

מושגים בשפות תכנות

תרגיל 2

להגשה עד 31/03/2016

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

- a. הוסיפי כללים לסמנטיקה של ביטויים אריתמטיים (טבלה 1.1 בספר) עבור טיפול בחילוק שלמים $(x \div y)$ ובחישוב שארית $(x \bmod y)$.
- b. הרחיבי את ה AST של שפת While בקובץ `while_ast.py` כדי שיקלוט 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.
- c. 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.
- d. 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` (על הקבצים לכלול גם את הפלט של תוכנית `prog` הנתונה וגם את הפלט של אלגוריתם אוקלידס באותו פורמט).

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

יסתיים במצב בו `x=5` אם יתחיל במצב בו `x=55`, ויסתיים במצב בו `x=-3` אם יתחיל במצב בו `x=7`.

- a. 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`).

- b. הוכיחי את השקילות הסמנטית הבאה ב Natural Operational Semantics המורחב ע"י הכללים (ים) שהגדרת בסעיף a:
- repeat S until b ~ S ; 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 (ים) שהגדרת בסעיף a. בדקי את המימוש.
- d. הוסיפי כללים (ים) לטבלה 2.2 בספר שיגדירו את ה Structural Operational Semantics של פקודת repeat. הכללים (ים) 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 (ים) 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:

repeat S until b ~ S ; while ¬b do S

7. **בנוס 2**

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

repeat S until b ~ S ; while ¬b do S

בהצלחה!