

Mreže

Danas živimo u dobu sveopće povezanosti. Današnja tehnologija nam omogućava da u isto vrijeme pričamo sa prijateljem iz Islanda, šaljemo slike prijateljima iz Kine, gledamo šta se upravo večera na svečanom prijemu kod brunejskog sultana Hasanala Bolkiaha i slične stvari. No, mnogi ne znaju šta se dešava iza scene dok mi radosno pokušavamo našem prijatelju iz Japana prepričati svježu šalu o trenutnoj političkoj situaciji na Balkanu.

Svaka skupina mreža, (pa i sam internet, kao neka velemreža) se sastoji od manjih mreža, koje ćemo nazvati *podmreže*. Podmreže se sastoje od *hostova*, odnosno krajnjih korisnika (poput vas ili vašeg jadnog prijatelja iz Japana). Svaki host ima jedinstvenu adresu. Ta adresa je jedan 32-bitan broj, koja se radi lakoće pamćenja piše kao grupa od četiri osmobarbitna broja, kao npr. 123 . 5 . 35 . 38. Primijetite da 123 . 456 . 789 . 10 nije validna adresa hosta, jer brojevi 456 i 789 nisu osmobarbitni brojevi (pošto je najveći osmobarbitni broj $2^8 - 1$, tj. 255). Također, uz adresu hosta se često dodaje i njegova *subnet maska*, odnosno broj koji označava kojoj podmreži pripada dati host. Taj broj je u opsegu od 1 do 31. Sama adresa se po ovoj konvenciji zapisuje u obliku *adresa/maska*.

Pogledajmo jedan primjer. Neka nam je data adresa 192 . 168 . 5 . 92/26 . Napišimo ovaj broj u binarnom obliku:

11000000	.10101000	.00000101	.01011100
192 .	168 .	5 .	92

U binarnom zapisu smo označili prvih 26 bitova. Kako sada odrediti podmrežu? Zamijenimo sve neoznačene bitove sa nulama. Dobijamo

11000000	.10101000	.00000101	.01000000
192 .	168 .	5 .	64

Adresa 192 . 168 . 5 . 64 je adresa podmreže, koju smo dobili iz adrese hosta i subnet maske. Napomenimo da neki host unutar neke podmreže ne smije imati adresu koja je jednaka adresi podmreže. To znači da ne postoji host sa adresom 192 . 168 . 5 . 64/26. Također, host ne smije imati adresu gdje su svi bitovi koji ne pripadaju identifikaciji podmreže jednaki jedinici. To znači da sljedeća adresa

11000000	.10101000	.00000101	.01111111
192 .	168 .	5 .	127

nije validna adresa hosta unutar podmreže 192 . 168 . 5 . 64/26.

Da bi računari iz različitih mreža komunicirali međusobno, date podmreže moraju biti međusobno povezane, bilo direktno ili preko posrednika. Uređaji koji su u stanju da povežu više podmreža se nazivaju *routeri*. Oni se ponašaju isto kao i obični hostovi, s tim što mogu sadržavati više adresa (samim tim i biti povezani sa više podmreža). Ako je router povezan sa podmrežama X i Y, i ako mu dođe poruka upućena iz podmreže X za podmrežu Y, onda je router u stanju da poruku proslijedi podmreži Y.

U našem zadatku svaki računar iz neke podmreže je povezan sa svakim drugim računarom iz iste podmreže. Svakom od routera treba k milisekundi da pošalje neku poruku ka nekom odredištu. Običnom hostu treba jedna milisekunda da pošalje poruku ka primaocu. Vaš zadatak je da, imajući u vidu adrese svih hostova i svih routera, kao i broj k za svaki router, odredite najmanje vrijeme koje je potrebno da neka poruka stigne iz računara A do računara B. Pod računarom se podrazumijeva i host i router.

Ulazni podaci

U prvom redu ulazne datoteke „mreze.in“ se nalazi broj hostova H , ($0 \leq H < 5000000$). Nakon toga slijedi H linija u kojima se nalaze adrese hostova, u formatu `adresa/subnet`. U sljedećoj liniji se nalazi ukupan broj routera R , ($0 < R < 500$). Nakon toga dolazi R blokova podataka. Svaki blok se sastoji od broja K , ($0 < K < 1000$), vremena neophodnog da bi router poslao poruku; te P , broja adresa koje pripadaju routeru. U sljedećih P linija su adrese datog routera u obliku `adresa/subnet`. U zadnje dvije linije se nalaze samo adrese hostova A (pošiljaoca) i B (primaoca) poruke, u formatu `adresa/subnet`. Garantuje se da A i B neće biti adrese podmreža, te da će biti stvarne (tj. sigurno neke od adresa unesenih ranije). Također se garantuje da će sve adrese biti različite (iako u stvarnom životu to ne mora biti slučaj). Pretpostavite da broj različitih podmreža neće prelaziti 1000.

Izlazni podaci

U izlaznu datoteku „mreze.out“ trebate ispisati najkraće vrijeme koje je potrebno da poruka stigne od hosta A do hosta B. Ako poruka ne može stići iz A do B, tada trebate u izlaznu datoteku upisati samo `-1`.

Primjeri

Primjer 1

mreze.in
2
192.168.0.1/24
192.168.1.1/24
1
5 2
192.168.0.2/24
192.168.1.2/24
192.168.0.1/24
192.168.1.1/24
mreze.out
6

Primjer 2

mreze.in
2
192.168.0.1/24
192.168.1.1/24
1
5 2
192.168.0.2/24
192.168.2.2/24
192.168.0.1/24
192.168.1.1/24
mreze.out
-1

Ograničenja na resurse

Vaš program se treba izvršavati za ne više od 1s i ne smije koristiti više od 32 MiB memorije po svakom testnom slučaju.