ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

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

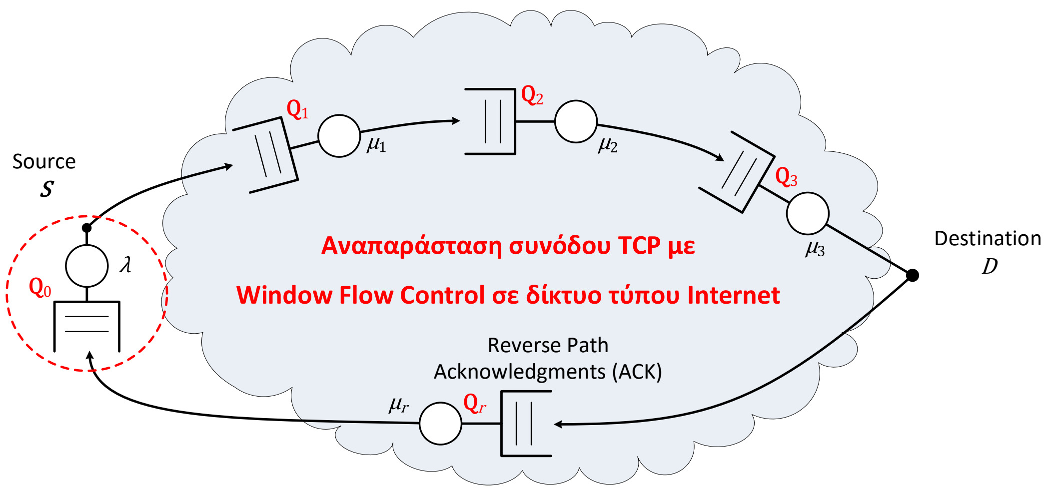
Ηρώων Πολυτεχνείου 9, Ζωγράφου, 157 80, Τηλ:210 772.1448, Fax:210 772.1452
e-mail: maglaris@netmode.ntua.gr, URL: http://www.netmode.ntua.gr

27 Μαΐου 2019

6η Ομάδα Ασκήσεων

Μηχανισμός ελέγχου ροής παραθύρου

Να θεωρήσετε το κλειστό δίκτυο εκθετικών ουρών αναμονής του παρακάτω σχήματος. Το δίκτυο αυτό αναπαριστά μία σύνοδο TCP με μηχανισμό ελέγχου ροής παραθύρου (Window Flow Control) σε δίκτυο τύπου Internet. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει $M = 5$ υποσυστήματα και W πελάτες. Η ουρά $\mathbf{Q_0}$ μοντελοποιεί την πηγή των πακέτων στο δίκτυο και αποστέλλει νέο πακέτο με ρυθμό $^1/_\lambda$ πακέτα/sec. Οι ουρές $\mathbf{Q_1}, \mathbf{Q_2}, \mathbf{Q_3}$ αποτελούν τους ενδιάμεσους κόμβους μεταγωγής πακέτου με εκθετικούς ρυθμούς μ_1, μ_2, μ_3 πακέτα/sec. Τέλος, η ουρά $\mathbf{Q_r}$ μοντελοποιεί τη δημιουργία και μεταβίβαση μηνυμάτων επιβεβαίωσης (Acknowledgement – ACK) και είναι ανεξάρτητη από τις υπόλοιπες ουρές με εκθετικό ρυθμό μ_r πακέτα/sec.



Χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις qncsvisits και qnclosed του πακέτου queueing του Octave, θα μελετήσετε την απόδοση του παραπάνω συστήματος για διαφορετικές τιμές των παραμέτρων του. Η συνάρτηση qnclosed βασίζεται στον αλγόριθμο Mean Value Analysis (MVA).

(1) Θεωρώντας ότι στο σύστημα υπάρχουν $W = 1, 2, \dots, 8$ πακέτα και ότι οι τιμές των παραμέτρων του συστήματος είναι $\lambda = 1,\ \mu_1 = 2,\ \mu_2 = 2, \mu_3 = 2, \mu_r = 2/3$ (πακέτα/sec), να σχεδιάσετε τα παρακάτω 3 διαγράμματα:

- Τη ρυθμαπόδοση (throughput) του συστήματος ως συνάρτηση του αριθμού των πακέτων στο σύστημα, δηλαδή του μεγέθους του παραθύρου *W*.

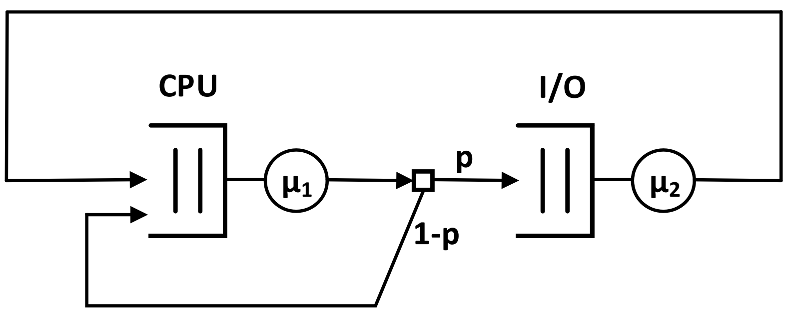
- Το μέσο χρόνο καθυστέρησης $\mathrm{E}[T_{SD}]$ του συστήματος από το *S* μέχρι το *D* ως συνάρτηση του αριθμού των πακέτων στο σύστημα.

- Το μέσο χρόνο καθυστέρησης $\mathrm{E}[T_{SD}]$ του συστήματος από το *S* μέχρι το *D* ως συνάρτηση της ρυθμαπόδοσης του συστήματος.

(2) Να θεωρήσετε τιμές των παραμέτρων του συστήματος $\lambda = 1,\ \mu_1 = 2$, $\mu_2 = 2, \mu_3 = 2, \mu_r = 2/3$ (πελάτες/sec). Για παραμέτρους $(k\lambda,\ k\mu_1,\ k\mu_2,\ k\mu_3,\ k\mu_r)$ όπου $k = 1, 2, 3, 4, 5$ να καταγράψετε το βαθμό χρησιμοποίησης, το μέσο χρόνο καθυστέρησης, το μέσο αριθμό πελατών και τη ρυθμαπόδοση σε όλα τα υποσυστήματα. Ποια μεγέθη παραμένουν σταθερά και ποια μεταβάλλονται; Πώς το εξηγείτε αυτό;

Ο αλγόριθμος του Buzen

Να θεωρήσετε το κλειστό δίκτυο εκθετικών ουρών αναμονής του παρακάτω σχήματος, το οποίο μοντελοποιεί ένα υπολογιστικό σύστημα. Το δίκτυο περιλαμβάνει δύο ανεξάρτητες ουρές αναμονής: μία που μοντελοποιεί τη CPU του συστήματος με εξυπηρέτηση εντολών σε κβάντα και μία που μοντελοποιεί κλήσεις εισόδου/εξόδου (I/O) του συστήματος. Ο χρόνος εξυπηρέτησης των πελατών είναι εκθετικός με μέση τιμή ${}^{1}/_{\mu_1}$ και ${}^{1}/_{\mu_2}$ για τα κβάντα της CPU και τις κλήσεις I/O αντίστοιχα. Η δρομολόγηση των κβάντων και των κλήσεων I/O γίνεται με ανεξάρτητες τυχαίες διασπάσεις με πιθανότητες $(1-p),\ p$.



Για τις τιμές των παραμέτρων $\mu_1 = 2$, $\mu_2 = 1$ (πελάτες/sec) και $p = 0.3$:

(1) Να υπολογίσετε τις παραμέτρους $X_i,\ \ i = 1, 2$ του συστήματος.

(2) Να υλοποιήσετε τη συνάρτηση buzen, η οποία θα δέχεται ως ορίσματα τον αριθμό των πελατών N στο σύστημα, τον αριθμό των ουρών M στο σύστημα και τις παραμέτρους $X_i,\ 1 \le i \le M$ του συστήματος. Η συνάρτηση θα επιστέφει ως αποτέλεσμα τη σταθερά κανονικοποίησης $G(N, M)$ του συστήματος.

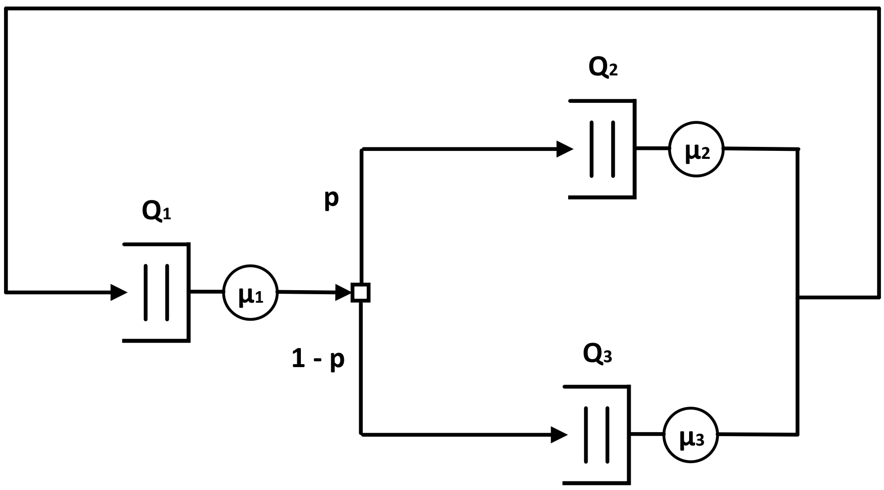
(3) Χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση του προηγούμενου ερωτήματος, να σχεδιάσετε για αριθμό πελατών στο σύστημα $N = 1, 2, \dots, 20$:

- Το βαθμό χρησιμοποίησης (utilization) των δύο ουρών ως συνάρτηση του αριθμού πελατών N σε κοινό διάγραμμα αξόνων.

- Το μέσο αριθμό πελατών στις δύο ουρές ως συνάρτηση του αριθμού πελατών N σε κοινό διάγραμμα αξόνων.

Προσομοίωση σε κλειστό δίκτυο εκθετικών ουρών αναμονής

Θεωρείστε το κλειστό δίκτυο εκθετικών ουρών αναμονής του παρακάτω σχήματος. Το δίκτυο περιλαμβάνει 3 εκθετικές ουρές αναμονής. Ο συνολικός αριθμός πελατών στο σύστημα είναι ίσος με 2 πελάτες. Να θεωρήσετε τιμές των παραμέτρων: $\mu_1 = 2,\ \mu_2 = 3,\ \mu_3 = 4,\ p = 0.4$.



Αφού σχεδιάσετε το διάγραμμα ρυθμών μεταβάσεων του συστήματος στην κατάσταση ισορροπίας, με απλή προσομοίωση συστημάτων Markov:

(1) Να υπολογίσετε τις εργοδικές πιθανότητες των καταστάσεων του συστήματος.

(2) Να υπολογίσετε και να παραστήσετε γραφικά το μέσο αριθμό πελατών σε κάθε ουρά του συστήματος, όπως αυτός εξελίσσεται κατά της διάρκεια της προσομοίωσης. Τι παρατηρείτε για το άθροισμα των τριών μέσων όρων όταν το σύστημά σας έχει φτάσει στη σύγκλιση;

Κριτήριο σύγκλισης της προσομοίωσής σας θα αποτελεί η διαφορά ανάμεσα σε δύο τιμές του μέσου αριθμού πελατών στις ουρές $\mathbf{Q_1}, \mathbf{Q_2}$ και $\mathbf{Q_3}$. Η σύγκριση θα πραγματοποιείται ανά 1000 μεταβάσεις. Η προσομοίωση θα τερματίζεται όταν και για τις τρεις ουρές, η διαφορά αυτή είναι μικρότερη από 0.001% ή όταν ο αριθμός των συνολικών μεταβάσεων ξεπεράσει το 300.000. Να κάνετε την προσομοίωσή σας στο Octave χωρίς να χρησιμοποιήσετε έτοιμα πακέτα προσομοίωσης.

<u>Υπόδειξη:</u> Στην περίπτωση ενός κλειστού δικτύου ουρών αναμονής, η εργοδική πιθανότητα της κατάστασης k του συστήματος μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$P(k) = \frac{\mathrm{E}\{\chi\rho\acute{o}\nu o\varsigma\ \varepsilon\xi\upsilon\pi\eta\rho\acute{\varepsilon}\tau\eta\sigma\eta\varsigma\ \pi\varepsilon\lambda\acute{\alpha}\tau\eta\ \sigma\tau\eta\nu\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\sigma\tau\alpha\sigma\eta\ k\} * \{\#\ \alpha\varphi\acute{\iota}\xi\varepsilon\omega\nu\ \sigma\tau\eta\nu\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\sigma\tau\alpha\sigma\eta\ k\}}{\sum_i \mathrm{E}\{\chi\rho\acute{o}\nu o\varsigma\ \varepsilon\xi\upsilon\pi\eta\rho\acute{\varepsilon}\tau\eta\sigma\eta\varsigma\ \pi\varepsilon\lambda\acute{\alpha}\tau\eta\ \sigma\tau\eta\nu\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\sigma\tau\alpha\sigma\eta\ i\} * \{\#\ \alpha\varphi\acute{\iota}\xi\varepsilon\omega\nu\ \sigma\tau\eta\nu\ \kappa\alpha\tau\acute{\alpha}\sigma\tau\alpha\sigma\eta\ i\}}$$