

Esame Software Engineering (AA 2022/23)

10 Febbraio 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.

Per realizzare un progetto software una azienda software suddivide i suoi progetti in W tasks che affida ad altrettanti teams.

Ogni teams 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).

Un progetto è completato quando tutti i W teams hanno raggiunto la fase N , cioè hanno completato il loro task.

Quando un team completa il suo task (cioè raggiunge la fase N) attende che tutti gli altri teams abbiano raggiunto la fase N . Quando tutti i teams hanno raggiunto la fase N tutti insieme ripartono dalla fase 1 per iniziare 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 delle fase $i = 1, \dots, N$ da parte del team $k = 1, \dots, W$ è:

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

Modellare il ciclo di sviluppo di ciascun team 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 quando tutti i teams sono nella fase N , altrimenti si rimane nella fase N . Quindi la probabilità di transizione dipende dallo stato di tutti gli altri teams. Dalla fase 1 si inizia un nuovo task con le stesse caratteristiche del precedente.

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. $\alpha(k) = \frac{1}{F(GW-k)}$, 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 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 affinché tutti i W teams abbiano raggiunto la fase N (delivery) cioè hanno completato il loro task, partendo (tutti insieme) dalla fase 1 (requirements analysis).

Il costo per completare il task k è dato dal tempo di completamento del task k da parte del team k moltiplicato per $C(k)$ (costo giornaliero del team k).

Il costo per completare un progetto è la somma dei costi di completamento dei suoi W tasks.

Si sviluppi un modello Modelica che calcoli:

1. Per ogni team, il tempo ed il costo atteso di completamento del rispettivo task.
2. Il tempo ed il costo atteso di completamento di un progetto.

Parametri del Modello

Il vostro modello conterrà i seguenti parametri positivi:

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

Output della simulazione

Si usi l'istruzione Modelica **terminate** per terminare la simulazione quando per tutti i teams, la deviazione standard del valor medio stimato del tempo di completamento del task 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 e per il progetto nel seguente formato.

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

```
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**.

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 completamento del progetto>, **AvgCosto** = <Valore atteso del costo del progetto>

Le altre righe hanno il seguente formato:

```
<ID del Team> <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 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.