

## 1<sup>ο</sup> σύνολο Θεωρητικών – Προγραμματιστικών Ασκήσεων

Καταληκτική Ημερομηνία Παράδοσης: 17/04/2025

Συνολικό Βάρος Βαθμολογίας: 30%

Η εργασία είναι ατομική. Την εργασία την καταθέτετε στο eclass, στην καρτέλα εργασίες. Θα πρέπει να καταθέσετε ένα .pdf με τις λύσεις σας.

### Άσκηση 1 (20%)

Στο δεύτερο σύνολο διαφανειών που αφορά το Μη-Επεκτάσιμο Ανεξάρτητο Σύνολο (Maximal Independent Set – MIS), στη σελίδα 24 παρουσιάστηκε ένας σχετικός αλγόριθμος (Luby). Βασικό χαρακτηριστικό αυτού του αλγόριθμου είναι ότι κάθε κόμβος επιλέγει με πιθανότητα  $p_v = \frac{1}{2d(v)}$  να προσπαθήσει να εκλεγεί στο MIS, όπου  $d(v)$  είναι ο τρέχων βαθμός του κόμβου. Είχε γίνει η ερώτηση στο μάθημα γιατί χρειάζεται η πολλαπλασιαστική σταθερά 2 στον παρονομαστή. Σε αυτό το ερώτημα θα κληθείτε να αναλύσετε τον αλγόριθμο αυτόν όταν η πιθανότητα είναι  $p_v = \frac{1}{\ell d(v)}$ , όπου  $\ell \geq 1$  σταθερά. Ποια είναι η αναμενόμενη πολυπλοκότητα του αλγόριθμου; Χρησιμοποιείτε και αλλάζτε κατάλληλα την ανάλυση από το [1] στην ενότητα 8.2, όπου θα αλλάξετε την πιθανότητα επιλογής όπως φαίνεται παραπάνω. Τί γίνεται όταν  $\ell = 1$ ;

### Άσκηση 2 (20%)

Στο Κεφάλαιο 13 του [1] (σελ. 119), σας δίνεται ένας αυτό-σταθεροποιητικός (self-stabilizing) αλγόριθμος για MIS που βασίζεται στον κατανεμημένο αλγόριθμο για 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](#)

## **Προγραμματιστικές Ασκήσεις**

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

### **Άσκηση 1 (30%)**

Να συγκρίνετε πειραματικά τέσσερις καταναμεμένους 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 τέσσερις αλγόριθμοι που θα υλοποιήσετε είναι οι αλγόριθμοι που παρουσιάστηκαν στις διαφάνειες που αφορούν το πρόβλημα MIS στις σελίδες 13, 24, 38 και 41. 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).

### **Άσκηση 2 (30%)**

Σε αυτή την άσκηση σας ζητείται να υλοποιήσετε έναν αυτό-σταθεροποιητικό (self-stabilizing) αλγόριθμο για την καταναμεμένη αναζήτηση ενός μη-επεκτάσιμου ταιριάσματος (Maximal Matching) σε ένα γράφημα. Μπορείτε να βρείτε τον αλγόριθμο στη σελίδα 53 στις σχετικές διαφάνειες. 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). Επιπλέον, όταν το σύστημα αυτοσταθεροποιείται θα πρέπει να απεικονίζεται η συνάρτηση δυναμικού (σελ. 56-57 από διαφάνειες) και πως αυτή μεταβάλλεται. Σε κάθε περίπτωση, ερμηνεύστε τα αποτελέσματά σας. Θα πρέπει στην αναφορά να υπάρχει και ένα screenshot του περιβάλλοντος που αναπτύξατε (κουμπιά και οθόνη προσομοίωσης).

**Ο Διδάσκων έχει το δικαίωμα κλήσης σε προφορική εξέταση όταν υπάρχει βάσιμη υποψία αντιγραφής.**