

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Μάθημα: Συστήματα Ουρών Αναμονής

Εξάμηνο: 7^ο

Φοιτητής: Πετρουσόβ Ιωάννης

ΑΕΜ: 343

Ανάλυση και Προσομοίωση της Ουράς M/M/1

- Με δεδομένες τις τιμές $\lambda=3$ και $\mu=4$ το σύστημα βγάζει τα παρακάτω αποτελέσματα.

```
arrival at 78.698179
nprev = 3.000000
ncur 3.000000

simulation end
SIM:
average clients in system: 3.000
average clients in queue: 2.000
average clients in server: 1.000
average time in system: 0.822
average time in queue: 0.633
average time in server: 0.230
total arrivals in system: 236
total departures from system: 233
>> |
```

- Βλέπουμε ότι το σύστημα έτρεξε για 78.698 χρονικές μονάδες και ότι ο συνολικός αριθμός αφίξεων ήταν $A(t)=236$ πελάτες. Επίσης

$$E[N]=3$$

$$E[N_q]=2$$

$$E[N_s]=1$$

$$E[R]=0.822$$

$$E[w]=0.633$$

$$E[s]=0.230$$

από τα παραπάνω μπορούμε να βγάλουμε το $\lambda = \frac{A(t)}{t} = 2.998$

Βάση θεωρήματος little βγάζουμε

$$E[N] = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = 3$$

$$E[N_q] = \frac{\lambda^2}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} = 2.25$$

$$E[N_s] = \frac{\mu \cdot \lambda - \lambda^2}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} = 0.75$$

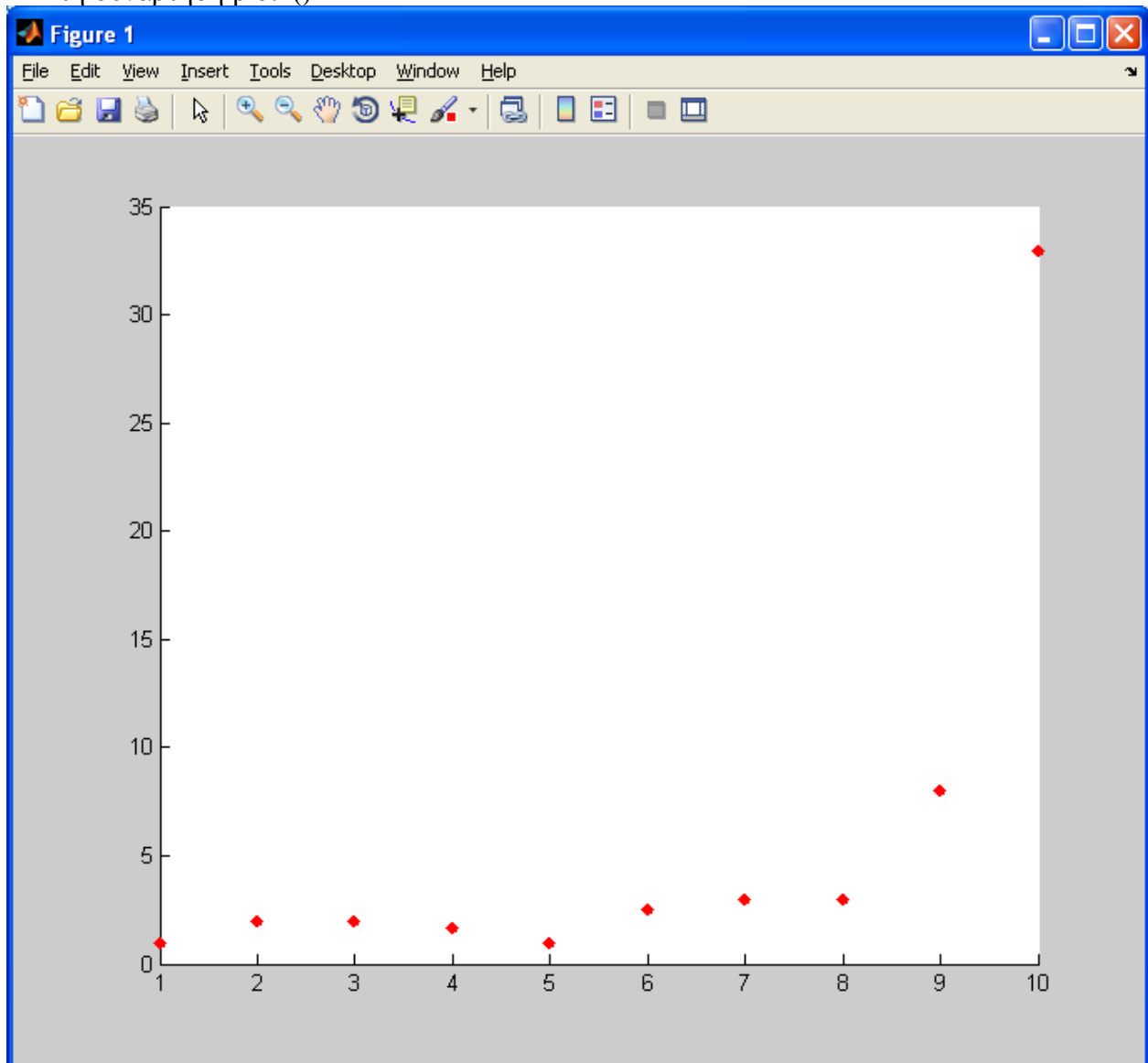
$$E[R] = \frac{1}{(\mu - \lambda)} = 1$$

$$E[w] = \frac{\lambda}{\mu \cdot (\mu - \lambda)} = 0.75$$

$$E[s] = \frac{1}{\mu} = 0.25$$

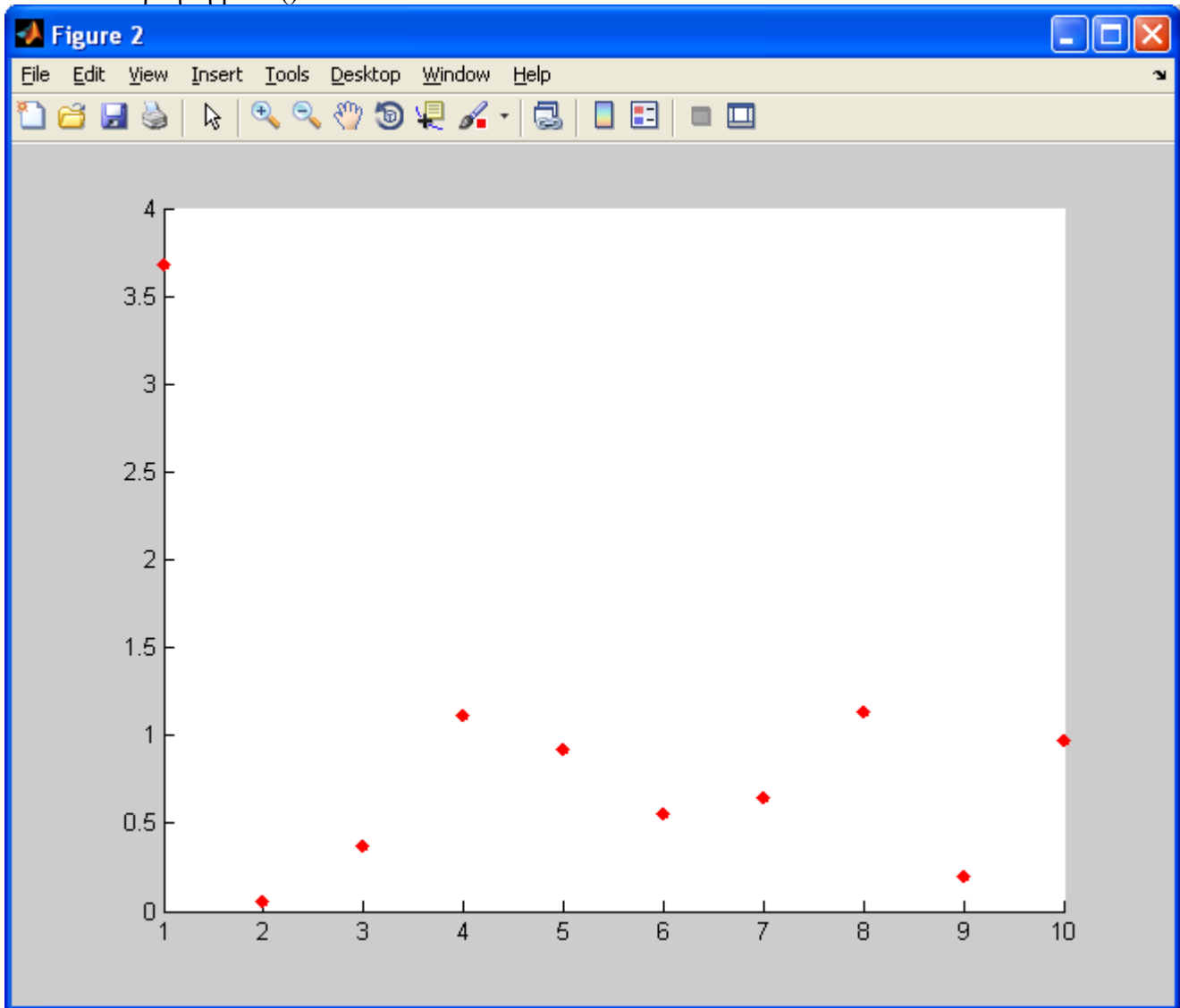
Συγκρίνοντας τα θεωρητικά αποτελέσματα με τα αποτελέσματα της προσομοίωσης, παρατηρούμε ότι οι διαφορές είναι ελάχιστες.

- Η γραφική παράσταση του μέσου αριθμού πελατών στο σύστημα συναρτήσει του λ γίνεται από τη συνάρτηση `plot1()`



Βλέπουμε στον οριζόντιο άξονα τις τιμές του λ και στον κάθετο τις τιμές του $E[N]$. Όσο αυξάνεται το λ τόσο πιο γρήγορα θα έρχονται νέοι πελάτες στο σύστημα.

- Η γραφική παράσταση της μέσης καθυστέρησης στο σύστημα συναρτήσει του μ γίνεται από τη συνάρτηση `plot2()`



Βλέπουμε στον οριζόντιο άξονα τις τιμές του μ και στον κάθετο τις τιμές του $E[R]$. Όσο αυξάνεται το μ τόσο πιο γρήγορα θα εξυπηρετούνται οι πελάτες από το σύστημα.

- Επειδή η συνάρτηση προσομοίωσης `MM1()` τερματίζει με βάσει το μέγεθος του παραθύρου τα αποτελέσματα που βγαίνουν δεν συμπίπτουν πάντα με τα θεωρητικά αποτελέσματα των εξισώσεων του θεωρήματος little. Οι παραπάνω τιμές εμφανίστηκαν αφού έτρεξα τη συνάρτηση 2-5 φορές.