

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής
Εργαστήριο Διαχείρισης και Βέλτιστου Σχεδιασμού Δικτύων - NETMODE

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80, Τηλ: 210.772.1448, Fax: 210.772.1452
URL: <http://www.netmode.ntua.gr/>

Γραπτή Εξέταση στο Μάθημα "ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ"
9^ο Εξάμηνο Ηλεκτρολόγων Μηχ. & Μηχ. Υπολογιστών

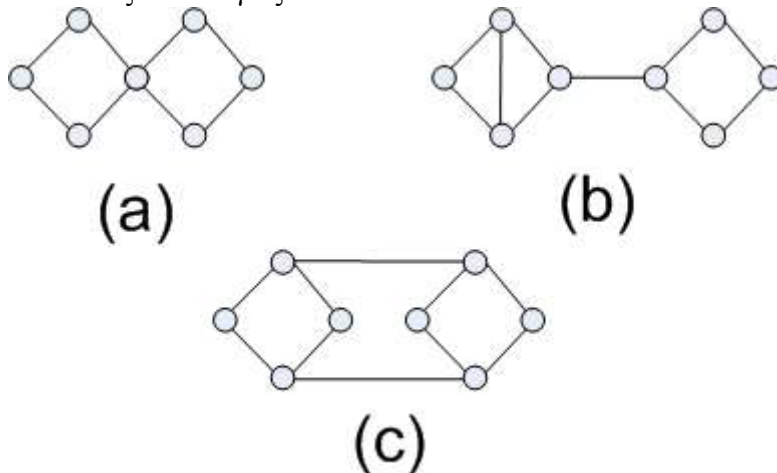
01.10.2021

Διδάσκων: Σ. Παπαβασιλείου

Παρακαλώ απαντήστε σε όλες τις ερωτήσεις. Διάρκεια **1 ώρα**. ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ!
Ο τελικός βαθμός προκύπτει από το συνδυασμό 50% γραπτό + 50% εργαστήριο.

Θέμα 1 (25 μονάδες)

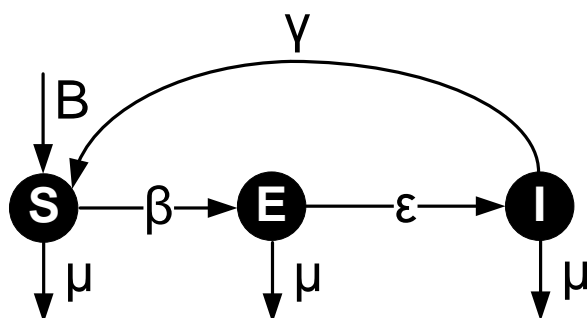
Δίνονται οι ακόλουθες τοπολογίες δικτύων:



- Εξηγήστε ποιες από τις κεντρικότητες μεταξύ κεντρικότητας βαθμού (degree centrality), κεντρικότητας εγγύτητας με βάση τα συντομότερα μονοπάτια (closeness centrality) και ενδιαμεσική κεντρικότητα (betweenness centrality) με βάση τα συντομότερα μονοπάτια σε hops μπορούν να υπολογιστούν σε κάθε μία τοπολογία.
- Υπολογίστε για όλους τους κόμβους τη μετρική κεντρικότητας εγγύτητας και την ενδιαμεσική κεντρικότητα για την τοπολογία X, ως εξής: $X = (\text{τελευταίο ψηφίο αριθμού μητρώου σας}) \bmod 3$. Το αποτέλεσμα θα είναι $X = 0, 1$ ή 2 , με το 0 να αντιστοιχεί στην τοπολογία (α), το 1 να αντιστοιχεί στην τοπολογία (β) και το 2 να αντιστοιχεί στην τοπολογία (γ)

Θέμα 2 (25 μονάδες)

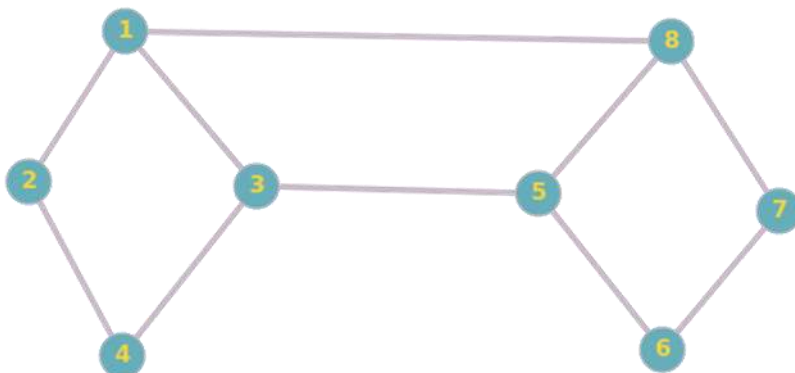
Α) Δίνεται το ακόλουθο διάγραμμα μετάβασης καταστάσεων ενός επιδημιολογικού φαινομένου. Να γράψετε το σύνολο των διαφορικών εξισώσεων που περιγράφουν την εξέλιξη της συμπεριφοράς της εν λόγω «επιδημίας», μαζί με τις απαραίτητες υποθέσεις και συνθήκες.



B) Υποθέτοντας ότι ο συνολικός πληθυσμός παραμένει κατά μέσο όρο σταθερός, ότι δηλαδή στη σταθερή κατάσταση του συστήματος, ο μέσος συνολικός αριθμός θανάτων είναι ίσος με το μέσο συνολικό αριθμό γεννήσεων, και ότι $\gamma > \beta > \varepsilon$, να φτιάξετε ένα πρόχειρο διάγραμμα χρόνου (σκαρίφημα) των μεταβλητών $S(t)$, $E(t)$, $I(t)$.

Θέμα 3 (25 μονάδες)

Έστω ένα κοινωνικό δίκτυο που αναπαρίσταται με την βοήθεια του γράφου G που δίνεται στο παρακάτω σχήμα:



α) Ο αλγόριθμος ομαδοποίησης Girvan-Newman εντοπίζει κοινότητες αφαιρώντας σε κάθε επανάληψη την ακμή με την υψηλότερη κεντρικότητα ενδιαμεσικότητας ακμής (KEA, Edge Betweenness Centrality). Η KEA εκφράζει για μια ακμή e του G , το ποσοστό των συντομότερων μονοπατιών μεταξύ όλων των ζευγών κόμβων που διέρχονται από την e .

I. Πόσες επαναλήψεις θα χρειαζόταν ο αλγόριθμος για να τερματίσει με είσοδο το δίκτυο του σχήματος και με ζητούμενο τον εντοπισμό δυο κοινοτήτων;

II. Ποιές ακμές θα αφαιρούνταν;

III. Υπολογίστε την KEA τους στον αρχικό γράφο.

β) Ως δυαδικός ενός γράφου G (dual graph ή line graph), ορίζεται ένας γράφος $L(G)$ τέτοιος ώστε:

1. Κάθε κόμβος του $L(G)$ αντιστοιχεί σε μια ακμή του γράφου G .

2. Δύο κόμβοι του $L(G)$ συνδέονται αν και μόνο αν οι αντίστοιχες ακμές του G προσπίπτουν σε κοινή κορυφή.

I. Σχεδιάστε τον δυαδικό γράφο του δοσμένου γράφου.

II. Ποιός είναι ο ελάχιστος αριθμός κόμβων που πρέπει να αφαιρεθούν από τον γράφο $L(G)$ για να καταστεί αυτός μη-συνδεδεμένος; Τι παρατηρείτε; Το συμπέρασμα μπορεί να επεκταθεί; Αν όχι, δώστε αντιπαράδειγμα.

Θέμα 4 (25 μονάδες)

A) Για κάθε ένα τύπο δικτύου από τα παρακάτω, να δώσετε ένα παράδειγμα πραγματικού δικτύου το οποίο να εμπίπτει στον αντίστοιχο τύπο. Προσοχή, το παράδειγμα να ανήκει μόνο στο συγκεκριμένο τύπο δικτύου για το οποίο δίνεται.

| Τύπος Δικτύου | Παράδειγμα Πραγματικού Δικτύου |
|-------------------|--------------------------------|
| Κανονικό | |
| Small-world | |
| Τυχαίο (ER) | |
| Scale-free | |
| Τυχαίο γεωμετρικό | |

B) Για κάθε μια από τις παραπάνω τοπολογίες δώστε ένα πρόχειρο διάγραμμα (σκαρίφημα) της κατανομής βαθμού κόμβου.