

파랭이컵

by

Official Solutions



출제

- ✓ invrtd_h
- ✓ ksoosung77
- ✓ lycoris1600
- ✓ mugamta
- ✓ qvixnh22



검수

- ✓ naeby
- ✓ rustiebeats
- ✓ utilforever



후원

- ✓ mugamta
- ✓ 파댕이 카카오톡 이모티콘 20개 후원 감사합니다.
- ✓ 스타트링크(Startlink)
- ✓ 대회 플랫폼 및 채점 서버 제공 감사합니다.



문제	의도한 난이도	출제자
A 유치원생 파댕이 돌보기	Easy	mugamta
B 여중생 파댕이와 공부를	Easy	invrtd_h
C 파댕이의 학교 탈출大作전!	Hard	lycoris1600
D 폭탄주를 피해라! 파란댕댕이!	Medium	ksoosung77
E 충성! 파란댕댕이	Hard	qvixnh22
F 파댕이의 케이크 만들기	Hard	lycoris1600
G 직장인 파댕이의 사회생활	Medium	invrtd_h
H 파댕이의 예술작품	Hard	qvixnh22



A. 유치원생 파댕이 돌보기

math

출제진 의도 - **Easy**

- ✓ 제출 423번, 정답 312명 (정답률 80.142%)
- ✓ 처음 푼 사람: **riroan**, 0분
- ✓ 출제자: mugamta

A. 유치원생 파랭이 돌보기



- ✓ 파랭이는 사탕의 맛이 F 일때 F 분 동안 울음을 멈춥니다.
- ✓ 문제에서 요구하는 것은 시간 T 분 동안 울음을 멈추게 할 수 있는지의 여부입니다.
- ✓ 따라서 총 N 개 주어지는 사탕에서, 사탕의 맛 F 를 모두 더한 값을 T 와 비교하면 됩니다.



B. 여중생 파댕이와 공부를

implementation, string, parsing

출제진 의도 - **Easy**

- ✓ 제출 360번, 정답 188명 (정답률 55.556%)
- ✓ 처음 푼 사람: **riroan**, 7분
- ✓ 출제자: `invrtd_h`

B. 여중생 파덩이와 공부를



- ✓ 입력받은 행렬을 나타내는 2차원 배열을 만듭니다.
- ✓ 0-based index(숫자를 0부터 세는 인덱스)를 사용했을 때 세로로 i 번째, 가로로 j 번째에 있는 문제는 `arr[3 * i + 1][8 * j + 1]` 위치에서부터 접근하면 됩니다.
- ✓ `arr[3 * i + 1][8 * j + 6]`에 위치한 문자가 본문인지 여백인지를 판별한 다음 case-work 를 해 줍니다.
- ✓ 숫자를 읽는 방법은 C++이라면 `std::stoi()`, Python이라면 `int()` 함수 등을 사용하면 됩니다.



C. 파랭이의 학교 탈출 대작전!

BFS

출제진 의도 - **Hard**

- ✓ 제출 24번, 정답 3명 (정답률 16.667%)
- ✓ 처음 푼 사람: **golazcc83**, 119분
- ✓ 출제자: lycoris1600

C. 파랭이의 학교 탈출 대작전!



- ✓ 딱 보면 간단한 BFS 문제인 것 같습니다. 실제로도 어느 정도는 간단한 BFS 문제가 맞습니다. 하지만 간단하게 시간복잡도를 생각해 보면 $M*N*T \leq 1000*1000*360$ 이므로 시간 제한에 걸릴 것 같습니다. 어떻게 이 문제를 해결할 수 있을까요?
- ✓ 조금만 생각해 보면, T의 범위에 의해 파랭이의 이동 가능 횟수가 최대 360으로 제한되므로 이를 이용해 Early Cut을 한다는 아이디어를 떠올려 볼 수 있습니다. 즉, 이동 가능 횟수에 비해 보드가 너무 크면 답은 무조건 SAD가 나와야 합니다.
- ✓ 이 조건을 정확하게 식으로 표현하면 다음과 같습니다.
- ✓ $T < 20(\max(N, M) - 1) + K - 15$
- ✓ 실제로는 이정도로 엄밀한 bound를 확인할 필요 없고, 대충 $200 < \max(N, M)$ 일 경우 SAD를 반환하도록 해도 통과합니다.

C. 파랭이의 학교 탈출 대작전!



- ✓ 구현의 편의를 위해 다음과 같은 생각을 추가로 해볼 수 있습니다.
- ✓ 선생님은 인접한 8개의 칸만을 감시하나, 조금만 생각해 보면 선생님이 위치하던 칸으로 이동하는 것이 불가능하다는 것을 알 수 있습니다. 따라서 예외 처리 없이 3*3 for 문으로도 선생님의 위치를 처리할 수 있습니다.
- ✓ 어차피 Worst case에는 K가 1일 것이므로 일부러 밥 먹는 시간을 더해 점프시킬 필요가 없습니다. 그냥 (N,M)칸에서 $t < K$ 라면 자기 자신으로만 갈 수 있도록 코드를 한 줄만 추가하면 쉽게 BFS를 진행할 수 있습니다.

C. 파랭이의 학교 탈출 대작전!



- ✓ 구현을 할 때 다음과 같은 사항을 조심해야 합니다.
 - 제일 처음에 선생님이 교실을 감시하더라도 교실에 계속 있을 수 있다는 사실을 잊으면 안 됩니다.
 - 파랭이는 $t \% 10 = 5$ 일 때마다 이동하므로 파랭이의 이동이 끝나는 시간이 이동 횟수 * 10 보다 5 작다는 점에 유의해야 합니다.
 - 만약 분식점에서 출발하는 시간을 계산할 때 t 에 K 를 더하도록 구현했다면, 다음 이동 시간이 5의 단위로 끝나는지, 분식점에서 떡볶이를 먹는 중에도 선생님이 잘 이동하는지 확인해야 합니다.
- ✓ 위 내용을 조금만 신경써서 구현한다면 AC를 받을 수 있습니다.
- ✓ 정해 외에도 bitset을 이용한 풀이 등이 대회 시간 내에 여럿 통과하였습니다.



D. 폭탄주를 피해라! 파란댕댕이!

knapsack, two_pointer

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 85번, 정답 19명 (정답률 22.353%)
- ✓ 처음 푼 사람: **bnb2011**, 22분
- ✓ 출제자: ksoosung77

D. 폭탄주를 피해라! 파란댕댕이!



- ✓ 브루트포스로 하기에는 경우의 수가 너무 많아 시간초과가 날 수 있습니다. 그럼 어떻게 해야 할까요?
- ✓ 자세히 보시면 게임에 참여할 수 있는 최대 땡댕이 수는 100 000 마리 정도입니다.
- ✓ 그리고 최대 100 개를 일렬로 나열하기에 1 부터 100 000 마리까지 100 번 이동하면서 만들어 지는지 확인하는 knapsack 알고리즘을 이용하면 쉽게 풀 수 있습니다.
- ✓ 다만 파댕이가 맨 끝쪽이 아닌 원하는 위치에 시작하기에 knapsack을 2개 만든 후 현재 파댕이 무리수 + 왼쪽에 대려 올 수 있는 무리 수 + 오른쪽에 대려 올 수 있는 무리 수 = M 이 성립하고 성립될때 가장 가까운 시간 $\times 2$ + 가장 먼 시간이 T 이내에 들면 YES, 아니면 NO를 출력하면 됩니다.



E. 충성! 파란댕댕이

exponentiation_by_squaring, graph

출제진 의도 - **Hard**

- ✓ 제출 66번, 정답 13명 (정답률 19.697%)
- ✓ 처음 푼 사람: **hyperbolic**, 24분
- ✓ 출제자: qvixnh22

E. 총성! 파란댕댕이



- ✓ 건물을 정점으로, 도로를 간선으로 하는 그래프를 생각합니다.
- ✓ 세 정점을 잇는 간선은 길이가 2입니다. 따라서 세 정점을 잇는 간선마다 추가 정점을 부여해, 그 정점과 원래 세 정점을 연결하는 그래프에서 경우의 수를 구하면 될 것 같습니다.
- ✓ 세 정점 A, B, C를 연결하는 간선을 추가 정점 D를 부여해 A-D, B-D, C-D 간선으로 대체하는 것입니다.
- ✓ 하지만 간선을 따라가다가 중간에 되돌아오지 않는다는 조건에도 불구하고, 이 그래프에서는 A->D->A의 경로를 세게 됩니다.

E. 총성! 파란댕댕이



- ✓ 반대로 정점을 분할해야 합니다. 각 정점마다 "1분 뒤에 이 정점에 도달함"을 나타내는 정점을 추가합니다.
- ✓ 두 정점을 연결하는 간선은 바로 원래 정점으로 그래프를 그리고, 세 정점을 연결하는 간선은 추가 정점으로 이동하게 합니다.
- ✓ 추가 정점에서 원래 정점으로는 항상 이동할 수 있고, 반대로 원래 정점에서 추가 정점으로는 이동할 수 없습니다.
- ✓ 인접 행렬을 거듭제곱하면 경우의 수를 얻을 수 있습니다.



F. 파랭이의 케이크 만들기

math

출제진 의도 - **Hard**

- ✓ 제출 9번, 정답 6명 (정답률 66.667%)
- ✓ 처음 푼 사람: **sjhi00**, 33분
- ✓ 출제자: lycoris1600

F. 파랭이의 케이크 만들기



- ✓ N개의 케이크 단을 K개를 쌓을 때 $i+1$ 번째 단을 쌓기 위해 항상 i 번째 단이 필요하다면, 모든 순간에서 다음과 같은 식이 성립해야 함을 알 수 있습니다.
- ✓ $\#1 \leq \#2 \leq \dots \leq \#N$ where $\#i$ is number of i ' th cake floor
- ✓ 조금 생각해보면 뭔가 웰노운인 카탈란수와 비슷한 형태가 나온다는 것을 확인할 수 있습니다.

F. 파랭이의 케이크 만들기



- ✓ n 차원 카탈란 수로 알려진 아래와 같은 표현을 얻을 수 있습니다.
- ✓ 구하고자 하는 사건의 경우의 수는 $\prod_{1 \leq p < n} [p! / (k+p)!] (nk)!$ on $1 \leq p < n$ where n is dimension of Catalan number이 됩니다.
- ✓ 전체 사건의 경우의 수는 $\prod [nCr((n-p)k, k)]!$ on $1 \leq p < n$ 입니다.
- ✓ Factorial을 단순히 `math.factorial`을 사용하면 TLE를 받을 수 있습니다. 이는 실제 factorial 계산을 매번 하는 것이 매우 비효율적이기 때문입니다.
- ✓ Factorial을 전처리한 배열을 사용하면 실행에 걸리는 시간을 크게 줄일 수 있습니다.



G. 직장인 파댕이의 사회생활

dijkstra, ad_hoc

출제진 의도 - **Medium**

- ✓ 제출 85번, 정답 30명 (정답률 36.471%)
- ✓ 처음 푼 사람: **jh01533**, 14분
- ✓ 출제자: invrtd_h

G. 직장인 파댕이의 사회생활



- ✓ 기본적으로 그래프에서 최단 경로를 찾는 문제이므로 데이크스트라 알고리즘을 사용할 수 있습니다.
- ✓ 그러나 이 그래프는 NK 개의 정점을 가지고 $N(K - 1) + KE$ 개의 간선을 가지므로 그래프 전체를 가지고 데이크스트라 알고리즘을 돌리는 것은 부적절합니다.

G. 직장인 파댕이의 사회생활



엘리베이터를 한 번만 사용하는 경로 중에 반드시 최적의 경로가 있다는 것을 증명해봅시다.

- ✓ 어떤 경로가 $1 \rightarrow v_1 \rightarrow v_2 \rightarrow N$ 번 정점을 순서대로 지나고, v_1, v_2 번 정점에서 각각 엘리베이터를 탔다고 가정합니다.
- ✓ 그렇다면 이 경로를 그대로 지나되 엘리베이터만 v_1 번 정점에 있는 엘리베이터와 v_2 번 정점에 있는 엘리베이터 중 더 빠른 엘리베이터를 타면 시간이 줄어듭니다.
- ✓ 두 엘리베이터의 속도가 같더라도 둘 중 하나의 엘리베이터만 타면서 같은 시간이 드는 경로가 존재합니다.

따라서 엘리베이터를 한 번만 사용하는 경로 중에 반드시 최적 경로가 있습니다.

G. 직장인 파댕이의 사회생활



- ✓ 따라서 1 번 정점으로부터 모든 정점으로 가는 데 걸리는 최단 시간을 데이크스트라를 이용해 구하고, N 번 정점으로부터 모든 정점으로 가는 데 걸리는 최단 시간을 데이크스트라를 이용해 구한 뒤, 엘리베이터 비용을 고려해, 가능한 N 개의 경로 중 최단 시간 경로를 찾으면 됩니다.



H. 파랭이의 예술작품

bipartite_matching, geometry_hyper
출제진 의도 - **Hard**

- ✓ 제출 20번, 정답 2명 (정답률 10.000%)
- ✓ 처음 푼 사람: **sjhi00**, 102분
- ✓ 출제자: qvixnh22

H. 파랭이의 예술작품



- ✓ 정십육포체의 이웃한 두 걸포를 연결한 연결그래프를 생각합니다. 이때 정점은 걸포, 간선은 두 걸포의 교면입니다.
- ✓ 최대 두 걸포까지 한 개의 전구로 커버할 수 있으므로 16-(연결 그래프의 최대 매칭)이 정답이 됩니다.
- ✓ 이 문제에서는 반대로 뚫지 않은 면이 주어지므로 정십육포체 전체 그래프에서 주어지는 간선을 제거해야 합니다.
- ✓ 조금 더 쉽게 연결그래프를 그리려면 쌍대다포체를 이용할 수도 있습니다.

H. 파랭이의 예술작품

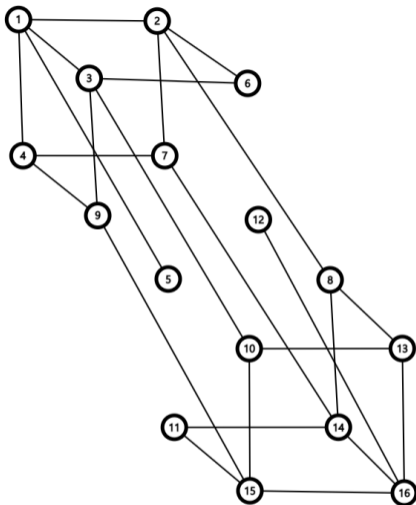


그림 H1.

H. 파랭이의 예술작품

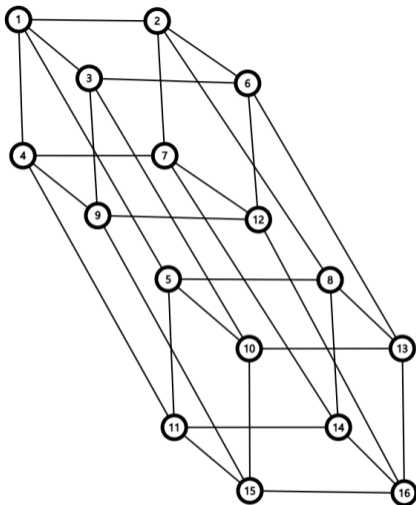


그림 H2.

H. 파랭이의 예술작품



- ✓ 그림 H1.은 본문에서 주어지는 간선과 마주보는 면의 합이 17이라는 사실만으로 만들 수 있는 그래프입니다.
- ✓ 정십육포체의 쌍대다포체가 정팔포체라는 사실을 이용하면 정팔포체 위에서 그래프를 더 쉽게 그릴 수 있습니다.
- ✓ 쌍대 관계에서 정십육포체의 겉포가 정팔포체의 꼭짓점에, 정십육포체의 겉포 쌍의 교면이 정팔포체의 모서리에 대응되는 사실을 이용하면 그림 H2.와 같은 그래프를 얻을 수 있습니다.
- ✓ 구체적으로 1을 포함하는 세 사각형이 한 정육면체를 이루어야 하고, 정육면체의 한 꼭짓점은 1과 연결된 5가 될 수 없으므로 12가 나머지 한 꼭짓점이 됩니다.
- ✓ 아니면 직접 정십육포체를 직접 모델링해도 동일한 그래프를 얻을 수 있습니다.

H. 파랭이의 예술작품



- ✓ 해결해야 할 그래프는 n -입방체의 그래프이므로 자명하게 이분그래프입니다. 구체적으로 정사면체 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16이 한 그룹, 정사면체 2, 3, 4, 5, 12, 13, 14, 15가 한 그룹이 되게 나누면 이분그래프가 됩니다.
- ✓ 이분그래프 위에서 이분매칭 알고리즘으로 최대 매칭을 찾은 뒤 16에서 빼면 답을 얻을 수 있습니다.
- ✓ 이분그래프라는 사실과 정점 2, 3, 4, 5와 정점 12, 13, 14, 15가 대칭관계라는 사실을 이용하면 쉽게 전처리 그래프를 얻을 수 있습니다.
- ✓ 입력 제한이 작기 때문에 어떤 이분매칭 알고리즘으로도 쉽게 시간 내에 풀 수 있습니다.
- ✓ 이분 그래프는 그래프이므로 보통 그래프 매칭으로도 풀 수 있습니다.