

Συστήματα Αναμονής

Εργασία Προσομοίωσης

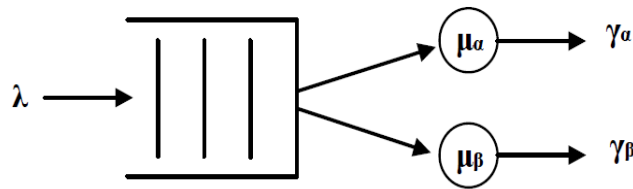
Κατσαραγάκης Μανώλης  
el13059

Κυτέας Απόστολος  
el13209

13 Ιουλίου 2018

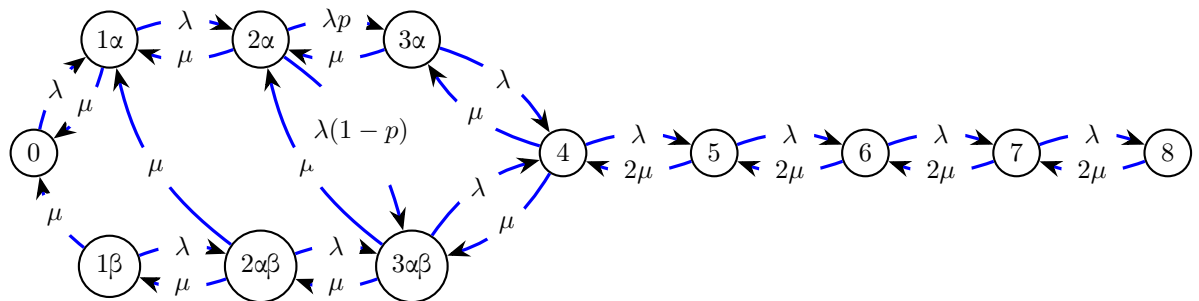
## Ουρά M/M/2/8 με Κατώφλι (Threshold) και Τυχαία Ενεργοποίηση

Στην άσκηση αυτή κληθήκαμε να προσομοιώσουμε και να μελετήσουμε ένα M/M/2/8 σύστημα. Σε αυτό το σύστημα αναμονής με 2 εξυπηρετητές και μέγιστο αριθμό πελατών 8 συμπεριλαμβανομένων αυτών που εξυπηρετούνται, εφόσον ο αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι μικρότερος του  $k(k=3,4,5,6)$  οι αφίξεις δρομολογούνται στον εξυπηρετητή  $\alpha$ , ενώ την ίδια στιγμή ο  $\beta$  παραμένει ανενεργός(idle). Όταν ο αριθμός των πελατών στο σύστημα είναι ίσος με  $k$ , τότε ο  $\beta$  παραμένει ανενεργός με πιθανότητα  $p$  ή ενεργοποιείται με πιθανότητα  $1-p$ . Αυτό σημαίνει ότι μια νέα άφιξη 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 και οι 2 εξυπηρετητές είναι ενεργοί. Για την κατάσταση του συστήματος με ενεργοποιημένο τον εξυπηρετητή  $\beta$  και με αριθμό πελατών  $(k+1)$ , 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  $\lambda=6,7,8$  πελάτες/sec και εκθετικές εξυπηρετήσεις ρυθμού  $\mu_\alpha=\mu_\beta=8$  πελάτες/sec. Για τη πιθανότητα ενεργοποίησης έχουμε ότι  $p=0.5$ . Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται το εν λόγω σύστημα:



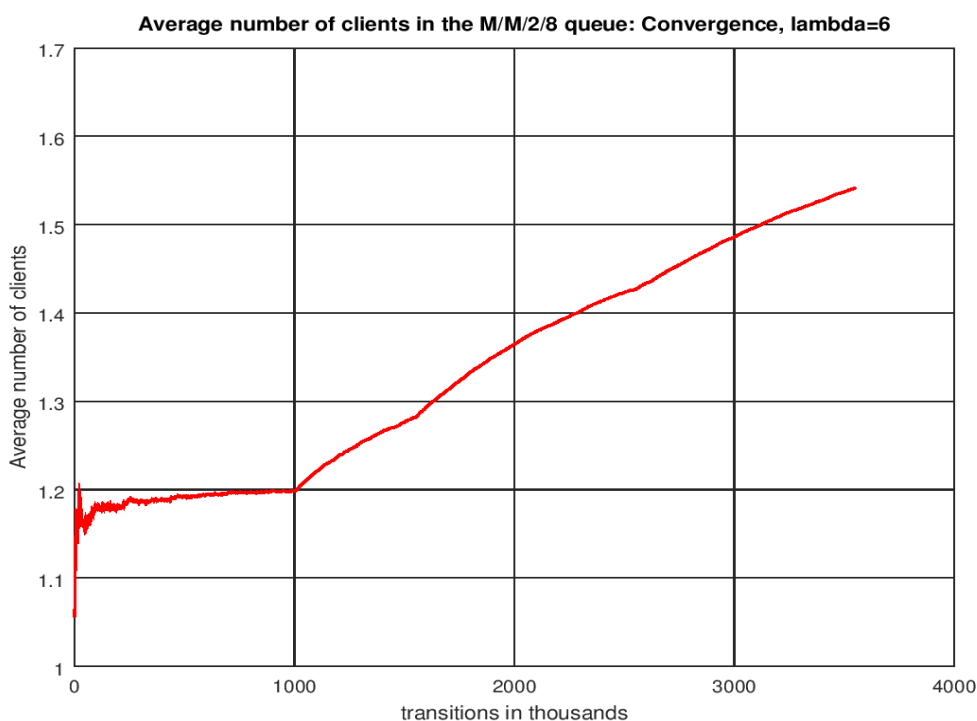
Σχήμα ρυθμών μεταβάσεων καταστάσεων του συστήματος για  $k=3$ .

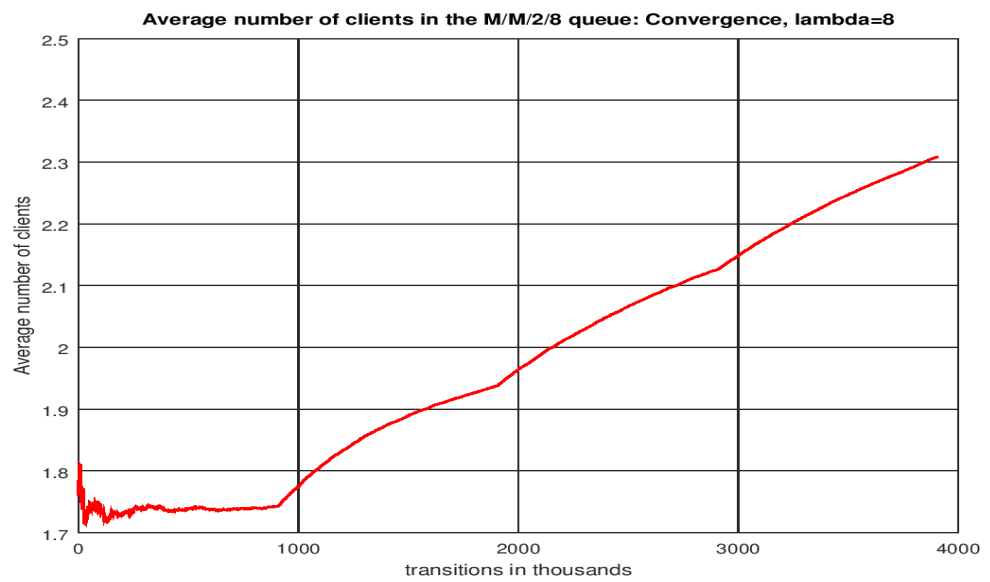
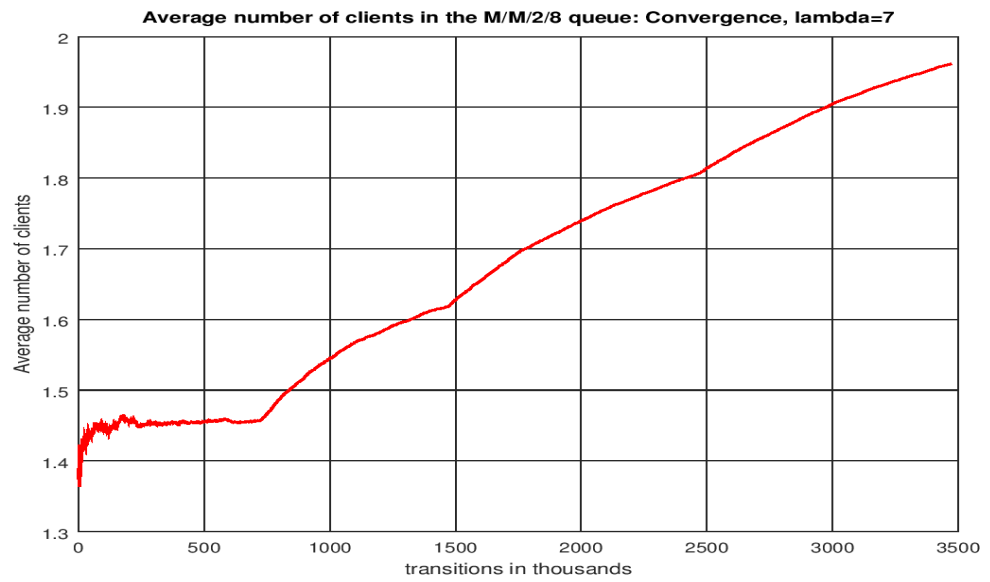
Αρχικά, παρατίθεται το διάγραμμα ρυθμού μεταβάσεων καταστάσεων του συστήματος για τη τιμή του κατωφλίου  $k=3$ .



## 1. Μέσος Αριθμός Πελατών στο Σύστημα για $k=3, \dots, 6$

Σε αυτό το ερώτημα ζητάται ο αριθμός των πελατών στο σύστημα για  $k=3, \dots, 6$ , και για τις 3 περιπτώσεις του ρυθμού εισόδου, όπως αυτό εξελίσσεται κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης. Η προσομοίωση σταματάει όταν ικανοποιηθεί το κριτήριο σύγκλισης, το οποίο είναι να έχουν δύο διαδοχικές μετρήσεις του μέσου αριθμού πελατών διαφορά μικρότερη από 0.0000001 ή να έχουμε ξεπεράσει τις 1000000 μεταβάσεις καταστάσεων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις επόμενες γραφικές παραστάσεις:



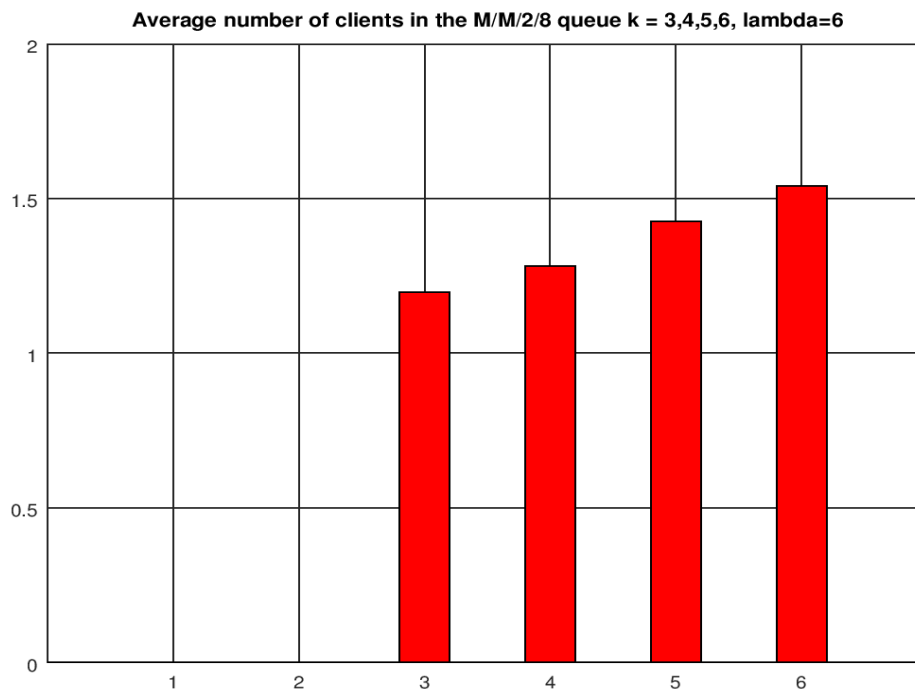


## 2. Μέσος αριθμός πελατών, μετά τη σύγκλιση ανωτέρω, σαν συνάρτηση του $k$ για κάθε τιμή του ρυθμού εισόδου

Σε αυτό το ερώτημα παρουσιάζεται ο μέσος αριθμός των πελατών, αφού το σύστημα έχει φτάσει σε σύγκλιση. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα:

	k	3	4	5	6
lambda					
6		1.19842	1.31660	1.45189	1.49287
7		1.46427	1.58147	1.77337	1.93523
8		1.74248	1.93794	2.12613	2.30843

Τα ίδια αποτελέσματα παρατίθενται και στις επόμενες γραφικές παραστάσεις:





3. Λόγος ρυθμών απόδοσης

4. Σχολιασμός αποτελεσμάτων