

## הנחיות לפתרון תרגילי הבית

- על הקוד המוגש להיות מתועד היטב ועליו לכלול:
  - מפרט, כפי שהודגם בתרגול.
  - תיעוד של כל מחלקה ומתודה ושל קטעי קוד רלוונטיים.
  - במידת הצורך, יש להוסיף תיעוד חיצוני.
- יש להפעיל את הכלי Javadoc כדי ליצור קבצי תיעוד בפורמט HTML ולצרף אותם לפתרון הממוחשב המוגש. כדי לגרום לקובצי ה-HTML להכיל את פסקאות המפרט שבהן אנו משתמשים, יש לציין זאת במפורש. ב-Eclipse, ניתן לבצע פעולה זו באופן הבא:
  1. לבחור Export מתפריט File, לבחור Java->Javadoc וללחוץ על כפתור Next,
  2. לבחור עבור Javadoc command את הקובץ javadoc.exe מתוך התיקייה bin הנמצאת בתיקייה שבה מותקן ה-Java SDK, 3. לבחור את הקבצים שלהם מעוניינים ליצור תיעוד וללחוץ פעמיים על כפתור Next, 4. להקיש ב-Extra Javadoc options את השורה הבאה וללחוץ על כפתור Finish:
 

```
-tag requires:a:"Requires:" -tag modifies:a:"Modifies:" -tag effects:a:"Effects:"
```
- התנהגות ברירת המחדל של פעולות assert היא disabled (הבדיקות לא מתבצעות). כדי לאפשר את הידור וביצוע פעולות assert, יש לבצע ב-Eclipse את הפעולות הבאות:
  1. מתפריט Run לבחור Debug Configurations, 2. בחלון שנפתח, לעבור ללשונית Arguments, 3. בתיבת הטקסט VM arguments לכתוב -ea, 4. ללחוץ על כפתור Debug.

## הנחיות להגשת תרגילי בית

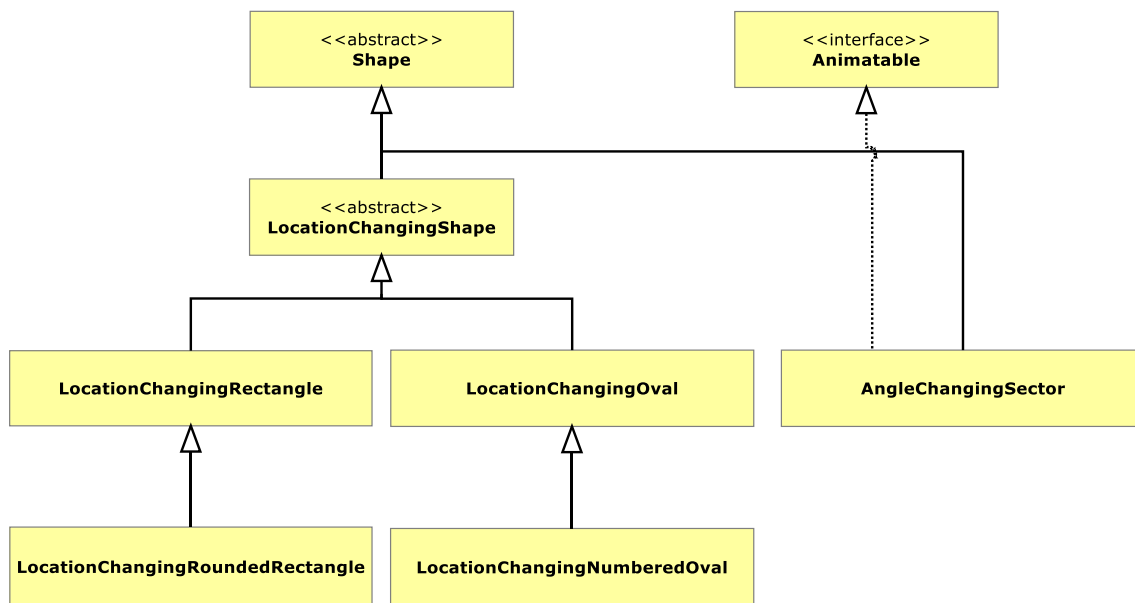
- תרגילי הבית הם חובה.
- ההגשה בזוגות בלבד.
- עם סיום פתירת התרגיל, יש להגיש (בנפרד, לא בקובץ zip)
  - כל קבצי הקוד והתיעוד.
  - פתרון לשאלות ה"יבשות" בקובץ PDF יחיד. הקובץ יכיל את שמות ומספרי תעודות הזהות של שני הסטודנטים המגישים.
- הקובץ המוגש יקרא hw1\_<id1>\_<id2>.pdf כאשר <id1> ו- <id2> הם מספרי הזהות של הסטודנטים המגישים. (לדוגמה hw1\_12345678\_9876541.pdf כמובן יש להשתמש במספרי הזהות שלכם)
- הקפידו על הוראות ההגשה על מנת למנוע אי נעימות מיותרת.
- הגשת התרגיל היא אלקטרונית בלבד, דרך אתר הקורס ע"י אחד מבני הזוג בלבד.
- תרגיל שיוגש באיחור וללא אישור מתאים (כגון, אישור מילואים), יורד ממנו ציון באופן אוטומטי לפי חישוב של 5 נקודות לכל יום איחור ועד 2 ימי איחור שלאחריהם לא תתאפשר הגשה כלל.
- על הקוד המוגש לעבור הידור (קומפילציה). על קוד שלא עובר הידור יורדו 30 נקודות.
- על הקוד להיות מוגש על פי ההנחיות המפורטות כאן. תרגיל שלא יוגש בצורה הנדרשת, לא ייבדק.
- שאלות על תרגילי הבית – בפורום הרלוונטי ☺

מועד ההגשה:  
יום ג', 10/12/19

- המטרות של תרגיל בית זה הן להתנסות בתחומים הבאים:
- בניית היררכיית טיפוסים בעזרת הורשה ורב צורתיות.
  - שימוש נכון במחלקות מופשטות ובממשקים.
  - שימוש במכלים (containers) וב-iterators.
  - כתיבת abstraction function ו-representation invariant של טיפוס נתונים מופשט.
  - בניית ממשק משתמש גרפי בשפת Java.

## הצגת הבעיה

בתרגיל בית זה תכתבו תכנית בעלת ממשק משתמש גרפי שתאפשר להציג ולבצע אנימציה של צורות גיאומטריות שונות. היררכיית הטיפוסים שתמומש מוצגת בתרשים הבא:



המחלקה המופשטת Shape מייצגת צורה גיאומטרית הניתנת לציור בתוך חלון. תכונותיה של צורה גיאומטרית הן מיקום, גודל, צבע וטיפוס הצורה (האם היא מרובע, משולש, עיגול וכד'). הממשק Animatable מייצג אובייקט שמסוגל לבצע אנימציה של עצמו. המחלקה המופשטת LocationChangingShape מרחיבה את Shape ע"י הוספת תכונה נוספת – מהירות. היא מממשת את הממשק Animatable ומאפשרת לבצע אנימציה של שינוי מיקום בהתאם למהירות. המחלקה LocationChangingShape היא האב הקדמון של ארבע מחלקות מוחשיות עבור מלבן, מלבן עם פינות מעוגלות, אליפסה ואליפסה ממוספרת, כפי שמתואר בתרשים. המחלקה המוחשית AngleChangingSector מרחיבה ישירות את המחלקה Shape עבור גזרה של אליפסה. היא מממשת את הממשק Animatable ומאפשרת לבצע אנימציה ע"י שינוי זווית ההתחלה של הגזרה.

הערה 1: לכל צורה עשוי להיות גודל שמוגדר באופן אחר. למשל, עבור מלבן זה עשוי להיות אורך ורוחב, עבור ריבוע אורך הצלע ועבור עיגול אורך הרדיוס. לכן, גודל הצורה הוא לא חלק מהתכונות המשותפות לכל הצורות הגיאומטריות.

הערה 2: הצורות שנגדיר בתרגיל ישמשו בממשק משתמש גרפי שיוצג בהמשך אך הן צריכות להיות גנריות לחלוטין כך שניתן יהיה להשתמש בהן ביישומים שונים. לכן, למשל, צורה לא יכולה להכיל מידע על ממדי החלון של היישום.

בשפת Java לא ניתן לצייר ישירות לחלון אלא יש להשתמש לשם כך באובייקט מטיפוס Graphics המסופק ע"י המערכת החלונאית. מסופק אובייקט מטיפוס Graphics2D היורש מ-Graphics, אך כדי לשמור על תאימות אחורה עדיין מועברים אובייקטים מטיפוס Graphics. לכן, כדי לצייר לחלון יש לבצע המרה מטיפוס Graphics שהתקבל כפרמטר לטיפוס Graphics2D ולהפעיל את המתודות המתאימות של אובייקט זה.

במהלך התרגיל יעשה שימוש במספר מחלקות מתוך החבילה java.awt, Graphics, Graphics2D, Point, Rectangle, Dimension, Color. את המפרט של מחלקות אלה ניתן למצוא באינטרנט.

**שאלה 1 (20 נקודות)**

נתון מפרט ומימוש חלקי עבור המחלקה Shape.

א.

קראו בעיון את המפרט הנתון עבור המחלקה Shape והשלימו את המימוש של המתודות getLocation() ו-clone(). שימו לב כי המתודה clone() כאן אינה זורקת חריגה מטיפוס CloneNotSupportedException.

ב.

הסבירו מדוע במפרט של המתודה clone() במחלקה Shape לא נזרקה אף חריגה.

ג.

המתודה setSize() של המחלקה Shape עשוי לזרוק חריגה מטיפוס ImpossibleSizeException. כתבו קובץ בשם ImpossibleSizeException.java שיכיל מפרט ומימוש עבור חריגה זו. שימו לב כי בתוך מימוש החריגה יש לחשב גודל חלופי לגודל הלא חוקי שגרם לזריקת החריגה. הגודל החלופי ישמר בתוך אובייקט החריגה ומי שקרא ל-setSize() יוכל להשתמש בו.

ד.

התבוננו על המפרט של המחלקה java.awt.Color. האם מחלקה זו היא mutable או immutable? הסבירו. כיצד עובדה זו משפיעה על המימוש של המחלקה Shape?

ה.

כתבו abstraction function ו-representation invariant (כהערה בתוך הקובץ הנתון) עבור המחלקה Shape. כתבו גם מתודת checkRep() וקראו לה במקומות המתאימים בקוד.

להגשה ממוחשבת: המחלקות Shape ו-ImpossibleSizeException.  
להגשה "יבשה": תשובות לסעיפים ב', ד'.

**שאלה 2 (50 נקודות)**

נתון מפרט עבור המחלקה LocationChangingShape ונתון הממשק Animatable.

- בסעיפים א'-ד' בהמשך, בהם נדרש לתכנן ולממש מחלקות, אתם נדרשים גם:
- לכתוב מפרט עם משפטי @requires, @modifies ו-@effects.
- לכתוב abstraction function ו- representation invariant (כהערות בתוך הקבצים).
- לכתוב מתודת checkRep() ולקרוא לה במקומות המתאימים בקוד.
- בהתאם לצורך, לדרוס את המתודה clone() כדי לאפשר יצירת deep copy של האובייקט.

א.

קראו בעיון את המפרט הנתון עבור המחלקה LocationChangingShape וממשו אותו.  
הנחיה: ניתן להשתמש במחלקה java.util.Random.

ב.

צרו מחלקות בשם LocationChangingRectangle.java ו-LocationChangingOval.java שיכילו מפרט ומימוש עבור מחלקות של מלבן ושל אליפסה בהתאמה המסוגלים לזוז. מחלקות אלו יירשו מהמחלקה LocationChangingShape ויממשו את כל המתודות המופשטות שלה. בנוסף, הן עשויות, בהתאם לשיקול דעתכם, לדרוס חלק מהמתודות הנורשות מ-LocationChangingShape.  
הנחיה: ניתן להשתמש במתודות fillRect(), fillOval() ו-setColor() של המחלקה Graphics2D.

ג.

צרו קבצים בשם LocationChangingRoundedRectangle.java ו-LocationChangingNumberedOval.java שיכילו מפרט ומימוש עבור מחלקות של מלבן עם פינות מעוגלות ושל אליפסה ממוספרת בהתאמה המסוגלים לזוז. מחלקות אלה תירשנה מהמחלקות שיצרתם בסעיף ב', כפי שמתואר בתרשים בתחילת התרגיל. מלבן עם פינות מעוגלות הוא מלבן שארבע הפינות שלו אינן ישרות אלא מעוגלות. אליפסה ממוספרת היא אליפסה שבמרכזה מופיע מספרה הסיידורי מבין האליפסות הממוספרות שנוצרו עד כה.

הנחיה 1: ניתן לבחור את גובה ורוחב פינות המלבן עם פינות מעוגלות כרצונכם.  
הנחיה 2: ניתן להשתמש במתודות fillRoundedRect() ו-drawString() של המחלקה Graphics2D.

ד.

צרו קובץ בשם AngleChangingSector.java שיכיל מפרט ומימוש עבור מחלקה של גזרה באליפסה המבצעת אנימציה ע"י שינוי זווית ההתחלה שלה. זווית ההתחלה של הגזרה וזווית הגזרה במעלות יקבעו ע"י מי שיוצר את הגזרה. זווית ההתחלה תקודם במעלה אחת בכל תזוזה באופן מחזורי. בזווית הגזרה אין שינוי. מחלקה זו תירש מהמחלקה Shape ותממש את הממשק Animatable.  
הנחיה: ניתן להשתמש במתודה fillArc() של המחלקה Graphics2D.

ה.

סטודנט מעוניין ליצור מחלקה חדשה בשם `LocationChangingCircle` עבור עיגול שמסוגל לזוז. עיגול הוא אליפסה שאורכה ורוחבה חייבים להיות שווים. הסטודנט הציע תכן שבו המחלקה `LocationChangingCircle` תירש מהמחלקה `LocationChangingOval`. האם אתם מסכימים עם הצעתו של הסטודנט? הסבירו.

ו.

אותו סטודנט טוען שמכיוון שגזרה של אליפסה היא חלק מאליפסה (an oval has sectors), יש לשנות את היררכיית הטיפוסים בתוכנית כך שהמחלקות `LocationChangingOval` ו-`AngleChangingSector` יקיימו קשר של הרכבה. כלומר, כל מופע של המחלקה `LocationChangingOval` יכיל שדות שהם מופעים של המחלקה `AngleChangingSector`. האם אתם מסכימים עם הצעתו של הסטודנט? הסבירו.

ז.

אובייקטים הנוצרים ממחלקות המרחיבות את `Shape` הינם ניתנים לשינוי (mutable). האם ניתן לייצר אובייקט המקיים קשר `is-a Shape` שהינו `immutable`? אם כן, תנו דוגמא. אם לא, הסבירו. השתמשו במונחים של `java>true subtype`.

ח.

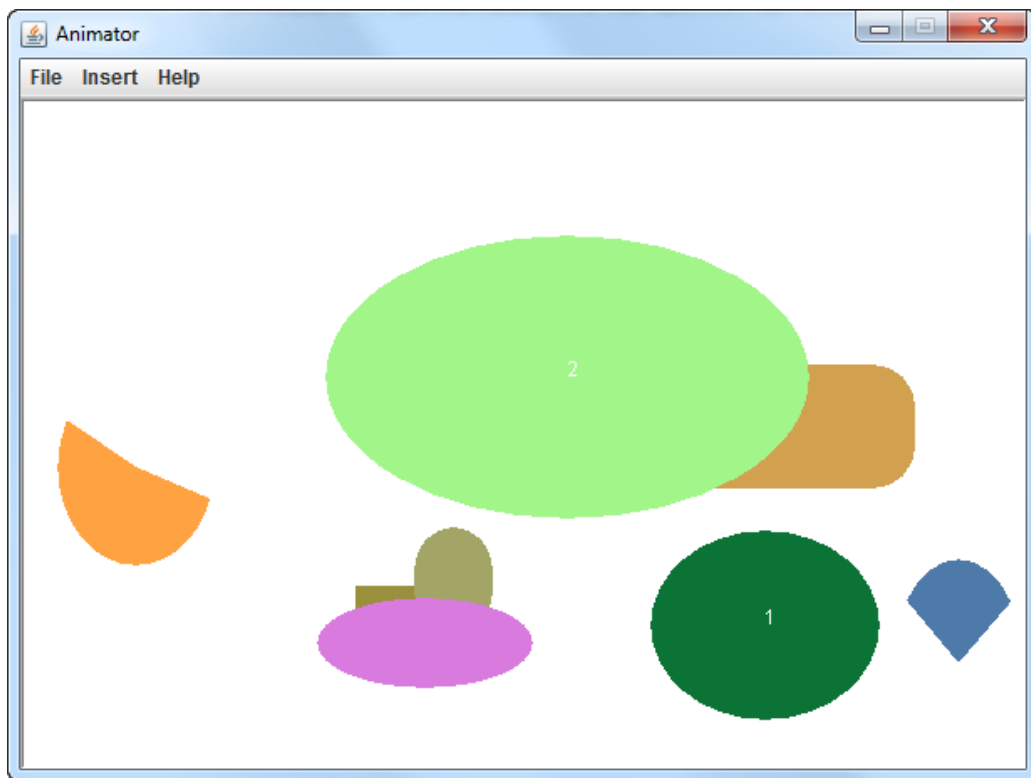
אובייקטים הנוצרים ממחלקות המרחיבות את `Shape` הינם ניתנים לשינוי (mutable). האם ניתן לייצר אובייקט המקיים קשר `has-a Shape` שהינו `immutable`? אם כן, תנו דוגמא. אם לא, הסבירו. השתמשו במונחים של `java>true subtype`.

להגשה ממוחשבת: המחלקות `LocationChangingShape`, `LocationChangingRectangle`, `LocationChangingOval`, `LocationChangingRoundedRectangle`, `LocationChangingNumberedOval`.  
להגשה "יבשה": תשובות לסעיפים ה', ו', ז', ח'.

**שאלה 3 (30 נקודות)**

נתון מפרט ומימוש חלקי עבור המחלקה Animator. מחלקה זו היא המחלקה הראשית של התוכנה, שהפעלה שלה תיצור ממשק גרפי דומה לזה המופיע באיור בעמוד הבא.

תפריט Insert מאפשר הוספת כל אחת מהצורות שמימשותם. בתפריט File קיימות שלוש פעולות: New – מחיקת כל הצורות, Animate – תיבת סימון הקובעת האם מתבצעת כרגע אנימציה, Exit – יציאה מהתוכנית.



א.

קראו בעיון את המפרט הנתון עבור המחלקה Animator והוסיפו ואתחלו מיכל בשם shapes שיכיל את הצורות שהוספו ע"י המשתמש.

ב.

השלימו את מימוש המתודה `paint()` כך שתצייר את כל הצורות ב-shapes למסך. מתודה זו נקראת אוטומטית ע"י Swing בכל פעם שיש צורך לצייר מחדש את החלון. הנחיה 1: יש להשתמש ב-`iterator`. הנחיה 2: ניתן לקבל אובייקט מטיפוס `Graphics` שמכיל את אזור הציור בעזרת `getContentPane().getGraphics()`.

ג.

השלימו את המתודה `actionPerformed()` של האובייקט `timer` כך שתקדם את כל הצורות ב-`this` צעד אנימציה אחד קדימה.  
הנחיה : יש להשתמש ב-`iterator`.

ד.

בסעיפים ב' וג' ביצעתם איטרציה על אותם אובייקטים (הצורות של `this`), אך עשיתם זאת תוך שימוש בטיפוסים שונים. הסבירו את השוני בין הפעולות שהצריך אתכם להשתמש בטיפוסים שונים. הסבירו גם את המנגנון בשפת Java המאפשר לבצע את הפעולות באופן זה.

ה.

השלימו את המתודה `actionPerformed()` של המחלקה `Animator` כך שתיצור צורה חדשה שנבחרה מהתפריט. על הצורה להיות במיקום ובגודל אקראיים, כפי שמוגדר בהערה המתאימה בקוד.

ו.

המחלקה `Animator` יורשת מהמחלקה `JFrame` ב-`javax.swing` ומממשת את הממשק `ActionListener` ב-`java.awt.event`. הסבירו מדוע היא יורשת מ-`JFrame` ובמה זה מתבטא בקוד המחלקה. בנוסף, הסבירו מדוע היא מממשת את `ActionListener` ובמה מימוש זה מתבטא בקוד המחלקה.

ז.

סטודנט בחר לממש את `shapes` בסעיף א' כ-`ArrayList`. לאחר סיום המימוש של `Animator` החליט הסטודנט להחליף את מבנה הנתונים של `shapes` לרשימה מקושרת (`LinkedList`). הסבירו במילים אילו שינויים על הסטודנט לבצע בקוד כדי לעבור למבנה הנתונים החדש.

להגשה ממוחשבת : המחלקה `Animator`.  
להגשה "יבשה" : תשובות לסעיפים ד', ו', ז'.

**עבודה נעימה!**

