

בחינה בתוכנה 1
אוהד ברזילי, סיון טולדו, מיכל עוזרי-פלאטו, ליאור שפירא
מועד א' סמסטר א' תשס"ז, 11 בפברואר 2007

משך הבחינה שלוש שעות.

יש לענות על כל השאלות. בשאלות שבהן יש צורך לנמק, תשובה ללא נימוק לא תזכה באף נקודה.

יש לענות על כל השאלות בגוף הבחינה במקום המיועד לכך. המקום המיועד מספיק לתשובות מלאות. יש לצרף את טופס המבחן למחברת הבחינה. מחברת ללא טופס עזר תפסל. תשובות במחברת הבחינה לא תיבדקנה.

יש למלא מספר סידורי (מספר מחברת) ומספר ת"ז על כל דף של טופס הבחינה.

אסור השימוש בחומר עזר כלשהו, כולל מחשבוניו או כל מכשיר אחר פרט לעט.

בהצלחה!

לשימוש הבודקים

		6	5	4	3	2	1	1
				ד	ג	ב	א	2
		ו	ה	ד	ג	ב	א	3
		ו	ה	ד	ג	ב	א	4
	סה"כ							

שאלה 1

להלן הקוד של מחלקה D (במידת הצורך קיימת פקודת import מתאימה למחלקה B).

```
public class D{
    public static void main (String[] args){
        new B();
    }
}
```

בכל חלק של שאלה זו, יש להסביר האם הקוד של שלוש המחלקות A, B ו-D מתקמפל או שהקומפיילר מדווח על שגיאה. אם לדעתך הקוד לא מתקמפל, יש להסביר מדוע. אם לדעתך הקוד מתקמפל, תארי/י מה קורה שמחלקה D מורצת.

```
1. public abstract class A{
    private int[] arr = {1,2,3};
    protected A(){ f(arr); }
    protected abstract void f(int[] arr);
}

public class B extends A{
    public B(){ System.out.println("B"); }
    public void f(int[] kuki){
        System.out.println();
        System.out.println(kuki[3]);
    }
}
```

```
2. package aaa;
    class A{}

    package bbb;
    import aaa.A;
    public class B extends A{
        public B(){ System.out.println("B"); }
    }
```

```
3. public class A{
    public final String s = "1";
    public A() { System.out.println(g()+s); }
    public static String g(){ return "A";}
}

public class B extends A{
    public String s= "2";
    public static String g(){ return "B";}
}
```

```
4. public class B{
    private int i;
    private class BB {
        private void f(){ System.out.println(i); }
    }
    public B(){
        (new BB()).f();
    }
}
```

```
5. public class A{
    public A(){ f( 1 ); }
    public void f(Integer i){System.out.println("A"+i/2);}
}

public class B extends A{
    public void f(int i){ System.out.println("B"+i/2);}
}
```

```
6. public class A{
    private String s = "1";
    public String f(A a){
        a.s ="2";
        a = new A();
        return a.s;
    }
    public String toString(){return s;}
}

public class B{
    public B(){
        final A a = new A();
        System.out.println(a.f(a)+a);
    }
}
```

שאלה 2

בשאלה הזו יש לענות על הסעיפים מילולית, לא לספק קוד.

- א. בהינתן קוד SWT המצורף, מה צריך להוסיף כדי שיתבצע קטע קוד בכל פעם שהמשתמש ילחץ על הפקודה בתפריט?

```
MenuItem newItem = new MenuItem(fileMenu, SWT.PUSH);
newItem.setText("New &Address Book\tCtrl+N");
```

- ב. המטלה האחרונה בתרגיל 'עולם פראי' הייתה להחליף קבצי חיות עם תלמיד אחר. אילו קבצים הייתם צריכים לקחת מן התלמיד האחר כדי להיות מסוגלים להשתמש בחיות שלו ואילו שינויים בקוד שלכם נדרשו?

- ג. בתרגיל 5 מימשתם את המנשק IPAddress במספר צורות (עם מחרוזות, מערך של short, ו-int). עליכם להגדיר מחלקת אב מופשטת משותפת לכל המימושים. אילו מן השירותים הבאים (שבתובה משמאל) ניתן לממש במחלקה המשותפת כדי למנוע שכפול קוד? נמקו.

```
public interface IPAddress {
    public String toString();
    public boolean equals(IPAddress ip);
    public short getOctet(int index);
    public boolean isPrivateNetwork();
    public void mask(IPAddress mask);
}
```

ד. בתרגיל 9 היה עליכם לממש את המנשק SortedSet, אוסף של עצמים ממוינים ושונים אחד מן השני. בהינתן מימוש פשוט SimpleSortedSet תארו כיצד עובד האיטרטור של MergedSortedSet (המכיל את החיתוך של שני אוספים A ו-B אותם הוא מקבל בבנאי).

```

_____  

_____  

}

```

ב. מהי פונקציית ההפשטה (abstraction function) של המחלקה שלך? התשובה צריכה להיות פורמאלית, לא תיאור מילולי.

ג. נתון מנשק שמגדיר איטרטור של משולשים. הגדר/הגדירי שירות שמחזיר איטרטור כזה עבור המחלקה שהגדרת בסעיפים הקודמים. בתשובה הזו מותר להגדיר קוד אך ורק בתוך השירות החדש.

```

public interface TriangleIterator ()
    // returns the next triangle in a set of triangles, or
    // null if there are no more triangles.
    public Point[] next();
}

```

```

public class SimpleMesh ... {
    ...
    public TriangleIterator triangleIterator() {

```

ה. הוכח/הוכיחי שהשירות שהגדרת בסעיף הקודם נכון. ציין/צייני בבירור את ההנחות שעליהן ההוכחה מסתמכת.

ו. כעת אנו מעוניינים לממש את Mesh בצורה יעילה וחסכונית בזיכרון ככל האפשר. במחלקה הבאה הגדרנו את השדות. תאר/י פונקציית הפשטה (abstraction function) שממפה את השדות הללו למצב המופשט של Mesh. יש גם להשלים את ההכרזה של המחלקה. בסעיף הבא תבקש/י להגדיר את השירותים של המחלקה הזו. לסעיף הזה יש יותר מפתרון אחד אפשרי.

```
public class EfficientMesh _____ {
    private double[] a ;
    private int[]    b ;
    ...
}
```

פונקציית הפשטה היא: _____

ז. הגדר/הגדיר את השירותים size ו-get עבור המחלקה מהסעיף הקודם. הגדרת השירותים צריכה להתאים לפונקציית ההפשטה שנתת.

```
public class EfficientMesh _____ {
```

```
    private double[] a ;  
    private int[]    b ;
```

```
    public int size() {
```

```
    _____  
    _____  
    _____  
    _____
```

```
    }
```

```
    public Point[] get(int i) {
```

```
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____  
    _____
```

```
    }  
}
```

שאלה 4

נתונים המנשקים הבאים המתארים קורס וסטודנט במערכת מרשם קורסים:

```
public interface Course {
    public int units();
    מספר נקודות (שעות) - (שלם בין 1 ל 5)

    public int level();
    רמת הקורס (שלם בין 1 ל 3)

    public int numofStudents();
    מספר הסטודנטים הרשומים כרגע לקורס

    public int maxNumStudents();
    המספר המירבי המותר של סטודנטים רשומים לקורס

    public boolean registered(Student s);
    החזר true אם ורק אם הסטודנט s רשום לקורס.

    public void register(Student s);
    רשום את הסטודנט s לקורס. הפעולה חוקית רק אם s לא רשום לקורס, והקורס לא מלא

    public void drop(Student s);
    בטל את הרישום של s לקורס. הפעולה חוקית רק אם s רשום לקורס
}

```

```
public interface Student {
    public void register(Course c);
    הרשם לקורס c. הפעולה חוקית אם הסטודנט לא רשום לקורס c, הקורס לא מלא,
    ומספר הנקודות הכולל של הסטודנט לאחר הרישום יהיה לכל היותר 10.

    public void drop(Course c);
    בטל את הרישום לקורס c. הפעולה חוקית אם הסטודנט רשום לקורס c.

    public int totalUnits();
    מספר הנקודות הכולל של הקורסים שהסטודנט רשום להם

    public String name();
    שם הסטודנט
}

```

להלן דוגמת שימוש במנשקים:

```
Course c1 = new ... ; // a course of 3 units, and max number of students 40
Course c2 = new ... ; // a course with 4 units, and max number of students 40
Student s1 = new ... ;
Student s2 = new ... ;
System.out.println(s1.totalUnits());
s1.register(c1);
s2.register(c1);
s1.register(c2);
System.out.println(s1.totalUnits());
s1.drop(c1);
System.out.println(s1.totalUnits());
```

הפלט של סדרת הפעולות יהיה:

```
0
7
4
```

המנשקים האלה וכל שאר המחלקות והמנשקים בשאלה הזו הם חלק מהחבילה `com.university.students`. החבילה אינה מכילה מנשקים וחבילות אחרים פרט לאלה המוזכרים בשאלה (בפרט, שאר הקוד של מערכת המחשב של האוניברסיטה נמצא בחבילות אחרות).

א. כתבו את החוזה של המנשק `Course`: לכל שורות כתבו תנאי קדם (precondition) ותנאי אחר (postcondition) באופן המקובל (ביטויים בוליאניים שיכולים להשתמש בשאילות). במידת הצורך, הוסיפו במילים תנאים שלא ניתנים לביטוי בצורה הרגילה.

```
public int units()
```

```
public int levels()
```

```
public int numOfStudents()
```

```
public int maxNumStudents()
```

```
public boolean registered(Student s)
```

```
public void register(Student s)
```

```
public void drop(Student s)
```

ב. כתבו את החווה של המנשק Student (ההנחיות זהות לסעיף הקודם).

```
public void register(Course c)
```

```
public void drop(Course c)
```

```
public int totalUnits()
```

```
public String name()
```

המחלקה SimpleCourse אמורה לממש את הממשק Course בצורה פשוטה, תוך שימוש במערך לייצוג הסטודנטים הרשומים לקורס. נתון חלק מהקוד – כל השדות, הבנאי, ומימוש של שרות אחד.

```
public class SimpleCourse implements Course {

    private int MaxNumStudents;
    private int top;
    private int units;
    private int level;
    private Student[] students;

    public SimpleCourse(int MaxNumStudents, int units, int level) {
        this.MaxNumStudents = MaxNumStudents;
        students = new Student [MaxNumStudents];
        this.units = units;
        this.level = level;
        top = -1;
    }
    public void register(Student s) {
        students[++top] = s;
    }

    // more code omitted
}
```

ג. הגדירו את משתמר הייצוג (representation invariant) של המחלקה SimpleCourse

ד. השלימו את הקוד של המחלקה SimpleCourse.

נתונה מחלקה SimpleStudent שמממשת את הממשק Student בצורה פשוטה:

```
public class SimpleStudent implements Student {  
  
    private String name;  
    private int totalUnits = 0;  
  
    public SimpleStudent(String name) {  
        this.name = name;  
    }  
  
    public void register(Course c) {  
        c.register(this);  
        totalUnits += c.units();  
    }  
  
    public void drop(Course c) {  
        c.drop(this);  
        totalUnits -= c.units();  
    }  
  
    public int totalUnits() {  
        return totalUnits;  
    }  
  
    public String name() {  
        return name;  
    }  
}
```

ה. מפתחי התוכנה רוצים להקל על כותבי קוד הלקוח, ומציעים להגדיר מחלקה OtherStudent שתממש גם היא את הממשק Student אבל מותר יהיה לקרוא לפעולה drop גם אם הסטודנט לא רשום לקורס (ובמקרה זה השרות drop לא יגרום לכל שינוי). האם זה תקין מבחינת כללי תיכון בעזרת חוזה? יש לנמק בקיצור.

- ו. מוצע להגדיר מחלקה UndergraduateStudent שתייצג סטודנטים לתואר ראשון, תירש מהמחלקה SimpleStudent, ותוסיף את הדרישה שפעולת register חוקית רק אם רמת הקורס (level) אליו הסטודנט נרשם קטנה מ 3. האם זה תקין מבחינת כללי תיכון בעזרת חוזה? יש לנמק בקיצור.

- ז. מהנדס התוכנה שגיא טוען שבמערכת שהוגדרה יש ליקוי חמור. לטענתו, אם קוד הלקוח מכיל קריאה כמו c.register(s) או c.drop(s) כאשר הטיפוס הדינמי של c הוא SimpleCourse ושל s הוא SimpleStudent בהתאמה, תתעורר בעיה. הסבירו מהי הבעיה, ואיך ניתן לפתור אותה. הפתרון יכול לכלול שינויים במנשקים ו/או במחלקות הממשות. אין צורך לכתוב קוד, אלא להסביר במילים את השינויים הנדרשים.
