

פרק 2

עצמים

שימוש במחלקות

1. הזמן הנדרש

6 שעות.

2. מטרות

1. הכרת מושג העצם והמושגים הקשורים אליו.
2. שימושים בעצמים ממחלקות נתונות (בניית עצמים והפעלת הפעולות המוגדרות במחלקות).
3. שימוש בעצמים על פי ממשקים קיימים (הבנת החשיבות שבתיעוד הולם למחלקות קיימות).
4. מתן בסיס טוב לעבודה בגישה מבוססת עצמים.

3. מבוא כללי

היחידה שלפניכם מתחילה בשלב הפשוט של שימושים, לפני המעבר לשלב המורכב והמופשט של הגדרות ובניות. כך נעשה בכל פרק על פי הנושאים הנלמדים בו. בפרק זה נתחיל להשתמש בעצמים מוכנים, לפני שנלמד להגדיר מחלקות. גישה זו עוזרת להבדיל בין שלב השימוש בעצם (שהוא שלב פשוט יחסית), לשלב המתקדם של הגדרה של טיפוס, באמצעות בניית מחלקה (שתילמד בפרק 3).

יש לזכור כי שימוש בעצמים אינו זר לעולם התלמידים. ביומיום אנו משתמשים בכל אביזר טכנולוגי: טלוויזיה, מחשב, מכונה כביסה... לכל אלה קיים ממשק, ואנו משתמשים בו בלי לדעת איך לחיצות על כפתור מפעילות את המנגנון הפנימי של האביזר. לכן רוב הקשיים בפרק זה אינם תפיסתיים אלא תחביריים: איך יוצרים עצם, איך מוגדרת פעולה, מה הוא ערך ההחזרה ומהם הפרמטרים. יש לעבור לאט על הממשקים עד שהנקודות התחביריות יהיו ברורות.

בפרק זה אנו מדברים על המושג הכללי "מצב של עצם", אך לא מדברים על תכונות באופן מפורש. זאת כיוון שאיננו מעוניינים לדבר על ייצוג העצם, אלא רק להקנות לתלמידים את ההבנה הראשונית של מצב העצם, המאותחל בעת יצירת העצם ומשתנה במהלך התוכנית.

פרק זה מבקש להציג לתלמיד אוסף ראשוני של מושגים הדרושים לעבודה בשפה מבוססת עצמים. השליטה במושגים אלה תיגדש בהמשך היחידה, והיא תתבסס עליה. ייתכן שהתלמיד המתחיל יחידת לימוד זו, והוא בוגר תוכנית יסודות בשפות מבוססות עצמים, מכיר את המושגים מלימודיו הקודמים. במקרה זה החליטו אם לדלג על פרק זה ואולי אף על פרק 3 או להסתפק בתרגול קצר של החומר ורענונו.

הערות לעובדים בשפת סישרפ

1. שמירת האחידות בהוראת השפות מחייבת שימוש בתכונות בעזרת הפעולות `Set(...)`, `Get()`. ביחידה זו איננו משתמשים בגישה אחרת לתכונות של עצמים.

4. מבנה הפרק

א – טיפוסים חדשים

סעיף זה מבהיר את ההבדל בין טיפוסים בסיסיים בשפת התכנות לטיפוסים המוגדרים על ידי מחלקות. המחלקות מגדירות טיפוסים שאינם מוכנים בשפה אלא מוגדרים על ידי המתכנת.

ב – מצב של עצם

לעצם יש מצב פנימי המורכב מכמה נתונים. מובן שגם בעצם יכול להיווצר מצב של תכונה אחת המגדירה את מצב העצם, אך זהו מקרה פרטי של מספר תכונות שכמותן 1. זכרו שהמושג "תכונות" אינו ידוע לתלמיד בשלב זה, ובינתיים אנו משתמשים במושגים ערכים או נתונים. עצם מוחזק על ידי משתנה מטיפוס המחלקה. המושג הפניה יילמד ביסודיות בהמשך. יש להדגים את יצירת ההפניה שמחזיקה את העצם ואת בניית העצם. כאשר המשתמש בונה את העצם, הוא חייב לאתחל את מצבו (בשלב זה התלמיד אינו מודע לדרך השמירה של מצב העצם (קרי: תכונות), אך מטרת הסעיף היא לבסס את ההרגשה הכללית שיש מצב לעצם ושהוא מאותחל על ידי בונה העצם.

כיוון שהתלמידים עובדים עם עצמים מוכנים, עלול להיווצר רושם מוטעה שמצבו הפנימי של העצם בהכרח זהה לפרמטרים המתקבלים כקלט בפעולה הבונה. כדאי להדגיש שזה לא בהכרח כך, ובפועל איננו יודעים באיזה אופן נשמר המצב של העצם. אנו יכולים לנסות לנחש, אך רק כותב המחלקה יודע בוודאות כיצד נשמר מצב העצם. תרגיל טוב להדגמה של נקודה זו הוא תרגיל 2 "הדלי".

ג – תוכנית

סעיף זה מבהיר את מבנה התוכנית: אף שהתלמידים אינם כותבים בשלב זה את המחלקות, עליהם להבין שהמחלקות הן חלק מהתוכנית ולהכיר את האופן שבו נעשה השימוש בהן. בניית עצמים אינה מתבצעת רק בפעולה הראשית, וניתן לבצע גם בתוך מחלקה אחרת, אך לשם פשטות מוצגת כרגע רק האפשרות של בניית עצמים בפעולה הראשית. בהמשך, כאשר נדבר על עצמים מורכבים, תתברר המוטיבציה לבניית עצמים בתוך מחלקות אחרות.

ד – ממשק

הממשק מאפשר שימוש בעצם בעזרת הפעולות המוגדרות במחלקה, ללא שום צורך בידיעת המבנה הפנימי של העצם. דרך הממשק אפשר לגשת לתכונות מסוימות. ייתכן שיהיו למחלקה תכונות נוספות שלא ניתן לגשת אליהן כיוון שהמחלקה אינה מספקת פעולות `Get()/get()` מתאימה. תכונה כזו משמשת את המחלקה לצרכים פנימיים, היא חלק ממצב העצם והעצם מכיר אותה. כך

למשל בפעולה toString()/ToString() העצם "יודע" להחזיר מחרוזת הכוללת את ערך הקיבולת של הדלי, אף שהמשתמש מבחוח לא יכול לגשת לערך של הקיבולת, שכן לתכונה קיבולת אין פעולת get()/Get(). למעשה המשתמש במחלקה גם אינו יודע איך שמור ערך זה במחלקה.

ה – הפעולה הבונה

פעולה בונה היא פעולה מיוחדת, שאין לה ערך החזרה, ושמה כשם המחלקה. היא אינה מופעלת באמצעות עצם כלשהו, אך גם אינה מוגדרת כסטטית. לפי שם הפעולה (שכאמור זהה לשם המחלקה) המהדר יודע להתייחס אליה באופן מיוחד.

שימו לב כי הפעולה הבונה לא מקצה לעצם שטח בזיכרון. את ההקצאה מבצעת הפקודה new. הפעולה הבונה מבצעת רק את אתחול התכונות.

כדאי להסביר לתלמידים כי הדרך המקובלת היא לקלוט נתונים לצורך אתחול העצם, בתוך הפעולה הראשית, ולשלוח אותם כפרמטרים לפעולה הבונה. לא מקובל לבצע קלט של נתונים בתוך הפעולה הבונה.

ו – הפניות

בסעיף זה אנו מבחינים בין שלושה מושגים שונים:

משתנה מטיפוס המחלקה

הפניה

מופע של עצם

משתנה מטיפוס מחלקה מכיל הפניה (שהיא הכתובת) למופע של המחלקה (לעצם מטיפוס המחלקה) או את הערך המיוחד להפניה ריקה המכונה null.

חשוב לחדד את ההבחנה בין המושגים ולהדגיש מה משמעותו של כל מושג. פעמים רבות, ובוודאי בהמשך היחידה, יתערבבו המושגים אלה באלה, והפניה תהיה משתנה ותהיה עצם באותה המידה. כדי שהתלמידים ידעו בוודאות על מה מדברים, חשוב בשלב זה להדגיש את גבולותיו המדויקים של כל אחד מהמושגים.

העמקה בנושא הפניות תיעשה בשלב מאוחר יותר בפרק הפניות. שם נעסוק בשני משתנים מטיפוס מחלקה המפנים לאותו העצם, בהעברת פרמטרים, בערכי החזרה מטיפוס מחלקה ועוד.

ז – פעולות נוספות

פעולות ההדפסה: System.out.println(...) או Console.WriteLine(...) המופעלות על עצם, מחפשות ומפעילות את הפעולה toString()/ToString() של העצם.

מה קורה כאשר המשתנה שעליו מופעלת הפעולה toString()/ToString() מכיל null?

במקרה זה קיימת הבחנה בין זימון מפורש של הפעולה `toString()/ToString()` לבין זימון לא מפורש. למשל, אם מוגדר משתנה בשם `a1` שערכו מאותחל ל-`null`, אזי הזימון המפורש:

```
System.out.println (a1.toString()); / Console.WriteLine (a1.ToString());
```

יגרום בג'אווה לחריגה מהסוג `NullPointerException`, שהיא שגיאת זמן ריצה. זאת כיוון שהמהדר מנסה להפעיל פעולה על משתנה שמכיל `null`.

בשישירפ נקראת החריגה: `NullPointerException`.

לעומת זאת, כאשר הזימון אינו מפורש:

```
System.out.println (a1); / Console.WriteLine (a1);
```

בג'אווה לא תהיה חריגה, אלא יודפס `null`. גם בשישירפ לא תהיה חריגה, אך לא יודפס דבר. אם הפעולה `toString()` לא הוגדרה עבור העצם המדובר, אזי יש לצפות להדפסות שונות ומשונות שלא להן התכוונו (הסיבות לכך שונות ולא כאן המקום לפרט).

תשובה לשאלת המחשבה המופיעה בסעיף זה:

? מה יודפס כתוצאה מהרצת הפעולה הראשית?

תשובה:

הפעולה תדפיס 48 שזהו הנפח של הקופסה הראשונה, ואת 1 שהוא נפח הקופסה השנייה.

ח – אתחול משתנים

מה מכילים משתנים שאינם מאותחלים באופן מפורש?

אם מגדירים בתוכנית הראשית משתנה מסוים, בפרט משתנה מטיפוס מחלקה, איננו יודעים מהו ערכו ועלינו החובה לאתחל אותו בערך ידוע ונכון. בקשה מעצם שלא אותחל להפעיל פעולה שלו תגרום לשגיאה בזמן ההידור.

כשנגיע לפרק 3 העוסק במחלקות נדון במפורט בערכי ברירת מחדל למשתנים מסוגים שונים.

ט – מחלקות מוכנות

כדאי לתרגל שימוש בעצמים מסוג מחרוזות ומערכים, וכן כדאי לתרגל עבודה עם ממשקים בעזרת תרגילים נוספים מתוך מאגר השאלות:

<http://cse.proj.ac.il/sd/Q/Qindex.asp?SiteID=94>

תשובה לשאלת המחשבה המופיעה בסעיף זה:

? כתבו תוכנית המגדירה מערך של עשר מחרוזות הנקלטות מהמשתמש, ומדפיסה אותו.

התוכנית תמייין את המערך בסדר אלפביתי עולה ותדפיס אותו לאחר המיון. היעזרו בפעולה

`compareTo(...)/CompareTo(...)` המוגדרת בממשק המחלקה `String/string`.

תשובה:

בג'אווה:

```
public static void sortStrings(String[] arr)
{
    for (int i = 1; i <= arr.length-1; i++)
    {
        for (int j = 0; j < arr.length-i; j++)
        {
            if (arr[j].compareTo(arr[j+1]) > 0)
            {
                String temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j+1];
                arr[j+1] = temp;
            }
        }
    }
}
```

בסישרפ:

```
public static void SortStrings(string[] arr)
{
    for (int i = 1; i <= arr.Length-1; i++)
    {
        for (int j = 0; j < arr.Length-i; j++)
        {
            if (arr[j].CompareTo(arr[j+1]) > 0)
            {
                string temp = arr[j];
                arr[j] = arr[j+1];
                arr[j+1] = temp;
            }
        }
    }
}
```

י – סיכום

סיכום הפרק וטבלת המושגים מיועדים לאפשר חזרה זריזה והתרשמות האם התכנים העיקריים של הפרק הופנמו על ידי התלמיד, והאם הם מוכרים ומובנים דיים. יש לעודד את התלמיד לעבור על הסיכום ועל הטבלה, ובמקומות שהדברים נראים לו לא מוכרים, לחזור ולעיין בהסברים להם בתוך הפרק עצמו.

5. קשיים צפויים

1. הזמן הדרוש ללימוד הפרק הוא ממוצע משוער בלבד. תלמידים שנחשפו לנושא עצמים ומחלקות בתוכנית יסודות, יכולים לעבור על פרק זה בפחות שעות. די אם יתרגלו את המושגים וירעננו את ידיעותיהם בחומר בעזרת כמה תרגילים מסכמים. תלמידים שכלל אינם מכירים את הנושא עשויים להיזקק כאן ליותר שעות הוראה ולימוד. יש לשים לב שבסיכומו של דבר זהו פרק מבוא ליחידה, והוא מציג את המושגים שעליהם מבוססת הגישה ושפת התכנות, ואין להתעכב עליו יותר מדי.

6. דפי העבודה והתרגילים

פתרונות לכל דפי העבודה מופיעים באתר המרכז להוראת המדעים, האוניברסיטה העברית בירושלים ונגישים רק לציבור המורים:

http://sites.huji.ac.il/science/unit4_2007/

התרגילים מסודרים על פי מבנה זה:

דפי עבודה 1–2: תיאורטיים.

דפי עבודה 3–7: עבודה מעשית במעבדת מחשבים תוך שימוש במחלקות מוכנות (גרפיות ברובן).

דף עבודה מספר 1: קופסה צבעונית מומלץ.

דף עבודה מספר 2: דלי מומלץ.

דף עבודה מספר 3: דלי גרפי מומלץ.

דף עבודה מספר 4: המחלקה Point מומלץ.

דף עבודה מספר 5: המחלקה String/string מומלץ.

דף עבודה מספר 6: לרקוד עם צבים רשות.

דף עבודה מספר 7: שוליית הקוסם רשות.

דף עבודה מספר 1 – קופסה צבעונית

תרגיל תיאורטי.

מומלץ לבצע בכיתה כתרגיל מבוא, אך ניתן לתת אותו גם כשיעורי בית.

דגשים:

1. דרך כתיבה עצמאית של כותרות של הפעולות התלמיד לומד את התחביר של הפעולות (ערכי החזרה, פרמטרים וכו').
2. זהו התרגיל הראשון שבו התלמיד יכול ליצור עצם בפעולה ראשית ולהפעיל את פעולותיו.

דף עבודה מספר 2 – דלי, ודף עבודה מספר 3 – דלי גרפי

דף עבודה 2 הוא תרגיל תיאורטי. דף עבודה 3 הוא תרגיל מעשי המשתמש במחלקה גרפית (הנמצאת בתוך ספריית העזר unit4, ועל התלמיד לצרף אותה כראוי לתוכניתו. הנחיות מדויקות לפתרון יש באתר, תחת התפריט: סביבת העבודה). מומלץ לביצוע. בפרק מחלקות עוסקים רבות בדוגמת הדלי, ולכן זו הזדמנות טובה להכיר את המחלקה. דף עבודה 6 עוסק גם הוא במחלקה הגרפית הזו, כך שתרגול ראשוני של המחלקה בעזרת דפים אלה יכול לקרב את התלמידים לעצמים מטיפוס דלי ובעיקר לעזור להם במטלה המורכבת יותר של שולייית הקוסם בדף עבודה מספר 6.

דגשים:

1. יש לשים לב להבדלים שבין המחלקה הפשוטה ובין המחלקה הגרפית. יש לשים לב להבדלים האלה:
 - א. המחלקה הגרפית מצרפת שם לכל מופע של דלי ולכן בפעולה הבונה נשלח פרמטר נוסף.
 - ב. המחלקה הגרפית מציגה את הדליים באופן מיוחד ולכן אינה זקוקה לפעולות toString()/ToString() פשוטה. המחלקה הרגילה זקוקה לפעולה שכזו.
2. בפעולת pourInto(...)/PourInto(...) ניתן לראות כי עצם יכול להיות פרמטר של פעולה (החל מהפרק הבא נציג את ההנחה הסמויה של היחידה שפרמטר מטיפוס עצם הנשלח לפעולה לעולם אינו שווה null אלא אם צוין אחרת).
3. בתרגיל זה התלמידים נתקלים לראשונה (ביחידה זו), בפעולה toString()/ToString(). יש להסביר כי פעולה זו אינה מדפיסה את המחרוזת שמייצגת את העצם, אלא יוצרת אותה ומחזירה אותה כפרמטר. הדבר קשה לתפיסה בהתחלה.
4. כדאי לפתח עם התלמידים דיון קצר על התכונות שיכולות להיות למחלקה דלי. איננו יודעים בוודאות מיהן התכונות, אך לפי הפעולות ניתן להניח קיומן של קיבולת ושל כמות מים נוכחית, אחרת לא היה אפשר למלא דליים בכמויות מים שונות ולרוקנם. כדאי לשאול את התלמידים האם ייתכן שלדלי יש תכונה "צבע"? התשובה היא שלפי הממשק הנתון המתאים לבעיות המסוימות המוצגות בדפים, תכונה זו חסרת משמעות, כי לא משתמשים בה בשום פעולה.

5. כדאי לעיין יחד עם התלמידים בדפי הממשק המתאימים (בגיאווה בדפי ה-API של המחלקה Math, דרך סביבת העבודה; ובשישורפ, בדפי ה-MSDN המתאימים למחלקה Random, דרך רשת האינטרנט). כך תוכלו להראות לתלמידים כיצד יוצרים מספרים אקראיים, הנדרשים בשאלה למילוי הדליים.
- בפרק זה התלמידים משתמשים במספרים אקראיים רק בתוך התוכנית הראשית, ולכן תלמידי שישרפ לא יהיו מודעים לטיבו של העצם הנוצר בעקבות השימוש במחלקה. בפרק הבא יודגש נושא זה.
6. בדף עבודה 3 התלמידים מצרפים בפעם הראשונה מחלקה גרפית לפרויקטים שלהם. יש לוודא שהתהליך הובן ויושם כהלכה.

פתרון לדף עבודה מספר 2:

ההדפסה שתתקבל:

The capacity: 5

The current amount of water: 5

The capacity: 8

The current amount of water: 0

The capacity: 5

The current amount of water: 0

The capacity: 8

The current amount of water: 5

דף עבודה מספר 4 – המחלקה Point

דף עבודה זה הוא תרגול מעשי לשימוש בדפי ממשק. את המיומנות הזו התלמידים צריכים לרכוש וליישם במהלך לימודיהם, ולכן חשוב לבצע את דף העבודה. מומלץ לביצוע, כיוון שבפרק 3 התלמידים מממשים מחלקה Point הדומה מאוד למחלקה זו.

דגשים:

- בתרגיל זה התלמידים פוגשים לראשונה (ביחידה זו), את דפי הממשק הרשמיים המתעדים את המחלקות הקיימות בשפות. מומלץ להתעכב ולקרוא את הדפים בעיון עם התלמידים. יש להבהיר להם שרק כך ניתן לעבוד עם המחלקות הסטנדרטיות. הסבו את תשומת לב התלמידים לכך שבדף קיים מידע רב לגבי המחלקה, וחלקו אינו נחוץ בשלבי העבודה הנוכחיים. לצורך ביצוע דף עבודה 4 צומצם כל הממשק של המחלקה לכדי 4 פעולות המופיעות בטבלה, המשמשת אותנו להצגת ממשקים בספר הלימוד.
- בתרגיל זה התלמידים משתמשים בפעם הראשונה בפקודה לייבוא מחלקות.

דף עבודה מספר 5 – המחלקה String/string

תרגיל מעשי – שימוש בדפי ממשק של מחלקות הקיימות בשפה.
המחלקה String/string היא מחלקה מרכזית ביותר בתכנות וכדאי לבצע את התרגיל הנוכחי כדי להכירה מקרוב.

דגשים:

1. כדאי לעיין עם התלמידים בדפי התייעוד של המחלקה מחרוזת, ולציין כי ישנן עוד הרבה פעולות שאינן נחוצות לתרגיל זה (ניתן להסביר בפירוט כמה מהפעולות).
2. מחרוזת היא עצם שאינו ניתן לשינוי (immutable), לכן כל הפעולות שמופעלות עליה מחזירות מחרוזת חדשה השונה בפרט זה או אחר מהמחרוזת המקורית. תכונה זו של המחרוזת מוסברת בתרגיל עצמו, אך כדאי לדון בה ולבדוק שהיא אכן מובנת. בפרקים הבאים יידון הנושא לעומקו.

דף עבודה מספר 6 – לרקוד עם צבים

תרגיל מעשי – שימוש במחלקה גרפית הנמצאת בתוך ספריית העזר unit4.

דגשים:

יש לחזור ולבדוק שהתלמידים יודעים איך לצרף מחלקה גרפית לפרויקט שלהם.

דגשים לבדיקת התוכניות:

1. כדי שה-Hexagon יהיה משוכלל, יש לשים לב כי כל הזוויות הן בנות 60° .
2. יש לשים לב שהתלמיד לא עבר על אותו קו פעמיים (שכן אז השרטוט בולט יותר), והמשימה אינה מבוצעת לפי הדרישות.

דף עבודה מספר 7 – שוליית הקוסם

תרגיל מעשי – שימוש במחלקה גרפית הנמצאת בתוך ספריית העזר unit4.
מומלץ לתת דף עבודה זה לביצוע בבית לאחר דיון בכיתה על דרישות התרגיל.

דגשים:

1. החדר ייוצג על ידי המחלקה דלי, אף שאינו דלי בפועל. זאת כיוון שהתנהגותו זהה לזו של דלי (מכל קיבול שיכול להתמלא ולהתרוקן). כך נוכל לחסוך הגדרה של מחלקה נוספת.
2. בשלב הראשון ניתן לבקש מהתלמידים לבצע משימות פשוטות, כגון: בניית דלי, מילוי הדלי במים וריקונו. אם התלמידים ביצעו את דף עבודה 3, אזי הם יכולים לעבור מיד למשימה המורכבת כולה.
3. יש לקרוא יחד עם התלמידים את דרישות התרגיל ולבדוק שהם הבינו אותן כהלכה.