



ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟ ΕΤΟΣ 2024-25

Θέμα Α: Quiz

(50 μονάδες) Στα παρακάτω ερωτήματα επιλέξτε την απάντηση που θεωρείτε σωστή.

- 1) (5 μονάδες) Δίνεται παρακάτω ο κώδικας τριών διεργασιών P1, P2 και P3 που εκτελούνται ταυτόχρονα σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Οι διεργασίες χρησιμοποιούν δύο διαμοιραζόμενους δυαδικούς σημαφόρους, τους s1 και s2 που αρχικοποιούνται σε 1 και 0, αντίστοιχα.

Διαμοιραζόμενες μεταβλητές

semaphore: s1 = 1, s2 = 0;

<u>P1</u>	<u>P2</u>	<u>P3</u>
wait(s2);	wait(s1);	wait(s1);
wait(s1);	print('y');	print('z');
print('x');	signal(s1);	signal(s1);
signal(s1);	signal(s2);	

Μετά το τέλος της εκτέλεσης και των τριών διεργασιών, ποια από τις παρακάτω συμβολοσειρές ΔΕΝ είναι δυνατό να τυπωθεί;

- a) Η συμβολοσειρά 'γxz'
b) Η συμβολοσειρά 'γzx'
c) Η συμβολοσειρά 'zyx'
d) Η συμβολοσειρά 'zxy'
- 2) (5 μονάδες) Υποθέστε ότι έχετε ένα σύστημα μνήμης μεταβλητών διαιρέσεων (χωρίς συμπίεση) που σε κάποια δεδομένη χρονική στιγμή διαθέτει πέντε 'οπές' για εκχώρηση μνήμης σε νέες διεργασίες, με αντίστοιχα μεγέθη οπών O1:50K, O2:30K, O3:200K, O4:16K και O5:30K. Στη συνέχεια εμφανίζονται οι ακόλουθες, κατά σειρά, διεργασίες αιτούμενες μνήμη για να εκτελεστούν: A:20K, B:30K, Γ:10K, Δ:100K και E:60K. Θεωρήστε πως κάθε φορά που τοποθετείται μια διεργασία σε μια οπή, το υπόλοιπο τμήμα της οπής που μένει ελεύθερο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τοποθέτηση και άλλων διεργασιών. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- a) Με τον αλγόριθμο καλύτερης τοποθέτησης (best fit) η οπή O1 θα χρησιμοποιηθεί πλήρως.
b) Με τον αλγόριθμο καλύτερης τοποθέτησης (best fit) η διεργασία Γ θα τοποθετηθεί στην οπή O4.
c) Με τον αλγόριθμο χειρότερης τοποθέτησης (worst fit) η διεργασία E θα μείνει εκτός μνήμης (δεν θα τοποθετηθεί δηλαδή σε καμιά από τις διαθέσιμες οπές).
d) Με τον αλγόριθμο χειρότερης τοποθέτησης (worst fit) οι διεργασίες Γ και Δ θα τοποθετηθούν σε διαφορετικές οπές.
- 3) (5 μονάδες) Θεωρήστε ένα σύστημα σελιδοποιημένης τμηματοποίησης (paged segmentation) το οποίο υποστηρίζει λογικές διευθύνσεις των 24 bits. Σε μια λογική διεύθυνση τα 5 πιο αριστερά bits σηματοδοτούν τον αριθμό του τμήματος, τα επόμενα 8 bits σηματοδοτούν τη σελίδα και τα υπόλοιπα 11 προσδιορίζουν τη λέξη μέσα στη σελίδα. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- a) Το μέγιστο πλήθος σελίδων μιας διεργασίας είναι 8192.
b) Σε ένα τμήμα είναι δυνατόν να υπάρχουν μέχρι 32 διαφορετικές σελίδες.
c) Κάθε σελίδα περιέχει 256 λέξεις.
d) Το μέγιστο μέγεθος τμήματος είναι 65536 λέξεις.



- 4) (5 μονάδες) Έστω ότι σε ένα υπολογιστικό σύστημα καταφθάνουν προς εκτέλεση τέσσερις διεργασίες P1, P2, P3 και P4 (με αυτή τη σειρά), με χρονική στιγμή άφιξης την $t_0 = 0$ και χρονικές απαιτήσεις 3, 6, 10 και 8 χρονικές μονάδες αντίστοιχα. Αν χρησιμοποιήσουμε αλγόριθμο χρονοδρομολόγησης Round Robin (RR) με κβάντο χρόνου 2 και θεωρήσουμε αμελητέο το χρόνο εναλλαγής μεταξύ διεργασιών (context switch), η P4 θα ολοκληρώσει την εκτέλεση της την χρονική στιγμή:
- 23
 - 24
 - 25
 - 26
- 5) (5 μονάδες) Έστω δυο διεργασίες A και B. Η A χρησιμοποιείται για να εισάγει ο χρήστης δυο τιμές x και y, καθώς και για την εκτύπωση του αποτελέσματος μιας συνάρτησης $f(x,y)$, ενώ η B χρησιμοποιείται για να υπολογισθεί η συνάρτηση αυτή. Εάν οι διεργασίες αυτές εκτελεστούν παράλληλα, ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός σημαφόρων που απαιτούνται ώστε να συγχρονισθούν σωστά;
0. Δε χρειάζεται κανένας σημαφόρος, οι διεργασίες θα εκτελεστούν σωστά ούτως ή άλλως.
 - 1
 - 2
 - 3
- 6) (5 μονάδες) Ο βέλτιστος αλγόριθμος αντικατάστασης σελίδας δεν υλοποιείται σε πραγματικά υπολογιστικά συστήματα γιατί:
- Απαιτεί την προσθήκη μεγάλου πλήθους μονάδων στο υλικό του επεξεργαστή, το οποίο δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από τους σχεδιαστές/κατασκευαστές επεξεργαστών.
 - Παρουσιάζει προβλήματα επίδοσης λόγω της εμφάνισης της «Ανωμαλίας του Belady».
 - Χρησιμοποιούνται άλλοι αλγόριθμοι που προκαλούν λιγότερα σφάλματα σελίδας.
 - Απαιτεί πληροφορία που θα παραχθεί αργότερα (μελλοντικά) κατά την διάρκεια εκτέλεσης μιας διεργασίας.
- 7) (5 μονάδες) Σε ένα σύστημα με σελιδοποίηση (paging) υποστηρίζονται λογικές και φυσικές διευθύνσεις των 22 bits όπου τα δεξιά (λιγότερα σημαντικά) 10 bits αναπαριστούν τη μετατόπιση σελίδας/πλαϊσίου κάθε διεύθυνσης. Στο σύστημα αυτό καταφθάνουν ταυτόχρονα (την ίδια χρονική στιγμή) προς εκτέλεση οι διεργασίες P1 και P2, το μέγεθος των οποίων είναι 2.096.640 και 2.097.408 bytes αντίστοιχα. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- Οι δυο διεργασίες χωρούν να τοποθετηθούν ταυτόχρονα στη φυσική μνήμη του συστήματος.
 - Οι δυο διεργασίες δεν χωρούν να τοποθετηθούν ταυτόχρονα στη φυσική μνήμη του συστήματος. Θα μπορούσαν όμως να χωρέσουν αν η μετατόπιση σελίδας/πλαϊσίου αναπαρίστατο από 9 bits.
 - Οι δυο διεργασίες δεν χωρούν να τοποθετηθούν ταυτόχρονα στη φυσική μνήμη του συστήματος. Θα μπορούσαν όμως να χωρέσουν αν η μετατόπιση σελίδας/πλαϊσίου αναπαρίστατο από 11 bits.
 - Καμιά από τις παραπάνω απαντήσεις δεν είναι σωστή.
- Σημείωση:** Θεωρήστε πως μία σελίδα/πλαϊσιο μνήμης δεν μπορεί να φιλοξενήσει ταυτόχρονα δεδομένα δύο ξένων μεταξύ τους διεργασιών – ένα μέρος της δηλαδή να χρησιμοποιείται από μία διεργασία και ένα άλλο μέρος της από μία άλλη διεργασία.
- 8) (5 μονάδες) Θεωρείστε ένα υπολογιστικό σύστημα που υποστηρίζει σελιδοποίηση (paging). Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή;
- Στο σύστημα αυτό υπάρχει και εσωτερική και εξωτερική κλασματοποίηση.
 - Στο σύστημα αυτό υπάρχει μόνο εσωτερική κλασματοποίηση.
 - Στο σύστημα αυτό υπάρχει μόνο εξωτερική κλασματοποίηση.
 - Στο σύστημα αυτό δεν υπάρχει ούτε εσωτερική, ούτε εξωτερική κλασματοποίηση.



- 9) (5 μονάδες) Θεωρείστε ένα σύστημα με σελιδοποίηση (raging). Ο πίνακας σελίδων κάθε διεργασίας έχει μέγεθος 16 θέσεις. Μια διεργασία που εκτελείται στο σύστημα διαθέτει τον παρακάτω πίνακα σελίδων (οι αριθμοί στον πίνακα δίνονται στο δεκαδικό σύστημα):

Αριθμός σελίδας της διεργασίας	Αριθμός πλαισίου της φυσικής μνήμης
0	100
1	120
2	248
3	52
...	...
13	65
14	420
15	160

Γνωρίζοντας πως το μέγεθος της λογικής σελίδας είναι 512 bytes, ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθής;

- Η λογική διεύθυνση 2800_{16} είναι μια έγκυρη λογική διεύθυνση της συγκεκριμένης διεργασίας.
 - Η λογική διεύθυνση $1A20_{16}$ της διεργασίας αντιστοιχεί στη φυσική διεύθυνση 8220_{16} .
 - Για την αναπαράσταση των λογικών διευθύνσεων μνήμης στο δοθέν σύστημα απαιτούνται $16+9 = 25$ bits.
 - Η λογική διεύθυνση 694_{16} της διεργασίας αντιστοιχεί στη φυσική διεύθυνση 2094_{16} .
- 10) (5 μονάδες) Έστω ότι η εκτέλεση μιας διεργασίας παράγει την ακολουθία αναφορών σε σελίδες μνήμης του παρακάτω πίνακα.

3	4	2	1	0	1	5	10	9	6	9	5	6	8	10	8	12	11	8	9	4	6	0	2	1	6
---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	----	---	----	----	---	---	---	---	---	---	---	---

↑
t1

Το Σύνολο Εργασίας (Working Set) την χρονική στιγμή t1 και για χρονικό παράθυρο $\Delta = 10$ αναφορών στην μνήμη είναι:

- {0, 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10}
- {0, 1, 2, 4, 6, 8, 9, 11, 12}
- {4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12}
- {5, 6, 8, 9, 10}



Θέμα Β: Αμοιβαίος αποκλεισμός και συγχρονισμός διεργασιών

(20 μονάδες) Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα που αφορούν τον αμοιβαίο αποκλεισμό και τον συγχρονισμό διεργασιών.

1. (8 μονάδες) Έστω N σε πλήθος διεργασίες που εκτελούνται ταυτόχρονα σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Κάθε μια από τις διεργασίες αυξάνει μια φορά την τιμή μιας διαμοιραζόμενης μεταβλητής `total` κατά 2, όπως φαίνεται στο παρακάτω τμήμα κώδικα. Παρατηρήστε πως δεν χρησιμοποιείται κανένα σχήμα αμοιβαίου αποκλεισμού στον κώδικα.

<u>Διαμοιραζόμενες μεταβλητές</u> <code>int total = 0;</code>
<u>Κώδικας που εκτελεί κάθε μια εκ των N διεργασιών</u> <code>total = total + 2;</code>

Απαντήστε στα παρακάτω δύο ερωτήματα.

- a. (5 μονάδες) Ποια είναι η μικρότερη τιμή που μπορεί να λάβει η μεταβλητή `total`;
- b. (3 μονάδες) Ποια είναι η μεγαλύτερη τιμή που μπορεί να λάβει η μεταβλητή `total`;

Απάντηση:

- | |
|----------|
| a. _____ |
| b. _____ |

2. (4 μονάδες) Για να εξασφαλίσουμε πως θα παίρνουμε πάντα το αναμενόμενο αποτέλεσμα (μέγιστη δυνατή τιμή) από την εκτέλεση του κώδικα του προηγούμενου ερωτήματος, θέλουμε να προσθέσουμε αμοιβαίο αποκλεισμό στον κώδικα που εκτελεί κάθε διεργασία. Για τον σκοπό αυτό εισάγουμε μια διαμοιραζόμενη σημαφόρο `mutex`. Συμπληρώστε τον κώδικα των διεργασιών που δίνεται στα σημεία που είναι υπογραμμισμένα και έχουν πράσινο φόντο, ώστε να επιτυγχάνεται το ζητούμενο αποτέλεσμα.

<u>Διαμοιραζόμενες μεταβλητές</u> <code>int total = 0;</code> <code>semaphore mutex = <u> </u>;</code>
<u>Κώδικας που εκτελεί κάθε μια εκ των N διεργασιών</u> <code><u> </u>;</code> <code>total = total + 2;</code> <code><u> </u>;</code>



3. (8 μονάδες) Έστω τρεις διεργασίες A, B και Γ που εκτελούνται ταυτόχρονα σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Κάθε μια από τις διεργασίες τυπώνει συνεχώς ένα μήνυμα. Σκοπός σας είναι να συγχρονίσετε τις διεργασίες με χρήση σηματοφόρων ώστε να διασφαλίζεται πως θα εκτυπώνεται συνεχώς το μήνυμα “**wait, wait, don’t go!**”. Θεωρείστε πως οι σηματοφόροι που χρησιμοποιούνται είναι διαμοιραζόμενοι μεταξύ των διεργασιών. Συμπληρώστε τον κώδικα των διεργασιών που δίνεται στα σημεία που είναι υπογεγραμμένα και έχουν πράσινο φόντο, ώστε να επιτυγχάνεται το ζητούμενο αποτέλεσμα. Χρησιμοποιήστε τις κατάλληλες κλήσεις στις συναρτήσεις wait() και signal() για την διαχείριση των σηματοφόρων, καθώς και τις κατάλληλες αριθμητικές σταθερές όπου απαιτείται.

<u>Διαμοιραζόμενες μεταβλητές</u>		
semaphore s1, s2, s3; s1 = █; s2 = █; s3 = █;		
Διεργασία A	Διεργασία B	Διεργασία Γ
<pre>while (TRUE) { █; print("don't "); █; }</pre>	<pre>i = 0; while (TRUE) { wait(s1); print("wait, "); i = i + 1; if (i == █) { █; i = 0; } }</pre>	<pre>while (TRUE) { █; print("go!\n"); █; █; }</pre>



Θέμα Γ: Διαχείριση μνήμης

(20 μονάδες) Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα που αφορούν την διαχείριση μνήμης.

1. (8 μονάδες) Θεωρείστε ένα υπολογιστικό σύστημα στο οποίο ακολουθείται σύστημα σελιδοποίησης. Το μέγεθος σελίδας είναι 8192 bytes και ο πίνακας σελίδων κάθε διεργασίας αποτελείται από 32768 εγγραφές. Οι διευθύνσεις της φυσικής μνήμης αποτελούνται από 24 bits. Μια διεργασία του συστήματος διαθέτει τον παρακάτω πίνακα σελίδων (όλοι οι αριθμοί δίνονται στο δεκαεξαδικό σύστημα):

Αρ. Σελίδας	Αρ. Πλαισίου	Bit Εγκυρότητας
...
50E6	134	0
50E7	04B	1
50E8	1F2	1
50E9	10E	1
...
7665	026	1
7666	012	1
7667	064	0
7668	0AE	1
...
A1D0	0B3	1
A1D1	0C8	1
A1D2	126	1
A1D3	16E	0
...
ECCB	09A	1
ECCC	083	1
ECCD	04D	1
ECCE	07E	0
...

Επισημαίνεται ότι η στήλη με το bit εγκυρότητας υποδηλώνει παρουσία ή απουσία της αντίστοιχης σελίδας στη φυσική μνήμη (1 ή 0 αντίστοιχα).

Απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις. Εκφράστε τις ζητούμενες διευθύνσεις μνήμης στο δεκαεξαδικό σύστημα.

- a) (2 μονάδες) Από πόσα bit αποτελείται μια εικονική διεύθυνση μνήμης; _____
- b) (3 μονάδες) Η εικονική διεύθυνση μνήμης A1D1A74 αντιστοιχεί στην φυσική διεύθυνση μνήμης: _____
- c) (3 μονάδες) Η φυσική διεύθυνση μνήμης 4D004 αντιστοιχεί στην εικονική διεύθυνση μνήμης: _____



2. **(6 μονάδες)** Θεωρείστε ένα υπολογιστικό σύστημα στο οποίο ακολουθείται σύστημα τμηματοποίησης. Κάθε διεργασία που εκτελείται στο σύστημα μπορεί να έχει μέχρι 128 τμήματα, ενώ οι εικονικές διευθύνσεις μνήμης είναι 32 bits. Οι φυσικές διευθύνσεις μνήμης είναι 28 bits. Μια διεργασία του συστήματος διαθέτει τον παρακάτω πίνακα τμημάτων (οι αριθμοί δίνονται στο δεκαεξαδικό σύστημα):

Αριθμός Τμήματος	Βάση Τμήματος	Μήκος Τμήματος
...
13	B23A2	38E0F2
...
19	00B34	045564
...
4C	59C48	57A790
...

- a. **(2 μονάδες)** Το πλήθος των bits που χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό του τμήματος σε κάθε εικονικής διεύθυνσης μνήμης είναι: _____
- b. **(2 μονάδες)** Το μέγιστο μέγεθος κάθε τμήματος σε bytes είναι: _____
- c. **(2 μονάδες)** Η εικονική διεύθυνση μνήμης 2644A530 αντιστοιχεί στην φυσική διεύθυνση μνήμης: _____
3. **(6 μονάδες)** Θεωρείστε ένα υπολογιστικό σύστημα στο οποίο ακολουθείται σύστημα σελιδοποιημένης τμηματοποίησης. Το σύστημα διαθέτει εικονικές διευθύνσεις των 20 bits με τα 5 αριστερότερα bits να σηματοδοτούν τον αριθμό του τμήματος. Οι φυσικές διευθύνσεις μνήμης είναι 24 bits. Ο μέγιστος αριθμός σελίδων ανά τμήμα είναι 256. Σας δίνονται επίσης, τα παρακάτω τμήματα του πίνακα τμημάτων και του πίνακα σελίδων του συστήματος (όλοι οι αριθμοί δίνονται στο δεκαεξαδικό σύστημα):

Τμήμα Πίνακα Τμημάτων		Τμήμα Πίνακα Σελίδων	
Μήκος Τμήματος	Βάση πίνακα σελίδων	Αριθμός πλαισίου	
...	
3	2A7	2A7	01010
...	...	2A7+1	11335
6	3BC	2A7+2	0B211
...
C	A18	3BC	0FFFF
...	...	3BC+1	1C400
E	C52	3BC+2	1D100
...
		A18	0B150
		A18+1	0EDCB
		A18+2	05A86
	
		C52 ₁₆	DDDD
		C52 ₁₆ +1	4567
		C52 ₁₆ +2	CFA1
	

- a) **(2 μονάδες)** Το μέγιστο μέγεθος ενός τμήματος σε bytes είναι: _____
- b) **(2 μονάδες)** Ο μέγιστος αριθμός σελίδων ανά διεργασία είναι: _____
- c) **(2 μονάδες)** Η εικονική διεύθυνση μνήμης 1811C αντιστοιχεί στην φυσική διεύθυνση μνήμης: _____



Θέμα Δ: Αλγόριθμοι αντικατάστασης σελίδας

(10 μονάδες) Απαντήστε στα παρακάτω ερωτήματα που αφορούν αλγόριθμους αντικατάστασης σελίδας.

1. (5 μονάδες) Θεωρείστε ένα υπολογιστικό σύστημα με 6 πλαίσια φυσικής μνήμης, στο οποίο ξεκινάει να εκτελείται μια διεργασία. Η διεργασία πραγματοποιεί αναφορά σε δεδομένα στις παρακάτω σελίδες εικονικής μνήμης:

4, 7, 2, 3, 7, 1, 6, 5, 3, 6, 4, 2, 7, 8, 9, 6, 8, 1, 5, 2, 9, 7

Θεωρώντας πως αρχικά όλα τα πλαίσια είναι κενά, πόσα σφάλματα σελίδας θα συμβούν αν χρησιμοποιηθεί ο αλγόριθμος αντικατάστασης σελίδων First-In-First-Out (FIFO);

Απάντηση:

Θα συμβούν __ σφάλματα σελίδας.

2. (5 μονάδες) Πόσα σφάλματα σελίδας θα συμβούν αν στο προηγούμενο ερώτημα χρησιμοποιηθεί ο βέλτιστος αλγόριθμος αντικατάστασης σελίδων; Σε περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες υποψήφιος προς αντικατάσταση σελίδες, χρησιμοποιείτε τον αλγόριθμο FIFO μεταξύ των υποψήφιων προς αντικατάσταση σελίδων.

Απάντηση:

Θα συμβούν __ σφάλματα σελίδας.