D - Laser Strike

إسم المشكلة	Laser Strike
الحد الزمني	ثوان 3
الحد الأقصى للذاكرة	جيجابايت 1

اكتشفت آن وصديقتها كاثرين مؤخرًا لعبة لوحية جديدة أصبحت مفضلتهما: ليزر ستريك. في هذه اللعبة، يعمل اللاعبان معًا لإزالة N قطع من اللوحة. تجري اللعبة على مرحلتين. التحدي هو أن كاثرين لن تملك معلومات كاملة عن اللعبة. للفوز باللعبة، يجب على آن وكاثرين العمل معًا، مع التواصل بأقل قدر ممكن.

يوجد N قطع فريدة على اللوحة، مرقمة من 0 إلى $N-1$. يمكن لكلا اللاعبين رؤية هذه القطع. هناك أيضًا $N-1$ اتصال بين أزواج من القطع، بحيث يمكن الوصول إلى أي قطعة من أي قطعة أخرى باتباع هذه الاتصالات. بمعنى آخر، تشكل هذه الاتصالات شجرة. فقط آن يمكنها رؤية هذه الاتصالات؛ كاثرين لا تعرفها.

في المرحلة الأولى من اللعبة، تقرر آن ترتيبًا $\ell_0, \ell_1, \ldots, \ell_{N-2}$ لإزالة القطع، حتى يتبقى قطعة واحدة فقط. سيظل هذا الترتيب سرًا من كاثرين. إذا تمكنت كاثرين من تكراره، فسوف يفوزان باللعبة. يجب أن تتبع إزالة القطع القاعدة التالية: في كل مرة تُزال فيها قطعة، يجب أن تكون متصلة بقطعة واحدة فقط متبقية. بمعنى آخر، يجب أن تكون القطعة المزالة ورقة من الشجرة المكونة من القطع المتبقية ونفسها. بعد إزالة $N-1$ قطعة، تُزال القطعة الأخيرة تلقائيًا ويفوز اللاعبان. يجب على آن اختيار ترتيب يتوافق مع القاعدة أعلاه.

ستكتب آن أيضًا رسالة إلى كاثرين، على شكل سلسلة ثنائية. يمكن لآن اختيار طول هذه الرسالة - ولكن كلما كانت الرسالة أقصر، زادت النقاط التي يحصلان عليها.

بعد ذلك، تبدأ المرحلة الثانية من اللعبة. الهدف من اللعبة هو أن تقوم كاثرين بإزالة $N-1$ قطعة من اللوحة بالترتيب $\ell_0, \ell_1, \ldots, \ell_{N-2}$. ستجري $N-1$ حركة.

قبل الحركة i، تخبر آن كاثرين بزوج من الأعداد الصحيحة a، b بالخصائص التالية:

- $a < b$
- لا يزال هناك زوج من القطع المتصلة مباشرة بأرقام a وb
- إما a أو b هي القطعة الصحيحة ℓ_i التي يجب إزالتها في هذه الحركة.

لاحظ أنه بالنسبة لآن، يتم تحديد الاتصال (a, b) بشكل فريد بواسطة الورقة ℓ_i في الشجرة الحالية.

ثم تقوم كاثرين بإزالة إما a أو b من اللوحة. إذا كانت هذه القطعة الصحيحة - أي، ℓ_i - يستمران في اللعب. وإلا، يخسران اللعبة.

مهمتك هي تنفيذ استراتيجيتي آن وكاثرين بحيث يفوزان باللعبة.

سيتم تقييم برنامجك بناءً على طول الرسالة التي تكتبها آن في المرحلة الأولى من اللعبة.

التنفيذ

هذه مشكلة متعددة التشغيل، مما يعني أن برنامجك سيتم تنفيذه مرتين. في المرة الأولى، يجب أن ينفذ استراتيجية آن للمرحلة الأولى من اللعبة. بعد ذلك، يجب أن ينفذ استراتيجية كاثرين للمرحلة الثانية من اللعبة.

السطر الأول من الإدخال يحتوي على عددين صحيحين، P وN، حيث P إما 1 أو 2 (المرحلة الأولى أو الثانية)، وN هو عدد القطع.

الإدخال التالي يعتمد على المرحلة:

المرحلة الأولى: آن

بعد السطر الأول الموصوف أعلاه، تصف الأسطر $N-1$ التالية الشجرة. كل سطر يحتوي على عددين، a وb ($0 \leq a, b < N$)، مما يعني أن هناك اتصالاً بين القطعتين a وb.

يجب أن يبدأ برنامجك بإخراج سلسلة ثنائية تحتوي على ما يصل إلى 1000 حرف، كل حرف إما 0 أو 1، وهي الرسالة التي كتبتها آن. إذا كنت ترغب في إخراج سلسلة بطول 0، أخرج سطرًا فارغًا.

بعد ذلك، يجب أن يخرج $N-1$ عددًا صحيحًا $\ell_0, \ell_1, \ldots, \ell_{N-2}$ في أسطر منفصلة، مشيرًا إلى الترتيب الذي تريد آن إزالة أوراق الشجرة به. يجب أن يكون الترتيب بحيث إذا تمت إزالة القطع واحدة تلو الأخرى من الشجرة بهذا الترتيب، يجب أن تكون القطعة المزالة دائمًا ورقة، أي يجب أن تظل الشجرة متصلة دائمًا.

المرحلة الثانية: كاثرين

بعد السطر الأول (الموضح أعلاه)، يحتوي السطر التالي من الإدخال على السلسلة الثنائية (رسالة آن) من المرحلة الأولى.

بعد ذلك، ستكون هناك $N-1$ جولة من التفاعل، واحدة لكل حركة من حركات كاثرين.

في الحركة i، يجب أن يقرأ برنامجك أولاً عددين، a وb ($0 \leq a < b \leq N-1$). إحدى هاتين القطعتين هي الورقة ℓ_i في ترتيب آن، والقطعة الأخرى هي القطعة الوحيدة المتبقية المتصلة بـ ℓ_i. ثم، يجب أن يخرج برنامجك ℓ_i، مشيرًا إلى أن كاثرين تزيل هذه الورقة. إذا لم يطبع برنامجك الورقة الصحيحة ℓ_i، ستخسر الفتاتان اللعبة وسيتم الحكم على تقديمك بأنه إجابة خاطئة.

التفاصيل

إذا تجاوز مجموع أوقات التشغيل للتشغيلين المستقلين لبرنامجك الحد الزمني، سيتم رفض تقديمك. تأكد من تفريغ الإخراج القياسي بعد طباعة كل سطر، وإلا قد يتم الحكم على برنامجك بأنه تجاوز الحد الزمني. في بايثون، يحدث هذا تلقائيًا طالما تستخدم input() لقراءة الأسطر. في C++، يقوم cout << endl; بالتفريغ بالإضافة إلى طباعة سطر جديد، إذا كنت تستخدم printf، استخدم fflush(stdout);.

القيود

- $1 \leq N \leq 1000$.
- $0 \leq a, b < N$ لجميع الاتصالات.

سيتم اختبار حلك على مجموعة من المجموعات التجريبية، كل منها تساوي عددًا من النقاط. تحتوي كل مجموعة تجريبية على مجموعة من حالات الاختبار. للحصول على النقاط لمجموعة تجريبية، يجب أن يحل برنامجك جميع حالات الاختبار في تلك المجموعة بشكل صحيح.

المجموعة	الدرجة القصوى	القيود
1	8	الشجرة نجمة. أي أن جميع العقد باستثناء واحدة هي أوراق.
2	9	الشجرة خط. أي أن جميع العقد باستثناء عقدتين ورقيتين لها بالضبط عقدتان
3	21	الشجرة نجمة مع خطوط تخرج منها. أي أن جميع العقد لها إما عقدة واحدة أو اثنتين متجاورتين، باستثناء واحدة لها أكثر من عقدتين متجاورتين.
4	36	المسافة بين أي عقدتين هي 10 على الأكثر.
5	26	لا توجد قيود

سيتم احتساب درجتك لكل مجموعة تجريبية بناءً على الصيغة التالية:

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

حيث S_g هي الدرجة القصوى للمجموعة التجريبية، و K هو الحد الأقصى لطول رسالة آن المطلوبة لأي حالة اختبار في المجموعة التجريبية (محدد بحد أدنى 1). سيتم تقريب درجتك لكل مجموعة تجريبية إلى أقرب عدد صحيح.

يوضح الجدول أدناه عدد النقاط، لبعض قيم K، التي سيحصل عليها برنامجك إذا حل جميع المجموعات التجريبية بتلك القيمة K. على وجه الخصوص، لتحقيق درجة 100 نقطة، يجب أن يحل حلك كل حالة اختبار بـ $K \leq 1$.

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

أداة الاختبار

لتسهيل اختبار حلك، قمنا بتوفير أداة بسيطة يمكنك تحميلها. انظر إلى "المرفقات" في أسفل صفحة مشكلة Kattis. الأداة اختيارية للاستخدام. لاحظ أن برنامج التصحيح الرسمي على Kattis يختلف عن أداة الاختبار.

لاستخدام الأداة، قم بإنشاء ملف إدخال، مثل "sample1.in"، والذي يجب أن يبدأ بعدد N يليه $N-1$ أسطر تصف الشجرة، بنفس التنسيق المستخدم في المرحلة الأولى. على سبيل المثال، للعينة أدناه

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

لبرامج بايثون، مثل solution.py (يتم تشغيلها عادةً بـ `pypy3 solution.py`)، قم بتشغيل:

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

لبرامج C++، قم أولاً بتجميعها (على سبيل المثال باستخدام `g++ -g -O2 -std=gnu++23 -static solution.cpp -o solution.out`) ثم قم بتشغيل:

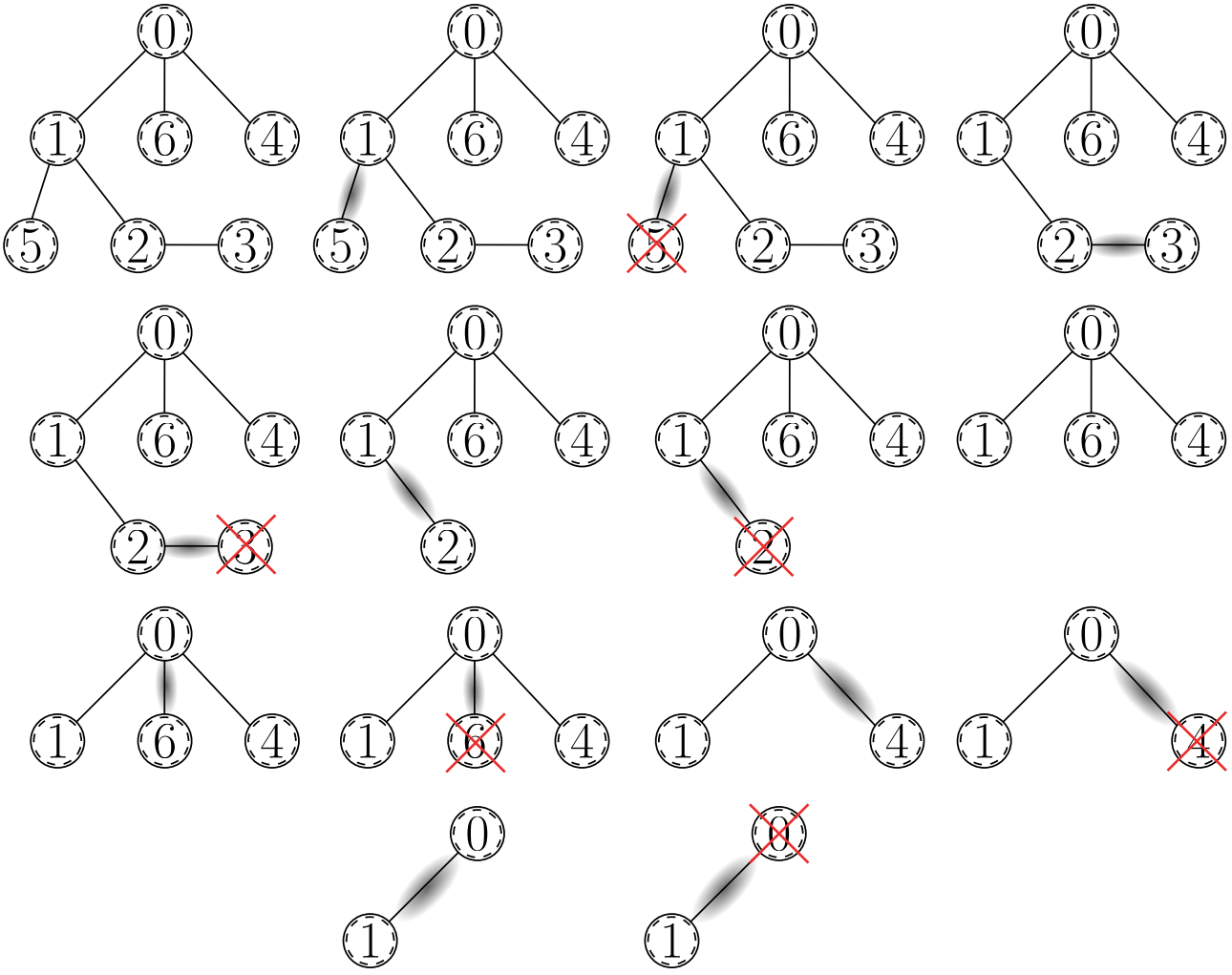
bash```

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

مثال

لاحظ أن العينة في هذا القسم تحتوي على $N = 7$ للتبسيط، وبالتالي فهي ليست حالة اختبار صالحة. لا يُتوقع من برنامجك أن يكون قادرًا على حل هذه الحالة. جميع حالات الاختبار على المصحح ستكون بـ $N = 1000$.

في العينة، تُعطى آن الشجرة التالية. في المرحلة الأولى، تقرأ آن الشجرة، وتختار سلسلة ثنائية "0110" لإرسالها إلى كاثرين، كما تختار ترتيبًا $[\ell_0, \ell_1, \ldots, \ell_5] = [5, 3, 2, 6, 4, 0]$ يجب إزالة القطع به. في المرحلة الثانية، تتلقى كاثرين السلسلة "0110" التي تم إرسالها في المرحلة الأولى. ثم تتلقى الزوج $(1, 5)$ وتقرر إزالة الرأس 5، وهي بالفعل الورقة. للحركة التالية، تتلقى الزوج $(2, 3)$ وتزيل الورقة 3، وهكذا. توضح الصور التالية التفاعلات:


0 1 6 4 5 2 3
0 1 6 4 5 2 3
0 1 6 4 5 2 3
0 1 6 4 2 3
0 1 6 4 2 3
0 1 6 4 2
0 1 6 4 2
0 1 6 4
0 1 6 4
0 1 4
0 1
0 1

مخرجاتك	مخرجات المُقيِّم
	1 7
	0 1
	1 2
	2 3
	0 4
	0 6
	1 5
0110	
5	
3	
2	
6	
4	
0	

مخرجاتك	مخرجات المُقيِّم
	2 7
0110	
	1 5
5	
	2 3
3	
	1 2
2	
	0 6
6	
	0 4
4	
	0 1
0	