



3,0

1. Um determinado algoritmo de cifragem consiste em inverter a mensagem e depois substituir cada símbolo pelo símbolo seguinte do alfabeto. O último símbolo é substituído pelo primeiro símbolo. Se o alfabeto das mensagens for  $\{1, 2, 3\}$ , a cifragem da palavra  $u = 111223$  resulta na palavra  $v = 133222$ .

Projecte um Autómato de Pilha que dado uma palavra  $u4v$  aceite a palavra se a subpalavra  $v$  corresponder à cifragem da subpalavra  $u$  pelo algoritmo descrito atrás. Considere  $u, v \in \{1, 2, 3\}^*$ .

2. Considere a gramática  $G_1 = (N, T, S, P)$  com  $N = \{S, A, B, C, D\}$ ,  $T = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ , e  $P$  composto por

$$\begin{aligned} S &\rightarrow 1A3 \mid 2AB4 \\ A &\rightarrow 1A \mid 2C \mid 4B \\ B &\rightarrow 2B2 \mid B1 \mid \lambda \\ C &\rightarrow 1D \mid 5D \\ D &\rightarrow ABC \end{aligned}$$

1,5

- (a) Calcule o conjunto dos símbolos produtivos da gramática.

1,5

- (b) Calcule o conjunto dos símbolos acessíveis da gramática.

- (c) Relativamente à gramática que resulta da limpeza de  $G_1$

1,5

- i. Calcule o conjunto dos primeiros de cada um dos símbolos não-terminais.

1,5

- ii. Calcule o conjunto dos seguintes de cada um dos símbolos não-terminais.

2,5

3. Considere a gramática  $G_2 = (N, T, S, P)$  com  $N = \{S, A, B\}$ ,  $T = \{1, 2, 4\}$ , e  $P$  composto por

$$\begin{aligned} S &\rightarrow A4 \\ A &\rightarrow \lambda \mid BA4 \\ B &\rightarrow 1 \mid 2 \end{aligned}$$

O estado

$$I_0 = \left\{ S \rightarrow .A4 \{ \$ \} \quad A \rightarrow . \{ 4 \} \quad A \rightarrow .BA4 \{ 4 \} \quad B \rightarrow .1 ?? \quad B \rightarrow .2 ?? \right\}$$

pertence ao Autómato de Itens Válidos LR(1). O estado  $I_0$  está incompleto, falta especificar os dois “??”.

Apresente o autómato completo.

4. Considere a gramática  $G_3 = (N, T, S, P)$  com  $N = \{S, L, N\}$ ,  $T = \{0, 1, 4\}$ , e  $P$  composto por

$$\begin{aligned} S &\rightarrow L \\ L &\rightarrow N \mid L4N \\ N &\rightarrow 0 \mid 1 \mid N0 \mid N1 \end{aligned}$$

1,0

(a) Apresente a árvore de derivação da palavra 11041410.

2,5

(b) Mostre que a gramática não é LR(0), ou seja, não é apropriada à implementação de um reconhecedor ascendente que não usa nenhum símbolo na fita de entrada no processo de decisão.

*Nota:* Não é necessário apresentar a totalidade do Autômato de Itens Válidos.

2,0

(c) A gramática  $G_3$  apesar de não estar na forma de uma Gramática Regular, gera uma linguagem regular. Projecte uma Gramática Regular que produza a mesma linguagem.

Uma Gramática Regular só contém produções da forma  $A \rightarrow uB$  ou  $C \rightarrow v$  com  $A, B, C \in N$  e  $u, v \in T^*$ .

(d) As palavras geradas pela gramática  $G_3$  podem ser interpretadas como uma lista de números naturais na base binária separados pelo símbolo 4.

Considere que se pretende converter uma lista de números naturais  $n_0, n_1, n_2, \dots, n_l$  num único número natural através da seguinte fórmula:

$$\sum_{i=0}^l 2^{i + \sum_{j=0}^i n_j}$$

Por exemplo, a lista 3, 1, 0 é convertida no número

$$2^3 + 2^{1+3+1} + 2^{2+3+1+0} = 1101000_2 = 104$$

Dada uma função  $print(x)$  que imprime no terminal o valor de  $x$ , pretende-se uma Gramática de Atributos que apresente no terminal o número correspondente à conversão da lista de números representado por uma palavra gerada por  $G_3$ . Por exemplo, a palavra 0000114140 resulta na impressão do número 104.

0,5

i. Identifique um conjunto de atributos para cada um dos símbolos não-terminais.

2,5

ii. Identifique um conjunto de regras semânticas para cada uma das produções de  $G_3$ .