

תרגיל 4 – תכנות מקבילי

הגשה עד ה - 26/09/21 בשעה 23:59

תיאור כללי

המטרה בתרגיל זה היא להתנסות בתכנות "בו-זמני" וסנכרון בין Threads, תוך שימוש בכלים שונים. זהו התרגיל המסכם של הקורס, לאורך כל התרגיל שימו לב כי אתם שומרים על כל העקרונות של פיתוח תוכנה מונחה עצמים שנלמדו עד עתה בקורס. מומלץ מאוד לקרוא את כל ההנחיות מתחילתן ועד סופן טרם התחלת העבודה, **להבין טוב את תרשימי המערכת (מצורף בהמשך – מומלץ להסתכל בתרשימים במהלך הבנת הסיפור)** ולעבוד על-פי ההנחיות הנמצאות בסוף המסמך.

שימו לב כי עבודה זו ממשיכה את סיפור המעשה של עבודה 3 אך **האובייקטים בה הינה שונים בשדותיהם ובמימוש שלהם**. לפיכך, ראשית קראו מה נדרש בעבודה זו, ורק לאחר מכן חישובו האם אתם יכולים לייבא מחלקות מסוימות מהעבודה הקודמת או לערוך אותן בצורה מסוימת.

סיפור המעשה

בעקבות הצלחת האפליקציה לניהול יום ההצבעה לרשויות המוניציפליות, משרד הפנים מבקש מכם לבנות מערכת אשר מדמה הגעת האזרחים לקלפי ומדמה את ההצבעה עד לספירתה. כפילוט – המערכת תוטמע בעיר באר שבע בלבד.

תיאור התהליך באופן כללי

המצביעים אשר ממשים את זכותם הדמוקרטית מגיעים לתור המאבטחים בקלפי. ישנם מספר מאבטחים בקלפי (המספר נקבע על פי קלט המשתמש). תפקיד המאבטח הינו לוודא שהמצביע שהגיע אכן מופיע ברשימת המצביעים הקיימים שברשותו. במקרה ותעודת הזהות של המצביע לא מופיעה ברשימה, ישלח המצביע למנהל הקלפי בכדי לבדוק האם באפשרותו להוסיף את המצביע לרשימה. במידה והמנהל החליט שאפשר להוסיף לרשימה, המנהל יחזיר אותו חזרה לתור המאבטח. במידה והמנהל החליט שאי אפשר להוסיף לרשימה, המצביע ישלח הביתה. לאחר שהמצביע עובר את התור של המאבטחים, יחכה המצביע בתור על מנת להצביע לראש העיר ולרשימה המועדפת. במקרה בו יש חשד להצבעה לא תקינה ילך המצביע לשוטר אשר יבדוק את חומרת המעשה ויחליט האם להחזירו לתור הקלפי שממנו יצא או לשלוח אותו הביתה. לאחר ההצבעה יסיים המצביע את תפקידו וילך הביתה. בסוף היום מזכיר הקלפי יתחיל בתהליך הספירה של קולות הבוחרים. [סיום היום מפורט בהמשך](#).

האובייקטים במערכת

עליכם לממש את כל האובייקטים הרשומים בהנחיות, ללא יוצא מן הכלל. מפורטים בסעיפים הבאים 10 אובייקטים (כולל GUI, ותורים). יש לממש את כולם עם שם זהה לשם המופיע כאן באנגלית. ניתן להוסיף אובייקטים נוספים (כולל מחלקות אבסטרקטיות וממשקים), כראות עיניכם.

1. מצביע (Voter)

כל מצביע יש את המאפיינים הבאים: שם פרטי, שם משפחה, גיל, מספר תעודת זהות, עדיפות לראשות עיר, עדיפות לרשימה וזמן ההגעה לקלפי (מתחילת היום, בשניות – יסומלץ ע"י Sleep). כל המצביעים (Voters) ייווצרו עם תחילת הריצה מתוך קובץ קלט. לאחר שיווצר המצביע במערכת הוא ימתין עד שיגיע זמנו להיכנס לקלפי. כאשר יגיע זמן ההגעה לקלפי ינסה המצביע להיכנס לקלפי, במקרה בו הקלפי נסגר המאבטח לא יאפשר למצביע להיכנס לתור והמצביע יחזור לביתו.

2. מאבטח (SecurityGuard)

בתחנה ישנם מספר מאבטחים הנקבעים על ידי קלט מהמשתמש. למאבטחים יש רשימה עם כל מספרי תעודות-הזהות של בעלי זכות ההצבעה (Voters) בקלפי. תפקידם הוא לוודא שהמצביעים אשר מגיעים לקלפי אכן מופיעים ברשימה. זמן בדיקת תעודת הזהות לוקח בין 2 ל 5 שניות (באופן אקראי). במקרה והמצביע אינו מופיע ברשימה או שגילו מתחת לגיל 17, הוא ישלח לתור מנהל הקלפי אשר יחליט מה לעשות. במקרה ותעודת הזהות תקינה והוא אכן מופיע ברשימה, יוביל המאבטח את המצביע לתור לקראת ההצבעה במערכת ההצבעה. שימו לב, בסוף היום יודיע מזכיר הקלפי למאבטחים לא לאפשר למצביעים אשר הגיעו לאחר שעת הסיום להיכנס לקלפי.

3. מנהל (Manager)

מנהל התחנה אחראי על בדיקת המצביעים אשר לא מופיעים ברשימת המאבטחים. המנהל מוציא מצביעים מהתור ומנסה לראות האם יש באפשרותו לתת להם להצביע בקלפי הנוכחי או לא. לפני תהליך הבדיקה, בודק המנהל את גילו של המצביע, במקרה בו גילו של המצביע מתחת לגיל 17 ישלח המצביע הביתה. אחרת יבדוק את האפשרות להחזיר אותו לתור המאבטח לאחר שהוסיף את תעודת הזהות של המצביע לרשימת המצביעים החוקיים בקלפי (שנמצאת בידי המאבטח). ב-90% מהמקרים יתמודד המנהל עם ההליך הבירוקרטי הנדרש על מנת להכניס את המצביע חזרה לתור

המאבטחים וב-10% ישלח המנהל את המצביע חזרה הביתה. הטיפול הבירוקרטי לוקח בין 3 ל 6 שניות (באופן אקראי). במקרה בו נגמר היום **לא** יאפשר המנהל להחזיר את המצביע לתור.

4. כרטיס הצבעה (VoteTicket)

כרטיס ההצבעה נוצר על ידי מערכת ההצבעה. לכל כרטיס יש את המאפיינים הבאים: אינדקס הכרטיס, תעודת זהות המצביע, גיל המצביע, ראש העיר הנבחר על ידי המצביע והרשימה הנבחרת על ידי המצביע.

לאחר שהמערכת יוצרת את כרטיס ההצבעה, המערכת תכניס את כרטיס ההצבעה לרשימת הכרטיסים בקלפי, ממנה סופר הקולות יתחיל לספור את הקולות בסוף היום. אינדקס הכרטיס הינו מספר אינדקס רץ אשר גודלו נקבע על פי סדר הגעת המצביעים. אופן ההשוואה הטבעי בין כרטיסי ההצבעה יתבצע על פי אינדקס הכרטיס. בנוסף, יש לאפשר השוואה בין הכרטיסים על בסיס ערכו של גיל המצביע. בנוסף, יש לשים לב שבתהליך יצירת כרטיס ההצבעה על ידי מערכת ההצבעה קיימת הסתברות של 0.2 שתהליך היצירה לא יתבצע כראוי. במקרה זה יש להגיב באגרסיביות.

5. מערכת הצבעה (VotingSystem)

בקלפי ישנן 2 מערכות הצבעה. מערכת ההצבעה יוצרת את כרטיסי ההצבעה. כאשר המערכת פנויה היא מזמינה את מצביע על ידי הוצאת המצביע מהתור. לאחר שהמערכת יוצרת את כרטיס ההצבעה המערכת תכניס את כרטיס ההצבעה לרשימת הכרטיסים בקלפי, ממנה סופר הקולות יתחיל לספור את הקולות בסוף היום. תהליך ההצבעה לוקח 2 שניות. במקרה בו ישנם מצביעים אשר מחכים בתור לאחר סיום היום, המערכת תמשיך לעבוד עד שכל המצביעים שנכנסו לקלפי יקבלו שירות. בסוף היום תיסגר המערכת על ידי סופר הקולות. במקרה בו תהליך ההצבעה לא יתבצע כראוי (כפי שמפורט באובייקט כרטיס הצבעה), ישלח המצביע על ידי המערכת לשוטר שיבדוק את בעיית תהליך ההצבעה. לאחר תהליך הצבעה תקין, המצביע ילך לביתו.

6. שוטר (Policeman)

בתחנה ישנם 3 שוטרים. תפקידו של השוטר הוא לבצע בדיקה, אודות חומרת תהליכי ההצבעה הלא תקינים. כאשר אותרה הצבעה לא תקינה ישלח המצביע אל עבר התור של השוטר. לאחר תחקור אשר נמשך כ- 4 שניות, השוטר מחליט בהסתברות של 0.5 האם לשלוח את המצביע לביתו או להחזירו לתור לקראת הצבעה מחודשת במערכת ההצבעה. במקרה בו נשלח המצביע לשוטר בפעם השנייה, השוטר שולח את המצביע לביתו ללא תחקור כלל.

7. סופר הקולות (VotesCounter)

סופר הקולות מתחיל לעבוד רק בסוף היום. לכן, רק כאשר יגיע סוף היום (משתנה אשר יוזן על ידי ה-GUI), יודיע לשומרים, לשוטרים ולמנהל הקלפי על סוף היום.

שימו לב כאשר היום מסתיים:

- המאבטחים יאפשרו למצביעים לסיים את תהליך ההצבעה, אך אם המצביע צריך להישלח לתור המנהל לאחר סיום היום ישלח במקום לביתו.
- המנהל ישלח באופן אוטומטי את המצביעים המחכים בתור לביתם.
- השוטרים ישלחו את המצביעים בתורם לביתם ולא יאפשרו חזרה לתור המצביעים.
- המצביעים שנמצאים בתור להצבעה, יסיימו את תהליך ההצבעה.
- לא יתאפשר למצביעים חדשים להיכנס לתור המאבטחים בסוף היום.

רק כאשר כל התורים ריקים, כל המצביעים הלכו לביתם וכל בעלי התפקידים יסיימו את תפקידם יתחיל סופר הקולות בתהליך הספירה (חשבו על דרך אותה למדנו בכיתה אשר מוודא שאכן כל ה-thread סיימו את התהליך, בנוסף צריך לוודא שאכן לא נשארו threads בתורים ולהוציאם משם) כאשר יתחיל סופר הקולות ידפיס למסך: "Voting is over, let's start counting". סופר הקולות ייגש לרשימת ההצבעות אותה יצרה מערכת ההצבעות ויתחיל בתהליך הספירה וסיכום התוצאות. תהליך ספירת הקולות ייקח 0.2 שניות. לאחר סיום תהליך הספירה יודפסו למסך תוצאות ההצבעה. ההדפסה תראה כך:

The next mayor is: xxxxx

The list with most votes is: xxxxx

לאחר מכן יודפס למסך התפלגות הקולות על פי אחוזים להצבעות לראשות העיר:

Percent voted for Maya Lavie: xxxxx

Percent voted for Roie Zivan: xxxxx

Percent voted for Ben Rachmut: xxxxx

Percent voted for Noam Gaon: xxxxx

לאחר מכן יסיים סופר הקולות את תפקידו ותסתיים התוכנית

תורים, מערכת המידע, GUI

8. GUI

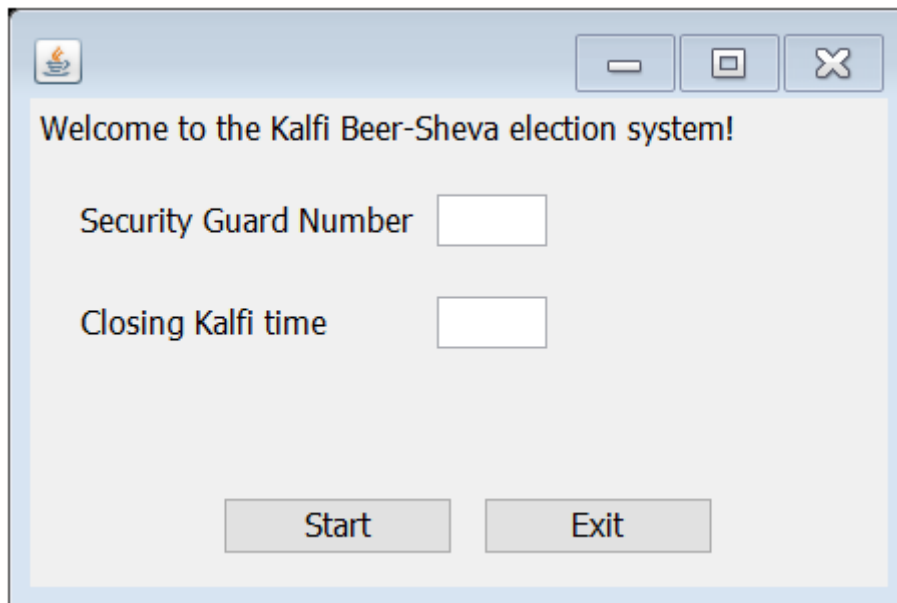
ה-GUI הינו הדבר הראשון המוצג למשתמש עם תחילת ריצת התכנית. הוא יכול לפחות: כותרת, שני שדות קלט לפי המפורט בהמשך (עם תוויות תואמות), ושני כפתורים כפי שמפורט בהמשך. ניתן להוסיף ל-GUI מלל/פונקציונליות שלא סותרת את ההוראות בראות עיניכם (למשל כותרת לחלון או אפשרות סגירה כשלוחצים על ה-X האדום).

קלטים שה GUI יאפשר להזין:

1. כמות המאבטחים בקלפי - **ברירת המחדל שתופיע ב-GUI עם ריצת התוכנית תהיה 1**. על השדה לאפשר הזנה של מספרים שלמים בלבד ומקסימום המאבטחים במערכת הינו 4 (עליכם להוציא הודעה מתאימה למשתמש במידה וניתן קלט לא חוקי) ולאחר מכן לתת למשתמש אפשרות להכניס ערך פעם נוספת.
 2. שעת סגירת הקלפי - **ברירת המחדל שתופיע ב-GUI עם ריצת התוכנית תהיה 8** (כלומר 8 שעות מפתיחת הקלפי, בסימולציית התרגיל, ידומה כ-8 שניות) **שעת הסיום תנוע בין 0 ל-24 שעות מזמן פתיחת הקלפי** (כלומר על המשתמש להזין מספר אשר לא חייב להיות שלם, בין 0-24). במידה והמשתמש מזין מספר גדול מ-24 או קטן מ-0, עליכם להדפיס הודעה למשתמש שהמספר שנבחר הינו 24 או 0 בהתאמה
 3. בעת לחיצה על START - יבוצע אתחול משתנים, קריאת הנתונים מקובץ הקלט, ואז ייווצרו כל האובייקטים, ויום ההצבעה יפתח. כל האובייקטים במערכת יתחילו את "עבודתם" בזמנית.
- יש לאפשר ריצה מחודשת ע"י לחיצה נוספת על START. בריצה הנוספת יכול המשתמש לשנות את ערכי המשתנים.
 - לצד כפתור ה-START ימוקם כפתור EXIT שלחיצה עליו תצא מן התוכנית (הריצה תסתיים והחלון ייסגר). ניתן להניח שלא תתבצע לחיצה על כפתור זה לפני שיום העבודה הסתיים לחלוטין.

הערה: שימו לב, ה-GUI יוצר באופן אוטומטי פונקציית main. פונקציה זו תשמש כפונקציית ה-main שלכם. לצורך בדיקה עצמית, מומלץ ליצור main עצמאי במהלך כתיבת העבודה לפני שיצרתם את ה-GUI. מומלץ מאוד להשאיר חלק זה ושילוב ה-GUI לקראת סוף העבודה.

מצורפת דוגמה ל-GUI. שימו לב, המלל והעיצוב אינם מחייבים – נסו להיות מקוריים.



9. תור לא חסום (Queue)

תור שאינו חסום, ניתן להכניס אליו איברים ללא הגבלה. **חישבו איך יהיה הכי נכון לממש תור זה כך שיתאים למערכת באופן מודולרי ובהתאם לנלמד בקורס.** מופעי תור זה במערכת כפי שתואר לעיל:

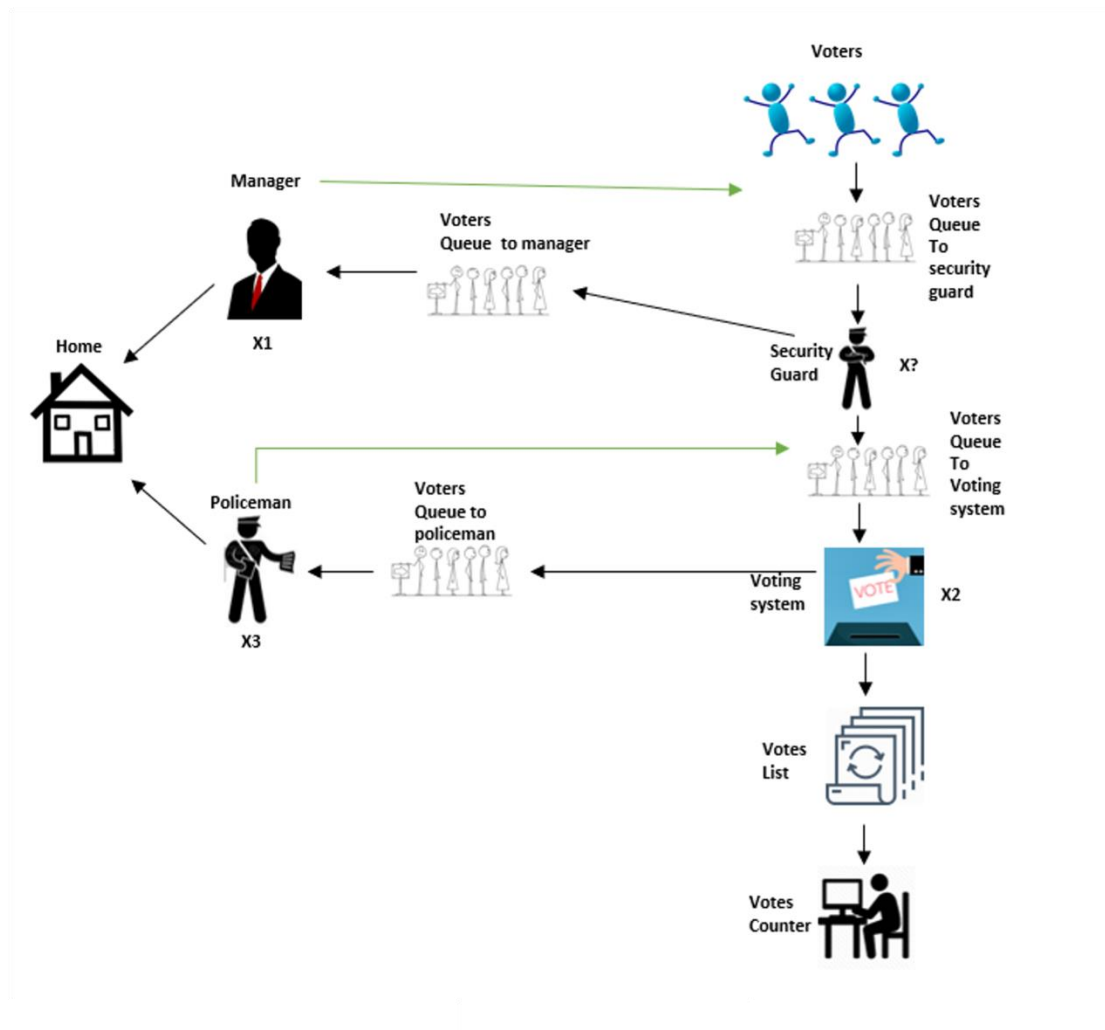
1. תור מצביעים למאבטח הכניסה, אליו המצביעים נכנסים בהגעתם לקלפי בהינתן שהוא פתוח או לאחר בירור עם מנהל הקלפי שלא עברו את המאבטחים בפעם הראשונה.
2. תור מצביעים למערכת ההצבעה, אליו המצביעים נכנסים אחרי שעברו את שומר הכניסה או לאחר בירור עם השוטרים.

10. תור חסום (BoundedQueue)

תור חסום, ניתן להכניס אליו מספר מוגבל של אובייקטים. מספר האיברים המקסימלי בתור יהיה 7. **חישבו איך יהיה הכי נכון לממש תור זה כך שיתאים למערכת באופן מודולרי ובהתאם לנלמד בקורס.** מופעי תור זה במערכת כפי שתואר לעיל:

1. תור מצביעים המגיעים מהמאבטח למנהל הקלפי במקרה בו לא היה באפשרותם להיכנס.
2. תור מצביעים הנשלחים על ידי מערכת ההצבעה לתור שוטרים, אליו המצביעים נכנסים לאחר הצבעה בעייתית.

תרשים סכמתי של המערכת



דגשים והנחיות נוספות

קובץ הקלט

- מצורפים 2 קבצי טקסט **לדוגמה**. קובץ ראשון עם תעודות הזהות עבור המצביעים שהוזמנו לקלפי. בקובץ השני יהיו נתוני המצביעים. קבצי הטקסט עם נתוני המצביעים כולל: שם פרטי, שם משפחה, גיל, מספר תעודת זהות, עדיפות לראשות עיר, עדיפות לרשימה וזמן שעובר מתחילת הריצה ועד הגעת המצביע לקלפי (בפועל יבוצע Sleep עם תחילת הריצה עד הגעת המצביע לקלפי). העבודה תיבדק עם קובץ טקסט **בפורמט** זהה (השדות יכולים לקבל ערכים לפי הנתונים בקובץ הטקסט) אך לא דווקא עם אותם הנתונים. התאימו את הקריאה מקובץ שלכם לפורמט זה. **שימו לב שכל עמודה מופרדת ב- "Tab" בודד מעמודה אחרת ושהשורה הראשונה היא שורת כותרת. בקריאה אתם מתעלמים משורת הכותרת. שימו לב איזה נתון (ומאיזה סוג) יש בכל עמודה.** בתחילת ריצת התוכנית עליכם לקרוא את הנתונים מקובץ הקלט ולהזין את הנתונים הרלוונטיים לאובייקטים השונים, כפי שמוגדר לכל אובייקט. אין לתת נתונים לאובייקט מעבר לנתונים המופיעים בקובץ הקלט (כמו למשל מספר השיחות לעובדי התחנה, אלא אם הוגדר אחרת במחלקה) **יורדו נקודות על נתינת מידע שאינו נחוץ בהכרח לפעולת האובייקט לפי ההוראות.**
- יש לצרף את קובץ הקלט לתוך תיקיית ה-SRC בעת ההגשה.
- עליכם לממש את כל האובייקטים הרשומים בהנחיות, ללא יוצא מן הכלל. ניתן להוסיף אובייקטים נוספים, כראות עיניכם.
- שימו לב שיום העבודה מסתיים אך ורק כאשר כל האובייקטים שרצים במקביל סיימו עבודתם ו"מתו". יורדו נקודות אם בסוף היום יהיו Threads שלא "מתו" (לדוגמא נתקנו בשינה)
- **חשוב ביותר:** בעבודה זו ייבדקו עקרונות פיתוח תוכנה מונחה עצמים שנלמדו לאורך הקורס. שימו לב לגבי עקרונות תכנות מקבילי (סנכרון), הכמסה, תכנות TOP DOWN, ומתי נדרשת הכלה ומתי נדרשים מצביעים הדדיים בלבד (לא הכלה). בנוסף, על המידע לעבור במערכת מבלי שיינתנו מצביעים מיותרים בין האובייקטים – כל אובייקט מקבל גישה לאובייקטים אחרים רק במידה והוא חייב בכך לצורך עבודתו. בנוסף, נסו לחשוב על המערכת במציאות וכיצד הייתה מתנהלת. פתרונות שלא יעמדו בכך יאבדו נקודות.
- במידה וישנם מקרי קיצון שלא פורטו בעבודה אתם יכולים להניח מה שיהיה לכם נוח, ובתנאי שאין סתירה להנחיות שניתנו.

סדר עבודה מומלץ

1. לקרוא את ההוראות.
2. לקרוא את ההוראות שוב.
3. חישבו מה במערכת הינו Thread (אקטיבי) ומה אינו Thread (פסיבי).
4. בצעו תכנון מפורט של תהליך הפתרון שלכם. במהלך התכנות זכרו לתכנת Top Down.
מומלץ מאוד לא לסיים לתכנת כל דבר עד הסוף אלא במהלך תכנות ה-Top Down להשאיר פונקציות ושיטות שלא מימשתם עד הסוף כדי להשלים קודם כל את המבנה הכללי של התהליך.
5. ממשו את מחלקות התורים באופן בסיסי – תור חסום ותור לא חסום בהתאם לעקרונות שנלמדו בקורס. הפעילו חשיבה בחלק זה.
6. ממשו את מערכת המידע עד הסוף.
7. סיימו לממש פונקציות מורכבות של כל האובייקטים.
8. בנו Main לבדיקת העבודה עד כה.
9. שימו לב להעברת המידע במערכת- כיצד כל אחד מודיע למישהו אחר שהוא סיים, וטפלו בתהליך סיום היום.
10. בנו את ה-GUI.

הערה: מומלץ מאוד להשאיר את בניית ה-GUI לסוף. בדקו תחילה שהעבודה עובדת גם בלעדיו (בנו פונקציית main עצמאית, ואתרו בעיות סנכרון).

הוראות הגשה ומידע כללי

- הגשה בזוגות. ביחידים – באישור של אחראי הקורס רועי זיוון בלבד.
- דחיות לעבודה יינתנו ע"י אחראי הקורס רועי זיוון בלבד.
- ודאו שהעבודה שמוגשת היא התיקייה הכי מעודכנת.
- יש להוסיף תיעוד קוד באנגלית (הערות) לאורך כל העבודה. קוד בלי הערות לא ייבדק.
- יש להגיש את כל תיקיית הפרויקט (עם כל המחלקות שנדרשתם לממש וקובץ הקלט) כאשר שם התיקייה יהיה מספרי תעודת הזהות. לדוגמא: 11111111_22222222. את תיקייה זו יש להכניס ל-ZIP (לא RAR) ולהגיש במודל של אחד מבני הזוג בלבד.
- מתרגלת אחראית: מאיה לביא
- בודק תרגילים: עדן פורמן
- כל יום איחור גורר הורדה של 5 נקודות.
- שאלות יש לשאול בפורום בלבד, ורק בנוגע להנחיות ולא לאופן מימוש העבודה.