

Experiment in Compiler Construction ***PHÂN TÍCH CÚ PHÁP***

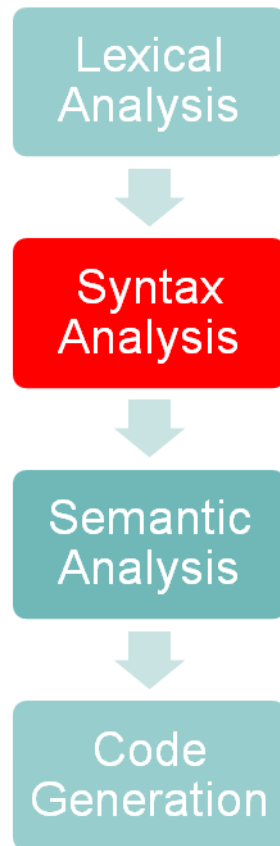
Nguyen Huu Duc

Department of information systems
Faculty of information technology
Hanoi university of technology

Nội dung

- Tổng quan về phân tích cú pháp
- Văn phạm KPL
- Xây dựng bộ phân tích cú pháp (parser)

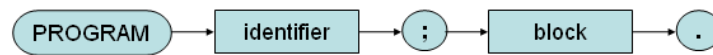
Nhiệm vụ của một parser



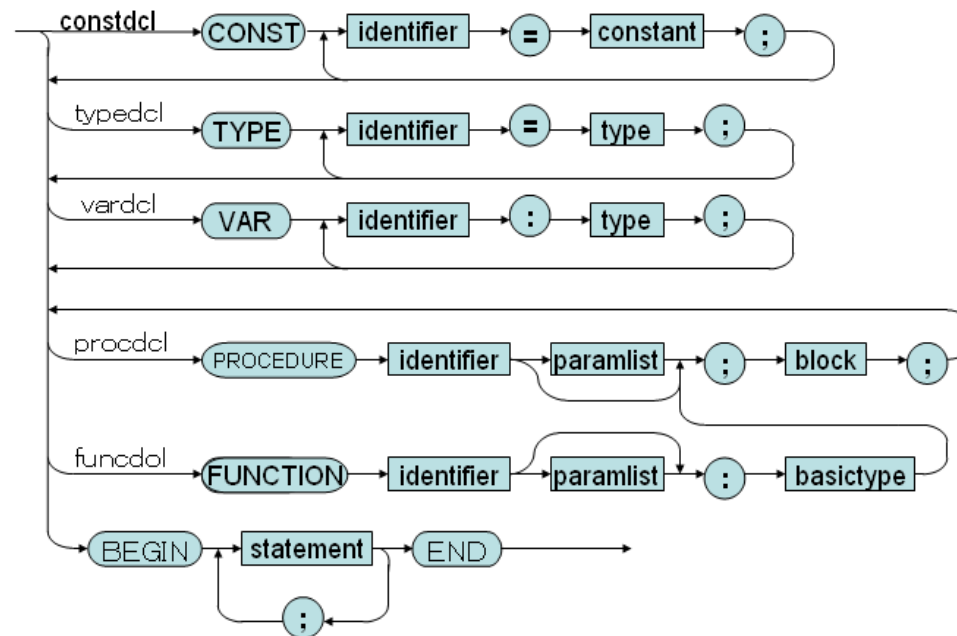
- Kiểm tra cấu trúc ngữ pháp của một chương trình
- Kích hoạt các bộ phân tích ngữ nghĩa và sinh mã

Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL

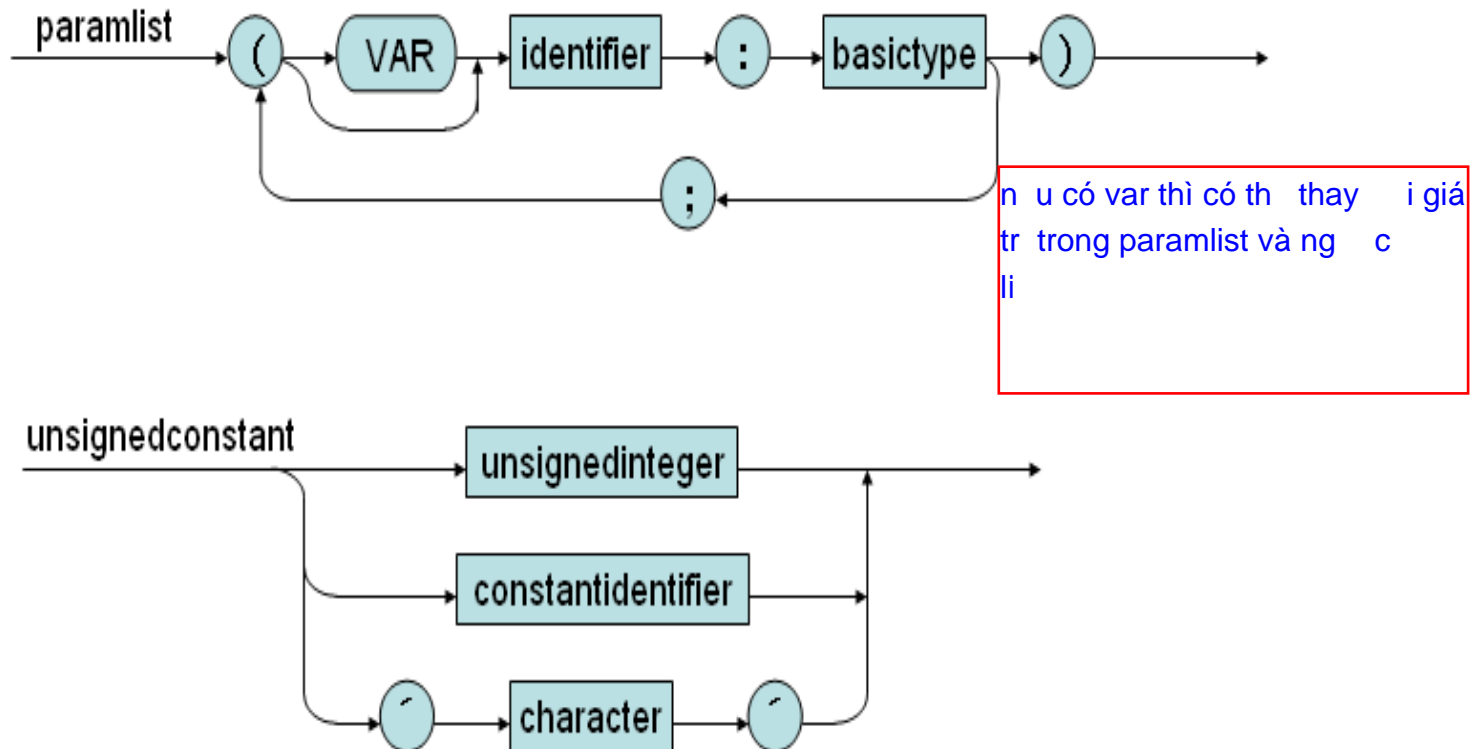
program



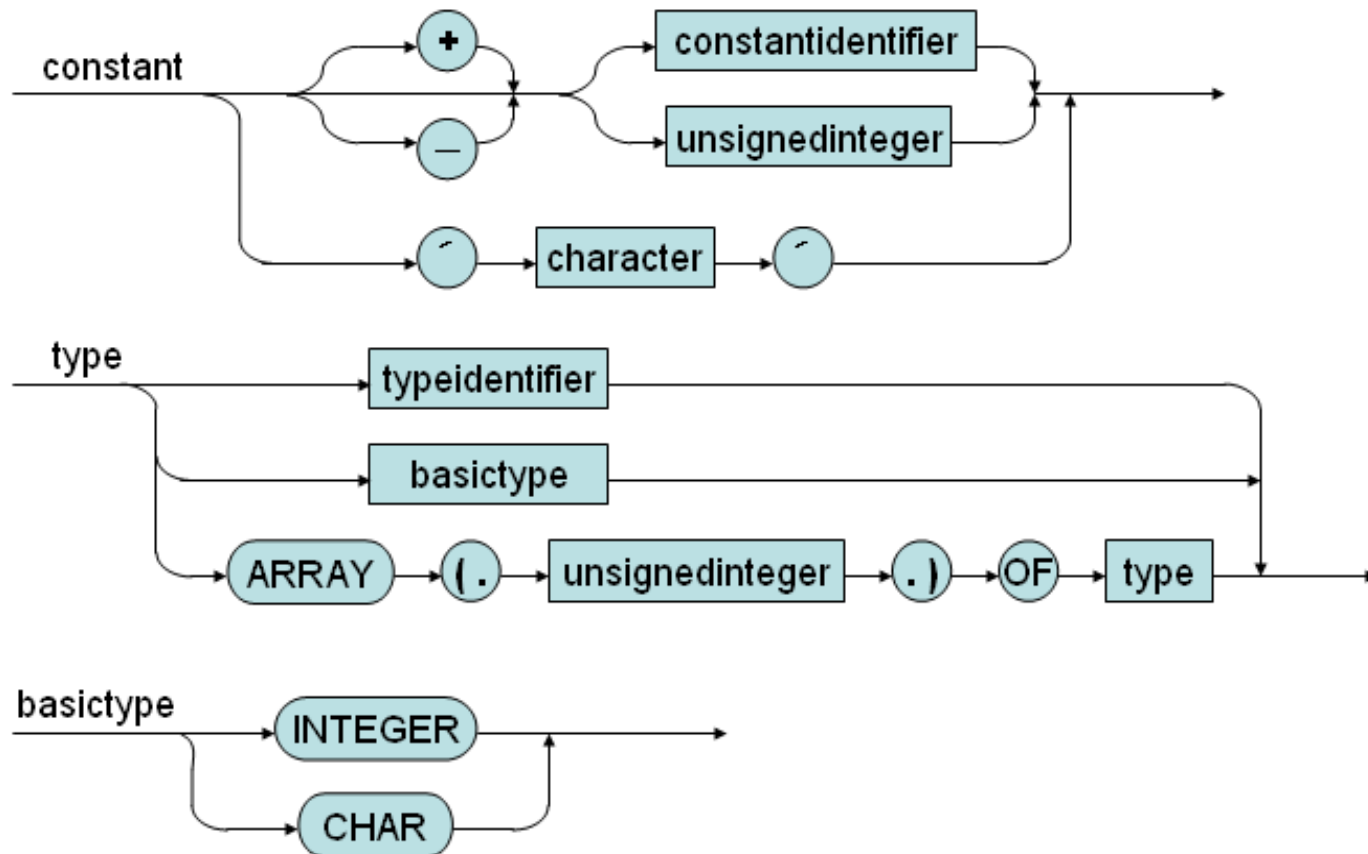
block



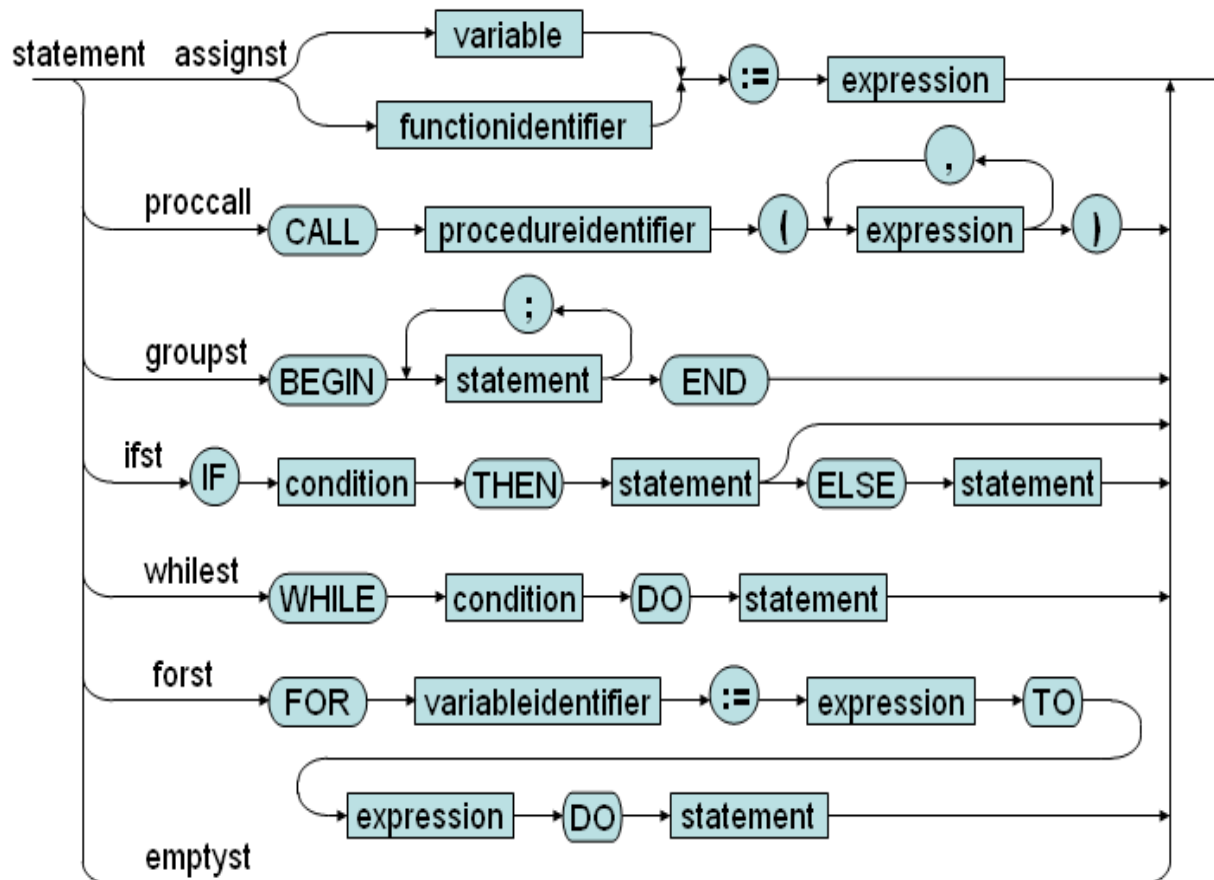
Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL



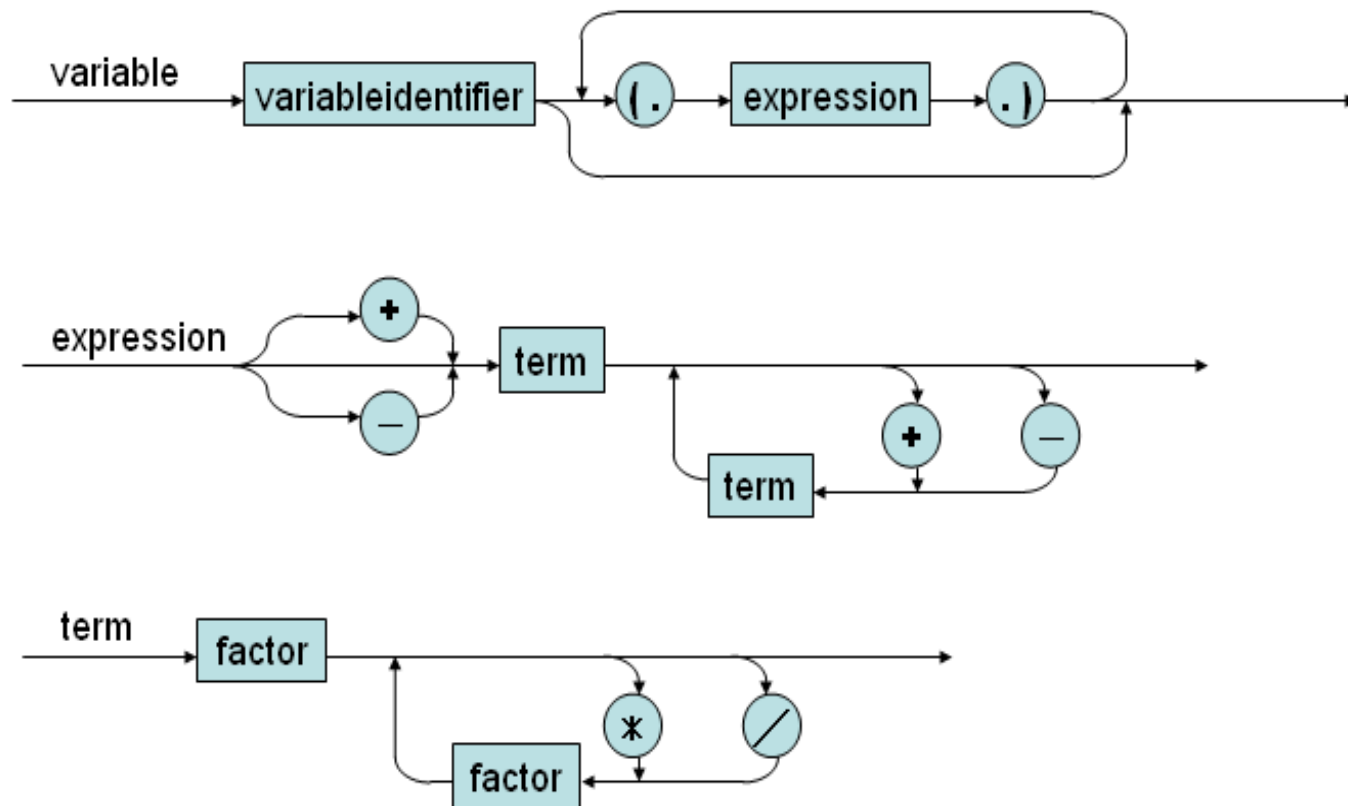
Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL



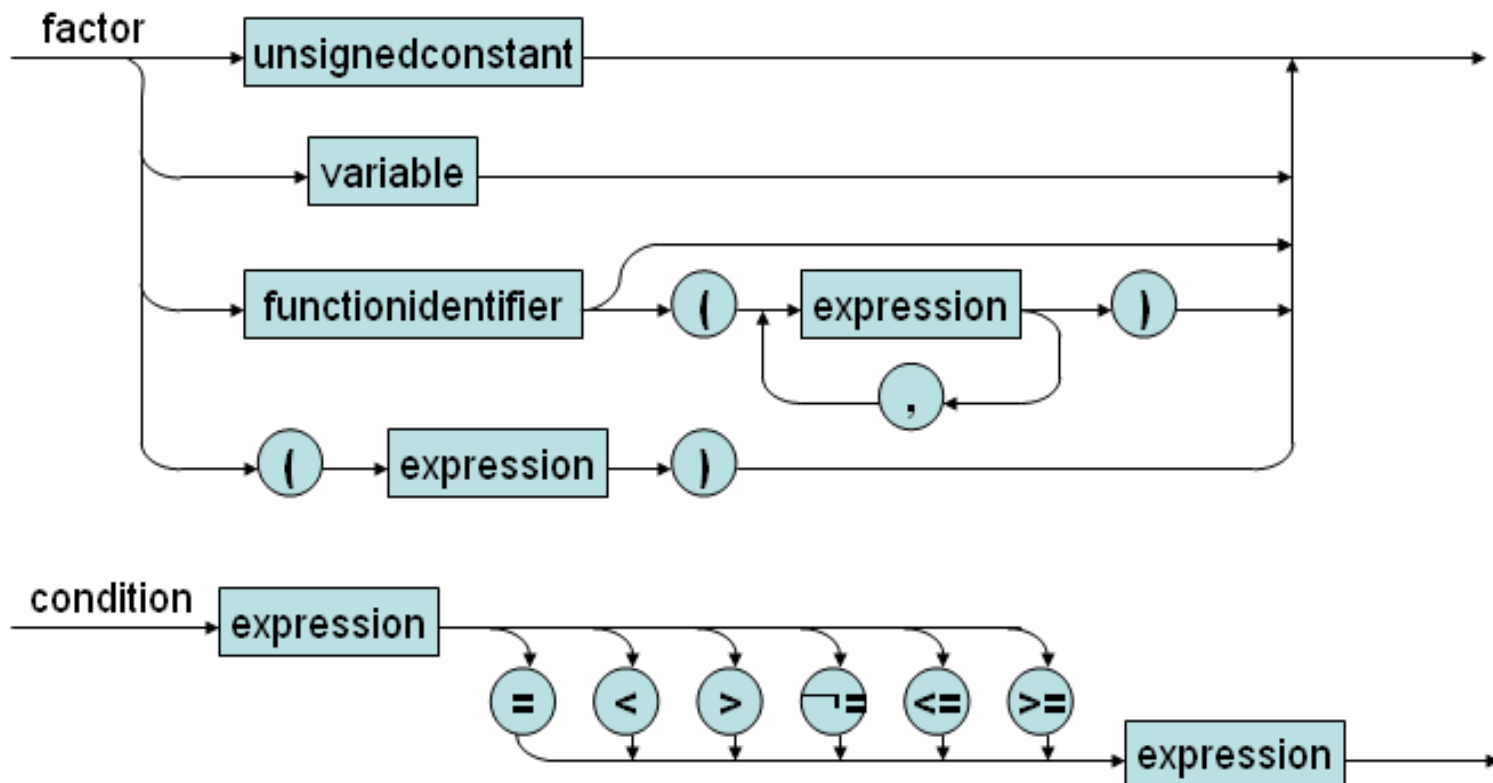
Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL



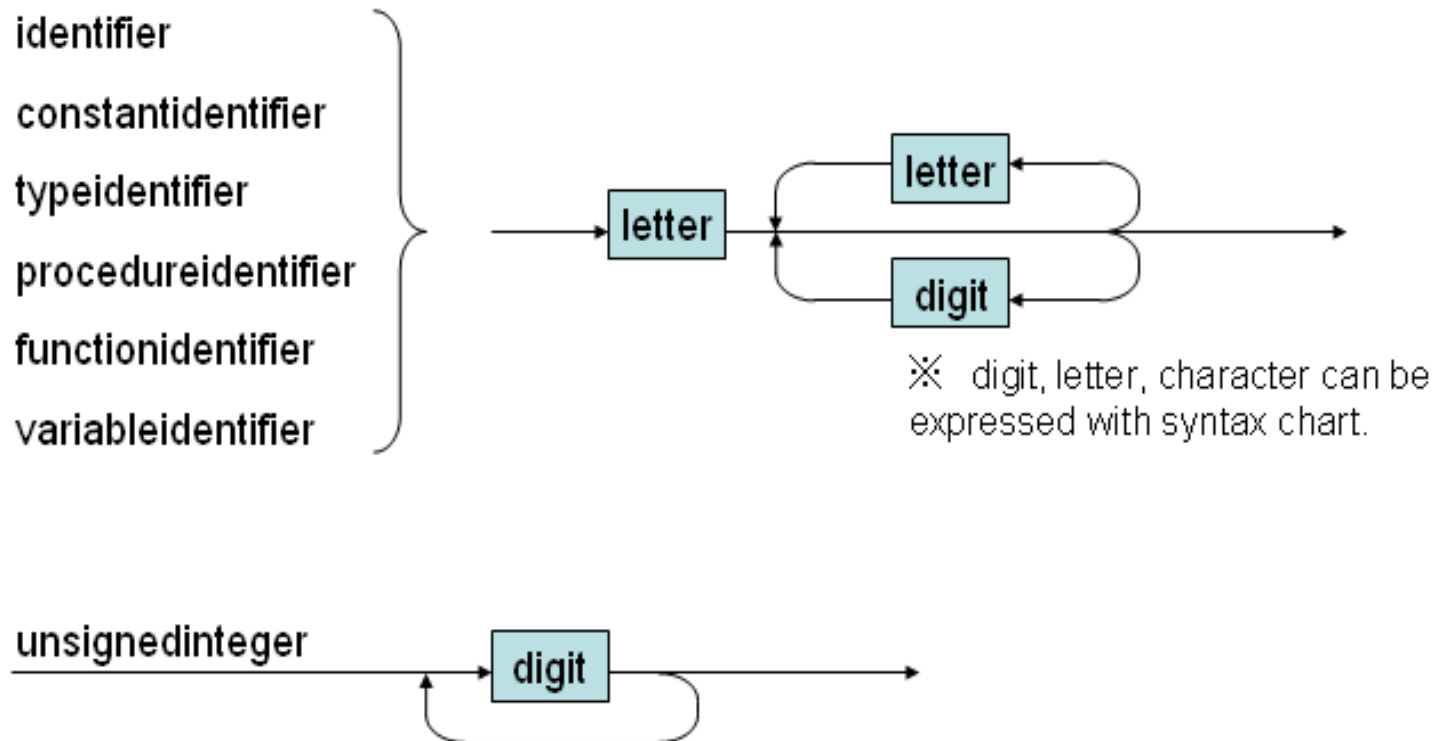
Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL



Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL



Sơ đồ cú pháp của ngôn ngữ KPL



Văn phạm BNF

- Thực hiện loại bỏ đệ quy trái
- Thực hiện nhân tử trái

Văn phạm BNF

01) Prog ::= KW_PROGRAM Ident SB_SEMICOLON Block SB_PERIOD

02) Block ::= KW_CONST ConstDecl ConstDecls Block2

03) Block ::= Block2

04) Block2 ::= KW_TYPE TypeDecl TypeDecls Block3

05) Block2 ::= Block3

06) Block3 ::= KW_VAR VarDecl VarDecls Block4

07) Block3 ::= Block4

08) Block4 ::= SubDecls Block5

09) Block5 ::= KW_BEGIN Statements KW_END

Văn phạm BNF

- 10) `ConstDecls ::= ConstDecl ConstDecls`
- 11) `ConstDecls ::= ϵ`
- 12) `ConstDecl ::= Ident SB_EQUAL Constant SB_SEMICOLON`
- 13) `TypeDecls ::= TypeDecl TypeDecls`
- 14) `TypeDecls ::= ϵ`
- 15) `TypeDecl ::= Ident SB_EQUAL Type SB_SEMICOLON`
- 16) `VarDecls ::= VarDecl VarDecls`
- 17) `VarDecls ::= ϵ`
- 18) `VarDecl ::= Ident SB_COLON Type SB_SEMICOLON`
- 19) `SubDecls ::= FunDecl SubDecls`
- 20) `SubDecls ::= ProcDecl SubDecls`
- 21) `SubDecls ::= ϵ`

Văn phạm BNF

- 22) FunDecl ::= KW_FUNCTION Ident Params SB_COLON BasicType SB_SEMICOLON
Block SB_SEMICOLON
- 23) ProcDecl ::= KW_PROCEDURE Ident Params SB_SEMICOLON Block SB_SEMICOLON
- 24) Params ::= SB_LPAR Param Params2 SB_RPAR
- 25) Params ::= ϵ
- 26) Params2 ::= SB_SEMICOLON Param Params2
- 27) Params2 ::= ϵ
- 28) Param ::= Ident SB_COLON BasicType
- 29) Param ::= KW_VAR Ident SB_COLON BasicType

Văn phạm BNF

- 30) `Type ::= KW_INTEGER`
- 31) `Type ::= KW_CHAR`
- 32) `Type ::= TypeIdent`
- 33) `Type ::= KW_ARRAY SB_LSEL Number SB_RSEL KW_OF Type`

- 34) `BasicType ::= KW_INTEGER`
- 35) `BasicType ::= KW_CHAR`

- 36) `UnsignedConstant ::= Number`
- 37) `UnsignedConstant ::= ConstIdent`
- 38) `UnsignedConstant ::= ConstChar`

- 40) `Constant ::= SB_PLUS Constant2`
- 41) `Constant ::= SB_MINUS Constant2`
- 42) `Constant ::= Constant2`
- 43) `Constant ::= ConstChar`

- 44) `Constant2 ::= ConstIdent`
- 45) `Constant2 ::= Number`

Văn phạm BNF

46) `Statements ::= Statement Statements2`

47) `Statements2 ::= KW_SEMICOLON Statement Statement2`

48) `Statements2 ::= ϵ`

49) `Statement ::= AssignSt`

50) `Statement ::= CallSt`

51) `Statement ::= GroupSt`

52) `Statement ::= IfSt`

53) `Statement ::= WhileSt`

54) `Statement ::= ForSt`

55) `Statement ::= ϵ`

Văn phạm BNF

- 56) `AssignSt ::= Variable SB_ASSIGN Expression`
- 57) `AssignSt ::= FunctionIdent SB_ASSIGN Expression`
- 58) `CallSt ::= KW_CALL ProcedureIdent Arguments`
- 59) `GroupSt ::= KW_BEGIN Statements KW_END`
- 60) `IfSt ::= KW_IF Condition KW_THEN Statement ElseSt`
- 61) `ElseSt ::= KW_ELSE statement`
- 62) `ElseSt ::= ε`
- 63) `WhileSt ::= KW_WHILE Condition KW_DO Statement`
- 64) `ForSt ::= KW_FOR VariableIdent SB_ASSIGN Expression KW_TO
Expression KW_DO Statement`

Văn phạm BNF

65) `Arguments ::= SB_LPAR Expression Arguments2 SB_RLAR`

66) `Arguments ::= ϵ`

67) `Arguments2 ::= SB_COMMA Expression Arguments2`

68) `Arguments2 ::= ϵ`

68) `Condition ::= Expression Condition2`

69) `Condition2 ::= SB_EQ Expression`

70) `Condition2 ::= SB_NEQ Expression`

71) `Condition2 ::= SB_LE Expression`

72) `Condition2 ::= SB_LT Expression`

73) `Condition2 ::= SB_GE Expression`

74) `Condition2 ::= SB_GT Expression`

Văn phạm BNF

- 75) `Expression ::= SB_PLUS Expression2`
- 76) `Expression ::= SB_MINUS Expression2`
- 77) `Expression ::= Expression2`

- 78) `Expression2 ::= Term Expression3`

- 79) `Expression3 ::= SB_PLUS Term Expression3`
- 80) `Expression3 ::= SB_MINUS Term Expression3`
- 81) `Expression3 ::= ϵ`

- 82) `Term ::= Factor Term2`

- 83) `Term2 ::= SB_TIMES Factor Term2`
- 84) `Term2 ::= SB_SLASH Factor Term2`
- 85) `Term2 ::= ϵ`

Văn phạm BNF

- 86) `Factor ::= UnsignedConstant`
- 87) `Factor ::= Variable`
- 88) `Factor ::= FunctionApptication`
- 89) `Factor ::= SB_LPAR Expression SB_RPAR`

- 90) `Variable ::= VariableIdent Indexes`
- 91) `FunctionApplication ::= FunctionIdent Arguments`

- 92) `Indexes ::= SB_LSEL Expression SB_RSEL Indexes`
- 93) `Indexes ::= ϵ`

Câu hỏi?

- Hãy tính các tập FIRST và FOLLOW cho mỗi ký hiệu không kết thúc
- Hãy xây dựng bảng duyệt

Xây dựng parser

- Về cơ bản KPL là một ngôn ngữ LL(1)
- Thiết kế một parser đệ quy trên dưới
 - Token ***lookAhead***
 - Duyệt ký hiệu kết thúc
 - Duyệt ký hiệu không kết thúc

Xây dựng parser – Cấu trúc

STT	Tên tệp	Nội dung
1	Makefile	Project
2	scanner.c, scanner.h	Đọc từng token
3	reader.h, reader.c	Đọc mã nguồn
4	charcode.h, charcode.c	Phân loại ký tự
5	token.h, token.c	Phân loại và nhận dạng token, từ khóa
6	error.h, error.c	Thông báo lỗi
7	parser.c, parser.h	Duyệt các cấu trúc chương trình
8	main.c	Chương trình chính

lookAhead

- Xem trước nội dung một token

```
Token *currentToken;    // Token vừa đọc  
Token *lookAhead;      // Token xem trước
```

```
void scan(void) {  
    Token* tmp = currentToken;  
    currentToken = lookAhead;  
    lookAhead = getValidToken();  
    free(tmp);  
}
```


Duyệt ký hiệu kết thúc

```
void eat(TokenType tokenType) {  
    if (lookAhead->tokenType == tokenType) {  
        printToken(lookAhead);  
        scan();  
    } else missingToken(tokenType, lookAhead->lineNo, lookAhead->colNo);  
}
```

Duyệt ký hiệu không kết thúc

```
void compileProgram(void) {  
    assert("Parsing a Program ....");  
    eat(KW_PROGRAM);  
    eat(TK_IDENT);  
    eat(SB_SEMICOLON);  
    compileBlock();  
    eat(SB_PERIOD);  
    assert("Program parsed!");  
}
```

Kích hoạt parser

```
int compile(char *fileName) {  
    if (openInputStream(fileName) == IO_ERROR)  
        return IO_ERROR;  
  
    currentToken = NULL;  
    lookAhead = getValidToken();  
  
    compileProgram();  
  
    free(currentToken);  
    free(lookAhead);  
    closeInputStream();  
    return IO_SUCCESS;  
}
```

Ví dụ - duyệt statement

`FIRST(Statement) = {TK_IDENT, KW_CALL, KW_BEGIN, KW_IF, KW_WHILE,
KW_FOR, ϵ }`

`FOLLOW(Statement) = {SB_SEMICOLON, KW_END, KW_ELSE}`

`/* Predict parse table for Expression */`

Input	Production

TK_IDENT	49) Statement ::= AssignSt
KW_CALL	50) Statement ::= CallSt
KW_BEGIN	51) Statement ::= GroupSt
KW_IF	52) Statement ::= IfSt
KW_WHILE	53) Statement ::= WhileSt
KW_FOR	54) Statement ::= ForSt

SB_SEMICOLON	55) ϵ
KW_END	55) ϵ
KW_ELSE	55) ϵ

Others	Error

Ví dụ - duyệt statement

```
void compileStatement(void) {
    switch (lookAhead->tokenType)
    {
        case TK_IDENT:
            compileAssignSt();
            break;
        case KW_CALL:
            compileCallSt();
            break;
        case KW_BEGIN:
            compileGroupSt();
            break;
        case KW_IF:
            compileIfSt();
            break;
        case KW_WHILE:
            compileWhileSt();
            break;
        case KW_FOR:
            compileForSt();
            break;
            // check FOLLOW tokens
        case SB_SEMICOLON:
        case KW_END:
        case KW_ELSE:
            break;
            // Error occurs
        default:
            error(ERR_INVALIDSTATEMENT,
                lookAhead->lineNo, lookAhead->colNo);
            break;
    }
}
```

Bài tập 1

- Dịch chương trình với
 - Khai báo hằng
 - Khai báo kiểu
 - Khai báo biến
 - Thân hàm rỗng

Bài tập 2

- Dịch chương trình với
 - Khai báo hằng
 - Khai báo kiểu
 - Khai báo biến
 - Các lệnh

Bài tập 3

- Dịch chương trình với đầy đủ sơ đồ cú pháp