Corso di Linguaggi di Programmazione — Paradigmi di Programmazione
Prova scritta del 7 giugno 2023.

Tempo a disposizione: ore 2.
Svolgere gli esercizi 1–4, 5–6 e 7–8 su tre fogli separati.

1. Classificare il linguaggio $L=\{a^n b^{n+k} \mid n,k \geq 0\}$, ovvero dire se L è regolare, oppure libero ma non regolare, oppure non libero, giustificando adeguatamente la risposta.

2. Data l'espressione regolare $a(b^*|a)^*$, determinare l'NFA associato secondo la costruzione vista a lezione.

3. Data la grammatica G con simbolo iniziale S

$$\begin{array}{lcl} S & \rightarrow & A\texttt{ab} \mid \texttt{aa} \\ A & \rightarrow & S\texttt{a} \mid \texttt{bb} \end{array}$$

   determinare una grammatica G', equivalente a G, senza ricorsione sinistra (non immediata).

4. Si consideri la grammatica G con simbolo iniziale S:

$$\begin{array}{lcl} S & \rightarrow & A\texttt{a}A\texttt{b} \mid B\texttt{b}B\texttt{a} \\ A & \rightarrow & \epsilon \\ B & \rightarrow & \epsilon \end{array}$$

   (i) Determinare il linguaggio generato $L(G)$. (ii) Verificare se G sia di classe LL(1). (iii) Mostrare che G non è di classe SLR(1).

5. Si dica, motivando la risposta, se un linguaggio con allocazione statica della memoria può contenere un comando di iterazione indeterminata.

6. L'esecuzione del seguente frammento di codice su una certa implementazione risulta nella stampa dei valori 4 e 10.

```
int W[10];
int x = 4;
for (int i=0, i<10, i++) W[i]=i;
void foo(int x;  int y){
x = x+1;
y=10;
}
foo (x, W[x])
write (W[4])
write  (W[5])
```

   Si fornisca una possibile spiegazione.

7. In un pseudolinguaggio, `new` crea un nuovo oggetto nello heap. La lista di interi `ListInt` occupa 1 byte, da sommare allo spazio degli `Int` contenuti. Un `Int` occupa 1 byte, mentre un `Long` occupa 4 byte. `ListInt` offre `add`, che aggiunge un intero in coda, e `get`, che fornisce l'intero contenuto alla posizione passata come parametro. Il pseudolinguaggio usa passaggio per riferimento e garbage collection di tipo stop-and-copy, attivando la collection una volta superato l'80% di utilizzo della memoria disponibile al collector. Lo heap ha 30 byte di memoria complessiva ed è assunto inizialmente vuoto. Indicare, spiegando brevemente il ragionamento seguito, quante volte viene chiamato il garbage collector nell'esecuzione del seguente frammento di codice.

```
ListInt acc = new ListInt();
acc.add( new Int( 0 ) );
acc.add( new Int( 1 ) );
for( int i = 2; i < 7; i++ ){
 Long e = new Long( acc.get( i-2 ) + acc.get( i-1 ) );
 if( e % 2 != 0 ){
  acc.add( new Int( e ) );
 } else {
  acc.add( new Int( e + 1 ) );
 }
}
```

8. È possibile definire in Java due tipi A e B, tali che A sia un supertipo di B e non vi sia ereditarietà tra A e B ? Spiegare la motivazione dietro la risposta con un breve esempio.