

Méthodes formelles de vérification (MFVerif)

LTL - Automates de Büchi

Formules LTL

Exercice 1 – Séquences témoins

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

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

Exercice 2

Les implications suivantes sont-elles valides? (Indication : Pour la réponse oui, donnez une preuve en utilisant la sémantique des opérateurs; pour la réponse non, donnez une séquence qui satisfait l'antécédent et pas le conséquent.)

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

Automates de Büchi

Exercice 3 – De LTL aux automates

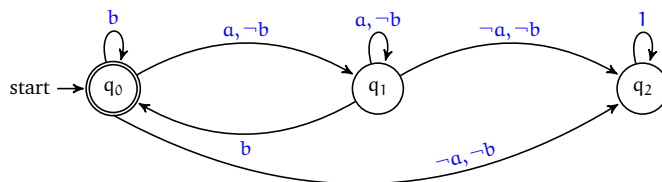
Donner les automates de Büchi reconnaissant l'ensemble des séquences infinies satisfaisant chacune des formules LTL ci-dessous :

1. $\Box \diamond p$
2. $\diamond \Box p$
3. $\Box \diamond p \wedge \diamond \Box q$
4. $\Box \diamond p \wedge \Box \diamond q$
5. $\Box(p \Rightarrow \Box \diamond q)$
6. $\Box \diamond p \Rightarrow \Box \diamond q$

Model Checking

Exercice 4 – Vérification par intersection d'automates

Vérifiez si toutes traces reconnues par l'automate donné ci-dessous satisfont la formule LTL suivante : $\varphi = \Box(a \mathcal{U} b)$. (Utiliser l'approche basée sur les automates vue en cours. Justifier chaque étape.)



Exercice 5 – Du concret

Le modèle de la Figure 1 représente un four à micro-ondes. En utilisant la méthode de vérification basée sur les modèles, montrez que ce modèle ne respecte pas la formule LTL suivante :

$$\Box \Diamond \text{ off}$$

Montrez qu'il respecte la formule LTL :

$$\Box \Diamond \text{ closed}$$

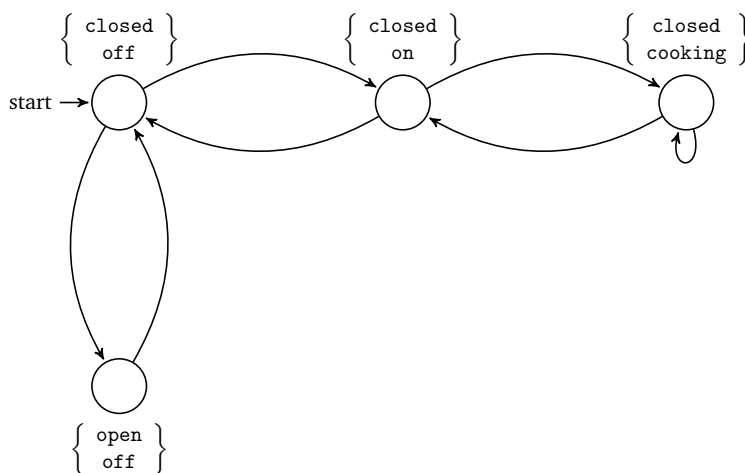


FIGURE 1 – Automate d'un four à micro-ondes.