המכללה האקדמית להנדסה בתל אביב
אפקה

קורס שפות תכנות
(10211)

הנדון : דו"ח פרויקט – שפות תכנות

מחלקה : הנדסת תוכנה

פרטי המגישים :

- עידן נוישול 207813635
- ספיר גילני 322358284

תוכן עניינים

1. הקדמה

הסבר קצר על קבצי המערכת (README קובץ הBNF, יחידת הבדיקות, סקריפט של דוגמה להרצה, תכולת הinterpreter, user guide איך מריצים – אולי סקשיין בREADME) כולל תכלול קצר של הדברים שהקוד שלנו תומך (מתן שגיאות, הרצת המערכת פקודה פקודה, הרצה שוטפת של כמה פקודות.

2. BNF – תיאור השפה והדקדוק

תיאור מפורט של השפה – עם דוגמאות לפקודות תקינות.

הפונקציה הראשית ב-BNF המתארת את הפקודות המתאימות בשפה נקראת <language_command>.

<language_command> ::= <func_def> | <call_func> | <comment> | <printed_note> | <lambda> | <comp_expression> | <TT_EXIT>

<func_def> ::= <TT_FUNC> <func_name> <TT_FUNC> <args> <TT_FUNC_SIGN> <language_command>

<call_func> ::= <TT_CALL_FUNC> <func_name> <nested_func>+ | <TT_CALL_FUNC> <func_name> <nested_func>+

<arg_value> ::= <arg_value> <TT_COMMA> <atom> | <atom>

<nested_func> ::= <TT_FUNC_LBRACKET> <arg_value> <TT_FUNC_RBRACKET> | <TT_FUNC_LBRACKET> <TT_FUNC_RBRACKET>

<atom> ::= <INT> | <TT_STRING> | <bool>

<comment> ::= <TT_COMMENT> <text>*

<text> ::= <TT_STRING> | <INT> | <TT_STRING> <text> | <INT> <text>

<printed_note> ::= <TT_PRINTED_NOTE> <text>*

<lambda> ::= <TT_LLAMBDA> <arg_name> <TT_LAMBDA_SIGN> <language_command> <TT_RLAMBDA> <nested_args>+

<nested_args> ::= <TT_LPAREN> <arg_value> <TT_RPAREN> | <TT_LPAREN> <TT_RPAREN>

<comp_expression> ::= <TT_NOT> <comp_expression> | <second_expression> <AND_OR> <second_expression> | <second_expression>

<second_expression> ::= <first_expression> <BOOL_OPS> <first_expression> | <first_expression> | <second_expression> <BOOL_OPS> <second_expression>

<first_expression> ::= <factor> <PLUS_MINUS> <factor> | <factor> | <first_expression> <PLUS_MINUS> <first_expression>

<factor> ::= <INT> | <bool> | <TT_STRING> | <lambda> | <TT_LPAREN> <comp_expression> <TT_RPAREN> | <factor> <MUL_DIV_MOD> <factor> | <call_func> | <lambda>

<TT_FUNC> ::= <whitespace>* "$" <whitespace>*

<func_name> ::= <whitespace>* <TT_STRING> <whitespace>*

<TT_LPAREN> ::= <whitespace>* "(" <whitespace>*

<TT_RPAREN> ::= <whitespace>* ")" <whitespace>*

<args> ::= <TT_LPAREN> <arg_name> <TT_RPAREN> | <TT_LPAREN> <TT_RPAREN>

<arg_name> ::= <TT_STRING> <TT_COMMA> <TT_STRING> | <TT_STRING>

<TT_FUNC_SIGN> ::= <whitespace>* "=>" <whitespace>*

<TT_LLAMBDA> ::= <whitespace>* "[" <whitespace>*

<TT_RLAMBDA> ::= <whitespace>* "]" <whitespace>*

<TT_LAMBDA_SIGN> ::= <whitespace>* ":" <whitespace>*

<TT_CALL_FUNC> ::= <whitespace>* "@" <whitespace>*

<TT_FUNC_LBRACKET> ::= <whitespace>* "{" <whitespace>*

<TT_FUNC_RBRACKET> ::= <whitespace>* "}" <whitespace>*

<AND_OR> ::= <TT_AND> | <TT_OR>

<TT_AND> ::= <whitespace>* "&&" <whitespace>*

<TT_OR> ::= <whitespace>* "||" <whitespace>*

<TT_STRING> ::= <whitespace>* <letters> <whitespace>*

<letters> ::= <small_letter> <TT_STRING> | <large_letter> <TT_STRING> | <small_letter> | <large_letter>

<small_letter> ::= [a-z]+

```
<large_letter> ::= [A-Z]+

<TRUE> ::= <whitespace>* "True" <whitespace>*
<FALSE> ::= <whitespace>* "False" <whitespace>*
<bool> ::= <TRUE> | <FALSE>
<TT_COMMA> ::= <whitespace>* "," <whitespace>*
<TT_NOT> ::= <whitespace>* "!" <whitespace>*
<TT_COMMENT> ::= <whitespace>* "#"
<TT_PRINTED_NOTE> ::= <whitespace>* "##"
<TT_EXIT> ::= <whitespace>* "EXIT" <whitespace>*
<INT> ::= "-" <INT> | <number> | <float>
<float> ::= <number> "." <number>
<number> ::= <non_digit_zero> <digits>*
<digits> ::= <zero> | <non_digit_zero>
<non_digit_zero> ::= [1-9]+
<zero> ::= "0"

<PLUS_MINUS> ::= <TT_PLUS> | <TT_MINUS>
<TT_PLUS> ::=  <whitespace>* "+"  <whitespace>*
<TT_MINUS> ::=  <whitespace>* "-"  <whitespace>*

<MUL_DIV_MOD> ::= <TT_MUL> | <TT_DIV> | <TT_MODULO>
<TT_MUL> ::=  <whitespace>* "*"  <whitespace>*
<TT_DIV> ::=  <whitespace>* "/"  <whitespace>*
<TT_MODULO> ::=  <whitespace>* "%"  <whitespace>*

<BOOL_OPS> ::= <EE> | <NE> | <GT> | <GTE> | <LT> | <LTE>
<EE> ::= <whitespace>* "==" <whitespace>*
<NE> ::= <whitespace>* "!=" <whitespace>*
<GT> ::= <whitespace>* ">" <whitespace>*
<LT> ::= <whitespace>* "<" <whitespace>*
```

<GTE> ::= <whitespace>* ">=" <whitespace>*

<LTE> ::= <whitespace>* "<=" <whitespace>*

<whitespace> ::= " " | "\t"

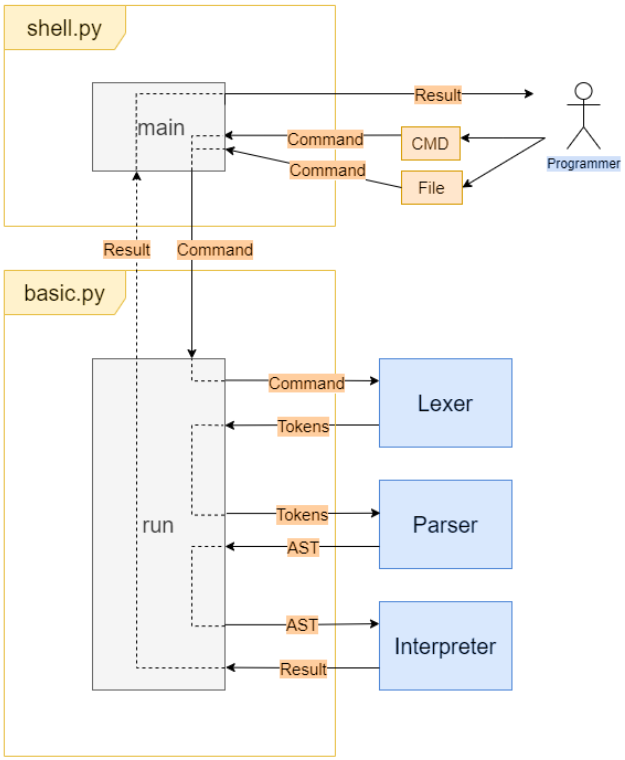
3. איך להריץ – מדריך קצר

עבודה מול הinterpreter, והרצה של קובץ פקודות תקינות שמתאימות לשפה שהגדרנו (זה ירוץ בצורה הבאה : python shell.py -f blabla). נראה איך להריץ מתוך הpycharm ומתוך הcmd אולי?

4. תיאור חלקי המערכת

4.1 תיאור Use Case Diagram של ה-Interpreter

שרטוט המתאר את ה-Interpreter של שפת התכנות שלנו :



המתכנת המשתמש בשפה שלנו ומריץ פקודות ב-Interpreter יכול להריך בשני אופנים : פקודה-פקודה ב-Command Line או כתוכנית שלמה בקובץ נפרד המסתיים ב-lambda.* המכיל את הפקודות הדרושות.

קובץ ה-shell.py הוא התוכנית המפעילה את ה-Interpreter ומעבירה את הפקודות המגיעות מהמתכנת לפונקציית ()run שבקובץ ה-basic.py. הפקודה עוברת את שלבי ה-Lexer, ה-Parser, ולבסוף ה-Interpreter שיוסברו בסעיפים הבאים, עד אשר היא מופעלת ומוחזר התוצאה חזרה למשתמש.

4.2 תיאור ה-Lexer

השלב הראשון בתהליך, בו מבוצע ניתוח מילולי ורצף התווים שהוכנסו על ידי המתכנת מתורגמים ל-token-ים המוכרים על ידי השפה. הסיווג בשפה שלנו וה-token-ים בהם השפה תומכת הם:

ביטויים אריתמטיים	פעולות בוליאניות	פעולות השוואה	הגדרת פונקציות
INT	AND (&&)	EQ (=)	FUNC ($)
FLOAT (.)	OR (||)	EE (==)	FUNC_NAME
PLUS (+)	NOT (!)	NE (!=)	FUNC_ARGS
MINUS (-)	BOOL ('True', 'False')	LT (<)	FUNC_SIGN (=>)
MUL (*)		GT (>)	FUNC_BODY
DIV (/)		LTE (<=)	
MODULO (%)		GTE (>=)	
LPAREN '('			
RPAREN ')'			

קריאה לפונקציות	Lambda	אחר
CALL_FUNC (@)	LLAMBDA '['	STRING
FUNC_LBRACKET '{'	RLAMBDA ']'	COMMA (,)
FUNC_RBRACKET '}'	LAMBDA_SIGN (:)	COMMENT (#)
		PRINTED_NOTE (##)
		EOF
		EXIT ('EXIT')

מספר הערות:

- השפה תומכת בסימנים (המתוארים מעלה), באותיות a-z,A-Z, במספרים חיובים ושליליים.
- ה-token הנקרא STRING הוא עבור כל רצף אותיות עוקבות. מכיוון שהשפה לא תומכת במחרוזות, המשמעות כאן היא עבור שמות של פונקציות, שמות של משתנים מקומיים בפונקצייה או ב-Lambda, הערות או הערות להדפסה, ושמות שמורים כמו True, False, EXIT.

- הפקודה EXIT נועדה לשימוש ב-Interpreter mode להרצת פקודות אחת אחרי השנייה ב-command line ועבור יציאה מהתוכנית ניתן לכתוב EXIT.
- ה-token הנקרא EOF נועד עבור סימון של סוף הפקודה.

דוגמה להמרת פקודה לרשימת token-ים:

- הפקודה: 5*(3-1)
- [INT:5, MUL, LPAREN, INT:3, MINUS, INT:1, RPAREN]

4.3 תיאור ה-Parser

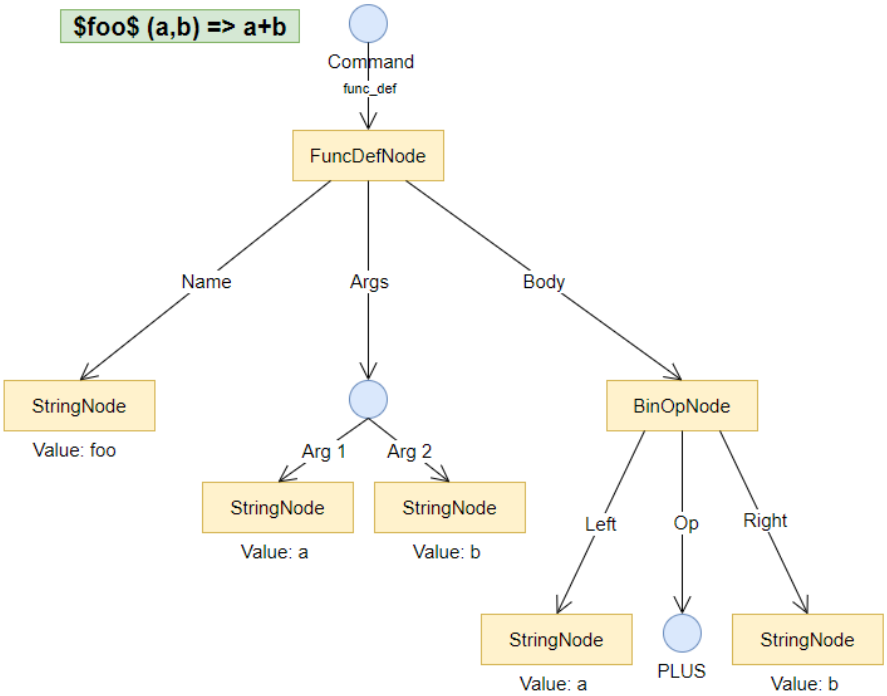
בשלב השני בתהליך, מבוצע ניתוח מחרוזות של הסמלים וה-token-ים וסיווגם לפי אובייקטים ומרכיבים המתאימים לקשר ביניהם. הפקודות בשפה שלנו מפורשים למספר סוגי פקודות והם:

- הגדרה של פונקציה
- קריאה לפונקציה
- הערות בקוד
- הערות מודפסות
- למבדות
- יציאה מה-interpreter
- ביטויים בוליאנים/אריתמטיים ושילובם

אובייקטים אותם ה-parser בונה הם:

- FuncDefNode
- CallFuncNode
- LambdaNode
- CommentNode
- PrintedNoteNode
- StringNode
- NumberNode
- BinOpNode
- UnaryOpNode
- BoolNode
- ExitNode

דוגמה לבניית AST (Abstract Syntax Tree) על ידי ה-Parser עבור הגדרת פונקציה חדשה:



לאחר בניית ה-AST, ה-parser מחזיר אובייקט ParseResult שבמידה ופעולת הפרסור הצליחה חוזר האוביקט המתאים עם הערך המפורסר, אחרת, חוזרת שגיאה.

4.4 תיאור ה-Interpreter

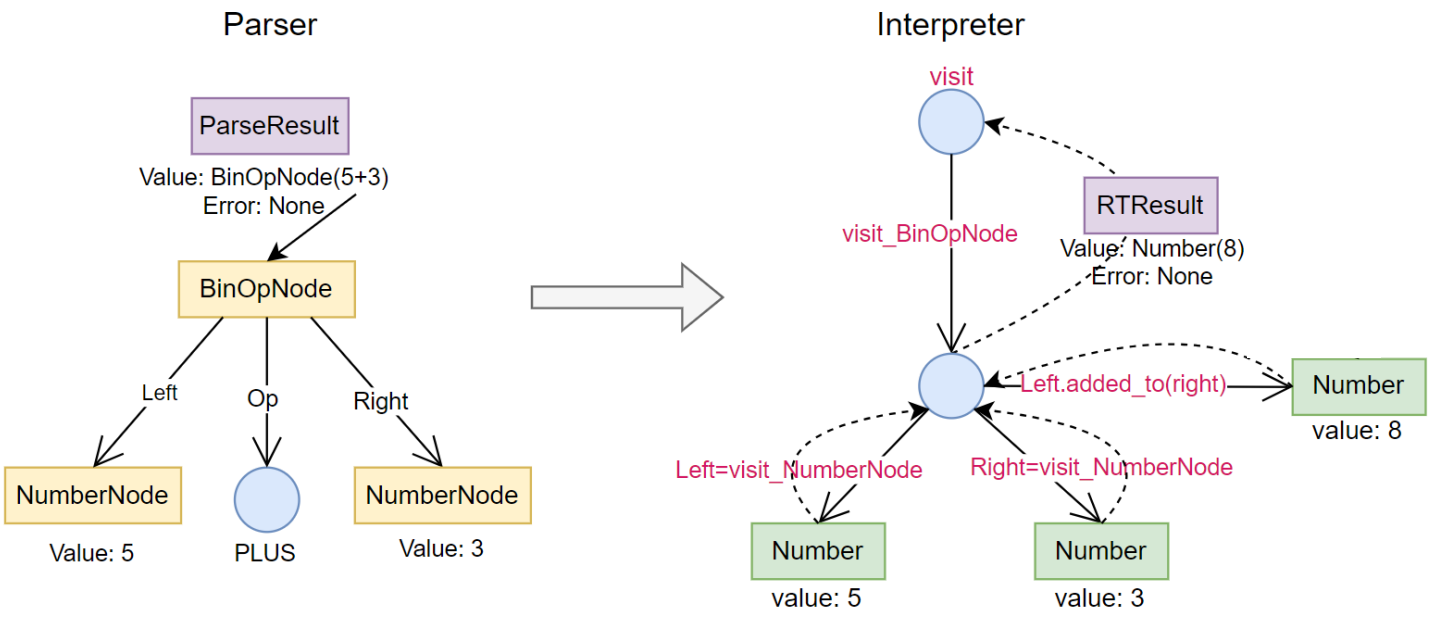
בשלב האחרון של התהליך, האוביקט שחזר מתוצאת הפרסור מגיע ל-Interpreter, לפונקציה הראשית הנקראת visit. פונקציה זו אחראית על הפעלת המתודות המקמפלות את האוביקט המתאים. לכל סוג של אוביקט קיימת פונקציה התואמת את שמה (visit_{ObjectName}). כך למשל, עבור האוביקט FuncDefNode, קיימת הפונקציה visit_FuncDefNode האחראית על קמפול הפקודה. בהתאם לכל אוביקט וכל סוג פקודה, ייבנה לבסוף האוביקט שיכיל את הערך המתאים ואת התוצאה הסופית.

האוביקטים שבהם ה-interpreter תומך הם:

- Number
- Bool
- Function
- Lambda

ה-interpreter מחזיר אוביקט RTResult שבמידה ופעולת הקמפול הצליחה, חוזר האוביקט המתאים עם תוצאת הקמפול, אחרת, חוזרת שגיאה.

דוגמה עבור הפקודה 5+3 :

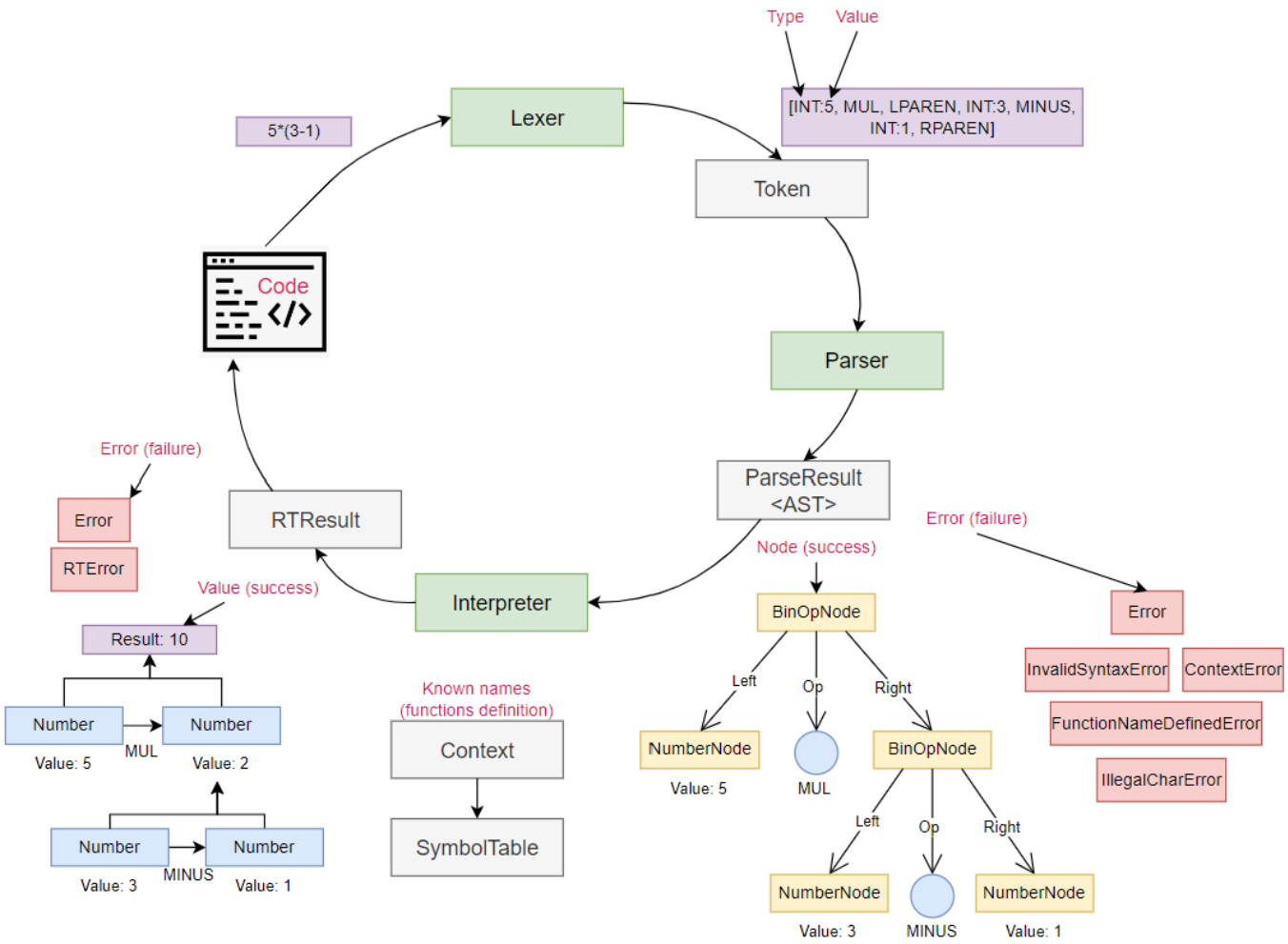


צד שמאל, זה תוצאת ה-parser המועברת לעיבוד אצל הן-interpreter בצד ימין. תוצאה המוחזרת זה אוביקט מסוג Number שערכו 8 בערך ה-value של ה-RTResult כאשר אין אף שגיאה. במידה וקורית שגיאה, מוחזר אוביקט Error וה-value הוא ריק.

5. Design Decisions

5.1 תיאור חלקי המערכת והחלטות העיצוב

שרטוט חלקי המערכת והמעברים:



5.2 הנחות ומגבלות של השפה

לרשום

Cheat Sheet .6

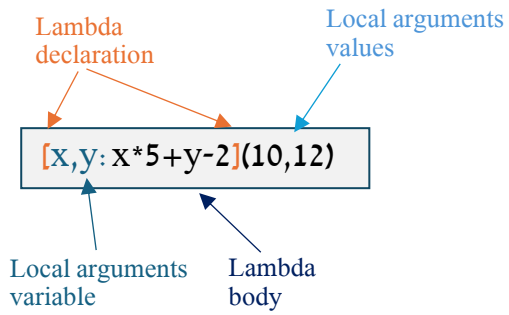
Data Types

type	*Set of values*	*operators*	*sample*
Int	Integers	+ - * / %	1 -2 33
Float	Floating point numbers	+ - * / %	3.14 -2.5
Bool	Boolean values	&& || !	True False
String	Function names and local arguments		foo a b

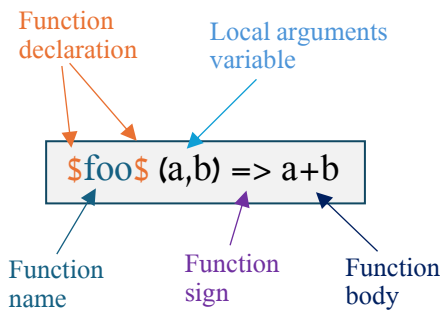
Comparison

Op	*meaning*	*True*	*False*
==	equal	2==2	2==3
!=	not equal	3 != 2	2 != 2
<	less than	2 < 13	2 < 2
<=	less than or equal	2 <= 2	3 <= 2
>	greater than	13 > 2	2 > 13
>=	greater than or equal	3 >= 2	2 >= 3

Lambda



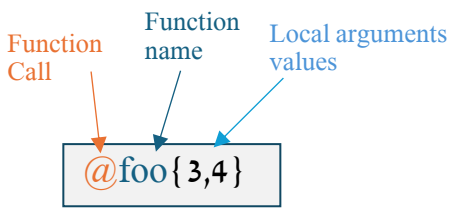
Functions Declare



Comments & Printed Notes

```
#for a comment
##for a printed note
```

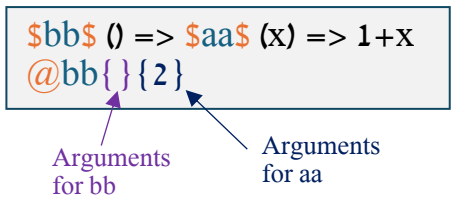
Functions Call



How To Run

File mode	Shell.py ExampleTest.lambda
Interpreter mode	Shell.py

Higher Order



Exit Interpreter Mode

```
EXIT
```

שפות הנדסת	**תכנות**	**10211 תוכנה**
20	לאוגוסט	2024