

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΕΠΑ 222 — ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ (7.5 ECTS)

Ακαδημαϊκό Έτος 2011-2012, 4ο Εξάμηνο

Εξέταση Ημιεξαμήνου

Ημερομηνία : 10 Μαρτίου 2012
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. Σε μία οικογενειακή πιτσαρία, ο πατέρας και οι τρεις κόρες του φτιάχνουν πίτσες με τυρί ως εξής: ο πατέρας τοποθετεί το τηγάνι της πίτσας πάνω στο τραπέζι, η πρώτη κόρη του πλάθει την πίτσα με ζύμη στο τηγάνι, μετά η δεύτερη προσθέτει σάλτσα, κατόπιν η τρίτη προσθέτει τυρί και τέλος ο πατέρας βάζει την πίτσα στο φούρνο και η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται. Εξηγείστε σύντομα γιατί το σενάριο αυτό έχει ιδιότητες ταυτοχρονισμού και υλοποιείστε το με χρήση σημαφόρων. (11%)
2. Ακολουθούν οι υλοποιήσεις δύο παρακολουθητών:

```
monitor PrintA
{
  cond var cv;

  void P1()
  {
    printf("A ");
    wait(cv);
    printf("B ");
  }

  void P2()
  {
    printf("C ");
    signal(cv);
    printf("D ");
  }
}
```

```
monitor PrintB
{
  cond var cv;

  void P1()
  {
    printf("A ");
    wait(cv);
    printf("B ");
  }

  void P2()
  {
    printf("C ");
    notify(cv);
    printf("D ");
  }
}
```

- α) Αν εκτελεσθούν οι συναρτήσεις του παρακολουθητή PrintA με τη σειρά PrintA.P1 -> PrintA.P2, τι θα τυπωθεί; (5%)
 - β) Αν τώρα εκτελεσθούν οι συναρτήσεις του παρακολουθητή PrintB με τη σειρά PrintB.P1 -> PrintB.P2, τι θα τυπωθεί; (5%)
3. Στον κλασικό ορισμό των παρακολουθητών του Hoare, ο συντονισμός της πρόσβασης των διεργασιών στην εσωτερική δομή του παρακολουθητή γίνεται με χρήση μεταβλητών συνθήκης και των εντολών wait και signal. Ένας πιο γενικός μηχανισμός συντονισμού των διεργασιών με παρακολουθητές θα μπορούσε να ήταν η χρήση μίας εντολής await που να παίρνει σαν παράμετρο μία boolean

έκφραση. Επί παραδείγματι, η εντολή `await (x < 0 || y + z < n)` θα έθετε υπό αναστολή τη διεργασία που θα εκτελούσε αυτήν την εντολή μέχρις ότου ικανοποιηθεί μία τουλάχιστον από τις δύο συνθήκες που αναφέρονται.

- α) Κάνοντας χρήση αυτού του μηχανισμού υλοποιήστε το πρόβλημα των αναγνωστών-εγγραφών. Ο παρακολουθητής θα πρέπει να υλοποιεί 4 συναρτήσεις, `startRead()`, `stopRead()`, `startWrite()`, `stopWrite()`, όπου ο ρόλος της κάθε μίας από αυτές υπονοείται από το όνομά της. **(12%)**
- β) Γιατί νομίζετε ότι δεν χρησιμοποιείται στην πράξη ο μηχανισμός του `await`; **(5%)**

4. Αναφορικά με το κατωτέρω πρόγραμμα, ισχύουν τα εξής: Υπάρχουν δύο τύποι διεργασιών A και B, οι οποίες καλούν επανηλειμμένα τις συναρτήσεις `fA` και `fB` αντίστοιχα. Οι συναρτήσεις αυτές με τη σειρά τους καλούν άλλες συναρτήσεις (X, Y, ή Z) των οποίων ο κώδικας δεν δίνεται, αλλά γνωρίζουμε ότι αυτός δεν περιέχει κανένα μηχανισμό ταυτοχρονισμού.

```
sema sX=1, sY=1, sZ=2;
```

```
void fA()                                void fB()
{                                          {
  wait(sX);                                wait(sY);
  X();                                     Y();
  wait(sZ);                                wait(sZ);
  signal(sX);                              signal(sY);
  Z();                                     Z();
  signal(sZ);                              signal(sZ);
}
```

- α) Είναι δυνατόν δύο διεργασίες να εκτελέσουν ταυτόχρονα τη συνάρτηση X (ναι ή όχι και γιατί); **(5%)**
- β) Είναι δυνατόν μία διεργασία να εκτελέσει τη συνάρτηση X την ίδια ώρα που κάποια άλλη διεργασία εκτελεί τη συνάρτηση Y (ναι ή όχι και γιατί); **(5%)**
- γ) Είναι δυνατό μία διεργασία τύπου A να εκτελέσει τη συνάρτηση X την ίδια ώρα που κάποια άλλη διεργασία τύπου A εκτελεί τη συνάρτηση Z (ναι ή όχι και γιατί); **(5%)**
- δ) Είναι δυνατόν να δημιουργηθεί αδιέξοδο; Αν η απάντησή σας είναι θετική, δώστε μία σειρά εκτέλεσης των συναρτήσεων που οδηγεί σε αδιέξοδο. Αν η απάντησή σας είναι αρνητική, εξηγήστε ποιος μηχανισμός αντιμετώπισης του αδιέξοδου εφαρμόζεται. **(5%)**
- ε) Υλοποιήστε τις συναρτήσεις `fA` και `fB` ως συναρτήσεις ενός παρακολουθητή. Ο συντονισμός των εκτελέσεων των συναρτήσεων X, Y, και Z μέσα στις `fA` και `fB` παραμένει ο ίδιος, αλλά τώρα θα πρέπει να επιτυγχάνεται με τους μηχανισμούς ταυτοχρονισμού που παρέχουν οι παρακολουθητές και όχι με σημαφόρους. **(12%)**
5. α) Σε ένα σύστημα υπάρχουν 6 αναγνώστες ταινιών. Υπάρχουν επίσης N διεργασίες οι οποίες συναγωνίζονται για τη δέσμευση των αναγνωστών, με κάθε διεργασία να προσπαθεί να δεσμεύσει μέχρι 2 αναγνώστες. Για ποιες τιμές του N είναι το σύστημα οπωσδήποτε ελεύθερο από αδιέξοδα; **(4%)**
- β) Μπορεί ένα σύστημα να είναι σε κατάσταση που να μην υπάρχει αδιέξοδο αλλά ταυτόχρονα και να μην είναι ασφαλές (με τη λογική του αλγόριθμου του τραπεζίτη); Αν η απάντησή σας είναι θετική, δώστε ένα παράδειγμα. **(5%)**
- γ) Σε μία παραλλαγή του σεναρίου των συνδαιτημόνων φιλοσόφων, τα πηρούνια βρίσκονται στο κέντρο του τραπεζιού (αντί δεξιά και αριστερά στον κάθε

φιλόσοφο) και ο κάθε φιλόσοφος ζητεί να δεσμεύσει δύο από αυτά για να φάει, ένα κάθε φορά. Περιγράψτε σύντομα με λόγια (όχι κώδικα) έναν κανόνα που να καθορίζει αν είναι δυνατόν να ικανοποιηθεί μία τρέχουσα αίτηση κάποιου φιλοσόφου για τη δέσμευση ενός πηρουνιού χωρίς το σύστημα να περιέλθει σε αδιέξοδο. (5%)

6. Θεωρείστε ένα σύστημα με 5 διεργασίες Δ και 4 είδη πόρων Π . Ο κατωτέρω πίνακας δείχνει για κάθε διεργασία Δ_i την ποσότητα μονάδων που έχει δεσμεύσει από κάθε είδος πόρων Π_j και τη μέγιστη ποσότητα μονάδων που μπορεί να χρειαστεί από κάθε είδος πόρων, καθώς επίσης και τη συνολική ποσότητα μονάδων από κάθε είδος πόρων.

Διεργασία	Ποσότητα πόρων που έχουν δεσμευτεί από κάθε είδος				Μέγιστη ποσότητα πόρων που τυχόν θα χρειαστεί η διεργασία			
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4
Δ_0	3	0	0	2	6	0	1	2
Δ_1	1	0	0	0	1	7	5	0
Δ_2	1	3	5	4	2	3	5	6
Δ_3	0	6	3	2	1	6	5	2
Δ_4	0	0	1	4	1	6	5	6

Τρέχουσα ποσότητα διαθέσιμων μονάδων για κάθε είδος πόρων

$\frac{\Pi_1}{3}$	$\frac{\Pi_2}{2}$	$\frac{\Pi_3}{1}$	$\frac{\Pi_4}{0}$
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Με βάση τον πίνακα αυτό και κάνοντας χρήση της λογικής του αλγόριθμου του τραπεζίτη, απαντήστε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Ποια είναι η συνολική ποσότητα πόρων στο σύστημα; (3%)
- Πόσες μονάδες από κάθε κατηγορία πόρων είναι δυνατόν να ζητήσει η κάθε διεργασία στο μέλλον; (3%)
- Είναι η τρέχουσα κατάσταση ασφαλής και γιατί; (5%)
- Μπορούν να δοθούν στη διεργασία Δ_4 1 μονάδα από τον πόρο Π_1 και 2 μονάδες από τον πόρο Π_2 και γιατί; (5%)

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!