

Tempo a disposizione: ore 2.

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

1. Si consideri il frammento di linguaggio di programmazione definito dalla seguente sintassi astratta:

$$e ::= \mathbf{n} \mid \mathbf{x} \mid e * e$$

dove  $\mathbf{n}$  è un numero naturale,  $\mathbf{x}$  è una variabile a valori naturali e  $*$  è l'operatore di moltiplicazione. Definire le regole di semantica operativa strutturata per questo frammento, assumendo che l'operatore sia valutato con una disciplina di valutazione esterna-destra.

2. Si consideri l'espressione regolare  $e = (aa^*|\epsilon)b$ . Si determini il linguaggio  $\mathcal{L}[e]$ . Si costruisca l'associato NFA, secondo la costruzione vista a lezione.
3. Il linguaggio  $L = \{a^n b^m c^p \mid n \geq 0, m \geq 1, p = n + m\}$  è libero? Giustificare la risposta.
4. Si costruisca un parser LL(1) che riconosca il linguaggio  $L = \{a^n c b^m \mid n \geq 1, m \geq n\}$  e si mostri il suo funzionamento su input  $acbb$ .

5. Facendo riferimento ad un qualsiasi (pseudo-)linguaggio di programmazione si faccia un esempio di una funzione che esibisce polimorfismo universale parametrico e di una che esibisce polimorfismo universale di sottotipo.
6. In un linguaggio con scope dinamico, implementato mediante CRT, si prenda in considerazione l'operazione di "accesso ad una variabile non locale" nel corpo di una funzione; nel seguito indicheremo tale variabile con  $x$ . A quale dei seguenti parametri è proporzionale il tempo necessario all'esecuzione di tale operazione? Si motivi brevemente la risposta. (i) Il numero  $n_v$  di variabili presenti nel programma. (ii) Il numero di variabili  $n_{vb}$  presenti nei blocchi compresi tra quello di dichiarazione di  $x$  e quello in cui vi si accede. (iii) Il numero di blocchi  $n_b$  sintatticamente compresi tra quello di dichiarazione di  $x$  e quello in cui vi si accede; (iv)  $n_b + n_{vb}$ . (v) Il tempo è costante, e quindi indipendente da questi parametri. (vi) Nessuna delle risposte precedenti.
7. Si consideri il seguente frammento di codice in un linguaggio con scope statico nel quale il passaggio di parametri avviene per nome.

```

{int x = 10;
 int w = 9;

int fie(int a,b){
    a=a+b;
    write(x);
    b=a+b;
}

{ x=3;
  w=6;

    *****
write(x); }
}

```

Si scriva al posto degli asterischi una chiamata di `fie` tale che il valori stampati siano 10 e 12, se questo è possibile. Altrimenti si motivi la risposta.

8. Si consideri il seguente codice Java:

```

class A{
    int x=1;
    int f (int y){return g()+y;}
    int g(){return x;}
}
class B extends A{
    int x=100;
    void g (){return -x;}
}
A a = new A();
int m = a.f(4) + a.x;
B b = new B();
a=b;
int n = a.f(4) + a.x;

```

Quali sono i valori di  $m$  e  $n$  al termine del frammento? Motivare la risposta.