

Verificação Formal de Software - Exercícios

Algoritmo de Model checking para o CTL

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

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

1. $\varphi = \text{AF}q$,
 2. $\varphi = \text{EXEX}r$ e
 3. $\varphi = \text{AG}(\text{EF}(p \vee r))$.
2. Considera o modelo $T = (S = \{s_0, s_1, s_2, s_3, s_4\}, \{s_0 \rightarrow s_1, s_1 \rightarrow s_3, s_1 \rightarrow s_4, s_2 \rightarrow s_2, s_3 \rightarrow s_2, s_4 \rightarrow s_4\}, L(s_0) = \{a\}, L(s_1) = \{a, b\}, L(s_2) = \{c\}, L(s_3) = \{b, c\}, L(s_4) = \{c\})$. Utiliza o algoritmo de etiquetagem para determinar os estados $s \in S$ tal que $s \models \psi_i$, para $i = 1, 2$ e

$$\psi_1 = \text{EFAG}c$$

$$\psi_2 = \text{A}(a\text{UAF}c)$$

$$\psi_3 = \text{AGAFAX}c.$$

3. Considera os modelos e as fórmulas dos Exercícios 1. e 2. e aplica o algoritmo da etiquetagem para a verificação da fórmulas, indicando os passos que conduzem à etiquetagem de cada estado.
4. Considera a fórmula $\varphi = \neg a \wedge \text{AG}(a \rightarrow b) \wedge \text{AF}(a \wedge \text{EX} \neg b) \wedge \text{EG} b$.
 - 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.
5. Usando a função $F(X) = \text{Sat}(\varphi) \cup \text{pre}_\forall(X)$ demonstra que $\text{Sat}(\text{AF}\varphi)$ é o ponto fixo mínimo de F .
6. Usando a função $F(X) = \text{Sat}(\varphi) \cap \text{pre}_\forall(X)$ demonstra que $\text{Sat}(\text{AG}\varphi)$ é o ponto fixo máximo de F .