



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

2021 연세대학교 프로그래밍 경진대회 풀이 슬라이드

Official Solutions

후원 : NAVER 

문제	의도한 난이도	출제자	
A 이 문제는 D2 입니다	Very Easy	김병철	k1m03205
B 수강변경	Easy	정기웅	QuqqU
C 아카라카	Easy	김병철	k1m03205
D binary는 호남선	Easy	정기웅	QuqqU
E 드디어 시작한 화석 발굴 이벤트	Easy	이국렬	1ky7674
F 철도 공사	Medium	이국렬	1ky7674
G 빌라봉 행성의 섬나라	Medium	정기웅	QuqqU



문제	의도한 난이도	출제자	
H 즐거운 과제 라이프	Medium	김병철	k1m03205
I 셔틀버스	Hard	김병철	k1m03205
J 세포 분열	Hard	정기웅	QuqqU
K K-계산기	Hard	이국렬	1ky7674
L Minimum Spanning Cactus	Hard	이국렬	1ky7674
M GIANT MIN COST BIPARTITE MATCHING	Challenge	이국렬	1ky7674



A. 이 문제는 D2입니다

출제자 : klm03205(김병철)

가장 먼저 푼 사람 : 00:00 luciaholic

프리즈 정답률 : 65.63% (42정답 64제출)



A. 이 문제는 D2입니다

- 단순 입력 및 문자열 처리 문제입니다.
- 다만, 공백이 들어올 수 있으므로 공백 처리를 잘 진행해야 합니다.
- 'D 2' 와 같은 입력이 들어올 수 있으니 단순히 공백 기준으로 나누면 안 됩니다.



B. 수강변경

출제자 : klm03025(김병철)

가장 먼저 푼 사람 : 00:06 surface_03

프리즈 정답률 : 34.57% (28정답 81제출)



- 문제 풀이에 익숙하지 않은 분들이 완탐으로 시도하는 것을 유도하도록, 일부러 시간제한을 4초로 설정한 문제였습니다.
- 실제로 프리징 기준 시간 초과가 2번째로 많이 뜬 문제였습니다.

- 최적으로 교환이 진행되었다면, 가져갈 수 있는 수업은 모두 원하는 사람에게 갔을 것입니다.
- 따라서, 교환 매물로 올라온 수업을 담는 배열, 듣고 싶은 수업을 담는 배열을 만들어서 개수만 비교해 주면 해결할 수 있습니다.

C. 아카라카

출제자 : QuqqU(정기웅)

가장 먼저 푼 사람 : 00:06 luciaholic

프리즈 정답률 : 25.22% (29정답 115제출)



- 맘편히 구현하고 가라고 만들었는데, 이렇게 많이 틀릴 줄 몰랐습니다...
- 구간을 조절하면서 반복적으로 해당 문자열이 팰린드롬인지 확인합니다.

[1 2 3 4 5 6 7 8]

[1 2 3 4]

[1 2]

[1]

위와 같이 한쪽 절반만 팰린드롬인지 확인하면 $O(N)$,
양쪽 모두 팰린드롬인지 확인하면 $O(N\log N)$ 에 AC를 받을 수 있습니다.

D. binary는 호남선

출제자 : QuqqU(정기웅)

가장 먼저 푼 사람 : 00:19 plast

프리즈 정답률 : 65.39% (17정답 26제출)



- $\lceil \log N \rceil$ 으로 낚시를 하고 있는 문제입니다. (...월척..?)
- 사실 맨 앞자리 수와 맨 뒷자리 수만 안다면 정답을 알아낼 수 있습니다.

- $0\cdots\cdots 1$: 가운데 어떤 수가 존재해도, 항상 오르막 구간의 개수가 1개 많습니다.
- $1\cdots\cdots 0$: 가운데 어떤 수가 존재해도, 항상 내리막 구간의 개수가 1개 많습니다.
- $0\cdots\cdots 0$: 가운데 어떤 수가 존재해도, 항상 평탄한 구간입니다.
- $1\cdots\cdots 1$: 가운데 어떤 수가 존재해도, 항상 평탄한 구간입니다.
- 인터랙티브 문제이므로, 개행과 flush를 신경쓰면 쉽게 AC입니다.

E. 드디어 시작한 화석 발굴 이벤트

출제자 : lky7674(이국렬)

가장 먼저 푼 사람 : 00:36 luciaholic

프리즈 정답률 : --.--% (9정답 24제출)

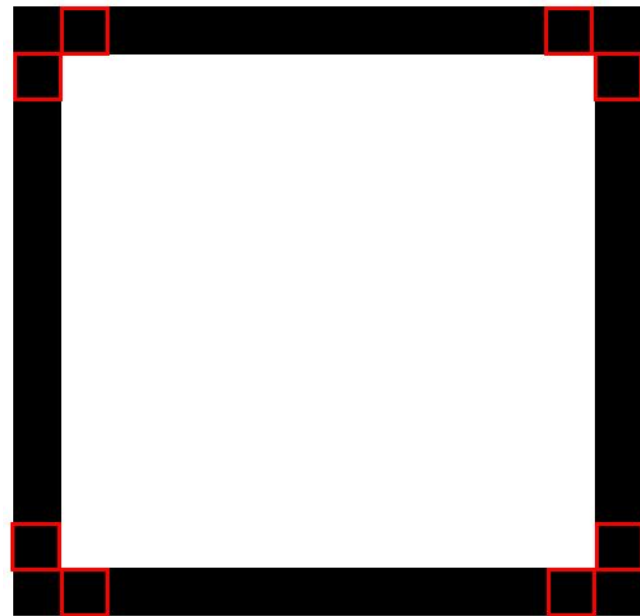


연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

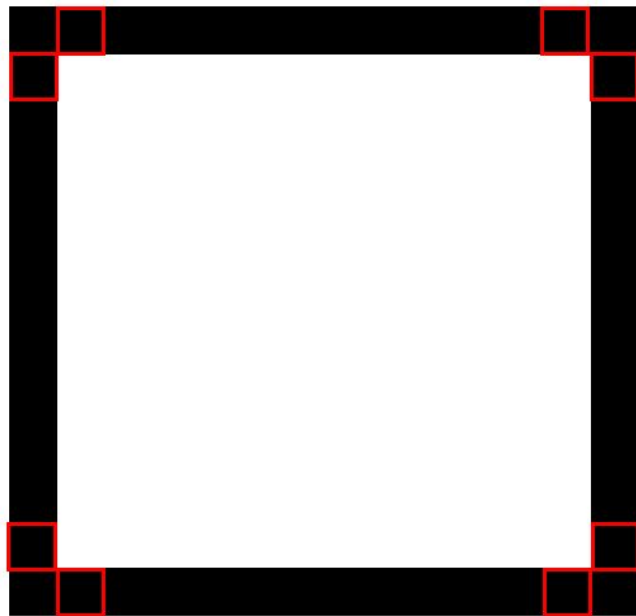


- 21871 화석 발굴 이벤트의 원래 문제.
- 이번 신입생 대회에 내려고 했지만, 사정상 본 대회로 옮기게 되었습니다.
- 시키는 대로 구현하는 문제로 보임. 그러나 조금 더 간단히 짤 방법이 있음.

- 오른쪽 그림에 표시된 구간 중 하나만 빈 칸.
- 이를 통해서 화석의 크기를 쉽게 알 수 있음.
- 빈 칸을 통해서 모양을 구분할 수 있음.



- 이전에 탐색한 화석이 있는 정사각형 영역을 그냥 지나가는 방법을 취하면 빠르게 답을 얻을 수 있음.
- 의도한 시간 제한 : $O(N^2)$



F. 철도 공사

출제자 : lky7674(이국렬)

가장 먼저 푼 사람 : 00:49 surface_03

프리즈 정답률 : --.--% (9정답 24제출)



- 자료구조 수업 잘 들으셨나요?
 - linked list : 노드 앞뒤로 삽입, 삭제를 $O(1)$ 에 하는 자료구조.
- 컴과 2학년 이상이면 모두가 아는 circular linked list를 구현하는 문제입니다!
- 다만 시간이 좀 빡빡해서 최적화가 좀 필요합니다.

- 역의 종류 100만개 → 노드 100만개 배열을 만들어야 합니다.
 - 생성자는 상당히 느립니다.
- pointer 대신에 노드의 배열 번호를 사용하면 좀 더 빠르게 구현할 수 있습니다.
 - pointer는 8 byte에 접근 속도가 상대적으로 느린 편입니다.

G. 빌라봉 행성의 섬나라

출제자 : QuqqU(정기웅)

가장 먼저 푼 사람 : 01:42 xivnick

프리즈 정답률 : 58.33% (7정답 12제출)



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY



- 8MB 메모리 제한이 있습니다.
- V의 최대개수는 10^6 입니다. $\Rightarrow 4B \times 10^6 = 4MB$
- 트리를 직접 저장해서

매번 DFS로 connected component의 개수를 파악할 수 없습니다.

Conneted Component의 개수를 세는 좋은 방법이 있을까요?

- $n(\text{Conneted Component}) = n(V) - n(E)$ 를 이용해
각 나라별로 섬의 개수를 관리해 줍니다.
- 2번 쿼리 : +1
3번 쿼리 : -1
- 배열의 길이를 타이트하게 잡지 않으면 메모리 초과가 날 수 있습니다.

H. 즐거운 과제 라이프

출제자 : klm03205(김병철)

가장 먼저 푼 사람 : 01:35 surface_03

프리즈 정답률 : 21.74% (5정답 23제출)



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY



H. 즐거운 과제 라이프

- 과제 하나를 완료하기 위해 필요한 날의 최댓값이 125,000,000 이므로, 완전 탐색은 불가능 합니다.
- 그러나 완전 탐색과 유사한 풀이를 시도한 분들이 굉장히 많았습니다.



H. 즐거운 과제 라이프

- 과제 사이클은 $\text{lcm}(\text{과제의 수}, \text{쉬는 날까지의 간격})$ 임이 보장됩니다.
- 한 번의 사이클의 크기는 충분히 완전 탐색을 진행할 수 있기 때문에, 사이클 1회 동안 어떤 과제를 몇 번 수행했는지 확인할 수 있습니다.
- 이후 (각 과제를 마무리 하기 위해 필요한 날) / (1 사이클 당 수행하는 과제의 수)에 대한 연산을 진행하고, 최솟값을 찾게 되면, 과제를 마무리 하기 위해 필요한 최소 사이클의 수가 나옵니다.



H. 즐거운 과제 라이프

- 그러나, 마지막 사이클에 2개 이상의 과제가 동시에 끝날 수 있으므로, (최솟값 - 1) 만큼의 사이클을 돌렸다고 가정하고 잔여 과제일에 $(\text{최솟값} - 1) * (1 \text{ 사이클에 삭제되는 과제의 수})$ 만큼 빼 줍니다.
- 이후 마지막 1 사이클을 한 번 더 돌면서 가장 먼저 끝나는 과제의 번호를 출력하면 해결 됩니다.



I. 셔틀버스

출제자 : klm03205(김병철)

가장 먼저 푼 사람 : XX:XX ---(---)

프리즈 정답률 : 00.00% (0정답 0제출)



- 출제자가 의도한 풀이는 슬라이딩 윈도우입니다.
- 정류장이 5개라면, 버스는 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 - 3 - 2 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 4 ... 로 이동합니다.
- 즉, 길이가 M인 윈도우를 만들어서 해당 윈도우가 포함하고 있는 구간이 문제에 주어진 구간과 동일한지 비교하면 됩니다.
- 단, 단순히 모든 값을 비교하게 된다면 시간 문제가 발생할 수 있으므로, 해싱을 활용해 양 끝의 데이터만 조정하는 방식으로 접근해야 합니다.
- 슬라이딩 할 전체 구간의 길이가 너무 짧으면 모든 케이스를 확인하지 못하고, 너무 길면 메모리가 터질 수 있으므로 구간의 길이 또한 잘 설정해야 합니다. (Hint: 버스가 순회하는 구간의 길이는 $N * 2 - 1$ 입니다.)

J. 세포 분열

출제자 : QuqqU(정기웅)

가장 먼저 푼 사람 : 02:32 surface_03

프리즈 정답률 : 50.00% (1정답 2제출)



- 요리보고 저리봐도 DP 냄새가撲撲나는 것 같습니다.
- 네 그렇습니다. DP 맞습니다.
- 결론부터 말하면 구간DP $O(N^3)$ 입니다.

- $\text{bool dp}[l][r][\text{init}]$: “초기 알파벳 init 으로 구간 $[l \sim r]$ 을 만들 수 있는가?”
- $\text{dp}[l][r][\text{init}] = \text{OR}(\text{dp}[l][i][\text{init}] \ \& \ \text{dp}[i+1][r][\text{init}])$

K. K-계산기

출제자 : lky7674(이국렬)

가장 먼저 푼 사람 : 04:41 surface_03

프리즈 정답률 : 00.00% (0정답 0제출)



- 네 번째 계산기 시리즈 문제입니다.
- 이전 우선순위 계산기보다 난이도를 크게 낮추었습니다.

- k번째 원소 뽑기 → Segment Tree로 $O(\log n)$ 에 뽑을 수 있습니다.
 - pbds는 $O(\log n)$ 이지만 상수 차이로 시간 초과로 만들었습니다.
 - SCPC 같은 대회에서도 TLE 나는 경우가 종종 있으니 조심해야 합니다.
- 연산자의 양 옆의 피연산자 찾기 및 새로운 피연산자 삽입
 - Linked List : $O(1)$
 - Set/Map : $O(\log n)$

- $m = 1,000,000,007$ 로 나눈 나머지 구하기
- 더하기, 빼기, 곱하기는 구하기 쉽다.
- P/Q 에서의 Q 의 곱셈 역원 Q^{-1} 을 구하는 방법은 조금 까다롭다.
 - 페르마 소정리 사용 : $Q^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$: 소수
 - $Q * Q^{m-2} \equiv 1 \pmod{m}$: Q^{m-2} 가 곱셈 역원이 된다.
 - Q^{m-2} 는 $O(\log m)$ 에 exponential by squaring으로 풀 수 있다.

L. Minimum Spanning Cactus

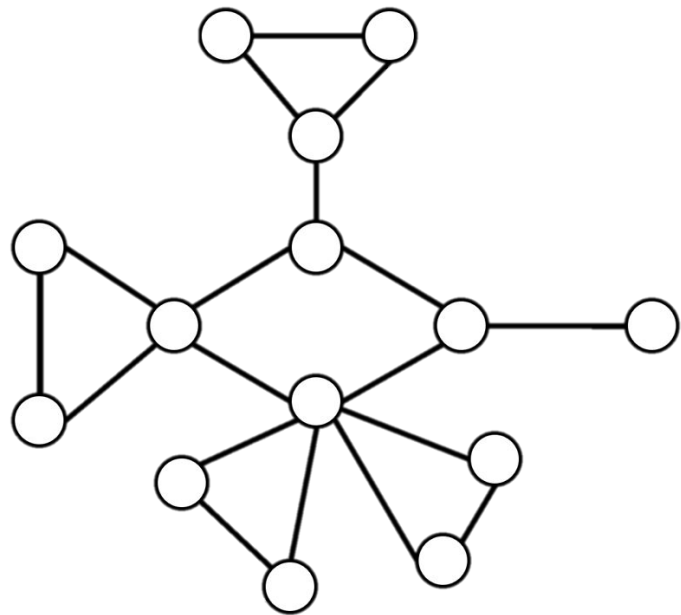
출제자 : lky7674(이국렬)

가장 먼저 푼 사람 : XX:XX ---(---)

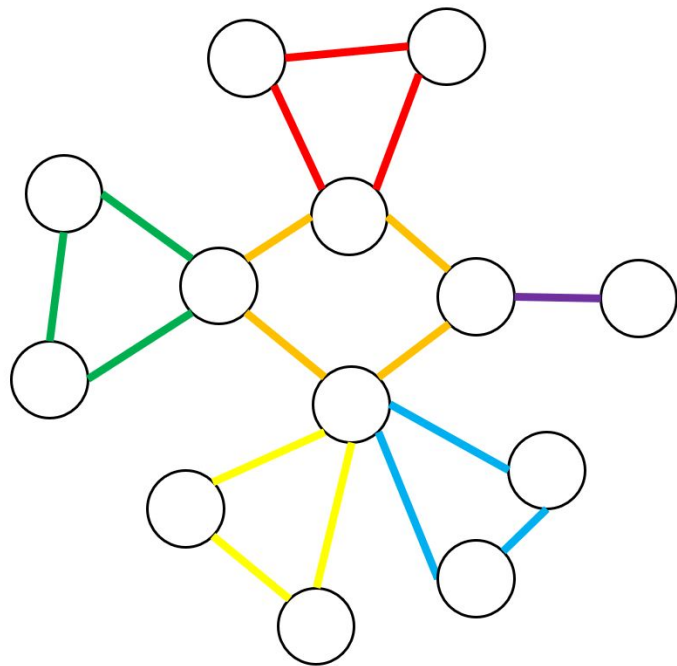
프리즈 정답률 : 00.00% (0정답 2제출)



- 2021 SUAPC Summer에 이어서 선인장 문제가 또 나왔습니다 ^^
- 선인장 그래프 : 오른쪽 그림처럼 각 간선이 최대 1개의 사이클에 속하는 그래프



- 일반적으로 선인장 그래프 문제는 Biconnected Component 단위로 나눈 다음에 푸는 문제들이 많습니다.
- BCC는 자료구조 수업 시간 때 배웠죠?



- minimum spanning cactus를 구하려면 어떻게 해야 할까?
- 각 BCC 별로 어떤 간선을 빼야 하는지 확인해야 한다.
 - BCC에 속한 간선이 1개면 빼면 안된다.
 - BCC가 사이클인 경우
 - 비용이 최대인 간선이 양수인 경우 : 해당 간선을 빼야 한다.
 - 비용이 최대인 간선이 음수인 경우 : 해당 간선을 포함해야 한다.

- 각 BCC 별로 간선의 가중치를 변경 및 최댓값 구하기를 빠르게 해야 한다.
- BCC 개수만큼 multiset을 만들어서 하면 $O(\log |\text{BCC 크기}|)$ 시간 복잡도로 갱신을 할 수 있다.

M. GIANT MIN COST BIPARTITE MATCHING

출제자 : lky7674(이국렬)

가장 먼저 푼 사람 : XX:XX ---(---)

프리즈 정답률 : 00.00% (0정답 0제출)



- “국렬이가 출제한 대회 = 플로우가 꼭 나온다”는 공식을 깨부수고 싶어서 낸 문제.
- MCMF나 Hungarian으로는 시간 초과가 발생해서 이 문제를 해결할 수 없습니다.
- flow 문제로 보이지만, 사실은 greedy 문제입니다!

- MCMF 알고리즘
 - 매칭에 속한 간선의 cost를 음수로 놓는다.
 - cost가 가장 작은 augment path를 찾는다.

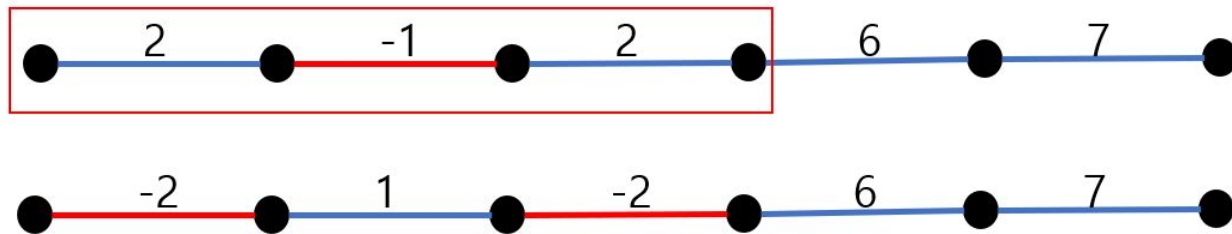
- augment path란?



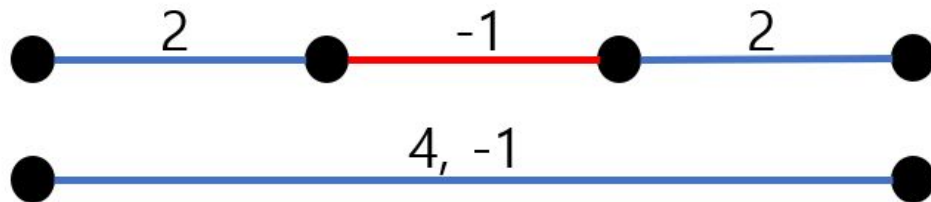
- degree의 최대가 2인 것을 이용해야 합니다.
- degree가 최대가 2 \rightarrow 주어진 그래프를 path와 cycle로 분리할 수 있다.



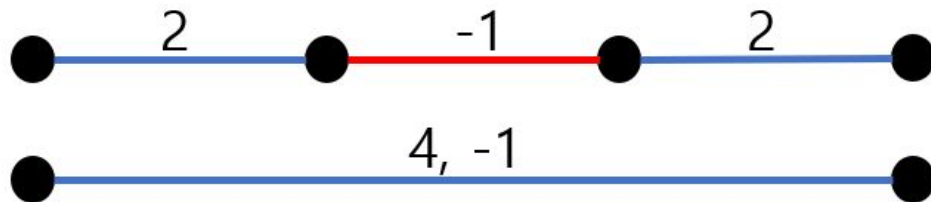
- 가장 cost가 작은 augment path를 찾는 방법.
 - 우선 맨 처음에는 가장 짧은 간선을 넣는다.



- 가장 cost가 작은 augment path를 찾는 방법.
 - 우선 맨 처음에는 가장 짧은 간선을 넣는다.
 - 그렇다면 넣은 간선의 cost의 부호가 바뀐다.
 - 이후로 계속 가장 짧은 augment path를 찾아서 부호를 바꾼다.



- 가장 cost가 작은 augment path를 찾는 방법.
 - augment path를 위 처럼 잘 압축시키면 빠르게 구할 수 있다.



- augment path 압축
 - 가장 cost가 작은 간선을 찾는다.
 - cost의 부호를 바꾸고 양 끝에 있는 정점을 삭제한 뒤에, 양 옆에 있는 간선과 합친다.

- 최솟값 구하기 → Priority Queue 및 Set으로 $O(\log n)$ 에 구할 수 있다.
- 삽입 및 삭제 → Linked List로 $O(1)$, Set으로 $O(\log n)$ 에 가능.