Verificação Formal de Software - Exercícios

Algoritmo de Model checking para o CTL

1. Considera o modelo $T = (\{q_0, q_1, q_2, q_3\}, \{q_0 \to q_1, q_0 \to q_3, q_1 \to q_1, q_1 \to q_2, q_2 \to q_0, q_2 \to q_3, q_3 \to q_0\}, L(q_0) = \{p, q\}, L(q_1) = \{r\}, L(q_2) = \{p, t\}, L(q_3) = \{q, r\})$.

   Determina os estados s tal que $q_0 \models \varphi$ para

   1. $\varphi = AFq$,
   2. $\varphi = EXEXr$ e
   3. $\varphi = AG(EF(p \vee r))$.

2. Considera o modelo $T = (S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}, \{s_0 \to s_1, s_1 \to s_3, s_1 \to s_4, s_2 \to s_2, s_3 \to s_2, s_4 \to s_4, \}, L(s_0) = \{a\}, L(s_1) = \{a, b\}, L(s_2) = \{c\}, L(s_3) = \{b, c\}, L(s_4) = \{c\})$. Utiliza o algoritmo de etiquetagem para determinar os estados $s \in S$ tal que $s \models \psi_i$, para $i = 1, 2$ e

$$\psi_1 = EF\ AG\ c \qquad \text{e} \qquad \psi_2 = A\ (aUAF\ c).$$

3. Considera o modelo $T = (S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}, \{s_0 \to s_1, s_1 \to s_3, s_1 \to s_4, s_2 \to s_2, s_3 \to s_2, s_4 \to s_4, \}, L(s_0) = \{a\}, L(s_1) = \{a, b\}, L(s_2) = \{c\}, L(s_3) = \{b, c\}, L(s_4) = \{c\})$ Utiliza o algoritmo de etiquetagem para determinar os estados $s \in S$ tal que $s \models \psi_i$, para $i = 1, 2$ e EFAGc e AGAFAXc.

4. Considera os modelos e as fórmulas dos Exercícios 2. e 3. e aplica o algoritmo da etiquetagem para a verificação da fórmulas, indicando os passos que conduzem à etiquetagem de cada estado.

5. Considera a fórmula $\varphi = \neg a \wedge AG\ (a \to b) \wedge AF\ (a \wedge EX\ \neg b) \wedge EG\ b$.

   a) Indica um sistema de transições T e um estado s tal que $s \models \varphi$.

   b) Aplica o algoritmo de etiquetagem a T e φ, indicando todos os passos intermédios.

6. Usando a função $F(X) = Sat(\varphi) \cup pre_\forall(X)$ demonstra que $Sat(\text{AF}\varphi)$ é o ponto fixo mínimo de F.

7. Usando a função $F(X) = Sat(\varphi) \cap pre_\forall(X)$ demonstra que $Sat(\text{AG}\varphi)$ é o ponto fixo máximo de F.