## Algoritmi e Strutture Dati

# Cicli ciclabili (cicli)

## Testo del problema

Slides originali su: judge.science.unitn.it/slides/asd19/prog1.pdf

Un nuovo sindaco in città. A Trento è stato eletto un nuovo sindaco! È un temuto professore di algoritmi, che nel tempo libero ha deciso di dedicarsi alla politica. Con il partito «Algoritmi, Cricche e Libertà», ha stravinto le elezioni!

Il programma del nuovo sindaco. Oltre ad avere a cuore i suoi studenti, il nuovo sindaco tiene molto alla città ed i suoi cittadini. Dopo un consulto con l'assessore alla Salute (M. F.) e l'assessore allo Sport (M. B.), ha stilato una lista di interventi che vorrà fare per la città. Tra le varie cose, ha pensato di incentivare l'uso delle biciclette e costruire nuove piste ciclabili! In realtà, stufo di trovare i 5 sempre troppo pieni, vorrebbe convincere gli studenti ad andare a Povo in bicicletta, per poi riuscire finalmente a trovare un posto sull'autobus!

Le nuove piste ciclabili. Per attuare ciò, ha identificato N luoghi principali in tutta la città, punti di maggior interesse per gli abitanti. Le piste ciclabili già presenti e che verranno costruite sono tutte bidirezionali e collegano ciascuna due luoghi diversi. Come primo obiettivo, ha voluto assicurarsi che tutti i luoghi siano sempre raggiungibili dovunque ci si trovi in città.

Cicli ciclabili. Dopo un ulteriore consulto con il Vicesindaco (C. C.) - con delega al Riposo e al Divertimento - si decide di introdurre una miglioria alle piste che ridurrà la fatica degli studenti: ora nessuno dovrà più fare giri inutilmente!

Tutti i luoghi che fanno parte di un *percorso circolare semplice*, dovranno essere collegati tra loro in maniera diretta. Un percorso circolare semplice è un insieme di piste ciclabili che collega un punto della città a se stesso, senza passare per nessun luogo due volte. In altre parole, l'insieme di luoghi in ogni ciclo semplice, costituisce un sottografo completo.

#### Il vostro compito

Dopo l'inaugurazione delle nuove piste ciclabili, vari abitanti si chiedono come raggiungere i vari punti della città nel modo più veloce possibile. Sono molte le domande che arrivano al sindaco, che avrà bisogno di aiuto per rispondere a tutti! Il vostro compito è rispondere a tutte le domande nel modo più efficiente possibile. Il sindaco vi fornirà:

- ullet la mappa della città, con gli N luoghi di interesse e le piste ciclabili che ha fatto costruire, facendo rispettare i requisiti sopra elencati
- un elenco di tutte le richieste dei cittadini, che indicheranno il punto da cui vogliono partire e quello che vogliono raggiungere.

Per ciascuna richiesta dovrete comunicare la **minima distanza** che il cittadino dovrà percorrere, in termini di numero di piste ciclabili attraversate.

#### Esempio

Le figure fig. 1 e fig. 2, forniscono due esempi di mappe valide della città. In input, oltre alla descrizione della mappa, troverete Q richieste,  $q_j = (u_j, v_j)$ , dove  $u_j$  e  $v_j$  rappresentano rispettivamente il luogo di partenza e di arrivo tra i quali dovrete calcolare la distanza minima, ovvero il numero minimo di piste ciclabili da attraversare per andare da  $u_j$  a  $v_j$ .

Facendo riferimento alla mappa in figura fig. 1, un esempio di lista di richieste è il seguente:

- (0, 1), numero minimo di piste ciclabili da attraversare: 1
- (6, 3), numero minimo di piste ciclabili da attraversare: 2
- (3, 1), numero minimo di piste ciclabili da attraversare: 3
- (6, 5), numero minimo di piste ciclabili da attraversare: 1
- (3, 5), numero minimo di piste ciclabili da attraversare: 2

Le risposte saranno quindi R = [1, 2, 3, 1, 2].

Nota: Vi garantiamo che la mappa di input rispetterà sempre i requisiti stabiliti sopra, quindi: sarà connessa e ogni ciclo semplice farà parte di un sottografo completo. Pertanto non ci saranno mai casi come quelli rappresentati in figura fig. 3 dove esiste un percorso circolare semplice tra i nodi [0, 5, 6, 10, 2] che non fa parte di un sottografo completo. Inoltre in alcuni casi di test i grafi di input saranno alberi, in altri saranno alberi con una cricca, come rappresenta la figura fig. 4.

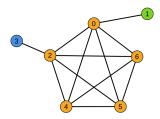


Figura 1: Esempio di mappa valida della città con N=7 luoghi, e M=12 piste. Ogni percorso circolare semplice fa parte di un sottografo completo.

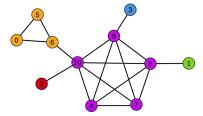


Figura 2: Esempio di mappa valida della città con N=11 luoghi, e M=17 piste. Ogni percorso circolare semplice fa parte di un sottografo completo.

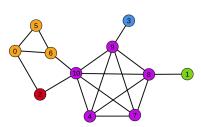


Figura 3: Esempio di mappa errata della città: esiste un percorso circolare semplice tra i nodi [0,5,6,10,2] che non fa parte di un sottografo completo.

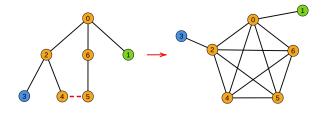


Figura 4: Albero con una cricca (costruzione dell'esempio fig. 1): viene aggiunto ad un albero un arco tra due nodi in modo da creare un ciclo e vengono collegati tutti i nodi che fanno parte del ciclo.

### Input/Output

**Input:** un file con 1 + M + Q righe.

- La prima riga riporta 3 numeri interi positivi: N, M e Q, rispettivamente il numero di luoghi, di piste ciclabili e di richieste;
- Le successive M righe descrivono la mappa: ciascuna riga contiene due interi  $a_i$  e  $b_i$ , compresi tra 0 ed N-1, ad indicare che  $a_i$  e  $b_i$  sono collegati da una pista ciclabile;
- Le successive Q righe forniscono le richieste: ciascuna contiene due interi  $u_j$  e  $v_j$ , compresi tra 0 ed N-1, i luoghi tra i quali si vuole conoscere la distanza minima;

#### Output: un file con Q righe.

• La j-esima riga deve contenere la risposta alla j-esima richiesta  $q_j$ : ossia il minimo numero di piste ciclabili che bisogna percorre per arrivare da  $u_j$  a  $v_j$ .

#### Assunzioni e casi di test

#### Assunzioni

- $1 \le N \le 50000$
- $1 \le M \le 500000$
- $1 \le Q \le 50000$
- Ogni grafo è connesso.
- Ogni grafo è non diretto.

#### Casi di test

- 20 casi di test in totale;
- In almeno 6 casi  $N \le 10000$  e  $Q \le 10000$ ;
- In almeno 10 casi l'input è un albero;
- In almeno 14 casi l'input è un albero con al più una cricca.

I limiti di tempo e memoria sono:

- Tempo limite massimo: 2 secondi;
- Memoria massima: 32 MB;

#### Punteggi e correttore

Ogni caso di test vale 5 punti. Il punteggio massimo è di 100 punti. Per ogni caso di test per cui la vostra soluzione fornisce un output entro i limiti di tempo e memoria:

- se avete calcolato correttamente tutte le distanze richieste ottenete 5 punti;
- in caso contrario, si prendono 0 punti.

Nota: se uno o più risposte sono errate si ottengono comunque 0 punti.

#### Valutazione

Per valutazione del progetto:

- Conta il punteggio dell'ultimo sorgente inviato al sistema;
- Il progetto è superato con un punteggio non inferiore a 30 punti;
- C'è un limite di 40 sottoposizioni per gruppo;

## Esempi di input/output

File input.txt	File output.txt
7 12 5	1
0 1	2
0 2	3
0 4	1
0 5	2
0 6	
2 3	
2 4	
2 5	
2 6	
4 5	
4 6	
5 6	
0 1	
6 3	
3 1 6 5	
3 5	
File input.txt	File output.txt
11 17 5	1
0 5	3
0 6	3
1 8	2
2 10	1
3 9	
4 7	
4 8	
4 9	
4 10	
5 6	
6 10	
7 8	
7 9	
7 10	
8 9	
8 10	
9 10	
9 10	
1 3	
2 3	
9 1 10 6	
10 0	