

Contrôle continu – Modélisation et spécification

Master Informatique

Novembre 2020

- Les réponses aux Exercices 1 et 2 sont à envoyer par mail à M. Sangnier sangnier@irif.fr
- Les réponses aux Exercices 3 et 4 sont à envoyer par mail à M. Laroussinie francoisl@irif.fr
- **La date limite de rendu est le Vendredi 27 Novembre 2020 à 23h59.**

Exercice 1 : (4 points)

Analyse de systèmes de transitions

- On considère les systèmes de transitions ST_1 et ST_2 donnés à la Figure 1. Dessinez le système de transitions $(ST_1 || ST_2)_T$ où T est la table de synchronisation suivante (Act_1 sont les actions de ST_1 et Act_2 les actions de ST_2) :

Act_1	Act_2	
$s1$	$s2$	s
$s1$	$t2$	t
$t1$	-	u
-	$u2$	w
$u1$	$w2$	x

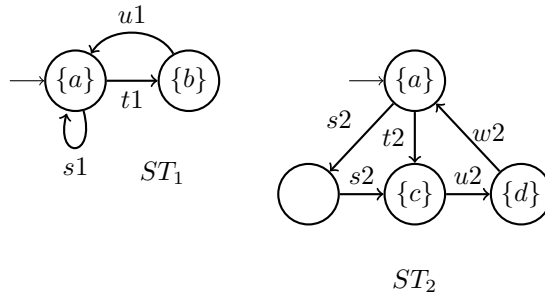


FIGURE 1 – Systèmes de transitions étiquetés ST_1 et ST_2

- On considère les systèmes de transitions ST_3 , ST_4 et ST_5 de la Figure 2. Donnez la table de synchronisation T' telle que $(ST_3 || ST_4)_{T'}$ est égal à ST_5 .

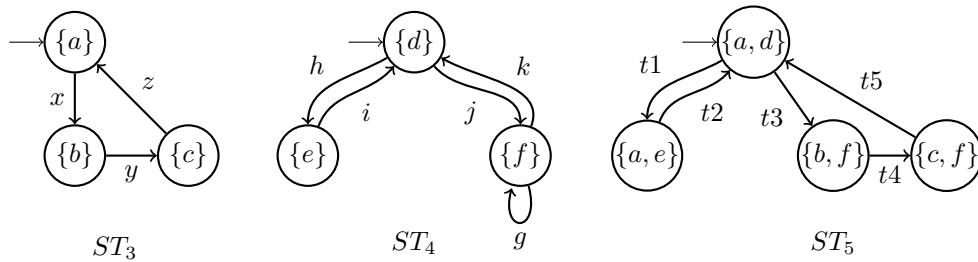


FIGURE 2 – Systèmes de transitions étiquetés ST_3 , ST_4 et ST_5

Exercice 2 : (6 points)*Modélisation d'un passage piéton*

On considère un passage piéton fait des éléments suivants :

- Un bouton sur lequel les piétons peuvent appuyer pour dire qu'ils souhaitent traverser.
- Un feu pour les piétons ayant deux couleurs : vert et rouge. Au début, le feu pour les piétons est rouge.
- Un feu pour les voitures ayant trois couleurs : vert, orange et rouge. Au début le feu pour les voitures est vert.
- Un contrôleur qui contrôle le système général du passage piéton.

Le contrôleur peut dire au feu pour les piétons de passer du rouge au vert et de passer du vert au rouge, chacune de ces actions se fait de façon instantanée. Le contrôleur peut dire au feu pour les voitures de passer du rouge au vert, ce qui se fait de façon instantanée et de passer du vert au rouge, ce qui se fait en deux étapes, lorsque le feu pour les voitures reçoit cette action, il passe d'abord à l'orange et ensuite par le biais d'une action interne il passe de l'orange au rouge. Les piétons communiquent avec le contrôleur en poussant le bouton. Le contrôleur fait alors les actions suivantes en boucle : il attend que le bouton ait été poussé (il reçoit alors un message **push** du bouton qui ne sera pas modélisé ici), il demande au feu pour les voitures de passer au rouge, il demande au feu pour les piétons de passer au vert, il demande au feu pour les piétons de passer au rouge, il demande au feu pour les voitures de passer au vert. De plus, si le contrôleur demande au feu pour les voitures de passer au vert lorsque celui-ci est orange, il sera bloqué jusqu'à ce que le feu pour les voitures soit rouge.

Ce que nous voulons observer ici, ce sont les couleurs des feux, nous utiliserons donc les propositions atomiques suivantes :

- **PR** : le feu pour les piétons est rouge
- **PV** : le feu pour les piétons est vert
- **VR** : le feu pour les voitures est rouge
- **VO** : le feu pour les voitures est orange
- **VV** : le feu pour les voitures est vert

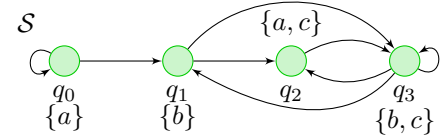
1. Donnez une modélisation sous forme de systèmes de transitions du feu pour les piétons.
2. Donnez une modélisation sous forme de systèmes de transitions du feu pour les voitures.
3. Donnez une modélisation sous forme de systèmes de transitions du contrôleur.
4. Donnez la table de synchronisation du système global comprenant le contrôleur et les deux feux.
5. Exprimez en LTL la propriété qui dit qu'à tout moment si le feu pour les piétons est vert alors le feu pour les voitures est rouge.
6. Votre système vérifie-t-il cette propriété ? Justifiez votre réponse.

Exercice 3 : (3 points)

Interpréter des formules LTL

On considère le STE $\mathcal{S}$ de la figure ci-contre (q_0 est l'état initial). Pour chacune des formules suivantes, dire si la formule est vraie pour $\mathcal{S}$ (ie pour toutes ses exécutions). Justifier les réponses.

$$\begin{array}{llll} a \mathbf{U} b & \mathbf{X}(a \vee b) & a \mathbf{W} b & (\mathbf{G} a) \Rightarrow \mathbf{G}(\neg b) \\ \mathbf{G} a & (\mathbf{GF} \neg a) \Rightarrow (\mathbf{GF} c) & & (\mathbf{GF} \neg a) \Rightarrow (\mathbf{GF} b) \end{array}$$

**Exercice 4** : (7 points)

Spécification en logique temporelle

On s'intéresse ici à la spécification en LTL d'un lave-vaisselle. Le tableau de bord de la machine comporte quatre voyants lumineux (« on », « rinçage », « lavage », « séchage ») un sélecteur de programme avec deux positions (« éco » et « intensif »), et deux boutons (« start-reset » et « on/off »). La figure 3 représente ce tableau de bord.

On considère les propositions atomiques suivantes : chaque voyant a une proposition atomique associée qui est vraie lorsque le voyant est allumé (**Von**, **Vrinçage**, **Vlavage**, **Vséchage**), **Péco** est vrai lorsque le sélecteur de programme est sur « éco » (et **Pintensif** est vrai lorsqu'il est sur « intensif »). **Bstart-reset** est vrai au moment où le bouton « start-reset » est enfoncé, et **Bon/off** est vrai lorsque c'est le bouton « on/off » qui est enfoncé.

La machine peut se trouver dans deux **états** différents : allumé (proposition **Pon**) ou éteinte (proposition **Poff**). Lorsqu'elle est allumée, elle peut être dans trois **modes** différents : attente, marche, ou fin. A chacun de ces modes on associe une proposition atomique : **attente**, **marche**, **fin**.



FIGURE 3 – Tableau de bord du lave-linge.

Écrire les formules suivantes :

1. Une formule exprimant que la machine est toujours dans un seul état (allumée ou éteinte). Ecrire une formule qui spécifie que le voyant **Von** est allumé si et seulement si la machine est allumée.
2. Une formule pour indiquer que l'état de la machine change avec le bouton **Bon/off** (appuyer sur le bouton la fait changer d'état à l'instant suivant).
3. Une formule qui spécifie qu'à chaque instant, si la machine est allumée, alors elle est dans un et un seul des trois modes (attente, marche, fin). Et une formule pour spécifier qu'à l'allumage, elle est en attente.
4. Une formule qui énonce qu'appuyer sur le bouton **Bstart-reset** lorsque la machine est en attente, la fait passer dans le mode marche.
5. Et une formule pour dire que si le bouton **Bstart-reset** est appuyé longtemps (= pendant 3 instants successifs), alors la machine passe en mode attente (quel que soit le mode dans lequel elle était auparavant).
6. Une formule $\phi(V)$ qui indique qu'un voyant V clignote (ici la proposition V est vraie ssi le voyant est allumé) : c'est-à-dire qu'il est allumé, puis éteint, puis allumé, etc. changeant à chaque instant (ou éteint puis allumé, puis éteint...). On supposera que ce clignotement ne s'arrête qu'avec l'arrêt de la machine (état **Poff**).
7. Une formule qui énonce que les voyants « rinçage », « lavage » et « séchage » clignotent lorsque la machine arrive dans le mode « fin ».
8. Une formule spécifiant qu'à tout moment un programme (et un seul) est sélectionné.
9. Une formule qui spécifie que lorsque la machine passe en mode « marche » et que le programme sélectionné est « intensif », alors elle va exécuter un cycle de lavage complet (c'est-à-dire que le voyant « rinçage » s'allumera pendant une certaine période, puis ce sera au tour du voyant « lavage » puis au tour du voyant « séchage ») à moins de s'interrompre en cas de retour au mode « attente » ou à l'état « éteint ».
10. Une formule qui spécifie que lorsque la machine passe en mode « marche » et que le programme sélectionné est « éco », alors elle va exécuter un cycle de lavage sans rinçage (c'est-à-dire que le voyant « lavage » s'allumera pendant une certaine période, puis ce sera au tour du voyant « séchage ») à moins de s'interrompre en cas de retour au mode « attente » ou à l'état « éteint ».