



Longest Trip

Skipuleggjendur IOI eru í miklum vanda! Þau gleymdu að plana ferðina til Ópusztaszer fyrir morgundaginn. En kannski er það ekki alveg of seint...

Það eru N kennileiti í Ópusztaszer sem eru númerið frá 0 til $N - 1$. Sum pör þessarar kennileita eru tengd með *tvíáttaðum vegum*. Sérhvert par kennileita er tengt með mesta lagi einum vegi. Skipuleggjendurnir *vita ekki* hvaða kennileiti eru tengd með vegum.

Við segjum að **þéttleiki** vegakerfisins í Ópusztaszer er í **minnsta lagi** δ ef allar þrenndir af kennileitum hafa í minnsta lagi δ vegi á milli þeirra. Í öðrum orðum, fyrir sérhverja þrennd af kennileitum (u, v, w) þar sem $0 \leq u < v < w < N$, af pörunum (u, v) , (v, w) og (u, w) eru í minnsta lagi δ pör tengd með vegum.

Skipuleggjendurnir *vita* jákvæða heiltölu D þar sem þéttleiki vegakerfisins er í minnsta lagi D . Athugaðu að gildið á D getur ekki verið stærra en 3.

Skipuleggjendurnir geta framkvæmt **símtöl** til afgreiðslumanns í síma til að safna upplýsingum um vegatengingar milli ákveðinna kennileita. Í sérhverju símtali verða tvö fylki sem eru ekki tóm, $[A[0], \dots, A[P - 1]]$ og $[B[0], \dots, B[R - 1]]$, tilgreind. Kennileitin skulu vera sundurlæg tvö og tvö, eða í öðrum orðum

- $A[i] \neq A[j]$ fyrir sérhvert i og j þar sem $0 \leq i < j < P$;
- $B[i] \neq B[j]$ fyrir sérhvert i og j þar sem $0 \leq i < j < R$;
- $A[i] \neq B[j]$ fyrir sérhvert i og j þar sem $0 \leq i < P$ og $0 \leq j < R$.

Fyrir sérhvert símtal svarar afgreiðslumaður hvort það sé til vegur sem tengir kennileiti úr A við kennileiti úr B . Það er, afgreiðslumaðurinn skilar `true` ef það er til i og j þar sem $0 \leq i < P$ og $0 \leq j < R$, og $A[i]$ og $A[j]$ eru tengd með vegi. Annars skilar afgreiðslumaðurinn `false`.

Ferðalag af lengd l er runa af einstökum kennileitum $t[0], t[1], \dots, t[l - 1]$, þar sem fyrir sérhvert i gildir að $0 \leq i \leq l - 2$, og kennileiti $t[i]$ er tengt kennileiti $t[i + 1]$ með vegi. Ferðalag af lengd l er flokkað sem **lengsta ferðalag** ef það er ekki til neitt ferðalag af lengd $l + 1$.

Verkefni þitt er að hjálpa skipuleggjendunum að finna lengsta ferðalag í Ópusztaszer með því að hringja símtöl til afgreiðslumannsins.

Útfærsluatriði

Þú skalt útfæra eftirfarandi fall:

```
int[] longest_trip(int N, int D)
```

- N : fjöldi kennileita í Ópusztaszer.
- D : tryggður minnsti þéttleiki vegakerfisins
- Þetta fall skal skila fylki $t = [t[0], t[1], \dots, t[l-1]]$, sem táknar eitthvað lengsta ferðalag.
- Sérhvert prufutilvik gæti kallað í þetta fall **mörgum sinnum**.

Fallið að ofan má kalla í eftirfarandi fall:

```
bool are_connected(int[] A, int[] B)
```

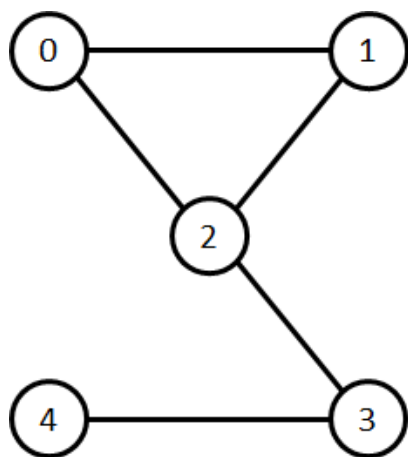
- A : fylki af einstökum kennileitum sem er ekki tómt.
- B : fylki af einstökum kennileitum sem er ekki tómt.
- A og B skulu vera sundurlæg.
- Þetta fall skilar `true` ef það er til kennileiti úr A og kennileiti úr B sem eru tengd með vegi. Annars skilar það `false`.
- Þetta fall má kalla í ekki oftar en 32 640 sinnum í sérhverri fallbeitingu af `longest_trip` og mesta lagi 150 000 sinnum samtals.
- Samtals lengd fylkja A og B sem eru send til fallsins yfir allar fallbeitingar þess má ekki vera hærri en 1 500 000.

Yfirferðarforritið *aðlagar sig ekki*. Gildin N og D , og einnig pör kennileita sem eru tengd með vegum, hafa verið ákvörðuð fyrirfram áður en fallinu `longest_trip` er beitt.

Sýnidæmi

Sýnidæmi 1

Hugsaðu um tilvik þar sem $N = 5$, $D = 1$ og vegirnir eru tengdir eins og sýnt er á eftirfarandi mynd:



Kallað er á fallið `longest_trip` á eftirfarandi hátt:

```
longest_trip(5, 1)
```

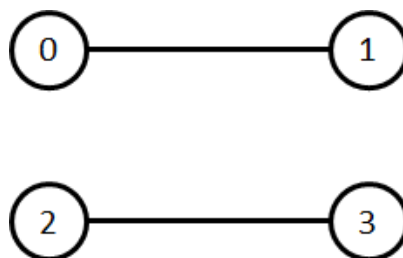
Fallið má kalla á `are_connected` á eftirfarandi hátt:

Kall	Pör tengd með vegi	Skilagildi
<code>are_connected([0], [1, 2, 4, 3])</code>	(0,1) og (0,2)	true
<code>are_connected([2], [0])</code>	(2,0)	true
<code>are_connected([2], [3])</code>	(2,3)	true
<code>are_connected([1, 0], [4, 3])</code>	engin	false

Eftir fjórða kallið kemur í ljós að *ekkert* af pörunum (1,4), (0,4), (1,3) og (0,3) er tengd með vegi. Þar sem þéttleiki kerfisins er í minnsta lagi $D = 1$, sjáum við að í þrenndini (0,3,4) hlýtur parið (3,4) að vera tengd með vegi. Á svipaðan hátt má sjá að kennileiti 0 og 1 hljóta að vera tengd.

Á þessum tímapunkti má álykta að $t = [1, 0, 2, 3, 4]$ sé ferðalag af lengd 5 og að það sé ekki til ferðalag af lengd hærri en 5. Því má fallið `longest_trip` skila `[1, 0, 2, 3, 4]`.

Hugsaðu um annað tilvik þar sem $N = 4$, $D = 1$ og veginir eru tengdir eins og er sýnt á eftirfarandi mynd:



Kallað er í fallið `longest_trip` á eftirfarandi hátt:

```
longest_trip(4, 1)
```

Í þessu tilviki er lengdin á lengsta ferðalagi 2. Eftir nokkur köll í `are_connected` má fallið `longest_trip` því skila út einu af `[0, 1]`, `[1, 0]`, `[2, 3]` eða `[3, 2]`.

Sýnidæmi 2

Hlutverkefni 0 inniheldur auka sýnidæmi með $N = 256$ kennileitum. Þetta sýnidæmi er innifalið í viðhengja pakkanum sem þú getur niðurhalað úr keppniskerfinu.

Skorður

- $3 \leq N \leq 256$
- Summa allra gilda á N yfir öll köll í `longest_trip` fer ekki yfir 1 024.
- $1 \leq D \leq 3$

Hlutverkefni

1. (5 stig) $D = 3$
2. (10 stig) $D = 2$
3. (25 stig) $D = 1$. Látum l^* tákna lengdina á lengsta ferðalagi. Fallið `longest_trip` þarf ekki að skila ferðalagi af lengd l^* , heldur skal það skila ferðalagi af lengd í minnsta lagi $\left\lceil \frac{l^*}{2} \right\rceil$.
4. (60 stig) $D = 1$

Ef kall í `are_connected` skyldi í einhverju prufutilviki ekki fylgja skorðunum sem eru settar í `Útfærsluatriði` eða ef fylkið sem er skilað úr `longest_trip` er rangt mun lausnin þín fá 0 stig fyrir tilheyrandi hlutverkefnið.

Í hlutverkefni 4 eru stigin þín ákvörður út frá fjölda kalla í fallið `are_connected` fyrir sérhverja fallbeitingu `longest_trip`. Látum q vera hámarksfjölda kalla yfir allar fallbeitingar `longest_trip` í öllum prufutilvikum þessa hlutverkefnis. Stigin þín fyrir hlutverkefnið eru reiknuð með eftirfarandi töflu:

Skilyrði	Stig
$2\,750 < q \leq 32\,640$	20
$550 < q \leq 2\,750$	30
$400 < q \leq 550$	45
$q \leq 400$	60

Sýnisyfirferðarforrit

Látum C tákna fjölda tilvika, eða í öðrum orðum, fjöldi kalla í `longest_trip`. Yfirferðarforritið sem þér er gefið til sýnis les inntakið á eftirfarandi sniði:

- line 1: C

Lýsingar á C tilvikum fylgja.

Yfirferðarforritið sem þér er gefið til sýnis les lýsinguna á hverju tilviki á eftirfarandi sniði:

- lína 1: $N \ D$
- lína $1 + i$ ($1 \leq i < N$): $U_i[0] \ U_i[1] \ \dots \ U_i[i - 1]$

Hér er sérhvert U_i , þar sem $1 \leq i < N$, fylki af stærð i sem lýsir hvaða pör kennileita eru tengd með vegi. Fyrir sérhvert i og j þar sem $1 \leq i < N$ og $0 \leq j < i$:

- ef kennileiti j og i eru tengd með vegi skal gildið á $U_i[j]$ vera 1;
- ef það er engin vegur sem tengir kennileiti j og i skal gildið á $U_i[j]$ vera 0.

Í sérhverju tilviki mun sýnisyfirferðarforritið athuga hvort að þéttleiki vegakerfisins sé í minnsta lagi D , áður en kallað er í `longest_trip`. Ef þetta skilyrði er ekki uppfyllt mun það skrifa út skilaboðin `Insufficient Density` og hætta keyrslu.

Ef sýnisyfirferðarforritið tekur eftir brot á samskiptareglum mun úttakið vera `Protocol Violation: <MSG>`, þar sem `<MSG>` er eitt af eftirfarandi villuskilaboðum:

- `invalid array`: í kalli á `are_connected`, gildir að annaðhvort fylkið A eða B
 - sé tómt, eða
 - inniheldur stak sem er ekki heiltala á bilinu 0 upp í $N - 1$, síðasta gildi þar með talið, eða
 - inniheldur sama stakið að minnsta kosti tvisvar.
- `non-disjoint arrays`: í kalli á `are_connected`, eru fylkin A og B ekki sundurlæg.
- `too many calls`: samtals fjöldi kalla í `are_connected` fer yfir 32 640 í núverandi fallbeitingu `longest_trip`, eða fer yfir 150 000 samtals.
- `too many elements`: samtals fjöldi kennileita sem voru send inn í `are_connected` yfir öll köll fór yfir 1 500 000.

Annars látum við stökin í fylkinu sem `longest_trip` skilaði í tilteknu tilviki vera $t[0], t[1], \dots, t[l - 1]$ fyrir eitthvað gildi l sem er ekki neikvætt. Sýnisyfirferðarforritið skrifar út þrjár línur fyrir þetta tilvik á eftirfarandi sniði:

- lína 1: l
- lína 2: $t[0] \ t[1] \ \dots \ t[l - 1]$
- lína 3: fjöldi kalla í `are_connected` í þessu tilviki

Að lokum skrifar sýnisyfirferðarforritið út:

- lína $1 + 3 \cdot C$: hámarksfjölda kalla í `are_connected` yfir öll köll í `longest_trip`.