

D. Laser Strike

Oppgavenavn	Laser Strike
Tidsbegrensning	3 sekunder
Minnebegrensning	1 gigabyte

Ann og venninnen hennes Kathrin har nylig oppdaget et nytt brettspill som har blitt favoritten deres: Laser Strike. I dette spillet samarbeider de to spillerne om å fjerne N brikker fra brettet. Spillet foregår i to faser. Problemet er bare at Kathrin ikke har fullstendig informasjon om spillet. For å vinne spillet må Ann og Kathrin samarbeide, samtidig som de kommuniserer så lite som mulig.

Det er N unike brikker på brettet, nummerert fra 0 til $N - 1$. Begge spillerne kan se disse brikkene. Det er også $N - 1$ koblinger mellom par av brikker, slik at det er mulig å nå hvilken som helst brikke fra hvilken som helst annen brikke ved å følge disse koblingene. Med andre ord danner disse koblingene et tre. **Bare Ann kan se disse koblingene, Kathrin får ikke vite dem.**

I spillets første fase bestemmer Ann seg for en rekkefølge $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$, som brikkene skal fjernes i, helt til det bare er én igjen. Denne rekkefølgen vil bli holdt hemmelig for Kathrin. Hvis hun klarer å gjenskape den, vinner de spillet. Fjerningen av brikker må oppfylle følgende regel: hver gang en brikke fjernes, må den være forbundet med nøyaktig én gjenværende brikke. Med andre ord, den fjernede brikken må være en løvnode i treet dannet av de gjenværende brikkene og seg selv. (Etter at de $N - 1$ brikkene er fjernet, fjernes den siste brikken automatisk, og spillerne vinner.) Ann må velge en rekkefølge som samsvarer med regelen ovenfor.

Ann skal også skrive ned en melding til Kathrin, i form av en binærstreng. Ann kan velge hvor lang denne meldingen er, men jo kortere den er, desto flere poeng får hun.

Etter det starter den andre fasen av spillet. Målet med spillet er at Kathrin skal fjerne $N - 1$ brikker fra brettet i rekkefølgen $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$. Hun skal gjøre $N - 1$ trekk. Før trekk i sier Ann et par heltall a og b til Kathrin med følgende egenskaper:

- $a < b$,
- det er fortsatt et par direkte sammenkoblede brikker med tallene a og b , og
- enten a eller b er den riktige brikken ℓ_i som bør fjernes i dette trekket.

Merk at for Ann er kobling (a, b) unikt bestemt av løvnode ℓ_i i det gjeldende treet.

Kathrin fjerner deretter enten a eller b fra brettet. Hvis dette var den riktige brikken, altså ℓ_i , fortsetter de å spille. Ellers taper de spillet.

Din oppgave er å implementere både Ann og Kathrin sine strategier slik at de vinner spillet.

Programmet ditt vil få poeng avhengig av lengden på meldingen Ann skriver i spillets første fase.

Implementasjon

Programmet ditt vil bli kjørt to ganger. Første gang den kjøres, skal den implementere Ann sin strategi for spillets første fase. Etter det skal den implementere Kathrin sin strategi for spillets andre fase.

Den første linjen i inputen inneholder to heltall, P og N , hvor P er enten 1 eller 2 (første eller andre fase), og N er antall brikker.

Videre input avhenger av fasen:

Fase 1: Ann

Etter den første linjen (beskrevet ovenfor), beskriver de neste $N - 1$ linjene i inputen treet. Hver linje inneholder to tall, a og b ($0 \leq a < b \leq N - 1$), som indikerer en kobling mellom brikkene a og b .

Programmet ditt skal først sende ut en binærstreng med maksimalt 1 000 tegn, som består av 0 eller 1, meldingen skrevet av Ann. Merk at for å generere en streng med lengde 0, kan den sende ut en tom linje.

Etter dette skal den sende ut $N - 1$ heltall $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ på separate linjer, som angir rekkefølgen Ann ønsker å fjerne bladene fra treet i. Rekkefølgen må være slik at hvis brikkene fjernes én etter én fra treet i denne rekkefølgen, må den fjernede brikken alltid være en løvnøde, dvs. at treet alltid må forbli sammenhengende.

Fase 2: Kathrin

Etter den første linjen (beskrevet ovenfor), inneholder den neste inputlinjen den binære strengen (Ann sin melding) fra fase 1.

Etter dette vil det være $N - 1$ runder med interaksjon, én for hvert av Kathrin sine trekk.

I det i -te trekket, skal programmet ditt først lese to tall, a og b ($0 \leq a < b \leq N - 1$). En av disse brikkene er løvnoden ℓ_i i Anns rekkefølge, og den andre brikken er den eneste gjenværende brikken som er koblet til ℓ_i . Deretter skal programmet ditt sende ut ℓ_i , som indikerer at Kathrin fjerner dette bladet. Hvis programmet ditt ikke skriver ut det riktige bladet ℓ_i , taper jentene spillet, og programmet ditt vil bli bedømt som Wrong Answer på denne testen.

Detaljer

Hvis *summen* av kjøretidene for de to separate kjøringene av programmet ditt overstiger tidsbegrensningen, vil programmet din bli bedømt som Time Limit Exceeded.

Sørg for å tømme (engelsk: *flush*) standard output etter at du har skrevet ut hver linje, ellers kan programmet bli bedømt som «Time Limit Exceeded». I Python skjer dette automatisk så lenge du bruker `input()` til å lese linjer. I C++ vil `cout << endl`; tømme linjene i tillegg til å skrive ut en ny linje. Hvis du bruker `printf`, bruk `fflush(stdout)`; .

Merk at det kan være vanskelig å lese inn en tom streng riktig. De medfølgende malene håndterer dette tilfellet riktig.

Begrensninger og poengsum

- $N = 1\,000$.
- $0 \leq a < b \leq N - 1$ for alle koblinger.

Løsningen din vil bli testet på et sett med testgrupper, som hver er verdt et antall poeng. Hver testgruppe inneholder et sett med tester. For å få poengene for en testgruppe må du løse alle testene i testgruppen.

Gruppe	Maks poengsum	Begrensninger
1	8	Treet er en stjerne. Det vil si at alle noder unntatt én er løvnoder.
2	9	Treet er en linje. Det vil si at alle noder unntatt to løvnoder har nøyaktig to nabonoder.
3	21	Treet er en stjerne med linjer som går ut fra den. Det vil si at alle noder har enten én eller to nabonoder, bortsett fra én som har mer enn to nabonoder.
4	36	Avstanden mellom to noder er maksimalt 10.
5	26	Ingen ytterligere begrensninger.

For hver testgruppe som programmet ditt løser riktig, vil du motta en poengsum basert på følgende formel:

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

hvor S_g er den maksimale mulige poengsummen for testgruppen, og K er den maksimale lengden på Ann sin melding som trengs for noen test i testgruppen. **Poengsummen din for hver testgruppe vil bli avrundet til nærmeste heltall.**

Tabellen nedenfor viser antall poeng, for noen få verdier av K , som programmet ditt vil få hvis det løser alle testgruppene med den K -en. Spesielt, for å oppnå en poengsum på 100 poeng, må løsningen din løse alle testtilfeller med $K \leq 1$.

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

Testverktøy

For å forenkle testingen av løsningen din har vi gitt deg et enkelt verktøy som du kan laste ned. Se «attachments» nederst på Kattis-oppgavesiden. Verktøyet er valgfritt å bruke. Merk at det offisielle vurderingsprogrammet på Kattis er forskjellig fra testverktøyet.

For å bruke verktøyet, opprett en inputfil, for eksempel «sample1.in», som starter med et tall N etterfulgt av $N - 1$ linjer som beskriver treet, i samme format som i fase 1. For eksempel, for eksemplet nedenfor:

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

For Python-programmer, si `solution.py` (som vanligvis kjøres med `pypy3 solution.py`), kjør:

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

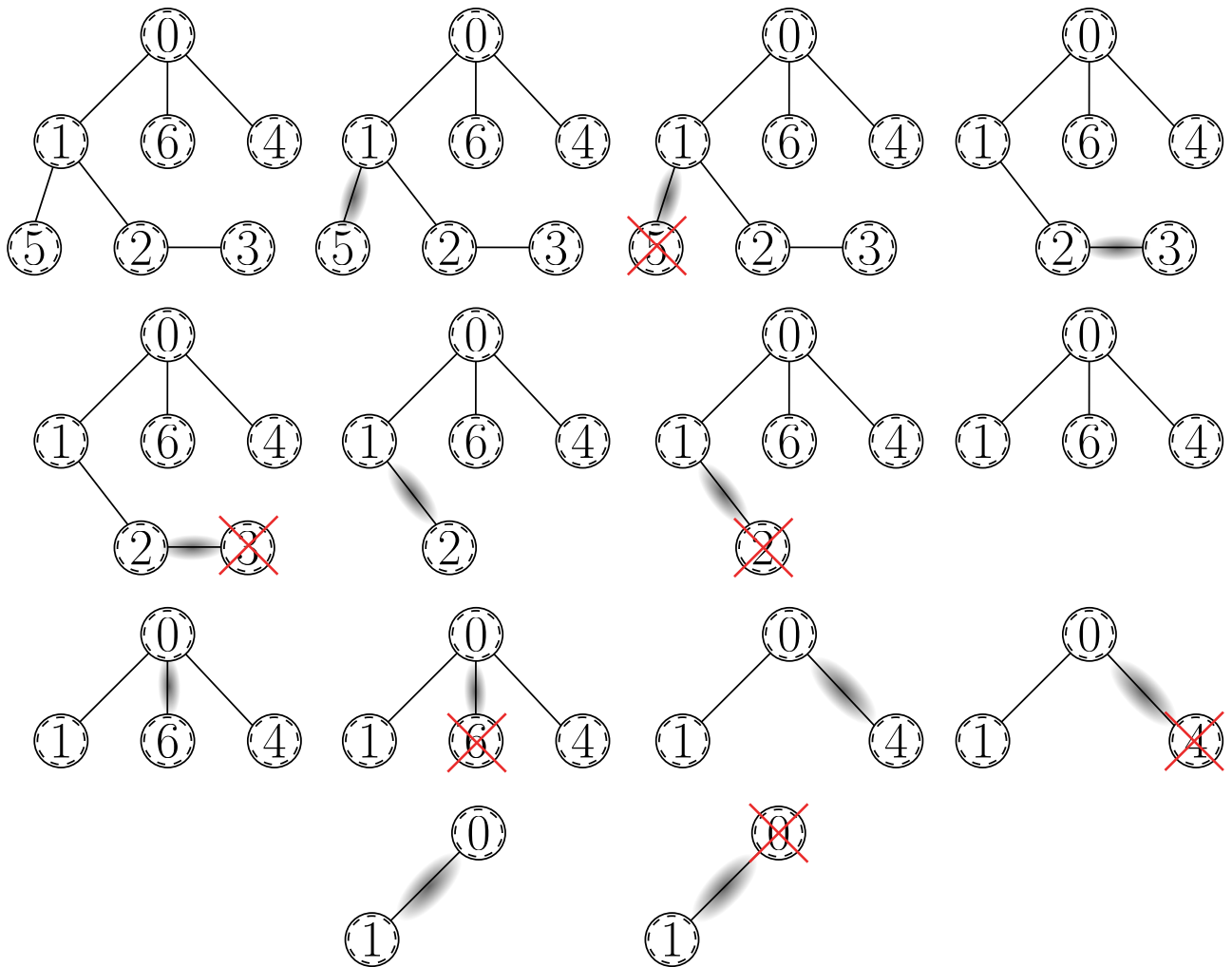
For C++-programmer, kompiler dem først (f.eks. med `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) og kjør deretter:

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

Eksempel

Merk at eksemplet i denne delen har $N = 7$ for enkelhets skyld, og er derfor ikke en gyldig test. Programmet ditt forventes ikke å kunne løse dette tilfellet. Alle testtilfeller på serveren vil ha $N = 1000$.

I eksemplet får Ann følgende tre. I den første fasen leser Ann treet, velger en binærstreng "0110" som skal sendes til Kathrin, og velger også en rekkefølge $[\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$ som brikkene skal fjernes fra treet. I den andre fasen mottar Kathrin strengen «0110» som ble sendt i den første fasen. Så mottar hun paret (1, 5) og bestemmer seg for å fjerne brikke 5, som faktisk er løvnoden. For neste trekk mottar hun paret (2, 3) og fjerner løvnoden 3, og så videre. Følgende bilder viser interaksjonene:



grader output	din output
1 7	
0 1	
1 2	
2 3	
0 4	
0 6	
1 5	
	0110
	5
	3
	2
	6
	4
	0

grader output	din output
2 7	
0110	
1 5	
	5
2 3	
	3
1 2	
	2
0 6	
	6
0 4	
	4
0 1	
	0