1ο σύνολο Προγραμματιστικών/Θεωρητικών Ασκήσεων

Καταληκτική Ημερομηνία Παράδοσης: 8/12/2021

Συνολικό Βάρος Βαθμολογίας: >30%[1]

Η εργασία είναι **ατομική**. Την εργασία την καταθέτετε στο https://eclass.upatras.gr/courses/CEID1220/, στο μενού εργασίες. Θα πρέπει να καταθέσετε ένα συμπιεσμένο αρχείο (.zip) το οποίο θα περιλαμβάνει τα εξής: α) σε ένα .pdf τις λύσεις των θεωρητικών ασκήσεων – θα εκτιμηθεί θετικά αν έχουν γραφεί ηλεκτρονικά και δεν είναι χειρόγραφες σαρωμένες και β) τα αρχεία με τον πηγαίο κώδικα NETLOGO για τις προγραμματιστικές ασκήσεις μαζί με μία αναφορά (.pdf) σχετικά με τα πειράματά σας και τις παρατηρήσεις σας σε αυτά τα μοντέλα.

Με μπλε, είναι ερωτήματα που σας δίνουν επιπλέον βαθμούς και αν θέλετε τα κάνετε.

Θεωρητικές Ασκήσεις

Άσκηση 1 (Υποχρεωτική) (25%)

Στη τρίτη διάλεξη του μαθήματος (26/10/2021) είδαμε έναν τυχαιοκρατικό αλγόριθμο για κατανεμημένο χρωματισμό γραφημάτων (σελ. 52 των διαφανειών). Το πρώτο βήμα αυτού του αλγορίθμου σε κάθε κόμβο ήταν να επιλέξει με πιθανότητα $\frac{1}{2}$ αν θα γίνει ενεργοποίηση του κόμβου αυτού ή όχι. Σας ζητούνται τα εξής:

1. Κάντε την ανάλυση για αυτόν τον αλγόριθμο όταν η πιθανότητα ενεργοποίησης είναι μία παράμετρος p_a. Αυτό σημαίνει ότι πρέπει να ακολουθήσετε τα ίδια βήματα στην απόδειξη με τη διαφορά ότι αντί για $\frac{1}{2}$ εσείς θα χρησιμοποιείται την πιθανότητα ενεργοποίησης p_a. Επομένως, η πολυπλοκότητα του αλγορίθμου θα εξαρτάται από την πιθανότητα p_a και θα εμφανίζεται μέσα στον τελικό τύπο.
2. Τί γίνεται όταν $p_a = 1$; Αυτό σημαίνει ότι αναφερόμαστε στον αλγόριθμο της διαφάνειας 51 όπου όλοι οι κόμβοι ενεργοποιούνται. Αν σας δινόταν η δυνατότητα να αλλάξετε το πλήθος των χρησιμοποιούμενων χρωμάτων τι θα κάνατε ώστε ο αλγόριθμος αυτός να είναι αποδοτικός; Αποδείξτε σε κάθε περίπτωση τις απαντήσεις σας.

Άσκηση 2 (Επιλογής) (20%)

Στο Κεφάλαιο 13 του [1] (σελ. 119), σας δίνεται ένας αυτό-σταθεροποιητικός (self-stabilizing) αλγόριθμος για MIS που βασίζεται στον κατανεμημένο αλγόριθμο MIS με βάση τα IDs. Να αποδείξετε τυπικά ότι ο συγκεκριμένος αλγόριθμος είναι πράγματι αυτό-σταθεροποιητικός. Επιπλέον, αποδείξτε αν είναι σιωπηλός (silent) ή όχι.

[1] Distributed Network Algorithms

[1] Δεν θέλω να καθορίσω ακριβώς το βάρος ώστε να υπάρχει μία σχετική ευελιξία στη βαθμολόγηση μιας και δεν υπάρχει προηγούμενη εμπειρία σε αυτό το μάθημα (θα είναι φιλική προς τους φοιτητές 😊).

Προγραμματιστικές Ασκήσεις

Στις παρακάτω προγραμματιστικές ασκήσεις θα κληθείτε να χρησιμοποιήσετε το περιβάλλον NETLOGO για την υλοποίηση. Σας ζητείται να υλοποιήσετε τους αλγορίθμους και να ελέγξετε πειραματικά ότι τα αποτελέσματα είναι τα αναμενόμενα. Για όλες τις ασκήσεις θα δώσετε μία αναφορά με τις παρατηρήσεις σας.

Άσκηση 1 (Υποχρεωτική) (25%)

Να υλοποιήσετε τον τυχαιοκρατικό κατανεμημένο αλγόριθμο για χρωματισμό γραφημάτων που παρουσιάστηκε στο μάθημα και αναλύεται περαιτέρω στην Θεωρητική Άσκηση 1 της παρούσης εργασίας. Θα πρέπει να δημιουργήσετε ένα τυχαίο γράφημα όπου το πλήθος κόμβων και ακμών θα είναι παραμετροποιήσιμο. Επίσης, η πιθανότητα ενεργοποίησης p_a θα πρέπει να είναι και αυτή παραμετροποιήσιμη. Εκτελέστε πειράματα για ένα σχετικά μεγάλο γράφημα[2] και για διάφορες τιμές της πιθανότητας ενεργοποίησης p_a. Σας ζητείται να φτιάξετε μία γραφική παράσταση που να δείχνει πως μεταβάλλεται ο χρόνος (σε γύρους) ως συνάρτηση της πιθανότητας ενεργοποίησης p_a. Ερμηνεύστε τα αποτελέσματά σας. Θα πρέπει στην αναφορά να υπάρχουν και κάποια σχετικά screenshots του περιβάλλοντος (είσοδοι και οθόνη προσομοίωσης).

Άσκηση 2 (Υποχρεωτική) (30+10%)

Να συγκρίνετε πειραματικά τρεις κατανεμημένους αλγόριθμους που αφορούν τη δημιουργία ενός μέγιστου ανεξάρτητου συνόλου (Maximal Independent Set – MIS) ως προς τα εξής: α) το πλήθος των γύρων, β) το συνολικό αριθμό μηνυμάτων και γ) το συνολικό αριθμό bits όλων των μηνυμάτων που στάλθηκαν. Οι τρεις αλγόριθμοι που θα υλοποιήσετε είναι οι αλγόριθμοι που παρουσιάστηκαν στις διαφάνειες που αφορούν το πρόβλημα MIS στις σελίδες 17, 28 και 31 *(επιλογής: αν θέλετε μπορείτε να υλοποιήσετε και τους αλγορίθμους στις σελίδες 8 και 13)*. Όπως και στην προηγούμενη άσκηση, θα πρέπει να δημιουργήσετε ένα τυχαίο γράφημα όπου το πλήθος κόμβων και ακμών θα είναι παραμετροποιήσιμο. Εκτελέστε πειράματα για διαφορετικό πλήθος κόμβων (γενικά αυξήστε όσο μπορείτε το πλήθος των κόμβων) με συγκεκριμένο πολλαπλασιαστή επί αυτών για τον υπολογισμό του πλήθους των ακμών (π.χ., αν υπάρχουν n κόμβοι, τότε θα κάνετε μία σειρά πειραμάτων όπου το πλήθος των ακμών θα είναι $3n$). Σας ζητείται να φτιάξετε μία σειρά γραφικών παραστάσεων (για αραιά, μετρίως αραιά και πιο πυκνά γραφήματα – π.χ. πολλαπλασιαστικός συντελεστής ακμών ίσος με 3, 7, 15) και που θα συγκρίνετε τους παραπάνω αλγορίθμους για κάθε μία από τις τρεις μετρικές. Επομένως συνολικά θα υπάρχουν 9 γραφικές παραστάσεις (x άξονας το πλήθος των κόμβων n και y άξονας η τιμή της μετρικής), τρεις για κάθε πολλαπλασιαστικό συντελεστή ακμών. Ερμηνεύστε τα αποτελέσματά σας. Θα πρέπει στην αναφορά να υπάρχει και ένα screenshot του περιβάλλοντος που αναπτύξατε (είσοδοι και οθόνη προσομοίωσης).

---

[2] Επειδή συνήθως τα γραφήματα που θα παράγετε είναι τυχαία, καλό θα ήταν να κάνετε περισσότερα από ένα πειράματα και να πάρετε μέσους όρους ώστε να αποφύγετε τυχόν ακραίες τιμές. Αυτό το σχόλιο ισχύει για όλες τις προγραμματιστικές ασκήσεις.

Άσκηση 3 (Υποχρεωτική) (25+5%)

Σε αυτή την άσκηση σας ζητείται να υλοποιήσετε έναν αυτό-σταθεροποιητικό (self-stabilizing) αλγόριθμο για την κατασκευή ενός BFS (Breadth First Search) ζευγνύοντος δένδρου (spanning tree). Θα πρέπει πρώτα να κατανοήσετε τον αλγόριθμο που περιγράφεται στο Κεφάλαιο 5 του [2] και μετά να τον υλοποιήσετε. Κατ' αντιστοιχία με τα προηγούμενα, θα πρέπει να δημιουργήσετε ένα τυχαίο γράφημα όπου το πλήθος κόμβων και ακμών θα είναι παραμετροποιήσιμο. Θα πρέπει επίσης στο περιβάλλον που έχετε δημιουργήσει να υπάρχει η δυνατότητα εισαγωγής μίας διαταραχής (δικιά σας επιλογής) στο δίκτυο ώστε το δίκτυο να μπει στη διαδικασία σύγκλισης προς μία έγκυρη διαμόρφωση. Δώστε μία γραφική παράσταση του χρόνου σταθεροποίησης για διάφορες τιμές του πλήθους των κόμβων (επιλέξτε εσείς τον πολλαπλασιαστή για τις ακμές κατά αντιστοιχία με την άσκηση 2). Αν σκεφτείτε παραπάνω από έναν τύπους διαταραχών τότε δώστε αντίστοιχα παραπάνω γραφικές παραστάσεις. Σε κάθε περίπτωση, ερμηνεύστε τα αποτελέσματά σας. Θα πρέπει στην αναφορά να υπάρχουν και ένα screenshot του περιβάλλοντος που αναπτύξατε (κουμπιά και οθόνη προσομοίωσης).

[2] Introduction to Distributed Self-Stabilizing Algorithms
(DOI: 10.2200/S00908ED1V01Y201903DCT015)

Ο Διδάσκων έχει το δικαίωμα κλήσης σε προφορική εξέταση όταν υπάρχει βάσιμη υποψία ότι έχουν αντιγράψει.