



# ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ & ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Τομέας Επικοινωνιών, Ηλεκτρονικής & Συστημάτων Πληροφορικής

Εργαστήριο Διαχείρισης και Βέλτιστου Σχεδιασμού Δικτύων Τηλεματικής - NETMODE

Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80, Τηλ: 772.1448, Fax: 772.1452

e-mail: maglaris@netmode.ntua.gr, URL: <http://www.netmode.ntua.gr>

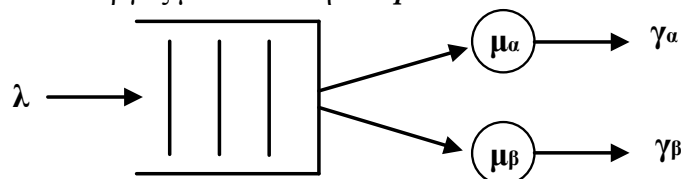
14 Μαΐου 2018

## Συστήματα Αναμονής, 6<sup>ο</sup> εξάμηνο

Εργασία Προσομοίωσης (15% Τελικού Βαθμού)

Ουρά M/M/2/8 με Κατώφλι (Threshold) και Τυχαία Ενεργοποίηση

Σε σύστημα αναμονής M/M/2/8 με 2 εξυπηρετητές και μέγιστο αριθμό πελατών 8 συμπεριλαμβανομένων αυτών που εξυπηρετούνται, εφόσον ο αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι μικρότερος του  $k$  ( $k = 3, \dots, 6$ ) οι αφίξεις δρομολογούνται στον εξυπηρετητή  $\alpha$ , ο δε  $\beta$  παραμένει ανενεργός (idle). Όταν ο αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι ίσος με  $k$ , τότε ο εξυπηρετητής  $\beta$  παραμένει ανενεργός με πιθανότητα  $p$  ή ενεργοποιείται με πιθανότητα  $1-p$ . Έτσι, μια νέα άφιξη είτε θα δρομολογηθεί στον εξυπηρετητή  $\beta$  με πιθανότητα  $1-p$  είτε θα παραμείνει στην ουρά αναμονής με πιθανότητα  $p$ . Όταν ο αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι μεγαλύτερος από  $k + 1$  τότε είναι ενεργοί και οι δύο εξυπηρετητές. Για την κατάσταση του συστήματος με ενεργοποιημένο τον εξυπηρετητή  $\beta$  και με αριθμό πελατών  $(k+1)$ , να θεωρήσετε ότι η εξυπηρέτηση πελάτη από τον  $\beta$  οδηγεί το σύστημα είτε στην περίπτωση που ο εξυπηρετητής  $\beta$  παραμένει ανενεργός με πιθανότητα  $p$  είτε στην κατάσταση που ο εξυπηρετητής  $\beta$  είναι ενεργός με πιθανότητα  $1-p$ .



Στο σύστημα έχουμε αφίξεις Poisson, ρυθμού  $\lambda = 6$ ,  $\lambda = 7$ ,  $\lambda = 8$  πελάτες/sec (τρεις περιπτώσεις) και εκθετικές εξυπηρετήσεις ρυθμού  $\mu_\alpha = \mu_\beta = 8$  πελάτες/sec. Για την πιθανότητα ενεργοποίησης ισχύει  $p = 0.5$ .

Με απλή προσομοίωση συστημάτων Markov να υπολογιστούν και να παρασταθούν γραφικά:

- 1) Ο μέσος αριθμός των πελατών στο σύστημα για  $k = 3, \dots, 6$ , και για τις τρεις περιπτώσεις ρυθμού εισόδου, όπως αυτό εξελίσσεται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης, μέχρι κάποιο κριτήριο σύγκλισης (π.χ. διαδοχικές τιμές μέσου αριθμού πελατών να μη διαφέρει πάνω από 0.0000001).
- 2) Ο μέσος αριθμός στο σύστημα, μετά τη σύγκλιση ανωτέρω (ερώτημα 1), σαν συνάρτηση του  $k$  για κάθε τιμή του ρυθμού εισόδου.
- 3) Και για τις τρεις περιπτώσεις ρυθμού εισόδου, να προσδιορίσετε την ελάχιστη τιμή του κατωφλίου  $k$  για την οποία ο λόγος των ρυθμών απόδοσης (throughput, πελάτες/sec) των δύο εξυπηρετητών  $\gamma_\alpha/\gamma_\beta$  γίνεται μεγαλύτερος από 5.0, δηλαδή όταν ο

εξυπηρετητής  $\alpha$  διεκπεραιώνει κατά μέσο όρο 5 φορές περισσότερους πελάτες/sec από τον εξυπηρετητή  $\beta$ . Ο ανωτέρω λόγος μπορεί να προσεγγιστεί καλύτερα μεταβάλλοντας την παράμετρο  $p$  του συστήματος. Πειραματιστείτε με δύο διαφορετικές τιμές του  $p$  για την τιμή του  $k$  που προσδιορίσατε για τις διαφορετικές τιμές του  $\lambda$ .

4) Σχολιάστε τα αποτελέσματα ως προς την ταχύτητα σύγκλισης (ερώτημα 1) και την απόδοση του συστήματος σαν συνάρτηση του  $k$  (ερώτημα 2).

Η άσκηση θα παραδοθεί ηλεκτρονικά με email στη διεύθυνση [sim2018@netmode.ntua.gr](mailto:sim2018@netmode.ntua.gr) μέχρι 13/7/2018 και θα βαθμολογηθεί με άριστα τα 1.5/10 της συνολικής βαθμολογίας. Να χρησιμοποιήσετε το Octave και όχι κάποια ειδική γλώσσα προσομοίωσης. Παρακαλούμε να περιλάβετε αρχείο με τον πηγαίο κώδικα (source code) και σχήμα ρυθμών μεταβάσεων καταστάσεων του συστήματος για την τιμή του κατωφλίου  $k = 3$ .