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	2023.12.11	

实 验 名 称 实验

一. 实验目的

本实验的主要目的是深入理解 Python 语言的解析原理，并实践编译原理的基础知识。通过手动实现一个简易的 Python 解释器，旨在加深对词法分析、语法分析、抽象语法树（AST）构建、以及语法制导翻译等编译过程的理解。

二. 实验内容

项目概览:

实现了一个基于 PLY（Python Lex-Yacc）库的简易 Python 解释器。
包含词法分析器（py_lex.py）、语法分析器（py_yacc.py）、节点定义（node.py）和翻译执行模块（translation.py）。
词法分析 (py_lex.py):

定义了 Python 语言的基本词法元素（tokens），如关键词、操作符和其他符号。
使用 PLY 的 lex 模块来识别和生成这些 tokens。
语法分析 (py_yacc.py):

建立了符合 Python 语法的解析规则。
使用 PLY 的 yacc 模块根据词法 tokens 构建 AST。
AST 节点定义 (node.py):

定义了用于构建 AST 的各种节点类型。
包括非终结符、终结符、变量、数字等节点类。
语法制导翻译 (translation.py):

实现了从 AST 到可执行代码的转换逻辑。
处理了变量声明、赋值、表达式计算等功能。
测试和示例:

使用 main.py 作为解释器的入口，测试了包括但不限于算术运算、条件语句和函数定义等特性。

实现了快速排序算法（quick_sort.py）作为实用示例。

三. 实验步骤和结果

依赖项
要运行此项目，需要安装以下依赖项：

ply~=3.11

您可以通过运行以下命令来安装这些依赖项：

pip install -r requirements.txt

使用方法

安装完项目依赖后,在终端执行:

python3 main.txt {待分析的文件}

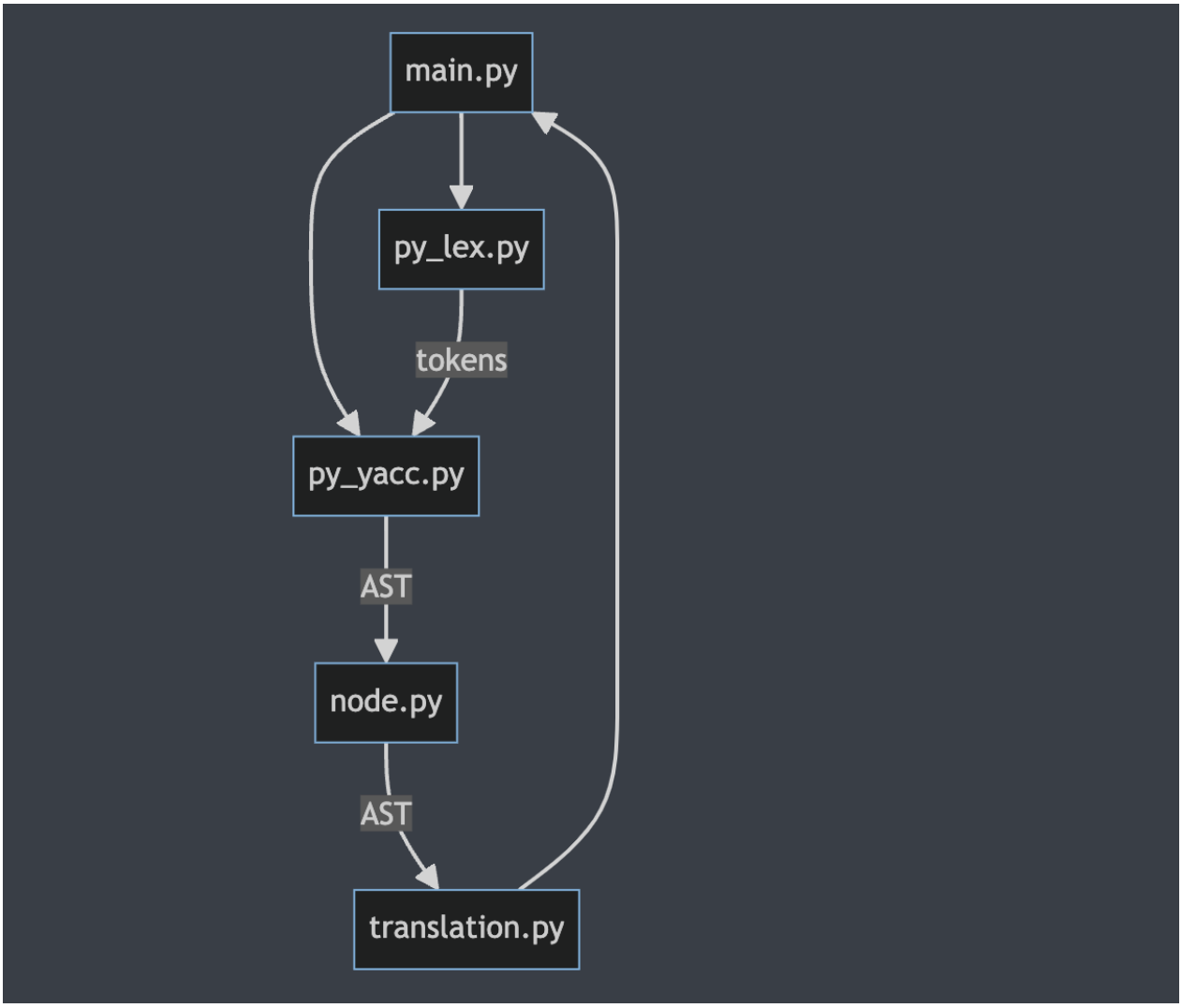
该项目中各个文件的作用:
python_parser/: 主要的 Python 解释器项目目录。main.py: 解释器的主入口文件，负责启动解释过程。
node.py: 定义 AST（抽象语法树）的节点，用于构建和处理解释器的语法树。
parser.out: PLY 库生成的解析器调试文件，包含解析器的内部信息。
parsetab.py: PLY 库生成的解析器表格文件，用于存储语法分析的状态。
py_lex.py: 词法分析器的定义，用于将源代码分解为 tokens。
py_yacc.py: 语法分析器的定义，用于根据 tokens 构建 AST。
quick_sort.py: 快速排序算法的 Python 实现，用作测试。
translation.py: 负责将 AST 转换为可执行代码的翻译器。

项目结构图:

基于 PLY 的 Python 解析(3)

```
├── docs
│   ├── 第 12 次课.docx
│   └── 第 12 次课实验报告.docx
├── python_parser
│   ├── main.py # 解释器的主入口文件，负责启动解释过程
│   ├── node.py # 定义 AST（抽象语法树）的节点，用于构建和处理解释器的语法树。
│   ├── parser.out # PLY 库生成的解析器调试文件，包含解析器的内部信息。
│   ├── parsetab.py # PLY 库生成的解析器表格文件，用于存储语法分析的状态。
│   ├── py_lex.py # 词法分析器的定义，用于将源代码分解为 tokens。
│   ├── py_yacc.py # 语法分析器的定义，用于根据 tokens 构建 AST。
│   ├── quick_sort.py # 快速排序算法的 Python 实现，用作测试。
│   └── translation.py # 负责将 AST 转换为可执行代码的翻译器。
├── readme.md
└── requirements.txt # 包含项目所需 Python 库的列表，用于设置项目环境。
```

该项目的流程图:



项目定义的语法规则:

Grammar

```
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    statement -> function
Rule 12    statement -> return
Rule 13    assignment -> variable ASSIGN expr
Rule 14    assignment -> variable MINEQUAL expr
Rule 15    assignment -> variable PLUSEQUAL expr
Rule 16    assignment -> variable DPLUS
Rule 17    assignment -> variable DMINUS
Rule 18    variable -> variable LBRACKET expr RBRACKET
Rule 19    variable -> ID
Rule 20    expr -> expr PLUS term
Rule 21    expr -> expr MINUS term
Rule 22    expr -> term
Rule 23    expr -> array
Rule 24    term -> term TIMES factor
Rule 25    term -> term DIVIDE factor
Rule 26    term -> term EDIVIDE factor
Rule 27    term -> factor
Rule 28    factor -> variable
Rule 29    factor -> NUMBER
Rule 30    factor -> len
Rule 31    factor -> call
Rule 32    factor -> LPAREN expr RPAREN
Rule 33    exprs -> exprs COMMA expr
Rule 34    exprs -> expr
Rule 35    len -> LEN LPAREN variable RPAREN
Rule 36    print -> PRINT LPAREN exprs RPAREN
Rule 37    print -> PRINT LPAREN RPAREN
Rule 38    array -> LBRACKET exprs RBRACKET
Rule 39    array -> LBRACKET RBRACKET
Rule 40    condition -> condition OR join
```

```
Rule 41    condition -> join
Rule 42    join -> join AND equality
Rule 43    join -> equality
Rule 44    equality -> equality EQ rel
Rule 45    equality -> equality NE rel
Rule 46    equality -> rel
Rule 47    rel -> expr LT expr
Rule 48    rel -> expr LE expr
Rule 49    rel -> expr GT expr
Rule 50    rel -> expr GE expr
Rule 51    rel -> expr
Rule 52    if -> IF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 53    if -> IF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE else
Rule 54    else -> ELIF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 55    else -> ELIF LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE else
Rule 56    else -> ELSE LBRACE statements RBRACE
Rule 57    while -> WHILE LPAREN condition RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 58     for -> FOR LPAREN assignment SEMICOLON condition SEMICOLON assignment
RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 59    break -> BREAK
Rule 60    function -> DEF ID LPAREN args RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 61    function -> DEF ID LPAREN RPAREN LBRACE statements RBRACE
Rule 62    args -> args COMMA ID
Rule 63    args -> ID
Rule 64    call -> ID LPAREN exprs RPAREN
Rule 65    call -> ID LPAREN RPAREN
Rule 66    return -> RETURN
Rule 67    return -> RETURN exprs
```

node.py 模块内容:
该模块定义了用于构建抽象语法树（AST）的各种节点类型。

主要包含的类有：
- _node：所有节点的基类，提供基本的节点数据结构。
- NonTerminal：非终结符节点，用于表示具有特定类型和可选值的非终结符。
- Variable：左值节点，表示引用的变量，包含类型和标识符。
- Number：数字节点，直接包含一个数字值。
- ID：标识符节点，包含标识符的名称和值。
- Terminal：终结符节点，用于表示除标识符外的其他终结符，包含其文本内容。

这些节点类型在解析 Python 代码并构建其 AST 时发挥核心作用。

translation.py 模块的作用:
该模块负责将解析得到的抽象语法树（AST）转换为可执行的代码。

主要功能包括：
- 执行 Python 代码的翻译和运行。
- 处理函数定义和调用。
- 管理运行时环境和变量。

此模块是简易 Python 解释器的核心部分，实现了基本的语言特性和执行逻辑。

其中用来表示函数的类:
表示 Python 函数的类。

    这个类用于表示一个 Python 函数，包括它的名称、参数列表和函数体。
    它提供了执行函数体的方法，并能够处理参数传递和局部作用域。

    Attributes:
        name (str): 函数的名称。
        arg_names (list): 参数名列表。
        body (_node): 函数体，表示为一个 AST 节点。

代码中定义的关键词:

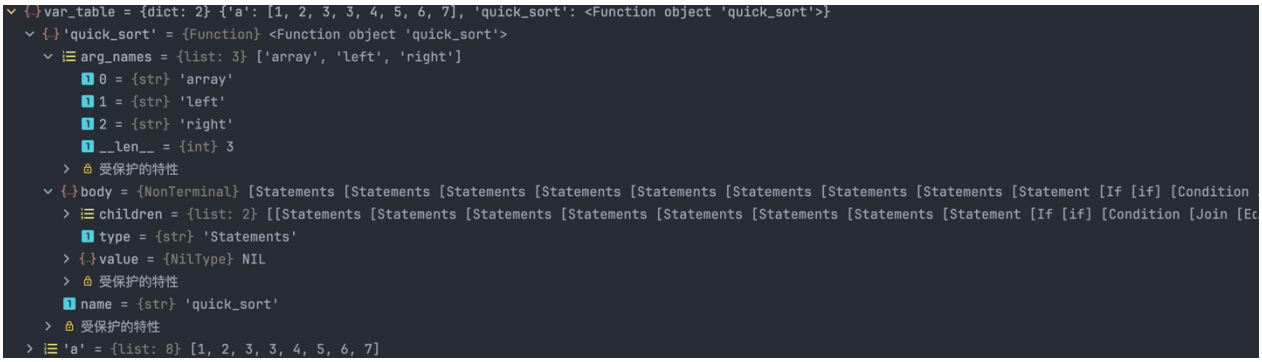
```
reserved_words = {
    'print': 'PRINT',
    'if': 'IF',
    'elif': 'ELIF',
    'else': 'ELSE',
    'for': 'FOR',
    'while': 'WHILE',
    'len': 'LEN',
    'break': 'BREAK',
    'and': 'AND',
    'or': 'OR',
    'def': 'DEF',
    'return': 'RETURN',
}
tokens = ['NUMBER', 'PLUS', 'MINUS', 'TIMES', 'DIVIDE', 'LPAREN', 'RPAREN', 'LBRACKET', 'RBRACKET', 'ASSIGN',
          'LBRACE', 'RBRACE', 'SEMICOLON', 'COMMA', 'DPLUS', 'DMINUS', 'ID', 'EDIVIDE', 'MINEQUAL', 'PLUSEQUAL',
          'LT', 'LE', 'GT', 'GE', 'EQ', 'NE', ] + list(reserved_words.values())

# Define of tokens
t_PLUSEQUAL = r'\+='
t_MINEQUAL = r'-='
```

```
t_PLUS = r'\+'
t_MINUS = r'-'
t_TIMES = r'\*'
t_EDIVIDE = r'//'
t_DIVIDE = r'/'
t_LPAREN = r'\('
t_RPAREN = r'\)'
t_LBRACE = r'\{'
t_RBRACE = r'\}'
t_LBRACKET = r'\['
t_RBRACKET = r'\]'
t_ASSIGN = r'='
t_DPLUS = r'\+\+'
t_DMINUS = r'--'
t_COMMA = r','
t_SEMICOLON = r';'
t_LT = r'<'
t_LE = r'<='
t_GT = r'>'
t_GE = r'>='
t_EQ = r'=='
t_NE = r'!='
```

代码运行结果:
当代码的运行配置如下时:

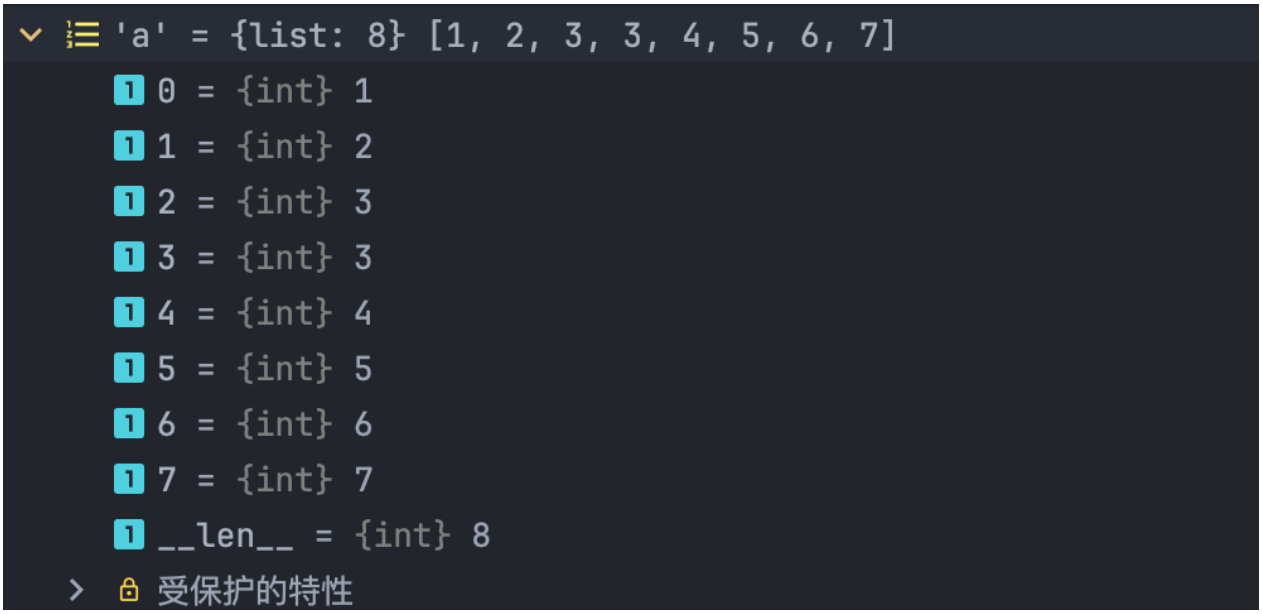
代码运行后变量表中的内容:



可以看到,此时函数以及数组已经被添加到了变量表中了

代码运行后数组中的各个数的内容:

教务处制



可以看到数组中的各个数已经被成功修改

四. 实验总结

通过本实验，我深入了解了 Python 解释器的工作原理和编译原理的基本概念。在实现解释器的过程中，我学习了如何使用 PLY 库进行词法和语法分析，并理解了 AST 在语言解析中的核心作用。此外，实验过程中对代码结构的规划和模块化设计也提升了我的软件工程技能。通过编写和测试代码，我加强了自己的调试能力和代码优化能力。总的来说，这个实验不仅加深了我对编译原理的理解，也锻炼了我的编程实践能力。