

## D. Laser Strike

Ime zadatka	Laser Strike
Vremensko ograničenje	3 sekunde
Memorijsko ograničenje	1 gigabajt

Iva i njen prijatelj Tung Tung Tung Sahur nedavno su otkrile novu društvenu igru koja im je postala omiljena: Laser Strike. U ovoj igri, dva igrača moraju surađivati kako bi uklonili  $N$  figura s ploče. Igra se odvija u dvije faze. Kvaka je u tome što Tung neće imati potpune informacije o igri. Kako bi pobijedile u igri, Iva i Tung moraju surađivati, a istovremeno što manje komunicirati.

Na ploči se nalazi  $N$  jedinstvenih figura, numeriranih od 0 do  $N - 1$ . Oba igrača mogu vidjeti ove figure. Također postoji  $N - 1$  veza između parova figura, tako da je moguće doći do bilo koje figure iz bilo koje druge figure slijedeći te veze. Drugim riječima, te veze tvore stablo. **Samo Iva može vidjeti te veze; Tung ih ne zna.**

U prvoj fazi igre, Iva odlučuje o redoslijedu  $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$  kojim treba ukloniti figure, sve dok ne ostane samo jedna. Ovaj redoslijed bit će skriven od Tunga. Ako je uspije ponoviti, pobijedit će u igri. Uklanjanje figura mora zadovoljiti sljedeće pravilo: svaki put kada se figura ukloni, mora biti povezana s točno jednom preostalom figurom. Drugim riječima, uklonjena figura mora biti list stabla koji tvore preostale figure i on sam. (Nakon što se ukloni  $N - 1$  figura, posljednja se figura automatski uklanja i igrači pobjeđuju.) Iva mora odabrati redoslijed koji odgovara gornjem pravilu.

Iva će također zapisati poruku Tungu, u obliku binarnog niza. Iva može odabrati koliko će poruka biti dugačka – ali što je kraća, to će dobiti više bodova.

Nakon toga počinje druga faza igre. Cilj igre je da Tung ukloni  $N - 1$  figura s ploče redom  $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ . Napraviti će  $N - 1$  poteza. Prije poteza  $i$ , Iva kaže Tungu par cijelih brojeva  $a, b$  sa sljedećim svojstvima:

- $a < b$ ;
- još uvijek postoji par izravno povezanih figura s brojevima  $a$  i  $b$ ; i
- ili  $a$  ili  $b$  je ispravna figura  $\ell_i$  koju treba ukloniti u ovom potezu.

Imajte na umu da je za Iva veza  $(a, b)$  jedinstveno određena listom  $\ell_i$  u trenutnom stablu.

Tung zatim uklanja ili  $a$  ili  $b$  s ploče. Ako je ovo bio ispravan komad – to jest,  $\ell_i$  – oni nastavljaju svirati. U suprotnom gube igru.

Vaš je zadatak primijeniti i Ivinu i Tung Tung Tung Sahurovu strategiju kako bi one pobijedile u igri.

Vaš će program biti bodovan ovisno o duljini poruke koju Iva napiše u prvoj fazi igre.

## Implementacija

Ovo je problem višestrukog izvršavanja, što znači da će se vaš program izvršiti dva puta. Prilikom prvog pokretanja, trebao bi implementirati Ivinu strategiju za prvu fazu igre. Nakon toga, trebalo bi implementirati Tungovu strategiju za drugu fazu igre.

Prvi redak ulaza sadrži dva cijela broja,  $P$  i  $N$ , gdje je  $P$  ili 1 ili 2 (prva ili druga faza), a  $N$  je broj figura.

Sljedeći ulaz ovisi o fazi:

### Faza 1: Iva

Nakon prvog retka (koji je gore opisan) sljedećih  $N - 1$  redaka ulaza opisuje stablo. Svaki redak sadrži dva broja,  $a$  i  $b$  ( $0 \leq a < b \leq N - 1$ ), koji označavaju vezu između figura  $a$  i  $b$ .

Vaš program treba započeti ispisom binarnog niza s najviše 1 000 znakova, svaki 0 ili 1, poruku koju je napisala Iva. Imajte na umu da za generiranje niza duljine 0 treba ispisati prazan redak.

Nakon toga, treba ispisati  $N - 1$  cijelih brojeva  $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$  u odvojenim retcima, koji označavaju redoslijed kojim Iva želi ukloniti listove sa stabla. Redoslijed mora biti takav da ako se figure uklanjaju jedna po jedna sa stabla tim redoslijedom, uklonjena figura uvijek mora biti list, tj. stablo mora uvijek ostati povezano.

### Faza 2: Tung Tung Tung Sahur

Nakon prvog retka (koji je gore opisan), sljedeći redak ulaza sadrži binarni niz (Ivinu poruku) iz Faze 1.

Nakon ovoga, slijedi  $N - 1$  rundi interakcije, po jedna za svaki Tungov potez.

$i$ -tom potezu, Vaš program bi prvo trebao pročitati dva broja,  $a$  i  $b$  ( $0 \leq a < b \leq N - 1$ ). Jedna od tih figura je list  $\ell_i$  u Ivinom redoslijedu, a drugi dio je jedina preostala figura povezana s  $\ell_i$ . Zatim, Vaš program treba ispisati  $\ell_i$ , što ukazuje na to da Tung uklanja ovaj list. Ako Vaš program ne ispiše ispravan list  $\ell_i$ , prijatelji gube igru i Vaš će odgovor za ovaj test biti ocijenjen kao "Wrong Answer".

## Detalji

Ako *zbroy* vremena trajanja dvaju odvojenih izvođenja Vašeg programa premašuje vremensko ograničenje, Vaš će se program smatrati prekoračenim.

Obavezno ispraznite standardni izlaz nakon ispisa svakog retka, inače bi Vaš program mogao biti ocijenjen kao "Time Limit Exceeded". U Pythonu se to događa automatski sve dok koristite `input()` za čitanje redaka. U C++, `cout << endl;` ispisuje i znak za novi redak, a zatim i prazni redak; ako koristite `printf`, koristite `fflush(stdout);`.

Imajte na umu da ispravno čitanje praznog niza može biti nezgodno. Predložci ispravno obrađuju ovaj slučaj.

## Ograničenja i bodovanje

- $N = 1\,000$ .
- $0 \leq a < b \leq N - 1$  za sve veze.

Vaše rješenje bit će testirano na skupu testnih grupa, a svaka vrijedi određeni broj bodova. Svaka testna grupa sadrži skup testnih primjera. Da biste dobili bodove za testnu grupu, morate riješiti sve testne primjere u testnoj grupi.

Grupa	Maksimalan broj bodova	Ograničenja
1	8	Stablo je zvijezda. To jest, svi čvorovi osim jednog su listovi.
2	9	Stablo je linija. To jest, svi čvorovi osim dvaju listova imaju točno dva susjedna čvora.
3	21	Stablo je zvijezda s linijama koje izlaze iz nje. To jest, svi čvorovi imaju jedan ili dva susjedna čvora, osim jednog koji ima više od dva susjedna čvora.
4	36	Udaljenost između bilo koja dva čvora je najviše 10.
5	26	Nema dodatnih ograničenja.

Za svaku testnu grupu koju Vaš program točno riješi, dobit ćete rezultat na temelju sljedeće formule:

$$\text{score} = S_g \cdot (1 - 0.3 \cdot \log_{10} \max(K, 1)),$$

gdje je  $S_g$  maksimalni rezultat za testnu grupu, a  $K$  je maksimalna duljina Ivine poruke potrebna za bilo koji testni primjer u testnoj grupi. **Vaš rezultat za svaku testnu grupu bit će zaokružen na najbliži cijeli broj.**

Donja tablica prikazuje broj bodova, za nekoliko vrijednosti  $K$ , koje će Vaš program dobiti ako riješi sve testne grupe s tim  $K$ . Konkretno, da biste postigli rezultat od 100 bodova, Vaše rješenje mora riješiti svaki testni primjer s  $K \leq 1$ .

K	1	5	10	50	100	500	1000
Bodovi	100	79	70	49	39	20	11

## Alat za testiranje

Kako bismo vam olakšali testiranje Vašeg rješenja, osigurali smo jednostavan alat koji možete preuzeti. Pogledajte "attachments" na dnu stranice zadatka na Kattisu. Alat je opcionalan za korištenje. Imajte na umu da se službeni program za ocjenjivanje na Kattisu razlikuje od alata za testiranje.

Za korištenje alata, stvorite ulaznu datoteku, kao što je „sample1.in“, koja bi trebala započeti brojem  $N$  nakon čega slijedi  $N - 1$  redaka koji opisuju stablo, u istom formatu kao u Fazi 1. Na primjer, za donji primjer:

```
7
0 1
1 2
2 3
0 4
0 6
1 5
```

Za Python programe, recimo `solution.py` (obično se pokreće kao `pypy3 solution.py`), pokrenite:

```
python3 testing_tool.py pypy3 solution.py < sample1.in
```

Za C++ programe, prvo ih kompajlirajte (npr. `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) a zatim pokrenite:

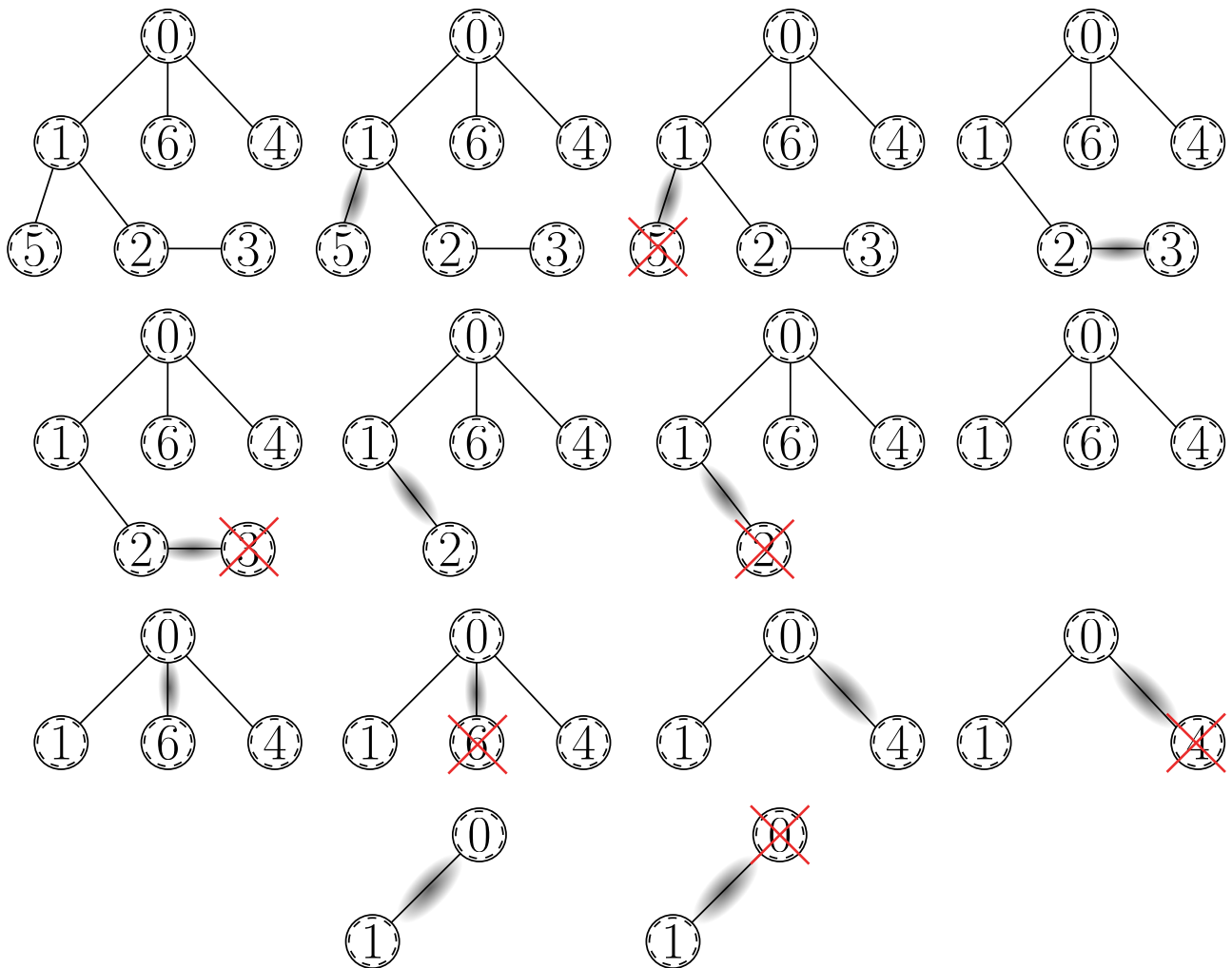
```
python3 testing_tool.py ./solution.out < sample1.in
```

## Primjer

Imajte na umu da uzorak u ovom odjeljku ima  $N = 7$  radi jednostavnosti i stoga nije valjan testni slučaj. Ne očekuje se da će Vaš program moći riješiti ovaj slučaj. Svi testni slučajevi na ocjenjivaču

imat će  $N = 1\,000$ .

U primjeru, Iva dobiva sljedeće stablo. U prvoj fazi, Iva čita stablo, odabire binarni niz "0110" koji će poslati Tungu, a također odabire redoslijed  $[\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$  u kojem figure treba ukloniti iz stabla. U drugoj fazi, Tung prima niz znakova "0110" koji je poslan u prvoj fazi. Zatim prima par  $(1, 5)$  i odlučuje ukloniti vrh 5, koji je doista list. Za sljedeći potez, on dobiva par  $(2, 3)$  i uklanja list 3, i tako dalje. Sljedeće slike prikazuju te interakcije:



izlaz ocjenjivača	Vaš izlaz
1 7	
0 1	
1 2	
2 3	
0 4	
0 6	
1 5	
	0110
	5
	3
	2
	6
	4
	0

izlaz ocjenjivača	Vaš izlaz
2 7	
0110	
1 5	
	5
2 3	
	3
1 2	
	2
0 6	
	6
0 4	
	4
0 1	
	0