

D. Laser-isku

Tehtävän nimi	Laser-isku
Aikaraja	3 sekuntia
Muistiraja	1 gigatavu

Anni ja hänen ystävänsä Minea ovat äskettäin löytäneet uuden lautapelin, josta on tullut heidän suosikkinsa: Laser-isku. Tässä pelissä kaksi pelaajaa työskentelevät yhdessä poistaakseen N -nappulaa laudalta. Pelissä on kaksi vaihetta. Ongelmana on, että Minealla ei ole täydellistä tietoa pelin kulusta. Voittaakseen pelin Annin ja Minean on työskenneltävä yhdessä ja kommunikoidava mahdollisimman vähän.

Laudalla on N toisistaan poikkeavaa nappulaa, jotka on numeroitu 0 - $N-1$. Molemmat pelaajat näkevät nämä nappulat. Nappulaparien välillä on myös $N-1$ yhteyttä siten, että mistä tahansa nappulasta on mahdollista päästä mihin tahansa toiseen nappulaan näitä yhteyksiä pitkin. Toisin sanoen nämä yhteydet muodostavat puun. **Vain Anni näkee nämä yhteydet. Minea ei tiedä niitä.**

Pelin ensimmäisessä vaiheessa Anni päättää järjestyksen $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$, jossa nappuloita poistetaan, kunnes jäljellä on vain yksi. Tämä järjestys pidetään salassa Minealta. Jos hän pystyy toistamaan sen, he voittavat pelin. Nappuloiden poistamisen on noudatettava seuraavaa sääntöä: joka kerta, kun nappula poistetaan, sen on oltava yhteydessä täsmälleen yhteen jäljellä olevaan nappulaan. Toisin sanoen poistetun nappulan on oltava lehti puussa, jonka muodostavat jäljelle jäävät nappulat ja kyseinen poistettava nappula. (Kun $N-1$ nappulaa on poistettu, viimeinen nappula poistetaan automaattisesti ja pelaajat voittavat.) Annin täytyy valita järjestys, joka vastaa yllä olevaa sääntöä.

Anni kirjoittaa myös Minealle viestin binäärimerkkijonon muodossa. Anni voi valita viestin pituuden, mutta mitä lyhyempi se on, sitä enemmän pisteitä he saavat.

Tämän jälkeen alkaa pelin toinen vaihe. Pelin tavoitteena on, että Minea poistaa laudalta $N-1$ nappulaa järjestyksessä $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$. Hän tekee $N-1$ siirtoa. Ennen siirtoa i Anni kertoo Minealle kokonaislukuparin a ja b jolla on seuraavat ominaisuudet:

- $a < b$;
- on edelleen olemassa nappulapari a ja b , jotka on suoraan yhdistetty; ja

- joko a tai b on se nappula ℓ_i , joka tulisi poistaa tällä siirrolla.

Huomaa, että Annille pari (a, b) määräytyy yksikäsitteisesti nykyisen puun lehden ℓ_i perusteella.

Minea poistaa sitten joko a :n tai b :n laudalta. Jos tämä oli oikea nappula, eli ℓ_i , he jatkavat pelaamista. Muuten he häviävät pelin.

Tehtäväsi on toteuttaa sekä Annin että Minean strategiat siten, että he voittavat pelin.

Ohjelmasi pisteytetään Annin pelin ensimmäisessä vaiheessa kirjoittaman viestin pituuden mukaan.

Toteutus

Tämä on useasti ajettava tehtävä, joka tarkoittaa sitä, että ohjelmasi suoritetaan kahdesti. Ensimmäisellä suorituskerralla sen tulee toteuttaa Annin strategia pelin ensimmäisessä vaiheessa. Sen jälkeen sen tulee toteuttaa Minean strategia pelin toisessa vaiheessa.

Syötteen ensimmäisellä rivillä on kaksi kokonaislukua, P ja N , missä P on joko 1 tai 2 (ensimmäinen tai toinen vaihe), ja N on nappuloiden lukumäärä.

Seuraava syöte riippuu vaiheesta:

Vaihe 1: Anni

Ensimmäisen rivin (kuvattu yllä) jälkeen seuraavat $N - 1$ riviä kuvaavat puuta. Jokaisella rivillä on kaksi lukua, a ja b ($0 \leq a < b \leq N - 1$), jotka osoittavat yhteyden nappuloiden a ja b välillä.

Ohjelmasi tulee aloittaa tulostamalla binäärimerkkijono, jossa on enintään 1000 merkkiä, joista jokainen on joko 0 tai 1. Tämä on Annin kirjoittama viesti. Huomaa, että muodostaaksesi merkkijonon, jonka pituus on 0, sinun tulee tulostaa tyhjä rivi.

Tämän jälkeen ohjelmasi tulee tulostaa $N - 1$ kokonaislukua $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ erillisille riveille. Ne osoittavat järjestyksen, jossa Anni haluaa poistaa puun lehdet. Järjestyksen on oltava sellainen, että jos nappulat poistetaan puusta yksi kerrallaan tässä järjestyksessä, poistettava nappula on aina lehti, eli puu pysyy yhtenäisenä.

Vaihe 2: Minea

Ensimmäisen rivin (kuvattu yllä) jälkeen seuraavalla syöterivillä on vaiheessa 1 tulostettu binäärimerkkijono (Annin viesti).

Tämän jälkeen on $N - 1$ vuorovaikutuskierrosta, yksi jokaista Minean siirtoa kohden.

Siirrolla i ohjelmasi tulee ensin lukea kaksi lukua, a ja b ($0 \leq a < b \leq N - 1$). Toinen näistä nappuloista on Annin järjestyksessä oleva lehti ℓ_i , ja toinen nappula on ainoa jäljellä oleva nappula,

joka on yhteydessä lehteen ℓ_i . Sitten ohjelmasi tulee tulostaa ℓ_i , mikä osoittaa, että Minea poistaa tämän lehden. Jos ohjelmasi ei tulosta oikeaa lehteä ℓ_i , ystävykset häviävät pelin ja lähetyksesi tulkitaan vääräksi vastaukseksi ("Wrong Answer") kyseiseen testitapaukseen.

Yksityiskohdat

Jos ohjelmasi kahden erillisen suorituskerran suoritusaikojen *summa* ylittää aikarajan, saat lähetyksestäsi "Time Limit Exceeded".

Muista tyhjentää vakiotulostevirta jokaisen rivin tulostamisen jälkeen, muuten saat lähetyksestäsi "Time Limit Exceeded". Pythonissa tämä tapahtuu automaattisesti, kunhan käytät `input()` -funktia rivien lukemiseen. C++:ssa `cout << endl;` tyhjentää vakiotulostevirran uuden rivin tulostamisen lisäksi; jos käytät `printf`-funktia, käytä `fflush(stdout)` ; -funktia.

Huomaa, että tyhjän merkkijonon lukeminen oikein voi olla hankalaa. Annetut koodipohjat käsittelevät tämän tapauksen oikein.

Rajoitukset ja Pisteytys

- $N = 1\,000$.
- $0 \leq a < b \leq N - 1$ kaikille yhteyksille.

Ratkaisuasi testataan useisiin osatehtäviin, joista jokainen on tietyn pistemäärän arvoinen. Kukin osatehtävä sisältää useita testejä. Saadaksesi osatehtävästä pisteet sinun on läpäistävä kaikki kyseisen osatehtävän testit.

Osatehtävä	Maksimipisteet	Rajoitukset
1	8	Puu on tähti eli kaikki solmut yhtä lukuun ottamatta ovat lehtiä.
2	9	Puu on viiva eli kaikilla solmuilla kahta lehtisolmua lukuun ottamatta on täsmälleen kaksi viereistä solmua.
3	21	Puu on tähti, josta lähtee viivoja, eli kaikilla solmuilla on joko yksi tai kaksi viereistä solmua, paitsi yhdellä, jolla on useampi kuin kaksi vierekkäistä solmua.
4	36	Minkä tahansa kahden solmun välinen etäisyys on korkeintaan 10.
5	26	Ei lisärajoituksia

Jokaisesta oikein ratkaisemastasi osatehtävästä saat pisteitä seuraavan kaavan mukaan:

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

missä S_g on osatehtävän maksimipistemäärä ja K on Annin viestin enimmäispituus mille tahansa osatehtävän testitapaukselle. **Kunkin osatehtävän pisteesi pyöristetään lähimpään kokonaislukuun.**

Alla oleva taulukko näyttää pistemäärän, jonka ohjelmasi saa joillakin luvun K :n arvoilla, jos se ratkaisee kaikki osatehtävät kyseisellä K :lla. Tarkemmin sanoen saavuttaaksesi 100 pistettä ratkaisusi täytyy ratkaista jokainen osatehtävä siten, että $K \leq 1$.

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

Testaustyökalu

Ratkaisusi testaamista helpottamaan on yksinkertainen työkalu, jonka voit ladata. Katso Kattistehtäväsivun alareunasta kohta "liitteet". Työkalun käyttö on vapaaehtoista. Huomaa, että Kattiksen virallinen testausjärjestelmä eroaa testaustyökalusta.

Käyttääksesi työkalua luo syötetiedosto, esimerkiksi "sample1.in". Sen tulee alkaa numerolla N , jonka jälkeen on $N - 1$ riviä, jotka kuvaavat puuta samassa muodossa kuin syöte vaiheessa 1. Esimerkiksi alla olevalle esimerkille:

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

Python-ohjelmille, esimerkiksi nimeltä `solution.py` (joka normaalisti ajetaan muodossa `pypy3 solution.py`), aja:

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

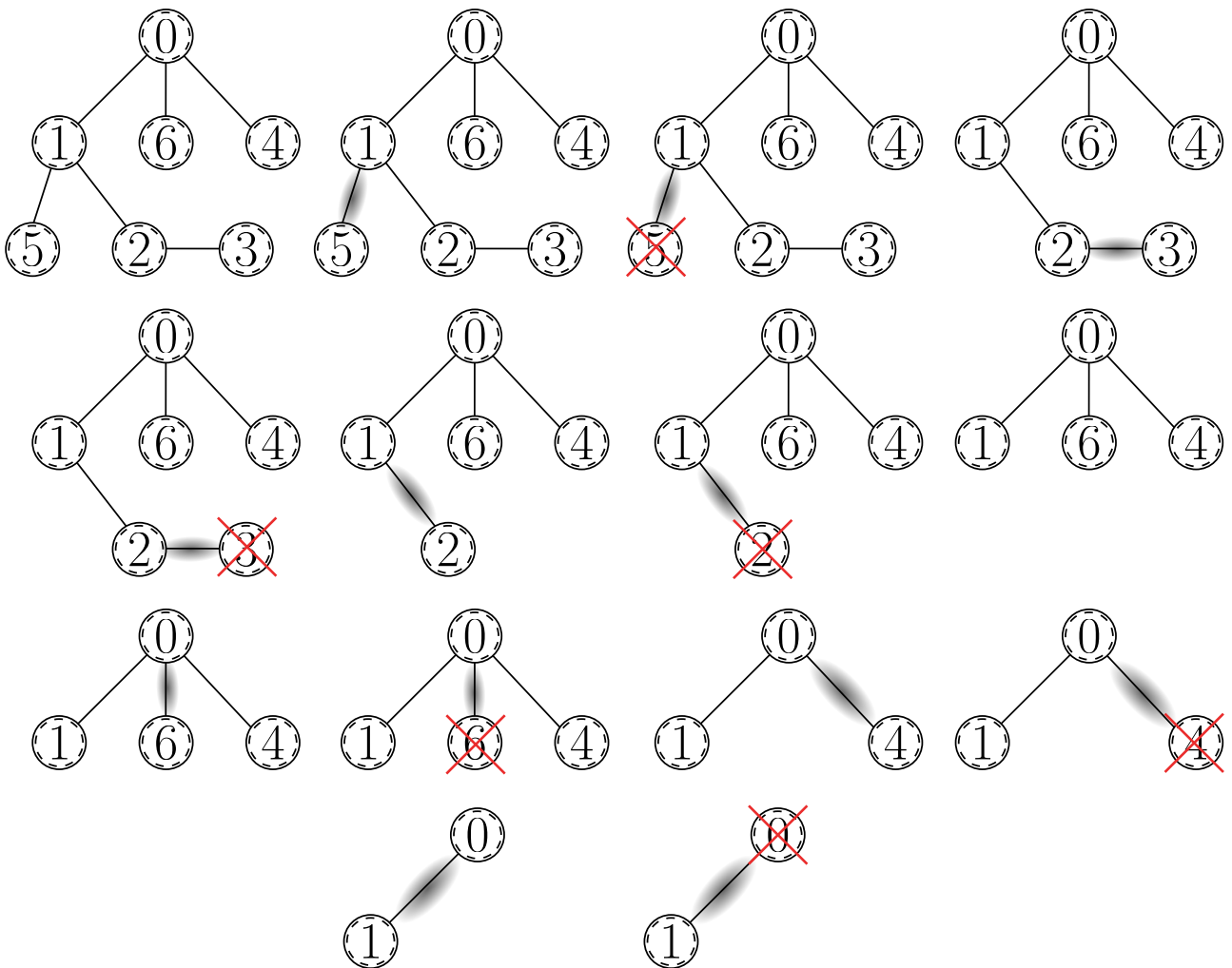
C++-ohjelmille käännä ensin (esimerkiksi käyttäen `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) ja sitten aja:

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

Esimerkkejä

Huomaa, että tässä osiossa olevassa esimerkissä $N = 7$ yksinkertaisuuden vuoksi, eikä se siksi ole kelvollinen testitapaus. Ohjelmasi ei odoteta pystyvän ratkaisemaan tätä tapautta. Kaikissa testausjärjestelmän testitapauksissa $N = 1\,000$.

Esimerkissä Annille annetaan seuraavanlainen puu. Ensimmäisessä vaiheessa Anni lukee puun, valitsee Minealle lähetettävän binäärimerkkijonon " 0110 " sekä valitsee järjestyksen $[\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$, jossa nappulat tulisi poistaa puusta. Toisessa vaiheessa Minea vastaanottaa merkkijonon " 0110 ", joka lähetettiin ensimmäisessä vaiheessa. Sitten hän vastaanottaa parin (1,5) ja päättää poistaa nappulan 5, joka on lehti. Seuraavalla siirrolla hän saa parin (2,3) ja poistaa lehden 3, ja niin edelleen. Seuraavat kuvat havainnollistavat vuorovaikutusta:



testausjärjestelmän tuloste	oma tulosteesi
1 7	
0 1	
1 2	
2 3	
0 4	
0 6	
1 5	
	0110
	5
	3
	2
	6
	4
	0

testausjärjestelmän tuloste	oma tulosteesi
2 7	
0110	
1 5	
	5
2 3	
	3
1 2	
	2
0 6	
	6
0 4	
	4
0 1	
	0