ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
http://www.cslab.ece.ntua.gr

Λειτουργικά Συστήματα

7ο εξάμηνο, Ακαδημαϊκή περίοδος 2009-2010

Εξετάσεις Σεπτεμβρίου 2010

Διάρκεια: 2.5 ώρες

Οι εξετάσεις θα πραγματοποιηθούν ΧΩΡΙΣ την παρουσία βιβλίων, βοηθημάτων ή άλλου είδους σημειώσεων. Το μόνο που επιτρέπεται να έχετε μαζί σας είναι ένα φύλλο Α4, στο οποίο μπορείτε να έχετε γράψει ό,τι έχετε κρίνει πιο σημαντικό για το μάθημα και θέλετε να το έχετε ως βοήθημά σας. Απαγορεύεται η ανταλλαγή οποιουδήποτε αντικειμένου κατά την ώρα της εξέτασης, ούτε και των φύλλων Α4 που είναι ατομικά.

Θέμα 1 (25%)

Δίδεται η παρακάτω αναδρομική συνάρτηση υπολογισμού των αριθμών Fibonacci:

```
int fib(n){
    if (n==0 || n==1)
        return n;
    return fib(n-1) + fib(n-2);
}
```

α. (10%) Ζητείται συνάρτηση `fibfork` που να υλοποιεί τον ίδιο υπολογισμό, όπου κάθε αναδρομική κλήση θα εκτελείται σε νέα διεργασία. Χρησιμοποιήστε την `exit()` για το πέρασμα του αποτελέσματος από το παιδί στον γονιό. Πρώτα θα πρέπει να δημιουργηθούν οι διεργασίες και μετά ο γονιός να περιμένει το αποτέλεσμα.

Για τη διευκόλυνσή σας δίδεται η παρακάτω συνάρτηση:

```
int xwait(int *exit_val){
   int status, pid;
   pid = wait(&status);
   if (WIFEXITED(status) != 0){        /* normal termination */
      *exit_val = WEXITSTATUS(status); /* argument of exit() in exit_val */
       return pid;
   }
   printf("child terminated abnormally");
   exit(-1);
}
```

Θεωρήστε, επίσης, ότι η εκτέλεση της `fork()` είναι πάντα επιτυχής.

β. (5%) Σχεδιάστε το δέντρο διεργασιών για τη `fibfork(4)` με όλες τις διεργασίες που θα δημιουργηθούν. Σε κάθε κόμβο σημειώστε το αντίστοιχο όρισμα της συνάρτησης.

γ. (5%) Έστω δύο τακτικές χρονοδρομολόγησης: i) "προτεραιότητα στις διεργασίες που είναι χαμηλά στο δέντρο διεργασιών" και ii) "προτεραιότητα στις διεργασίες που είναι ψηλά στο δέντρο διεργασιών". Επιλέξτε την καλύτερη τακτική για την εκτέλεση της `fibfork()` χρησιμοποιώντας ως κριτήριο το μέγιστο χώρο μνήμης που θα χρησιμοποιηθεί. Θεωρήστε για ευκολία ότι υπάρχει μόνο ένας επεξεργαστής.

δ. (5%) Η χρήση της `exit()` για το πέρασμα του αποτελέσματος από το παιδί στον γονιό είναι προβληματική στην πράξη διότι μόνο τα χαμηλότερα 8 bits της τιμής χρησιμοποιούνται. Προτείνετε και σκιαγραφήστε άλλη υλοποίηση της `fibfork()` που να μην παρουσιάζει αυτό το πρόβλημα.

Θέμα 2 (25%)

α.i. (5%) Έστω κουρείο με έναν κουρέα. Ο κουρέας κοιμάται όταν δεν υπάρχουν πελάτες. Όταν έρθει ένας πελάτης ξυπνάει τον κουρέα και αυτός τον κουρεύει. Αν έρθει ένας πελάτης ενώ ο κουρέας είναι απασχολημένος, τότε ο πελάτης περιμένει. Ζητείται η υλοποίηση κατάλληλης λύσης για το παραπάνω πρόβλημα συγχρονισμού χρησιμοποιώντας σημαφόρους.

Δίδεται σκελετός:

```
void barber(){
    while (1){
        ...
        cut_hair();
        ...
    }
}
```

```
void customer(){
    ...
    get_haircut();
    ...
}
```

α.ii. (10%) Επεκτείνουμε το πρόβλημα του παραπάνω ερωτήματος ως εξής: Το κουρείο έχει **N** καθίσματα. Αν έρθει πελάτης και υπάρχει κενό κάθισμα περιμένει, αν όχι ο πελάτης φεύγει (το πρόγραμμα θα πρέπει να καλέσει τη συνάρτηση `leave()`). Υλοποιήστε κατάλληλη λύση με σημαφόρους.

β. (5% 10%) Θεωρήστε σύστημα τραπεζικών συναλλαγών όπου πραγματοποιείται μεγάλος αριθμός πράξεων ταυτόχρονα. Δίδεται συνάρτηση για την υλοποίηση *ατομικής* μεταφοράς ενός ποσού από έναν λογαριασμό σε έναν άλλο. Μπορεί η χρήση της συνάρτησης να οδηγήσει σε αδιέξοδο; Αν όχι δικαιολογήστε το σκεπτικό σας, αν ναι δώστε παράδειγμα.

```
money_xfer(src, dst, amount)
{
    src.lock()          // lock src account
    dst.lock()          // lock dst account
    src.remove(amount)  // remove ammount from src account
    dst.add(amount)     // and put it in dst account
    dst.unlock()        // unlock dst
    src.unlock()        // unlock src
}
```

Θέμα 3 (30%)

α. (10%) Μια διεργασία προκαλεί σφάλμα σελίδας και το λειτουργικό σύστημα θα πρέπει να τη χειριστεί. Αναφέρετε δύο διαφορετικές αιτίες που μπορεί να οδηγήσουν σε σφάλμα σελίδας και περιγράψτε σύντομα τι θα πρέπει να κάνει το λειτουργικό σύστημα σε κάθε περίπτωση.

β. (10%) Έστω σύστημα με εικονική μνήμη βασισμένη σε κατ' απαίτηση σελιδοποίηση (demand paging). Μεταβάλουμε το μέγεθος της σελίδας, ενώ όλα τα άλλα χαρακτηριστικά του συστήματος (υλικό και λογισμικό) παραμένουν σταθερά.

i. Είναι δυνατόν διπλασιασμός του μεγέθους της σελίδας να οδηγήσει σε μείωση των σφαλμάτων σελίδας (page faults); Δικαιολογήστε.

ii. Είναι δυνατόν μείωση του μεγέθους της σελίδας στο μισό να οδηγήσει σε μείωση των σφαλμάτων σελίδας (page faults); Δικαιολογήστε.

γ. (5%) Γιατί συνηθίζεται το μέγεθος της σελίδας να είναι δύναμη του 2;

δ. (5%) Αναφέρετε ένα πλεονέκτημα και ένα μειονέκτημα της πολυεπίπεδης (ιεραρχικής) σελιδοποίησης έναντι της σελιδοποίησης ενός επιπέδου.

Θέμα 4 (20%)

α. (10%) Ένας φίλος σας παραπονιέται ότι η εκτέλεση του προγράμματός του διαρκεί αρκετό χρόνο. Χρησιμοποιείτε την εφαρμογή *strace*, η οποία καταγράφει τις κλήσεις συστήματος που πραγματοποιούνται. Η έξοδος της strace στο μεγαλύτερο μέρος του προγράμματος είναι της μορφής:

```
...
write(5, "a", 1)                    = 1
write(5, "b", 1)                    = 1
write(5, "c", 1)                    = 1
write(5, "d", 1)                    = 1
write(5, "e", 1)                    = 1
write(5, "f", 1)                    = 1
write(5, "g", 1)                    = 1
write(5, "h", 1)                    = 1
write(5, "i", 1)                    = 1
write(5, "j", 1)                    = 1
...
```

Πού μπορεί να οφείλεται η χαμηλή επίδοση του προγράμματος; Ποια πιθανή λύση μπορείτε να προτείνετε στο φίλο σας; Δικαιολογήστε τις απαντήσεις σας.

γ. (5%) Έστω σύστημα κρυφής μνήμης για σύστημα αρχείων. Περιγράψτε πώς μπορεί το σύστημα αυτό να βελτιώσει την επίδοση εφαρμογών που πραγματοποιούν ακολουθιακή πρόσβαση σε μεγάλα αρχεία.

δ. (5%) Η τεκμηρίωση της κλήσης συστήματος `open()` αναφέρει ότι ο κωδικός λάθους `ELOOP` επιστρέφεται όταν συναντηθούν πολλοί συμβολικοί σύνδεσμοι κατά την επίλυση του ονόματος του αρχείου. Ποιο πρόβλημα προσπαθεί να αντιμετωπίσει η συγκεκριμένη συμπεριφορά; Δώστε παράδειγμα.