

Tempo a disposizione: ore 2.

Svolgere gli esercizi 1–4, 5–6 e 7–8 su tre fogli separati.

Scrivere nome, cognome e matricola su ogni foglio consegnato.

FOGLIO **1** ▷ 1. Sia L un linguaggio regolare su alfabeto $A = \{a, b, c\}$. Verificare se ognuno dei seguenti tre linguaggi su A sia regolare: $L_1 = \{w \mid w \in L \text{ e } w \text{ contiene una sola } a\}$, $L_2 = \{w \mid w \in L \text{ o } w \text{ contiene almeno una } a\}$, $L_3 = \{w \mid w \notin L \text{ e } w \text{ non contiene una } a\}$.

FOGLIO **1** ▷ 2. Data l'espressione regolare ab^*a , costruire l'NFA associato, secondo la costruzione vista a lezione. Usare questo NFA per ottenere un DFA equivalente, secondo la costruzione per sottoinsiemi vista a lezione.

FOGLIO **1** ▷ 3. Si consideri la grammatica G con simbolo iniziale S :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow aSc \mid bB \mid \epsilon \\ B &\rightarrow \epsilon \mid bB \end{aligned}$$

(i) Quale linguaggio genera G ? (ii) Verificare se G sia di classe LL(1). (iii) Manipolare G per ottenerne una equivalente senza produzioni epsilon.

FOGLIO **1** ▷ 4. Elencare tutti gli item LR(0) per la grammatica G del punto precedente. Senza costruire l'automa canonico LR(0), è possibile argomentare che tale grammatica non può essere di classe LR(0)?

FOGLIO **2** ▷ 5. Si consideri il seguente frammento in uno pseudolinguaggio con parametri di ordine superiore:

```
{int m = 1;
int n = 2;
void foo (int f(), int n){
    int m = 3
    if (n==0) {int n = 4;
               f();
            }
    else      { n = 6;
               foo(f,0);
            }
}

{int m = 7;
int g(){
    write(n,m);
}
foo(g,1);
}
}
```

Si dica cosa stampa il frammento con con scope dinamico e shallow binding.

FOGLIO **2** ▷ 6. Alice è una programmatrice che usa normalmente il linguaggio A e sostiene che la posizione di una chiamata di funzione non è importante, nel senso che una stessa chiamata di funzione, con gli stessi parametri, anche se è inserita in due punti diversi del programma produce sempre lo stesso risultato. Bob invece è un programmatore che usa normalmente il linguaggio B dice che non è così. Chi ha ragione? Motivare la risposta.

FOGLIO **3** ▷ 7. Si indichi quali dei sistemi di equazioni di tipo elencati sotto sono o no risolvibili, riportando brevemente il ragionamento seguito; nel caso positivo, indicare uno dei possibili assegnamenti leciti delle variabili di tipo. Le equazioni usano la notazione Int , Str , per i tipi base, X , Y per le variabili di tipo e $X \rightarrow \text{Int}$ e $X \rightarrow \text{Int} \rightarrow Y$ per indicare il tipo funzione. Per la risoluzione delle equazioni, può essere utile ricordare la logica dell'algoritmo di unificazione. Ad esempio, il sistema di equazioni $X \rightarrow X \rightarrow X = \text{Int} \rightarrow Y$, $X \rightarrow X = Y$ ha soluzione $X = \text{Int}$, $Y = \text{Int} \rightarrow \text{Int}$.

- S1. $X \rightarrow Y \rightarrow Z = \text{Int} \rightarrow Z \rightarrow X$, $Z \rightarrow X = Y \rightarrow \text{Int}$
- S2. $X \rightarrow Y \rightarrow Z = Z \rightarrow X \rightarrow W$, $W \rightarrow X = Y \rightarrow \text{Str}$, $Y = X \rightarrow \text{Int}$
- S3. $X \rightarrow Y \rightarrow Z = Z \rightarrow W \rightarrow X$, $W \rightarrow X = Y \rightarrow \text{Str}$, $Y = X \rightarrow \text{Int}$
- S4. $Z \rightarrow Y \rightarrow W = \text{Int} \rightarrow X$, $Z \rightarrow \text{Str} = X$, $Y \rightarrow X = \text{Int} \rightarrow \text{Int} \rightarrow \text{Str}$

FOGLIO **3** ▷ 8. Si assuma un linguaggio di programmazione a oggetti, con tipi nominali e passaggio per riferimento. Le classi A, B, C, D sono tali che B è sottoclasse di A, C è sottoclasse di B, e D è sottoclasse di A. Il tipo $T[]$ indica un array di oggetti della classe T con letture e scritture covarianti rispetto ai sottotipi. Indicare quali istruzioni verrebbero segnalate come corrette e non corrette dal controllore dei tipi, motivando brevemente la risposta.

```
void f( A a, B b, C c, D d, A[] aa, B[] bb, C[] cc, D[] dd ) {  
    b = c;           // I1  
    d = c;           // I2  
    aa = dd;         // I3  
    a = dd[0];       // I4  
    cc[0] = d;        // I5  
    bb[0] = d;        // I6  
    aa[0] = d;        // I7  
    bb = dd;         // I8  
}
```