Universidade de Aveiro

Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática

Linguagens Formais e Autómatos

Exame de recurso (Ano Lectivo de 2012/13) 15 de Julho de 2013

NOTA: O exame tem 13 questões. As 3 mais bem classificadas serão cotadas a 2,0 valores cada; as restantes serão cotadas a 1,4 valores cada.

Considere, sobre o alfabeto $T = \{\, \texttt{a}, \texttt{b}, \texttt{c}, \texttt{d} \,\}$, as linguagens L_1, L_2, L_3, e L_4 definidas da seguinte forma:

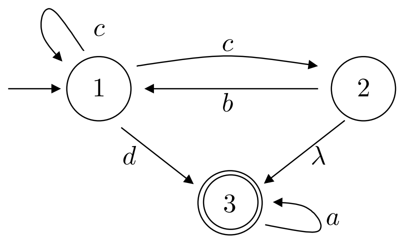
$$L_1 = \{\, (\texttt{cb})^n \texttt{d}^k \texttt{a}^n \;:\; n > 0 \,\}$$

$$L_2 = \{\, w \in T^* \;:\; w \texttt{ é gerada pela expressão regular } e_2 = (\texttt{cb})^*(\texttt{d}|\texttt{a}|\texttt{c})^* \,\}$$

$$L_3 = \{\, w \in T^* \;:\; w \texttt{ é reconhecida pelo autómato } M_3 \,\}$$

$$L_4 = \{\, w \in T^* \;:\; w \texttt{ é gerada pela gramática } G_4 \,\}$$

M_3



G_4

$$\begin{aligned}
S &\rightarrow X \\
X &\rightarrow \lambda \mid O\ X \\
O &\rightarrow D \mid \texttt{c}\ \texttt{b}\ D\ O\ \texttt{a} \\
D &\rightarrow \lambda \mid \texttt{d}\ D
\end{aligned}$$

1. Determine as palavras do conjunto $\{w \in T^* \;:\; w \in L_1 \setminus L_3 \;\wedge\; |w| \leq 6\}$.
2. Determine uma gramática regular que represente a linguagem L_2.
3. Determine uma expressão regular que represente a linguagem L_3. Apresente o raciocínio e/ou os passos intermédios usados para chegar à sua resposta.
4. Construa um autómato finito determinista que reconheça a linguagem $L_3{}^*$ (fecho de Kleene de L_3).
5. Projecte um autómato de pilha que represente a linguagem L_1.
6. Escolha uma palavra de 6 letras que pertença à linguagem L_4 e que contenha todos os símbolos do alfabeto e trace a sua árvore de derivação sobre a gramática G_4.
7. $\lambda \in \texttt{first}(OX)$. Explique porquê.
8. Obtenha uma gramática sem produções λ, isto é, sem produções do tipo $A \rightarrow \lambda$, que represente a linguagem $L_4 \setminus \{\lambda\}$.
9. Construa a tabela de *parsing* para um reconhecedor **descendente** da gramática G_4. A tabela que obteve permite classificar a gramática como LL(1)? Justifique a sua resposta.

10. A construção de um reconhecedor (*parser*) ascendente para uma gramática baseia-se na colecção (canónica) de conjuntos de itens. O elemento inicial dessa colecção para a gramática G_4 está parcialmente descrito a seguir.

$$Z_0 = \{S \to \cdot\, X\} \cup \cdots$$

Complete-o e determine também os elementos diretamente alcançáveis a partir dele.

11. O teorema da repetição ou da bombagem (*pumping lemma*) diz que se L é uma linguagem regular, existe um número $p > 0$ tal que se u é uma palavra qualquer de L com $|u| \geq p$, então pode-se escrever $u = xyz$, satisfazendo as condições: $|y| > 0$; $|xy| \leq p$; e $xy^iz \in L$, para qualquer $i \geq 0$.
Mostre, usando o teorema da repetição, que L_4 é uma linguagem não regular.

12. Considerando que o alfabeto de entrada é o conjunto $A = \{\texttt{a}, \texttt{b}, \texttt{c}\}$ e o de saída o conjunto $Z = \{\texttt{0}, \texttt{1}\}$, pretende-se construir uma máquina de Moore ou de Mealy em que a resposta v à entrada u seja dada por

$$v_i = \begin{cases} \texttt{1} & \text{se } u_i = \texttt{b} \wedge u_{i-1} = \texttt{a} \\ \texttt{1} & \text{se } u_i = \texttt{c} \wedge u_{i-1} \neq \texttt{b} \\ \texttt{0} & \text{restantes casos} \end{cases}$$

sendo u a palavra à entrada, v a palavra à saída e u_i e v_i, com $i = 1, \cdots$, os símbolos nas posições i. Projete a máquina de Moore ou de Mealy pretendida.

13. Sobre o alfabeto $T_5 = \{\texttt{c v t d s i = e}\}$ considere a gramática G_5 dada a seguir e seja L_5 a linguagem por ela descrita.

$$\begin{aligned} S &\to D \\ D &\to \texttt{c}\ \texttt{t}\ L\ \texttt{d} \mid V\ \texttt{t}\ L\ \texttt{d} \\ V &\to \texttt{v} \mid \lambda \\ L &\to \texttt{i}\ \texttt{=}\ \texttt{e}\ X \\ X &\to \lambda \mid \texttt{s}\ L \end{aligned}$$

A gramática G_5 representa uma abstração de uma declaração de constantes e de variáveis inicializadas. Sabendo que:

- o símbolo terminal `t` possui um atributo chamado `type` que representa o tipo específico que lhe está associado.
- o símbolo terminal `i` tem um atributo chamado `name` que representa o nome da constante ou variável que lhe está associado.
- o símbolo terminal `e` tem um atributo chamado `value` que representa uma grandeza númerica.
- se dispõe de uma função de manipulação de uma tabela de símbolos para inserções de novas entradas, com a assinatura `addsym(c, n, t, v)`, onde
  - `c` é um parâmetro booleano, que indica se se trata da inserção de uma constante ou de uma variável;
  - `n` representa o nome da variável ou constante;
  - `t` representa o tipo específico;
  - `v` representa o valor a atribuir à constante ou variável.

construa uma gramática de atributos que permita invocar a função `addsym` de forma adequada por cada constante ou variável declarada.