

# Corso di Sistemi Operativi e Reti

Prova scritta telematica 3 LUGLIO 2020

## ESERCIZIO 1 - PROGRAMMAZIONE MULTITHREAD

### ISTRUZIONI

1. **Questo file contiene il testo che ti è stato dato ieri, incluso il codice;**
2. **Mantieni a tutto schermo** questo file per tutta la durata della prova; puoi scorrere liberamente tra le sue pagine, ma non puoi cambiare applicazione;
3. **Firma** preliminarmente il foglio che userai per la consegna con nome cognome e matricola;
4. **Svolgi** il compito; puoi usare solo carta, penna e il tuo cervello;
5. **Alla scadenza** termina *immediatamente* di scrivere, e attendi di essere chiamato, pena l'esclusione dalla prova;
6. **Quando è il tuo turno** mostra il foglio ben visibile in webcam, e poi metti una foto dello stesso foglio in una chat privata Microsoft Teams con il prof.

# Corso di Sistemi Operativi e Reti

Prova scritta telematica 3 LUGLIO 2020

## ESERCIZIO 1, TURNO 2 - QUESITO DA RISOLVERE

Aggiungi alla classe `StampaPrioritaria` il metodo `boost(p)`. Se invocato, il metodo `boost(p)` attende che ci sia almeno un elemento nella coda `C[p]`; quindi estrae un elemento dalla coda `C[p]` e lo inserisce nella coda `C[p-1]`. Se  $p = 0$ , il metodo non deve fare niente.

Ad esempio, il seguente frammento di codice:

```
sp                                     =                               StampaPrioritaria(10)
sp.stampa("Come va",0)                                     va",0)
sp.stampa("Ciao",1)
sp.stampa("Salve",0)
sp.boost(1)
```

Provocherebbe la stampa a video di "Come va", "Ciao" e "Salve", *probabilmente* in quest'ordine.

Si scriva su carta il codice del metodo, e si indichi, aiutandosi con i numeri di riga, quali modifiche andrebbero apportate al codice pre-esistente.

## MATERIALE DIDATTICO

Il codice fornito implementa una classe per la stampa a schermo multithreaded e con priorità tra le stampe. La libreria/classe fornisce un unico metodo `stampa(s :str, prio :int)` dove `s` è una stringa da stampare a video e `prio` un valore di priorità che può valere 0 (alta priorità), 1 (media priorità), 2 (bassa priorità).

L'effetto dell'invocazione di `stampa` per il thread chiamante è quello di “prenotare” la visualizzazione a video della stringa `s`., e di uscire immediatamente, senza attendere la stampa su video.

L'esecuzione della reale stampa a video è infatti asincrona: il codice di `stampa()` non è bloccante per il thread chiamante, ma serve a bufferizzare le richieste di stampa e uscire immediatamente, salvo il caso in cui le strutture dati che memorizzano le richieste di stampa siano piene e non possano accogliere la richiesta corrente.

Un thread `Stampatore` si occupa di eseguire materialmente le stampe a video, prelevando continuamente le richieste di stampa dalle strutture dati che conservano le richieste di stampa prenotate. Tale thread stampa secondo le seguenti regole:

1. Una richiesta di stampa a bassa priorità può essere eseguita solo se non ci sono richieste ad alta e media priorità pendenti;
2. Una richiesta di stampa a media priorità può essere eseguita solo se non ci sono richieste ad alta priorità pendenti;
3. Come eccezione della regola 1, le stampe a bassa priorità vengono comunque eseguite al più presto se sono state eseguite più di 10 stampe consecutive a priorità 0 e 1 senza che avvenga alcuna stampa a priorità 2.
4. Come eccezione della regola 2, le stampe a media priorità vengono comunque eseguite al più presto se sono state eseguite più di 5 stampe consecutive a priorità 0 senza che avvenga alcuna stampa a priorità 1.
5. In assenza di richieste di stampa pendenti, il thread stampatore si pone in stato di attesa e si risveglia quando necessario.

**Indicazioni sul codice fornito**

La classe è stata implementata prevedendo il metodo pubblico 'stampa' (con prototipo definito in accordo alle specifiche) e il metodo 'prelevaStampa', il quale sceglie e ritorna una stringa da stampare. La classe è dotata di tre array gestiti con politica FIFO (non sincronizzati)  $C[0]$ ,  $C[1]$  e  $C[2]$ , e un lock  $L$ . La funzione  $stampa(s, p)$  è implementata:

1. Acquisendo il lock  $L$ ;
2. Inserendo  $s$  sul rispettivo buffer  $C[p]$ . Se questa operazione non si può concludere poiché il corrispondente buffer è pieno, ci si pone in `wait()` su una `Condition` opportuna;
3. "notify"-cando il thread stampatore, per avvisarlo della presenza di una nuova richiesta di stampa;
4. Rilasciando il lock/monitor  $L$ .

Il thread Stampatore si comporta nel seguente modo:

1.  $S = prelevaStampa()$
2. Stampa  $S$ .
3. Ritorna al punto 1.

Il corpo della funzione `prelevaStampa()` contiene le operazioni:

1. Acquisizione del lock  $L$ ;
2. Estrazione di una stringa  $S$  da uno dei tre buffer. La scelta della stringa dipende dalle regole specificate; in assenza di valori da stampare, lo Stampatore si pone in `wait()`;
3. Rilascio del lock  $L$ ;

```

1  from threading import Thread, RLock, Condition, get_ident
2  from random import randint
3
4  """
5  #
6  # Questo è il codice del Thread Stampatore. E' prevista una unica istanza che effettua le stampe
7  #
8  """
9  class Stampatore(Thread):
10
11     def __init__(self, SP):
12         super().__init__()
13         self.SP = SP
14
15     def run(self):
16         while(True):
17             s = self.SP.prelevaStampa()
18             print(s)
19
20
21     """
22     # Ci sono in tutto tre code di attesa per le stampe: 0 = alta pr., 1 = media pr., 2 = bassa pr.
23     # NUMERO BASSO = MAGGIORE PRIORITA
24     #
25     """
26     class StampaPrioritaria:
27
28
29         NCODE = 3
30         """
31         La traccia prescrive che per le stampe a media priorità, sia possibile effettuare comunque una stampa ogni 5 a priorità più alta,
32         Mentre per le stampe a bassa priorità, questa analoga soglia è 10.
33         Queste soglie sono codificate nell'array SOGLIE
34         """
35         SOGLIE = [0,5,10]
36
37     def __init__(self, n):
38         """
39         Dimensione massima di ogni coda
40         """
41         self.size = n
42         """
43         Le tre code saranno rispettivamente C[0], C[1] e C[2].
44         """
45         self.C = []
46         """
47         Le attese ci dicono quante stampe sono state effettuate consecutivamente
48         a priorità minore di i senza che una stampa a priorità i sia stata fatta.
49         Esempio: attese[2] = 12 indica che sono state fatte 12 stampe consecutive
50         a priorità 0 e 1 senza che sia stata mai fatta una stampa a priorità 2
51         """
52         self.attese = []

```

```

53     """
54     Useremo L come unico lock per garantire la thread safety
55     """
56     self.L = RLock()
57     """
58     Se non ci sono stampe da fare, il thread Stampatore aspetterà su questa condition
59     """
60     self.condEmpty = Condition(self.L)
61     """
62     Ci sarà invece una condizione di attesa per ciascuna coda nel caso in cui questa sia piena.
63     Esempio, se C[1] è piena, aspetto su condFull[1].
64     """
65     self.condFull = []
66     """
67     Qui riempio opportunamente C, condFull e attese
68     """
69     for i in range(0,self.NCODE):
70         self.C.append([])
71         self.condFull.append(Condition(self.L))
72         self.attese.append(0)
73     """
74     Creo e avvio l'unico thread stampatore
75     """
76     self.printer = Stampatore(self)
77     self.printer.start()
78
79     """
80     Metodo privato che mi restituisce len(C[0]) + len(C[1]) + len(C[2])
81     """
82     def __totLen(self) -> int:
83         retVal = 0
84         for i in range(0,self.NCODE):
85             retVal += len(self.C[i])
86         return retVal
87
88     """
89     Metodo privato che mi dice se NON ci sono stampe a priorità più bassa di una certa priorità p che sono in attesa da troppo tempo
90     Esempio, supponiamo che p = 0, len(C[1]) = 1, len(C[2]) = 0, attese [0,6,0]
91     siccome c'è una stampa a priorità 1 che aspetta da 6 "giri", allora restituisco False, e cioè non posso eseguire una stampa a livello p=0
92     poichè ci sono stampe a priorità più bassa, ma che aspettano da troppo tempo.
93     """
94     def __noAltreSoglieSuperate(self,p : int) -> bool:
95         for q in range(p+1,self.NCODE):
96             if len(self.C[q]) > 0 and self.attese[q] >= self.SOGLIE[q]:
97                 return False
98         return True
99
100     """
101     Questo metodo pone la stringa s a priorità prio nel buffer C[prio].
102     Si mette in attesa bloccante se in C[prio] non c'è posto.
103     """
104     def stampa(self, s: str, prio: int):

```

```

112         with self.L:
113             while len(self.C[prio]) == self.size:
114                 self.condFull[prio].wait()
115                 self.C[prio].append(s)
116                 #print(f"{self.C[prio]}")
117                 self.condEmpty.notify()
118
119     """
120     Il thread stampatore sceglie la prossima stampa da effettuare grazie a questo metodo
121     """
122     def prelevaStampa(self) -> str:
123         with self.L:
124             """
125             Attendo se non ci sono stampe in nessuna coda
126             """
127             while self.__totLen() == 0:
128                 self.condEmpty.wait()
129
130             """
131             Ciclo sulle tre code partendo da quella a priorità più alta.
132             """
133             for p in range(0,self.NCODE):
134                 """
135                 Posso stampare a priorità p ?
136                 Per poter stampare a priorità p:
137                 -devo avere qualche stampa in attesa su questa priorità (len(C[p]) > 0) e inoltre:
138                 -NON ci devono essere in attesa da troppo tempo delle stampe a livello p+1 a salire
139
140                 """
141                 if len(self.C[p]) > 0 and self.__noAltreSoglieSuperate(p):
142                     """
143                     OK, se sono qui, posso stampare a priorità p. Procedo ad aggiornare le attese sulle priorità da p+1 a salire
144                     """
145                     for q in range(p+1,self.NCODE):
146                         if len(self.C[q]) > 0:
147                             self.attese[q] += 1
148
149                     """
150                     Finalmente ho stampato a livello p, quindi azzerò attese[p]
151                     """
152                     self.attese[p] = 0
153
154                     """
155                     Se in questo momento C[p] è piena, vuol dire che sto per fare un pop() che potrebbe
156                     sbloccare un thread in attesa di trovare posto su C[p]. Quindi faccio notify()
157                     """
158                     if len(self.C[p]) == self.size:
159                         self.condFull[p].notify()
160
161                     """
162                     Infine, estraggo un elemento da C[p] e lo restituisco
163                     """
164                     return self.C[p].pop(0)

```

```

164 """
165     ClientThread è giusto una tipologia di thread di esempio che sorteggia una priorità casuale e produce stampe a quella priorità
166 """
167 class clientThread(Thread):
168
169     def __init__(self,SP):
170         super().__init__()
171         self.SP = SP
172         self.p = randint(0,StampaPrioritaria.NCODE-1)
173
174     def run(self):
175         print(f"Stampa n.1 del Thread {get_ident()} con priorità {self.p}")
176         self.SP.stampa(f"Stampa n.1 del Thread {get_ident()} con priorità {self.p}",self.p)
177         count = 1
178         while(True):
179             count += 1
180             self.SP.stampa(f"Stampa n.{count} del Thread {get_ident()} con priorità {self.p}", self.p)
181
182 """
183     Questo è un main di esempio che crea una istanza di StampaPrioritaria e dei ClientThread che ne fanno uso
184 """
185
186 if __name__ == '__main__':
187     stampa = StampaPrioritaria(10)
188     for t in range(0,5):
189         clientThread(stampa).start()
190

```



