**תרגיל 4 – תכנות מקבילי**

**תאריך הגשה: 14.07.2024 בשעה 23:59**

## תיאור כללי

המטרה בתרגיל זה היא להתנסות בתכנות מקבילי 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 תרשים המערכת (מצורף בהמשך – מומלץ להסתכל בתרשים במהלך הבנת הסיפור)** ולעבוד על- פי ההנחיות הנמצאות בסוף המסמך.

**סיפור המעשה:**

לאור ההצלחה של האפליקציה ללימודי ה-SAT (עבודה 3), הוחלט בקורס פתמ"ע לאמץ טכנולוגיה לצרכי הוראה, ולבצע בדיקה מהירה של מבחנים בקורס בשיטת "פס ייצור". עליכם לעזור לתכנן את המערכת.

**תיאור התהליך באופן כללי:**

סטודנטים ניגשים למבחן בקורס פתמ"ע. יש לשים לב שהמערכת מתארת מועד ספציפי ולכן המועד הוא לכל הסטודנטים, כלומר הטופס זהה. בתחילת ההרצה מאותחל המועד כפי שמפורט בהמשך. כאשר סטודנט מסיים מבחן, הוא מגיש אותו לאחת הבוחנות. לאחר הגשת המבחן הסטודנט מחכה לעדכון שציוני המבחן עלו מאחראי הקורס. בוחנת מעדכנת את מספר הכיתה על המבחן, ומעבירה אותו לאחד המתרגלים לבדיקה. כאשר מתרגל מסיים לבדוק מבחן, הוא מעביר אותו לאחראי הקורס. אחראי הקורס מאשר כל מבחן שמגיע, ומחליט על פקטור אישי לאותו המבחן בהתאם לסט כללים. כאשר כל המבחנים נבדקו ע"י אחראי הקורס הוא מפרסם הודעה לסטודנטים על פרסום הציונים והפקטור שניתן, ומודיע שהתהליך הסתיים בהצלחה (עד מועד ב'....). יש לשים לב **כי התהליך מתבצע במקביל**, וייתכן וחלק מהסטודנטים יצפו בציון הסופי שלהם בעוד שחלק עדיין עושים את המבחן.

**שימו לב: בהמשך המסמך** [**מצורף תרשים המתאר את התהליך**](#_תרשים_סכמתי)**. היעזרו בו לצורך הבנה נכונה של הסיפור – מומלץ להסתכל בו לפני המשך הקריאה.**

תוכן עניינים

[תיאור כללי 1](#_Toc438128631)

[האובייקטים במערכת 3](#_Toc438128632)

[סטודנט (Student) 3](#_Toc438128633)

[טופס מבחן (Test) 4](#_Toc438128634)

[בוחנת (Aunt) 4](#_Toc438128635)

[מתרגל (Teaching Assistant) 5](#_Toc438128636)

[אחראי הקורס (Lecturer) 6](#_Toc438128637)

[*תורים במערכת* 7](#_Toc438128642)

[ תור לא חסום ((Queue 7](#_Toc438128643)

[GUI 8](#_Toc438128646)

[תרשים סכמתי של המערכת 9](file:///C:\Users\jr\Documents\BGU\תרגולים\תרגול%20פתמע\עבודות\2016A\Assignment4_2016A_V2.docx#_Toc438128647)

[*דגשים והנחיות נוספות* 10](#_Toc438128648)

[סדר עבודה מומלץ 11](#_Toc438128650)

[הוראות הגשה 12](#_Toc438128651)

## **האובייקטים במערכת**

**עליכם לממש את כל האובייקטים הרשומים בהנחיות, ללא יוצא מן הכלל. ניתן להוסיף אובייקטים נוספים כראות עיניכם.**

### סטודנט (Student)

כל סטודנט עונה על מבחן אחד בדיוק, ולאחר מכן מגיש אותו לבוחנת.

לכל סטודנט יש שם, ת.ז., כיתת בחינה (מספר שלם), רמת ידע בחומר (הסתברות לענות נכון על שאלה בודדת במבחן- P), וקצב מענה על שאלות (X שניות לשאלה בודדת). פרטי הסטודנטים יתקבלו כקלט מקובץ טקסט. שימו לב ש-X ו –P משתנים בין סטודנט לסטודנט.

עם תחילת המבחן, הסטודנטים ממלאים את מספר הנבחן שלהם ואת התאריך, ולאחר מכן מתחילים לפתור את השאלות בקצב X שניות לשאלה (יסומלץ ע"י Sleep). המבחנים הם בפורמט של שאלות נכון/לא נכון, וכל שאלה תפתר נכון בהסתברות P.

לאחר שסטודנט עונה על כל השאלות במבחן, הוא ניגש לתור הסטודנטים לפני הבוחנות ומחכה למסור את המבחן לאחת מהן.

פרטי הסטודנטים (ת.ז, כיתת בחינה, קצב מענה על שאלות בשניות X, ההסתברות לענות נכון על שאלה בודדת P) יתקבלו כקלט למערכת – יש ליצור סטודנטים במערכת כמספר הסטודנטים שיתקבלו בקובץ.

### טופס מבחן (Test)

טפסי המבחנים מגיעים לבוחנות מהסטודנטים. המבחנים הם האובייקטים העוברים במערכת. לצורך בדיקה מהירה, הוחלט בקורס על מבחנים עם 20 שאלות של נכון/לא נכון.

לכל מבחן יש מספר מאפיינים (כפי שאתם מכירים):

1. ת.ז.
2. תאריך
3. תשובות הסטודנט (נכון/לא נכון לכל שאלה) – 20 תשובות סה"כ
4. ציון ללא פקטור, ציון לאחר פקטור, ציון סופי למועד

בנוסף, לכל מבחן יש לדעת סטטוס – נחתם ע"י בוחנת, נבדק, אושר ע"י אחראי הקורס וניתן פקטור. שווי כל שאלה במבחן הינו 5 נק', סה"כ 100 נק' לכל השאלות. שימו לב שהתשובות הנכונות אינן חלק מהטופס, והן זהות לכל המופעים של המבחן. התשובות נשמרות אצל המתרגלות (יפורט בהמשך).

המבחנים מועברים בין הישויות הפועלות במערכת (סטודנטים, בוחנות, מתרגלים, אחראי הקורס)

### בוחנת (Proctor)

למבחני פתמ"ע הוקצו 3 בוחנות. לכל בוחנת יש שם וגיל. בנוסף, לבוחנות מועבר מספר הסטודנטים שנבחנים (לפי קובץ הקלט שהתקבל).

תפקידה של הבוחנת הוא לקבל את המבחנים שמגיעים מהסטודנטים. לפני שלושת הבוחנות יש תור יחיד של סטודנטים, וכאשר בוחנת מתפנה היא מקבלת את הסטודנט הבא מהתור. במידה ואין אף סטודנט בתור, הבוחנות ממתינות להגעת סטודנטים. במידה ויש סטודנט בתור, כל הבוחנות ינסו לקחת לו את המבחן בו זמנית.

כל בוחנת שמקבלת סטודנט לוקחת לו את המבחן והסטודנט מחכה לפרסום הציונים.

הבוחנת מעדכנת את סטטוס המבחן לנחתם ע"י בוחנת, ומעדכנת על המבחן את מספר הכיתה. זמן העבודה של הבוחנת הינו רנדומלי לכל מבחן, 1-3 שניות (יסומלץ ע"י Sleep).

לאחר מכן הבוחנת מעבירה את המבחן לבדיקה ראשונית למתרגל הפנוי מבין השניים. לפני

כל מתרגל יש תור של מבחנים הממתינים להבדק. הבוחנת מכניסה את המבחן לתור הקטן יותר בזמן שסיימה עם המבחן.

הבוחנות מסיימות את עבודתן כאשר ביחד קיבלו את כל המבחנים, ואין עוד סטודנטים שמבצעים את המבחן (ניתן לדעת לפי מספר הסטודנטים שנבחנים, שהתקבל כקלט).

### מתרגל (Teaching Assistant)

בקורס פתמ"ע יש 2 מתרגלים, כאשר לכל מתרגל יש שם ושכר של 3 ש"ח לשניית עבודה. לכל מתרגל יש רשימת תשובות נכונות עבור אותו מועד (באותו פורמט של המבחנים, 20 תשובות ל-20 השאלות). רשימת התשובות זהה אצל שני המתרגלים, ונקבעת רנדומלית עם תחילת התהליך – לכל שאלה מתוך ה-20 שאלות באותו המועד נקבעת תשובה בסיכוי של 50% נכון ובסיכוי של 50% לא נכון. עם תחילת התוכנית נקבע במועד (ריצת התוכנית מייצגת מועד מסוים) את התשובות לשאלות. לכל שאלה נקבע בסיכוי 50% כי התשובה היא נכון ובסיכוי 50% שהתשובה היא לא נכון. כלומר, בסיכוי של 50% התשובה לשאלה תהיה נכון, ובסיכוי של 50% הסטודנט יענה את התשובה הנכון במקרה זה "נכון". כל מתרגל בודק את מבחני הסטודנטים שהגיעו אליה מהבוחנות.

המתרגלים לוקחים את המבחנים מתור המבחנים שמונח לפניהם (לכל מתרגל תור משלו, משותף עם הבוחנות). במידה ולמתרגל אין מבחנים ממתינים לבדיקה, הוא ממתין. במידה ויש מבחנים, המתרגל מוציא אותם מהתור (אחד אחד) ומתחילה לבדוק:

הבדיקה אורכת זמן רנדומלי של 1.5-2.5 שניות למבחן (יסומלץ ע"י Sleep). המתרגל משווה את תשובות המבחן אותו היא בודקת לרשימת התשובות שבידה, כאשר בסוף ההשוואה מעודכן ציון המבחן לפי מספר השאלות הנכונות (5 נק' לשאלה). לכל מתרגל יש הסתברות לטעות בחישוב הניקוד של שאלה - . לכל שאלה שהמתרגל בודקת, בסיכוי היא תחשיב את התשובה כנכונה גם אם לא הייתה נכונה. הסתברות זו מתקבלת כקלט ב-GUI (יפורט בהמשך). המתרגל מעדכן את סטטוס המבחן .

שימו לב שעבור כל מבחן שמתרגל בודק, יש לו שכר של 3 ש"ח כפול מספר השניות שעבד על אותו המבחן. יש לשמור את השכר המצטבר.

המתרגלים מסיימים את עבודתם כאשר הן מקבלות הודעה מאחראי הקורס שהתהליך הסתיים.

### אחראי הקורס (Lecturer)

לקורס פתמ"ע יש אחראי אחד, שהינו גם מרצה הקורס. לאחראי הקורס יש שם, בנוסף לרשימת סטודנטים מצטיינים באותו המבחן.

אחראי הקורס לוקח את המבחנים מתור המבחנים שלו (משותף עם שני המתרגלות), ומחליט על פקטור אישי לכל מבחן. במידה ואין מבחנים בתור, אחראי הקורס ממתין. לפי הכללים הבאים (כלל אחד בלבד תקף על מבחן מסויים):

1. כל מבחן שקיבל בין 50-55 (כולל), ציונו לאחר פקטור יהיה 56.
2. כל מבחן שקיבל מעל 56 (לא כולל) מקבל עוד 5 נקודות פקטור לציון המבחן.

כל מקרה שאינו מצויין כאן לא מקבל פקטור, וציונו לאחר פקטור יהיה זהה לציון לפני הפקטור. שימו לב, אין מקרה ששני הכללים חלים לגביו. שימו לב שאף ציון מבחן גם אם ניתן פקטור לא יכול להיות מעל 100.

לאחר ההחלטה על הפקטור, אחראי הקורס יעדכן את הציון לאחר פקטור, את סטטוס המבחן לאושר ע"י אחראי הקורס. כל מבחן שקיבל מעל 95 לאחר פקטור, אחראי הקורס ישמור את ת.ז. של אותו הסטודנט ברשימת הסטודנטים המצטיינים. זמן עבודת אחראי הקורס לכל מבחן הינו 1 שניות (יסומלץ ע"י Sleep).

לאחר שסיים לאשר את על המבחנים אחראי הקורס מעביר למתרגלים ולסטודנטים שהתהליך הסתיים והם יכולים לסיים את עבודתם. בנוסף, הוא מדפיס למסך:

"Test is over! Grades are published, and here are the results:"

ולאחר מכן מודפס: מספר הנבחנים, הממוצע הכולל לפני פקטור ולאחר פקטור, את רשימת ת.ז. הסטודנטים המצטיינים, והשכר (המצטבר) הכולל של המתרגלים.

לאחר הדפסת הודעה זו ועידכון כל הגורמים שהתהליך הסתיים בהצלחה, אחראי הקורס מסיים את עבודתו.

## תורים במערכת

* תור לא חסום ((Queue– תור שאינו חסום, ניתן להכניס אליו ללא מגבלת מקום. **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 1 לפני הבוחנות, אליו נכנסים סטודנטים להגשת המבחנים (הבוחנות "שולפות" סטודנטים מהתור ולוקחות מהם את המבחן).
2. 2 תורים לפני המתרגלים (1 לפני כל מתרגל), אליהם הבוחנות מכניסות מבחנים.
3. תור 1 של מבחנים בין המתרגלים לבין אחראי הקורס (דרכו המתרגלות מעבירים מבחנים לאחראי הקורס).

## GUI

ה-GUI הינו הדבר הראשון המוצג למשתמש עם תחילת ריצת התכנית.

קלטים שה GUI יאפשר להזין:

הסתברות לטעות של המתרגל בבדיקת שאלה - לכל שאלה שהמתרגל בודק, בסיכוי הוא יחשיב את התשובה כנכונה גם אם לא הייתה נכונה. המשתמש יוכל להכניס לGUI ערך בין 0.1 ל-0.9 בקפיצות של 0.01. ערך דיפולטיבי עם הרצת הGUI יהיה 0.2.

**הערה:** יש לבצע בדיקות קלט על הערכים המוזנים לGUI. במידה והוזן ערך לא חוקי, התוכנית תחזיר את הערך הדיפולטיבי. יורדו נקודות לתוכניות שיקרסו בחלק זה.

* בעת לחיצה על START יבוצע אתחול משתנים, קריאת הנתונים מקובץ הקלט, ואז יווצרו הסטודנטים שמגיעים למבחן. כל האובייקטים במערכת יתחילו את "עבודתם" בו זמנית.
* בתום ריצת התוכנית יודפסו לGUI עלות השכר הכוללת של המתרגלים.
* יש לאפשר ריצה מחודשת ע"י לחיצה נוספת על START. בריצה הנוספת יכול המשתמש לשנות את ערכי המשתנים. שימו לב שבלחיצה מחודשת על START השכר צריך להעלם.
* לצד כפתור הSTART ימוקם כפתור EXIT שלחיצה עליו תצא מן התוכנית. ניתן להניח שלא תתבצע לחיצה על כפתור זה לפני שיום העבודה הסתיים לחלוטין.

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

A diagram of a person

Description automatically generated**תרשים סכמתי של המערכת:**

דגשים והנחיות נוספות

* **קובץ הקלט -** מצורף קובץ טקסט **לדוגמה** הסטודנטים: ת.ז, כיתת בחינה, כמות שניות למענה על שאלה בודדת (X), הסתברות למענה נכון על שאלה בודדת (P)
* העבודה תיבדק עם קובץ טקסט **בפורמט** זהה, אך לאו דווקא עם אותם הנתונים. התאימו את הקריאה מקובץ שלכם לפורמט זה. **שימו לב שכל עמודה מופרדת ב- “Tab” מעמודה אחרת (TAB בודד לעמודה ראשונה, שני TAB לשאר), ושהשורה הראשונה היא שורת כותרת. ניתן לבדוק את כמות הTAB ע"י הקפת הרווח עם העכבר.** בתחילת ריצת התוכנית עליכם לקרוא את הנתונים מקובץ הקלט ולהזין את הנתונים הרלוונטיים לאובייקטים השונים, כפי שמוגדר לכל אובייקט. אין לתת נתונים לאובייקט שלא הוגדר לו
* יש לצרף את קובץ הקלט **לתוך תיקיית הSRC** 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 נתקעו 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 (הצבעה). 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.**
* שימו לב לשמור על הכמסה, כללי ירושה וממשקים.
* עליכם לחשוב כיצד העבודה נבנית, בדגש על ביצוע תהליכים בצורה מקבילית. גם תכנון Top-Down ומודולריות ייבדקו בעבודה זו. חישבו היטב אילו מן המחלקות נדרשות לרוץ במקביל, ומתוכן חישבו היטב על כל מחלקה האם היא מסוג Thread או מממשת Runnable.
* באפשרותכם להוסיף מחלקות נוספות ככל שיידרש, כל עוד העקרונות הנלמדים בקורס נשמרים.
* **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. התחילו בבניית מבחן, סטודנט.
6. ממשו את מחלקות התורים – תור חסום בהתאם לעקרונות שנלמדו בקורס. הפעילו חשיבה בחלק זה. שימו לב שיש תור של סטודנטים (לפני הבוחנות) ושאר התורים הם למבחנים.
7. ממשו את מחלקות בוחנת, מתרגל, אחראי הקורס. בנו את המחלקות באופן בסיסי והוסיפו שדות ושיטות נוספים לפי הצורך במהלך העבודה.
8. ממשו את הקריאה מקובץ.
9. חישבו על תהליך סיום יום העבודה- סדר הפעולות שמתרחש וכיצד יהיה הכי נכון לממש אותו.
10. דאגו להדפסות המתבצעות במהלך הריצה – החישובים וצורת ההדפסה. שימו לב לסנכרון בהדפסה (שלא תצא הדפסה מעורבבת כאשר אובייקטים שונים מנסים להדפיס למסך).
11. שימו לב להעברת המידע במערכת- כיצד כל אחד מודיע למישהו אחר שהוא סיים.
12. בנו את הממשק הגרפי- 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

* הגשה בזוגות. ביחידים – באישור של אחראי הקורס רועי זיוון בלבד.
* **יש להגיש תרשים קצר המתאר את הקשרים בין מחלקות/ממשקים שיצרתם (הורשה, מחלקות אבסטרקטיות, ממשקים), קשרי הכלה והצבעה.**
* **עיצוב המחלקות וצורת כתיבת הקוד ישפיעו על הציון.**
* **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 לZIP (לא RAR) ולהגיש במודל **של אחד מבני הזוג בלבד.**
* התיקייה צריכה להכיל את כלל המחלקות שהתבקשתם לממש בעבודה, בנוסף למחלקת GUI ממנה ניתן להריץ את העבודה.
* דחיות לעבודה יינתנו ע"י אחראי הקורס רועי זיוון בלבד.
* מתרגלת אחראית: נועה אלויה
* כל יום איחור גורר הורדה של 5 נקודות.
* שאלות יש לשאול בפורום בלבד, **ורק בנוגע להנחיות** **ולא לאופן מימוש העבודה.**