

# Compiladores

## Exercícios sobre análise sintática

Licenciatura em Engenharia Informática  
Universidade de Coimbra

Ano Letivo 2023/24

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

Start  $\rightarrow$  List \$  
List  $\rightarrow$  Item “:” List  
List  $\rightarrow$  Item  
Item  $\rightarrow$  Item “:”  
Item  $\rightarrow$  NUM

- (a) Determine os conjuntos *First()* e *Follow()* de cada um dos símbolos não-terminais List e Item.
- (b) A partir das regras da gramática dada, construa um autómato determinístico que implemente o controlo das ações de um analisador sintático ascendente LR(0) ou SLR.
- (c) Construa a tabela de um analisador sintático baseado no autómato da alínea anterior.
- (d) A gramática dada será LR(0)? SLR? LALR?. Justifique.
- (e) Apresente a árvore de derivação correspondente à string de entrada:

NUM::NUM:NUM

e indique a ordem pela qual os seus nós seriam gerados pelo analisador sintático das alíneas anteriores.

- (f) Procure obter uma gramática LL(1) equivalente à gramática dada, factorizando-a e/ou eliminando a recursividade à esquerda, conforme entender necessário.
- (g) Verifique se a gramática obtida na alínea anterior é, de facto, LL(1), construindo para isso a tabela sintática correspondente.

2. Considere a gramática com as seguintes regras de produção:

Start  $\rightarrow$  Stm \$  
Stm  $\rightarrow$  ID “=” Expr  
Stm  $\rightarrow$  Expr  
Expr  $\rightarrow$  Expr OP Term  
Expr  $\rightarrow$  Term  
Term  $\rightarrow$  ID  
Term  $\rightarrow$  NUM

(a) Apresente uma árvore de derivação que corresponda à string de entrada:

ID “=” NUM OP ID OP NUM OP ID

- (b) Apresentando os cálculos que efetuar, determine os conjuntos *First()* e *Follow()* de cada um dos símbolos não-terminais *Stm*, *Expr* e *Term*.
- (c) Construa um autômato determinístico que implemente o controlo das ações de um analisador sintático ascendente LR(0) ou SLR para a gramática dada.
- (d) Construa a tabela de um analisador sintático SLR baseado no autômato da alínea anterior.
- (e) A gramática dada será SLR? LR(0)? LR(1)? Justifique.

3. Considere de novo a gramática dada na alínea anterior:

- (a) A gramática não é LL(1), porque apresenta recursividade à esquerda. Apresente uma gramática que lhe seja equivalente, mas que não seja recursiva à esquerda.
- (b) Apresente a tabela do analisador sintático LL(1) correspondente à gramática obtida na alínea anterior. Verifique que, ainda assim, ela não é LL(1) e explique porquê.
- (c) Construa uma gramática equivalente à gramática dada que seja, de facto, LL(1).

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

Start  $\rightarrow$  Stm \$  
Stm  $\rightarrow$  ID “=” Expr  
Stm  $\rightarrow$  Expr  
Expr  $\rightarrow$  Expr “+” Expr  
Expr  $\rightarrow$  Expr “\*” Expr  
Expr  $\rightarrow$  ID | NUM

- (a) Determine os conjuntos *First()* e *Follow()* de cada um dos símbolos não-terminais *Stm* e *Expr*.
- (b) Mostre que a gramática dada é ambígua, apresentando para tal duas árvores de derivação distintas que correspondam à string de entrada:

“ID “=” NUM “\*” ID “+” NUM

- (c) Modifique a gramática dada de modo a obter uma gramática não-ambígua e LL(1) que lhe seja equivalente, e que reflita a associação dos operadores à esquerda e a prioridade da multiplicação em relação à adição.
- (d) Mostre que a gramática obtida na alínea anterior é, de facto, LL(1).
- (e) Considerando agora a gramática modificada, apresente a nova árvore de derivação (concreta) correspondente à string dada na alínea (b), bem como a árvore de sintaxe abstrata correspondente.

5. Considere a seguinte gramática:

$$\begin{aligned}
 \text{Start} &\rightarrow \text{Stm } \$ \\
 \text{Stm} &\rightarrow \text{ID } "=" \text{ Expr} \\
 \text{Stm} &\rightarrow \text{Expr} \\
 \text{Expr} &\rightarrow \text{Base } "\uparrow" \text{ Expr} \\
 \text{Expr} &\rightarrow \text{Base} \\
 \text{Base} &\rightarrow \text{ID} \mid \text{NUM}
 \end{aligned}$$

- (a) Construa um autómato determinístico que implemente o controlo das ações de um analisador sintático ascendente LR(0) ou SLR para a gramática dada.
- (b) Construa a tabela sintática de um analisador SLR baseado no autómato da alínea anterior.
- (c) A gramática dada será LR(0)? Será SLR? Justifique.