

מושגים בשפות תכנות

תרגיל 2

להגשה עד 04/05/2015

הנחיות כלליות:

- "הספר" מתייחס ל:

Hanne Riis Nielson, Flemming Nielson: Semantics with Applications: A Formal Introduction
Available online at http://www.daimi.au.dk/~bra8130/Wiley_book/wiley.html

- בתרגיל נעשה שימוש ב Python בגרסת 2.7. כל הפתרונות צריכים לרוץ עם גרסה זו.
- כל השינויים בקבצים צריכים להיות במקומות המסומנים בהם. אין לשנות בקבצים דבר מלבד במקומות אלה.
- בכל שאלות המימוש באחריותך לבדוק את הקוד שכתבת על דוגמאות נוספות ולוודא את נכונותן.

.1

- הוסיפי כללים לסמנטיקה של ביטויים אריתמטיים (טבלה 1.1 בספר) עבור טיפול בחילוק שלמים $(x \div y)$ ובחישוב שארית $(x \bmod y)$.
- הרחיבי את ה AST של שפת While בקובץ `while_ast.py` כדי שיכלול ביטויים `Mod` ו `Div` עבור חילוק שלמים וחישוב שארית. הרחיבי את הפונקציה `eval_arith_expr` בקובץ `expr.py` כדי שתטפל בביטויים החדשים לפי הכללים שכתבת בסעיף a.
- שני את המימוש של הפונקציה `eval_bool_expr` בקובץ `expr.py` וכן את הקבצים `nos.py`, `sos.py`, `nos_tree.py`, כך שערכי אמת (ערכים של משתנים בוליאניים) ייוצגו ע"י הקבועים `tt`, `ff` (שמוגדרים ב `expr.py`), ולא ע"י הקבועים הבוליאניים `True`, `False` של שפת Python.
- הריצי את הפונקציה הבאה (אלגוריתם אוקלידס לחישוב מחלק משותף מקסימאלי), גם עם `nos_tree.py` וגם עם `sos.py`:

```
a := 84 ; b := 30 ; while b ≠ 0 do (t:=b ; b:=a mod b ; a:=t)
```

 הוסיפי את פקודות הרצה ל `main` של הקבצים, ושמרי את הפלט ב `1nos.txt` ו `1sos.txt`.

2. הוכיחי את השקילות הסמנטית הבאה ב Natural Operational Semantics
 $(S1;S2);S3 \sim S1;(S2;S3)$

3. נרצה להוסיף לשפת While את הפקודה הבאה:

repeat S until b

זוהי לולאה שתמיד מתבצעת פעם אחת לפחות, והביצוע שלה נפסק כאשר התנאי `b` מתקיים. לדוגמה, הקוד הבא:

```
repeat x := x-10 until x<10
```

יסיימם במצב בו `x=5` אם יתחיל במצב בו `x=55`, ויסיימם במצב בו `x=-3` אם יתחיל במצב בו `x=7`.

- הוסיפי כללים (לטבלה 2.1 בספר שיגדירו את ה Natural Operational Semantics של פקודת `repeat`. הכללים אינם יכולים להסתמך על מבנה לולאת `while` בשפה (כלומר לא ניתן להתייחס בכללים למבנה לולאת `while`, רק ללולאת `repeat`).
- הוכיחי את השקילות הסמנטית הבאה ב Natural Operational Semantics המורחב ע"י הכללים (שהגדרת בסעיף a):
 $\text{repeat S until b} \sim S ; \text{if b then skip else (repeat S until b)}$

- c. הוסיפי ל `while_ast.py` את המבנה `Repeat` לייצוג לולאת `repeat`, והוסיפי ל `nos.py` ול `nos_tree.py` מימוש לפי הכללים) שהגדרת בסעיף a. בדקי את המימוש.
- d. הוסיפי כללים) לטבלה 2.2 בספר שיגדירו את ה `Structural Operational Semantics` של פקודת `repeat`. הכללים) אינם יכולים להסתמך על מבנה לולאת `while` בשפה (כלומר לא ניתן להתייחס בכללים למבנה לולאת `while`, רק ללולאת `repeat`).
- e. הוסיפי ל `sos.py` מימוש לפי הכללים) שהגדרת בסעיף d. בדקי את המימוש.

4. הוכיחי שאם:

$$\langle S_1, s \rangle \Rightarrow^k s'$$

אז בהכרח:

$$\langle S_1; S_2, s \rangle \Rightarrow^k \langle S_2, s' \rangle$$

5. הראי (ע"י דוגמה נגדית) שלא בהכרח מתקיים שאם:

$$\langle S_1; S_2, s \rangle \Rightarrow^k \langle S_2, s' \rangle$$

אז:

$$\langle S_1, s \rangle \Rightarrow^k s'$$

רמז: בחני היטב את הביצוע של התוכנית משאלה 1 ע"י `sos.py` ובני דוגמה נגדית בהשראתו.

6. **בנוס 1**

הוכיחי (עבור הכללים שהגדרת בשאלה 3 סעיף a) את השקילות הסמנטית הבאה ב `Natural Operational Semantics`:

$$\text{repeat } S \text{ until } b \sim S ; \text{ while } \neg b \text{ do } S$$

7. **בנוס 2**

הוכיחי (עבור הכללים שהגדרת בשאלה 3 סעיף d) את השקילות הסמנטית הבאה ב `Structural Operational Semantics`:

$$\text{repeat } S \text{ until } b \sim S ; \text{ while } \neg b \text{ do } S$$

בהצלחה!