

The Shining - Algoritmi alla follia (**shining**)

Testo del problema

Slides originali su: asdlab.disi.unitn.it/asd24/prog1.pdf

Che fatica la vita

Il Professor A. è sempre impegnato con le sfide più disparate. È un ciclo infinito, una pila di incarichi che sembra crescere senza mai svuotarsi. Tra l'amministrare una città, vagare per Barbieland, essere una nonna e sventare piani di pericolosi nemici venuti dallo spazio, anche il Professor A. inizia ad accusare della stanchezza...

La mail

Una sera, mentre chiude l'ennesima tab con una dimostrazione errata di $P = NP$, arriva una misteriosa e-mail. Il mittente è sconosciuto, ma il messaggio è chiaro: *Benvenuto all'Overflow Hotel. Qui ogni problema si risolve. Per sempre.*

L'Hotel

Il Professor A., incuriosito, cerca recensioni online riguardo l'hotel.

- “Fantastica la suite 237 con più di mille porte affacciate su altrettanti corridoi diversi!”
- “Belle piste da sci nei dintorni.”
- “Ideale per le vacanze all'insegna del relax e della soluzione di problemi ardui.”

Il Professor A. è soddisfatto: gli piacciono i problemi difficili, gli piace sciare, e non ha problemi con le stanze con multiple porte. Decide di partire per una vacanza.

Arrivato a destinazione, si accorge di essere tutto solo: poco male, più spazio per i suoi appunti. Prende posto in una stanza, e inizia il suo periodo di relax.

I giorni passano, e il Professor A. ha avuto modo di esplorare per bene il luogo. Ci sono molte stanze, e ognuna affacciata su un numero arbitrario di corridoi. Curiosamente, ha notato il Professore, sembra esserci un qualche tipo di forza che favorisce la percorrenza di un corridoio in una direzione, e lo impedisce nell'altra. Ogni corridoio è quindi percorribile in un'unica direzione! Nel tempo libero, il Professor A. è riuscito a disegnarne una mappa.

Nella mappa le frecce dei corridoi indicano il loro senso di percorrenza. Come si può notare, esistono delle aree dell'hotel totalmente separate tra di loro: non hanno collegamenti. Chissà cosa sarà successo...

P vs NP

L'Overflow Hotel ha fornito al Professor A. tutti gli strumenti necessari per lavorare ad i suoi problemi algoritmici. Con entusiasmo, A. decide di concentrarsi sul suo quesito preferito: il famoso problema **P vs NP**. *Si chiede se ogni problema per cui un computer può verificare rapidamente la correttezza di una soluzione positiva, sia anche risolvibile in modo altrettanto rapido dallo stesso computer.*

Tutto lavoro e niente svago...

“È possibile che siano irrisolvibili per sempre?” si domanda il Professor A., mentre la linea tra logica e follia si assottiglia sempre di più. Intanto, tra i suoi appunti, si intravedono i primi segnali della follia...

Il potere oscuro dell'Hotel

Mentre il Professor A. lavora senza sosta, l'Overflow Hotel, con i suoi poteri oscuri, inizia a giocare con la sua mente. Dai muri dell'Hotel emergono problemi NP-completi, sussurrando dimostrazioni impossibili e facendo echeggiare i loro nomi attraverso le stanze. Il rumore delle loro complessità computazionali è assordante.

L'Overflow Hotel ha spinto A. oltre il limite. Le visioni dei problemi NP-completi si fanno sempre più vivide: si muovono, urlano, riempiono la stanza con un frastuono insopportabile.

La follia di A.

Il Professor A., ormai incapace di distinguere realtà e immaginazione, impugna un'ascia e inizia a colpire furiosamente i problemi, convinto che la loro distruzione possa liberarlo.

L'eterna corsa nei corridoi

L'Overflow Hotel ora lo controlla completamente. Il Professor A. è guidato da un potere oscuro. L'Hotel lo conduce abilmente attraverso stanze e corridoi, usando problemi NP-completi e altri giochi mentali come espediente. La corsa di A. è eterna. Continua a percorrere corridoi (secondo il loro senso di percorrenza) e **viene guidato dall'oscuro potere dell'Hotel in modo tale da poter continuare a circolare all'infinito, anche ripetendo stanze in cui è già stato e corridoi che ha già percorso.**

Una speranza

Nel frattempo, in un futuro lontano e in un mondo ormai dominato da robot che possono cambiare anche il passato, una *I.A.*² (Intelligenza Artificiale A.) vede sui suoi monitor onniscenti la discesa nella follia del Professor A. all'interno dell'Overflow Hotel.

Preoccupato per ciò che sta accadendo alla persona che avrebbe ad un certo punto cambiato il mondo risolvendo il problema P vs NP¹, decide di intervenire.

E ora? Il vostro compito

Il robot vuole tornare nel passato e identificare una stanza X dell'Hotel in cui appostarsi per fermare la corsa del Professor A.

La stanza X dovrà essere scelta in modo tale che A. ci passi sicuramente, prima o poi, durante la sua corsa infinita.

Ricorda: l'Overflow Hotel sta guidando A. in una corsa eterna, scegliendo percorsi in cui sia sempre possibile continuare a correre. Se un percorso porta a stanze per cui non è possibile continuare a muoversi, allora l'Hotel eviterà quei percorsi.

Il vostro compito è identificare una stanza X per cui passino tutti i percorsi che l'Hotel potrebbe far percorrere ad A. Aiutate il robot ad appostarsi!

Attenzione: non sempre sarà possibile individuare una stanza X che rispetti i requisiti (caso impossibile).

Input / Output

Input: Un file con $1 + M$ righe.

- La prima riga riporta 2 numeri interi: N (`int`) e M (`int`), rispettivamente il numero di stanze dell'Overflow Hotel e il numero di corridoi.
- Le successive M righe descrivono i corridoi. Ogni riga riporta 2 interi u (`int`) e v (`int`), identificando l'esistenza di un corridoio che conduce dalla stanza u alla stanza v .

¹Effettivamente il Professor A. risolverà il problema, narrano voci abbia avuto l'idea geniale sorseggiando un brulè ai Mercatini di Natale di Verona.

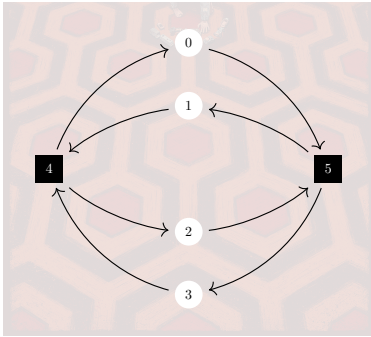


Figura 1: Esempio *A*
4 o 5 sono corretti.

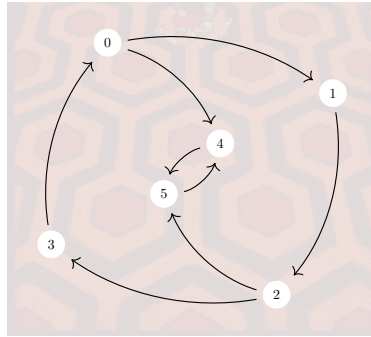


Figura 2: Esempio *B*
Non esiste una camera per cui A. passerà sicuramente.

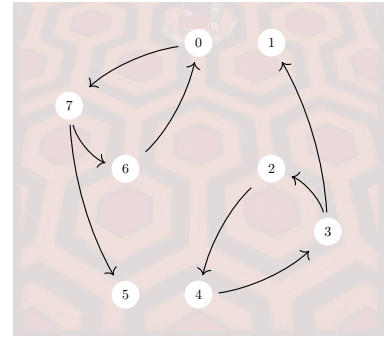


Figura 3: Esempio *C*
Non esiste una camera per cui A. passerà sicuramente.

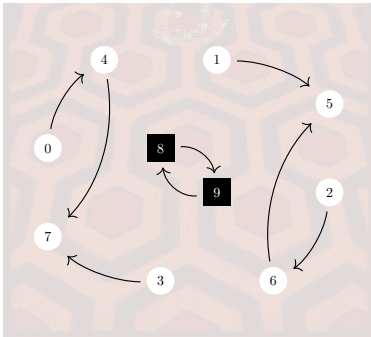


Figura 4: Esempio *D*
8 o 9 sono corretti.

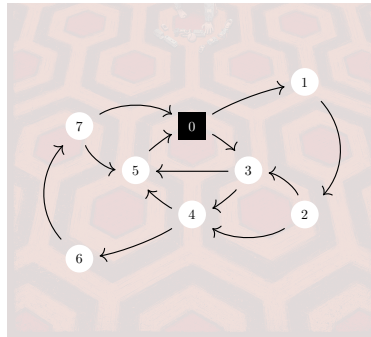


Figura 5: Esempio *E*
0 è l'unica risposta corretta.

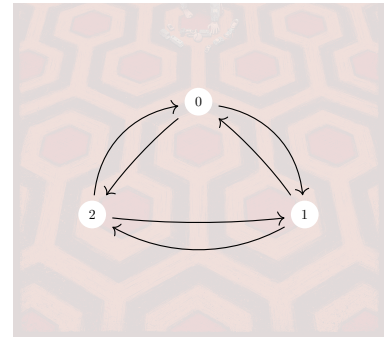


Figura 6: Esempio *F*
Non esiste una camera per cui A. passerà sicuramente.

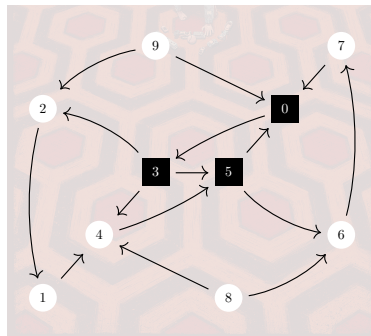


Figura 7: Esempio *G*
0 o 3 o 5 sono corretti.

Output: le informazioni da stampare in output constano di una parte obbligatoria e di una facoltativa.

Parte obbligatoria. Questo elementi devono sempre essere presenti nell'output:

- La prima riga del file di output deve riportare il valore di X (int) individuato se il caso di test è risolvibile, -1 altrimenti.

Parte facoltativa - caso risolvibile. Nel caso risolvibile, opzionalmente, l'output può contenere anche la seguente riga:

- La seconda riga contiene un intero L : scegliendo tra uno dei possibili percorsi senza stanze ripetute percorribili all'infinito, L è il numero di stanze attraversate da quel percorso.
- Sulla stessa riga: L interi rappresentanti gli identificativi delle stanze attraversate da questo percorso, X inclusa.

Parte facoltativa - caso impossibile. Nel caso impossibile, opzionalmente, l'output può contenere anche le seguenti righe:

- La seconda riga contiene un intero U : l'identificativo di una qualsiasi stanza dell'Hotel.
- La terza riga contiene un intero L : scegliendo tra uno dei possibili percorsi senza stanze ripetute percorribili all'infinito di cui U fa parte, L è il numero di stanze attraversate da quel percorso.
- Sulla stessa riga: L interi rappresentanti gli identificativi delle stanze attraversate da questo percorso, U inclusa.
- La quarta riga contiene un intero P : scegliendo tra uno dei possibili percorsi senza stanze ripetute percorribili all'infinito di cui U **NON** fa parte, P è il numero di stanze attraversate da quel percorso.
- Sulla stessa riga: P interi rappresentanti gli identificativi delle stanze attraversate da questo percorso, ricordando che U non può farne parte.

La soluzione parziale vale *3 punti*, la soluzione completa *5 punti*.

Assunzioni, casi di test e limiti

Assunzioni

- $2 \leq N \leq 100.000$
- $2 \leq M \leq 500.000$
- I numeri delle stanze u vanno da 0 a $N - 1$: $u \in [0, N - 1]$.
- Esiste sempre almeno un percorso che il Professor A. può percorrere all'infinito.
- La posizione iniziale del Professor A. non è conosciuta, ma è tale per cui può raggiungere un percorso che può percorrere all'infinito.
- Ogni corridoio (u, v) può essere percorso solo andando dalla stanza u alla stanza v .
- Possono esistere stanze isolate dalle quale non entra o non esce nessun corridoio, ma queste stanze non sono una soluzione valida perché non formano un percorso che il Professor A. può percorrere all'infinito.
- Non esistono corridoi (u, u) da una stanza u verso la stessa stanza.
- Non ci sono corridoi doppi, ovvero esiste al massimo un corridoio per ogni coppia ordinata di stanze (u, v) .
- Possono esistere due corridoi distinti (u, v) e (v, u) per andare nelle due direzioni.

Casi di test Ci sono 30 casi di test in totale:

- In almeno 6 casi su 30, per ogni coppia di percorsi infiniti senza stanze ripetute, nessuna stanza è contenuta in entrambi i percorsi.
- In almeno 6 casi su 30, tutti i percorsi infiniti senza stanze ripetute attraversano al massimo 1000 stanze.
- Nei casi rimanenti, non ci sono particolari limitazioni.

I limiti di tempo e memoria sono:

- Tempo limite massimo: 1 secondo.
- Memoria massima: 32 MB.

Avete un limite di **60 sottoposizioni** per gruppo.

Punteggi e correttore

Ogni caso di test vale 5 punti se completo, 3 punti se parziale. Il punteggio massimo è di 150 punti.

La sufficienza è posta a 30 punti.

- se (X) non è corretto, si ottengono 0 **punti**.
- se (X) è corretto, ma il percorso stampato non è possibile, si ottengono 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 50 sottoposizioni per gruppo;

Dataset di esempio

Potete trovare un dataset equivalente con cui esercitarvi in locale:

asdlab.disi.unitn.it/asd24/dataset_shining.zip.

Nota: Il dataset di esempio contiene in output solo (X), senza ulteriori informazioni.

Nota

Il primo caso del dataset caricato su arena, su cui sarete valutati, è l'**inputE** qui sotto.

Esempi di input/output

File inputA	File outputA
6 8 0 5 5 3 3 4 4 0 5 1 1 4 4 2 2 5	4 4 0 5 3 4
File inputB	File outputB
6 8 0 1 0 4 1 2 2 3 2 5 3 0 4 5 5 4	-1 4 2 4 5 4 0 1 2 3

File inputC	File outputC
<pre> 8 8 0 7 2 4 3 1 3 2 4 3 6 0 7 5 7 6 </pre>	<pre> -1 0 3 7 6 0 3 4 3 2 </pre>

File inputD	File outputD
<pre> 10 8 0 4 1 5 2 6 3 7 4 7 6 5 8 9 9 8 </pre>	<pre> 8 2 8 9 </pre>

File inputE	File outputE
<pre> 8 13 0 1 0 3 1 2 2 3 2 4 3 4 3 5 4 5 4 6 5 0 6 7 7 0 7 5 </pre>	<pre> 0 6 0 1 2 3 4 5 </pre>

File inputF	File outputF
<pre> 3 6 0 1 1 0 1 2 2 1 0 2 2 0 </pre>	<pre> -1 0 2 0 1 2 1 2 </pre>

File inputG	File outputG
10 15 0 3 1 4 2 1 3 2 3 4 3 5 4 5 5 0 5 6 6 7 7 0 8 4 8 6 9 0 9 2	5 6 7 0 3 4 5 6