

# Compiladores

## Exercícios sobre sintaxe abstrata

Licenciatura em Engenharia Informática  
Universidade de Coimbra

Ano Letivo 2023/24

1. Considere a linguagem definida pela gramática com as seguintes regras de produção:

$$\begin{aligned} \text{ID} &= [\text{a-z}]^+ \\ \text{NAND} &= \text{nand} \\ \text{Start} &\rightarrow E\$ \\ E &\rightarrow E \text{ NAND } T \\ E &\rightarrow T \\ T &\rightarrow "(E)" \\ T &\rightarrow \text{ID} \end{aligned}$$

- (a) Apresente a árvore de derivação correspondente a string de entrada:

(a nand b) nand (c nand c)

- (b) Mostre que a gramática dada não é LL(1).  
(c) Modifique-a de modo a obter uma gramática LL(1) que lhe seja equivalente.  
(d) Considerando agora a gramática modificada, apresente a nova árvore de derivação correspondente à string dada na alínea (a).  
(e) Considerando a gramática modificada, apresente um esquema de tradução que apresente as expressões em notação pósfixa.  
(f) Apresente um esquema de tradução que implemente diretamente uma calculadora booleana baseada na gramática modificada.  
(g) Ainda considerando a gramática modificada, apresente um esquema de tradução que permita construir a árvore de sintaxe abstrata correspondente.
2. Considere a linguagem definida pela gramática com as seguintes regras de produção:

$$\begin{aligned} \text{ID} &= [\text{a-z}]^+ \\ \text{Start} &\rightarrow E\$ \\ E &\rightarrow E ";" T \\ E &\rightarrow T \\ T &\rightarrow "(E)" \\ T &\rightarrow \text{ID} "(E)" \\ T &\rightarrow \text{ID} \end{aligned}$$

- (a) Apresente a árvore de derivação correspondente à string de entrada:

$\max(a, \min(b, c)), d$

- (b) A gramática dada será LL(1)? Justifique.
- (c) Modifique-a de modo a obter uma gramática LL(1) que lhe seja equivalente, e mostre que a gramática obtida o é, de facto.
- (d) Considerando agora a gramática modificada, apresente a nova árvore de derivação correspondente à string dada na alínea (a).
- (e) Considerando a gramática modificada, apresente um esquema de tradução que apresente as expressões em notação pósfixa.
- (f) Ainda considerando a gramática modificada, apresente um esquema de tradução que permita construir a árvore de sintaxe abstrata correspondente.
3. Considere a linguagem definida do seguinte modo:

ID = [a-z]<sup>+</sup>  
Start → Stm \$  
Stm → Left “=” Right  
Stm → Right  
Left → “!” Right  
Left → ID  
Right → Left

- (a) Calcule os conjuntos *First()* e *Follow()* dos símbolos não-terminais Stm, Left e Right, justificando a inclusão de cada símbolo nesses conjuntos.
- (b) Construa um autómato determinístico que implemente o controlo das acções de um analisador sintático ascendente LR(0) para a gramática dada.
- (c) Mostre que a gramática não é SLR, construindo a tabela de um analisador sintático desse tipo com base no autómato da alínea anterior e *justificando*.
- (d) Mostre que a gramática é LALR, construindo o autómato e a tabela de um analisador sintático desse tipo.
- (e) Apresente um esquema de tradução (SDT) que permita construir a árvore de sintaxe abstrata durante a análise sintática ascendente. Nota: Explique as convenções que adotar.
- (f) Usando as mesmas convenções da alínea anterior, apresente a árvore de sintaxe abstrata correspondente à expressão

$!a=!!b$

e indique a ordem pela qual os seus nós internos seriam criados durante a análise ascendente.

4. Considere a linguagem definida do seguinte modo:

ID    =    [a-z]<sup>+</sup>  
Start → Stm \$  
Stm    → Expr “;”  
Stm    → “{” StmL “}”  
StmL   → StmL Stm  
StmL   →  $\epsilon$   
Expr   → ID “=” Expr  
Expr   → ID

- (a) Justificando, diga quais dos símbolos Stm, StmL e Expr são anuláveis e calcule os conjuntos *First()* e *Follow()* desses símbolos não-terminais.
- (b) Construa um autômato determinístico que implemente o controlo das acções de um analisador sintático ascendente LR(0) ou SLR para a gramática dada.
- (c) Construa a tabela de um analisador sintático SLR baseado no autômato da alínea anterior.
- (d) Apresente um esquema de tradução (SDT) que permita construir a árvore de derivação durante a análise sintática ascendente. Nota: Explique as convenções que adotar.
- (e) Apresente uma gramática equivalente à gramática dada que seja LL(1) e construa a tabela do respetivo analisador sintático.