Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati

Docente: S. Aguzzoli

Progetto “Il faccendiere Bis”

valido per l’appello di settembre 2012

Questo progetto si ispira a quello proposto per gli appelli di giugno e luglio, ma presenta significative variazioni. Leggete bene il testo e analizzate con attenzione le richieste prima di cominciare ad impostare il vostro programma!!

1 Il problema

Un faccendiere vuole depositare ingenti quantità di denaro in banche estere, dove dispone di numerosi conti. Naturalmente ogni transazione da un conto all’altro comporta il rischio di destare sospetti presso le polizie bancarie. Obiettivo del progetto è sviluppare un sistema che consenta al faccendiere di individuare i modi migliori per depositare il denaro e farlo transitare da un conto all’altro.

Ogni *conto* è identificato da un nome (non ci sono due conti con lo stesso nome); indichiamo con $\mathcal{C}$ l’insieme dei nomi dei conti del faccendiere. Un *sistema di conti* è un sottoinsieme di $\mathcal{C}$.

Per ogni conto in $\mathcal{C}$, è possibile *depositare* al massimo una certa quantità di denaro, che chiameremo *soglia del conto*: un deposito maggiore di questo parametro è giudicato troppo pericoloso.

Più precisamente, chiamiamo *sistema di depositi* una funzione $d : \mathcal{C} \to \mathbb{N}$ dove $d(a)$ rappresenta la quantità di denaro depositata nel conto a (misurata in kiloghinee). L’insieme dei conti $a \in \mathcal{C}$ tali che $d(a) > 0$ è chiamato *sistema di conti indotto da d*. Un sistema di depositi è considerato *insospettabile* se $d(a)$ non eccede la soglia di a, per ogni conto $a \in \mathcal{C}$.

Esempio 1. *Sia* $\mathcal{C} = \{$`andorra`, `bruxelles`, `caraibi`, `dominicana`, `emiratiarabi`, `filippine`, `guatemala`, `hongkong`, `isolecayman`, `lussemburgo`, `maldive`, `nauru`, `oman`, `panama`$\}$ *l’insieme di conti di cui dispone il faccendiere, su cui sono definite le seguenti soglie:* `andorra` *200;* `bruxelles` *400;* `caraibi` *1000;* `dominicana` *1300;* `emiratiarabi` *300;* `filippine` *400;* `guatemala` *0;* `hongkong` *400;* `isolecayman` *350;* `lussemburgo` *700;* `maldive` *200;* `nauru` *400;* `oman` *300;* `panama` *1500.*

Allora il seguente sistema d di depositi è insospettabile: `andorra` *180;* `bruxelles` *300;* `caraibi` *0;* `dominicana` *0;* `emiratiarabi` *100;* `filippine` *300;* `guatemala` *0;* `hongkong` *300;* `isolecayman` *100;* `lussemburgo` *700;* `maldive` *0;* `nauru` *0;* `oman` *300;* `panama` *100. Il sistema di conti indotto da d è il seguente:* $\{$`andorra`, `bruxelles`, `emiratiarabi`, `filippine`, `hongkong`, `isolecayman`, `lussemburgo`, `oman`, `panama`$\}$*. Se il faccendiere deposita 10 kiloghinee nel conto* `guatemala` *oppure aumenta di 30 kiloghinee il deposito nel conto* `andorra` *allora d cessa di essere insospettabile.*

Il faccendiere ha stimato, per ogni coppia a e b di conti in $\mathcal{C}$, il *rischio* della transazione di denaro dal conto a al conto b. Se il rischio è stimato eccessivo, il faccendiere non opererà mai transazioni dal conto a al conto b; in caso contrario il rischio è stimato *accettabile* e viene quantificato con un numero intero, che chiameremo *rischio della transazione da a a b*.

Se il faccendiere vuole spostare i soldi da un certo conto $a \in \mathcal{C}$ ad un altro conto $b \in \mathcal{C}$, per confondere le acque e diminuire i rischi preferisce fare delle transazioni intermedie. Chiamiamo *schema di transazioni da a a b* una qualsiasi sequenza di conti $c_1, c_2, \ldots, c_n$ dove $n \geq 1$, $c_1 = a$, $c_n = b$, $c_i \in \mathcal{C}$ per ogni $1 \leq i \leq n$ e il rischio della transazione da c_i a c_{i+1} è considerato accettabile per ogni $1 \leq i < n$. Il *rischio di uno schema di transazioni* è la somma dei rischi delle singole transazioni che lo compongono. Il conto b si dice *associato* ad a se esiste uno schema di transazioni da a a b. Per convenzione a è associato a se stesso.

Esempio 2. *Si consideri l'insieme di conti* $\mathcal{C}$ *definiti nell'esempio 1 e si definiscano i seguenti rischi. Da* `andorra` *a* `caraibi`*: 6; da* `andorra` *a* `emiratiarabi`*: 17; da* `andorra` *a* `nauru`*: 2; da* `emiratiarabi` *a* `guatemala`*: 4; da* `nauru` *a* `isolecayman`*: 5; da* `isolecayman` *a* `oman`*: 3; da* `isolecayman` *a* `caraibi`*: 1; da* `oman` *a* `guatemala`*: 1; da* `oman` *a* `emiratiarabi`*: 3; da* `guatemala` *a* `bruxelles` *4; da* `caraibi` *a* `bruxelles` *9; da* `bruxelles` *a* `emiratiarabi`*: 1; da* `maldive` *a* `hongkong`*: 1; da* `dominicana` *a* `lussemburgo`*: 1; da* `lussemburgo` *a* `filippine`*: 1; da* `filippine` *a* `dominicana`*: 1. Per tutte le altre transazioni il rischio è considerato eccessivo.*

Per passare dal conto `andorra` *al conto* `bruxelles` *sono possibili tre diversi schemi di transazioni: lo schema* `andorra`*,* `nauru`*,* `isolecayman`*,* `oman`*,* `guatemala`*,* `bruxelles` *ha rischio 15 = 2+5+3+1+4; lo schema* `andorra`*,* `caraibi`*,* `bruxelles` *ha rischio 15 = 6+9; lo schema* `andorra`*,* `emiratiarabi`*,* `guatemala`*,* `bruxelles` *ha rischio 25 = 17+4+4; esistono quindi due schemi di transazioni che minimizzano il rischio di un trasferimento di denaro dal conto* `andorra` *al conto* `bruxelles`*.*

Al conto `isolecayman` *sono associati i conti* `isolecayman`*,* `caraibi`*,* `oman`*,* `emiratiarabi`*,* `guatemala`*,* `bruxelles`*. Al conto* `andorra` *sono associati tutti i conti precedenti e i conti* `andorra` *e* `nauru`*.*

Il conto `maldive` *non è associato al conto* `andorra` *né viceversa.*

Un *sistema di transazioni* compatibile con i conti in $\mathcal{C}$ e i rischi ad essi connessi è semplicemente un insieme di transazioni fra conti in $\mathcal{C}$ il cui rischio è considerato accettabile. Quando il faccendiere considera un certo conto sicuro (perché non ancora sotto controllo della polizia), tenderà a partire da quello per spostare i soldi su altri conti. Un sistema T di transazioni si dice *modello di transazioni per il conto a* se T contiene, per ogni conto b associato ad a, uno e un solo schema di transazioni da a a b e non contiene altre transazioni. Due conti b e c sono *prossimi* rispetto a un modello di transazioni se questo contiene una transazione da b a c o da c a b.

Esempio 3. *Si considerino l'insieme di conti* $\mathcal{C}$ *e i rischi delle transazioni definiti nell'esempio 1. L'insieme M formato dalle transazioni: da* `andorra` *a* `caraibi`*, da* `andorra` *a* `nauru`*, da* `nauru` *a* `isolecayman`*, da* `isolecayman` *a* `oman`*, da* `oman` *a* `guatemala`*, da* `oman` *a* `emiratiarabi`*, e da* `guatemala` *a* `bruxelles` *forma un modello di transazioni per il conto* `andorra`*.*

Altri modelli di transazioni per il conto `andorra` *sono dati dal sistema M' ottenuto da M sostituendo la transazione da* `guatemala` *a* `bruxelles` *con la transazione da* `caraibi` *a* `bruxelles`*, o dal sistema M'' ottenuto da M sostituendo la transazione da* `andorra` *a* `caraibi` *con la transazione da* `isolecayman` *a* `caraibi`*.*

Un modello di transazioni per il conto `isolecayman` *è dato dalle seguenti transazioni: da* `isolecayman` *a* `oman`*, da* `isolecayman` *a* `caraibi`*, da* `oman` *a* `guatemala`*, da* `oman` *a* `emiratiarabi`*, e da* `guatemala` *a* `bruxelles`*.*

In alcuni periodi i controlli si intensificano, e il faccendiere deve prestare particolare attenzione a come deposita il denaro, quindi usa un sistema di conti più sofisticato, individuato attraverso il metodo seguente. Innanzitutto depositerà il denaro soltanto in sistemi di depositi insospettabili; inoltre sceglierà come base un conto a che considera sicuro, e individuerà un modello di transazioni M per a; infine se usa un certo conto b, allora non userà alcun conto c prossimo a b in M. Un sistema di depositi così ottenuto è considerato un *sistema affidabile di depositi con base il modello M*.

Esempio 4. *Si consideri l'insieme di conti* $\mathcal{C}$ *e il sistema di depositi d definiti nell'esempio 1 e i modelli di transazioni M e M' definiti nell'esempio 3. Si noti che il sistema di depositi d non è affidabile con base M, infatti, per esempio, sia* `isolecayman` *che* `oman` *appartengono al sistema di conti indotto da d ma sono prossimi rispetto a M. Per lo stesso motivo d non è affidabile con base M'. Un sistema di depositi affidabile con base M è il seguente:* `andorra` *100;* `emiratiarabi` *300;* `isolecayman` *300; deposito uguale a 0 su tutti gli altri conti. Questo sistema è affidabile anche con base M'. Un altro sistema di depositi affidabile con base M è il seguente:* `nauru` *270;* `bruxelles` *300;* `caraibi` *900;* `oman` *300; deposito uguale a 0 su tutti gli altri conti. Questo sistema non è affidabile con base M', infatti il sistema di conti indotto contiene sia* `bruxelles` *che* `caraibi`*.*

La massima quantità di denaro depositabile in un sistema affidabile con base M' è 1700 kiloghinee, che si possono depostare nel modo seguente: `caraibi 1000, nauru 400, oman 300.`

2 Specifiche di implementazione

Il programma deve leggere dallo standard input (`stdin`) una sequenza di righe (separate da `\n`), ciascuna delle quali corrisponde a una riga della prima colonna della tabella 1, dove a e b sono stringhe sull'alfabeto $\{\texttt{a}, \texttt{b}, \ldots, \texttt{z}\}$ delle lettere minuscole, r è un intero positivo, s è un intero non negativo, t è una stringa che rappresenta un nome di file.

I vari elementi sulla riga sono separati da uno o più spazi. Quando una riga è letta, viene eseguita l'operazione associata; le operazioni di stampa sono effettuate sullo standard output (`stdout`), e ogni operazione deve iniziare su una nuova riga.

Si noti che le operazioni richieste sono liberamente implementabili; in particolare, non vanno necessariamente intese come prototipi di funzioni.

Si noti che:

- Se il rischio di una transazione tra conti a e b non è mai stato specificato si deve assumere che sia eccessivo.
- Per ogni comando che richieda di leggere un file t contenente la specifica di un sistema di transazioni T, si assume che T sia compatibile con le informazioni sui conti e sui rischi delle transazioni note al momento dell'esecuzione del comando.

Riga di input	Operazione
`+` a	**apertura**(a)
`-` a	**chiusura**(a)
`*` a s	**soglia**(a, s)
`!` a b r	**rischio**(a, b, r)
`s` a b	**schema**(a, b)
`m` a t	**modello**(a, t)
`?` a t	**is_modello**(a, t)
`d` a t	**denaro**(a, t)
`f` a t s	**affidabile**(a, t, s)
`q`	termina l'esecuzione

Tabella 1: Comandi da implementare

- **apertura**(a)

  Crea il conto a.

- **chiusura**(a)

  Se il conto a esiste, lo elimina.

- **rischio**(a, b, r)

  Se i conti a e b esistono allora stabilisce che il rischio di una transazione da a a b è r.

- **soglia**(a, s)

  Se il conto a esiste, imposta a s la sua soglia; se il conto non esiste lo crea e imposta a s la sua soglia.

- **schema**(a, b)

  Se i conti a e b esistono allora calcola uno schema di transazioni da a a b di rischio minimo e lo stampa nel formato descritto nell'apposita sezione.

- **modello**(a, t)

  Se il conto a esiste, allora calcola un modello di transazioni per a e lo stampa nel formato descritto nell'apposita sezione. Inoltre lo salva nel file di nome t nel formato descritto nell'apposita sezione.

- **is_modello**(a, t)

  Legge dal file di nome t un sistema di transazioni T specificato nel formato descritto nell'apposita sezione, e stampa "`modello per` a" se T è un modello per a; stampa "`sistema non modello per` a" altrimenti.

- **denaro**(a, t)

  Legge dal file di nome t un sistema di transazioni T specificato nel formato descritto nell'apposita sezione. Se T è un modello per a allora calcola la massima quantità di denaro depositabile in un sistema di depositi affidabile con base T. Altrimenti non compie alcuna operazione.

- **affidabile**(a, t, s)

  Legge dal file di nome t un sistema di transazioni T specificato nel formato descritto nell'apposita sezione. Se T è un modello per a allora calcola un sistema di depositi affidabile con base T in cui è possibile depositare la somma s (distribuendola eventualmente nei vari conti del sistema), infine stampa il sistema di depositi calcolato nel formato descritto nell'apposita sezione. Altrimenti non compie alcuna operazione.

I comandi relativi alle precedenti operazioni sono riassunte in Tabella 1.

2.1 Specifiche di formato

1. I nomi dei conti sono stringhe di lunghezza arbitraria sull'alfabeto $\{\mathtt{a}, \mathtt{b}, \ldots, \mathtt{z}\}$ delle lettere minuscole.

2. I file s contenenti i sistemi di transazione sono strutturati come segue:

   $$\begin{array}{ll} a_{1,1} & a_{1,2} \\ a_{2,1} & a_{2,2} \\ \vdots & \vdots \\ a_{k,1} & a_{k,2} \end{array}$$

   dove per ogni $i = 1, 2, \ldots, k$, la i-esima riga specifica che la transazione dal conto $a_{i,1}$ al conto $a_{i,2}$ fa parte del sistema. Nessuna altra transazione appartiene al sistema specificato.

3. L'output di uno schema di transazioni $a_1, a_2, \ldots, a_u$ deve essere effettuato come segue:

   $$\begin{array}{l} \mathtt{(}r \\ a_1 \\ a_2 \\ \ldots \\ a_u \\ \mathtt{)} \end{array}$$

   dove r è il rischio connesso allo schema. L'ordine in cui si elencano i conti a_i deve essere quello stabilito dallo schema.

4. L'output di un sistema di transazioni T deve essere effettuato come segue. Se T contiene le transazioni da $a_{i,1}$ a $a_{i,2}$ per $i = 1, 2, \ldots, k$, allora bisogna stampare:

$$
\begin{array}{ll}
\texttt{[} & \\
a_{1,1} & a_{1,2} \\
a_{2,1} & a_{2,2} \\
\vdots & \vdots \\
a_{k,1} & a_{k,2} \\
\texttt{]} &
\end{array}
$$

   L'ordine in cui si elencano le transazioni non è rilevante.

5. L'output di un sistema di depositi $d \colon \mathcal{C} \to \mathbb{N}$ deve essere effettuato come segue:

$$
\begin{array}{ll}
\texttt{(}S & \\
a_1 & x_1 \\
a_2 & x_2 \\
\vdots & \vdots \\
a_t & x_t \\
\texttt{)} &
\end{array}
$$

   dove $\{a_1, a_2, \ldots, a_t\}$ è il sistema di conti indotto da d e $x_i = d(a_i)$ per ogni $i = 1, 2, \ldots, t$, mentre $S = \sum_{i=1}^{t} x_i$. L'ordine in cui si elencano le righe non è rilevante.

2.2 Note

1. Non si richiede – anzi si sconsiglia – l'uso di grafica, se non per test personali: in modo particolare, non si usi `conio.h` e neppure `clrscr()`.
2. Per semplicità si suppone che l'input sia sempre conforme alle specifiche della Tabella 1, per cui non è necessario controllare la correttezza dell'input. Per leggere l'input si usino le funzioni standard ANSI C `getchar()` e/o `scanf()`.

Esempio

Si supponga di disporre del file `conti.txt` il cui contenuto è conforme a quanto di seguito specificato:

```
oman guatemala
caraibi bruxelles
oman emiratiarabi
isolecayman oman
isolecayman caraibi
bruxelles emiratiarabi
```

e del file `conti2` il cui contenuto è conforme a quanto di seguito specificato:

```
oman guatemala
caraibi bruxelles
isolecayman oman
isolecayman caraibi
```

Di seguito è mostrato un esempio di esecuzione che fa uso del file precedente. Le righe che iniziano con il simbolo > sono da intendersi come righe di input.

```
> + andorra
> + bruxelles
> + caraibi
> + dominicana
> + emiratiarabi
> + filippine
> + guatemala
> + hongkong
> + isolecayman
> + lussemburgo
> + maldive
> + nauru
> + oman
> + panama
> ! andorra caraibi 6
> ! andorra emiratiarabi 17
> ! andorra nauru 2
> ! emiratiarabi guatemala 4
> ! nauru isolecayman 5
> ! isolecayman caraibi 1
> ! isolecayman oman 3
> ! oman guatemala 1
> ! oman emiratiarabi 3
> ! guatemala bruxelles 4
> ! caraibi bruxelles 9
> ! bruxelles emiratiarabi 1
> ! maldive hongkong 1
> ! dominicana lussemburgo 1
> ! lussemburgo filippine 1
> ! filippine dominicana 1
> ! filippine andorra 2
> s andorra emiratiarabi
(13
andorra
nauru
isolecayman
oman
emiratiarabi
)
> m andorra andorra.txt
(
andorra nauru
andorra caraibi
nauru isolecayman
caraibi bruxelles
isolecayman oman
oman guatemala
oman emiratiarabi
```

```
)
> ? andorra andorra.txt
modello per andorra
> ? isolecayman andorra.txt
sistema non modello per isolecayman
> ? isolecayman conti.txt
non modello per isolecayman
> ? isolecayman conti2.txt
non modello per isolecayman
> * andorra 200
> * bruxelles 400
> * caraibi 1000
> * emiratiarabi 300
> * isolecayman 350
> * nauru 400
> * oman 300
> d andorra andorra.txt
1700
> f andorra andorra.txt 2000
> f andorra andorra.txt 1000
(1000
andorra 200
bruxelles 400
isolecayman 350
emiratiarabi 50
)
> f andorra andorra.txt 1700
(1700
caraibi 1000
nauru 400
oman 300
)
> - nauru
> s andorra emiratiarabi
(16
andorra
caraibi
bruxelles
emiratiarabi
)
> ! andorra emiratiarabi 15
> s andorra emiratiarabi
(15
andorra
emiratiarabi
)
> ! caraibi bruxelles 6
> s andorra emiratiarabi
(13
andorra
caraibi
bruxelles
```

```
emiratiarabi
)
> m andorra andorra.txt
(
andorra caraibi
bruxelles emiratiarabi
caraibi bruxelles
emiratiarabi guatemala
)
```

3 Modalità di consegna

Il presente progetto è valido per l'appello del 21 settembre 2012. Il progetto va inviato per posta elettronica all'indirizzo `aguzzoli@dsi.unimi.it` entro il 23 settembre 2012. Occorre presentare:

1. il codice sorgente (rigorosamente ANSI C, compilabile con **gcc**);
2. una sintetica relazione (formato pdf o rtf) che illustra le strutture dati utilizzate e le scelte implementative, analizzando il costo delle diverse operazioni richieste dalla specifica;

Tutti i file (file sorgenti + relazione) devono essere contenuti in un unico file `.zip` il cui nome dovrà essere della forma `cognome_matricola.zip`. La relazione e il codice devono riportare nome, cognome e matricola. Una copia cartacea della relazione e del codice deve inoltre essere consegnata al docente entro le scadenze fissate (lasciandola eventualmente nella sua casella postale presso il dipartimento in via Comelico).

La discussione dei progetti si svolgerà in data e luogo da specificarsi, Il calendario dei colloqui sarà disponibile sulla pagina del corso `http://homes.dsi.unimi.it/~aguzzoli/algo.html` qualche giorno dopo il termine di consegna del progetto.

La realizzazione del progetto è una prova d'esame da svolgersi **individualmente**. I progetti giudicati frutto di **copiatura** saranno **estromessi** d'ufficio dalla valutazione.

Si richiede allo studente di effettuare un **adeguato collaudo** del proprio progetto su numerosi esempi diversi per verificarne la correttezza.

La versione aggiornata del progetto è pubblicata in `.pdf` sul sito:

`http://homes.dsi.unimi.it/~aguzzoli/algo.html`.

Si consiglia di consultare periodicamente questo sito per eventuali correzioni e/o precisazioni relative al testo del progetto.