

D. Laser Strike | Lazerio šūvis

Užduoties pavadinimas	Lazerio šūvis
Laiko apribojimas	3 sekundės
Atminties apribojimas	1 gigabaitas

Ana ir jos draugė Katrina neseniai atrado naują stalo žaidimą „Lazerio šūvis“, kuris netrukus tapo jų mėgiamiausiu. Šiame žaidime du žaidėjai veikia komandoje, kad pašalintų N figūrėlių nuo lentos. Žaidimas vyksta dviem etapais. Įdomumas tame, kad Katrina neturės visos informacijos apie žaidimą. Norėdamos laimėti žaidimą, Ana ir Katrina turi dirbti kartu, žaidimo metu bendraudamos kuo mažiau.

Lentoje yra N unikalių figūrėlių, sunumeruotų nuo 0 iki $N - 1$. Abi žaidėjos gali matyti šias figūrėles. Taip pat yra $N - 1$ jungtys tarp figūrėlių porų; jungtys yra tokios, kad bet kurią figūrėlę galima pasiekti iš bet kurios kitos figūrėlės sekant šias jungtis. Kitaip tariant, figūrėlės ir jų jungtys sudaro medį. **Šias jungtis gali matyti tik Ana, o Katrina jų nežino.**

Pirmajame žaidimo etape Ana nusprendžia, kokia tvarka $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ reikia šalinti figūrėles, kol liks tik viena. Ši tvarka bus laikoma paslapyje nuo Katrinos. Jei jai pavyks šią tvarką atkartoti, merginos laimės žaidimą. Figūrėlių šalinimas turi atitikti šią taisyklę: kiekvieną kartą šalinant figūrėlę, ji turi būti sujungta su lygiai viena figūrėle iš likusių. Kitaip tariant, pašalinta figūrėlė turi būti medžio kabanti viršūnė (angl. *leaf*, kitaip – lapas), kai medis suformuotas iš šios figūrėlės ir kitų likusių figūrėlių. (Pašalinus $N - 1$ figūrėles, paskutinė figūrėlė automatiškai pašalinama ir žaidėjai laimi.) Ana turi pasirinkti tvarką, kuri atitiktų aukščiau pateiktą taisyklę.

Ana taip pat užrašys žinutę Katrinai dvejetainės simbolių eilutės pavidalu. Ana gali pasirinkti šios žinutės ilgį, bet kuo ji trumpesnė, tuo daugiau taškų merginos gaus.

Po to prasideda antrasis žaidimo etapas. Žaidimo tikslas yra Katrinai pašalinti $N - 1$ figūrėles nuo lentos tvarka $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$. Ji atliks $N - 1$ ėjimų. Prieš i -tąjį ėjimą Ana nurodo Katrinai sveikųjų skaičių a ir b porą su šiomis savybėmis:

- $a < b$;
- lentoje vis dar yra tiesiogiai sujungtų figūrėlių, kurių indeksai a ir b , pora;
- šio ėjimo metu reikia pašalinti teisingą figūrėlę ℓ_i , kuri yra arba a , arba b .

Atkreipkite dėmesį, kad Anos atveju jungtis (a, b) yra unikaliai apibrėžta pagal lapą ℓ_i dabartiniame medyje.

Tada Katrina nuima nuo lentos a arba b . Jei tai buvo teisinga figūrėlė, t. y. ℓ_i , jos toliau žaidžia. Kitu atveju jos žaidimą pralaimi.

Jūsų uždutis – įgyvendinti tiek Anos, tiek Katrinos strategijas, kad jos laimėtų žaidimą.

Jūsų programos gauti taškai bus apskaičiuoti atsižvelgiant į žinutės, kurią Ana parašys pirmajame žaidimo etape, ilgį.

Įgyvendinimas

Tai yra kelių paleidimų (angl. *multirun*) uždutis, tai reiškia, kad jūsų programa bus paleista kelis kartus. Pirmą kartą paleidus programą, ji turi įgyvendinti Anos strategiją pirmajam žaidimo etapui. Po to turi būti įgyvendinta Katrinos strategija antrajam žaidimo etapui.

Pirmoje įvesties eilutėje yra du sveikieji skaičiai, P ir N , kai P yra 1 arba 2 (pirmoji arba antroji fazė), ir N yra figūrėlių skaičius.

Toliau įvesties duomenys priklauso nuo fazės:

1-oji fazė: Ana

Po pirmos eilutės (aprašytos aukščiau) kitose $N - 1$ įvesties eilutėse aprašomas medis. Kiekvienoje eilutėje yra du skaičiai, a ir b ($0 \leq a < b \leq N - 1$), nurodantys jungtį tarp figūrėlių a ir b .

Jūsų programa turėtų pradėti išvesdama dvejetainę simbolių eilutę, sudarytą iš ne daugiau kaip 1 000 simbolių 0 arba 1, t. y. Anos parašytą žinutę. Atkreipkite dėmesį, kad norint sugeneruoti 0 ilgio simbolių eilutę, programa turi išvesti tuščią eilutę.

Po to atskirose eilutėse turėtų būti išvedami $N - 1$ sveikieji skaičiai $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$, nurodantys tvarką, kuria Ana nori pašalinti medžio lapus. Tvarka turi būti tokia, kad jei figūrėlės nuo medžio būtų nuimamos po vieną šia tvarka, nuimama figūrėlė visada būtų lapas, t. y. medis visada liktų sujungtas.

2-oji fazė: Katrina

Po pirmos eilutės (aprašytos aukščiau) kitoje įvesties eilutėje yra dvejetainė eilutė (Anos žinutė) iš 1-ojo etapo.

Po to vyks $N - 1$ interaktyvūs etapai, po vieną kiekvienam Katrinos ėjimui.

Ėjimo nr. i metu jūsų programa pirmiausia turėtų perskaityti du skaičius: a ir b ($0 \leq a < b \leq N - 1$). Viena iš šių dalių yra lapas ℓ_i Anos tvarkoje, o kita dalis yra vienintelė likusi

figūrėlė, sujungta su ℓ_i . Tuomet jūsų programa turėtų išvesti ℓ_i , taip nurodydama, kad Katrina pašalina šį lapą. Jei jūsų programa neišves teisingo lapo ℓ_i , merginos pralaimės žaidimą ir jūsų pateiktas atsakymas bus įvertintas kaip neteisingas (angl. *Wrong Answer*) šiam testo atvejui.

Detalės

Jeigu programos abiejų paleidimų laikų *suma* viršija laiko limitą, jūsų programos pateikimas bus vertinamas kaip „Klaida – viršytas laiko limitas“ (angl. *Time Limit Exceeded*).

Po kiekvienos eilutės išvedimo standartinei išvesčiai būtinai atlikite procedūrą *flush*, kitaip jūsų programa gali būti įvertinta kaip „Klaida – viršytas laiko limitas“ (angl. *Time Limit Exceeded*). Python kalboje `input()` atlieka *flush* procedūrą automatiškai. C++ kalboje `cout << endl;` taip pat atlieka *flush* procedūrą (ir, žinoma, išspausdina naują eilutę); jei naudojate *printf*, naudokite `fflush(stdout)`.

Atkreipkite dėmesį, kad teisingai nuskaityti tuščią eilutę gali būti keblu. Pateiktuose šablonuose galite matyti, kaip išspręsti šią situaciją.

Apribojimai ir vertinimas

- $N = 1\,000$.
- $0 \leq a < b \leq N - 1$ visoms jungtims.

Jūsų sprendimas bus testuojamas su keliomis testų grupėmis, kurių kiekviena verta tam tikro taškų skaičiaus. Kiekviena testų grupė yra sudaryta iš testų rinkinio. Norėdami gauti taškus už testų grupę, turite išspręsti visus tos grupės testų atvejus.

Grupė	Maksimalus taškų skaičius	Apribojimai
1	8	Medis yra žvaigždės formos. Tai reiškia, kad visos medžio viršūnės, išskyrus vieną, yra lapai.
2	9	Medis yra linijos formos. Tai reiškia, kad visos viršūnės, išskyrus du lapus, turi lygiai dvi gretimas viršūnes.
3	21	Medis yra žvaigždės, iš kurios išeina linijos, formos. Tai reiškia, visos viršūnės turi vieną arba dvi gretimas viršūnes, išskyrus vieną, kuri turi daugiau nei dvi gretimas viršūnes.
4	36	Atstumas tarp bet kurių dviejų viršūnių yra ne didesnis kaip 10.
5	26	Jokių papildomų apribojimų.

Kiekvienai testų grupei, kurią jūsų programa išspręs teisingai, jums bus skiriami taškai pagal žemiau pateiktą formulę:

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

kai S_g yra maksimalus testų grupės taškų skaičius ir K yra maksimalus Anos žinutės ilgis, panaudotas bet kuriam testų atvejui testų grupėje. **Jūsų taškų skaičius kiekvienoje testų grupėje bus suapvalintas iki artimiausio sveikojo skaičiaus.**

Toliau pateiktoje lentelėje parodytos kai kurios K reikšmės ir taškai, kuriuos jūsų programa gaus, jei išspręs visas testų grupes su šia K reikšme. Svarbu, kad norint gauti 100 taškų, jūsų sprendimas turi išspręsti kiekvieną testo atvejį su $K \leq 1$.

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

Testavimo įrankis

Kad būtų lengviau išbandyti sprendimą, pateikiame paprastą įrankį, kurį galite atsisiųsti. Žr. „Attachments“ *Kattis* užduoties puslapio apačioje. Įrankiu naudotis neprivaloma. Atkreipkite dėmesį, kad oficiali vertinimo programa *Kattis* skiriasi nuo testavimo įrankio.

Kad naudotumėte įrankį, sukurkite įvesties failą, tarkime, „sample1.in“, kuris turėtų prasidėti skaičiumi N , po kurio sektų $N - 1$ eilutės, apibūdinančios medį tuo pačiu formatu kaip ir 1-ojoje fazėje. Tarkime, toliau pateiktam pavyzdžiui tai būtų:

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

Python programai, tarkime `solution.py` (paprastai paleidžiamai su `pypy3 solution.py`):

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

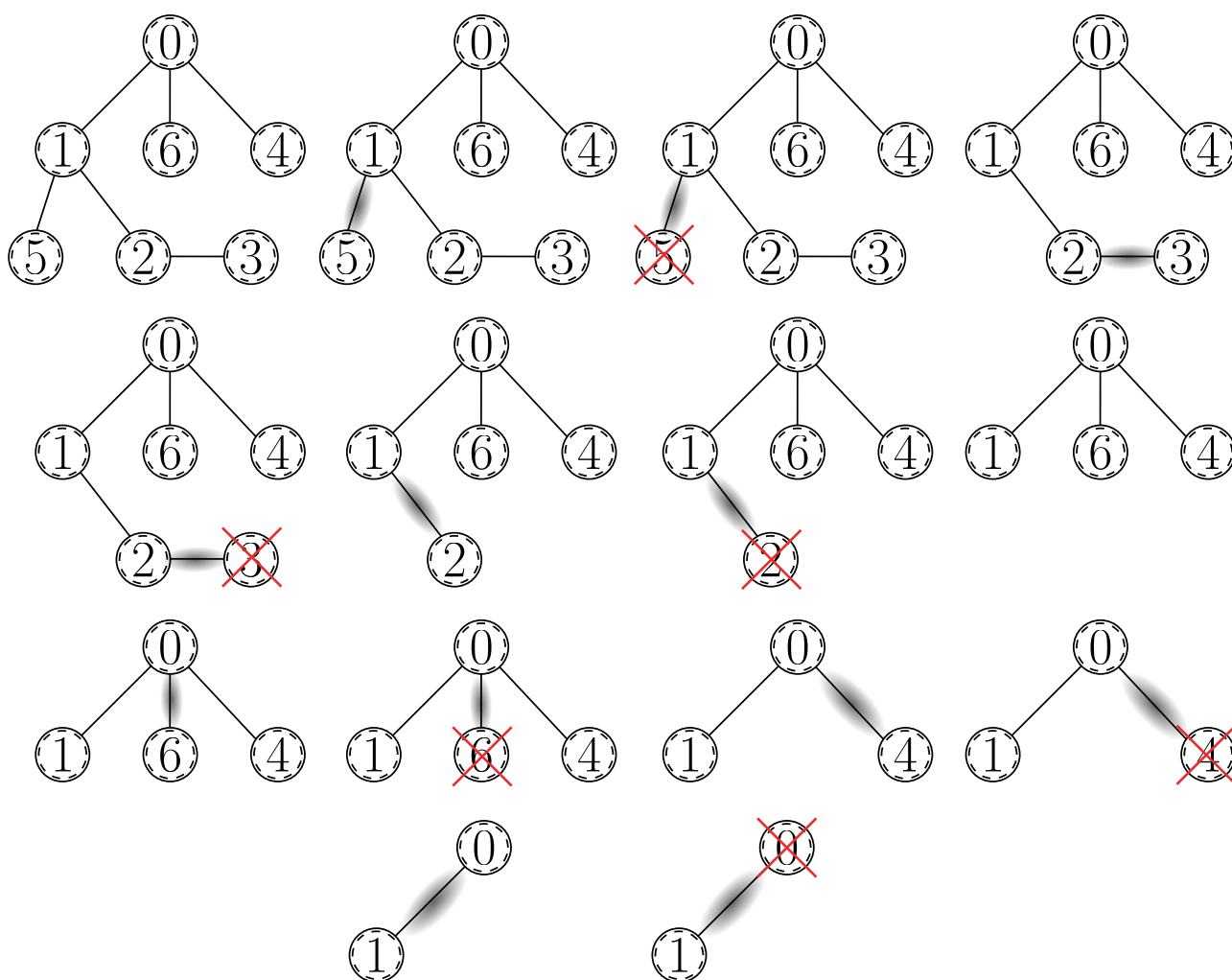
C++ programai, pirmiausia ją sukompiliuokite (pavyzdžiui, su `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) ir tada paleiskite:

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

Pavyzdys

Atkreipkite dėmesį, kad čia pateikiamas pavyzdys su $N = 7$ dėl paprastumo, tačiau tai nėra galiojantis testų atvejis. Jūsų programa neturėtų sugebėti išspręsti šio atvejo. Visuose vertinimo programos testuose bus taikoma sąlyga $N = 1\,000$.

Pavyzdyje Anai pateikiamas toks medis. Pirmojoje fazėje Ana nuskaito medį, pasirenka dvejetainę simbolių eilutę „0110“, kurią siunčia Katrinai, ir taip pat pasirenka tvarką $[\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$, pagal kurią nurodytos figūrėlės turėtų būti pašalintos iš medžio. Antrajame etape Katrina gauna simbolių eilutę „0110“, kuri buvo išsiųsta pirmajame etape. Tada ji gauna porą $(1, 5)$ ir nusprendžia pašalinti viršūnę 5, kuri iš tiesų yra lapas. Kito ėjimo metu ji gauna porą $(2, 3)$ ir pašalina lapą 3 ir taip toliau. Šiose nuotraukose pavaizduoti veiksmai:



Vertinimo programos atsakymas	Jūsų programos atsakymas
1 7	
0 1	
1 2	
2 3	
0 4	
0 6	
1 5	
	0110
	5
	3
	2
	6
	4
	0

Vertinimo programos atsakymas	Jūsų programos atsakymas
2 7	
0110	
1 5	
	5
2 3	
	3
1 2	
	2
0 6	
	6
0 4	
	4
0 1	
	0