Esame Software Engineering
(AA 2022/23)

07 Luglio 2023

Enrico Tronci
Computer Science Department, Sapienza University of Rome
Via Salaria 113 - 00198 Roma - Italy

`tronci@di.uniroma1.it` `http://mclab.di.uniroma1.it`

Esercizio 1 (25 punti)

L'unità di tempo per il presente esercizio è il giorno.

Una azienda software ha W dipendenti con identificatore i compreso tra 1 ed W.

L'azienda segue un ciclo di sviluppo software consistente in N fasi (numerate da 1 ad N e dove N è la fase di delivery dopo la quale si inizia un nuovo progetto).

I valori N e W sono parametri del modello.

Dai dati storici si vede che il tempo atteso (in giorni) $\tau(i, k)$ per il completamento della sua attività nella fase $i = 1, \ldots N$ da parte del dipendente $k = 1, \ldots W$ è:

1. $\tau(i, k) = (A + Bk + Ci + Dki)$
2. A, B, C, D sono parametri a valori reali del modello.

Quando un dipendente ha completato le sue attività per una fase, passa alla fase successiva.

Modellare il ciclo di sviluppo con una *Discrete Time Markov Chain* (DTMC) con N stati corrispondenti alle diverse fasi del ciclo di sviluppo. L'elemento $p_{i,j}(k)$ della matrice di transizione $P(k)$ della DTMC per il dipendente k è definito come segue.

Quando una fase i è completata, si passa alla fase successiva $i+1$ con probabilità $p_{i,i+1}(k)$ ovvero, a causa di rilevazione di errori nel progetto, si torna in una delle fasi precedenti $j < i$ con probabilità $p_{i,j}(k)$.

Fa eccezione la fase di delivery (N), dalla quale si transisce sempre con probabilità 1 alla fase 1.

Si ricordi che se $p_{i,i}(k)$ è la probabilità di rimanere nello stato i della DTMC allora il numero atteso $\theta(i, k)$ di transizioni per lasciare i è:

$$\theta(i, k) = \frac{1}{1 - p_{i,i}(k)}$$

Quindi, se T è il time step della DTMC, allora il tempo atteso di soggiorno nello stato i (cioè il tempo atteso di completamento della fase i) è $\tau(i, k) = T\theta(i, k)$.

Potete assumere $T = 1$.

Su questa base e dai dati storici per i tempi di completamento delle varie fasi è possibile calcolare le probabilità $p_{i,i}(k)$.

Per le altre probabilità, dai dati storici si hanno le seguenti relazioni per il dipendente k:

1. $p_{1,2}(k) = 1 - p_{1,1}(k)$
2. Per $i = 2, \ldots N - 1$ si ha: $p_{i,i+1}(k) = (1 - \alpha(k))(1 - p_{i,i}(k))$
3. Per $i = 2, \ldots N - 1$, per $j = 1, \ldots i - 1$ si ha: $p_{i,j}(k) = \alpha(k)\frac{1-p_{i,i}(k)}{(i-1)}$.
4. $\alpha(k) = \frac{1}{F(GW-k)}$, con F e G parametri positivi del modello tali che $G > 1$
5. Tutte le altre probabilità hanno valore 0.

Il costo giornaliero (in Eur) $C(k)$ del dipendente $k = 1, \ldots W$ è:

- $C(k) = 1000 - 500\frac{k-1}{W-1}$

Il tempo atteso ϕ_k necessario per completare un progetto (tempo di completamento) da parte del dipendente k è il tempo necessario affichè questi raggiunga la fase N (delivery).

Il costo atteso per un progetto per il dipendente k è dato dal tempo atteso ϕ_k di completamento del progetto moltiplicato per $C(k)$ (costo giornaliero del dipendente k). Cioè $\phi_k C(k)$.

Quindi il costo per completare un progetto è la somma dei costi di completamento dei suoi W dipendenti. Cioè $\sum_{k=1}^{W} \phi_k C(k)$.

Si sviluppi un modello Modelica che calcoli:

1. Per ogni dipendente, il tempo ed il costo atteso delle sue attività nel progetto.
2. Il tempo ed il costo atteso di completamento di un progetto.

Parametri del Modello

Il vostro modello conterrà i seguenti parametri positivi:

1. $A = 1$,
2. $B = 1$,
3. $C = 1$,
4. $D = 1$,
5. $F = 1$,
6. $G = 2$,
7. $N = 5$,
8. $W = 3$.

Output della simulazione

Si usi l'istruzione Modelica `terminate` per terminare la simulazione quando per tutti i dipendenti, la deviazione standard del valor medio stimato del tempo di completamento del progetto è minore od uguale a $0.1 * \mu$, dove μ è il valor medio stimato del tempo di completamento del progetto.

Alla terminazione si stampino nel file `outputs.txt` i tempi ed i costi per ogni dipendente e per il progetto nel seguente formato.

La prima riga (di *intestazione*) del file `outputs.txt` contiene:

`Dipendente` `AvgTime` `AvgCost` `StdDevTime` `StdDevCost` (`ID` = `yyy`, `MyMagicNumber` = `zzz`, `time` = `xxx`)

dove:

1. `yyy` è il vostro numero di matricola (nel parametro `ID`)
2. `zzz` è il vostro MagicNumber calcolato nel parametro `MyMagicNumber`
3. `xxx` è il valore della variabile Modelica `time` quando la simulazione viene terminata dal comando `terminate`.

La seconda riga ha il seguente formato:

`A` = <Valore del parametro A>, `B` = <Valore del parametro B>, `C` = <Valore del parametro C>, `D` = <Valore del parametro D>, `F` = <Valore del parametro F>, `G` = <Valore del parametro G>, `N` = <Valore del parametro N>, `W` = <Valore del parametro W>, `AvgTime` = <Valore atteso del tempo di completamente del progetto>, `AvgCosto` = <Valore atteso del costo del progetto>

Le altre righe hanno il seguente formato:
<ID del dipendente> <Valore di AvgTime> <Valore di AvgCost> <Valore di StdDevTime> <Valore di StdDevCost>

Si avranno quindi, a parte le prime due righe, W righe, una per ogni dipendente.

Si usi un orizzonte di simulazione molto grande. In particolare si verifichi che l'orizzonte di simulazione sia maggiore del valore del `time` quando la simulazione viene terminata dal comando `terminate`. Se questo non è verificato il modello è sbagliato. Questo valore di `time` è visibile su stdout.

NOTA

Si vedano le istruzioni ed in particolare la sezione *NOTA BENE* delle istruzioni.