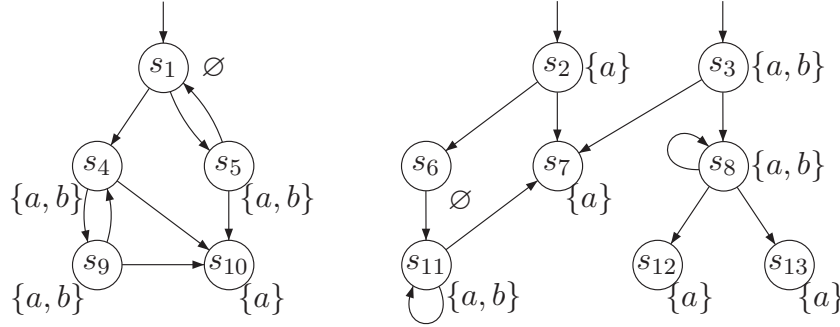


TD 3 “Introduction à la vérification”

- Question 1**
1. Calculez la relation de bisimulation \sim_S du ST \mathcal{S} ci-dessous (en explicitant les étapes de l’algorithme de raffinement), ainsi que son quotient par cette relation.
 2. Proposez pour chaque classe d’équivalence $[s]_{\sim_S}$ de la relation calculée une formule CTL Φ_s qui est satisfaite par tous les états de $[s]_{\sim_S}$ et par aucun état de $S \setminus [s]_{\sim_S}$.



Question 2 Soit \mathcal{S} un ST sans états terminaux. Montrez comment modifier l’algorithme qui calcule la relation de bisimulation d’un ST pour produire une formule CTL Φ_C pour chaque classe C de bisimulation telle que $\text{Sat}(\Phi_C) = C$.

Question 3 1. Soient $\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2$ deux ST, $\mathcal{S}_i = (S_i, \rightarrow_i, I_i, AP, L_i)$. Une relation de simulation de \mathcal{S}_1 par \mathcal{S}_2 est une relation $R \subseteq S_1 \times S_2$ satisfaisant :

- Pour tout $s_i \in I_1$ il existe $s_2 \in I_2$ t.q. $(s_1, s_2) \in R$.
- Pour tous $(s_1, s_2) \in R$, $L(s_1) = L(s_2)$ et

si $s_1 \rightarrow_1 s'_1$ alors il existe $s_2 \rightarrow_2 s'_2$ t.q. $(s'_1, s'_2) \in R$

\mathcal{S}_1 est simulé par \mathcal{S}_2 (noté par $\mathcal{S}_1 \preceq \mathcal{S}_2$) s’il existe une simulation de \mathcal{S}_1 par \mathcal{S}_2 .

2. Le fragment universel de CTL*, noté $\forall\text{CTL}^*$, est la restriction de CTL* aux formules de la forme :

$$\begin{aligned} \Phi &:= \text{tt} \mid \text{ff} \mid a \mid \neg a \mid \Phi_1 \vee \Phi_2 \mid \Phi_1 \wedge \Phi_2 \mid \mathbf{A}\phi \\ \phi &:= \Phi \mid \mathbf{X}\phi \mid \phi_1 \vee \phi_2 \mid \phi_1 \wedge \phi_2 \mid \phi_1 \mathbf{U} \phi_2 \mid \phi_1 \mathbf{R} \phi_2 \end{aligned}$$

Le fragment universel de CTL, noté $\forall\text{CTL}$, correspond à $\forall\text{CTL}^*$ avec formules de chemin de type

$$\phi := \text{X}\Phi \mid \Phi_1 \text{U} \Phi_2 \mid \Phi_1 \text{R} \Phi_2$$

Montrez que pour deux ST $\mathcal{S}_1, \mathcal{S}_2$ sans états terminaux, et états $s_i \in S_i$, les assertions suivantes sont équivalentes :

1. $s_1 \preceq s_2$
2. Pour toute formule Φ de $\forall\text{CTL}^*$: $s_2 \models \Phi$ implique $s_1 \models \Phi$.
3. Pour toute formule Φ de $\forall\text{CTL}$: $s_2 \models \Phi$ implique $s_1 \models \Phi$.