Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования «Белорусский государственный университет   
информатики и радиоэлектроники»

Факультет компьютерных систем и сетей

Кафедра информатики

Дисциплина «Методы трансляции»

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

**ОТЧЕТ**

к лабораторной работе № 3

на тему «Синтаксический анализатор»

Выполнил             А. К. Хрищанович

Проверил                          Н. Ю. Гриценко

Минск 2024

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 Постановка задачи 3](#_Toc157722973)

[2 Краткие теоретические сведения 4](#_Toc157722974)

[3 Результаты выполнения лабораторной работы 5](#_Toc157722975)

[Выводы 6](#_Toc157722976)

[Список использованных источников 7](#_Toc157722977)

[Приложение А (обязательное) Листинг исходного кода 8](#_Toc157722978)

# **1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ**

Целью выполнения данной лабораторной работы является разработка собственного синтаксического анализатора для языка программирования С++. Необходимо вывести результат синтаксического анализа в виде дерева составляющих, а также обработать возможные синтаксические ошибки.

# **2 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

К этапам трансляции относятся следующие этапы:

– лексический анализ;

– синтаксический анализ;

– семантический анализ;

– оптимизация;

– генерация кода.

На этапе генерации компилятор создает код, который представляет собой набор инструкций, понятных для целевой аппаратной платформы, итоговый файл компилируется в исполняемый файл, который может быть запущен на целевой платформе без необходимости наличия кода.

Фаза эмуляции интерпретатора происходит во время выполнения программы. В отличие от компилятора, интерпретатор работает с кодом напрямую, без предварительной генерации машинного кода.

Лексический анализатор – первый этап трансляции. Лексический анализатор читает поток символов, составляющих исходную программу, и группирует эти символы в лексемы или значащие последовательности. Лексема – это элементарная единица, которая может являться ключевым словом, идентификатором, константным значением. Для каждой лексемы анализатор строит токен, который по сути является кортежем, содержащим имя и значение.[1]

Синтаксический анализатор выясняет, удовлетворяют ли предложения, из которых состоит исходная программа, правилам грамматики языка программирования. Синтаксический анализатор получает на вход результат лексического анализатора и разбирает его в соответствии с грамматикой. Результат синтаксического анализа обычно представляется в виде синтаксического дерева разбора.[2]

Существует несколько видов деревьев разбора, к которым относятся:

– дерево зависимостей;

– дерево составляющих.

Дерево составляющих и дерево синтаксического разбора – это два термина, которые обозначают одно и тоже. Дерево составляющих описывает структура программы на уровне ее синтаксиса, разбивая ее на отдельные синтаксические единицы, например функции, циклы.

Дерево зависимостей в свою очередь помогает понять, какие части программы зависят от других. Дерево зависимостей описывает зависимостимежду компонентами программы и сфокусировано на отношениях между этими компонентами.

Грамматика – набор правил, описывающих, как необходимо формировать из алфавита языка строки, соответствующие синтаксису языка.

Существует множество методов синтаксического анализа, к которым относятся:

– LL(1), LR(1);

– LL(k), LR(k);

– LALR;

– GLK;

– SLK;

– метод рекурсивного спуска.

Метод LL(1), как сокращение от «Left-to-Right, left-hand, 1 symbol lookahead», сканирует входной текст слева направо, используя один символ предварительного просмотра, и строит наиболее левую выводимую последовательность.

Метод LR(1), как сокращение от «Left-to-Right, right-hand, 1 symbol lookahead», сканирует входной текст слева направо, используя один символ предварительного просмотра, и строит наиболее правую выводимую последовательность.

Метод LL(k), как сокращение от «Left-to-Right, left-hand, k symbols lookahead», сканирует входной текст слева направо, используя последовательность символов предварительного просмотра, и строит наиболее левую выводимую последовательность.

Метод LR(k), как сокращение от «Left-to-Right, right-hand, k symbols lookahead», сканирует входной текст слева направо, используя последовательность символов предварительного просмотра, и строит наиболее правую выводимую последовательность.

Глобальным отличие методов LL от LR является то, что метод синтаксического анализа LL начинается проходит с корня до листьев или сверху вниз (top-down), строя выводимую последовательно, в то время как метод LR проходит от листьев к корню или снизу вверх (bottom-up).

Метод синтаксического анализа LALR является вариантом алгоритма синтаксического анализа LR с использованием сокращенных или сжатых таблиц разбора. Сокращенная таблица создается путем объединения состояний, которые имеют одинаковые наборы пунктов.

Метод синтаксического анализа GLK является расширенным вариантом алгоритма LR, позволяя обрабатывать неоднозначные грамматики.

К неоднозначным грамматикам относятся те грамматики, в которых существует более одного способа произвести синтаксический анализ некоторой строки с помощью правил грамматики. Это означает что для некоторых цепочек существует несколько путей разбора.

Метод синтаксического разбора SLK является упрощенным вариантом алгоритма LR. Метод SLK более ограничен в возможностях разбора строк по правилам грамматики и более прост в реализации алгоритма

Метод рекурсивного спуска использует рекурсивную функцию для разбора и анализа грамматических правил.

# **3 РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ             РАБОТЫ**

В ходе лабораторной работы был реализован собственный синтаксический анализатор при помощи метода рекурсивного спуска, который на вход принимает результат лексического анализатора, а в результате отображает синтаксическое дерево разбора.

В качестве тестовых примеров был взят код из отчета по первой лабораторной работе по данной дисциплине. Листинг первого тестового кода представлен на рисунке 3.1.

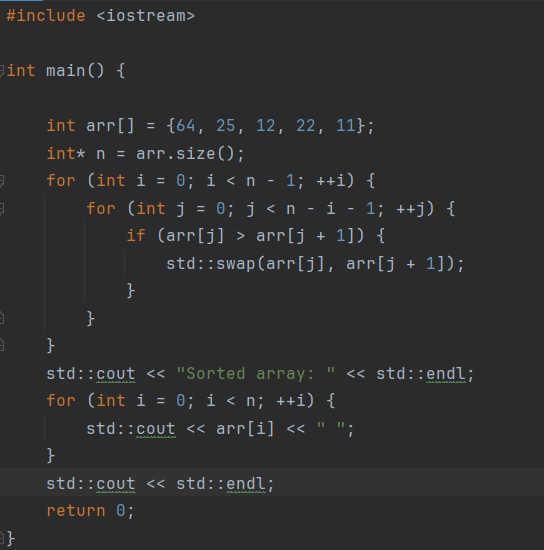


Рисунок 3.1 – Листинг первого тестового кода

Результат части обработки первого тестового кода представлен на рисунке 3.2.

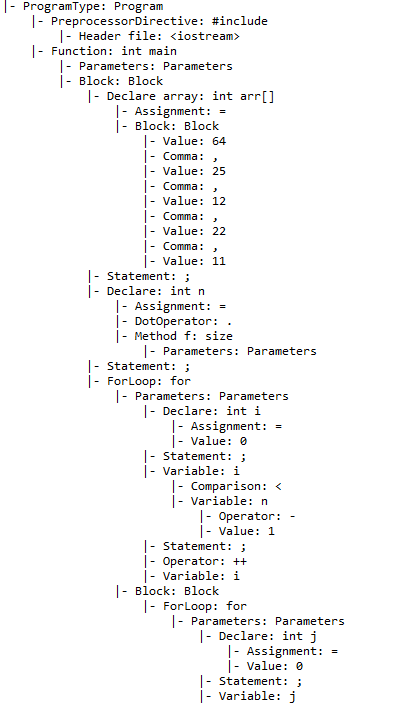


Рисунок 3.2 – Результат обработки первого текстового кода

Листинг второго тестового кода представлен на рисунке 3.3.

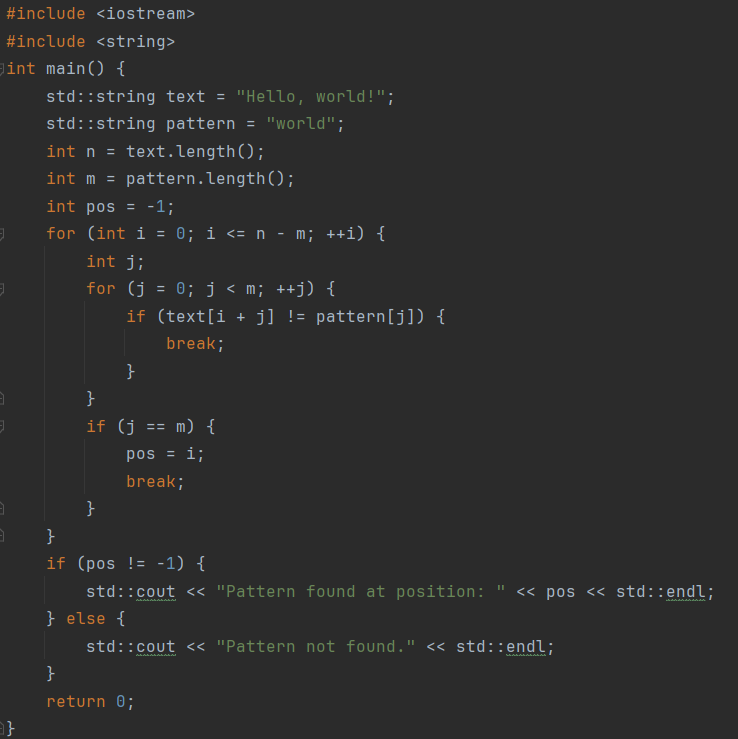


Рисунок 3.3 – Листинг второго тестового кода

Результат части обработки второго тестового кода представлен на рисунке 3.4.

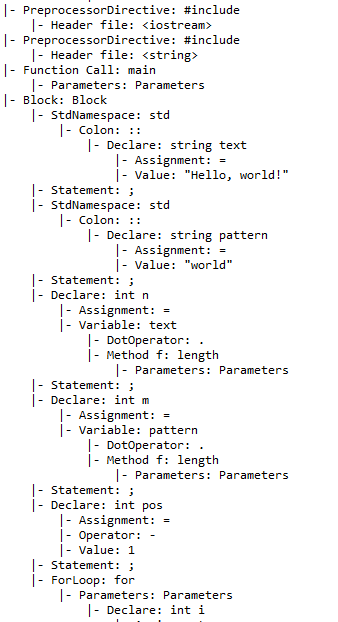


Рисунок 3.4 – Результат обработки второго тестового кода

Листинг третьего тестового кода представлен на рисунке 3.5.

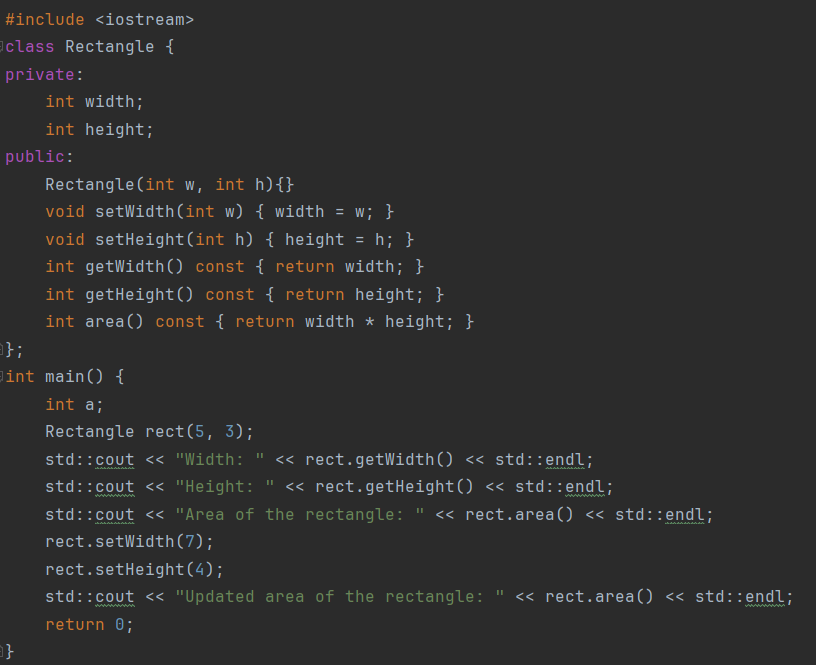


Рисунок 3.5 – Листинг третьего тестового кода

Результат части обработки третьего тестового кода представлен на рисунке 3.6.

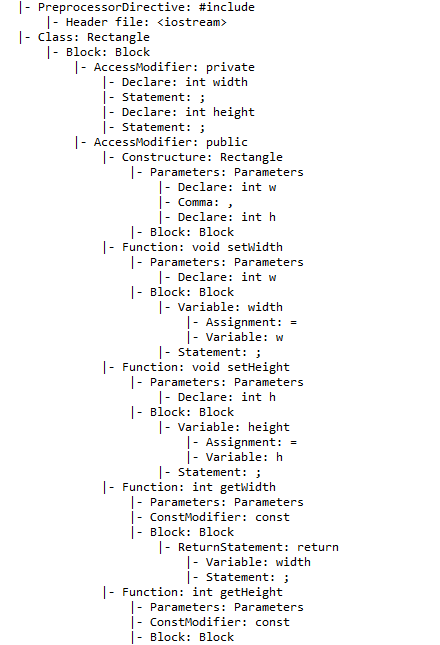


Рисунок 3.6 – Результат обработки третьего тестового кода

Так же в ходе данной лабораторной работы были обработаны возможные синтаксические ошибки, такие как:

– наличие лишних или недостающих скобок;

– наличие лишних или недостающих кавычек;

– наличие лишних или недостающих символов многострочного комментария;

– отсутствие символа «,» в перечислениях;

– отсутствие символа «;» после операций;

– некоторая неправильная последовательность символов;

– отсутствие знака одной косой черты у однострочного комментария.

При написании кода на языке программирования С++ может возникнуть проблема, когда был забыт символ «;» в конце строки. Пример данной ошибки представлен на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – Отсутствие символа «;» на конце строки

При отсутствии символа «;» синтаксический анализатор предупредит, что символ отсутствует. Вывод синтаксической ошибки при отсутствии символа «;» представлен на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 – Предупреждение об отсутствии символа «;» на конце строки

Также при написании кода существует возможность допустить ошибку в количестве скобок, кавычек или символов многострочного комментария. В разработанном синтаксическом анализаторе также предусмотрен вывод ошибки в данном случае. Предупреждение об ошибке такого характера представлено на рисунке 3.9.



Рисунок 3.9 – Предупреждение о недостающей скобке

Синтаксический анализатор также предупредит об упущенном символе «,». Пример данной ошибки представлен на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – Отсутствие символа «,» в перечислении

Анализатор предупредит, что символ отсутствует. Вывод синтаксической ошибки при отсутствии символа «,» представлен   
на рисунке 3.11.



Рисунок 3.11 – Предупреждение об отсутствии символа «,» в перечислении

При неправильной последовательности символов синтаксический анализатор также выдаст предупреждение. Пример неправильной последовательности символов представлен на рисунке 3.12.



Рисунок 3.12 – Пример неправильной последовательности символов

Предупреждение о неправильной последовательности символов представлено на рисунке 3.13.



Рисунок 3.13 – Предупреждение о неправильной последовательности символов

Таким образом в ходе данной лабораторной работы был разработан синтаксический анализатор, который основан на алгоритме рекурсивного спуска, выводит дерево составляющих в конце обработки программы, а также обрабатывает возможные синтаксические ошибки.

# **ВЫВОДЫ**

В ходе лабораторной работы был реализован синтаксический анализатор, основанный на методе рекурсивного спуска. По итогу обработки результатов лексического анализатора синтаксическим, строится дерево составляющих или дерево синтаксического разбора программы. Также была реализована обработка возможных ошибок.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Лексический анализатор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://csc.sibsutis.ru/sites/csc.sibsutis.ru/files/courses/trans/. – Дата доступа: 27.02.2024.
2. Синтаксический анализатор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://csc.sibsutis.ru/sites/csc.sibsutis.ru/files/courses/trans/. – Дата доступа: 27.02.2024.
3. Введение в С++ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/cpp/tutorial/2.5.php>. – Дата доступа: 28.02.2024.
4. Типы данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://metanit.com/cpp/tutorial/2.3.php>. – Дата доступа: 28.02.2024.
5. Операторы в С++ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/cpp/c-operators>. – Дата доступа: 27.02.2024.
6. Функции С++ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://metanit.com/cpp/tutorial/3.1.php. – Дата доступа: 27.02.2024.
7. Классы С++ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ravesli.com/urok-113-klassy-obekty-i-metody-klassov/>. – Дата доступа: 27.02.2024.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

## **(обязательное)**

## **Листинг исходного кода**

Листинг 1 – Программный код parser.py

pattern = r'\((.\*?)\)'

numbers = r'\d+'

commas = r','

semicolon = r';'

def check\_variable(token\_type, token, data\_type):

if 'VARIABLE' in token\_type:

variable\_name = token

variable\_node = Node(data\_type, variable\_name)

data\_type = None

variable\_name = None

return variable\_node

def check\_comma(token, current\_node):

if token == ',':

comma\_node = Node(",", "Comma")

current\_node.add\_child(comma\_node)

return comma\_node

def check\_chto(token, current\_node):

if token == ';':

chto\_node = Node(token, "Chto")

# current\_node.add\_child(data\_list\_node) # Добавляем data\_list\_node в текущий узел

current\_node.add\_child(chto\_node)

return chto\_node

def check\_comparison(token, current\_node):

comparison\_node = ComparisonNode(token, "Comparison")

current\_node.add\_child(comparison\_node)

return comparison\_node

class Node:

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type, date\_type=None, array\_in=None, parent=None, children=None):

self.name = name

self.type = node\_type

self.date\_type = date\_type

self.array\_in = array\_in

self.parent = parent

self.children = children if children is not None else []

def add\_child(self, node):

node.parent = self

self.children.append(node)

def get\_last\_child(self):

if self.children:

return self.children[-1]

else:

return None

def display(self, level=0):

indent = " " \* level

tree\_structure = ""

if self.date\_type is not None and self.array\_in is not None:

tree\_structure += f"{indent}|- {self.type}: {self.date\_type} {self.name}[{self.array\_in}]\n"

if self.date\_type is None and self.array\_in is None:

tree\_structure += f"{indent}|- {self.type}: {self.name}\n"

elif self.array\_in is None:

tree\_structure += f"{indent}|- {self.type}: {self.date\_type} {self.name}\n"

elif self.date\_type is None:

tree\_structure += f"{indent}|- {self.type}: {self.name}[{self.array\_in}]\n"

for child in self.children:

tree\_structure += child.display(level + 1)

return tree\_structure

class PreprocessorDirectiveNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class StatementNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class ClassNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class CommentNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class ArrayNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, data\_type: None, name, array\_in: []):

if data\_type is not None:

super().\_\_init\_\_(f"{data\_type} {name}[{array\_in}]", "Array")

else:

super().\_\_init\_\_(f"{name}[{array\_in}]", "Array")

self.data\_type = data\_type

self.name = name

self.size = array\_in

def display(self, level=0):

indent = " " \* level

if self.data\_type is not None:

print(f"{indent}|- Array: {self.data\_type} {self.name}[{self.size}]")

else:

print(f"{indent}|- Array: {self.name}[{self.size}]")

class VariableNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, data\_type: None, name):

if data\_type is not None:

super().\_\_init\_\_(f"{data\_type} {name}", "Declare")

else:

super().\_\_init\_\_(f"{name}", "Variable")

self.data\_type = data\_type

self.name = name

def display(self, level=0):

indent = " " \* level

if self.data\_type:

print(f"{indent}|- Declare: {self.data\_type} {self.name}")

else:

print(f"{indent}|- Variable: {self.name}")

class ForNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class IfNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class IfElseNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class WhileNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class ComparisonNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class AssignmentNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

class ValueNode(Node):

def \_\_init\_\_(self, name, node\_type):

super().\_\_init\_\_(name, node\_type)

def find\_chars\_between(text, start\_char, end\_char):

found\_chars = []

started = False

for char in text:

if char == start\_char:

started = True

continue

elif char == end\_char:

break

if started:

found\_chars.append(char)

return ' '.join(found\_chars)

def build\_syntax\_tree(tokens):

root = Node("Program", "ProgramType")

current\_node = root

function\_definitions = {}

help\_tokens = []

branch\_stack = []

param\_stack = []

bracket\_stack = []

include\_stack = []

access\_stack = []

data\_stack = []

variable\_stack = []

io\_stack = []

if\_stack = []

return\_stack = []

class\_stack = []

std\_stack = []

for\_stack = []

is\_string\_declaration = False

is\_value = False

inside\_comment = False

is\_array\_declaration = False

array\_name = None

data\_type = None

current\_comment = ""

for token, token\_type, line in tokens:

if token in data\_types:

data\_stack.append(token)

if token == "//":

continue

if token == "/\*":

inside\_comment = True

current\_comment += token[2:] + " "

continue

elif token == "\*/":

inside\_comment = False

comment\_node = CommentNode(current\_comment[:-1], "Comment")

current\_node.add\_child(comment\_node)

current\_comment = ""

continue

elif inside\_comment:

current\_comment += token + " "

continue

if 'VARIABLE' in token\_type or 'POINTER' in token\_type or 'ARRAY' in token\_type:

match = re.search(pattern, token\_type)

if match:

if len(data\_stack) != 0:

data\_type = match.group(1)

if data\_type == 'STRING':

is\_string\_declaration = True

variable\_node = Node(token, 'Declare', data\_type.lower())

data\_stack.pop()

is\_value = True

else:

is\_string\_declaration = False

variable\_node = Node(token, 'Variable', None)

is\_value = True

variable\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(variable\_node)

current\_node = variable\_node

parent\_node = current\_node.parent

semicolon\_present = False

for tok, \_, ln in tokens:

if ln == line and tok == ";" and parent\_node.type in (

'ProgramType', 'Block', 'Declare', 'AccessModifier', 'ReturnStatement') or parent\_node.type in (

'Parameters', 'Function', 'Colon', 'Variable', 'Operator Input', 'Array'):

semicolon\_present = True

break

if not semicolon\_present:

syntax\_error\_node = Node(f"Semicolon missing after variable declaration.",

f'Syntax error!')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

else:

variable\_node = Node(token, 'Variable', None)

variable\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(variable\_node)

current\_node = variable\_node

parent\_node = current\_node.parent

semicolon\_present = False

for tok, \_, ln in tokens:

if ln == line and tok == ";" and parent\_node.type in (

'ProgramType', 'Block', 'Declare', 'AccessModifier') or parent\_node.type in (

'Parameters', 'Function', 'ForLoop', 'Variable', 'Operator Input'):

semicolon\_present = True

break

if not semicolon\_present:

syntax\_error\_node = Node(f"Semicolon missing after variable declaration.",

f'Syntax error!')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if 'ARRAY' in token\_type:

array\_name = token

is\_array\_declaration = True

match = re.search(pattern, token\_type)

if match:

if len(data\_stack) != 0:

data\_type = match.group(1)

else:

data\_type = None

else:

print('Error')

if token == '[':

tok\_list = []

for inner\_token, \_, line in tokens:

tok\_list.append(inner\_token)

array\_in = find\_chars\_between(tok\_list, '[', ']')

if inner\_token == ']':

if is\_array\_declaration:

if len(data\_stack) != 0:

array\_node = Node(array\_name, 'Declare array', data\_type.lower(), array\_in)

data\_stack.pop()

else:

array\_node = Node(array\_name, 'Array', None, array\_in)

array\_name = None

variable\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(array\_node)

current\_node = array\_node

parent\_node = current\_node.parent

Semicolon missing after variable declaration.",

is\_array\_declaration = False

tok\_list.clear()

break

if is\_string\_declaration:

array\_node = Node(array\_in, 'Inside array')

current\_node.add\_child(array\_node)

is\_string\_declaration = False

tok\_list.clear()

break

break

if token == "#include":

preprocessor\_directive\_node = PreprocessorDirectiveNode(token, "PreprocessorDirective")

include\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(preprocessor\_directive\_node)

current\_node = preprocessor\_directive\_node

if token in standart\_libraries or token\_type == 'HEADER FILE':

header\_file\_node = Node(token, 'Header file')

current\_node.add\_child(header\_file\_node)

current\_node = include\_stack.pop()

if token\_type == "CLASS":

parent\_node = current\_node

class\_node = ClassNode(token, "Class")

class\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(class\_node)

current\_node = class\_node

if 'FUNCTION DEC' in token\_type:

match = re.search(pattern, token\_type)

if match:

if len(data\_stack) != 0:

data\_type = match.group(1)

function\_node = Node(token, 'Function', data\_type.lower())

data\_stack.pop()

else:

function\_node = Node(token, 'Function', None)

branch\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(function\_node)

current\_node = function\_node

else:

print('Error')

if token\_type == 'FUNCTION CALL':

function\_call\_node = Node(token, 'Function Call')

param\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(function\_call\_node)

current\_node = function\_call\_node

if 'OBJECT OF' in token\_type:

object\_node = Node(token, 'Object')

param\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(object\_node)

current\_node = object\_node

if token\_type == 'METHOD':

method\_node = Node(token, 'Method f')

param\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(method\_node)

current\_node = method\_node

if token\_type == 'CONSTUCTURE':

constructure\_node = Node(token, 'Constructure')

branch\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(constructure\_node)

current\_node = constructure\_node

if token == "public" or token == "private" or token == 'protected':

if len(access\_stack) == 0:

access\_modifier\_node = Node(token, "AccessModifier")

access\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(access\_modifier\_node)

current\_node = access\_modifier\_node

else:

current\_node = access\_stack.pop()

access\_modifier\_node = Node(token, "AccessModifier")

current\_node.add\_child(access\_modifier\_node)

current\_node = access\_modifier\_node

if token == "{":

sum = 0

for i in variable\_stack:

if current\_node.type in ('Variable', 'Declare'):

sum += 1

if sum > 0:

while sum != 0:

current\_node = variable\_stack.pop()

sum -= 1

branch\_list\_node = Node("Block", "Block")

branch\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(branch\_list\_node)

current\_node = branch\_list\_node

if current\_node.type == 'Block':

parent\_node = current\_node.parent

num\_values = 0

num\_commas = 0

tok\_list = []

if parent\_node.type == 'Declare array':

for inner\_token, \_, line in tokens:

tok\_list.append(inner\_token)

array\_in = find\_chars\_between(tok\_list, '{', '}')

num\_values = len(re.findall(numbers, array\_in))

num\_commas = len(re.findall(commas, array\_in))

if num\_commas >= num\_values or (num\_values - num\_commas) >= 2:

syntax\_error\_node = Node('Missing comma', f'Syntax error!')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

elif token == "}":

current\_node = branch\_stack.pop()

if current\_node.type == 'ForLoop':

current\_node = for\_stack.pop()

if current\_node.type == 'Constructure' or current\_node.type == 'Function':

current\_node = branch\_stack.pop()

if current\_node.type == 'IfStatement':

current\_node = if\_stack.pop()

if token == "(":

if current\_node.type == "Function" or current\_node.type == 'Function Call' or current\_node.type == 'ForLoop' or current\_node.type == 'Method f' or current\_node.type == 'Object' or current\_node.type == 'Constructure' or current\_node.type == "ProgramType" or current\_node.type == "WhileLoop" or current\_node.type == "IfStatement":

parameters\_list\_node = Node("Parameters", "Parameters")

param\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(parameters\_list\_node)

current\_node = parameters\_list\_node

if current\_node.type == 'Parameters':

parent\_node = current\_node.parent

num\_semicolon = 0

tok\_list = []

if parent\_node.type == 'ForLoop':

for inner\_token, \_, line in tokens:

tok\_list.append(inner\_token)

array\_in = find\_chars\_between(tok\_list, '(', ')')

num\_semicolon = len(re.findall(semicolon, array\_in))

if num\_semicolon % 2 != 0:

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

else:

bracket\_list\_node = Node(token, "Bracket")

bracket\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(bracket\_list\_node)

current\_node = bracket\_list\_node

if token == ")":

sum = 0

for i in variable\_stack:

if current\_node.type in ('Variable', 'Declare'):

sum += 1

if sum > 0:

while sum != 0:

current\_node = variable\_stack.pop()

sum -= 1

bracket\_node = Node(token, 'Bracket')

if current\_node.type == 'Bracket':

parent\_node = bracket\_stack.pop()

current\_node = parent\_node

current\_node.add\_child(bracket\_node)

elif current\_node.type == "Parameters":

current\_node = param\_stack.pop()

if current\_node.type == 'Function Call' or current\_node.type == 'Method f' or current\_node.type == 'Object':

current\_node = param\_stack.pop()

if token\_type in ('FLOAT', 'STRING', 'INTEGER'):

var\_node = Node(token, 'Value')

current\_node.add\_child(var\_node)

if len(io\_stack) != 0:

current\_node = io\_stack.pop()

sum = 0

for i in io\_stack:

sum += 1

if sum > 0:

while sum != 0:

current\_node = io\_stack.pop()

sum -= 1

if token in {"<", ">", "==", "!=", '<=', '>='}:

comparison\_node = check\_comparison(token, current\_node)

if token == ',':

if current\_node.type in ('Variable', 'Declare'):

current\_node = variable\_stack.pop()

comma\_node = Node(token, 'Comma')

current\_node.add\_child(comma\_node)

if token == ";":

if len(variable\_stack) != 0:

sum = 0

for i in variable\_stack:

if current\_node.type in ('Variable', 'Declare', 'ReturnStatement', 'Declare array', 'Array'):

sum += 1

if sum > 0:

while sum != 0:

current\_node = variable\_stack.pop()

sum -= 1

if len(std\_stack) != 0:

current\_node = std\_stack.pop()

sum\_std = 0

for i in std\_stack:

sum\_std += 1

if sum\_std > 0:

while sum\_std != 0:

current\_node = std\_stack.pop()

sum\_std -= 1

if current\_node.type == 'Class':

if len(class\_stack) != 0:

current\_node = class\_stack.pop()

sum\_class = 0

for i in class\_stack:

sum\_class += 1

if sum\_class > 0:

while sum\_class != 0:

current\_node = class\_stack.pop()

sum\_class -= 1

if current\_node.type == 'Method f':

if len(param\_stack) != 0:

current\_node = param\_stack.pop()

sum\_param = 0

for i in param\_stack:

sum\_param += 1

if sum\_param > 0:

while sum\_param != 0:

current\_node = param\_stack.pop()

sum\_param -= 1

statement\_node = StatementNode(token, "Statement")

current\_node.add\_child(statement\_node)

if len(data\_stack) != 0:

data\_stack.pop()

else:

continue

if token == "=":

assignment\_node = Node(token, "Assignment")

current\_node.add\_child(assignment\_node)

if token == ".":

dot\_node = Node(token, "DotOperator")

current\_node.add\_child(dot\_node)

if token == "const":

const\_node = Node(token, "ConstModifier")

current\_node.add\_child(const\_node)

if token == "return":

semicolon\_present = False

for tok, \_, ln in tokens:

if ln == line and tok == ";":

semicolon\_present = True

break

if not semicolon\_present:

syntax\_error\_node = Node("Syntax error: !!!Semicolon missing after return statement",

f'Syntax error! {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

parent\_node = current\_node

return\_node = Node(token, "ReturnStatement")

return\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(return\_node)

current\_node = return\_node

if token == "std":

std\_node = Node(token, "StdNamespace")

std\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(std\_node)

parent\_node = current\_node

current\_node = std\_node

semicolon\_present = False

for tok, \_, ln in tokens:

if ln == line and tok == ";" and parent\_node.type in ('ProgramType', 'Block', 'Operator Input', 'Object'):

semicolon\_present = True

break

if not semicolon\_present:

syntax\_error\_node = Node(f"123Syntax error: Semicolon missing after variable declaration.",

f'Syntax error! {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == '::':

colon\_node = Node(token, 'Colon')

std\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(colon\_node)

current\_node = colon\_node

if token in ('cout', 'endl', 'cin') and token\_type == "METHOD":

method\_node = Node(token, "Method")

current\_node.add\_child(method\_node)

current\_node = std\_stack.pop()

if len(std\_stack) != 0:

current\_node = std\_stack.pop()

sum = 0

for i in std\_stack:

sum += 1

if sum > 0:

while sum != 0:

current\_node = std\_stack.pop()

sum -= 1

if token in ('cout', 'endl', 'cin') and token\_type == "KEYWORD":

method\_node = Node(token, "Method")

current\_node.add\_child(method\_node)

# current\_node = io\_stack.pop()

if len(io\_stack) != 0:

current\_node = io\_stack.pop()

sum = 0

for i in io\_stack:

sum += 1

if sum > 0:

while sum != 0:

current\_node = io\_stack.pop()

sum -= 1

if token == "<<" or token == ">>":

io\_operator\_node = Node(token, 'Operator Input')

io\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(io\_operator\_node)

current\_node = io\_operator\_node

# current\_node.add\_child(io\_operator\_node)

if token in operators and token\_type == 'ARITHMETIC OPERATOR':

arithmetic\_operator\_node = Node(token, "Operator")

current\_node.add\_child(arithmetic\_operator\_node)

if token == "for" and token\_type == 'KEYWORD':

for\_node = ForNode(token, "ForLoop")

for\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(for\_node)

current\_node = for\_node

elif token == 'for' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "if" and token\_type == 'KEYWORD':

if\_node = IfNode(token, "IfStatement")

if\_stack.append(current\_node)

current\_node.add\_child(if\_node)

current\_node = if\_node

elif token == 'if' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "else" and token\_type == 'KEYWORD':

else\_node = Node(token, "Else")

parent\_node = current\_node.parent

if isinstance(parent\_node, IfNode):

if\_else\_node = IfElseNode(token, "IfElseStatement")

parent\_node.add\_child(if\_else\_node)

current\_node = if\_else\_node

current\_node = branch\_stack.pop()

else:

current\_node.add\_child(else\_node)

elif token == 'else' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "while" and token\_type == 'KEYWORD':

while\_node = WhileNode(token, "WhileLoop")

current\_node.add\_child(while\_node)

current\_node = while\_node

elif token == 'while' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "new" and token\_type == 'KEYWORD':

new\_node = Node(token, "NewOperator")

current\_node.add\_child(new\_node)

elif token == 'new' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "delete":

delete\_node = Node(token, "DeleteOperator")

current\_node.add\_child(delete\_node)

elif token == 'delete' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "break":

delete\_node = Node(token, "Break")

current\_node.add\_child(delete\_node)

elif token == 'break' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if token == "continue":

delete\_node = Node(token, "Continue")

current\_node.add\_child(delete\_node)

elif token == 'continue' and token\_type != 'KEYWORD':

syntax\_error\_node = Node(token, f'Syntax error! In line {line}')

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

if 'LEXICAL ERROR' in token\_type:

lexical\_error\_node = Node(token, f'{token\_type} In line {line}')

current\_node.add\_child(lexical\_error\_node)

break

if 'SYNTAX ERROR' in token\_type:

syntax\_error\_node = Node(token, token\_type)

current\_node.add\_child(syntax\_error\_node)

break

return root

tokens = lexer()

tokens\_iter = tokens

syntax\_tree = build\_syntax\_tree(tokens\_iter)

file\_path\_output = 'output\_parser.txt'

write\_output\_to\_file(syntax\_tree.display(), file\_path\_output)