

BÁO CÁO THỰC HÀNH

XÂY DỰNG CHƯƠNG TRÌNH DỊCH

BÀI 2: PHÂN TÍCH CÚ PHÁP

Họ và tên: Bùi Quang Hưng

Mã số sinh viên: 20225849

I. Giải thích logic code

1. Kiến trúc tổng quan của Parser

Parser (bộ phân tích cú pháp) là thành phần thứ hai trong quy trình biên dịch, làm việc ngay sau Scanner. Trong khi Scanner chỉ nhận diện các token riêng lẻ, Parser có nhiệm vụ cao hơn: kiểm tra xem chuỗi các token đó có tuân theo ngữ pháp của ngôn ngữ KPL hay không.

Parser hoạt động theo phương pháp phân tích cú pháp đệ quy xuống (**Recursive Descent Parsing**) với lookahead 1 token. Điều này có nghĩa là tại mỗi thời điểm, Parser nhìn trước 1 token để quyết định nên làm gì tiếp theo.

2. Danh sách các hàm cùng chức năng trong parser

Hàm điều khiển chính

- Hàm scan(): Lấy token tiếp theo từ Scanner, kiểm tra token hợp lệ.
- Hàm eat(TokenType tokenType): Kiểm tra token hiện tại có khớp với token mong đợi không, in token ra, lấy token tiếp theo.

Hàm phân tích chương trình

- Hàm compileProgram(): Parse toàn bộ chương trình KPL.
- Hàm compileBlock(): Parse một khối lệnh hoàn chỉnh.
- Hàm compileBlock2(): Parse khối lệnh không có ConstDecls.
- Hàm compileBlock3(): Parse khối lệnh không có ConstDecls, TypeDecls.
- Hàm compileBlock4(): Parse khối lệnh chỉ có SubDecls và Statements.
- Hàm compileBlock5(): Parse khối lệnh chỉ có Statements.

Hàm phân tích khai báo

- Hàm compileConstDecls(): Parse danh sách khai báo hằng.
- Hàm compileConstDecl(): Parse một khai báo hằng.
- Hàm compileConstant(): Parse hằng số có dấu.

- Hàm compileConstant2(): Parse phần constant sau dấu +/-.
- Hàm compileUnsignedConstant(): Parse hằng số không dấu.
- Hàm compileTypeDecls(): Parse danh sách khai báo kiểu.
- Hàm compileTypeDecl(): Parse một khai báo kiểu.
- Hàm compileType(): Parse kiểu dữ liệu.
- Hàm compileBasicType(): Parse kiểu cơ bản.
- Hàm compileVarDecls(): Parse danh sách khai báo biến.
- Hàm compileVarDecl(): Parse một khai báo biến.
- Hàm compileSubDecls(): Parse danh sách function/procedure.
- Hàm compileFuncDecl(): Parse khai báo function.
- Hàm compileProcDecl(): Parse khai báo procedure.
- Hàm compileParams(): Parse danh sách tham số.
- Hàm compileParams2(): Parse các tham số tiếp theo.
- Hàm compileParam(): Parse một tham số.

Hàm phân tích câu lệnh

- Hàm compileStatements(): Parse khối BEGIN...END.
- Hàm compileStatements2(): Parse các statement tiếp theo.
- Hàm compileStatement(): Parse một statement, phân loại theo token đầu.
- Hàm compileAssignSt(): Parse lệnh gán.
- Hàm compileCallSt(): Parse lệnh gọi procedure.
- Hàm compileGroupSt(): Parse nhóm lệnh.
- Hàm compileIfSt(): Parse câu lệnh IF.
- Hàm compileElseSt(): Parse phần ELSE (nếu có).
- Hàm compileWhileSt(): Parse vòng lặp WHILE.
- Hàm compileForSt(): Parse vòng lặp FOR.

Hàm phân tích biểu thức

- Hàm compileCondition(): Parse điều kiện.
- Hàm compileCondition2(): Parse toán tử so sánh và biểu thức thứ 2.
- Hàm compileExpression(): Parse biểu thức, xử lý dấu +/- đầu.
- Hàm compileExpression2(): Parse các term tiếp theo với +/-.
- Hàm compileExpression3(): Parse expression sau dấu +/-.
- Hàm compileTerm(): Parse term (phép nhân/chia).
- Hàm compileTerm2(): Parse các factor tiếp theo với */÷.
- Hàm compileFactor(): Parse factor (số, biến, hàm, biểu thức con).

Hàm phụ trợ

- Hàm compileArguments(): Parse danh sách đối số khi gọi hàm.
- Hàm compileArguments2(): Parse các đối số tiếp theo.
- Hàm compileIndexes(): Parse chỉ số mảng (có thể nhiều chiều).

II. Thực hiện chương trình với tệp example1.kpl (không lỗi)

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\example1.kpl
Parsing a Program ....
1-1:KW_PROGRAM
1-9:TK_IDENT(Example1)
1-17:SB_SEMICOLON
Parsing a Block ....
Parsing subroutines ....
Subroutines parsed ....
2-1:KW_BEGIN
3-1:KW_END
Block parsed!
3-5:SB_PERIOD
Program parsed!

```

- So sánh với kết quả được cung cấp, ta thấy output trùng khớp

III. Thực hiện chương trình với tệp lỗi

- Lỗi ERR_END_OF_COMMENT

```

error1.kpl X parser.h error8.kpl
Test > error1.kpl
1 (* Test ERR_END_OF_COMMENT - comment không đóng
2 Program Error1;
3 Begin
4 End.
5

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\example1.kpl
Parsing a Program ....
1-1:KW_PROGRAM
1-9:TK_IDENT(Example1)
1-17:SB_SEMICOLON
Parsing a Block ....
Parsing subroutines ....
Subroutines parsed ....
2-1:KW_BEGIN
3-1:KW_END
Block parsed!
3-5:SB_PERIOD
Program parsed!
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error1.kpl
5-1:End of comment expected!
○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> []

```

- Lỗi ERR_IDENT_TOO_LONG

```
Test > error2.kpl
1 (* Test ERR_IDENT_TOO_LONG - identifier quá dài >15 ký tự *)
2 Program Error2;
3 Var thisIsAVeryLongIdentifierNameThatExceeds : Integer;
4 Begin
5 End.
6
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS

```
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error2.kpl
Parsing a Program ....
2-1:KW_PROGRAM
2-9:TK_IDENT(Error2)
2-15:SB_SEMICOLON
Parsing a Block ....
3-1:KW_VAR
3-5:Identification too long!
```

- Lỗi ERR_NUMBER_TOO_LONG

```
Test > error3.kpl
1 (* Test ERR_NUMBER_TOO_LONG - số quá lớn *)
2 Program Error3;
3 Const c = 99999999999;
4 Begin
5 End.
6
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS

```
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error3.kpl
Parsing a Program ....
2-1:KW_PROGRAM
2-9:TK_IDENT(Error3)
2-15:SB_SEMICOLON
Parsing a Block ....
3-1:KW_CONST
3-7:TK_IDENT(c)
3-9:SB_EQ
3-11:Value of integer number exceeds the range!
○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted>
```

- Lỗi ERR_INVALIDCHARCONSTANT

Test > error4.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALIDCHARCONSTANT - char constant không hợp lệ *)  
2 Program Error4;  
3 Var c : Char;  
4 Begin  
5 | c := 'abc';  
6 End.  
7
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS + ⌂ ⌂ ⌂

- PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error4.kpl
Parsing a Program
2-1:KW_PROGRAM
2-9:TK_IDENT(Error4)
2-15:SB_SEMICOLON
Parsing a Block
3-1:KW_VAR
3-5:TK_IDENT(c)
3-7:SB_COLON
3-9:KW_CHAR
3-13:SB_SEMICOLON
Parsing subroutines
Subroutines parsed
4-1:KW_BEGIN
Parsing an assign statement
5-3:TK_IDENT(c)
5-6:SB_ASSIGN
5-8:Invalid constant!
- PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> █

- Lỗi ERR_INVALID_SYMBOL

Test > error5.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALID_SYMBOL - ký tự không hợp lệ *)  
2 Program Error5;  
3 Var x : Integer;  
4 Begin  
5 | x := 10 @ 5;  
6 End.  
7
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS + ⌂ ⌂ ⌂

- PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error5.kpl
Parsing a Program
2-1:KW_PROGRAM
2-9:TK_IDENT(Error5)
2-15:SB_SEMICOLON
Parsing a Block
3-1:KW_VAR
3-5:TK_IDENT(x)
3-7:SB_COLON
3-9:KW_INTEGER
3-16:SB_SEMICOLON
Parsing subroutines
Subroutines parsed
4-1:KW_BEGIN
Parsing an assign statement
5-3:TK_IDENT(x)
5-6:SB_ASSIGN
Parsing an expression
5-8:TK_NUMBER(10)
5-11:Invalid symbol!
- PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> █

- Lỗi ERR_INVALID_CONSTANT

The screenshot shows a terminal window with the following content:

```
Test > error6.kpl
1 (* Test ERR_INVALID_CONSTANT - constant không hợp lệ *)
2 Program Error6;
3 Var c : Char;
4 Begin
5   | c := '';
6 End.
7

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS + v ... |
```

● PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> .\parser .\Test\error6.kpl

Parsing a Program

2-1:KW_PROGRAM

2-9:TK_IDENT(Error6)

2-15:SB_SEMICOLON

Parsing a Block

3-1:KW_VAR

3-5:TK_IDENT(c)

3-7:SB_COLON

3-9:KW_CHAR

3-13:SB_SEMICOLON

Parsing subroutines

Subroutines parsed

4-1:KW_BEGIN

Parsing an assign statement

5-3:TK_ASSIGN

5-6:SB_ASSIGN

5-8:Invalid constant!

○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted>

- Lỗi ERR_INVALIDTYPE

The screenshot shows a terminal window with the following content:

```
1 (* Test ERR_INVALIDTYPE - kiểu dữ liệu không hợp lệ *)
2 Program Error7;
3 Var x : String;
4 Begin
5 End.
6

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS + v ... |
```

● PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> .\parser .\Test\error7.kpl

Parsing a Program

2-1:KW_PROGRAM

2-9:TK_IDENT(Error7)

2-15:SB_SEMICOLON

Parsing a Block

3-1:KW_VAR

3-5:TK_IDENT(x)

3-7:SB_COLON

3-9:TK_IDENT(String)

3-15:SB_SEMICOLON

Parsing subroutines

Subroutines parsed

4-1:KW_BEGIN

5-1:KW_END

Block parsed!

6-0:SB_PERIOD

Program parsed!

- Lỗi ERR_INVALIDBASICTYPE

The screenshot shows a code editor window with a dark theme. At the top, there's a tab labeled "test" and a file path "error8.kpl". Below the tabs is a code block:

```
1 (* Test ERR_INVALIDBASICTYPE - basic type không hợp lệ cho function *)
2 Program Error8;
3 Function F : String;
4 Begin
5   F := 1;
6 End;
7 Begin
8 End.
```

At the bottom of the editor, there's a navigation bar with tabs: PROBLEMS, OUTPUT, DEBUG CONSOLE, TERMINAL (which is underlined), PORTS, and QUERY RESULTS. The TERMINAL tab shows the following output:

- PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> .\parser .\Test\error8.kpl
- Parsing a Program
- 2-1:KW_PROGRAM
- 2-9:TK_IDENT(Error8)
- 2-15:SB_SEMICOLON
- Parsing a Block
- Parsing subroutines
- Parsing a function
- 3-1:KW_FUNCTION
- 3-10:TK_IDENT(F)
- 3-12:SB_COLON
- 3-14:Invalid basic type!

○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted>

- Lỗi ERR_INVALIDPARAM

The screenshot shows a code editor window with a dark theme. At the top, there's a tab labeled "test" and a file path "error9.kpl". Below the tabs is a code block:

```
1 (* Test ERR_INVALIDPARAM - parameter không hợp lệ *)
2 Program Error9;
3 Function F(123 : Integer) : Integer;
4 Begin
5   F := 1;
6 End;
7 Begin
8 End.
```

At the bottom of the editor, there's a navigation bar with tabs: PROBLEMS, OUTPUT, DEBUG CONSOLE, TERMINAL (which is underlined), PORTS, and QUERY RESULTS. The TERMINAL tab shows the following output:

- PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> .\parser .\Test\error9.kpl
- Parsing a Program
- 2-1:KW_PROGRAM
- 2-9:TK_IDENT(Error9)
- 2-15:SB_SEMICOLON
- Parsing a Block
- Parsing subroutines
- Parsing a function
- 3-1:KW_FUNCTION
- 3-10:TK_IDENT(F)
- 3-11:SB_LPAR
- 3-12:Missing an identification

- Lỗi ERR_INVALIDSTATEMENT

Test > error10.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALIDSTATEMENT - statement không hợp lệ *)
2 Program Error10;
3 Begin
4 | 123;
5 End.
6
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS

```
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error10.kpl
  Parsing a Program ....
  2-1:KW_PROGRAM
  2-9:TK_IDENT(Error10)
  2-16:SB_SEMICOLON
  Parsing a Block ....
  Parsing subroutines ....
  Subroutines parsed ....
  3-1:KW_BEGIN
  4-3:Invalid statement!
○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted>
```

- Lỗi ERR_INVALIDARGUMENTS

```
1 (* Test ERR_INVALIDARGUMENTS - arguments không hợp lệ *)
2 Program Error11;
3 Begin
4 | Call WriteI(@);
5 End.
6
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS

```
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error11.kpl
  Parsing a Program ....
  2-1:KW_PROGRAM
  2-9:TK_IDENT(Error11)
  2-16:SB_SEMICOLON
  Parsing a Block ....
  Parsing subroutines ....
  Subroutines parsed ....
  3-1:KW_BEGIN
  Parsing a call statement ....
  4-3:KW_CALL
  4-8:TK_IDENT(WriteI)
  4-14:SB_LPAR
  4-15:Invalid symbol!
```

- Lỗi ERR_INVALIDCOMPARATOR

Test > error12.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALIDCOMPARATOR - comparator không hợp lệ *)
2 Program Error12;
3 Var x : Integer;
4 Begin
5   If x := 0 Then x := 1;
6 End.
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS

PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> .\parser .\Test\error12.kpl

Parsing a Program

2-1:KW_PROGRAM

2-9:TK_IDENT(Error12)

2-16:SB_SEMICOLON

Parsing a Block

3-1:KW_VAR

3-5:TK_IDENT(x)

3-7:SB_COLON

3-9:KW_INTEGER

3-16:SB_SEMICOLON

Parsing subroutines

Subroutines parsed

4-1:KW_BEGIN

Parsing an if statement

5-3:KW_IF

Parsing an expression

5-6:TK_IDENT(x)

5-9:Invalid term!

PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted>

- Lỗi ERR_INVALIDEXPRESSION

Test > error13.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALIDEXPRESSION - expression không hợp lệ *)
2 Program Error13;
3 Var x : Integer;
4 Begin
5   | x := Begin;
6 End.
7
```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS QUERY RESULTS + ⌂ ⌄

● PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> .\parser .\Test\error13.kpl

Parsing a Program
2-1:KW_PROGRAM
2-9:TK_IDENT(Error13)
2-16:SB_SEMICOLON
Parsing a Block
3-1:KW_VAR
3-5:TK_IDENT(x)
3-7:SB_COLON
3-9:KW_INTEGER
3-16:SB_SEMICOLON
Parsing subroutines
Subroutines parsed
4-1:KW_BEGIN
Parsing an assign statement
5-3:TK_IDENT(x)
5-6:SB_ASSIGN
Parsing an expression
5-8:Invalid factor!

○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPICompleted> █

- Lỗi ERR INVALIDTERM

Test > error14.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALIDTERM - term không hợp lệ *)
2 Program Error14;
3 Var x : Integer;
4 Begin
5   | x := 10 * Begin;
6 End.
```

Chat Ctrl+L Edit Ctrl+I

TERMINAL PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE PORTS QUERY RESULTS + v ...

```
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error14.kpl
  Parsing a Program ....
  2-1:KW_PROGRAM
  2-9:TK_IDENT(Error14)
  2-16:SB_SEMICOLON
  Parsing a Block ....
  3-1:KW_VAR
  3-5:TK_IDENT(x)
  3-7:SB_COLON
  3-9:KW_INTEGER
  3-16:SB_SEMICOLON
  Parsing subroutines ....
  Subroutines parsed ....
  4-1:KW_BEGIN
  Parsing an assign statement ....
  5-3:TK_IDENT(x)
  5-6:SB_ASSIGN
  Parsing an expression
  5-8:TK_NUMBER(10)
  5-11:SB_TIMES
  5-13:Invalid factor!
```

○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted>

- Lỗi ERR_INVALIDFACTOR

Test > error15.kpl

```
1 (* Test ERR_INVALIDFACTOR - factor không hợp lệ *)
2 Program Error15;
3 Var x : Integer;
4 Begin
5   | x := * 5;
6 End.
```

Chat Ctrl+L Edit Ctrl+I

TERMINAL PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE PORTS QUERY RESULTS + v ...

```
● PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted> .\parser .\Test\error15.kpl
  Parsing a Program ....
  2-1:KW_PROGRAM
  2-9:TK_IDENT(Error15)
  2-16:SB_SEMICOLON
  Parsing a Block ....
  3-1:KW_VAR
  3-5:TK_IDENT(x)
  3-7:SB_COLON
  3-9:KW_INTEGER
  3-16:SB_SEMICOLON
  Parsing subroutines ....
  Subroutines parsed ....
  4-1:KW_BEGIN
  Parsing an assign statement ....
  5-3:TK_IDENT(x)
  5-6:SB_ASSIGN
  Parsing an expression
  5-8:Invalid factor!
```

○ PS D:\CTD_Lab\PT_CPIcompleted>