

Ventottesima Gara di Programmazione della Macchina di Turing per studenti delle Scuole Superiori

Esercizi

17 Maggio 2025

AVVISI:

- Se non specificato altrimenti, le sequenze iniziali su nastro si intendono *non vuote*, ovvero contenenti almeno un simbolo.
- Per numero decimale si intende un numero positivo o nullo rappresentato con le cifre 0,1,2,...,9, senza zeri iniziali non significativi (se non specificato diversamente). Per esempio, 0 e 19 sono numeri validi, mentre 0032 deve essere scritto come 32.
- Nel fornire le soluzioni, ricordarsi di pulire il nastro finale da ogni simbolo che non costituisca la risposta!
- Ogni volta che si salva la soluzione di un esercizio con il simulatore della macchina di Turing, il “timestamp” dell’esercizio viene aggiornato con il tempo trascorso fino a quel momento.



Esercizio 1 Espresso Macchiato [Punti 1].

Il famoso barista Tommaso Contanti ama così tanto l’espresso macchiato che lo vuole preparare ogni volta che ne ha l’occasione. Infatti, ogni volta che trova uno shot di espresso (E) e una porzione di latte schiumato (S), li vuole sostituire con un espresso macchiato (EM).

Data una qualsiasi sequenza di lettere (senza spazi) sul nastro, si lasci sul nastro la stessa sequenza dove ogni occorrenza del carattere S che segue il carattere E viene sostituita con una M.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
ES	EM
SE	SE
ESESSEEEEMEMES	EMEMSSEEEMEMEM
ESCIEOWNENESEKEME	EMCIEOWNEMEMEKEME



Esercizio 2 Imparando le ricette [Punti 2].

Oltre all'espresso macchiato, si possono preparare altre bevande componendo in diverse proporzioni shot di espresso (E), latte schiumato (S), e porzioni di latte vero e proprio (L). In particolare, consideriamo la seguente lista di bevande con la relativa ricetta:

- espresso semplice (E), realizzato con uno shot di espresso E,
- espresso doppio (ED), realizzato con due shot di espresso EE,
- espresso macchiato (EM), realizzato con uno shot di espresso e latte schiumato ES,
- espresso doppio macchiato (EMD), realizzato con due shot di espresso e latte schiumato EES,
- cappuccino (C), realizzato con uno shot di espresso, una porzione di latte e latte schiumato ELS,
- cappuccino doppio (CD), realizzato con due shot di espresso, una porzione di latte e latte schiumato EELS,
- latte macchiato (LM), realizzato con uno shot di espresso, tre porzioni di latte e latte schiumato ELLS,
- latte macchiato doppio (LMD), realizzato con due shot di espresso, tre porzioni di latte e latte schiumato EELLS.

Gli ingredienti di ciascuna delle bevande descritte sopra devono essere aggiunti nell'ordine specificato nella ricetta, per esempio, un cappuccino doppio si realizza solamente con EELS, e non con EESL.

Data sul nastro la sigla di una qualsiasi delle bevande a base di caffè descritte sopra, si lasci sul nastro la sequenza di ingredienti necessari a realizzarla rispettando l'ordine specificato nella ricetta.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
EM	ES
CD	EELS
E	E
LM	ELLS

Esercizio 3 Barista, ordine! [Punti 4].

Adesso che abbiamo imparato tutte le ricette del nostro bar, è il momento di entrare in azione e preparare le ordinazioni dei clienti! Un'ordinazione è indicata dalla sigla della bevanda richiesta dal cliente, che può essere solo una tra le bevande di cui abbiamo imparato la ricetta nell'esercizio precedente, ovvero un'ordinazione è una sigla tra E, ED, EM, EMD, C, CD, LM, LMD.

Data sul nastro una sequenza di ordinazioni separate da “.”, si lasci sul nastro la sequenza di ingredienti necessari a soddisfare ciascun ordinazione, separando con “.” gli ingredienti per ciascuna ordinazione e rispettando l'ordine sul nastro iniziale.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
EM.CD	ES.EELS
C	ELS
E.ED.E.LM.E	E.EE.E.ELLS.E
LMD.CD	EELLLS.EELS

Esercizio 4 Le capsule di caffè [Punti 6].

L'azienda L'Espresso sta cercando di migliorare i profitti. L'azienda confeziona diversi tipi di capsule, che differiscono per la miscela di caffè utilizzata al loro interno. Ogni capsula contiene una miscela formata da due unità di caffè, ognuna appartenente a una delle tre varietà di caffè: Arabica (A), Robusta (R), o Liberica (L). Una miscela viene quindi indicata con la coppia di lettere corrispondenti alle unità di caffè da cui è formata, secondo l'ordine L, A, R: ad esempio, LR indica la miscela formata da un'unità di caffè di varietà Robusta e un'unità di varietà Liberica.

Non tutte le miscele sono però uguali: alcune sono più pregiate, e possono essere vendute ad un prezzo più alto. La tabella seguente mostra la composizione delle cialde possibili dalla più pregiata (in alto) alla meno (in basso).

Miscela	Nome capsula
LL	Prime (P)
LA	Gold (G)
LR	Smooth (S)
AA	Intense (I)
AR	Vibrant (V)
RR	Basic (B)

L'azienda vuole confezionare le capsule in modo da massimizzare il profitto totale in base alle unità di varietà di caffè che ha a disposizione con una strategia semplice: è sempre preferibile produrre la cialda più pregiata possibile, e si continua a produrre finché sono disponibili risorse. Quindi se possibile produrremo sempre P, e considereremo G o S solo quando non sono più disponibili due unità di L.

Data sul nastro una sequenza (di lunghezza pari) di unità di varietà di caffè che l'azienda ha a disposizione (ciascuna unità è indicata dalla lettera corrispondente alla varietà di caffè), lasciare sul nastro la sequenza di capsule realizzabili con le unità a disposizione, ordinate per pregio decrescente. Ad esempio, se l'output è "2 Prime, 1 Intense, 3 Basic" deve essere lasciato sul nastro PPIBBB.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
RL	S
RLLLLLAAAR	PPGIB
AARLRRRR	GVBB
RRRAAALLLLL	PPPIVB
LLLLLLLLLLLLRLLLLLLLLLLLL	PPPPPPPPPPPPPS

Esercizio 5 Gira e macina [Punti 7].

Abbiamo finito la polvere di caffè! Dobbiamo macinare i chicchi per continuare a servire i clienti. Servono gradi di macinatura diversi a seconda dell'uso che ne vorremmo fare (espresso, drip coffee, french press, ...).

Ogni giro del macinino macina una quantità diversa di caffè a seconda del grado di macinatura: maggiore è il grado, minore sarà la quantità di caffè macinata ad ogni giro, e quindi maggiore sarà il tempo necessario.

Data sul nastro una qualsiasi quantità di chicchi di caffè da macinare in grammi ("G") seguita dalla quantità di caffè macinata da un giro del macinino, la quale è sempre un intero a due cifre, si lasci sul nastro il numero (intero) di giri necessari a macinare tutto il caffè dato.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
250G05	50
200G03	67
10G12	1
11111G11	1011



Esercizio 6 Notte prima degli esami [Punti 8].

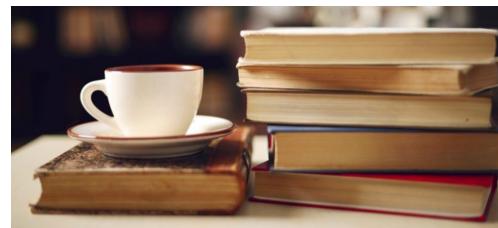
Siamo arrivati alla notte prima degli esami, e abbiamo ancora molte cose da ripassare! Siamo sicuri di potercela fare, dato che abbiamo a nostra disposizione un'abbondante scorta di caffè.

Ogni studente della classe quella notte dovrà ripassare alcune materie tra Arte (A), Fisica (F), Greco (G), Italiano (I), Latino (L), Matematica (M), e Storia (S). Il ripasso di ciascuna materia richiede un diverso numero di ore, nello specifico, Arte richiede 1.5 ore, Fisica 1, Greco 2, Italiano 3, Latino 1.5, Matematica 2.5, e Storia 2. Al contempo, più caffè si consumano, meno se ne avverte l'effetto. Il primo caffè può tenere svegli per 2.5 ore di ripasso, il secondo per 2 ore in più, il terzo per 1.5, il quarto per 1 ora, ed infine, il quinto ed il sesto per mezz'ora l'uno. Vogliamo minimizzare la quantità di caffè necessaria per ripassare tutte le materie richieste, considerando che, in ogni caso, la notte dura 8 ore (cioè 6 caffè).

Dato un nastro contenente una sequenza di materie, tutte differenti, nell'ordine in cui abbiamo scelto di ripassarle, si lasci sul nastro il numero di caffè necessari per rimanere svegli a ripassarle tutte, se tale numero è al più 6; altrimenti, si lascino sul nastro le materie (nello stesso ordine in cui appaiono sul nastro) ci cui non si è fatto in tempo a completare il ripasso nonostante aver bevuto il massimo numero di caffè.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
L	1
IGF	3
SMI	5
ISLA	6
ISLGM	GM



Esercizio 7 Fornitura di caffè [Punti 9].

Una volta ottimizzato il confezionamento delle capsule, l'azienda L'Espresso vorrebbe anche diminuire le spese per la fornitura delle tre varietà di caffè introdotte nell'Esercizio 4. L'azienda ha tre principali fornitori, che vendono ogni tipo di caffè a prezzi diversi (espressi in €/kg):

	Liberica (L)	Arabica (A)	Robusta (R)
Fornitore 1	17	12	4
Fornitore 2	22	18	6
Fornitore 3	26	22	7

Per soddisfare i requisiti di produzione l'azienda richiede una certa quantità di risorse, espressa sul nastro separando tali quantità con “.”. Ad esempio, la richiesta di 2kg di Robusta, 1kg di Liberica, e 3kg di Arabica viene espressa mediante la stringa 2R.1L.3A. Assumiamo che l'azienda richieda sempre almeno un'unità di almeno una varietà di caffè. Le disponibilità dei fornitori sono espresse nello stesso formato, ma possono anche essere vuote (il fornitore ha esaurito le scorte). Le risorse, sia per l'azienda che per i fornitori, possono apparire in qualunque ordine.

Data sul nastro la richiesta dell'azienda, seguita da un “#”, e dalle disponibilità dei tre fornitori (in ordine rispetto alla tabella precedente), separate tra loro da “;”, si lasci sul nastro il costo minimo necessario per soddisfare la richiesta dell'azienda, oppure “X” se ciò non è possibile.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
1R#1R.1L;1R;1A.1R	4
1L.1A#1R;1R.1A;2L.1A	44
2R.5A.3L#2A.3R.3L;2A.1R;1A.1R	141
1L#1A;1L.1R;	22
100A#4A;1L.1R;1A.3R	X

Esercizio 8 Campo irrigato [Punti 12].

Per fare il caffè, ci vuole il caffè! Il chicco di caffè è il seme del frutto della pianta di caffè. Per fare frutto, la pianta ha bisogno di acqua regolarmente. Per fortuna alcune delle piante nella nostra piantagione prendono acqua da fiumi e stagni vicini, ma dobbiamo irrigare noi tutte le altre.

La piantagione è rappresentata da una matrice con 6 righe e 6 colonne. Ogni cella contiene un carattere, dove “.” rappresenta la terra, “P” una pianta di caffè, e “=” l’acqua. Ogni pianta è irrigata se si trova a distanza 2 o meno da una cella di acqua (dove la distanza è il numero di passi, in orizzontale o verticale, necessari per raggiungerla).

Si scriva un programma per macchina di Turing che, data la mappa della piantagione sul nastro (una riga alla volta, dall’alto verso il basso, separate da “|”), lasci sul nastro solamente il numero di piante *non* irrigate dalle celle d’acqua, e che quindi andranno annaffiate manualmente.

In figura sono mostrati i 3 casi di esempio, con evidenziate tutte le celle irrigate dalle celle d’acqua.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale	Note
.....P =.P... =...P. .==.. ..==.. P.P==.	2	caso 1
==.... =.... .PPP.. PPP..==	4	caso 2
..... .PPPP. PP==PP ..==..	0	caso 3

caso 1						
.	P
=	.	P
=	=	.	.	P	.	.
.	=	=	=	.	.	.
.	.	=	=	.	.	.
P	.	P	=	=	.	.

caso 2						
=	=
=
.	P	P	P	.	.	.
.	P	P	P	.	.	.
.
.	.	=	=	=	.	.

caso 3						
.
.	P	P	P	P	P	.
P	P	=	=	P	P	.
.	.	=	=	.	.	.
.
.	.	.	=	=	.	.
.

Esercizio 9 La catena di distribuzione [Punti 18].

Prima di arrivare alla nostra tavola, il caffè fa un lungo percorso, superando mari e monti con una varietà di mezzi. In ordine, il viaggio del caffè fa le seguenti tappe:

- Piantagione (P): è qui che inizia tutto; nella piantagione si producono 15kg di caffè ogni 2 giorni, e vengono accumulati in appositi silos in attesa di esser caricati sul treno.
- Il treno merci parte ogni 3 giorni (giorno 1, giorno 4, ...), preleva tutto il contenuto dei silos per consegnarlo allo scalo merci del porto alla fine della stessa giornata.
- Scalo merci (S): il carico del treno è depositato allo scalo merci del porto, in attesa della prossima nave.
- Nave (N): la nave porta tutto il caffè nello scalo merci al deposito della nazione di vendita ogni 4 giorni. Serve 1 giorno intero per caricare e partire, 1 giorno per il viaggio di andata, 1 giorno per scaricare al deposito, e sempre 1 giorno per tornare – vuota – allo scalo. (Quindi carica e parte dallo scalo il g. 1, scarica al deposito e si svuota il g. 3, riparte dallo scalo il g. 5, così via...).
- Deposito (D): la nave deposita tutto il proprio carico nel deposito del porto, in attesa dei camion di distribuzione.
- Il camion parte ogni giorno dal deposito, trasportando fino a 20kg di caffè, che consegna a fine giornata al negozio di torrefazione per la vendita al dettaglio.
- Torrefazione (T): la destinazione finale è la torrefazione per tostatura, macinatura e distribuzione al dettaglio, che riesce a distribuire fino a 5kg di caffè al giorno. Non teniamo traccia dei ricavi.

Il nastro rappresenta i kg di caffè in ciascuna tappa P, S, N, D e T lungo la catena, in quest'ordine, ognuno con un intero a tre cifre seguito dalla lettera corrispondente alla tappa, separati da “.”. Ad esempio, 015P.010S.180N.000D.060T indica che il raccolto nella piantagione ammonta a 15kg di caffè, allo scalo merci sono depositati 10kg, la nave ha in stiva 180kg, al deposito non c'è caffè, e la torrefazione dispone di 60kg.

Ogni giorno, le risorse che possono farlo si spostano da una tappa alla successiva secondo le regole sopra descritte, considerando che i prelievi di risorsa avvengono sempre *prima* delle consegne/produzioni nella stessa giornata. Se abbiamo 015P.010S.000N... alla fine del giorno precedente, nel giorno corrente la nave potrà caricare solamente 10kg, anche se lo stesso giorno il treno preleva ulteriori 15kg dalla piantagione e li deposita allo scalo. A fine giornata (assumendo che sia una giornata con produzione in P, e con partenza sia del treno che della nave) avremo 015P.015S.010N....

Data sul nastro una configurazione iniziale valida, seguita da “#” e da un numero positivo di giorni, lasciare sul nastro la configurazione dopo che sia trascorso quel numero di giorni, assumendo che nel primo giorno ogni mezzo di trasporto carica e parte (la nave parte dallo scalo merci) e sia giorno di produzione per la piantagione. Si assuma anche che ciascuna quantità non superi mai 999.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale
120P.030S.000N.030D.000T#1	015P.120S.030N.010D.020T
100P.000S.000N.010D.000T#2	015P.100S.000N.000D.005T
090P.230S.000N.030D.005T#4	000P.120S.000N.210D.035T
015P.010S.000N.000D.060T#7	015P.015S.000N.045D.035T

Esercizio 10 Casa ottima casa [Punti 25].

Abbiamo una nuova piantagione! Sfortunatamente, questa non ha né fiumi né stagni, e dobbiamo annaffiare tutte le piante a mano. Dobbiamo costruire la nostra nuova casa nella piantagione; per semplificarci la vita, vogliamo posizionarla strategicamente, in modo che le piante siano il più vicino possibile.

La piantagione è rappresentata da una matrice con 6 righe e 6 colonne come sopra, ma senza acqua (solo terra “.” e piante “P”). La casa va posizionata su una cella di terra, e la qualità di un posizionamento è la distanza tra la casa e la pianta più lontana da essa. Come nell'Esercizio 8, la distanza è data dal minimo numero di passi in orizzontale o verticale necessario per raggiungere la pianta.

Si scriva un programma per macchina di Turing che, data la mappa della piantagione sul nastro (una riga alla volta, dall'alto verso il basso, separate da “|”), lasci sul nastro solamente la qualità del migliore posizionamento possibile, ovvero la più bassa.

In figura sono mostrati i 3 casi di esempio, con evidenziate tutte le celle corrispondenti ad un posizionamento di qualità ottima.

Esempio

Nastro Iniziale	Nastro Finale	Note
.....P ..P...P. P.P....	5	caso 1
..... ..PP... ..PP...	3	caso 2
..... ..P...P..P.	3	caso 3

caso 1

.	P
.	.	P	.	.	.
.	.	.	P	.	.
.
.
P	.	P	.	.	.

caso 2

.
.	P	P	.	.	.
.	P	P	.	.	.
.
.
.

caso 3

.
.	P
.
.
.	P	.	.	P	.	.
.