PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Exatas e de Informática
Departamento de Ciência da Computação
Disciplina: Compiladores

Compilador para a linguagem de programação L

*

Vinicius Francisco da Silva[1]

*Trabalho apresentado para a disciplina de compiladores.

[1]Aluno do Programa de Graduação em Ciência da Computação, Brasil – vinicius.silva.1046664@sga.pucminas.br.

1 ALFABETO Σ

Tabela 1 – Elementos do alfabeto Σ

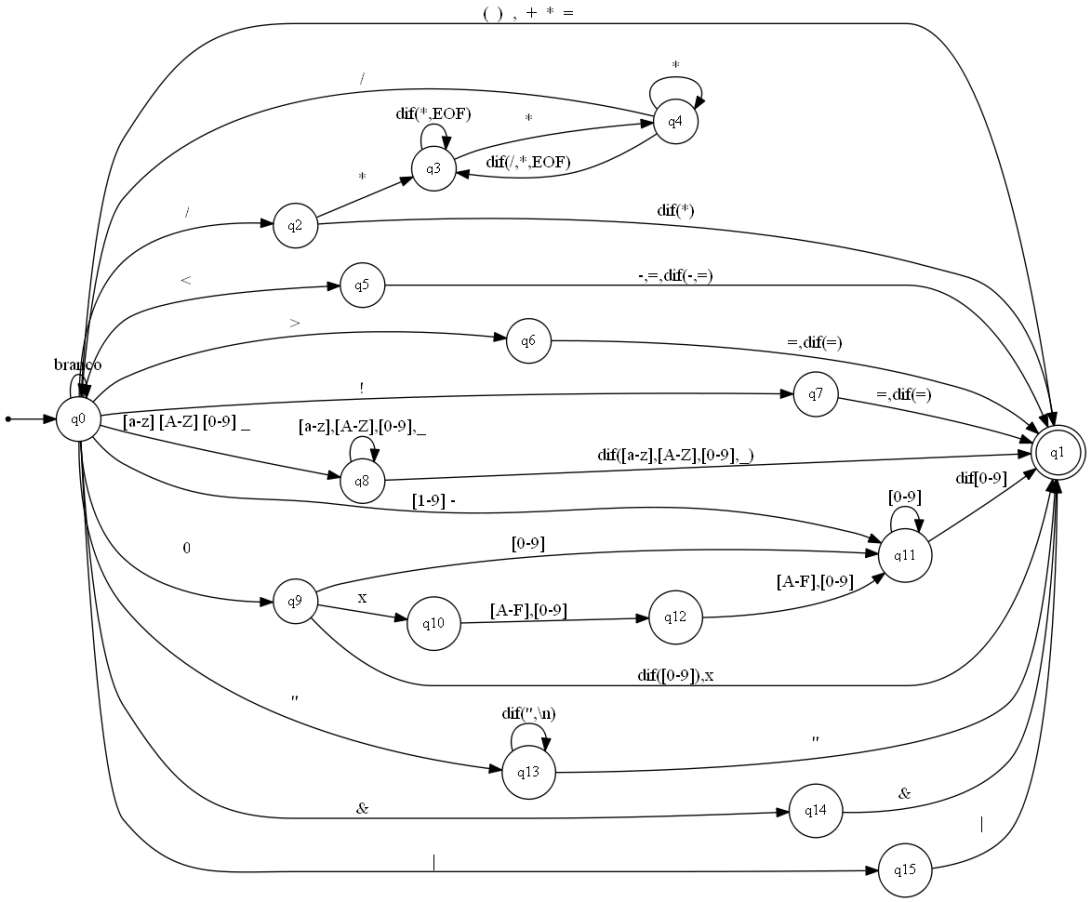
Elemento
final
else
(
<=
;
write
int
&&
)
,
begin
writeln
byte
||
<
+
endwhile
TRUE
string
!
>
-
endif
FALSE
while
<-
!=
*****
endelse
boolean
if
=
>=
/
readln

2 LEXEMAS E PADRÃO DE FORMAÇÃO

Tabela 2 – Lexema x Padrão de formação

Posição	Lexema	Padrão de Formação
1	final	final
2	else	else
3	(	(
4	<=	<=
5	;	;
6	write	write
7	int	int
8	&&	&&
9	)	)
10	,	,
11	begin	begin
12	writeln	writeln
13	byte	byte
14	||	||
15	<	<
16	+	+
17	endwhile	endwhile
18	TRUE	TRUE
19	string	string
20	!	!
21	>	>
22	-	-
23	endif	endif
24	FALSE	FALSE
25	while	while
26	<-	<-
27	!=	!=
28	*	*
29	endelse	endelse
30	boolean	boolean
31	if	if
32	=	=
33	>=	>=
34	/	/
35	readln	readln

3 ANALISADOR LÉXICO - AFD



4 GRAMÁTICA COM EXPRESSÕES REGULARES - GER

Gramática com Expressões Regulares LL(1) da Linguagem L

S → {**Declarar**}* {**Comando**}*

Declarar → **“**final" “id” “<-” [“-”] const “;” | (int | boolean | byte | string) id **ListaIds**“;”

ListaIds → [**Atrib**] {“,” “id” [**Atrib**]}*

Atrib → “<-” [“-”] const

Comando → **Atribuicao | Repeticao | Teste | Nulo | Leitura | Escrita**

Atribuicao → “id” “<-” **Expressao** “;”

Repeticao → “while”“(“**Expressao**“)” **Blocowhile**

Blocowhile → “begin”{**Comando**}*“endwhile” | **Comando**

Teste → “if”“(“**Expressao**“)” (**Blocoif | Comando** [**BlocoElse**]**)**

Blocoif → **“**begin”{**Comando**}+“endif”“else”“begin”{**Comando**}+“endelse”

BlocoElse → “else” **Comando**

Nulo → “;”

Leitura → “readln”“(”id“)”“;”

Escrita → “write”“(”**ListaExpressoes**“)”“;” | “writeln”“(”**ListaExpressoes**“)”“;”

ListaExpressoes → **Expressao** {“,” **Expressao**}*

Expressao → **Exp** [(“=”| “!=” | “<” | “>” | “<=” | “>=”) **Exp**]

Exp → [+ | -] **T** {(“+” | “-” | “||”) **T** }*

T → **F** {(“*” | “&&” | “/”) **F**}*

F → “!”**F** | “(”**Expressao**“)” | [“-”] const | id

Gramática com Expressões Regulares LL(1) da Linguagem L

S → {**Declarar**}* {**Comando**}*

Declarar → **“**final" “id”[1]“<-” [“-”[11]] const [15][21][22][1]“;” | (int[5] | boolean[6] | byte[7] | string[8]) id[2][10][18] **ListaIds**“;”

ListaIds → [[19][2]**Atrib**][3] {“,” “id[2][9]” [[17][2]**Atrib**][3]}*

Atrib → “<-” [“-”[12]] const [16][21][20][1]

Comando → **Atribuicao | Repeticao | Teste | Nulo | Leitura | Escrita**

Atribuicao → “id”[3][4] “<-” **Expressao** [42]“;”[4]

Repeticao → “while”[23]“(“**Expressao**[43]“)”[24] **Blocowhile** [25]

Blocowhile → “begin”{**Comando**}*“endwhile” | **Comando**

Teste → “if”[19]“(“**Expressao**[43][20]“)” (**Blocoif | Comando** [**BlocoElse**])

Blocoif → **“**begin”{**Comando**}+“endif”“else”[21]“begin”{**Comando**}+[22]“endelse”

BlocoElse → “else”[21] **Comando**[22]

Nulo → “;”

Leitura → “readln”“(”id[3][4][44][26]“)”“;”

Escrita → “write”“(”**ListaExpressoes**“)”“;” | “writeln”“(”**ListaExpressoes**[27]“)”“;”

ListaExpressoes → **Expressao**[45][28] {“,” **Expressao**[45][28]}*

Expressao → **Exp**$_1$[23][16] [(“=”[33][17.1]| “!=”[30][17.2] | “<”[30][17.3] | “>”[30][17.4] | “<=”[30][17.5] | “>=”[30][17.6]) **Exp**$_2$ [36][41][18]]

Exp → [- [12]] **T**$_1$[24][13] {(“+”[34][14.1]| “-”[31][14.2] | “||”[31][14.3]) **T**$_2$ [37][40] [15]}*

T → **F**$_1$[25][9] {(“*”[32][10.1] | “&&”[32][10.2] | “/”[32][35][10.3]) **F**$_2$ [38][39][11]}*

F → “!”**F**$_1$[26][8] | “(”**Expressao**[27]“)”[7] | [“-”[13]] const[21][28][6] | id[3][29][5]

Verificação de unicidade, classes e tipos

[1] {se id.classe != NULO entao ERRO senao id.classe = classe-const}
[2] {se id.classe != NULO entao ERRO senao id.classe = classe-var}
[3] {se id.classe = NULO entao ERRO}
[4] {se id.classe != classe-var entao ERRO}
[5] {Declarar.tipo = tipo-inteiro}
[6] {Declarar.tipo = tipo-lógico}
[7] {Declarar.tipo = tipo-byte}
[8] {Declarar.tipo = tipo-string}
[9] {id.tipo = Listaids.tipo}
[10] {id.tipo = Declarar.tipo}
[11] {Declarar.isnegativo = true}
[12] {Atrib.isnegativo = true}
[13] {F.isnegativo = true}
[15] {se Declarar.isnegativo = true entao const.tipo = tipo-inteiro}
[16] {se Atrib.isnegativo = true entao const.tipo = tipo-inteiro}
[17] {Atrib.tipo = id.tipo}
[18] {Listaids.tipo = id.tipo}
[19] {Atrib.tipo = Listaids.tipo}
[20] {se Atrib.tipo != const.tipo entao ERRO}
[21] {se const.lexema != NULO e const.lexema >= 0 e const.lexema <= 255 entao const.tipo = tipo-byte senao const.tipo = tipo-inteiro}
[22] {se id.tipo == NULO entao id.tipo = const.tipo senaose id.tipo != const.tipo entao ERRO}
[23] {Expressao.tipo = Exp.tipo}
[24] {Exp.tipo = T.tipo}
[25] {T.tipo = F.tipo}
[26] {F.tipo = F_1.tipo}
[27] {F.tipo = Expressao.tipo}
[28] {F.tipo = const.tipo}
[29] {F.tipo = id.tipo}
[30] {se Expressao.tipo = tipo-string entao ERRO}
[31] {se Exp.tipo = tipo-string entao ERRO}
[32] {se T.tipo = tipo-string entao ERRO}
[33] {se Expressao.tipo != tipo-string e Expressao.tipo != tipo-inteiro e Expressao.tipo != tipo-lógico e Expressao.tipo != tipo-byte entao ERRO}
[34] { se Exp.tipo != tipo-string e Exp.tipo != tipo-inteiro e Exp.tipo != tipo-lógico e Exp.tipo != tipo-byte e Exp.tipo != tipo-string entao ERRO}
[35] {se T.tipo = tipo-byte entao T.tipo = tipo-inteiro; T.isdiv = true}
[36] {se Expressao.tipo != Exp$_2$.tipo e (Expressao .tipo != tipo-inteiro e Exp$_2$.tipo != tipo-byte ou Expressao.tipo != tipo-byte e Exp$_2$.tipo != tipo-inteiro) entao ERRO}
[37] {se Exp.tipo != T_2.tipo e (Exp.tipo != tipo-inteiro e T_2.tipo != tipo-byte ou Exp.tipo != tipo-byte e T_2.tipo != tipo-inteiro) entao ERRO}
[38] {se T.tipo != F_2.tipo e (T.tipo != tipo-inteiro e F_2.tipo != tipo-byte ou T.tipo != tipo-byte e F_2.tipo != tipo-inteiro) entao ERRO}

[39] {se (F_1.tipo = tipo-inteiro e F_2.tipo = tipo-byte) ou (F_1.tipo = tipo-byte e F_2.tipo = tipo-inteiro) entao T.tipo = tipo-inteiro}
[40] {se (T_1.tipo = tipo-inteiro e T_2.tipo = tipo-byte) ou (T_1.tipo = tipo-byte e T_2.tipo = tipo-inteiro) entao Exp.tipo = tipo-inteiro}
[41] {Expressao.tipo = tipo-lógico}
[42] {se id.tipo != Expressao.tipo entao ERRO}
[43] {se Expressao.tipo != tipo-lógico entao ERRO}
[44] {se id.tipo != tipo-byte e id.tipo != tipo-inteiro e tipo.tipo != tipo-string entao ERRO}]
[45] {se Expressao.tipo != tipo-inteiro e Expressao.tipo != tipo-byte e Expressao.tipo != tipo-string}

Geração de código

[1] {se const.tipo = tipo-inteiro
sword const.lexema
senao se const.tipo = tipo-string
sword const.lexema+$"
senao se const.tipo = tipo-lógico
sword const.lexema}

[2] {ListaIds.isatribuicao = true}

[3] {se ListaIds.isatribuicao = false

se ListaIds.tipo = tipo-inteiro
assembly.getDeclaracoes().put("sword ?");
senao se ListsIds.tipo = tipo-byte
assembly.getDeclaracoes().put("byte ?");
senao se ListaIds.tipo = tipo-string
assembly.getDeclaracoes().put("byte ?");
senao se Lista.tipo = tipo-lógico
assembly.getDeclaracoes().put("byte ? ");}

[4] {mov ax, DS: [Expressao.end]
se id.tipo != Expressao.tipo entao cwd
mox DS:[id.end], ax}

[5] {F.end = id.end}

[6] {se const.tipo = tipo-string entao
dseg SEGMENT PUBLIC
byte “const.lexema$”
dseg ENDS
F.end = contator_dados
contator_dados += 256

senao

F.end = NovoTemp
mov regA, const.lexema
mov F.end, regA}

[7] {F.end = Expressao.end}

[8] {F.end = NovoTemp
mov regA, F_1.end
neg regA
add regA, 1
mov F.end, regA}

[9] {T.end = F_1.end}

[10.1] {T.operador = *}

[10.2] {T.operador = &&}

[10.3] {T.operador = /}

[11] {mov ax, DS:[T.end]
mov bx, DS:[T_2.end]
se Exp.tipo != tip-inteiro entao
cwd
se F_2.tipo != tipo-inteiro entao
mov cx, DS:[ax]
mov ax, DS:[bx]
cwd
mov DS:[bx], ax
mov DS:[ax], cx}

se T.operador = “*” entao
imul bx
senao se T.operador = “/” entao
idiv bx
senao
and ax,bx
T.end = NovoTemp
mov DS:[T.end], ax}

[12] {Exp.negado = true}

[13] {se Exp.negado = true
Exp.end = NovoTemp
mov ax, DS:[T_1.end]
neg ax
mov DS:[Exps.end], ax}
{Exp.end = T_1.end}

[14.1] {Exp.operador = +}

[14.2] {Exp.operador = -}

[14.3] {Exp.operador = ||}

[15] {mov ax, DS:[Exp.end]
mov bx, DS:[T_2.end]
se Exp.tipo != tipo-inteiro entao
cwd
se T_2.tipo != tipo-inteiro entao
mov cx, DS:[ax]
mov ax, DS:[bx]
cwd
mov DS:[bx], ax
mov DS:[ax], cx}
se Exp.op = “+” então
add ax,bx
senao se Exp.op = “-” então
sub ax,bx
senao
and ax,bx
Exp.end = NovoTemp
mov DS:[Exp.end], ax

[16] {Expressao.end = Exp_1.end}

[17.1] {Expressao.op = “=”}

[17.2] {Expressao.op = !=}

[17.3] {Expressao.op = <}

[17.4] {Expressao.op = >}

[17.5] {Expressao.op = <=}

[17.6] {Expressao.op = >=}

[18] {mov ax, DS:[Expressao.end]}
mov bx, DS:{Exp_2.end]
cwd
mov cx, DS:[ax]
mov ax, DS[bx]
cwd
mov DS:[bx],ax

```
        mov DS:[ax],cx}
        {cmp ax, bx}
       { RotVerdadeiro = NovoRot }
       { se Exp.op = “=” então
         je RotVerdadeiro
       senao se Exp.op = “!=” então
         jne RotVerdadeiro
      senao se Exp.op = “<” então
         jl RotVerdadeiro
     senao se Exp.op = “>” então
         jg RotVerdadeiro
     senao se Exp.op = “>=” então
         jge RotVerdadeiro
     senao
         jle RotVerdadeiro }
     { mov al, 0 }
     { RotFim = NovoRot }
     { jmp RotFim }
     { RotVerdadeiro: }
     { mov AL, 0FFh }
     { RotFim: }
     { Exp.end:=NovoTemp }
     { Exp.tipo:=tipo-lógico }
     { mov Exp.end, AL }

[19] {RotFalso = NovoRot}
      {RotFim = NovoRot}

[20] {mov ax, DS:[Expressao.end] }
     {cmp ax, 0
     je RotFalso }

[21] {jmp RotFim }
      {RotFalso:}

[22] {RotFim:}

[23] {RotInicio = NovoRot}
     {RotFim = NovoRot}
     {RotInicio:}


[24] { mov ax, DS:[Exp.end] }
     {cmp ax, 0
        je RotFim}
```

[25] {jmp RotInicio}
{RotFim:}

[26] se(id.tipo = tipo-string)
"mov ax, 0"
"mov cx, 10"
"mov dx, 1"
"mov bh, 0"
"mov bl, ds:[di]"
"cmp bx, 2Dh"
String rot = rotulo.newRot();
"jne " + rot
"mov dx, -1"
"add di, 1"
"mov bl, ds:[di]"
rot + " :"
"push dx"
"mov dx, 0"
String rot1 = rotulo.newRot();
rot1 + " :"
"cmp bx, 0Dh");
String rot2 = rotulo.newRot();
"je " + rot2
"imul cx"
"add bx, -48"
"add ax, bx"
"add di, 1"
"mov bh, 0"
"mov bl, ds:[di]"
"jmp " + rot1
rot2 + " :"
"pop cx"
"imul cx"
"mov DS:[" + id_aux.getEnd() + "], ax"
}else{
"mov si, " + id_aux.getEnd()
String rotString = rotulo.newRot();
rotString + " :"
"mov al, ds:[di]"
"cmp al, 0dh ; verifica fim string"
String rot2 = rotulo.newRot();
"je " + rot2 + " ; salta se fim string"
"mov ds:[si], al ; próximo caractere"
"add di, 1 ; incrementa base"
"add si, 1");
"jmp " + rotString + " ; loop"
rot2 + " :");

```
        "mov al, 024h ; fim de string"
        "mov ds:[si], al ;grava $"
    }// End else
```

[27]
```
    {"mov ah, 02h"
     "mov dl, 0Dh"
     "int 21h"
     "mov DL, 0Ah"
     "int 21h"}
```

[28]
```
if(Exp_tipo.equals("tipo_string")){
     "mov dx, " + Exp_end);
     "mov ah, 09h");
     "int 21h");
    }else{
     "mov ax, DS:[" + Exp_end + "]");
     "mov di, " + stringEnd + " ; end. string temp.");
     "mov cx, 0 ;contador");
     "cmp ax,0 ;verifica sinal");
     String rot = rotulo.newRot();
     "jge " + rot + " ;salta se numero positivo");
     "mov bl, 2Dh ;senao, escreve sinal ");
     "mov ds:[di], bl");
     "add di, 1 ;incrementa indice");
     "neg ax ;toma modulo do numero");
     rot + ":");
     "mov bx, 10 ;divisor");
     String rot1 = rotulo.newRot();
     rot1 + ":");
     "add cx, 1 ;incrementa contador");
     "mov dx, 0 ;estende 32bits p/ div.");
     "idiv bx ;divide DXAX por BX");
     "push dx ;empilha valor do resto");
     "cmp ax, 0 ;verifica se quoc.  0");
     "jne " + rot1 + " ;se nao  0, continua");
     String rot2 = rotulo.newRot();
     rot2 + ":");
     "pop dx ;desempilha valor");
     "add dx, 30h ;transforma em caractere");
     "mov ds:[di],dl ;escreve caractere");
     "add di, 1 ;incrementa base");
     "add cx, -1 ;decrementa contador");
     "cmp cx, 0 ;verifica pilha vazia");
     "jne " + rot2 + " ;se nao pilha vazia, loop");
     "mov dl, 024h ;fim de string");
     "mov ds:[di], dl ;grava '$'");
     "mov dx, " + stringEnd);
     "mov ah, 09h");
```

```
    "int 21h");
}// End else
```