

007: Pioggia di laser (**laser**)

Testo del problema

Slides originali su: judge.science.unitn.it/slides/asd17/prog1.pdf

In un futuro non troppo lontano, né ipotetico, avete superato l'esame di Algoritmi e Strutture Dati¹. Non solo, avete ottenuto un buon voto e avete proseguito con profitto la vostra carriera universitaria. Bravi!

Avete sentito dire che le agenzie governative reclutano giovani talenti dalle università, ma non avrete mai pensato alla possibilità che un giorno contattassero proprio voi. Eppure è successo proprio così, siete stati scelti come reclute del MI6 – il servizio segrete di Sua Maestà, la Regina – ed ora siete agenti a tutti gli effetti: fate parte della divisione Q, che si occupa di ricerca e sviluppo.

Avete iniziato da poco la vostra nuova vita di ricercatori e agenti segreti, quando ricevete un messaggio **TOP SECRET** dal **professor M**², il direttore dell'agenzia, che vi convoca per un briefing per una missione per cui è richiesto il vostro aiuto immediato.

Di seguito trovate le note del briefing.

Un'organizzazione segreta, dietro l'innocua apparenza di una start-up – la **SpaceData Corporation** – sta progettando di distruggere l'infrastruttura mondiale che garantisce il funzionamento delle reti di comunicazione – e in particolare di Internet – in tutto il mondo. Lo scopo di questo folle piano è quello di ottenere il controllo di tutti i dati del pianeta, diventandone gli unici detentori. Quest'organizzazione infatti segue la folle filosofia secondo la quale «non vince chi ha gli algoritmi migliori, vince chi ha più dati»³.

Il MI6 ha scoperto tramite le sue spie che, per portare questo piano a compimento, la Spacedata Corporation pianifica di distruggere tutti i satelliti delle telecomunicazioni. In una base segreta situata in un sistema di caverne scavate nelle Dolomiti vicino a Trento è stato costruito un potentissimo laser – chiamato **Blinkenlights**⁴ – in grado di distruggere da terra con un singolo impulso qualsiasi satellite.

Il MI6 ha già avviato una serie di azioni per impedire che questo piano giunga a compimento: un agente sotto copertura – il cui nome in codice è **Dottor A** – si è fatto assumere come *data scientist* ed ha infiltrato la SpaceData Corporation. Il Dottor A è riuscito a ottenere con discrezione molte preziose informazioni, tra cui la planimetria della base segreta, ed a ottenere un accesso ai sistemi di sicurezza della base.

La base sotterranea è formata da una serie di stanze collegate da tunnel ognuno dei quali ha una lunghezza e una pendenza variabili. Il Dottor A ha annotato sulla mappa che ha trasmesso all'MI6 il tempo (in minuti) necessario per percorrere ciascun tunnel. Inoltre, la mappa riporta il punto di ingresso della base (stanza 0) e la localizzazione del centro di controllo del laser (stanza $N - 1$). La Figura 1 mostra una possibile planimetria della base segreta.

Il sistema di sicurezza che protegge la base è molto sofisticato: è costituito da laser installati nei tunnel che, quando il sistema è attivo, inceneriscono istantaneamente qualunque intruso.

Avendo a disposizione queste informazioni, il MI6 ha preparato un piano di attacco: è stato inviato sul posto l'agente migliore dell'agenzia – **James Bond** – con il compito di distruggere il laser e catturare gli esponenti di spicco della SpaceData Corporation. Per farlo, Bond deve arrivare alla stanza di controllo di **Blinkenlights** nel minor tempo possibile, evitando di essere incenerito dal sistema di sicurezza.

A questo fine, l'agente A ha preparato un virus con il quale sabotare il sistema di sicurezza: dopo qualche minuto dall'esecuzione del virus i laser inizieranno progressivamente a funzionare in maniera intermittente. Vi verranno

¹E quindi avete già affrontato anche questo progetto!

²Alcune fonti (https://en.wikipedia.org/wiki/Chief_of_the_Secret_Intelligence_Service) lo chiamano **C**, ma qui seguiamo un'altra tradizione ([https://en.wikipedia.org/wiki/M_\(James_Bond\)](https://en.wikipedia.org/wiki/M_(James_Bond))).

³«It's not who has the best algorithm that wins, it's who has the most data», attribuita a Andrew Ng (https://en.wikipedia.org/wiki/Andrew_Ng), informatico e professore alla Stanford University, specializzato in machine learning.

⁴Definizione dal Jargon file (<http://catb.org/jargon/html/B/blinkenlights.html>).

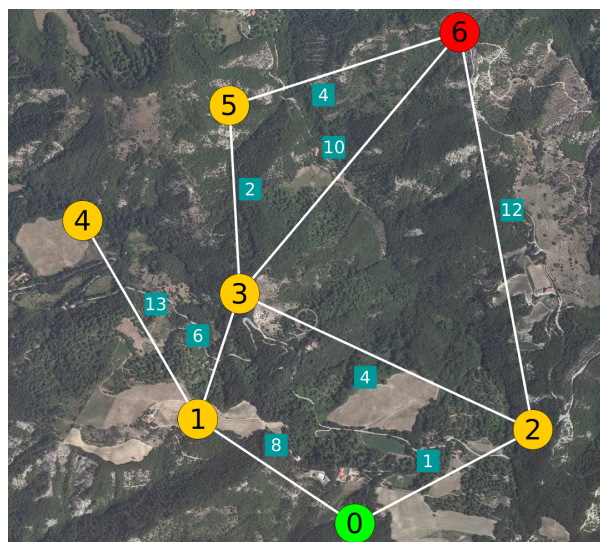


Figure 1: La planimetria della base segreta che riporta l'ingresso (marcato in verde, nodo 0), la stanza contenente il centro di controllo del laser (in rosso, nodo 6) ed i tempi di percorrenza in minuti dei tunnel che collegano le stanze (nei quadrati azzurri).

comunicati i seguenti dati relativi al laser: (a) momento di primo spegnimento; (b) durata del periodo di spegnimento e (c) durata del periodo di accensione.

I dati di accensione e spegnimento per i laser di ogni tunnel sono stati inviati al MI6. Il piano scatterà all'ora X , rispetto alla quale sono sincronizzati tutti i sistemi e per convenzione posta a $t = 0$.

Obiettivo della vostra missione

Data la mappa della base e lo schema di funzionamento dei laser dovreste trovare il percorso più breve e comunicarlo a 007. Per le comunicazioni userete l'Advanced Resilient Ephemeral Network of the Agency (ARENA): <https://judge.science.unitn.it/arena/>.

Scenari di esempio

Per facilitare il vostro compito, il MI6 ha preparato, utilizzando la planimetria di esempio, alcuni possibili scenari cui dovete prestare attenzione.

In particolare – nella planimetria di cui alla Figura 1 – il tempo minimo per raggiungere la stanza di controllo del laser dall'ingresso (stanza 6) dall'ingresso (stanza 0) è di 24 **minuti**.

Le Figure 2 e 3 presentano due casi di fallimento della missione:

- nella Figura 2 James Bond raggiunge il centro di controllo tramite la via più diretta, ma impiegando 27 minuti
- nella Figura 3 James Bond inizia ad attraversare il tunnel (0,1) a $t = 7$, ma a $t = 9$ i laser si riattivano, incenerendolo

La Figura 13 presenta uno scenario in cui la missione è compiuta: James Bond riesce a raggiungere il centro di controllo in 24 minuti seguendo il percorso (0, 2, 3, 5, 6).

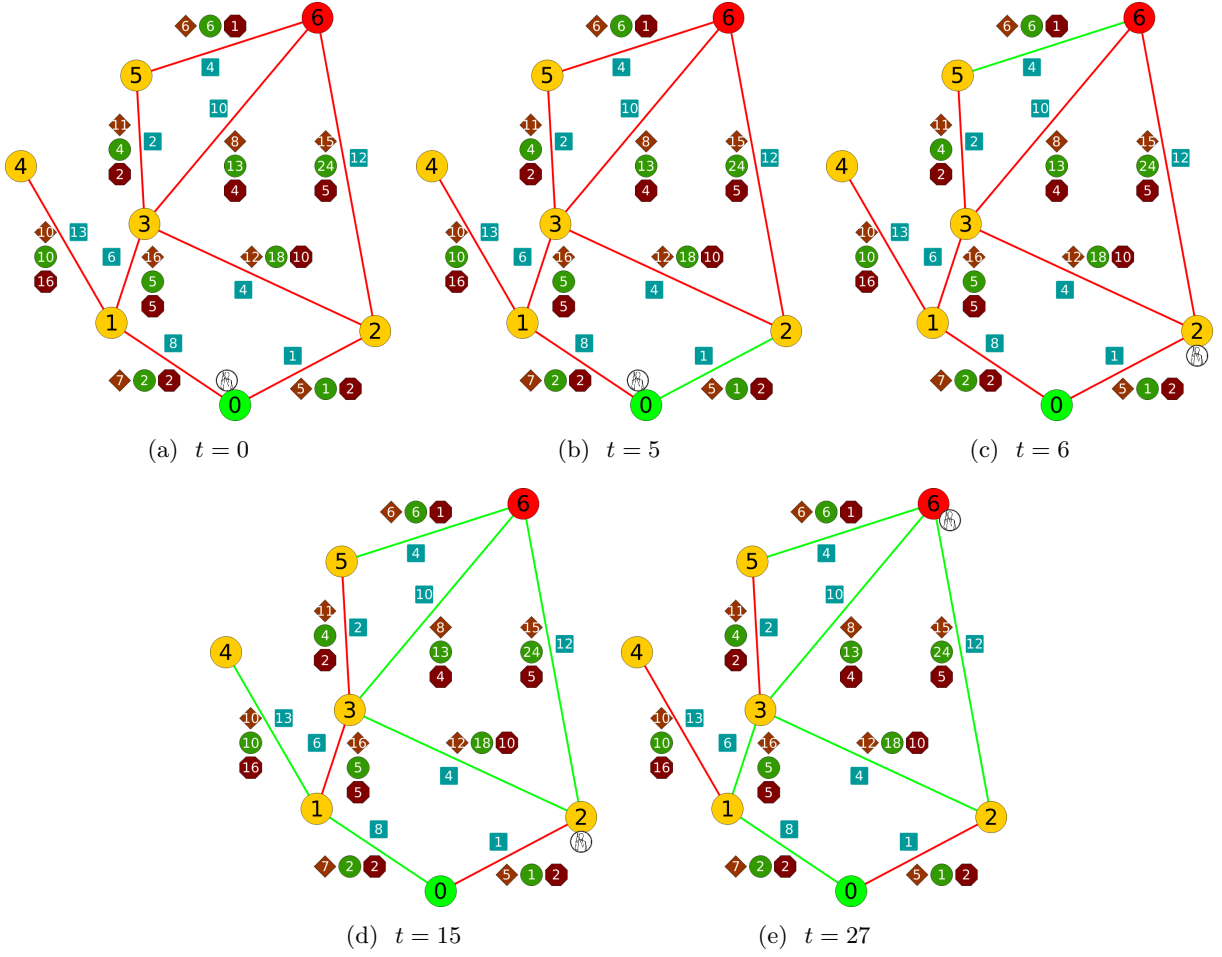


Figure 2: Missione fallita: James Bond raggiunge il centro di controllo tramite la via più diretta, seguendo il percorso $(0, 2, 6)$, ma impiega 27 minuti, un tempo maggiore di quello minimo.

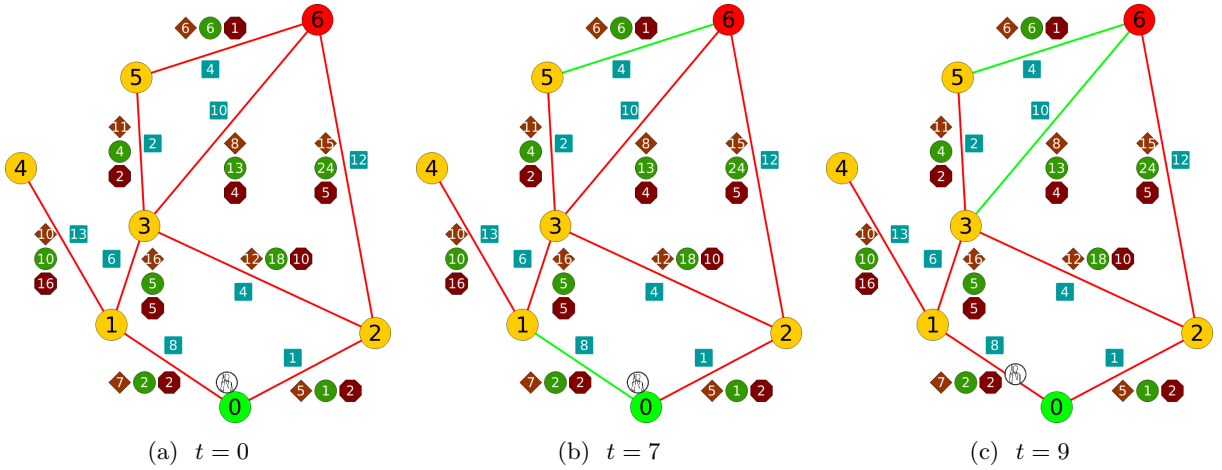


Figure 3: Missione fallita: James Bond inizia ad attraversare il tunnel $(0, 1)$ al tempo $t = 7$ ma al tempo $t = 9$ i laser si riattivano, incenerendolo.

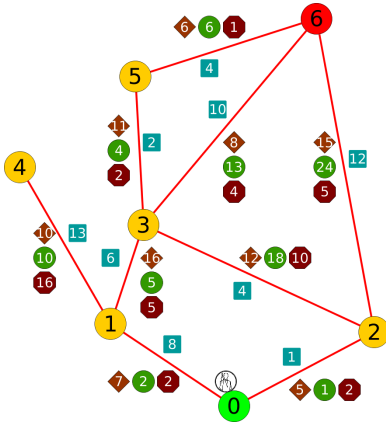


Figure 4: $t = 0$

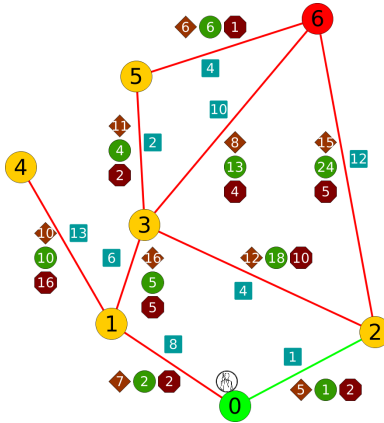


Figure 5: $t = 5$

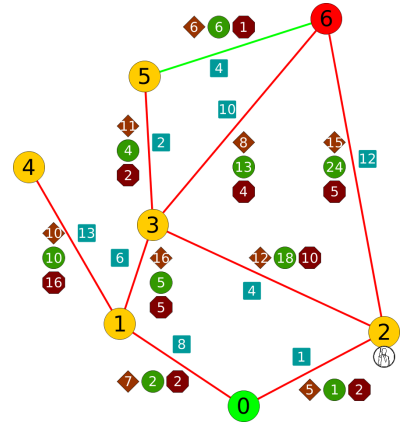


Figure 6: $t = 6$

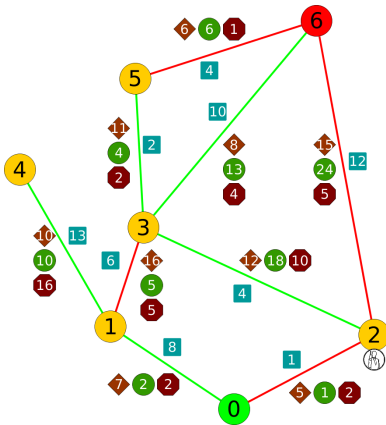


Figure 7: $t = 12$

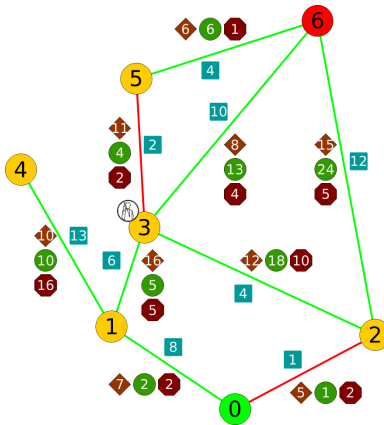


Figure 8: $t = 16$

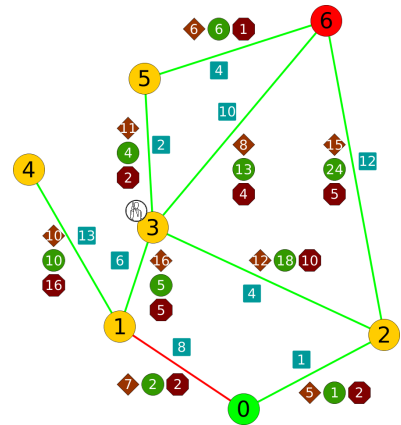


Figure 9: $t = 17$

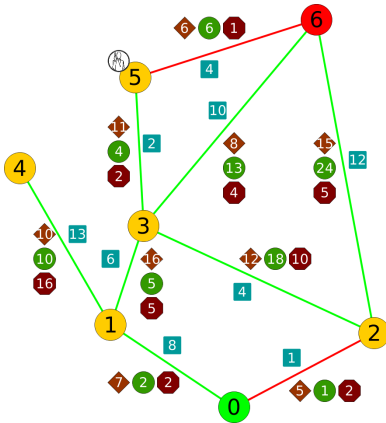


Figure 10: $t = 19$

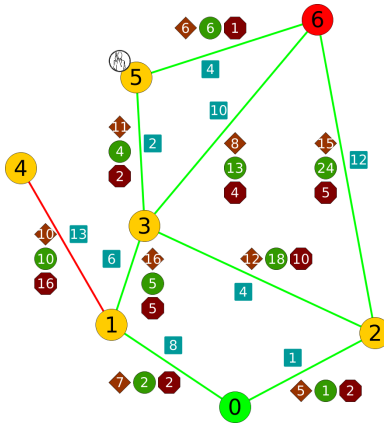


Figure 11: $t = 20$

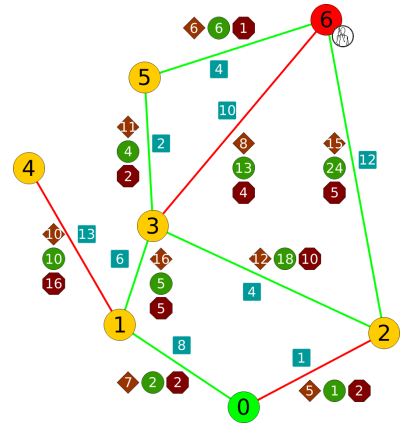


Figure 12: $t = 24$

Figure 13: James Bond riesce a raggiungere il centro di controllo in 24 minuti seguendo il percorso (0, 2, 3, 5, 6).

Formato dell'input

Un file nel quale la prima riga contiene due numeri interi positivi N e M , che indicano rispettivamente il numero di nodi e di archi del grafo e rappresentano rispettivamente le stanze ed i tunnel della base.

Le successive M righe contengono 6 interi per riga, secondo il seguente schema:

$$s_i \quad t_i \quad w_i \quad f_i \quad y_i \quad n_i$$

dove:

- (s_i, t_i) : stanze collegate dall' i -esimo tunnel
- w_i : tempo di percorrenza (in minuti) dell' i -esimo tunnel
- f_i : tempo (in minuti) di primo spegnimento dei laser nell' i -esimo tunnel a partire dall'ora X
- (y_i, n_i) : periodi (in minuti) di spegnimento (y_i) e accensione (n_i) dei laser nell' i -esimo tunnel

Formato dell'output

Un file contenente:

- o_1 : Un intero, uguale al tempo minimo T (in minuti) necessario per arrivare dall'ingresso (nodo 0) al centro di controllo della base segreta (nodo $N - 1$). Nel caso in cui non sia possibile raggiungere $N - 1$, stampare -1 .
- o_2 : **opzionalmente**: un percorso da 0 a $N - 1$ con un nodo per ogni riga, nell'ordine in cui vengono percorsi. Il percorso include gli estremi e quindi il primo e l'ultimo nodo saranno rispettivamente 0 e $N - 1$. Nel caso in cui non sia possibile raggiungere $N - 1$, non stampare nulla.

Assunzioni

- I nodi di ingresso e di arrivo sono sempre 0 e $N - 1$
- Esiste un tempo massimo $T_{\max} = 1000000$ entro il quale si deve arrivare in $N - 1$
- Il grafo è non-orientato
- Il grafo è pesato
- Il grafo non è necessariamente connesso
- $1 \leq N \leq 100000$
- $1 \leq M \leq 500000$
- $1 \leq w_i \leq 100$
- Non è detto che un percorso esista sempre, nel caso in cui non sia possibile raggiungere $N - 1$ stampare -1 .

Note

Si accede all'esame totalizzando almeno 30 punti. Vengono utilizzati 20 casi di test che possono dare al massimo 5 punti ciascuno. Il punteggio massimo è di 100 punti.

Punteggio

Per ogni caso di test, le soluzioni vengono valutate nel modo seguente:

1. Soluzioni contenenti solo il tempo minimo T (o_1):
 - T corretto (minimo): 3 **punti**;
 - T non minimo o errato: 0 **punti**;

2. Soluzioni contenenti anche anche il percorso ($o_1 + o_2$):

- soluzione completa e corretta, con T minimo e percorso corretto (esempio in Figura~13): 5 **punti**;
- soluzione con T errato: 0 **punti**;
- soluzione con T corretto, ma percorso errato: 0 **punti**;

Si noti che:

- soluzioni con T errato prendono sempre 0 **punti**;

Descrizione dei casi di test

- In 6 casi di test su 20:
 - i tunnel vengono percorsi tutti in 1 minuto, ovvero i pesi sono tutti uguali a 1: $\forall i w_i = 1$;
 - tutti i laser vengono spenti al tempo 0 e rimangono spenti fino a T_{\max} : $\forall i f_i = 0, y_i = T_{\max}, n_i = 1$;
- In 10 casi di test su 20:
 - tutti i laser vengono spenti al tempo 0 e rimangono spenti fino a T_{\max} : $\forall i f_i = 0, y_i = T_{\max}, n_i = 1$;

Esempi di input/output

File input.txt	File output.txt
<pre> 7 9 0 1 8 7 2 2 0 2 1 5 1 2 1 3 6 16 5 5 2 3 4 12 18 10 3 6 10 8 13 4 4 1 13 6 10 16 5 3 2 11 4 2 5 6 4 6 6 1 6 2 12 15 24 5 </pre>	<pre> 24 0 2 3 5 6 </pre>
File input.txt	File output.txt
<pre> 10 10 0 6 1 0 1000000 1 1 0 1 0 1000000 1 2 5 1 0 1000000 1 2 7 1 0 1000000 1 3 4 1 0 1000000 1 4 1 1 0 1000000 1 4 5 1 0 1000000 1 4 9 1 0 1000000 1 7 5 1 0 1000000 1 7 6 1 0 1000000 1 </pre>	<pre> 3 0 1 4 9 </pre>