

# Σοσιαλ Network Analysis Exam

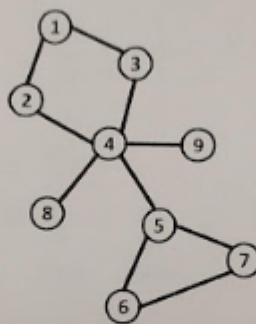
17-02-2023

Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Διάρκεια **1 ώρα και 30 λεπτά**. Βιβλία κλειστά. ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!

Ο τελικός βαθμός προκύπτει από το συνδυασμό 50% γραπτό + 50% εργαστήριο.

## Θέμα 1 (25 μονάδες)

Δίνονται οι ακόλουθες τοπολογίες δικτύων:



Υπολογίστε για κάθε κόμβο τις μετρικές κεντρικότητας βαθμού (degree centrality), κεντρικότητας εγγύτητας (closeness centrality  $C_p(i) = \frac{1}{\sum_j d(i,j)}$ , όπου  $d(i,j)$  η συντομότερη απόσταση σε hops μεταξύ κόμβων  $i,j$ ) και ενδιαμεσική κεντρικότητα (betweenness centrality  $C_b(i) = \sum_{s \neq i \neq t} \frac{\sigma_{st}(i)}{\sigma_{st}}$ , όπου  $\sigma_{st}$  ο αριθμός συντομότερων μονοπατιών μεταξύ  $s,t$  και  $\sigma_{st}(i)$  ο αριθμός συντομότερων μονοπατιών μεταξύ  $s,t$  που διέρχονται από τον  $i$ ) μπορούν να υπολογιστούν σε κάθε μία τοπολογία.

## Θέμα 2

Δίνονταν 4 γραφικές των κατανομών βαθμού τοπολογιών δικτύου. Σε όλες εκτός της 2ης ο οριζόντιος άξονας ήταν ο βαθμός κόμβου (node degree) και στον κατακόρυφο number of nodes. Το 1ο έχει 2 χρουστικές, το 2ο έχει στους δύο άξονες λογ των δύο αξόνων και μια ευθεία γραμμή με αρνητική κλίση. Ζητούνταν να χαρακτηρίσεις τις τοπολογίες ως:

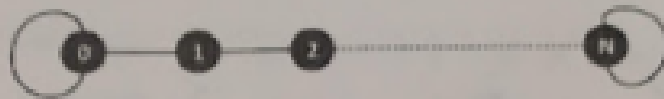
- Σχεσιακή / χωρική
- Τύπος Τοπολογίας
- Ντερμινιστική / στοχαστική

Στο (β) ερώτημα ζητούσε παράδειγμα πραγματικού δικτύου το οποίο να εμπίπτει στον αντίστοιχο τύπο. Το παράδειγμα ζητούσε να ανήκει μοναδικά στο συγκεκριμένο τύπο δικτύου για το οποίο δίνεται (δηλαδή αν το παράδειγμα ανήκει σε δύο ή περισσότερες κατηγορίες, η απάντηση θεωρείται λανθασμένη).



### Θέμα 3 (15 μονάδες)

Δίνεται ένα γράφημα αλυσίδα  $N + 1$  κόμβων, αριθμημένων από το 0 ως το  $N$ , όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Θεωρήστε ένα τυχαίο περίπατο στο δίκτυο. Να υπολογίσετε την πιθανότητα  $p(x)$ , ξεκινώντας από τον κόμβο  $x$ , να φτάσει κανείς πρώτα στον  $N$  πριν φτάσει στον 0. Να υπολογίσετε την πιθανότητα  $p(x)$  στο δίκτυο με  $N$  κόμβους και σε ένα δίκτυο 6 κόμβων συνολικά (δλδ. υπολογίστε τα  $p(0), \dots, p(5)$ ), με όποια σειρά θέλετε.



### Θέμα 4

Δινόταν ο τύπος του μοδulaριτψ  $X$ , ο οποίος φαίνεται αμυδρά.

### Θέμα 4 (25 μονάδες)

Ένας τρόπος για να αξιολογηθεί μια διαμέριση ενός γράφου σε κοινότητες είναι η μετρική του modularity. Η μετρική αυτή μπορεί να υπολογιστεί βάσει του τύπου:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \sum_{k,l} (A_{ij} - \frac{d_i d_j}{2m})$$

Όπου  $m$  ο συνολικός αριθμός των ακμών ενός γράφου,  $E$  ο αριθμός κοινότητας,  $C_k$  οι κόμβοι που ανήκουν στην  $k$ -οστή κοινότητα,  $d_i$  ο βαθμός του κόμβου  $i$  και  $A$  ο πίνακας γειτονιάς.

Δίνεται ο παρακάτω γράφος:



1. Να υπολογίσετε την κεντρικότητα ενδιαμεσικότητας ακμής (edge betweenness centrality) των ακμών  $(0,3)$  και  $(3,6)$ . Η κεντρικότητα ενδιαμεσικότητας ακμής υπολογίζεται ανάλογα της αντίστοιχης για κόμβους.
2. Πως 2 κοινότητες θα εντόπιζε ο αλγόριθμος Girvan-Newman. Δικαιολογήστε την απάντησή σας με βάση τον τρόπο εκτέλεσης του αλγορίθμου.
3. Να υπολογίσετε το modularity της διαμέρισης που βρήκατε στο Ερώτημα 2. Υπάρχει άλλη διαμέριση του γράφου σε 2 κοινότητες που να επιτυγχάνει υψηλότερη τιμή; Αν ναι ποια, αν όχι αιτιολογήστε.

**Θέμα 5 (20 μονάδες)**

A. Παρακάτω δίνονται τρία διαγράμματα μεταβάσεων καταστάσεων καθώς και ένα σκαρίφημα εξέλιξης επιδημίας στο χρόνο. Να χαρακτηρίσετε το κάθε μοντέλο με το αντίστοιχο αναγνωριστικό του.



Απάντηση:

α) ~~SIR~~ **μSΕIR**

β) **SIRD**

γ) **SEIS**

δ) **SIR**

B. Για το επιδημιολογικό μοντέλο (α), γράψτε το σύνολο των διαφορικών εξισώσεων που περιγράφουν την εξέλιξη της συμπεριφοράς της «επιδημίας», μαζί με τις απαραίτητες υποθέσεις και συνθήκες.