

# ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

## ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΠΑ 222 — ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (7.5 ECTS)

Ακαδημαϊκό Έτος 2018-2019, 4ο Εξάμηνο

### Εξέταση Ημιεξαμήνου

Ημερομηνία : 23 Μαρτίου 2019  
Διάρκεια εξέτασης : 2:15 ώρες  
Διδάσκων καθηγητής : Γιώργος Α. Παπαδόπουλος

**Απαντήστε όλες τις ερωτήσεις. Ο αριθμός των μονάδων της κάθε (υπο-) ερώτησης φαίνεται σε παρένθεση.**

1. Θεωρείστε την ύπαρξη της εντολής fetch-and-add  $FAA(var, increment)$  η οποία εκτελείται ως *ατομική* πράξη, αυξάνει την τιμή της  $var$  με την τιμή της  $increment$  και επιστρέφει την *αρχική* τιμή της  $var$ . Δηλαδή  $FAA(S, 5)$  όπου  $S=3$ , επιστρέφει 3 και η  $S$  γίνεται 8. Η εντολή  $FAA$  χρησιμοποιείται στην υλοποίηση των συναρτήσεων  $enter\_critical()$  και  $exit\_critical()$  για την προστασία των κρίσιμων τμημάτων:

```
int S=... ;
```

```
void enter_critical()  
{  
  while  $FAA(S, -1) < 1$   
    {  $FAA(S, 1);$  }  
}
```

```
void exit_critical()  
{  
  ... ..  
}
```

α) Ποια πρέπει να είναι η αρχική τιμή της  $S$  για να λειτουργήσει σωστά ο ανωτέρω κώδικας; **(8%)**

β) Γράψτε τον κώδικα για τη συνάρτηση  $exit\_critical()$ . **(5%)**

2. Θεωρείστε τον κατωτέρω κώδικα:

```
int S=0;
```

```
void A()  
{  
  for (int i=0, i<2, i++)  
    S++;  
}
```

```
void B()  
{  
  for (int j=0, j<2, j++)  
    S++;  
}
```

```
parbegin A(); B(); parend
```

α) Ποια είναι η αναμενόμενη σωστή τιμή της  $S$  όταν θα έχει ολοκληρωθεί η εκτέλεση του ανωτέρω κώδικα; **(3%)**

β) Στην πραγματικότητα, ποιες είναι οι τιμές που θα μπορούσε να έχει η  $S$  όταν θα έχει ολοκληρωθεί η εκτέλεση του ανωτέρω κώδικα; **(5%)**

γ) Κάνοντας χρήση σημαφόρων, τροποποιήστε τον ανωτέρω κώδικα έτσι ώστε το αποτέλεσμα εκτέλεσης του να είναι πάντα το σωστό. **(5%)**

3. Θεωρείστε το σενάριο των *μανιωδών καπνιστών*: Τρεις *μανιώδεις καπνιστές* βρίσκονται στο ίδιο δωμάτιο μαζί με έναν *πωλητή ειδών καπνιστού*. Για να φτιάξει και να χρησιμοποιήσει *τσιγάρα*, κάθε *καπνιστής* χρειάζεται *τρία* συστατικά: *καπνό*,

χαρτί και σπύρτα. Όλα αυτά τα παρέχει ο πωλητής σε αφθονία. Ένας καπνιστής έχει το δικό του καπνό, ένας δεύτερος το δικό του χαρτί και ο τρίτος τα δικά του σπύρτα. Η δράση ξεκινά όταν ο πωλητής τοποθετεί στο τραπέζι δύο από τα απαραίτητα υλικά, επιτρέποντας έτσι σε έναν από τους καπνιστές να καπνίσει. Όταν ο κατάλληλος καπνιστής τελειώσει το κάπνισμα, ο πωλητής θα πρέπει να αφυπνίζεται, ώστε να τοποθετεί στο τραπέζι δύο ακόμη από τα υλικά του – τυχαία – με αποτέλεσμα να επιτρέψει και σε άλλον καπνιστή να καπνίσει. Γράψτε τον κώδικα για τους καπνιστές και τον πωλητή, με σκοπό την επίλυση του συγκεκριμένου προβλήματος κάνοντας χρήση σημαφόρων. (10%)

4. Σε μία τράπεζα υπάρχουν κ καθίσματα στην αίθουσα αναμονής και ένα γκισέ εξυπηρέτησης. Οι πελάτες της τράπεζας μπορούν να δουν από το μοναδικό παράθυρο (ένας κάθε φορά) αν υπάρχουν ελεύθερα καθίσματα. Αν δεν υπάρχουν, πηγαίνουν έναν περίπατο (take\_a\_walk()) και ξαναπροσπαθούν αργότερα. Αν υπάρχουν, εισέρχονται στην αίθουσα αναμονής και προσπαθούν να εξυπηρετηθούν – ένας κάθε φορά – στο γκισέ. Ο πελάτης εξυπηρετείται καλώντας την make\_transaction(). Ο σκελετός του κώδικα του πελάτη ακολουθεί:

```
void bank_client()
{
    while (1)
    {
        ...
        if (...) /* seats available */
        { ...
            make_transaction();
            ...
            break;
        }
        else
        { ...
            take_a_walk();
        }
    }
    return_home();
}
```

Συμπληρώστε τον ανωτέρω κώδικα με εισαγωγή και χρήση των αναγκαίων κοινών μεταβλητών και σημαφόρων. (10%)

5. Σε ένα γραφείο υπάρχει ένας μη προκαθορισμένος αριθμός από τραπέζια και δύο είδη εργατών, οι υπάλληλοι και οι καθαριστές. Ένας υπάλληλος καταφθάνει στο γραφείο κάποια στιγμή και περιμένει μέχρι να έχει απόλυτο έλεγχο ενός τραπεζιού, οπότε και ξεκινάει να εργάζεται. Όταν τελειώσει τη δουλειά του φεύγει και το τραπέζι θέλει καθαρισμό. Ένας καθαριστής καθαρίζει ένα τραπέζι κάθε φορά. Περιμένει μέχρι να υπάρξει κάποιο τραπέζι που χρειάζεται καθαρισμό και μετά το καθαρίζει. Ο σκελετός της λύσης σε αυτό το σενάριο ταυτοχρονισμού με χρήση παρακολουθητή ακολουθεί:

```
void clerk()                                void cleaner()
{
    while (1) {                               {
        Desk desk=office.arrive();           Desk desk=office.service();
        <work at desk>                         <clean desk>
        office.leave(desk);                   office.cleanedDesk(desk)
    }                                          }
}
```

```

monitor office()
{
    Desk cleanDesks, dirtyDesks;
    ... ..

    Desk arrive()                void leave(Desk desk)
    {                             {
        ...                       ...
    }                             }

    Desk service()              void cleanedDesk(Desk desk)
    {                             {
        ...                       ...
    }                             }
}

```

Συμπληρώστε τον κώδικα του παρακολουθητή office. Για διευκόλυνση στην αναπαράσταση και διαχείριση των τραπεζιών θεωρείστε την ύπαρξη της δομής Desk (της οποίας οι λεπτομέρειες δεν μας αφορούν και ουσιαστικά είναι ένα σύνολο από τραπέζια) και την ύπαρξη των ακόλουθων εντολών:

size(Desk) επιστρέφει το πλήθος των στοιχείων στη δομή Desk,  
 get(Desk) αφαιρεί ένα στοιχείο από το Desk και επιστρέφει την ταυτότητα του,  
 put(Desk, desk) προσθέτει το στοιχείο desk στη δομή Desk. **(10%)**

**6. Θεωρείστε τον ακόλουθο παρακολουθητή:**

```

monitor MC()
{
    int x=1;
    cond c, d;

    void m()                void n()
    {                       {
        if (x==2)           if (x==0)
            wait(c);        { signal(c); wait(d); }
        x++;                x--;
        signal(d);          }
    }                       }
}

```

Αν μία ομάδα από διεργασίες καλούν κατά το δοκούν τις συναρτήσεις m και n του παρακολουθητή, απαντήστε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

α) Είναι δυνατόν να δημιουργηθεί αδιέξοδο αν οι διεργασίες συνέχεια εκτελούν τις m και n; Αν ναι, περιγράψτε ένα σενάριο, αν όχι, εξηγήστε γιατί αποκλείεται το αδιέξοδο. **(6%)**

β) Αν υπάρχουν στο σύστημα μόνο 3 διεργασίες, P1, P2, και P3 και η P1 εκτελεί την m όταν x==2, υπάρχει περίπτωση η P1 να εμπλακεί σε παρατεταμένη στέρωση; Αν ναι, περιγράψτε ένα σενάριο, αν όχι, εξηγήστε γιατί αποκλείεται η παρατεταμένη στέρωση στη συγκεκριμένη περίπτωση. **(6%)**

γ) Είναι δυνατόν μία διεργασία που βρίσκεται υπό αναστολή στη μεταβλητή συνθήκης c να ενεργοποιηθεί με την x==2; Αν ναι, περιγράψτε ένα σενάριο που αυτό θα συμβεί, αν όχι, εξηγήστε γιατί αποκλείεται η περίπτωση αυτή. **(6%)**

δ) Απαντήστε ξανά την ερώτηση (γ) αν ο παρακολουθητής χρησιμοποιεί notify αντί για signal. **(6%)**

**7. Σε ένα λειτουργικό σύστημα χρησιμοποιείται ο εξής συμβολισμός για την αναπαράσταση της κατανομής πόρων σε διεργασίες:**

$R_i$  = διάνυσμα τρέχουσας ανάγκης πόρων για τη διεργασία  $P_i$ .

$A_i$  = διάνυσμα τρέχουσας κατανομής πόρων για τη διεργασία  $P_i$ .

$U$  = διάνυσμα ελεύθερων πόρων.

α) Με βάση το κατωτέρω σενάριο, δημιουργήστε το γράφο εκχώρησης πόρων και εξηγήστε αν το σύστημα έχει περιέλθει σε αδιέξοδο. (5%)

$$U = (0, 1, 0, 0)$$

$$R_1 = (1, 0, 0, 0), \quad R_2 = (0, 1, 0, 0), \quad R_3 = (0, 0, 1, 0), \quad R_4 = (1, 0, 0, 0)$$

$$A_1 = (0, 2, 0, 0), \quad A_2 = (1, 0, 0, 1), \quad A_3 = (1, 0, 0, 0), \quad A_4 = (0, 0, 1, 0)$$

β) Επαναλάβετε την (α) για το κατωτέρω σενάριο: (5%)

$$U = (0, 1, 0, 1, 0)$$

$$R_1 = (0, 0, 1, 0, 0), \quad R_2 = (0, 0, 0, 0, 1), \quad R_3 = (0, 0, 1, 0, 0)$$

$$A_1 = (1, 0, 0, 0, 0), \quad A_2 = (0, 0, 2, 0, 0), \quad A_3 = (0, 1, 1, 0, 1)$$

8. Σε ένα κατάστημα επιδιόρθωσης ηλεκτρικών προϊόντων δουλεύουν τρεις υπάλληλοι. Η μέγιστη ανάγκη που μπορεί να έχουν σε εργαλεία για να μπορούν να κάνουν τη δουλειά τους έχει ως εξής:

<u>Υπάλληλος</u>	<u>Κολλητήρι</u>	<u>Κατσαβίδι</u>	<u>Τριβείο</u>
Γιώργος	1	2	3
Νίκος	2	2	2
Δημήτρης	3	2	1

Η μέγιστη ποσότητα σε εργαλεία είναι 4 για κάθε ένα από αυτά.

α) Σε κάποια χρονική στιγμή οι υπάλληλοι έχουν δεσμεύσει εργαλεία ως εξής:

<u>Υπάλληλος</u>	<u>Κολλητήρι</u>	<u>Κατσαβίδι</u>	<u>Τριβείο</u>
Γιώργος	1	2	1
Νίκος	1	2	1
Δημήτρης	2	0	1

Είναι η κατάσταση ασφαλής; (5%)

β) Απαντήστε ξανά την ερώτηση (α) για την ακόλουθη περίπτωση (5%):

<u>Υπάλληλος</u>	<u>Κολλητήρι</u>	<u>Κατσαβίδι</u>	<u>Τριβείο</u>
Γιώργος	0	0	1
Νίκος	0	0	1
Δημήτρης	0	0	1

**Σημείωση:** Στις απαντήσεις σας πρέπει να φαίνονται καθαρά οι υπολογισμοί που κάνατε για να καταλήξετε σε αυτές. Απλή αναφορά σε αποτελέσματα δεν θεωρείται απάντηση.

**Καλή Επιτυχία!**