

Tempo a disposizione: 2 ore e 30 minuti.

1. Descrivere le regole di semantica operativa strutturata per l'espressione booleana  $b_0 \text{ xor } b_1$  secondo la disciplina di valutazione esterna-destra (ED). Ricordo che  $b_0 \text{ xor } b_1$  vale vero se solo uno dei suoi argomenti vale vero. Per espressioni di questo tipo, valutarle con le regole ED o con le regole IS (interna-sinistra) può fare differenza? Argomentare la risposta.
2. Costruire una grammatica  $G$  che generi il linguaggio  $L = \{a^{n+1}b^n a^m b^{m+k} \mid n, k \geq 0, m \geq 1\}$ .
3. 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.
4. Si consideri l'espressione regolare  $b^*(a|\epsilon)b^*$ . 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.
5. Preso il DFA  $M'$  calcolato al punto precedente, si verifichi se è minimo; se non lo fosse, lo si minimizzi per ottenere un DFA  $M''$ ; poi 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 dalla grammatica l'espressione regolare associata.
6. Dati i linguaggi  $L_1$  ed  $L_2$ , il primo libero e il secondo regolare, a quale classe appartiene il linguaggio differenza  $L_1 - L_2 = \{w \mid w \in L_1 \wedge w \notin L_2\}$ ? Motivare la risposta.
7. Mostrare che  $L = \{a^{n+1}b^n c^m \mid n, m \geq 0\}$  è libero deterministico, costruendo un opportuno DPDA che riconosca  $L\$$  per pila vuota. È possibile costruire un DPDA che riconosca  $L$  per pila vuota?
8. Si consideri la seguente grammatica  $G$  con simbolo iniziale  $S$ :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow AB \mid BC \\ A &\rightarrow \epsilon \mid bD \\ B &\rightarrow a \mid bCB \\ C &\rightarrow \epsilon \mid Cd \\ D &\rightarrow c \mid dSD \end{aligned}$$

(i) Si calcolino i First e i Follow per tutti i nonterminali. (ii) La grammatica  $G$  è di classe LL(1)? (iii) Si rimuova la ricorsione sinistra immediata per  $C$ . (iv) Si rimuovano le produzioni epsilon per ottenere una grammatica  $G'$  senza produzioni epsilon, che sia equivalente a  $G$ .

9. Si consideri la grammatica  $G$  con simbolo iniziale  $S$ :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow cAS \mid \epsilon \\ A &\rightarrow a \mid aA \end{aligned}$$

(i) Determinare una espressione regolare che denoti il linguaggio generato  $L(G)$ . (ii) Verificare che  $G$  non è di classe LL(1). (iii) Manipolare la grammatica per ottenere una equivalente  $G'$  di classe LL(1). (iv) Costruire la tabella di parsing LL(1) per  $G'$ . (v) Mostrare il funzionamento del parser LL(1) su input  $caa$ .

10. Si consideri la grammatica  $G$  del punto precedente. (i) Costruire l'automa canonico LR(0). (ii) Costruire la tabella di parsing SLR(1) e verificare se ci sono conflitti. (iii) Mostrare il funzionamento del parser SLR(1) per l'input  $caa$ .
11. Discutere la seguente affermazione: se  $L_1$  è regolare e  $L_1 \cap L_2$  è regolare, allora  $L_2$  è sicuramente regolare.