

# שאלון למטלת מנחה (ממ"ן) 14

מס' הקורס: 20364
מס' המטלה: 14
מחזור: א 2025

שם הקורס: קומפילציה

שם המטלה: ממ"ן 14

משקל המטלה: 3 נקודות

מספר השאלות: 3

מועד משלוח המטלה: 3.1.2025 (נדחה ל- 10.1.2025)

## שאלה 1 (25%)

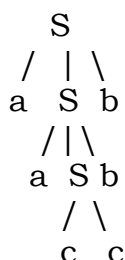
בשני הסעיפים אתם מתבקשים לכתוב סכימת תרגום (translation scheme) (להבדיל מהגדרה מונחת תחביר Syntax Directed Definition).  
נזכיר שבסכימת תרגום ניתן לשלב פעולות סמנטיות (actions): קטעי קוד מוקפים בסוגריים מסולסלים בצד ימין של כללי הגזירה. המיקום של ה- action קובע מתי הוא יתבצע בעת המעבר על עץ הגזירה.  
אם יש בכך צורך, מותר להוסיף לדקדוק את כלל הגזירה  $S \rightarrow S'$  כאשר  $S'$  הוא המשתנה ההתחלתי החדש.

### סעיף א

נתון הדקדוק הבא:

$S \rightarrow aSb$   
 $S \rightarrow cc$

כתבו סכימת תרגום שתכתוב לפלט תיאור של עץ הגזירה של הקלט.  
למשל עץ הגזירה של המילה aaccbb נראה כך:



והתיאור של העץ שיכתב לפלט הוא:

```

S
a
S
a
S
c
c
b
b
    
```

בתיאור העץ, האינדנטציה (הזחה) של סימן מראה את מרחקו מהשורש של עץ הגזירה. בדוגמא ה-S הראשון מופיע עם אינדנטציה 0, ה-S השני עם אינדנטציה 1 והשלישי עם אינדנטציה 2. שני סימני ה-c מופיעים עם אינדנטציה 3.

בסכימת התרגום יש להשתמש בפונקציה `print(symbol, indent)` כדי לכתוב את הסימנים לפלט. הפלט בדוגמא מתקבל ע"י סדרת הקריאות הבאה (כל קריאה ל-`print` כותבת גם `newline`):

```
print(S, 0)
print(a, 1)
print(S, 1)
print(a, 2)
print(S, 2)
print(c, 3)
print(c, 3)
print(b, 2)
print(b, 1)
```

אפשר לפתור את השאלה תוך שימוש במשתנה גלובלי. קראו למשתנה `indent`. (צריך גם לאתחל אותו כנדרש).  
לחילופין ניתן להשתמש בתכונה מורשת כדי לייצג את האינדנטציה.

## סעיף ב

נתון הדקדוק הבא:

```
S -> cSaS
S -> bA
S -> cB
A -> Aa
A -> epsilon
B -> bB
B -> b
```

הוסיפו לדקדוק הנתון פעולות סמנטיות כך שבפלט יופיעו סימני ה-a שמקיימים את התנאי הבא: מספר סימני ה-a שהופיעו בינתיים (כשקוראים את הקלט משמאל לימין) גדול ממספר סימני ה-b שהופיעו בינתיים.  
למשל עבור הקלט `ccbbaabaaaaa` הפלט יהיה `aa` כי רק שני ה-a - ים האחרונים עומדים בתנאי.

בפתרון יש להשתמש בתכונה מורשת אחת לפחות (מותרות גם תכונות נבנות). אין להשתמש במשתנים גלובליים (כדי לתרגל שימוש בתכונות).

תנו הסבר קצר על כל תכונה וציינו אם היא מורשת או נבנית (`inherited` או `synthesized`).

## **שאלה 2 (25%)**

נתון דקדוק המתאר שפה של "ביטויי רשימות". התוצאה של כל ביטוי היא מספר טבעי (גדול או שווה לאפס) או רשימה של מספרים טבעיים.

מרכיבי השפה הם:

- **רשימות פשוטות של מספרים טבעיים** - לדוגמה: [12, 4, 100, 57]  
מספר יכול לחזור יותר מפעם אחת ברשימה. הערה: רשימות ריקות של מספרים עשויות להיווצר כתוצאה של הפעלה של הפעולות divide ו-tail.

- **פעולת equal(list)** - מקבלת רשימה list ומחזירה 1 אם כל איברי הרשימה שווים ואחרת מחזירה 0. לדוגמה:  $\text{equal}([12, 4, 100]) = 0$   
 $\text{equal}([7, 7, 7]) = 1$   
שימו לב שפעולה זו מחזירה מספר ולא רשימה.  
במקרה שהרשימה ריקה אז equal תחזיר 1.

- **פעולת sum(list)** - מקבלת רשימה list ומחזירה את סכום המספרים ברשימה.  
לדוגמה:  $\text{sum}([12, 4, 100]) = 116$   
שימו לב שפעולה זו מחזירה מספר ולא רשימה.  
במקרה שהרשימה ריקה אז sum תחזיר אפס.

- **פעולת append(n, list)** - מקבלת מספר n ורשימה list, ומחזירה רשימה שבה n מצורף בתור איבר אחרון ל-list.  
לדוגמה:

$\text{append}(5, [1, 4, 100]) = [1, 4, 100, 5]$

- **פעולת tail(list)** - מקבלת רשימה list ומחזירה רשימה שבה נמחק האיבר הראשון של הרשימה list. אם list היא הרשימה הריקה אז tail מחזירה רשימה ריקה.  
לדוגמה:  $\text{tail}([35, 100, 17]) = [100, 17]$

- **פעולת divide(n, list)** - מקבלת מספר n ורשימה list, ומחזירה רשימה הכוללת את כל המספרים ב-list שמתחלקים ב-n.  
לדוגמה:

$\text{divide}(5, [12, 35, 4, 100]) = [35, 100]$

דוגמה לביטוי בשפה:

$\text{sum}(\text{append}(\text{equal}([3, 3]), \text{divide}(10, [30, 8, 50])))$

התוצאה של הביטוי היא המספר 81 (סכום המספרים ברשימה [30, 50, 1])

הנה דקדוק המתאר את שפת הביטויים (כאן התוצאה של הביטוי יהיה מספר. תתי ביטויים עשויים להיות רשימות של מספרים).

1.  $S \rightarrow \text{ITEM}$
2.  $L \rightarrow [ \text{ITEMLIST} ]$
3.  $L \rightarrow \text{TAIL} ( L )$
4.  $L \rightarrow \text{APPEND} ( \text{ITEM}, L )$
5.  $L \rightarrow \text{DIVIDE} ( \text{ITEM}, L )$
6.  $\text{ITEMLIST} \rightarrow \text{ITEMLIST}, \text{ITEM}$
7.  $\text{ITEMLIST} \rightarrow \text{ITEM}$
8.  $\text{ITEM} \rightarrow \text{SUM} ( L )$
9.  $\text{ITEM} \rightarrow \text{EQUAL} ( L )$
10.  $\text{ITEM} \rightarrow \text{NUMBER}$

כאן האסימונים (למשל SUM) כתובים באותיות גדולות מודגשות. בקלט הם כתובים באותיות קטנות (למשל sum). גם הסוגריים (עגולות ומרובעות) והפסיקים הם אסימונים.

כתבו סכימת תרגום המסתמכת על הדקדוק הנתון, אשר מדפיסה את התוצאה של חישוב הביטוי.

#### הערות:

- מותר להגדיר תכונות למשתני הדקדוק לפי הצורך. אין להגדיר משתנים גלובאליים (כדי לתרגל שימוש בתכונות).
- הפעולות שמוצמדות לכל כלל צריכות להתייחס רק לתכונות של סימני הדקדוק המופיעים באותו כלל (שזה נכון לכל סכימת תרגום).
- האסימון **NUMBER** מייצג מספרים. הניחו שהתכונה `NUMBER.val` מציינת את ערך המספר.
- הפתרון צריך להיות `high level`. השתמשו בפסאודו קוד. אין להכנס לפירוט כיצד מיוצגות רשימות.
- מותר להשתמש בפונקציות כמו למשל `tail (list)`. אם המשמעות של הפונקציה אינה מובנת מאליה אז צרפו הסבר קצר.
- על שאלה זאת ניתן לענות בלי לכתוב לולאות שעוברות על כל איברי הרשימה - הפונקציות שקוראים להן יעשו את זה (בשאלה הבאה תצטרכו לממש את הפונקציות האלו).

#### **שאלה 3 (תוכנית מחשב - 50%)**

**יש לממש את סכימת התרגום שכתבתם בשאלה 2.**

ניתן להשתמש ב- `flex & bison` או בכלים אחרים (למשל `sly`).  
הקלט לתוכנית יהיה קובץ המכיל "ביטוי רשימה" כפי שתואר בשאלה 2.  
קובץ הקלט יתן כ- `command line argument`.  
הפלט יהיה הערך של הביטוי. הוא יכתב ל- `standard output`.

- קראו לקובץ ההרצה `list.exe` (או `list` אם אתם עובדים על Linux).