

## Σειρά Προβλημάτων 2

Ημερομηνία Παράδοσης: 18/10/17

### Άσκηση 1

Το μάθημα των Αλγορίθμων του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου παρακολουθείται από  $M$  φοιτητές. Όλοι οι φοιτητές θα εξεταστούν προφορικά, ένας προς ένας, στο γραφείο του καθηγητή του μαθήματος. Κάθε φοιτητής θα εξεταστεί επανειλημμένα (όχι μόνο μια φορά) από τον καθηγητή και θα επιλέγεται τυχαία ανάμεσα από όλους τους φοιτητές. Στο γραφείο του καθηγητή υπάρχει ένας διακόπτης με δύο θέσεις (ανοιχτό, κλειστό) και αρχικά είναι κλειστός. Οι φοιτητές είναι ελεύθεροι να παρατηρούν και να γυρίζουν το διακόπτη κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Ο καθηγητής δεν θα γυρίζει το διακόπτη. Όλοι οι φοιτητές θα περάσουν με επιτυχία το μάθημα μόλις ένας από αυτούς ενημερώσει τον καθηγητή ότι όλοι οι φοιτητές έχουν εξεταστεί τουλάχιστον μια φορά. Σε περίπτωση όμως που ενημερώσει λανθασμένα, τότε κανένας δεν θα επιτύχει στο μάθημα. Εκτός από τον διακόπτη δεν θα υπάρχει κανένας τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των φοιτητών. Οι φοιτητές έχουν στη διάθεσή τους μια ώρα για να σχεδιάσουν μια στρατηγική η οποία θα εγγυάται την επιτυχία τους στο μάθημα.

1. Αναπτύξτε μια στρατηγική που να λύνει το πρόβλημα και περιγράψτε την.
2. Υλοποιήστε τη στρατηγική σας στην Promela για το σενάριο όπου  $M = 5$ .
3. Με τη χρήση του εργαλείου SPIN, τεκμηριώστε ότι η στρατηγική σας δουλεύει (δηλαδή ότι ανεξάρτητα από το πόσο συχνά και από τη σειρά με την οποία οι φοιτητές θα εξεταστούν, τελικά θα περάσουν το μάθημα). Περιγράψτε τη μέθοδο με την οποία θα το ελέγξετε.

**Υπόδειξη:** Ένας τρόπος να λυθεί το πρόβλημα είναι να επιλεγεί ένας αρχηγός μεταξύ των φοιτητών ο οποίος θα έχει την ευθύνη να ενημερώσει τον καθηγητή ότι όλοι οι φοιτητές έχουν εξεταστεί, και οι υπόλοιποι φοιτητές να επικοινωνούν μαζί του μέσω του διακόπτη. Στη συνέχεια θα πρέπει να απαντήσετε στο τι είναι η πληροφορία που θα πρέπει να στείλει κάθε φοιτητής στον αρχηγό και πώς ακριβώς θα τη στείλει, καθώς και τι θα πρέπει να κάνει ο αρχηγός με την πληροφορία αυτή.

### Άσκηση 2

Το πρωτόκολλο εναλλασσόμενου διφύου είναι ένα πρωτόκολλο δικτύων το οποίο εγγυάται την ασφαλή αναμετάδοση δεδομένων διαμέσου καναλιών που δυνατόν να χάσουν ή να αλλοιώσουν μηνύματα. Η λειτουργία του περιγράφεται ως εξής:

Ο αποστολέας  $A$  επιθυμεί να στείλει μια ακολουθία από δεδομένα,  $w_1, w_2, \dots$ , σε κάποιο παραλήπτη  $B$  μέσω ενός καναλιού. Το κανάλι αυτό είναι αναξιόπιστο με την έννοια ότι μηνύματα που στέλλονται μέσω αυτού μπορεί να χαθούν ή να αλλιωθούν. Θεωρήστε ότι το κανάλι μεταξύ  $A$  και  $B$  αρχικοποιείται έτσι ώστε να μην υπάρχουν μηνύματα για διαμετακόμιση και ότι υπάρχει μηχανισμός με τον οποίο οι  $A$  και  $B$  μπορούν να αποφασίσουν κατά πόσο κάποιο μήνυμα που έχουν λάβει έχει αλλιωθεί.

Τα μηνύματα που στέλλονται είναι τα εξής:

- Ο  $A$  στέλλει στον  $B$  μηνύματα που αποτελούνται από ένα τμήμα δεδομένων και έναν αριθμό ακολουθίας (ένα διφύο), δηλαδή, μια τιμή που είναι είτε 0 είτε 1.

- Ο B μπορεί να στείλει στον A ένα από δύο μηνύματα επιβεβαίωσης (acknowledgment), τα ACK(0) και ACK(1).

Ξεκινώντας την αναμετάδοση δεδομένων βάσει του πρωτοκόλλου, ο A στέλλει το πρώτο δεδομένο συνοδευόμενο από το δυφίο 0 και αναμένει να λάβει την επιβεβαίωση ACK(0). Σε τέτοια περίπτωση, συνεχίζει με την αναμετάδοση των δεδομένων στέλλοντας το επόμενο δεδομένο συνοδευόμενο από το δυφίο 1. Εναλλακτικά, αν λάβει την επιβεβαίωση ACK(1) ή δεν λάβει καμιά απάντηση μέσα σε κάποιο προκαθορισμένο χρόνο, τότε ξαναστέλνει το ίδιο ζεύγος δεδομένου-δυφίου. Η αποστολή δεδομένων συνεχίζεται με αυτό τον τρόπο εναλλάσσοντας τον αριθμό ακολουθίας από 0 σε 1 και αντίστροφα για κάθε καινούριο δεδομένο.

Από την πλευρά του, κάθε φορά που ο B παραλαμβάνει ένα μήνυμα που δεν είναι αλλοιωμένο και έχει αριθμό ακολουθίας 0, αποστέλλει συνεχόμενα ACK(0) (η επανα-αποστολή γίνεται με το πέρασμα κάποιου προκαθορισμένου χρόνου) μέχρι να λάβει ένα έγκυρο μήνυμα με αριθμό ακολουθίας 1. Παρόμοια, στέλλει συνεχόμενα ACK(1) για να επιβεβαιώσει την παραλαβή μηνυμάτων που συνοδεύονται από το δυφίο 1.

1. Μοντελοποιήστε στην PROMELA απλουστευμένη εκδοχή του πρωτοκόλλου όπου το κανάλι δεν χάνει και δεν αλλοιώνει μηνύματα και δείξτε τον κώδικά σας.
2. Αλλάξτε το μοντέλο του προηγούμενου σκέλους έτσι ώστε το κανάλι να μπορεί να αλλοιώσει αλλά όχι να χάσει μηνύματα. Εξηγήστε τις διαφορές του νέου μοντέλου από το προηγούμενο.
3. Αλλάξτε το μοντέλο από το σκέλος 2 έτσι ώστε το κανάλι να μπορεί να αλλοιώσει αλλά και να χάσει κάποια μηνύματα. Εξηγήστε τις διαφορές του νέου μοντέλου από το προηγούμενο.
4. Με τη χρήση του εργαλείου SPIN και LTL ιδιοτήτων ελέγξτε κατά πόσο η μοντελοποίηση του πρωτοκόλλου σας από τα προηγούμενα σκέλη διασφαλίζει αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων από τον αποστολέα A στον παραλήπτη B.