

## ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

### ΤΟΜΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

#### ΕΠΙΔΟΣΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

##### ΘΕΜΑ 2

Το τμήμα ενημέρωσης ενός οργανισμού παροχής υπηρεσιών υποστηρίζεται από έναν εξυπηρετητή (server), ο οποίος περιλαμβάνει CPU και έναν δίσκο. Το φορτίο του συστήματος αποτελείται από εργασίες, που φθάνουν μέσω Διαδικτύου. (Ο χρόνος μετάδοσης στην εισερχόμενη σύνδεση θεωρείται αμελητέος.) Υποθέτουμε ότι η διαδικασία των αφίξεων ακολουθεί κατανομή Poisson με ρυθμό  $\lambda = 2,4$  εργασίες/sec. Οι χρήστες του συστήματος πραγματοποιούν ανάκτηση πληροφορίας διαφόρων μορφών και ενδεχομένως προσπέλαση σε βάση δεδομένων.

Οι αιτήσεις προέρχονται από δύο κατηγορίες χρηστών. Εκτιμάται ότι το 70% των αιτήσεων προέρχεται από εγγεγραμμένους πελάτες του οργανισμού (subscriber) και το υπόλοιπο από εξωτερικούς επισκέπτες (visitor).

Η επεξεργασία μιας εργασίας οποιασδήποτε κατηγορίας στη CPU διακόπτεται όποτε χρειάζεται προσπέλαση στον δίσκο. Μετά την εξυπηρέτηση στον δίσκο, η εργασία επιστρέφει στη CPU, όπου συνεχίζεται η επεξεργασία της. Όταν περατωθεί η εκτέλεση μιας εργασίας, το αποτέλεσμα μεταδίδεται προς το Διαδίκτυο μέσω εξερχόμενης σύνδεσης.

Επιπλέον των ανωτέρω, οι χρήστες του συστήματος επιδεικνύουν ασυνήθη συμπεριφορά, η οποία χαρακτηρίζεται από «ανυπομονησία» και αναφέρεται ως «οπισθοχώρηση» (balking).

Συγκεκριμένα, κάθε εργασία της κατηγορίας subscriber, κατά την άφιξή της στο σύστημα, «λαμβάνει γνώση» του συνολικού αριθμού  $k$  των εργασιών των δύο κατηγοριών που βρίσκονται τη στιγμή εκείνη στη CPU και στον δίσκο. Με βάση την πληροφορία αυτή, η εργασία «αποφασίζει» αν θα προχωρήσει κανονικά ή θα «ματαιωθεί», προκειμένου να αποφύγει ενδεχόμενη μεγάλη καθυστέρηση. Συνεπώς, κάθε εργασία κατηγορίας subscriber, που φθάνει στο σύστημα, διαθέτει ένα ανώτατο όριο  $\xi$ , τέτοιο ώστε να σημειώνεται οπισθοχώρηση όταν  $k > \xi$ . Σύμφωνα με μετρήσεις, το όριο  $\xi$  κάθε εργασίας της κατηγορίας subscriber μπορεί να παρασταθεί ως τυχαία μεταβλητή που ακολουθεί κανονική κατανομή με μέση τιμή  $\mu=40,5$  και τυπική απόκλιση  $\sigma=6,0$ .

Όσον αφορά την κατηγορία visitor, έχει παρατηρηθεί ότι οι χρήστες διακόπτουν την παραμονή τους στο σύστημα όταν ο χρόνος απόκρισης υπερβαίνει έναν χρόνο κατωφλίου, που υποδηλώνει πόσο είναι διατεθειμένος ο χρήστης να αναμείνει την απάντηση. Εκτιμάται ότι, για κάθε εργασία, ο χρόνος κατωφλίου ακολουθεί την κατανομή Pareto (Τύπου I) με συνάρτηση κατανομής πιθανότητας

$$F(x) = 1 - \left(\frac{x_m}{x}\right)^a, \quad x \geq x_m, \quad a > 0,$$

για τιμές των παραμέτρων  $a=1,5$  και  $x_m=4,2$ . Όταν διακόπτεται η παραμονή ενός επισκέπτη θεωρούμε ότι σταματά οποιαδήποτε εξυπηρέτηση σχετική με αυτόν (στη CPU, τον δίσκο ή την εξερχόμενη σύνδεση).

Οι ακόλουθες πληροφορίες προέρχονται από μετρήσεις στο σύστημα. Οι χρόνοι αναφέρονται σε msec και αφορούν μέσους χρόνους ανά επίσκεψη.

	<u>subscriber</u>	<u>visitor</u>
Μέσος χρόνος εξυπηρέτησης στη CPU	24	21
Μέσος χρόνος εξυπηρέτησης στον δίσκο	25	30
Μέσος αριθμός επισκέψεων στον δίσκο	17	9
Μέσος χρόνος μετάδοσης αποτελέσματος (εξερχόμενη σύνδεση)	436	321

Ζητείται να μελετηθεί η επίδοση του συστήματος με χρήση προσομοίωσης. Ως δείκτες επίδοσης θα υπολογιστούν, για κάθε κατηγορία, ο μέσος χρόνος απόκρισης των εργασιών που εξυπηρετούνται από το σύστημα (δεν οπισθοχωρούν), και το ποσοστό των αιτήσεων που εγκαταλείπουν. Επίσης, ζητείται ο συνολικός βαθμός χρησιμοποίησης των πόρων του συστήματος.

Θα υποθέσουμε ότι ο χρόνος εξυπηρέτησης είναι κατανομημένος εκθετικά για τον δίσκο και την εξερχόμενη σύνδεση, και ακολουθεί Erlang-4 στη CPU. Με βάση τον μέσο αριθμό επισκέψεων προσδιορίζονται οι αντίστοιχες πιθανότητες δρομολόγησης. Υποθέτουμε ότι στη CPU οι εργασίες εξυπηρετούνται με κανονισμό Processor Sharing, ενώ στους δίσκους και στην εξερχόμενη σύνδεση με κανονισμό FIFO.

Θα χρησιμοποιηθεί η αναγεννητική μέθοδος με βαθμό εμπιστοσύνης 95%. Το διάστημα εμπιστοσύνης μπορεί να υπολογίζεται κάθε 20 αναγεννητικούς κύκλους. Η εκτέλεση του προγράμματος θα σταματά όταν το διάστημα εμπιστοσύνης για τον μέσο χρόνο απόκρισης της κατηγορίας subscriber έχει μήκος μικρότερο από το 10% της μέσης τιμής ή όταν εκτελεστούν 1000 αναγεννητικοί κύκλοι.

---

Το πρόγραμμα προσομοίωσης θα αναπτυχθεί σε γλώσσα προγραμματισμού της επιλογής σας. Η αναφορά θα πρέπει να περιλαμβάνει σύντομη περιγραφή του μοντέλου προσομοίωσης, τον πηγαίο κώδικα του προγράμματος καθώς και τα αποτελέσματα με σχολιασμό.

Πριν ασχοληθείτε με την εργασία, να διαβάσετε προσεκτικά το Παράδειγμα 7.3 του Συγγράμματος.
--