

Esame Software Engineering (AA 2021/22)

4 Novembre 2022

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.

Un'azienda ha 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).

Il personale dell'azienda consiste di W teams di sviluppo.

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 delle fasi $i = 1, \dots, N$ da parte del team $k = 1, \dots, W$ è:

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

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 team 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, cioè si inizia un nuovo progetto con le stesse caratteristiche del precedente. Quindi $p_{N,1}(k) = 1$ per ogni k , cioè per ogni team.

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 prima di 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 team k :

1. $p_{1,2}(k) = 1 - p_{1,1}(k)$
2. Per $i = 2, \dots, N - 1$ si ha: $p_{i,i+1}(k) = (1 - \alpha(k))(1 - p_{i,i}(k))$
3. Per $i = 2, \dots, N - 1$, per $j = 1, \dots, i - 1$ si ha: $p_{i,j}(k) = \alpha(k) \frac{1 - p_{i,i}(k)}{(i-1)}$.
4. $\alpha(k) = \frac{1}{F * (G * W - k)}$, 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 team $k = 1, \dots, W$ è:

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

Il tempo necessario per completare un progetto (tempo di completamento) è il tempo necessario per arrivare alla fase N (delivery) partendo dalla fase 1 (requirements analysis).

Il costo per completare un progetto è dato dal tempo di completamento moltiplicato per il costo $C(k)$ del team usato nello sviluppo.

Si sviluppi un modello Modelica che per ogni team calcoli il tempo ed il costo atteso di completamento di un progetto. Il costo atteso è il tempo atteso (in giorni) moltiplicato il costo giornaliero del team.

Parametri del Modello

Il vostro modello conterrà i seguenti parametri positivi:

1. $A = 1, B = 3, C = 5, D = 7, F = 11, G = 13$ (con $G > 1$).

Output della simulazione

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

Alla terminazione si stampino nel file **outputs.txt** i tempi ed i costi per ogni team nel seguente formato.

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

```
A B C D F G Team 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`.

Le altre righe hanno il seguente formato:

<Valore del parametro A> <Valore del parametro B> <Valore del parametro C> <Valore del parametro D> <Valore del parametro F> <Valore del parametro G> <ID del Team> <Valore di AvgTime> <Valore di AvgCost> <Valore di StdDevTime> <Valore di StdDevCost>

Si avranno quindi, a parte la prima riga di intestazione, W righe, una per ogni team.

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.