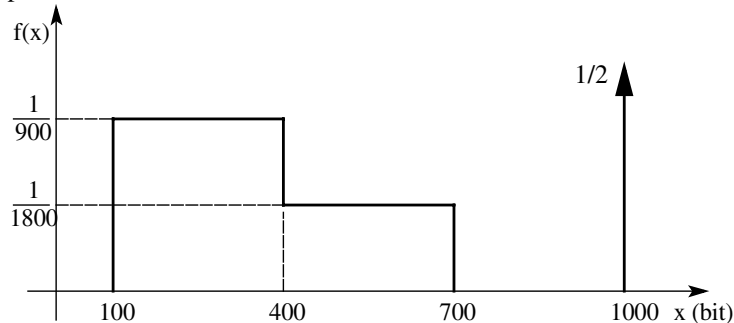


Si vuole simulare il comportamento di una sistema a coda a cui arrivano i pacchetti generati da una sorgente di traffico. Tale sorgente è caratterizzata da uno stato, A o B. Il passaggio dallo stato A allo stato B e viceversa avviene sulla base di una catena di markov bistato continua con tasso di uscita dallo stato A $\gamma_A=8 \text{ s}^{-1}$ e tasso di uscita dallo stato B $\gamma_B=5 \text{ s}^{-1}$. Durante lo stato A, la sorgente genera pacchetti con interarrivo I_A , espresso in millisecondi, variabile casuale con la seguente densità di probabilità continua:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x^2} & x \geq 1 \\ 0 & x < 1 \end{cases}$$

La lunghezza L_A dei pacchetti generati dalla sorgente nello stato A, espressa in bit, è anch'essa una variabile casuale con la seguente densità di probabilità:



Durante lo stato B, la sorgente genera pacchetti con interarrivo costante pari a $I=4 \text{ ms}$, e lunghezza costante pari a 1000 bit. Il canale su cui trasmette la sorgente è rumoroso, e con probabilità costante pari a $P=0.01$ marca un pacchetto come ERRATO.

Avendo a disposizione un generatore di numeri pseudo-casuali uniformi tra $[0,1]$ si indichi:

- a) Un procedimento per sintetizzare gli interarrivi I_A dei pacchetti quando la sorgente si trova nello stato A
- b) Un procedimento per sintetizzare la lunghezza L_A dei pacchetti quando la sorgente si trova nello stato A
- c) Un possibile procedimento in forma descrittiva per sintetizzare i cambiamenti di stato della sorgente di traffico. In particolare:
 1. si indichi un procedimento per sintetizzare la durata di ciascuno dei 2 stati
 2. si descrivano brevemente il tipo di eventi utilizzati e il “corpo” degli eventi
- d) Un possibile procedimento in forma descrittiva per la simulazione ad eventi discreti della generazione di pacchetti, e del canale rumoroso, supponendo di avere a disposizione le procedure individuate ai punti a), b) e c). Si descrivano brevemente gli eventi utilizzati e il “corpo” degli eventi.

SOLUZIONE:

a) La densità di probabilità assegnata è una Pareto con parametro di shape pari a 2. La corrispondente densità di probabilità cumulativa è:

$$F(x) = 1 - \frac{1}{x}$$

Invertendola si ottiene:

$$F^{-1}(y) = \frac{1}{1-y}$$

quindi

procedure interarrivo_A()

$U = rand();$

$$I = \frac{1}{1-U};$$

return I;

b) La densità di probabilità assegnata si può sintetizzare nel seguente modo:

procedure Lunghezza_A()

$U = rand();$

if($U < 1/3$) { $L_A = 900U + 100$ }

else if($1/3 \leq U < 1/2$) { $L_A = 1800U - 200$ }

else { $L_A = 1000$ }

return L_A ;

c1) Si sintetizzano due variabili aleatorie esponenziali negative:

Durata media dello stato A: $(1/8)s=125ms$

procedure Durata_A()

$U = rand();$

$$I_A = -\frac{1}{8} \log(U)$$

return I_A ;

Durata media dello stato B: $(1/5)s=200ms$

procedure Durata_B()

$U = rand();$

$$I_B = -\frac{1}{5} \log(U)$$

return I_B ;

c2)

- Si fissa uno stato iniziale (ad es. Stato=A)
- Si inserisce nel calendario l'evento "passaggio di stato A->B" dopo un tempo ottenuto invocando la procedura Durata_A

Eventi:

- Passaggio di stato A->B:
 - si setta Stato=B
 - si inserisce nel calendario un evento "passaggio di stato B->A" ottenuto invocando la procedura Durata_B.
- Passaggio di stato B->A:
 - si setta Stato=A
 - si inserisce nel calendario un evento "passaggio di stato A->B" ottenuto invocando la procedura Durata_A.

d) Si può utilizzare una simulazione ad eventi discreti.

Inizializzazione:

- Si inserisce nel calendario l'evento "generazione pacchetto" dopo un tempo ottenuto utilizzando la funzione in a) interarrivo_A e di lunghezza ottenuta utilizzando la funzione in b) lunghezza_A

Evento:

- Generazione e trasmissione pacchetto:
 - se Stato=A: si genera un pacchetto la cui lunghezza si ottiene utilizzando la funzione ricavata al punto b) (lunghezza_A) e si inserisce nel calendario un evento "generazione pacchetto" dopo un tempo ottenuto utilizzando la funzione in a) interarrivo_A
 - se Stato=B: si genera un pacchetto di lunghezza pari a 1000 bit e si inserisce nel calendario un evento "generazione pacchetto" dopo un tempo pari a 4ms
 - Qualunque sia lo stato: si estrae una variabile U uniforme tra [0,1]. Se $U < P$, ovvero $U < 0.01$, il pacchetto viene marcato ERRATO, altrimenti no.