

Méthodes formelles de vérification (MFVerif)

TD n° 6 : LTL - Automates de Büchi

Formules LTL

Exercice 1 :

Donner la sémantique (définition) des opérateurs LTL par rapport à une séquence infinie des états σ . On dénote par $\sigma(i)$ le i -ième état dans la séquence σ . Par exemple, si P est un prédicat atomique (évaluée sur un état), on écrit :

$$P \models \sigma \iff P(\sigma(0))$$

Compléter la définition ci-dessous.

$$\begin{array}{l}
 P \models \sigma \iff P(\sigma(0)) \\
 \bigcirc\varphi \models \sigma \iff \\
 \square\varphi \models \sigma \iff \\
 \diamond\varphi \models \sigma \iff \\
 \varphi \mathcal{U} \psi \models \sigma \iff
 \end{array}$$

Exercice 2 :

Montrez que les formules suivantes ne sont pas équivalentes en fournissant des séquences d'états qui satisfont une mais pas l'autre :

1. $\diamond\square p$ and $\square(p \rightarrow \bigcirc p)$
2. $\diamond\square p$ and $\neg p \mathcal{U} \square p$
3. $\square(p \rightarrow \bigcirc p)$ and $\neg p \mathcal{U} \square p$

Exercice 3 :

Vérifiez si les formules suivantes sont satisfiables et/ou valides :

1. $\bigcirc\bigcirc a \Rightarrow \bigcirc a$
2. $\bigcirc(a \vee \diamond a) \Rightarrow \diamond a$
3. $\square a \Rightarrow \neg\bigcirc(\neg a \wedge \square\neg a)$
4. $(\square a) \mathcal{U} (\diamond b) \Rightarrow \square(a \mathcal{U} \diamond b)$
5. $\diamond b \Rightarrow (a \mathcal{U} b)$

Automates de Büchi

Exercice 4 :

Donner les automates de Buchi reconnaissant les séquences infinies satisfaisant chacune des formules LTL

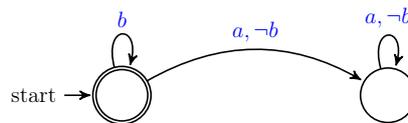
1. $\Box \Diamond p$
2. $\Diamond \Box p$
3. $\Box (p \Rightarrow \Box \Diamond q)$
4. $\Box \Diamond p \Rightarrow \Box \Diamond q$

Exercice 5 :

On considère le modèle donné dessous. Dire si la formule LTL suivante est satisfaite :

$$\Diamond (a \mathcal{U} b)$$

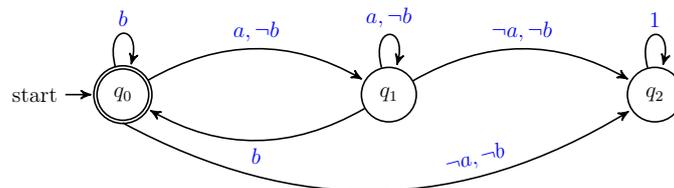
Sinon, faire le minimum des changements dans le modèle pour obtenir un modèle qui la satisfait.



Model Checking

Exercice 6 :

Prouver par la méthode de model checking vu au cours si l'automate donné en bas satisfait la formule LTL suivant : $\varphi = \Box (a \mathcal{U} b)$. Justifier chaque étape de la construction.



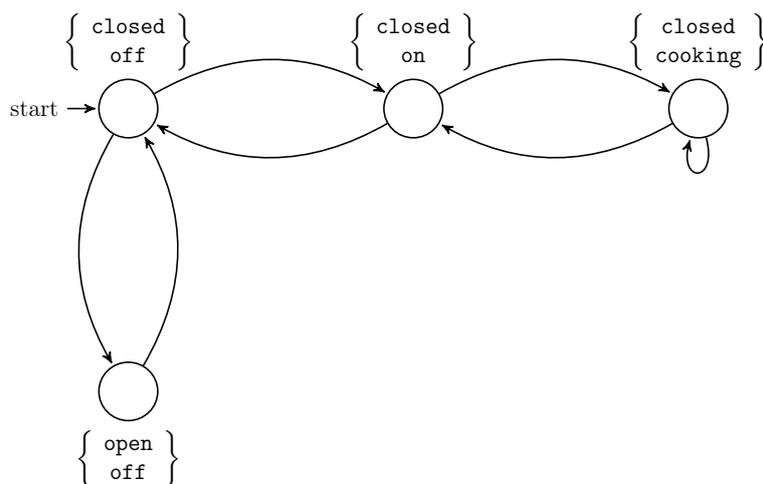


FIGURE 1 – Automate de un four microondes.

Exercice 7 :

Le modèle de la Figure 6 représente un four de microondes. Montrer que ce modèle ne respecte pas la formule LTL suivante :

$$\square \diamond \text{off}$$

Montrer qu'il respecte la formule LTL :

$$\square \diamond \text{closed}$$