

Tempo a disposizione: 2 ore e 30 minuti.

1. Per quali valori delle variabili  $X, Y$  e  $Z$  la seguente espressione

$$\mathcal{I}_{L_1}^{L_0}(C_{X, L_3}^{L_1}, C_{Z, L_2}^Y)$$

ha senso? E cosa viene calcolato?

2. Si consideri il seguente linguaggio di programmazione, denominato *Silly*, definito dalla seguente sintassi astratta:

$$c ::= y := 2 \mid c; c \mid \text{while tt do } c$$

dove  $y$  è l'unica variabile utilizzabile. Definire le regole di semantica operativa strutturata per *Silly*. Quali funzioni da input ad output (da store in store) può calcolare *Silly*? Questo linguaggio è Turing-completo?

3. Considerando la sintassi astratta di *Silly* al punto precedente, si verifichi che essa è ambigua. Si proponga una sintassi concreta, che può far uso di zucchero sintattico, che sia non ambigua.
4. Costruire una grammatica libera  $G$  che generi il linguaggio  $L = \{b^{n+1}c^{m+1}a^n \mid n, m \geq 0\}$  ed argomentare che effettivamente  $G$  generi  $L$ .
5. Classificare il linguaggio  $L$  del punto precedente, ovvero dire se  $L$  è regolare, oppure libero ma non regolare, oppure non libero, giustificando adeguatamente la risposta.
6. Si consideri l'espressione regolare  $(a|ab)^*a$ . Si costruisca l'automa NFA  $M$  associato, secondo la costruzione vista a lezione. Si trasformi l'NFA  $M$  nell'equivalente DFA  $M'$ , secondo la costruzione per sottoinsiemi vista a lezione.
7. Preso il DFA  $M'$  calcolato al punto precedente, si verifichi se è minimo; se non lo fosse, lo si minimizzi per ottenere un DFA  $M''$ ; quindi si ricavi da  $M''$  la grammatica regolare associata, seguendo la costruzione vista a lezione; quindi si semplifichi la grammatica ottenuta, eliminando i simboli inutili; infine, si ricavi da quella grammatica l'espressione regolare associata.
8. Il linguaggio  $L = \{a^n b^m \mid n \geq m \geq 0\}$  può essere generato da una grammatica di classe LR(0)? Giustificare la risposta senza esibire alcuna grammatica.
9. Sapendo che  $L_1 = \{a^n b^m \mid 0 \leq m \leq n\}$  ed  $L_2 = \{a^n b^m \mid 0 \leq n \leq m\}$  sono liberi deterministici, è vero che  $L_1 \cap L_2$  è un linguaggio libero deterministico?
10. Si consideri la grammatica  $G$  con simbolo iniziale  $V$ :

$$\begin{aligned} V &\rightarrow A \mid V \wedge A \\ A &\rightarrow (V) \mid b \end{aligned}$$

(i) Verificare che  $G$  non è di classe LL(1). (ii) Manipolare la grammatica  $G$  per renderla di classe LL(1). (iii) Costruire la tabella di parsing LL(1). (iv) Mostrare il funzionamento del parser LL(1) su input  $(b) \wedge b$ .

11. Si consideri la grammatica  $G$  con simbolo iniziale  $V$  del punto precedente. (i) Verificare se  $G$  sia di classe LR(0), costruendo la tabella di parsing LR(0). (ii) Mostrare il funzionamento del parser LR(0) su input  $(b \wedge b)$ .