

תרגיל בית 1 – מוקד תמיכה טכנית

במוקד תמיכה טכנית שפועל 24/7 משיבים לפניו בשני ערוצים. טלפון ומייל. קצבי הפניות בכל אחד מהערוצים בכל אחת מ 168 השעות בשבוע הקרוב נתון. נסמן את הקצבים ב λ_t^m ו λ_t^v בהתאמה כאשר t זה האינדקס של השעה בשבוע.

במוקד עובדים מוקדנים המשתייכים לשתי קבוצות. כאלו המתמחים במשוב טלפוני וכאלו המתמחים במשוב במייל. כל אחד מחברי הקבוצה הראשונה יכולים להשיב על פניות טלפוניות בקצב μ^{vv} ועל פניות במייל בקצב μ^{vm} . באופן דומה קצבי המענה של העובדים המתמחים במשוב במייל משרתים את הפניות בקצבים μ^{mm} ו μ^{mv} . כל הקצבים נתונים ביחידות של פניות לשעה.

תהליך המופע של פניות משני הסוגים הוא תהליך פואסון בקצב המשתנה משעה לשעה במהלך שבוע העבודה וזמן השירות מתפלג מעריכית עם הקצבים הרלוונטים.

מערכת הניתוב במוקד מנתבת פניות טלפוניות למוקדנים הטלפונים ופניות במייל למוקדני המייל. למרות האמור כאשר מוקדן מייל בטל וממתנה בתור פניה טלפונית, היא מנותבת אליו. באופן דומה אם המוקדן הטלפוני בטל ובתור ממתנה פניה במייל, היא מנותבת אליו.

מוקדנים משני הסוגים שהתחילו לטפל בפניה השייכת לסוג השני משלימים את הטיפול בה עד תומו, גם אם בינתיים מוקדן מהסוג השני התפנה. לדוגמה במידה ונותבה פנייה במייל למוקדן הטלפוני ובמהלך הטיפול בה מוקדן המייל התפנה ופנייה טלפונית חדשה הגיעה לתור, המוקדן הטלפוני מסיים את הטיפול בפנייה במייל ומוקדן המייל יטפל בפנייה הטלפונית.

1. הציגו שרשרת מרקוב המתארת את מצב המערכת (ומאפשרת חישוב של הגדלים בסעיפים 2-3) בהנחה שהמוקד מאויש במוקדן אחד מכל סוג בכל שעות השבוע הקרוב.
הדרכה: ניתן להגדיר את המצבים באמצעות הרבעייה (x, y, k, l) כאשר:
 x מספר הפניות הטלפוניות הממתנות בתור לתחילת טיפול
 y מספר הפניות במייל הממתנות בתור לתחילת טיפול
 k מצב המוקדן הטלפוני (0 בטל, v מטפל בפניה טלפונית m מטפל בפניית מייל)
 l מצב מוקדן המייל (0 בטל, v מטפל בפניה טלפונית m מטפל בפניית מייל)

בסעיפים הבאים הניחו $\mu^{vv} = 14$, $\mu^{vm} = 9$, $\mu^{mm} = 13$, $\mu^{mv} = 10$. קצבי ההגעה של הפניות מהסוגים השונים בכל אחת משעות השבוע $(\lambda_t^m, \lambda_t^v)$ נתונים בקובץ מצורף. תקופת התכנון עברה יש נתונים בקובץ מתחילה ביום ראשון בשעה 00:00. לצורך המענה על הסעיפים האלו הניחו שניתן להזניח מצבים בהם מספר הפניות הממתנות בתור מכל אחד מהסוגים עולה על 10 ושהמוקד מתחיל את השבוע ריק ועם שני שרתים בטלים.

2. חשבו בקירוב את תוחלת מספר הפניות הטלפוניות בתור בכל אחת מהשעות במהלך השבוע (סך הכל 168 שעות שונות). הציגו את התוצאה באמצעות גרף תוך שימוש בתבנית המסופקת עם התרגיל.
3. חשבו את תוחלת מספר הפניות הטלפוניות במהלך השבוע שבהן מוקדן המייל.

שאלת בונוס (עד 5 נקודות לציון הסופי של הקורס)

קבעו את רמת האיוש של כל אחד מסוגי העובדים בכל אחת משעות השבוע (בכל שעה יכולים להיות 0,1 או 2 עובדים מכל אחד משני הסוגים) באופן שימזער את עלות העבודה ויבטיח ש 80% מהפונים הטלפוניות במהלך השבוע יקבלו מענה מיידי. משטר ניתוב השיחות ללא שינוי מהשאלות הקודמות בתרגיל. עלות העסקה של מוקדן בשעות 8-20 בימי חול ו 8-16 בשישי היא 50 ש"ח לשעה ועלות העסקה בייתר השעות בשבוע היא 80 ש"ח לשעה.

הנחיות לשאלת הבונוס: את הפתרון יש להגיש בקובץ csv עם שתי עמודות. עמודה ראשונה למספר המוקדנים הטלפונים ואחריה עמודה עם מספר מוקדני המייל בכל אחת מ 168 השעות בשבוע. לצורך הפתרון של שאלת הבונוס אתם רשאים להשתמש בכל שיטת פתרון שאתם מכירים ולא רק בשיטות שנלמדו בקורס "מערכות שירות".

הנחיות כלליות להגשת התרגיל:

- תאריך אחרון להגשת התרגיל - 07.04 בשעה 23:00.
- ההגשה תתבצע על פי הקבוצות בהן אתם רשומים.
- מאתר הקורס ניתן להוריד את קובץ קצבי ההגעה של הפניות, "HW1_data.csv". העמודה הראשונה מכילה את הקצבים של הפניות הטלפוניות λ_t^m והעמודה השנייה את קצבי הפניות במייל λ_t^e . השורה הראשונה בקובץ מתייחסת לקצב ההגעה ביום ראשון בשעה 0:00-1:00, השניה עבור השעה 1:00-2:00 וכך הלאה.
- בנוסף, באתר הקורס מופיעה תבנית קוד אשר קוראת את קובץ הנתונים ושומרת אותם בשני וקטורים `lamb_mail` ו `lamb_phone`. התבנית מגדירה את הפרמטרים הנדרשים ואת הגרף שיש להציג עבור שאלה 2.
- ההגשה צריכה לכלול שני קבצים:
 - מסמך PDF בהיקף של עד ארבעה עמודים הכולל את פרטי הזיהוי של חברי הקבוצה ותשובה לשאלה 1. יש להסביר בקצרה את אופן החישוב שבוצע בשאלות 2-3 ולצרף את התוצאות שהתקבלו.
 - קובץ פייתון (עם סיומת .py) של התכנית שכתבתם כדי לחשב את התשובות לשאלות 2-3.
 - יש להקפיד על תאימות לפייתון 3.
 - על הקוד להיות מתועד.
 - התכנית תשתמש בספריות סטנדרטיות של פית'ון ובכאלו שנכללו בתבנית בלבד.
 - אין לשנות את שמות הפונקציות, המשתנים וקטע הקוד הרלוונטי לגרף.
 - השתמשו בשמות משמעותיים למשתנים ופונקציות ותעדו את הקוד שלכם היטב באמצעות הערות.
- שמות הקבצים צריכים להיות `hw1_group_i.X` כאשר `i` הוא מספר הקבוצה ו-`X` הוא סיומת הקובץ (`py` או `pdf`).
- העבודות יוערכו על סמך נכונות הפתרון, אולם תכניות שזמן החישוב שלהם עולה 5 דקות (על מחשב סביר כמו המחשבים במעבדה 424) לא יבדקו. הישום שלנו הוביל לפתרון בכעשר שניות. כמו כן, הגשות שלא יצורף להן קוד או שהוקד המצורף לא רץ, לא יבדקו.