

D. Laser Strike

Naam taak	Lasertreffer
Tijdslimiet	3 seconden
Geheugenlimiet	1 gigabyte

Ann en haar vriendin Kathrin hebben onlangs een nieuw bordspel ontdekt dat hun favoriet is geworden: Lasertreffer. Bij dit spel werken twee spelers samen om N stukken van het bord te verwijderen. Het spel verloopt in twee fasen. Het addertje onder het gras is dat Kathrin niet over alle informatie in het spel zal beschikken. Om het spel te winnen, moeten Ann en Kathrin samenwerken, terwijl ze zo min mogelijk communiceren.

Er staan N unieke stukken op het bord, genummerd van 0 tot $N - 1$. Beide spelers kunnen deze stukken zien. Er zijn ook $N - 1$ verbindingen tussen paren van stukken, op zo'n manier dat het mogelijk is om via deze verbindingen elk stuk vanaf elk ander stuk te bereiken. Met andere woorden: deze verbindingen vormen een boom. **Alleen Ann kan deze verbindingen zien; Kathrin kent ze niet.**

In de eerste fase van het spel bepaalt Ann in welke volgorde $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ stukken verwijderd moeten worden, totdat er nog maar één over is. Deze volgorde blijft geheim voor Kathrin. Als ze hem na kan doen, winnen ze het spel. Bij het verwijderen van stukken moet aan de volgende regel worden voldaan: telkens als er een stuk wordt verwijderd, moet dat stuk met precies één overgebleven stuk verbonden zijn. Met andere woorden: het verwijderde stuk moet een blad van de boom zijn, die gevormd is uit de overgebleven stukken en zichzelf. (Nadat de $N - 1$ stukken zijn verwijderd, wordt het laatste stuk automatisch verwijderd en winnen de spelers.) Ann moet een volgorde kiezen die overeenkomt met de bovenstaande regel.

Ann schrijft ook een bericht aan Kathrin, in de vorm van een binaire string. Ann kan zelf kiezen hoe lang het bericht is, maar hoe korter het is, hoe meer punten ze krijgen.

Daarna begint de tweede fase van het spel. Het doel van het spel is dat Kathrin $N - 1$ stukken van het bord verwijderd in de volgorde $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$. Ze zal $N - 1$ zetten doen. Voor zet i , vertelt Ann Kathrin een paar integers a en b met de volgende eigenschappen:

- $a < b$;
- er is nog steeds een paar van direct verbonden stukken met de getallen a en b ; en

- óf a óf b is het juiste stuk ℓ_i dat in deze zet verwijderd moet worden.

Merk op dat voor Ann de verbinding (a, b) uniek wordt bepaald door het blad ℓ_i in de huidige boom.

Kathrin verwijdert vervolgens óf a óf b van het bord. Als dit het juiste stuk was – dat wil zeggen, ℓ_i – dan spelen ze verder. Anders verliezen ze het spel.

Jouw taak is om de strategieën van zowel Ann als Kathrin zo uit te voeren dat ze het spel winnen.

De punten die je voor je programma krijgt, worden bepaald op basis van de lengte van het bericht dat Ann schrijft in de eerste fase van het spel.

Implementatie

Dit is een multi-run probleem, wat betekent dat je programma twee keer wordt uitgevoerd. De eerste keer dat het wordt uitgevoerd, moet het Anns strategie uitvoeren voor de eerste fase van het spel. Daarna moet het Kathrins strategie uitvoeren voor de tweede fase van het spel.

De eerste regel van de invoer bevat twee integers, P en N , waar P óf 1 óf 2 (eerste of tweede fase) is, en N is het aantal stukken.

De volgende invoer hangt af van de fase:

Fase 1: Ann

Na de eerste regel (hierboven beschreven) beschrijven de volgende $N - 1$ regels van de invoer de boom. Elke regel bevat twee cijfers, a en b ($0 \leq a < b \leq N - 1$), die een verbinding tussen stukken a en b aangeven.

Je programma moet beginnen met het uitvoeren van een binaire string met maximaal 1000 karakters, elk 0 of 1, het bericht geschreven door Ann. Merk op dat om een string van lengte 0 te genereren, je programma een lege regel moet printen.

Hierna moet het $N - 1$ integers $\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}$ op afzonderlijke regels uitvoeren, die de volgorde aangeven waarin Ann de bladeren van de boom wil verwijderen. De volgorde moet zo zijn dat als de stukken één voor één in deze volgorde worden verwijderd van de boom, het verwijderde stuk altijd een blad is, oftewel, de boom moet altijd verbonden blijven.

Fase 2: Kathrin

Na de eerste regel (hierboven beschreven) bevat de volgende regel van de invoer de binaire string (Anns bericht) uit Fase 1.

Hierna zullen er $N - 1$ rondes van interactie zijn, één voor elk van Kathrins zetten.

In de i e zet, moet je programma eerst twee cijfers inlezen, a en b ($0 \leq a < b \leq N - 1$). Eén van deze stukken is het blad ℓ_i in Anns volgorde, en het andere stuk is het enige overgebleven stuk dat verbonden is met ℓ_i . Daarna moet je programma ℓ_i printen, wat aangeeft dat Kathrin dit blad verwijderd. Als je programma niet het correcte blad ℓ_i print, dan verliezen de meiden het spel en zal je inzending worden beoordeeld als Wrong Answer voor deze testcase.

Details

Als de *som* van de uitvoertijden van de twee aparte uitvoeringen van je programma groter is dan het tijdslimiet, dan wordt je inzending beoordeeld als Time Limit Exceeded.

Zorg ervoor dat je de standaard uitvoer flusht na het printen van elke regel, want anders kan je programma beoordeeld worden als Time Limit Exceeded. In Python gebeurt dit automatisch zolang je `input()` gebruikt om regels te lezen. In C++, `cout << endl;` flusht en print ook een nieuwe regel; als je `printf` gebruikt, gebruik `fflush(stdout);`.

Let op dat het lezen van een lege string ingewikkeld kan zijn. De aangeleverde templates doen dit correct.

Randvoorwaarden en puntentelling

- $N = 1\,000$.
- $0 \leq a < b \leq N - 1$ voor alle verbindingen.

Je oplossing wordt getest op een set van testgroepen, die elk een aantal punten waard zijn. Elke testgroep bevat een set van testcases. Om de punten voor een testgroep te krijgen, moet je alle testcases in de testgroep oplossen.

Testgroep	Maximale punten	Limieten
1	8	De boom is een ster. Dus, alle knopen behalve één zijn bladeren.
2	9	De boom is een lijn. Dus, alle knopen behalve twee bladeren hebben exact twee aangrenzende knopen.
3	21	De boom is een ster met lijnen die eruit gaan. Dus, alle knopen hebben óf één óf twee aangrenzende knopen, behalve voor eentje die meer dan twee aangrenzende knopen heeft.
4	36	De afstand tussen elke twee willekeurige knopen is maximaal 10.
5	26	Geen aanvullende voorwaarden.

Voor elke testgroep dat je programma correct oplost, krijg je punten gebaseerd op de volgende formule:

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

waar S_g de maximale score voor de testgroep is, en K de maximale lengte van Anns bericht is, dat nodig is voor elke testcase in de testgroep. Je punten voor elke testgroep wordt afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele getal.

De onderstaande tabel laat het aantal punten zien, voor een aantal waarden van K , wat je programma krijgt als het alle testgroepen oplost met die K . In het bijzonder, om een score van 100 punten te krijgen, moet je oplossing elk testgeval oplossen met $K \leq 1$.

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

Testtool

Om het testen van je oplossing makkelijker te maken, is er een simpele tool die je kan downloaden. Zie "attachments" aan de onderkant van de Kattis-probleempagina. De tool mag je optioneel gebruiken. Let erop dat de officiële grader op Kattis anders is dan de testtool.

Om de tool te gebruiken, moet je een invoerbestand maken, zoals "sample1.in", wat moet beginnen met een cijfer N , gevolgd door $N - 1$ regels die de boom beschrijven, in dezelfde vorm als in Fase 1. Zoals in het onderstaande voorbeeld:

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

Voor Python programma's, zoals `solution.py` (normaal gesproken uitgevoerd met `pypy3 solution.py`), voer het volgende uit:

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

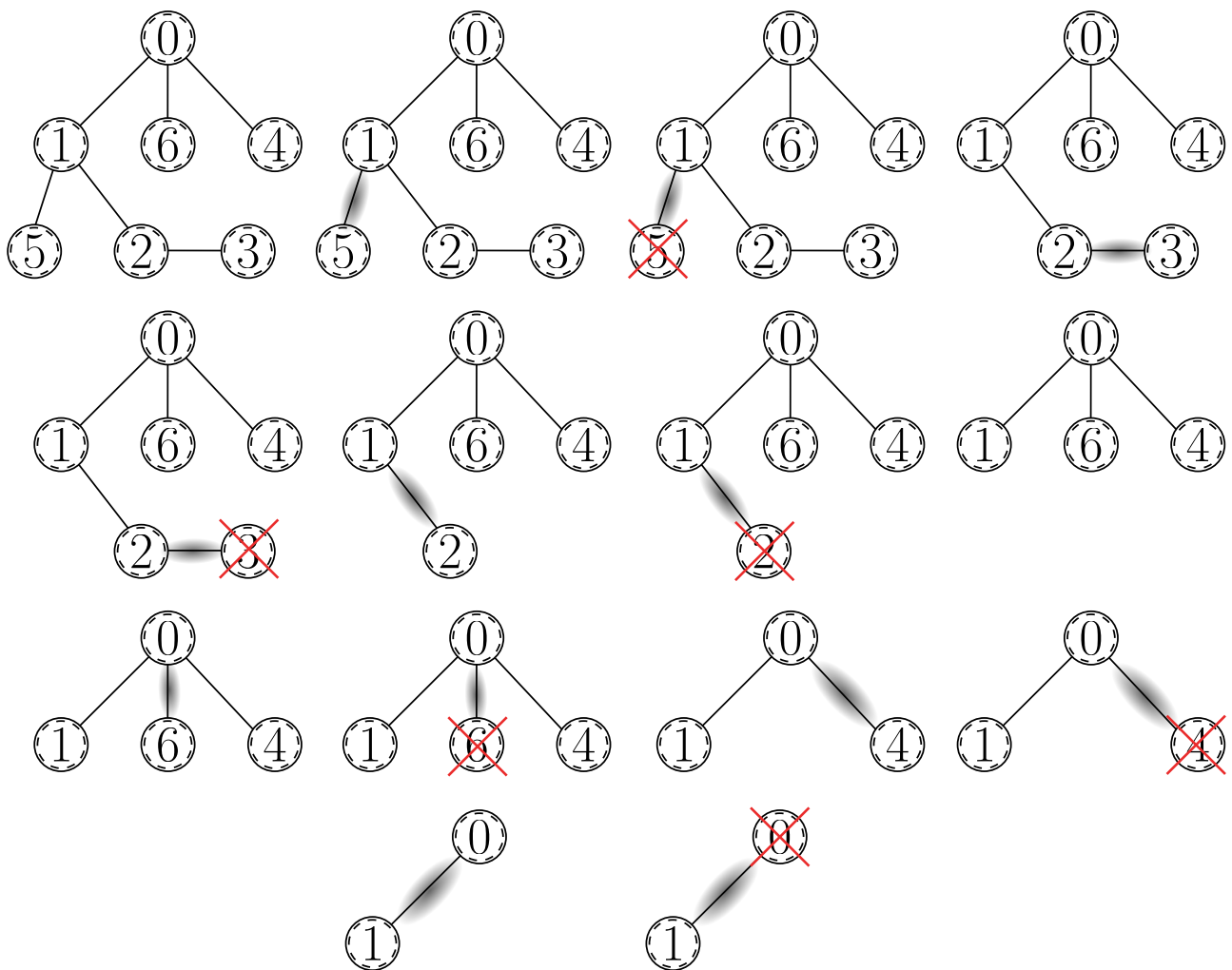
Voor C++ programma's, compileer het eerst: (e.g. with `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) en voer het dan uit:

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

Voorbeeld

Merk op dat het voorbeeld in deze sectie $N = 7$ heeft voor de eenvoud en daarom geen geldige testcase is. Het is niet de bedoeling dat je programma dit voorbeeld kan oplossen. Alle testcases op de grader hebben $N = 1000$.

In het voorbeeld krijgt Ann de volgende boom. In de eerste fase leest Ann de boom, selecteert een binaire string "0110" om naar Kathrin te sturen en selecteert ook een volgorde $[\ell_0, \ell_1, \dots, \ell_{N-2}] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$ waarin de stukken uit de boom moeten worden verwijderd. In de tweede fase ontvangt Kathrin de string "0110" die in de eerste fase werd verzonden. Vervolgens ontvangt ze het paar $(1, 5)$ en besluit ze knoop 5 te verwijderen, wat inderdaad het blad is. Voor de volgende zet ontvangt ze het paar $(2, 3)$ en verwijdert het blad 3, enzovoort. De volgende afbeeldingen tonen de interacties:



Uitvoer grader	jouw uitvoer
1 7	
0 1	
1 2	
2 3	
0 4	
0 6	
1 5	
	0110
	5
	3
	2
	6
	4
	0

Uitvoer grader	jouw uitvoer
2 7	
0110	
1 5	
	5
2 3	
	3
1 2	
	2
0 6	
	6
0 4	
	4
0 1	
	0