

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)
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`;

Soluzione tipo all'esercizio StampaPrioritaria. Ricorda che **questo stesso codice è disponibile sotto forma di file *.py** utilizzabile per fare qualche prova di esecuzione.

```
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 priorit  minore di i senza che una stampa a priorit  i sia stata fatta.
49         Esempio: attese[2] = 12 indica che sono state fatte 12 stampe consecutive
50         a priorit  0 e 1 senza che sia stata mai fatta una stampa a priorit  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 aspetter  su questa condition
59     """
60     self.condEmpty = Condition(self.L)
61     """
62         Ci sar  invece una condizione di attesa per ciascuna coda nel caso in cui questa sia piena.
63         Esempio, se C[1]   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 priorit  pi  bassa di una certa priorit  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'  una stampa a priorit  1 che aspetta da 6 "giri", allora restituisco False, e cio  non posso eseguire una stampa a livello p=0
92     poich  ci sono stampe a priorit  pi  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
106
107     """
108     Questo metodo pone la stringa s a priorità prio nel buffer C[prio].
109     Si mette in attesa bloccante se in C[prio] non c'è posto.
110     """
111     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                     Finalmente ho stampato a livello p, quindi azzerò attese[p]
150                     """
151                     self.attese[p] = 0

```

```

152         """
153         Se in questo momento C[p] è piena, vuol dire che sto per fare un pop() che potrebbe
154         sbloccare un thread in attesa di trovare posto su C[p]. Quindi faccio notify()
155         """
156         if len(self.C[p]) == self.size:
157             self.condFull[p].notify()
158         """
159         Infine, estraggo un elemento da C[p] e lo restituisco
160         """
161         return self.C[p].pop(0)
162
163
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

```


