

2025 DGUPC 풀이

주최/주관



CAPS

동국대학교
Dongguk University



| SEI

소프트웨어교육원
Software Education Institute

후원



문제	의도한 난이도	출제자
A 역사를 걸으면 동국이 보이고	Easy	sungso376
B 출제자가 몇명	Easy	exzile_27
C 피막치	Easy	exzile_27
D 종양 찾기	Easy	sungso376
E 직사각형 채우기	Medium	exzile_27
F drs	Medium	sadang_mofun
G 큐브 채우기	Medium	sungso376
H 스왑 스왑	Medium	exzile_27
I 팔정도 모니터링	Medium	exzile_27
J 그래도 시간은 흐른다	Hard	exzile_27
K 이번 시험 다들 다양한 방식으로 망쳤나 봐	Hard	sungso376

A. 역사를 걸으면 동국이 보이고

implementation

출제진 의도 - **Easy**

- ✓ 제출 52번, 정답 48명 (정답률 92.3%)
- ✓ 처음 푼 사람: **전설의휘까스장인**, 0분
- ✓ 출제자: sungso376

A. 역사를 걸으면 동국이 보이고



- ✓ 단순한 출력 문제이며, 시간복잡도는 $\mathcal{O}(N)$ 입니다.
- ✓ 2025 DGUPC, 재밌게 즐기셨을까요?
- ✓ 사랑하는 동국대학, 같이 만들어 갑시다!

B. 출제자가 몇명

implementation

출제진 의도 - **Easy**

- ✓ 제출 112번, 정답 48명 (정답률 42.9%)
- ✓ 처음 푼 사람: **전설의휘까스장인**, 2분
- ✓ 출제자: `exzile_27`

B. 출제자가 몇명



- ✓ 이 문제는 각 사람마다 네가지 조건을 모두 검사하면 됩니다.
- ✓ 각 조건 중 하나라도 만족하면 출제자가 될 수 있기 때문에 OR을 활용해야합니다.
- ✓ N이 매우 작기 때문에 $\mathcal{O}(N)$ 으로 한사람마다 직접 세어주면 됩니다.

C. 피막치

implementation, bruteforcing

출제진 의도 - **Easy**

- ✓ 제출 107번, 정답 43명 (정답률 40.2%)
- ✓ 처음 푼 사람: **대상은나의것**, 6분
- ✓ 출제자: `exzile_27`

C. 피막치



- ✓ 가능한 모든 피자, 막국수, 치킨의 개수 조합은 $P * M * C$ 개 입니다.
- ✓ 따라서 3중 반복문을 통해서 모든 p, m, c 의 조합에 대해 $|(p + m) \cdot (m + c) - X|$ 의 값을 직접 계산 후 그 중 최솟값을 찾으면 됩니다.
- ✓ $P, M, C \leq 100$ 으로 작기 때문에 $\mathcal{O}(PMC)$ 으로 충분합니다.

D. 종양 찾기

implementation, bruteforcing

출제진 의도 - **Easy**

- ✓ 제출 87번, 정답 37명 (정답률 42.5%)
- ✓ 처음 푼 사람: **대상은나의것**, 10분
- ✓ 출제자: sungso376

D. 종양 찾기



- ✓ 어떤 점에 대해서, 점이 속하고 모든 칸이 1인 직사각형을 생각해 봅시다.
- ✓ $a \times b$ 직사각형에 대해서, a 과 b 둘 중 하나가 1이 되어야 합니다.
- ✓ 이는 곧 a 과 b 이 모두 2 이상이면 안 된다는 결론을 얻게 됩니다.
- ✓ 이를 일반화 한다면, X-ray 사진 중에서 모든 칸이 1인 2×2 직사각형이 있으면 종양이라는 결론에 이릅니다.
- ✓ 이중 반복문으로 모든 칸이 1인 2×2 정사각형이 있는지 찾으면 되는 문제입니다.
- ✓ 시간복잡도는 $\mathcal{O}(NM)$ 입니다.

E. 직사각형 채우기

ad_hoc, constructive

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 52번, 정답 28명 (정답률 53.8%)
- ✓ 처음 푼 사람: **대상은나의것**, 22분
- ✓ 출제자: `exzile_27`

E. 직사각형 채우기



- ✓ 전체 점수는 모든 직사각형의 넓이 합으로, 각 넓이는 (행 길이) \times (열 길이)입니다.
- ✓ 전체 직사각형의 수를 $K = NM/4$ 라 두고, k 번째 직사각형의 세로 길이를 Δr_k , 가로 길이를 Δc_k 라 합시다.
- ✓ 그러면 총점은 아래와 같이 표현됩니다.

$$S = \sum_{k=1}^K (\Delta r_k) (\Delta c_k).$$

E. 직사각형 채우기



- ✓ 일단 이러한 가로와 세로길이가 확정된 상태에서는 재배열 부등식에 의해서 큰 것 끼리 곱하는것이 최적입니다.
- ✓ (증명) 교차하는 두 쌍 $(a, c), (b, d)$ 가 있을 때 $a < b < c < d$ 이면 $|a - c| + |b - d| < |a - d| + |b - c|$ 이므로, 교차를 해소할수록 합이 증가합니다. (재배열 부등식)
- ✓ 이제 이러한 가로쌍과 세로쌍을 각각 어떻게 구성해야 하는지를 생각해봅시다.
- ✓ 행을 1번부터 N 번까지 세워두고, 두 행을 짝지으면 그 사이에 몇 개의 다른 행이 끼어 있는지에 따라 ‘세로 길이’가 결정됩니다.
- ✓ 모든 행쌍의 거리 합은, 각 인접한 두 행 사이에 세워진 구분선(컷)을 기준으로, 그 구분선을 지나가는 쌍이 몇 개인지를 전부 합한 값과 같습니다.

E. 직사각형 채우기

- ✓ 컷 t 왼쪽에는 t 개의 행이, 오른쪽에는 $N - t$ 개의 행이 있으므로, 이 구분선을 통과할 수 있는 쌍의 최대 개수는 $\min(t, N - t)$ 개입니다.
- ✓ 따라서 전체 세로 길이 합의 최댓값은

$$\sum_{t=1}^{N-1} \min(t, N - t) = \left(\frac{N}{2}\right)^2$$

이며, 이 최댓값을 달성하는 모든 짝짓기는 최적입니다.

- ✓ 그중 하나로 $(1, N), (2, N - 1), \dots$ 처럼 바깥 \leftrightarrow 바깥으로 묶는 방법이 가능합니다.
- ✓ 열에 대해서도 동일하게 적용되어 $\sum \Delta c = (M/2)^2$ 가 됩니다.
- ✓ 이제 각 행과 열을 큰것부터 차례로 매칭하며 직사각형을 만들면 최적입니다.

E. 직사각형 채우기

- ✓ N, M 이 짝수이므로 아래와 같이 배열을 4 조각으로 나누어 대칭되도록 채우면 최대가 됩니다.

1	2	3	3	2	1
4	5	6	6	5	4
4	5	6	6	5	4
1	2	3	3	2	1

E. 직사각형 채우기



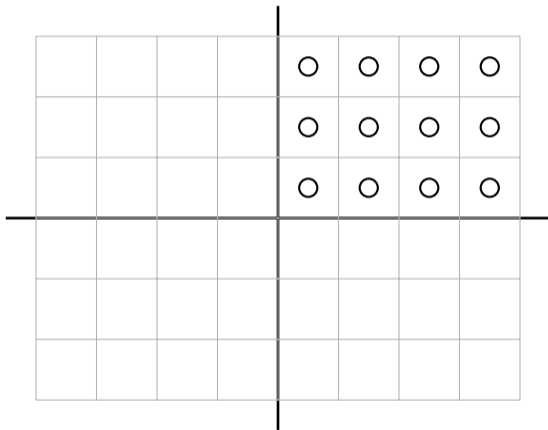
- ✓ 가로 $M/2 + 1$, 세로 $N/2 + 1$ 크기로 슬라이딩하며 채우는것도 가능합니다.

1	2	3	1	2	3
4	5	6	4	5	6
1	2	3	1	2	3
4	5	6	4	5	6

E. 직사각형 채우기 / 별해 by kevinlys00



다음 영역과 겹치는 직사각형의 넓이에 대해서 생각해봅시다:



E. 직사각형 채우기 / 별해 by kevinlys00



- ✓ 원점을 $(N/2, M/2)$ 로 평행이동 했다고 가정해봅시다. 그러면 동그라미 친 부분은 1 사분면이라고 생각할 수 있습니다.
- ✓ 오른쪽 위의 꼭짓점 기준으로 그 점의 좌표가 (i, j) 일 때 1사분면과 겹치는 영역의 넓이는 최대 $\max(0, i) \times \max(0, j)$ 의 넓이를 가지게 됩니다.
- ✓ $NM/4$ 개의 직사각형들과 1사분면과의 교점의 넓이의 합이 최대가 되게 하기 위해서는 모든 오른쪽 위 꼭짓점이 1사분면에 있어야 하고, 넓이는 $(1 + 2 + \dots + N/2) \times (1 + 2 + \dots + M/2)$ 가 됩니다.
- ✓ 따라서 모든 사분면에 대해서 최대가 되게 하려면 모든 직사각형의 꼭짓점이 각 사분면에 한개씩 있어야 합니다.

F. drs

prefix_sum, sorting

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 67번, 정답 15명 (정답률 22.4%)
- ✓ 처음 푼 사람: **대상은나의것**, 47분
- ✓ 출제자: sadang_mofun

F. drs



- ✓ 주어진 입력은 **전체 순위에 대한 Δt** 이기 때문에 **드라이버가 측정하는 상대적인 물리적 거리에 대한 Δt** 로 바꾸어 주는 작업이 필요합니다.
- ✓ 누적합을 통해 드라이버가 선두의 드라이버와의 누적 격차를 구합니다.
- ✓ 어떤 드라이버끼리는 실제 주행한 거리가 여러 바퀴로 차이가 날 수 있기 때문에, 누적한 격차에 $\text{mod } T$ 연산을 해 줍니다. 이를 통해 **현재 도로에서 드라이버의 절대적인 위치**를 얻을 수 있습니다.
- ✓ 현재 도로에서 드라이버의 절대적인 위치를 기준으로 정렬을 해주면, **드라이버가 측정하는 상대적인 물리적 거리에 대한 Δt** 를 구할 수 있습니다.
- ✓ Δt 가 DRS를 수행 조건에 적합한지 확인해 주면 됩니다.
- ✓ 시간 복잡도는 $\mathcal{O}(N \log N)$ 입니다.

G. 큐브 채우기

math, game_theory, parity

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 27번, 정답 10명 (정답률 40.7%)
- ✓ 처음 푼 사람: **대상은나의것**, 47분
- ✓ 출제자: sungso376

G. 큐브 채우기



- ✓ 이 게임에서 특정 상황에 맞는 필승법이 있습니다.
- ✓ 필승법 : "앞선 상대방이 둔 위치에서 중심에 대칭되는 위치에 블럭을 놓는다."
- ✓ N 이 홀수일 때는 아코가 필승을 하고, N 이 짝수일 때는 아코가 필패합니다. 왜 그런지 살펴볼까요?
- ✓ 필승법이 무엇인지 알았다면 해당 문제를 $\mathcal{O}(T)$ 만에 푸실 수 있습니다.

G. 큐브 채우기



- ✓ N 이 짝수일 때는 아코가 필패합니다. 왜냐하면 동국이에게는 필승법이 있기 때문입니다.
- ✓ 수학적 귀납법으로 증명해 봅시다.
- ✓ $n = 1$ 라운드일 때
아코가 빈 칸에 블럭을 놓고, 동국이는 중심에 대칭되는 위치에 블럭을 놓을 수 있습니다.
 N 이 짝수일 때는 모든 칸에서 중심에 대해 대칭점이 존재하기 때문이죠. N 이 홀수일 때는 대칭점이 없습니다.
- ✓ $n = k$ 라운드까지 해당 필승법을 사용했고, $n = k + 1$ 라운드에서 해당 필승법을 사용할 수 있는지 확인해 봅시다.

G. 큐브 채우기

- ✓ $n = k + 1$ 라운드에서 아코가 빈칸에 블럭을 놓을 수 없는 경우, 아코는 패배하게 됩니다.
- ✓ $n = k + 1$ 라운드에서 아코가 빈칸에 블럭을 놓았고, 동국이가 중심에 대칭되는 위치에 블럭을 놓을 수 있는지 확인하면 됩니다.
- ✓ 동국이가 중심에 대칭되는 위치에 블럭을 놓을 수 없다고 가정해 봅시다.
- ✓ **경우 1)** 동국이가 놓으려는 위치에 "아코"가 둔 블럭이 존재한다.
 $n = k$ 라운드까지는 해당 필승법이 통했기 때문에 "아코"가 둔 블럭에서 중심에 대칭되는 위치에 블럭이 있을 것입니다. 하지만 이는 곧 $n = k + 1$ 라운드에서 아코가 블럭을 둘 수 있음에 모순입니다.
- ✓ **경우 2)** 동국이가 놓으려는 위치에 "동국이"가 둔 블럭이 존재한다.
 경우 1)과 동일한 논리입니다.
- ✓ 즉 N 이 짝수인 경우에 대해서 해당 필승법은 타당합니다.

G. 큐브 채우기



- ✓ N 이 홀수일 때는 $n = 1$ 라운드일 때 아코가 빈 칸에 블럭을 놓고, 항상 동국이는 중심에 대칭되는 위치에 블럭을 놓을 수 없습니다.
- ✓ 아코가 가장 중심에 블럭을 놓는다면, 해당 위치에서 중심에 대칭된 위치는 오로지 중심뿐이기 때문입니다.
- ✓ 이제 아코는 가장 중심에 블럭을 놓고 시작하고, 필승법을 따르면 N 이 짝수일 때의 논리에 따라 필승할 수 있습니다.

H. 스왑 스왑

sorting, ad_hoc

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 21번, 정답 4명 (정답률 19.0%)
- ✓ 처음 푼 사람: **h4rry**, 61분
- ✓ 출제자: **exzile_27**

- ✓ 연산은 두 전치의 합성으로, $(i, i+1)$ 다음 $(j, j+2)$ 를 수행합니다.
- ✓ 특히 $i = j$ 일 때

$$(i, i+1) \circ (i, i+2) = (i, i+2, i+1)$$

이 되어, 인접한 세 원소로 이루어진 **3사이클**을 한 번의 연산으로 만들 수 있습니다.

- ✓ 따라서 $i = 1, \dots, N - 2$ 에 대해 $(i, i+1, i+2)$ 또는 그 역을 자유롭게 생성할 수 있습니다.
- ✓ 이와 같은 인접 3사이클들의 집합은 $N \geq 3$ 에서 전체 짝수 치환의 집합 A_N 을 생성합니다.
- ✓ 즉, 가능한 모든 짝수 치환을 연산들의 조합으로 만들 수 있으며, 모든 짝수 패리티 순열은 정렬로 수렴 가능합니다.

- ✓ 결과적으로 초기 순열의 역전수 $\text{inv}(a)$ 가 짝수이면 **Yes**, 홀수이면 **No**입니다.
- ✓ **역전 (Inversion)**이란, 순열에서 인덱스 $i < j$ 이면서 $a_i > a_j$ 인 쌍 (i, j) 를 의미합니다.
- ✓ $N = 2,000$ 이므로 버블정렬을 통해서 $\mathcal{O}(N^2)$ 으로 역전의 개수가 계산 가능합니다.

I. 팔정도 모니터링

sorting, ad_hoc, ternary_search

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 19번, 정답 2명 (정답률 10.5%)
- ✓ 처음 푼 사람: **h4rry**, 74분
- ✓ 출제자: **exzile_27**

- ✓ 단순히 t 를 $-R$ 부터 R 까지 전부 계산하면 시간복잡도가 $\mathcal{O}(NR)$ 이 되어 TLE를 받습니다.
- ✓ 수식을 전개해보면,

$$G(t) = \sum_i |x_i| + \sum_i |y_i| + \sum_i (3|t - x_i| + 2|t - y_i| + |t + y_i|)$$

이므로, t 에 영향을 주는 항은 $3|t - x_i|, 2|t - y_i|, |t + y_i|$ 세 종류뿐입니다.

- ✓ 이제 각 항의 절댓값 안쪽 값을 전부 배열에 넣어봅시다.
- ✓ 즉, 각 스피커마다 x_i 를 3번, y_i 를 2번, $-y_i$ 를 1번 넣어서 총 $6N$ 개의 값으로 배열을 만듭니다.
- ✓ 이렇게 만든 배열을 정렬하고, 중앙에 위치한 값을 t 로 잡으면 $G(t)$ 가 최소가 됩니다.
- ✓ 배열의 크기는 $6N$ 이므로 $\mathcal{O}(N \log N)$ 정렬로 충분히 계산할 수 있고, 실제 구현에서는 `nth_element` 를 사용해 $\mathcal{O}(N)$ 으로도 가능합니다.
- ✓ 마지막으로, 구한 t 가 $[-R, R]$ 범위를 벗어나면 경계값으로 잘라줍니다.
- ✓ 이 과정을 통해 최적의 t 를 한 번만 구한 뒤 $G(t)$ 를 계산하면 됩니다.
- ✓ 시간복잡도는 $\mathcal{O}(N \log N)$, 공간복잡도는 $\mathcal{O}(N)$ 입니다.

- ✓ 결국 $G(t)$ 는 절댓값 함수들의 합이므로, 전체 그래프는 꺾인 U자 모양을 띕니다.
- ✓ 따라서 최소값은 꺾이는 지점인 $x_i, y_i, -y_i$ 중 하나에서만 발생합니다.
 - 각 스피커의 좌표 (x_i, y_i) 로부터 가능한 t 후보를 전부 모읍니다. 즉, 후보 집합은 $x_i, y_i, -y_i$ 이며 총 $3N$ 개가 됩니다.
 - 이후 x, y 를 기준으로 각각 양의 방향과 음의 방향에 대해 누적합을 미리 계산합니다.
 - $3N$ 개의 후보 t 에 대해 차례로 $G(t)$ 를 계산하며, 이때 t 가 범위 $[-R, R]$ 안에 있는 경우에만 유효하게 갱신합니다.
- ✓ 결국 모든 후보에 대해 계산하더라도 N 이 10^5 이하이므로 충분히 빠르게 통과합니다.

J. 그래도 시간은 흐른다

dijkstra

출제진 의도 - **Hard**

- ✓ 제출 12번, 정답 2명 (정답률 16.7%)
- ✓ 처음 푼 사람: **안산괴델 팬클럽**, 70분
- ✓ 출제자: `exzile_27`

J. 그래도 시간은 흐른다



- ✓ 단순히 정점만 놓고 다익스트라를 돌리면 틀립니다. 같은 정점이라도 도착 시각의 나머지 $t \bmod K$ 가 다르면, 다음 간선을 탈 수 있는 시점이 완전히 달라지기 때문입니다.
- ✓ 이를 해결하기 위해, 정점을 시간 상태별로 확장한 $N \times K$ **그래프**를 만듭니다.
- ✓ 각 노드는 (u, r) 형태로 표현하며, u 는 원래 정점, r 은 현재 시각의 나머지 $r = t \bmod K$ 입니다.
- ✓ 간선 $(u \rightarrow v, c, \phi)$ 에 대해, 현재 나머지 r 이 ϕ 의 배수($r \bmod \phi = 0$)일 때만 이동할 수 있습니다. 이동하면 시각이 c 만큼 증가하므로 다음 상태는 $(v, (r + c) \bmod K)$ 입니다.
- ✓ 결국 원래 그래프의 한 정점은 K 개의 시간 상태로 복제되고, 간선들은 주기 조건에 따라 이 K 개 층을 넘나듭니다.

- ✓ 시작 상태는 $(S, 0)$ 이고, 목표는 (T, r) 중 최소 거리를 찾는 것입니다.
- ✓ 이 확장 그래프에서 일반 다익스트라를 그대로 돌리면 됩니다.
- ✓ 모든 ϕ 가 K 의 약수이므로, $t \bmod K$ 만으로 각 간선의 통과 여부를 완전히 결정할 수 있습니다.
- ✓ 시간복잡도는 $\mathcal{O}((NK + MK) \log(NK))$ 이며, $K \leq 30$ 이라 충분히 통과됩니다.
공간복잡도는 $\mathcal{O}(NK)$ 입니다.

K. 이번 시험 다들 다양한 방식으로 망쳤나 봐

graphs, dag, scc

출제진 의도 - **Hard**

- ✓ 제출 5번, 정답 3명 (정답률 60.0%)
- ✓ 처음 푼 사람: **안산괴델 팬클럽**, 54분
- ✓ 출제자: sungso376

K. 이번 시험 다들 다양한 방식으로 망쳤나 봐



- ✓ 어떤 실수 a, b 에 대해서 antisymmetric가 성립하기 때문에, $a \leq b$ 이고 $b \leq a$ 이면 $a = b$ 입니다.
- ✓ 어떤 실수 a, b, c 에 대해서 transitive가 성립하기 때문에, $a \leq b$ 이고 $b \leq c$ 이면 $a \leq c$ 입니다.
- ✓ 그러면 특히 실수 a, b, c 에 대해서 $a \leq b, b \leq c, c \leq a$ 이면, $a \leq c$ 이고 $a \leq c$ 이기 때문에 $a = c$ 입니다.
- ✓ $a \leq b$ 임을 그래프처럼 $a \rightarrow b$ 으로 생각해봅시다.
- ✓ 사이클이 생긴다면 해당 사이클을 이루는 원소들은 모두 같은 수라고 생각할 수 있습니다.
- ✓ scc를 통해서 사이클을 찾아줘야할 거 같습니다. 그 다음은 어떻게 해야 할까요?

K. 이번 시험 다들 다양한 방식으로 망쳤나 봐



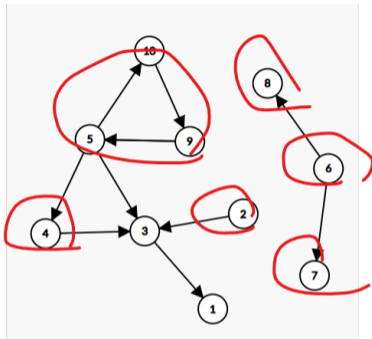
- ✓ a 번째 친구의 점수가 X 번째 친구의 점수보다 작고, b 번째 친구의 점수가 a 번째 친구의 점수보다 작다고 해봅시다. 즉, $score[b] \leq score[a] \leq score[X]$ 입니다.
- ✓ 만약 $score[b] = score[a] = score[X]$ 인 경우가 있을 수가 있고, 이때 X 번째 친구보다 점수가 작은 친구는 0명 입니다.
- ✓ X 번째 친구는 자신보다 낮은 서로 다른 점수값은 최대한 하고 싶기 때문에 $score[b] < score[a] < score[X]$ 이라고 하고 싶어할 것이고, 특히 X 번째 친구보다 점수가 작은 친구는 2명입니다. 최대가 되네요!
- ✓ 하지만 **서로 다른 점수값의 개수**를 세어야 하므로, scc를 통해 같은 점수를 가지는 친구들끼리 하나의 그룹으로 묶는다고 생각해 봅시다.
- ✓ scc로 묶어낸 그룹을 하나의 노드라고 생각한다면 방향 비순환 그래프로 바뀔 겁니다.

K. 이번 시험 다들 다양한 방식으로 망쳤나 봐



- ✓ X 번째 친구부터 시작해 방향 비순환 그래프를 따라 **자신보다 크거나 같은** 점수의 그룹을 세어 줄 수 있습니다.
- ✓ X 번째 친구보다 크거나 같은 점수 그룹의 개수를 세어주고, 전체 점수 그룹의 개수에 빼줍니다.
- ✓ 이때 특히 중요한 건 그래프를 역방향으로 만들어 X 보다 점수가 작은 그룹을 찾으려 하면 위험합니다.
- ✓ X 번째 친구와의 점수 관계가 주어지지 않은 다른 친구들 또한, X 번째 친구는 자기의 점수보다 작다고 할 것이기 때문입니다. 이러한 경우를 가장 잘 나타낸 게 예제 2입니다.
- ✓ 시간 복잡도는 $\mathcal{O}(N + M)$ 입니다.

K. 이번 시험 다들 다양한 방식으로 망쳤나 봐



- ✓ 예제 2의 경우 전체 사이클이 8개, X 번째 친구보다 크거나 같은 사이클이 2개입니다.
- ✓ 즉 X 번 친구의 점수보다 작은, 서로 다른 점수값들이 최대 $8 - 2 = 6$ 으로 총 6개가 만들어 질 수 있습니다.

수상.

2025 DGUPC 동국대학교 프로그래밍 경진대회

- ✓ 대상 : h4rry
- ✓ 금상 : yibangwon(손한솔)
- ✓ 은상 : 2dudgns, rlatkdgus2627, yee2know
- ✓ 동상 : skallook, catchesunpie, joyhunt
- ✓ 총 제출 : 561, 정답률 43.0%