1.2 -   
היתרון המרכזי של שמירת תור האירועים בצורת ערימה היא האפשרות למצוא את האירוע בעל הזמן המינימלי בO(1) ולהסירו מהתור בO(log n) בעוד שברשימה מקושרת פעולות אלו היו לוקחות O(n). יתורונות של רשימה מקושרת על פני ערימה הם: פשטות המימוש ופעולת הכנסה לתור אשר לוקחת O(1) כאשר בערימה פעולה זו לוקחת O(log n).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | מספר צרכנים שקיבלו שירות | זמן ההמתנה הממוצע |
| 1 | 5 | 0.8198 |
| 2 | 2 | 0.3951 |
| 3 | 6 | 0.6525 |
| 4 | 5 | 0.9893 |
| 5 | 10 | 1.0149 |

שאלה 3

1. ניתן לפתח את משוואות המצב היציב כפי שעשינו בהרצאה, ונקבל כי\* P0 P1000 = .  
   נחשב את P0: 1=

P1000 = .

1. ראינו בהרצאה כמסקנה מחוק ליטל שעבור תור M/M/1 מתקיים כי E(T) = כאשר T הוא זמן ההמתנה כלומר השירות ולכן במקרה שלנו נקבל כי E(T) = .

כעת נחשב את תוחלת מספר הצרכנים שקיבלו שירות:   
אנחנו יודעים שכל עוד התור לא ריק, קצב הטיפול הוא שני צרכנים ליחידת זמן, בסעיף 1 ראינו כי ההסתברות שהתור ריק היא בערך חצי. כלומר חצי מהזמן התור מטפל בשני צרכנים ביחידה זמן ולכן בתוחלת קצב הטיפול הוא צרכן אחד ליחידת זמן. בגלל שאנחנו מריצים את התור במשך 5 יחידות זמן, תוחלת הצרכנים שיקבלו שירות היא 5.

1. הפער בין התוצאה התיאורטית לתוצאה בטבלה נובע מכך שביצענו מספר יחסית קטן של סימולציות ובנוסף לכך סימולציה רצה לזמן יחסית קצר מה השגרם לשונות גדולה בין תוצאות ההרצות. סיבה נוספת היא שהסימולציה מתחילה ממצב של תור ריק ולא ממצב יציב ומכיוון שהריצה היא לזמן קצר יחסית, הזמן ההתחלתי אינו זניח.
2. מהרצת הסימולציה עבור ערכי K שונים, עבור מספר הצרכנים שקיבלו שירות, קיבלנו כי עבור K =100 אחוז השגיאה הממוצעת קטנה מתחת ל5% ועבור K=1500 השגיאה הממוצעת קטנה מתחת ל1%. את התוצאות ניתן להסביר באמצעות החוק של המספרים הגדולים האומר שככל שנגדיל את מספר הניסויים ממוצע תוצאות הניסויים יתקרב לתוחלת.  
   במקרה של זמן ההמתנה הממוצע, קיבלנו כי גם כאשר מגדילים את K השגיאה אינה יורדת זאת בעקבות כך שבמקרה מתייחסים לכך שהתור נמצא במצב יציב בעוד שבסימולציה שלנו התור מתחיל ריק, וכאשר הסימולציה רצה זמן קצר אז פרק הזמן שהתור ריק אינו זניח ולכן גם כאשר K גדל התוצאה הממוצעת קטנה מהתוצאה התיאורטית והיא שואפת ל 0.75.
3. דרך נוספת להגדיל את הדיוק בתוצאות הסימולציה היא להריץ את הסימולציה לזמנים ארוכים יותר, עבור T = 10000, קיבלנו כי עבור K=1 השגיאה של מספר הצרכנים שקיבלו שירות יורדת מתחת ל5% והשגיאה של זמן ההמתנה יורדת מתחת ל1% ועבור K=10 השגיאה של מספר הצרכנים שקיבלו שירות יורדת מתחת ל1% והשגיאה של זמן ההמתנה יורדת מתחת ל0.5%. תוצאה זו גם ניתנת להסבר באמצעות החוק של המספרים הגדולים, מכיוון שסימולציה מורכבת מאוסף של "ניסויים" שהם בעצם הגרלה של מספרים בעלי התפלגות אספוננציאלית ולכן גם במקרה זה כאשר נבצע מספר גדול של ניסויים התוצאה תשאף לתוחלת.