



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

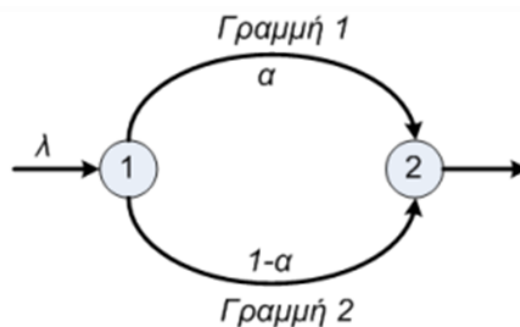
e-mail: queuing@netmode.ntua.gr, URL: <http://www.netmode.ntua.gr>

31/5/2021

5^η Ομάδα Ασκήσεων

Δίκτυο με εναλλακτική δρομολόγηση

Θεωρείστε ένα απλό δίκτυο με δύο κόμβους που συνδέονται μεταξύ τους με δύο παράλληλους συνδέσμους (γραμμές), όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα. Ροή πακέτων με ρυθμό $\lambda = 10 * 10^3$ πακέτα/sec (10 Kpps) πρόκειται να δρομολογηθεί από τον κόμβο 1 στον κόμβο 2 (προς μία κατεύθυνση μόνο). Το μέσο μήκος πακέτου είναι 128 bytes. Οι χωρητικότητες των δύο παράλληλων συνδέσμων (γραμμών) είναι $C_1 = 15$ Mbps και $C_2 = 12$ Mbps, αντίστοιχα. Υποθέστε ότι το ποσοστό α των πακέτων δρομολογείται από τη γραμμή 1, και ποσοστό $(1-\alpha)$ δρομολογείται από τη γραμμή 2.

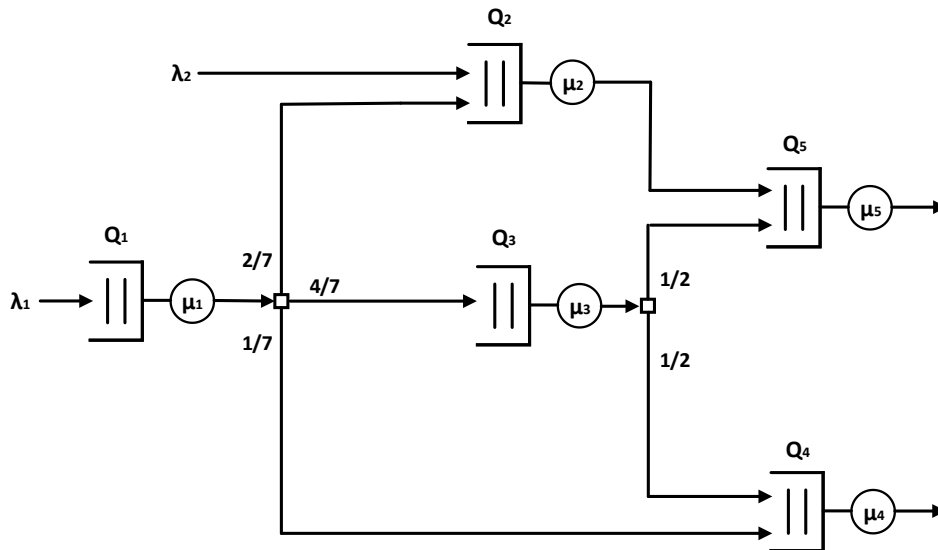


(1) Να αναφέρετε τις απαραίτητες παραδοχές ώστε οι σύνδεσμοι (γραμμές) να μπορούν να μοντελοποιηθούν σαν M/M/1 ουρές.

(2) Με τις ανωτέρω παραδοχές και χρησιμοποιώντας το Octave για τιμές του $\alpha = 0.001:0.001:0.999$ να κάνετε το διάγραμμα του μέσου χρόνου καθυστέρησης $E(T)$ ενός τυχαίου πακέτου στο σύστημα συναρτήσει του α . Στη συνέχεια, υπολογίστε με το Octave την τιμή του α που ελαχιστοποιεί το $E(T)$, καθώς και τον ελάχιστο χρόνο καθυστέρησης $E(T)$.

Ανοιχτό δίκτυο ουρών αναμονής

Το παρακάτω σχήμα παριστά ένα ανοιχτό δίκτυο ουρών αναμονής. Όλες οι αφίξεις ακολουθούν την κατανομή Poisson με παραμέτρους λ_i , $i = 1, 2$ και οι εξυπηρετήσεις είναι εκθετικά κατανομημένες με ρυθμούς μ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$.



(1) Ποιες είναι οι απαραίτητες παραδοχές ώστε το παραπάνω δίκτυο να μπορεί να μελετηθεί ως ένα ανοιχτό δίκτυο με το θεώρημα Jackson;

(2) Να προσδιορίσετε την ένταση του φορτίου ρ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ που δέχεται η κάθε ουρά του δικτύου συναρτήσει των παραμέτρων λ_i , $i = 1, 2$ και μ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$. Στη συνέχεια, να υλοποιήσετε σε Octave τη συνάρτηση **intensities**, η οποία θα υπολογίζει τις τιμές ρ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$. Η συνάρτησή σας θα δέχεται ως όρισμα τις παραμέτρους λ_i , $i = 1, 2$ και μ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ και θα επιστρέφει (α) τις τιμές ρ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ και (β) την ακέραια τιμή 1, εάν το σύστημά σας είναι εργοδικό ή 0, εάν παραβιάζεται η συνθήκη της εργοδικότητας σε κάποια ουρά. Παράλληλα, η συνάρτησή σας θα πρέπει να εμφανίζει τις τιμές ρ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$.

(3) Με τη βοήθεια της συνάρτησης του προηγούμενου ερωτήματος, να γράψετε σε Octave τη συνάρτηση **mean_clients**, η οποία θα δέχεται ως ορίσματα τις παραμέτρους τις τιμές λ_i , $i = 1, 2$ και μ_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$ και θα επιστρέφει ένα διάνυσμα με τους μέσους αριθμούς πελατών των Q_i , $i = 1, 2, 3, 4, 5$.

(4) Για τις τιμές των παραμέτρων (σε πελάτες/sec) $\lambda_1 = 4, \lambda_2 = 1, \mu_1 = 6, \mu_2 = 5, \mu_3 = 8, \mu_4 = 7, \mu_5 = 6$ να υπολογίσετε χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες συναρτήσεις (α) την ένταση του φορτίου που δέχεται η κάθε ουρά και (β) το μέσο χρόνο καθυστέρησης ενός πελάτη από άκρο σε άκρο του δικτύου.

(5) Να προσδιορίσετε ποια ουρά είναι η στενωπός (bottleneck) του δικτύου. Με βάση αυτήν την ουρά, να υπολογίσετε την μέγιστη τιμή της παραμέτρου λ_1 ώστε το σύστημα να παραμένει εργοδικό.

(6) Για τις τιμές των παραμέτρων του ερωτήματος (4) και για λ_1 από 0.1 έως 0.99 της μέγιστης τιμής, να κάνετε το διάγραμμα του μέσου χρόνου καθυστέρησης ενός πελάτη από άκρο σε άκρο του δικτύου.