

תורת הקומפילציה

תרגיל בית 2

הוראות לתרגיל 2 בשפת MINI-PASCAL

הפרוייקט המצורף הינו קוד שלד של מהדר לשפת mini-pascal עליכם לממש בסביבת **Eclipse (Java)** את הפונקציות המתאימות לפי החומר שנלמד בהרצאה ע"מ שהמהדר הנוצר יוכל לייצר קוד עבור:

1. Symbol table (define your own symbol table gradually)
2. Assignments (e.g. $a = w * (e + 6)$)

3. IF-THEN-ELSE
4. WHILE
5. CASE
6. SSP (hint: it's equal to **5+Number of allocated variables**)
7. SEP (hint: add new abstract function to the class Node, call it **public abstract int getMaxNeededSpace()**, and implement it in sub-classes like Expr...)
8. Semantic errors: detect uninitialized variables and print a proper warning message to console, e.g. **System.out.println("Warning Error: uninitialized variable " + var_name)**. Hint: add new abstract method to class Node, call it **public abstract void boolean detectUninitializedVars()**, make advantage of your **Symbol Table** to indicate which variables have been initialized and which have not. ~~And call that method from Main.java just before root.code(pw) as a preprocessing step.~~
9. Error recovery (add new rules to Parser.cup that handle errors)

התוכנית הנתונה שאותה תרחיבו מפעילה למעשה את המנתח הלקסיקלי ואת המנתח התחבירי על תוכנית הקלט עבורה תרצו לייצר קוד מכונה, כמו שראיתם בתרגול על JLex_CUP_tools.

לשים לב שתחילת ההרצה של הקומפיילר היא הקובץ **Main.java** (שם אני מעביר לכם את השורש של העץ `(root.code(out_pw))`; ולכן תחילו לעשות Debug מנקודה זו. אבל לפני שמריצים את הקומפיילר מ eclipse צריך לספק שם של קובץ קלט, הסבר איך לעשות זאת בהמשך מסמך זה).
 יהיה עליכם לממש בכל מחלקה מתוך **Node.java** (המשמשת צומת בעץ הגזירה הנוצר על סמך הדקדוק) **בהתאם לצורך**, את הפונקציות הוירטואליות (כל המחלקות יורשות מ class Node)

```
public abstract void code(PrintWriter pw);
public abstract void codeL(PrintWriter pw);
public abstract void codeR(PrintWriter pw);
```

כמו כן תוכלו להוסיף מחלקות ופונקציות נוספות כרצונכם.
 הנכם רשאים (ואף מתבקשים) להשתמש במבני הנתונים הסטנדרטיים של Java כמו למשל:

```
protected static HashMap<String, VarDetails> symbolTable = new HashMap<String,
; ()<VarDetails
```

כאשר VarDetails זה מחלקה שאתם מגדירים (בקובץ Java חדש או בתור מחלקה פנימים בתוך Node.java)

בהמשך תוכלו לראות כיצד ליצור פרויקט.
 בנוסף למספר דוגמאות.

רשימה של בונוסים

1. הוספת תמיכה בלולאת for כמו בשפת C++/Java וקוד המתרגם אותן .
2. הפצת קבועים constant-propagation
3. copy-propagation
4. invariant expression motion
5. strength reduction
6. deleting unused IF-THEN statements

בהצלחה

הגדרות משתנים בשפת MINI

משתנה פשוט – simple type

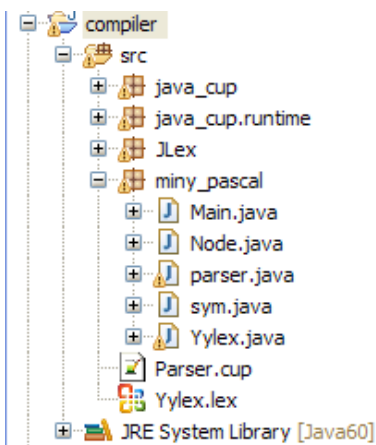
var1 FIXED; (integer type)
var2 FLOAT; (real type)
var3 BOOLEAN; (boolean type)

הידור והרצה בסביבת עבודה Eclipse

את סביבת הפיתוח של Eclipse (Java) ניתן להוריד מהאתר www.eclipse.org או ישירות מהקישור:
<http://www.eclipse.org/downloads/download.php?file=/eclipse/downloads/drops/R-3.6.2-201102101200/eclipse-SDK-3.6.2-win32.zip>

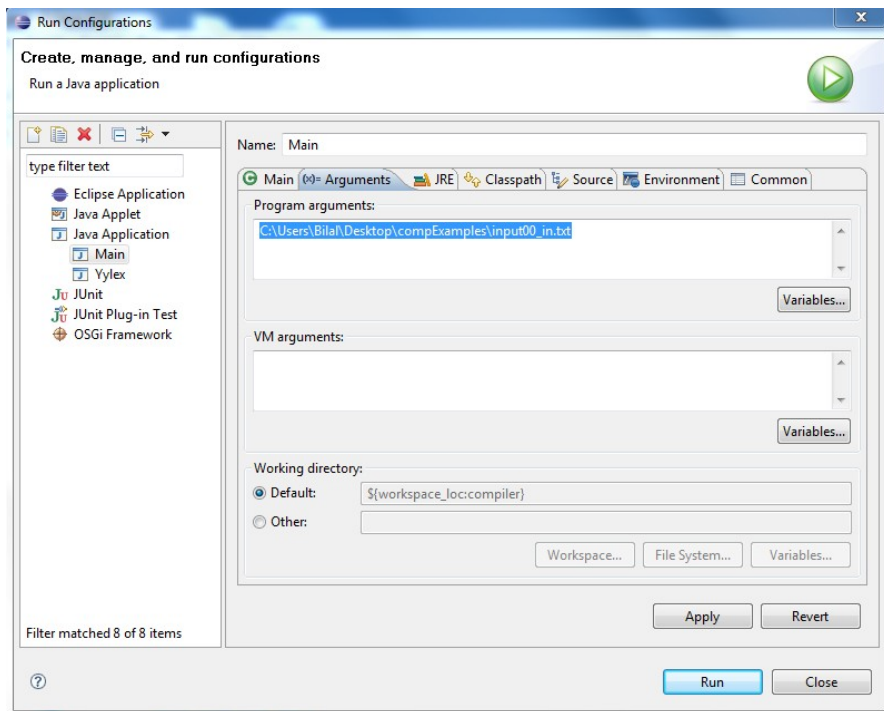
לאחר שנכנסתם ל Eclipse יש לייבא את הפרוייקט המצורף בעבודת בית זו: Compiler.zip כך:
File -> import... -> General -> Existing Projects into Workspace -> next -> Select archive file -> .Browse (choose the compiler project) -> Finish

ואז יופיע לכם הפרוייקט בתוך eclipse כך:



איך לספק פרמטר לפונקציה main בתוך המחלקה Main.java?

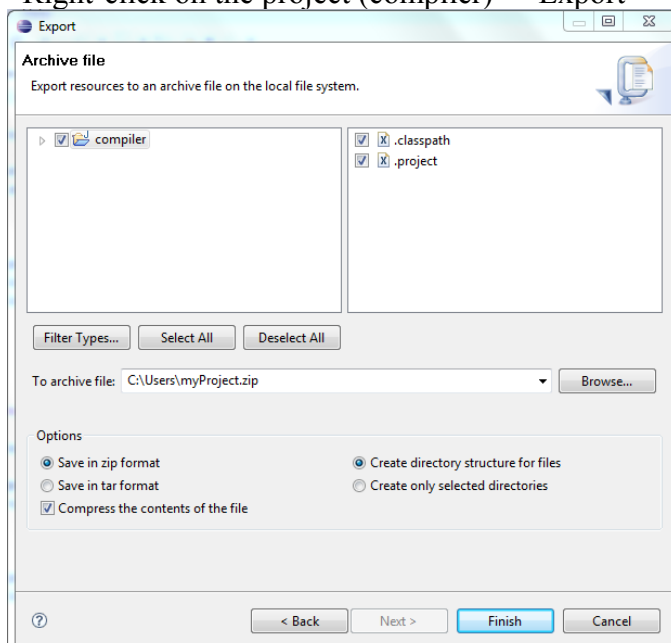
תעשו right-click על הקובץ Main.java תבחרו ב Run Configurations -> Run As ...
ותוסיפו שם של קובץ שלכם שאותו רוצים להדר. וללחוץ על Run.



ההגשה:

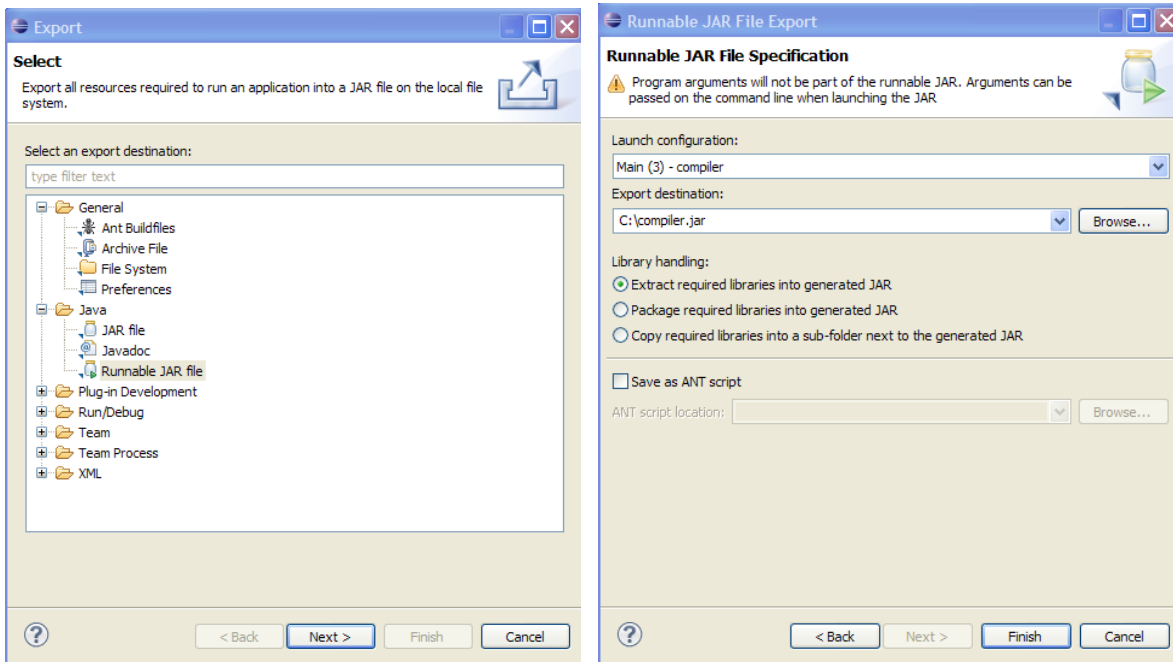
1. יש לארוז את הפרוייקט (לאחר שהוספת את הקוד שלכם) כך:

Right-click on the project (compiler) -> Export -> General -> Archive file -> (give a name) -> finish



2. יש לייצר קובץ ריצה (שזה בעצם הקומפיילר שלכם)

Right-click on Main.java -> Export -> under Java, choose “Runnable JAR file” -> next
-> choose Lunch configuration & destination -> finish



לסיכום: אתם צריכים להגיש בדואר אלקטרוני

(1) קוד מקור של קומפיילר ארוז (compiler.zip)

(2) קובץ ריצה (compiler.jar)

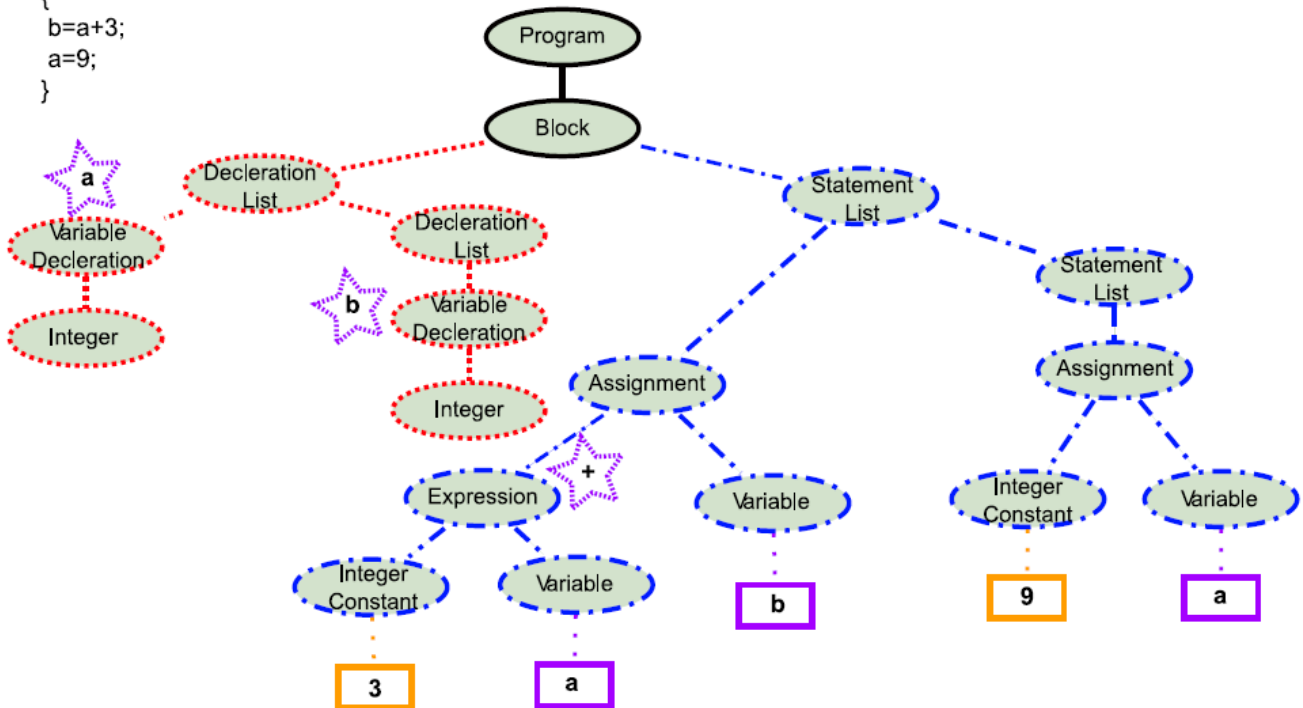
(3) לציין במייל את מספרי ת.ז. שלכם + אילו בונוסים ממשתם במידה ויש

(4) בנושא של המייל יש לכתוב: **comp2_id1_id2_id3**

דוגמא לעץ הגזירה הנוצר

PROGRAM assign

```
a FIXED;
b FIXED;
{
b=a+3;
a=9;
}
```



דוגמאות לקוד הנוצר

דוגמא 1 :

עבור התוכנית הנתונה

```
PROGRAM IfExample
  a FIXED;
  b FIXED;
  c FIXED;
{
  a= 5;
  b=150+a*88;
  c= b;
  IF (a==5) THEN
    a=b+99;
    IF (c == b) THEN
      b= 2222;
    ELSE
      c=888888;
    FI
  ELSE
    a=0;
  FI
}
```

נקבל את הפלט הבא:

p code:

```
ssp 8
sep 4
ldc a 5
ldc i 5
sto i
ldc a 6
ldc i 150
ldc a 5
ind i
ldc i 88
mul i
add i
sto i
ldc a 7
ldc a 6
ind i
sto i
```

```

ldc a 5
ind i
ldc i 5
equ i
fjp L0
ldc a 5
ldc a 6
ind i
ldc i 99
add i
sto i
ldc a 7
ind i
ldc a 6
ind i
equ i
fjp L1
ldc a 6
ldc i 2222
sto i
ujp L2
L1
ldc a 7
ldc i 888888
sto i
L2
ujp L3
L0
ldc a 5
ldc i 0
sto i
L3

```

דוגמא 2 :

עבור התוכנית הנתונה

PROGRAM WhileExample

```

a FIXED;
b FIXED;
c FIXED;
x FIXED;
{
  a= -5;
  b= a+10;
  c= b;
  x=a+1;
  WHILE(a<=1)
  }
  WHILE((c<=b) | (c<=x))

```



```

    }
    IF (a==5) THEN
        b=12345;
        c=12346;
    FI
    {
    a=a+10;
}

```

נקבל את הפלט הבא:

p code:

```

ssp 9
sep 3
ldc a 5
ldc i 5
neg i
sto i
ldc a 6
ldc a 5
ind i
ldc i 10
add i
sto i
ldc a 7
ldc a 6
ind i
sto i
ldc a 8
ldc a 5
ind i
ldc i 1
add i
sto i
L0
ldc a 5
ind i
ldc i 1
leq i
fjp L1
L2
ldc a 7
ind i
ldc a 6
ind i
leq i
ldc a 7
ind i
ldc a 8
ind i

```

```

leq i
or
fjp L3
ldc a 5
ind i
ldc i 5
neg i
equ i
fjp L4
ldc a 6
ldc i 12345
sto i
ldc a 7
ldc i 12346
sto i
L4
ujp L2
L3
ldc a 5
ldc a 5
ind i
ldc i 10
add i
sto i
ujp L0
L1

```

דוגמא 3 :

עבור התוכנית הנתונה (תשימו לב, כאן ה case תמיד מתחיל מ 1 ולא מאפס כמו שראיתם בתרגול)

PROGRAM CaseExample

```

a FIXED;
b FIXED;
c FIXED;
{
  a = 1;
  b = 2;
  c = 1;
  CASE a OF
  {
    1:CASE b OF
    {
      1:c=3;
      2:c=4;
    }
    2:c=4;
  }
}

```

p code:

ssp 8
sep 2
ldc a 5
ldc i 1
sto i
ldc a 6
ldc I 2
sto i
ldc a 7
ldc i 1
sto i
ldc a 5
ind i
neg i
ixj L0
L1
ldc a 6
ind i
neg i
ixj L2
L3
ldc a 7
ldc i 3
sto i
ujp L2
L4
ldc a 7
ldc i 4
sto i
ujp L2
ujp L4
ujp L3
L2
ujp L0
L5
ldc a 7
ldc i 4
Sto i
ujp L0
ujp L5
ujp L1
L0

דוגמאה לתוכנית שלא עוברת קומפילציה

```
PROGRAM IfExample
  a FIXED;
  b FIXED;
  c FIXED;
  x FIXED;
{
  a= 5;
  b=150*(a+88);
  c= b;
  IF (a==x+) THEN
    a=b+99;
    IF (c == b) THEN
      b= 2222;
    ELSE
      c=8888888;
    FI
  ELSE
    a=0;
  FI
}
```

דוגמאה לתוכנית שעוברת קומפילציה אבל עם warning מהסוג uninitialized variable

```
PROGRAM IfExample
  a FIXED;
  b FIXED;
  c FIXED;
  x FIXED;
{
  a= b;
  b=150*(a+88);
  c= b;
  IF (a==x+6) THEN
    a=b+99;
    IF (c == b) THEN
      b= 2222;
    ELSE
      c=8888888;
    FI
  ELSE
    a=0;
  }
```

FI

}

עבור טיפול בשגיאות ברמת המנתח התחבירי הוספתי דוגמה בקובץ Parser.cup

```
loop_stat ::= WHILE expr:e LC stat_seq:ss RC { : RESULT = new LoopStatement(e,ss); : }  
          | WHILE error LC stat_seq:ss RC { : System.err.println("illegal 'expression' syntax in WHILE loop"); : } ;
```

הערות:

1. אתם יכולים לשתמש במילה error במקום משתנים ולא במקום טרמינלים.
2. כל שינוי לקובץ parser.cup או Yylex.lex ידרוש קומפילציה מחדש לקבצים אלו כמו שראיתם בתרגול.