

Tempo a disposizione: ore 2.

**Svolgere gli esercizi 1-4 e 5-8 su due fogli differenti.**

**Per Paradigmi: svolgere solo: 2 (i, ii, e iii), 5,6,7,8.**

1. Si consideri il seguente NFA  $M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F)$ , dove  $\Sigma = \{a\}$ ,  $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$ ,  $F = \{q_2\}$  e la funzione di transizione  $\delta : Q \times (\Sigma \cup \{\epsilon\}) \rightarrow \mathcal{P}(Q)$  è così definita:  $\delta(q_0, a) = \{q_3\}$ ,  $\delta(q_0, \epsilon) = \{q_1\}$ ,  $\delta(q_1, a) = \{q_2, q_3\}$ ,  $\delta(q_2, a) = \emptyset$ ,  $\delta(q_3, a) = \{q_1\}$  e  $\delta(q, \epsilon) = \emptyset$  per  $q \in \{q_1, q_2, q_3\}$ .  
(i) Si fornisca una rappresentazione grafica di  $M$ . (ii) Si costruisca il DFA  $M'$  associato, secondo la costruzione per sottoinsiemi. (iii) Si verifichi se  $M'$  sia minimo; se non lo fosse, si minimizzi  $M'$ , ottenendo  $M''$ . (iv) Si ricavi da  $M''$  la grammatica lineare-destra associata, seguendo la costruzione vista a lezione. (v) Si determini l'espressione regolare associata a tale grammatica.
2. Si consideri il linguaggio  $L = \{a^n b^m \mid n \neq m, \text{ con } n, m \geq 0\}$ . (i) La stringa vuota  $\epsilon$  appartiene a  $L$ ? (ii) Elenca tutte le stringhe  $w \in L$  tali che  $|w| \leq 3$ . (iii) Definisci una grammatica libera  $G$  tale che  $L(G) = L$ . (iv) Tale grammatica  $G$  è di classe  $LL(1)$ ?
3. Si consideri ancora il linguaggio  $L = \{a^n b^m \mid n \neq m, \text{ con } n, m \geq 0\}$ . (i) Costruisci un automa a pila deterministico (DPDA)  $M$  che riconosca  $L$  per stato finale. (ii) Il linguaggio complementare  $\bar{L} = \{w \in (a|b)^* \mid w \notin L\}$  è regolare? (Osserva che esso risulta essere un ben noto linguaggio studiato a lezione.) (iii) Argomenta che  $L$  non è un linguaggio regolare. (iv) Esiste una grammatica  $G$  di classe  $LL(1)$  che genera il linguaggio complementare  $\bar{L}$ ?
4. Si consideri la seguente grammatica  $G$  con simbolo iniziale  $S$ :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow AC \\ A &\rightarrow aAb \mid \epsilon \\ C &\rightarrow \epsilon \mid cCb \end{aligned}$$

- (i) Si determini il linguaggio  $L(G)$  generato da  $G$ . (ii) Si verifichi se  $G$  sia di classe  $SLR(1)$ . (iii) Nel caso, mostrare il funzionamento del parser  $SLR(1)$  sugli input  $abcc$  ed  $\epsilon$ .

5. Si dica cosa viene stampato dal seguente frammento di codice scritto in uno pseudo-linguaggio che usa scoping dinamico e deep binding:

```
int x = 3;
procedure ass_x(n:int)
  {x = n;
  }
procedure stampa_x
  {write_integer(x);
  }
procedure pippo(function S, P ; int n )
  { int x= 10;
    if n=1 then {
      ass_x(n);
      stampa_x;
    }
    else {
      S(n);
      P;
    }
  }
}
{
int x = 30;
pippo(ass_x, stampa_x, 1);
pippo(ass_x, stampa_x, 2);
}
```

6. Si dica cosa viene stampato dal seguente frammento di programma Java, supponendo che X e Y sia due classi diverse senza alcuna relazione fra di loro.

```
void f() throws Y {
  throw new Y();
}

void g (int sw) throws X , Y {
  if (sw == 0) {f();}
  try {f();} catch (X e) {write("in_g");}
}

...
try {g(1);}
  catch (Y e) {write("in_main");}
```

7. Si dica brevemente che cos'è una chiusura e a che cosa serve.
8. Si discuta brevemente la differenza esistente fra polimorfismo universale parametrico e polimorfismo universale di sottotipo.