苏州大学实验报告

院系	计算机学院	年级专业	21 计科	姓名	方浩楠	学号	2127405048
课程名称	编译原理课程实践					成绩	
指导教师	王中卿	同组实验者	无		实验日期	2023.11.27	

实 验 名 称 基于 PLY 的 Python 解析(2)

一. 实验目的

掌握基于 PLY 的解析技术: 通过使用 Python Lex-Yacc(PLY)，深入理解编译原理中的语法分析过程。
理解并实现简单的解析器: 学习如何构建一个能够处理基本 Python 语句(赋值、四则运算、print 语句)的解析器。
语法树的构建与理解: 学习如何从解析过程中构建语法树，并理解其结构与用途。 实现语法制导翻译: 理解并实践如何通过语法树进行语法制导翻译，包括变量值的存储和运算结果的计算。

二. 实验内容

设计语言规范：定义解释器支持的简易编程语言的语法规则和特性。
实现词法分析器（py_lex.py）：使用 PLY 的 Lex 工具或类似工具构建词法分析器，将源代码文本分解为标记（tokens）。
实现语法分析器（py_yacc.py）：使用 PLY 的 Yacc 工具或类似工具构建语法分析器，根据词法分析器的输出构建抽象语法树（AST）。
节点定义（node.py）：定义不同类型的节点以构建 AST，包括非终结符、左值、数字、标识符和终结符等。
实现语法翻译（translation.py）：实现翻译函数，将 AST 节点转换为可执行代码。
主程序（main.py）：实现解释器的主入口，负责读取源代码文件、调用词法分析器和语法分析器，执行解析出的代码。
测试脚本（select_sort.py）：编写特定语法的脚本，作为解释器的测试用例。

三. 实验步骤和结果

项目结构图:

```
experiment11/
|
|-- python_parser/
|   |-- main.py# 主程序入口
|   |-- node.py    # 定义抽象语法树（AST）的节点
|   |-- translation.py # 语法树翻译和执行
|   |-- py_yacc.py # 语法分析器
|   |-- py_lex.py # 词法分析器
|   |-- select_sort.py # 示例程序
|   |-- binary_search.py #示例程序
|
|-- readme.md # 项目的 readme 文档
|-- requirements.txt # 项目需求
```

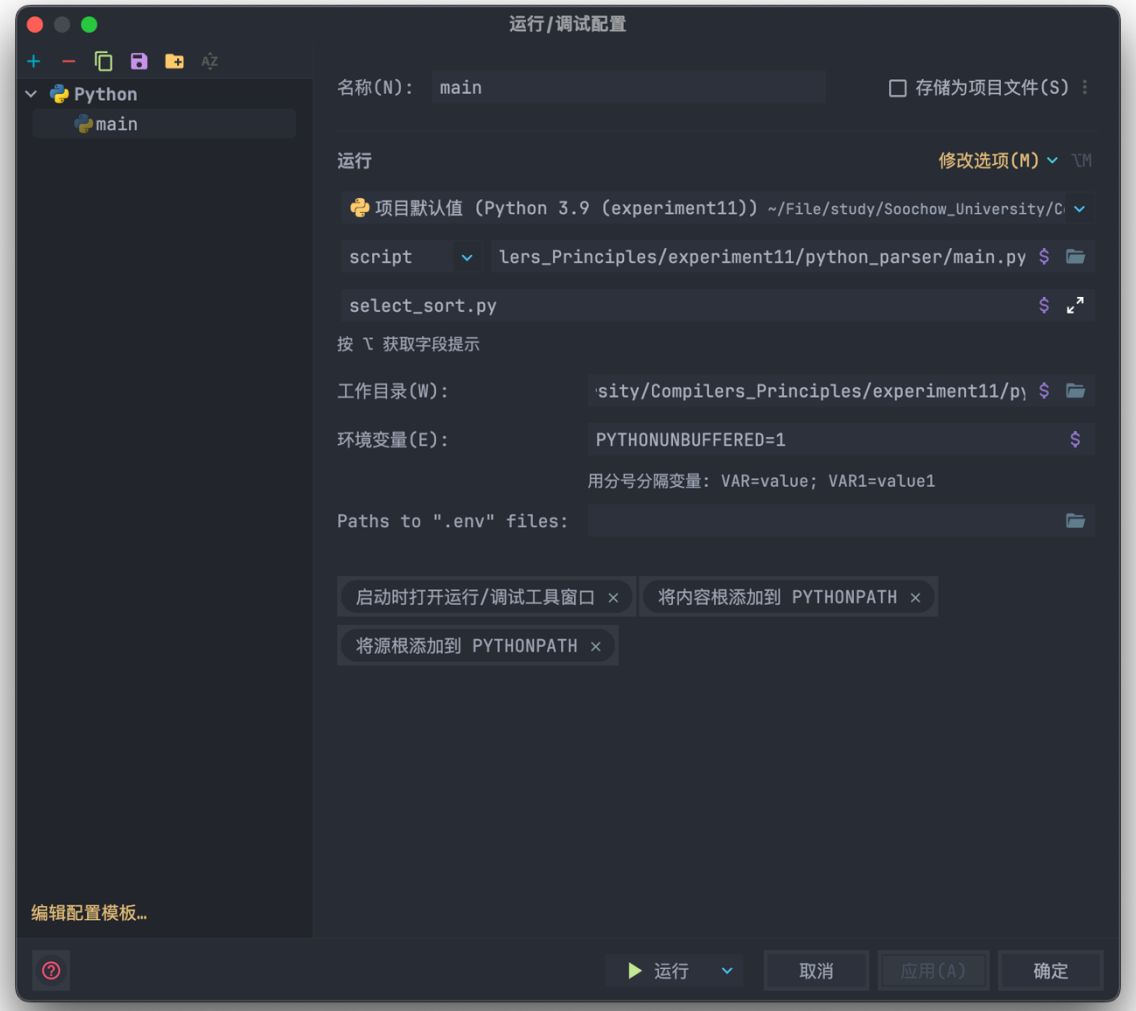
项目运行方式:

终端输入:

python3 main.py {需要分析的 py 程序}

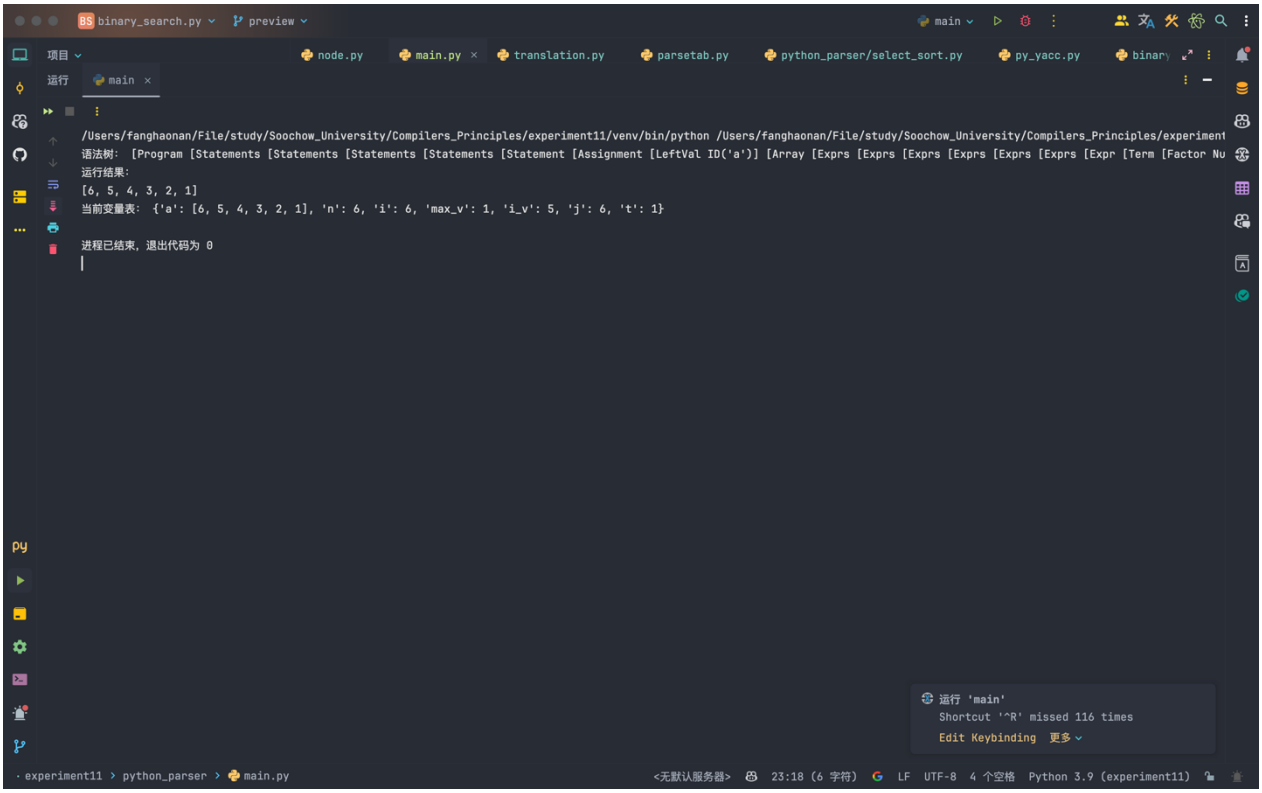
当需要分析的 py 程序未给出时,程序会报错,显示” 不正确的用法”

项目的运行结果:
当项目运行配置如下时:


运行/调试配置
Python
main
名称(N): main
存储为项目文件(S)
运行
修改选项(M)
项目默认值 (Python 3.9 (experiment11)) ~/File/study/Soochow_University/C
script
lers_Principles/experiment11/python_parser/main.py
select_sort.py
按 ⌥ 获取字段提示
工作目录(W):
sity/Compilers_Principles/experiment11/p
环境变量(E):
PYTHONUNBUFFERED=1
用分号分隔变量: VAR=value; VAR1=value1
Paths to ".env" files:
启动时打开运行/调试工具窗口
将内容根添加到 PYTHONPATH
将源根添加到 PYTHONPATH
编辑配置模板...
运行
取消
应用(A)
确定

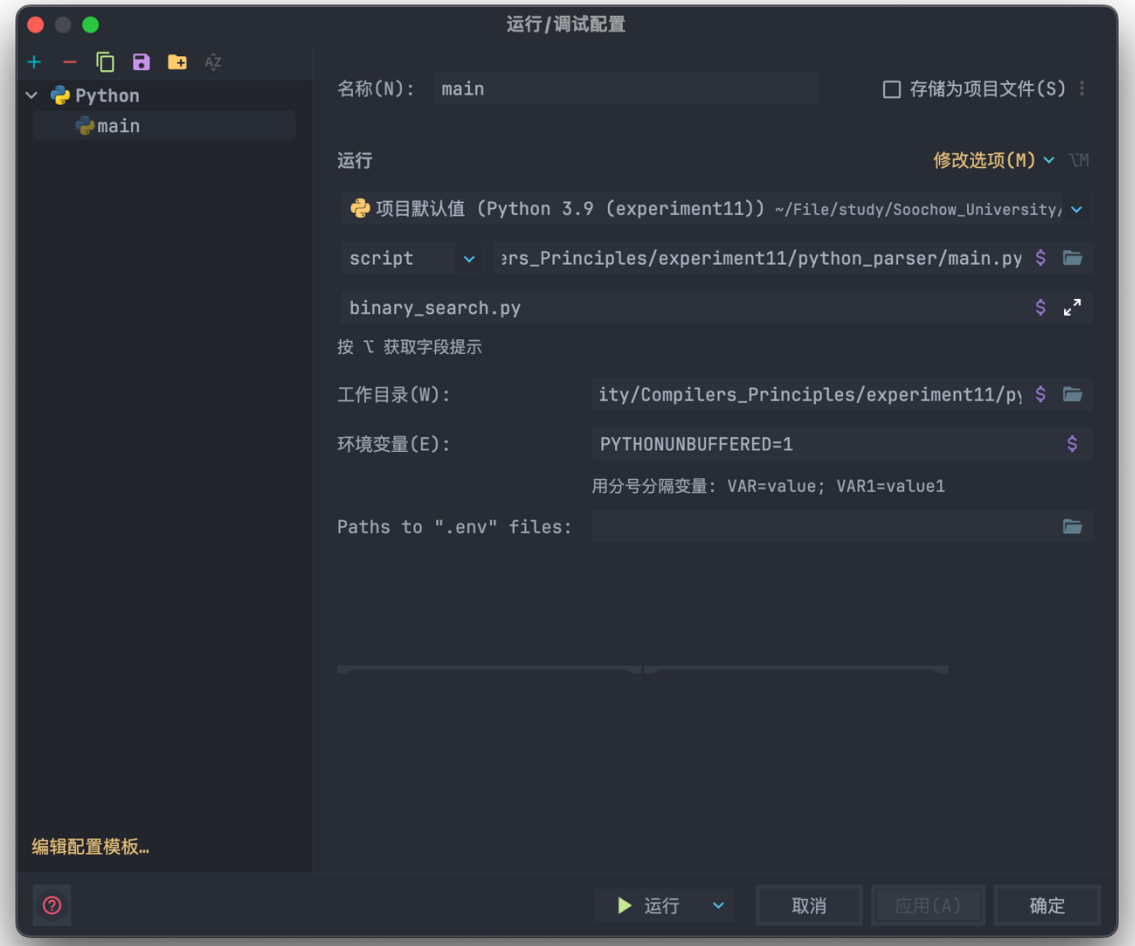
此时运行结果：

教务处制



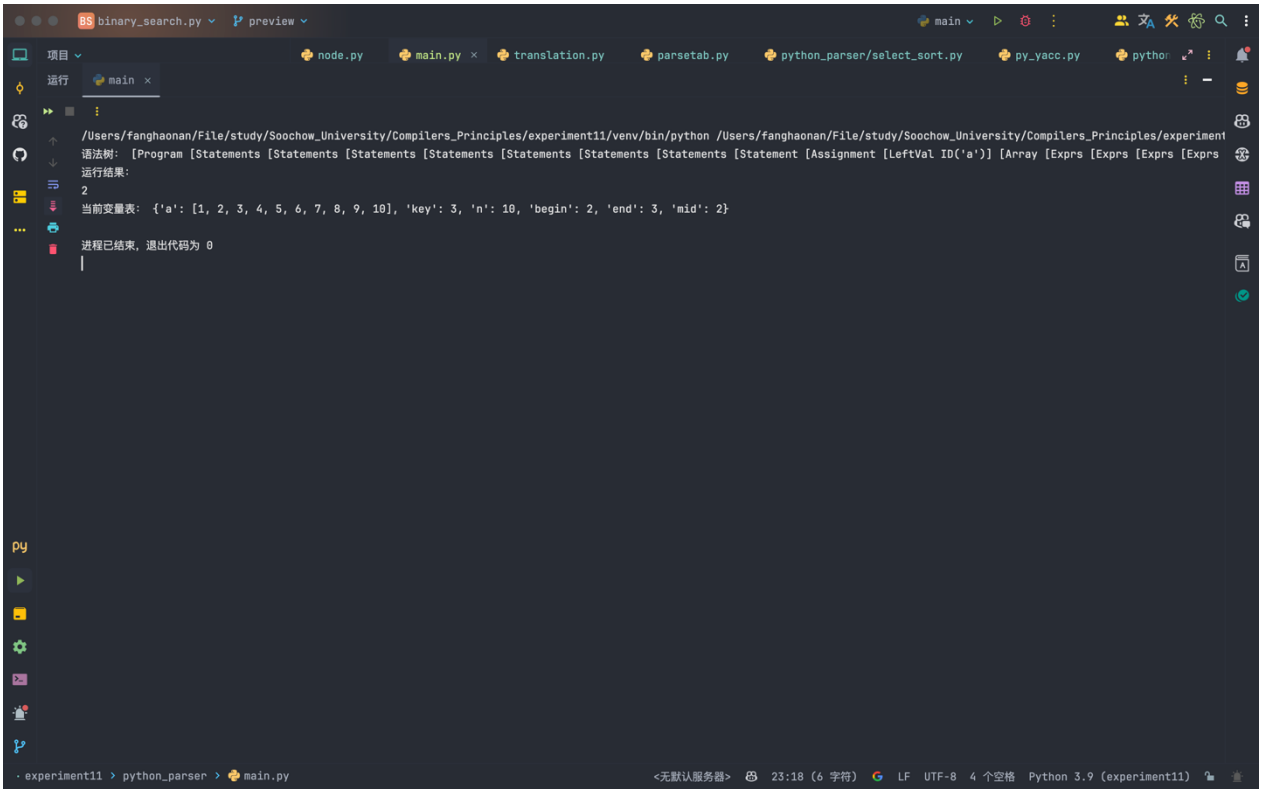
项目运行配置如下：

教务处制


运行/调试配置
Python
main
名称(N): main
存储为项目文件(S)
运行
修改选项(M)
项目默认值 (Python 3.9 (experiment11)) ~/File/study/Soochow_University/
script
ers_Principles/experiment11/python_parser/main.py
binary_search.py
按 ⌥ 获取字段提示
工作目录(W):
ity/Compilers_Principles/experiment11/py
环境变量(E):
PYTHONUNBUFFERED=1
用分号分隔变量: VAR=value; VAR1=value1
Paths to ".env" files:
编辑配置模板...
运行
取消
应用(A)
确定

运行结果：

教务处制



定义的语法规则:

```
Rule 0     S' -> program
Rule 1     program -> statements
Rule 2     statements -> statements statement
Rule 3     statements -> statement
Rule 4     statement -> assignment
Rule 5     statement -> expr
Rule 6     statement -> print
Rule 7     statement -> if
Rule 8     statement -> while
Rule 9     statement -> for
Rule 10    statement -> break
Rule 11    assignment -> leftval ASSIGN expr
Rule 12    assignment -> leftval ASSIGN array
Rule 13    leftval -> leftval LBRACKET expr RBRACKET
Rule 14    leftval -> ID
Rule 15    expr -> expr PLUS term
Rule 16    expr -> expr MINUS term
Rule 17    expr -> term
Rule 18    term -> term TIMES factor
Rule 19    term -> term DIVIDE factor
Rule 20    term -> term EDIVIDE factor
Rule 21    term -> factor
Rule 22    factor -> leftval
```

```
Rule 23    factor -> NUMBER
Rule 24    factor -> len
Rule 25    factor -> LPAREN expr RPAREN
Rule 26    exprs -> exprs COMMA expr
Rule 27    exprs -> expr
Rule 28    len -> LEN LPAREN leftval RPAREN
Rule 29    print -> PRINT LPAREN exprs RPAREN
Rule 30    print -> PRINT LPAREN RPAREN
Rule 31    array -> LBRACKET exprs RBRACKET
Rule 32    array -> LBRACKET RBRACKET
Rule 33    selfvar -> leftval DPLUS
Rule 34    selfvar -> leftval DMINUS
Rule 35    condition -> expr LT expr
Rule 36    condition -> expr LE expr
Rule 37    condition -> expr GT expr
Rule 38    condition -> expr GE expr
Rule 39    condition -> expr EQ expr
Rule 40    condition -> expr NE expr
Rule 41    condition -> expr
Rule 42    if -> IF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 43    if -> IF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE ELSE LBRACE
statements RBRACE
Rule 44    if -> IF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE ELIF LPAREN
condition RPAREN LBRACE statements RBRACE ELSE LBRACE statements RBRACE
Rule 45    while -> WHILE LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 46     for -> FOR LPAREN assignment SEMICOLON condition SEMICOLON selfvar
RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 47    break -> BREAK
```

其中,node.py 的内容为:

1. _node 类

作用：所有节点的基类，为其他特定节点类型提供基础结构。

属性：

_data：存储节点的数据。

_children：子节点列表。

_value：节点的值，初始化为 NIL。

方法：

__init__：构造函数，初始化数据、子节点和值。

value：属性装饰器，用于获取和设置节点值。

child：获取指定索引的子节点。

children：返回所有子节点。

add：添加一个子节点。

2. NonTerminal 类

作用：表示非终结符的节点，例如表达式或语句。

属性：
type：非终结符的类型。
方法：
__str__：返回节点的字符串表示，包括类型和子节点。
3. LeftValue 类
作用：表示左值，即可以被赋值的实体，例如变量。
属性：
id：引用的变量名。
方法：
__init__：初始化左值节点。
value：不允许直接访问 LeftValue 的 value 属性，而是通过符号表实现。
__str__：返回节点的字符串表示。
4. Number 类
作用：表示数字。
属性：
_value：数字的值。
方法：
__init__：构造函数，将传入的数据转换为整数。
__str__：返回节点的字符串表示，显示数字值。
5. ID 类
作用：表示标识符，例如变量名。
属性：
id：标识符名称。
方法：
__init__：初始化标识符节点。
__str__：返回节点的字符串表示。
6. Terminal 类
作用：表示除标识符以外的终结符节点，如运算符、括号等。
属性：
text：终结符的文本内容。
方法：
__str__：返回节点的字符串表示，特定符号进行字符替换。

translate.py 内容：

全局变量
__DEBUG_MODE：一个布尔变量，用于控制是否打印调试信息。当设置为 True 时，程序会在执行过程中打印额外的调试信息，有助于理解程序的执行流程和状态。
loop_flag：用于跟踪当前的循环层级。它在处理嵌套循环时特别有用，以确定 break 语句应该跳出哪个循环层级。
break_flag：一个标志，用于指示是否遇到 break 语句。当在循环中遇到 break 时，这个标志会被设置为 True，导致循环提前终止。
函数 get_value
作用：从变量表（var_table）中获取指定变量或数组元素的值。

参数：tb（变量表），vid（变量或数组元素的标识符）。
功能：能够处理简单变量和嵌套变量（如数组元素）的值获取。
函数 set_value
作用：在变量表（var_table）中设置指定变量或数组元素的值。
参数：tb（变量表），vid（变量或数组元素的标识符），val（要设置的值）。
功能：类似于 get_value，但用于设置而非获取值。
函数 translate
作用：遍历和翻译 AST，执行程序。
参数：tree（AST 的节点）。
功能：根据节点类型（如 If, While, For, Break, Assignment 等）执行相应的操作。
If 语句处理
解析 if 及其变体（else, elif）语句。
根据条件表达式的值决定执行哪个代码块。
递归调用 translate 来处理嵌套的语句。
While 语句处理
解析 while 循环。
根据条件表达式的值决定是否继续循环。
通过 break_flag 控制循环的退出。
For 语句处理
解析 for 循环，包括初始化、条件判断和迭代表达式。
实现循环的逻辑，包括对循环变量的更新。
Break 语句处理
当遇到 break 时，设置 break_flag，导致最近的外层循环结束。
赋值、表达式和其他语句
对赋值语句执行变量值的更新。
计算表达式的值，如算术运算和逻辑运算。
递归处理复合表达式和嵌套语句。
程序运行过程
初始化：当 main.py 调用 translate 函数时，它传入了解析好的 AST 的根节点。
递归遍历：translate 函数递归地遍历每个节点，根据节点类型执行不同的操作。
条件判断：对于 if、while、for 等节点，根据条件表达式的值决定执行路径。
赋值和表达式计算：对于赋值节点，更新变量表中相应的值；对于表达式节点，计算并返回表达式的值。
循环控制：利用 loop_flag 和 break_flag 控制循环的执行和退出。

四. 实验总结
编译原理理解: 通过实践深入理解了编译原理的基本概念，如词法分析、语法分析、抽象语法树（AST）的构建和遍历，以及如何将这些理论应用到实际的编程语言解释器中。
编程技能提升: 加强了 Python 编程能力，特别是在处理复杂数据结构和算法方面。同时，对 Python 中类的继承、多态和封装等面向对象的概念有了更深入的理解。
工具应用: 学会了使用诸如 PLY（Python Lex-Yacc）之类的工具，这些工具在编写词法分析器和语法分析器时极为有用。