맞춰집니다.
- $N+1$ 번째에 뽑은 것과 동일한 젓가락을 계속해서 뽑습니다.
- 그러면 두 번 뽑을 때마다 한번씩 짝이 맞춰집니다.
  
- 따라서 답은  $N + 2R - 1$  입니다.

**shake!**

## B. 모두싸인 출근길

전체 제출: 125

맞은 사람: 26 (20.80%)

출제자: 하주헌 (아주대)

## B. 모두싸인 출근길

출제자: 해주헌

- 우선 각 판자의 왼쪽 좌표인  $L$ 을 기준으로 오름차순 정렬합니다.
- 정렬된 판자를 왼쪽  $\rightarrow$  오른쪽 방향으로 스위핑합니다.
- 현재 판자의 오른쪽 좌표를  $R$ , 구간의 길이를  $K(= R-L)$ 라고 두었을 때, 점프할 수 있는 범위는  $[R, R+K]$ 가 됩니다. 최대 점프범위를 나타내는 변수로  $\text{maxJump}$ 로 두고,  $\text{maxJump} = R + K$ 가 됩니다.
- $[R, R+K]$  범위 안에 들어오는 판자가 있다면 그 판자 또한  $R'$ 과  $K'$ 를 구해서  $[R', R'+K']$ 을 구합니다.
- 만약  $(R+K)$ 보다  $(R'+K')$ 이 크다면  $\text{maxJump}$  값을  $(R'+K')$ 로 갱신합니다.
- 더이상  $\text{maxJump}$  범위 안에 들어오는 판자가 없을 때까지 반복합니다. 최종적으로 도착한 판자의  $R$ 이 정답입니다. ( 시간복잡도:  $O(N \log N)$  )

shake!

# C. 트리 색칠하기

전체 제출: 89

맞은 사람: 33 (37.07%)

출제자: 김민상 (숭실대)

## C. 트리 색칠하기

출제자: 김민상

- 처음에 모든 정점이 하얀색인 상태에서 주어진 입력을 보고 최소 횟수로 정점에 색을 칠해야 하는지 물어보는 문제입니다.
- 입력으로 주어지는 색 정보 및 간선 정보를 가지고 트리를 구축 후 루트 노드부터 아래로 타고 내려가면서 **이전 노드에 색칠된 색이랑 현재 칠해야 하는 노드의 색이 다른 경우들을** 계산해주면 됩니다.
- **(주의!!)** 루트 노드의 색이 하얀색이 아닌 경우에도 칠해야 합니다.

shake!



## C. 트리 색칠하기

출제자: 김민상

- 다른 풀이로는 인접한 두 노드의 색이 다른 경우의 개수와 루트 노드의 색이 0 이랑 경우를 세면 됩니다.
- 인접한 두 노드의 칠해야 하는 색이 다르면 depth가 더 낮은 곳의 정점에 색을 칠해야 합니다.
- **(주의!!)** 이 경우에도 루트 노드의 색이 하얀색이 아닌 경우에도 세줘야 합니다.
- 총 시간복잡도  $O(N)$ 으로 문제를 해결 할 수 있습니다.

shake!

# D. 해석

전체 제출: 66

맞은 사람: 9 (13.63%)

출제자: 이승재 (성균관대)

## D. 해석

출제자: 이승재

- dp문제입니다.
- $dp[i][j] = S[i..j]$ 를 해석할 수 있는 경우의 수
- $d[i][j]$ 를 어떻게 채울 지 생각해 봅시다. 답은  $dp[1][N]$ 이겠군요.
- $S[i]$ 를  $S[k]$  ( $i \leq k \leq j$ )와 매칭시킨다고 해봅시다.
- 그러면  $S[i] \neq S[k]$  여야 합니다.
- 이 경우  $dp[i+1][k-1] * dp[k+1][j]$ 개의 경우의 수가 추가됩니다.
- $i$ 와  $j$ 사이의 모든  $k$ 에 대해서 순회해야 합니다.
- 따라서 시간 복잡도는  $O(N^3)$  입니다.

shake!

# E. 망가진 나무

전체 제출: 31

맞은 사람: 11 (35.48%)

출제자: 이승재 (성균관대)

## E. 망가진 나무

출제자: 이승재

- 일단 아무 정점  $P$ 를 잡고,  $P$ 가 조건을 만족하게 하려면 몇 개나 뒤집어야 하는지 구해봅시다.
- 이는 dfs를 돌려보면 쉽게 구할 수 있습니다.
- 이제 무 방향 트리상에서  $P$ 와 인접한 노드  $Q$ 가 조건을 만족하려면 어떻게 해야 하는지 생각해 봅시다.
- $P$ 가 조건을 만족하는 상태에서,  $Q$ 가 조건을 만족하게 하려면  $P$ 와  $Q$ 를 연결하는 간선만 뒤집어 주면 됩니다.
- 따라서 dfs를 한번 더 돌리면, 각 노드가 조건을 만족하게 하려면 몇 개를 뒤집어야 하는지 알 수 있습니다.

**shake!**

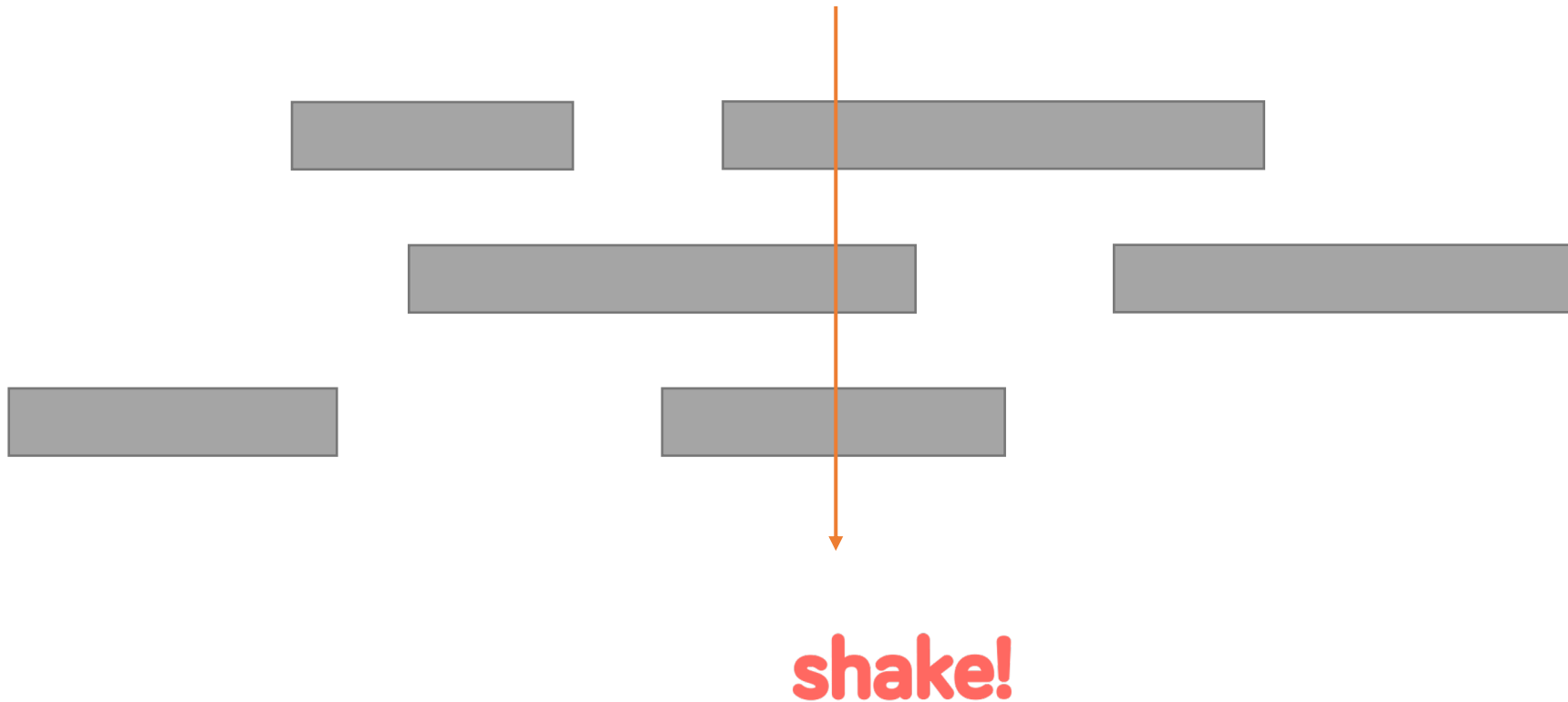
## F. 낱시

전체 제출: 10  
맞은 사람: 0 (0.00%)  
출제자: 강동현 (경희대)

## F. 낚시

출제자: 강동현

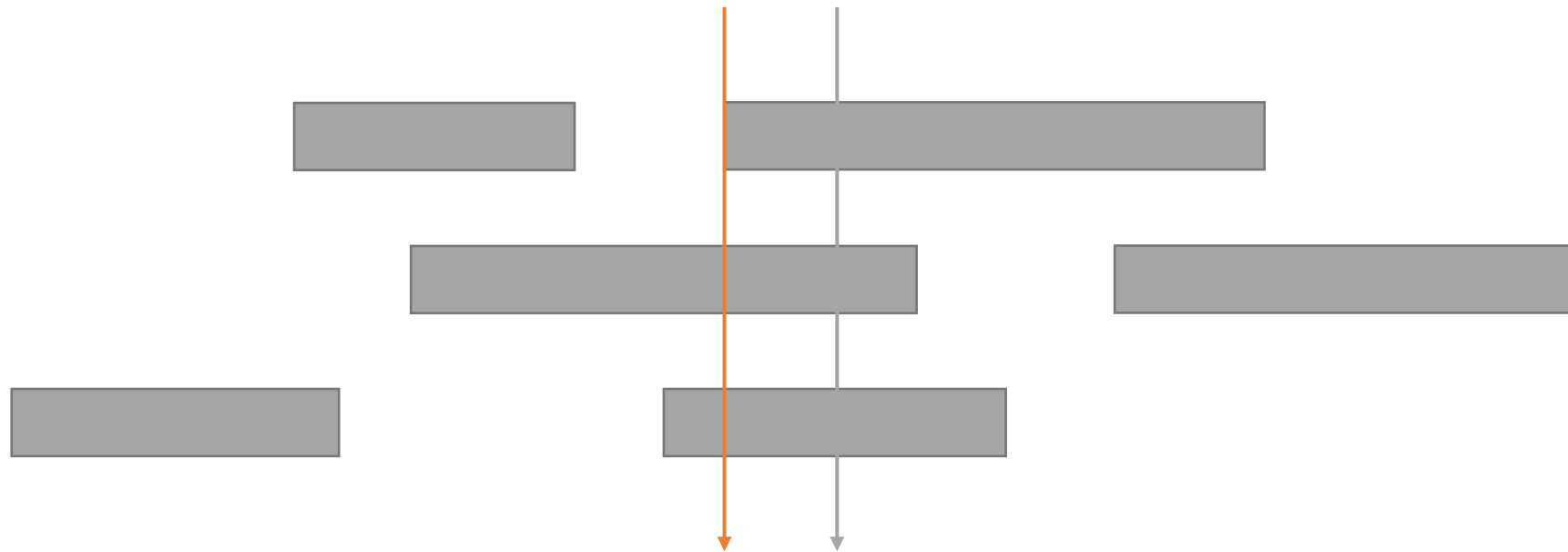
- 어떤 고정된 시점  $t$ 에서 가장 많은 물고기를 잡을 수 있는 위치  $x$ 를 알고 있다고 가정합니다.



## F. 낚시

출제자: 강동현

- 이 위치에서 답이 변하지 않을 때까지 작살을 왼쪽으로 밀어봅시다. 새로운 위치 역시 최적임을 알 수 있습니다.



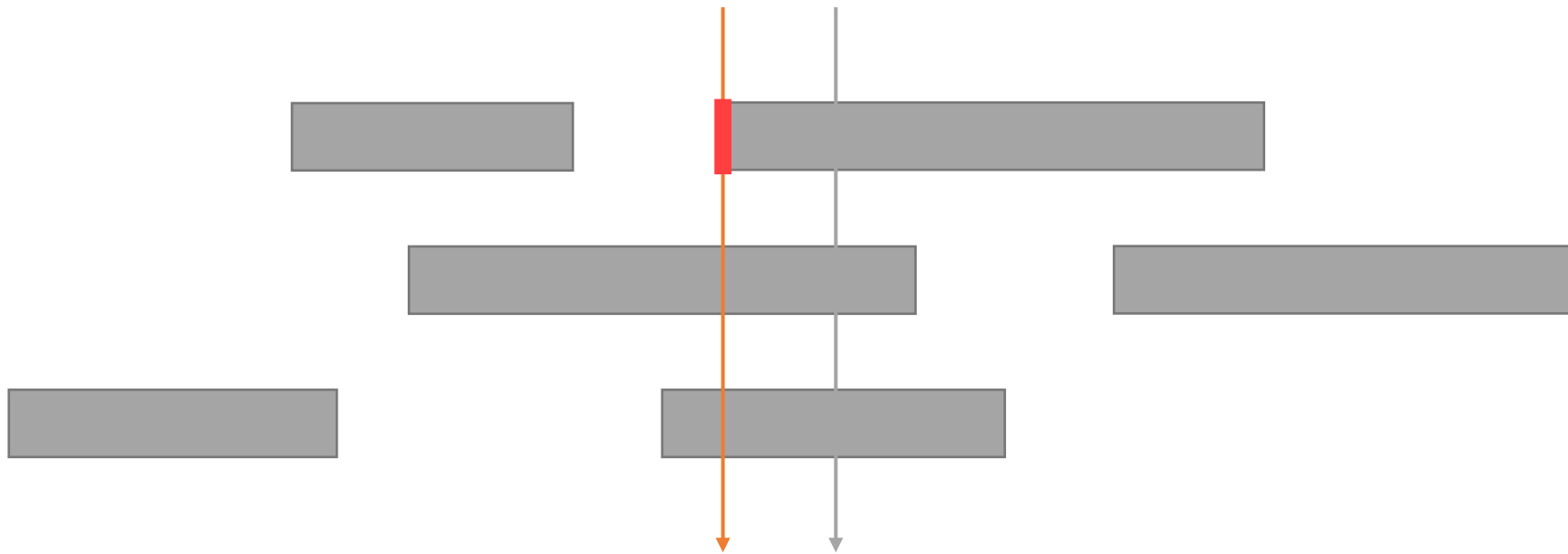
**shake!**



## F. 낚시

출제자: 강동현

- 이렇게 얻은 새로운 위치는 항상 어떤 물고기의 가장 왼쪽 지점이 됩니다.



**shake!**

## F. 낚시

출제자: 강동현

- 따라서 시점  $t$ 를 고정했다면, 각 물고기의 가장 왼쪽 지점만을 검사해도 최적의 답을 항상 구할 수 있습니다.
- 이 아이디어에 기반하여, 이제 가능한 모든  $t$ 에 대해 각 물고기의 가장 왼쪽 지점을 검사하여 문제의 답을 구해 봅시다.
  - 작살을 가장 오른쪽으로 밀어도 답을 구할 수 있으며, 이 경우 각 물고기의 가장 오른쪽 지점을 검사해야 합니다.

## F. 낚시

출제자: 강동현

- $i$ 번째 물고기를 선택합니다. 이 물고기의 왼쪽 지점에 항상 작살을 던질 것입니다.
- 나머지  $N - 1$ 마리의 물고기들에 대해,  $i$ 번째 물고기의 왼쪽 지점과 언제 충돌이 시작되고 끝나는지 계산합니다.
- 이를 시간 순으로 정렬하여 충돌이 시작되면  $+1$ , 끝나면  $-1$ 을 해줍니다. 이를 통해 최대 물고기 마릿수를 구할 수 있습니다.
  - 정렬 기준에서 시간이 같다면 충돌 시작 ( $+1$ )을 먼저 처리해야 합니다.
  - 시간을 구할 때 `double` 이상의 정밀도를 사용하면 충분합니다.
- 이를 모든 물고기에 대해 반복합니다.
- 따라서  $O(N^2 \log N)$ 에 풀 수 있습니다.

**shake!**

# G. 1차원 체스

전체 제출: 48

맞은 사람: 8 (16.67%)

출제자: 오해성 (성균관대)

# G. 1차원 체스

출제자: 오해성

- 수열 쌍에 대해 최대 공통 접두사의 마지막 글자가 기점이 됩니다.
- 총  $nC2$  개의 수열 쌍에 대해 기점을 구해주려면 어떻게 해야할까요?
- Naive 하게는 모든 수열 쌍에 대해 조사해 보는 방법이 있습니다.  
하지만 모든 수열 쌍이  $O(N^2)$  이고  $N = 1e5$  이기 때문에 이  
방식으로는 가능하지 않습니다.

shake!

# G. 1차원 체스

출제자: 오해성

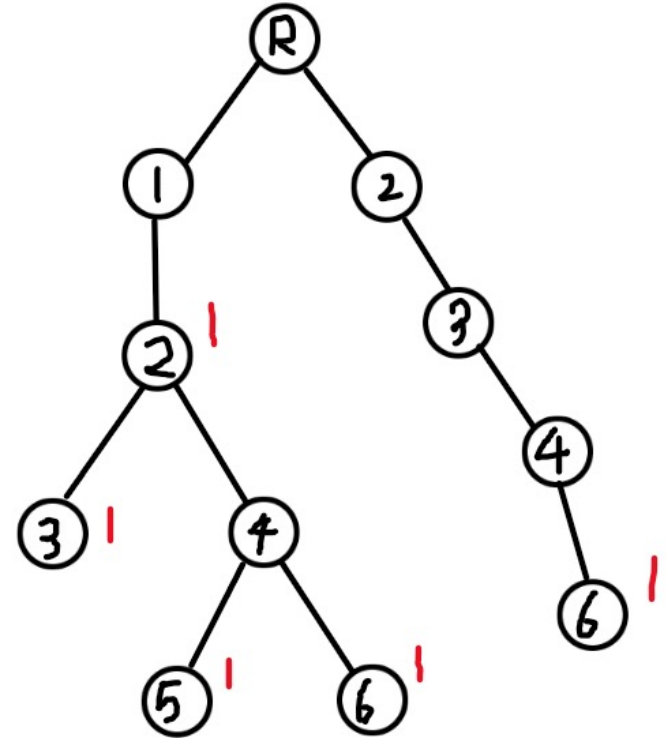
- 수열쌍은 특정 지점 까지는 같고 어떤 지점에서 수가 달라지면서 분기될 수 있습니다. 위와 같은 상태를 적절히 표현해 줄 수 있는 자료구조는 트리입니다.
- 따라서 통칭 트라이라는 탐색 트리에 배열을 각자 업데이트 시켜준 후 관찰해봅시다.
- 트라이를 만들 때 배열을 사용하여 자식 노드를 나타낼 경우 한 노드마다  $O(N)$ 의 공간 복잡도를 가지므로 메모리 초과가 나지 않기 위해 map이나 hash 로 자식 노드를 나타내 주어야 합니다.

**shake!**

# G. 1차원 체스

출제자: 오해성

- 기보 {1,2,3} , 기보{1,2},기보{1,2,4,5} , 기보 {1,2,4,6} , 기보 {2,3,4,6} 을 트리에 업데이트 시켜봅시다.
- 우측 그림과 같이 트리가 만들어졌고 트리를 순회하여 각 노드에서 서브 트리에 속하는 모든 기보의 수를 배열 S 에 저장해 놓읍시다.
- 트리에 한 노드에서 서로 다른 자식 노드로 분기하면 해당 노드가 기점이 되기 때문에 특정 노드가 기점이 되는 경우의 수는 모든 자식 노드 쌍의 S값을 곱한것이 됩니다.



shake!

# G. 1차원 체스

출제자: 오해성

- 따라서 마지막으로 트리를 순회하면서 각 노드가 기점이 되는 경우의 수를 구해주면 됩니다.
- 다만 자식의 수도 최대  $N$ 개 이므로  $O(N^2)$ 으로 구하는 것이 아니라 다음과 같이 우회하여  $O(N)$ 에 값을 구해주어야 합니다.

$$\frac{((\sum S_{child})^2 - \sum (S_{child})^2)}{2}$$

- 총  $S$ 개의 노드가 존재하고 각 노드의 자식을 map으로 관리한다면  $\log N$ 이 필요하므로  $O(S \log N)$ 의 시간 복잡도 안에 풀이할 수 있습니다.

**shake!**



# H. 유산

전체 제출: 22

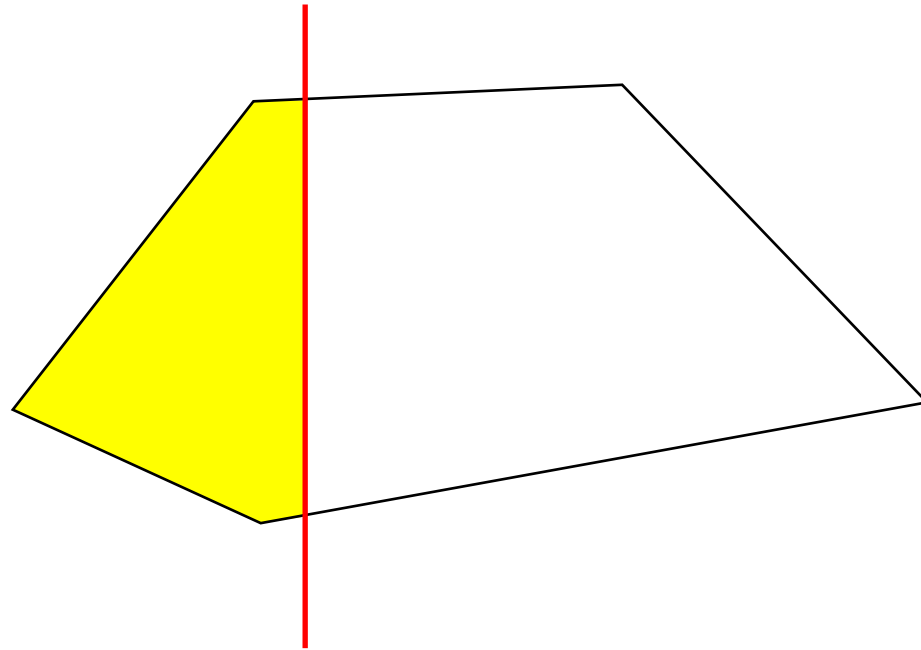
맞은 사람: 4 (18.18%)

출제자: 김민상 (숭실대)

## H. 유산

출제자: 김민상

- 주어지는 좌표 입력들을 이용해서 볼록다각형을 만들고 직선  $x = a$  으로 두개로 나뉘는 볼록다각형 넓이가 같아질 때  $a$ 의 값을 찾는 것이 문제입니다.
- 아래 그림처럼 빨간색 직선으로 구분된 노란색 부분의 다각형의 넓이가 전체 넓이의 절반이 되도록  $a$ 값을 찾는 것입니다.



**shake!**

## H. 유산

출제자: 김민상

- 빨간색 직선이 오른쪽으로 갈 수록 넓이는 증가하기 때문에 이분탐색을 이용해서 우리가 찾고자 하는 값  $a$ 를 빠르게 찾을 수 있습니다.
- 이분탐색을 하면서 노란색 부분의 넓이를 구해야 합니다. 아주 간단한 방법으로는 노란색 다각형을 구성하는 점을 구한 후 시계 방향 또는 반시계 방향으로 정렬을 한 후 CCW을 이용해서 넓이를 구할 수는 있습니다. 하지만, 이 방법은 시간 안에 해결할 수 없습니다.
- 처음에 볼록다각형을 구할 때, 볼록다각형을 구성하는 점들이 반시계방향으로 정렬된 상태이기 때문에 점을 순차적으로 보면서 왼쪽 다각형을 구성하는 점들을 구한 후 CCW를 이용해서 넓이를 구하면 됩니다.

이를  $O(N)$ 로 구할 수 있습니다.

**shake!**

## H. 유산

출제자: 김민상

- 총 시간복잡도  $O(N \log N + N \log [2 * 10^9])$ 로 문제를 해결 할 수 있습니다.

shake!

# I. 1차원 애니팡

전체 제출: 4

맞은 사람: 0 (0.00%)

출제자: 오해성 (성균관대)

# I. 1차원 애니팡

출제자: 오해성

- 수열이 주어질 때 부호를 바꾸는 연산과 값을 1만큼 증가시키거나 감소시키는 연산을 사용하여 수열의 인접한 부분의 부호가 전부 다르도록 만드는 최소 비용을 구하는 문제입니다.
- 만약 문제에 쿼리가 없다면  $dp[i][j] = \text{minimum cost (} i \text{번 지점까지 보았고 } i \text{번 위치의 부호가 } + 0 - \text{일 때의 최소 비용)}$  으로 구할 수 있습니다.
- 위 문제와 같이 쿼리마다 한 지점에 값이 바뀌는 경우는 어떻게 처리해야 할까요?

shake!

# I. 1차원 애니팡

출제자: 오해성

- 우선 문제에서 처음 해볼 수 있는 관찰은 다음과 같습니다.  
해당 위치의 값을  $+, -, 0$  로 바꾸는 비용만 중요하며 서로 다른 위치는 연산 비용에 영향을 미치지 않는다.
- 즉 각 위치에 대해  $+, 0, -$  로 바꾸는 비용은 고정되어 있습니다.
- 따라서 총  $3^n$  의 경우에 대해 조건을 만족하면서 최소 비용일 때를 찾을 수 있으면 됩니다.

shake!

# I. 1차원 애니팡

출제자: 오해성

- 쿼리 문제이므로 구간을 묶어서 표현할 수 없을까요?
- 만약 하나의 구간이 주어진 조건(인접한 위치의 부호가 다르다) 를 만족시킨다면 그 구간에서는 양 끝의 부호만 중요하게 됩니다.
- 그렇다면 특정 구간에서의 최소비용을 {좌측 부호, 우측 부호} 총 9개의 상태에 대해서만 나타내고 이를 잘 합쳐줄 수 있으면 세그트리로 풀이할 수 있습니다.
- 구간을 합칠 때에는 좌측 구간의 우측 부호와 우측 구간의 좌측 부호가 다르면 좌측 구간의 좌측 부호와 우측 구간의 우측 부호를 가진 새로운 구간으로 나타낼 수 있습니다.

shake!



# I. 1차원 애니팡

출제자: 오해성

- 결과적으로 세그트리를 초기화 하는 연산이  $O(81N)$  업데이트 하는 연산이  $O(81\log N)$  이므로  $O(81N + 81Q\log N)$  의 시간 복잡도 안에 풀이할 수 있습니다.

shake!