

M1 SESI 2017-2018
Architecture Multi-Processeurs

Kevin Mambu

February 8, 2018

Contents

1	Introduction	3
2	Automates d'Etats Finis Communiquants Synchrones	3
2.1	Automates de Mealy vs Automates de Moore	4
3	Méthode Générale de Synthèse des FSM	5
3.1	ETAPE A	5
3.2	ETAPE B	5
3.3	ETAPE C	6
3.4	ETAPE D	6
3.5	ETAPE E	6
3.6	ETAPE F	6
3.7	Exemple : capteur de trois '1' consécutifs, MOORE	6
4	Bus Système : Le PIBUS	9
5	Fonctions d'un bus	9

1 Introduction

Responsable : Alain Grener, alain.grener@lip6.fr

Problématique de l'UE : synchronisation de plusieurs composants dans une architecture multi-processeur. Exemple : accès du même périphérique par plusieurs processeurs.

Observer le moyen de communication entre processeurs et l'environnement des processeurs.

Un processeur pipeline reste synchronisé : plusieurs instructions sur le même flux de transition. Dans le cas d'une architecture multi-processeurs \Rightarrow les unités sont nativement asynchrones, mais doivent se synchroniser.

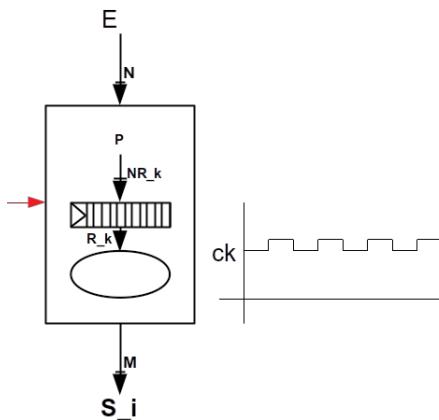
2 Automates d'Etats Finis Communiquants Synchrones

Il s'agit d'un modèle mathématique, qui permet de décrire tous les systèmes matériels numériques.

"Les états" ici est l'ensemble des valeurs intégrées à l'automate des ensembles mémorisants. Un état est une valeur stockée dans les registres.

Exemple avec le processeur MIPS32 : comptons le banc de registres, PC, HI, LO, etc. On peut comptabiliser environ 50 registres, dans ce cas le processeur MIPS32 possède 2^{50} états.

A chaque front montant, on met à jour l'ensemble des registres internes. Les sorties d'un automate sont les entrées d'un autre. Un automate produit est l'ensemble des sous-systèmes (automates).



$$S_i = g_i(E_0, E_1, \dots, E_{(N-1)}, R_0, R_1, \dots, R_{(P-1)},$$

M fonctions booléennes dépendant de $N + P$ bits.

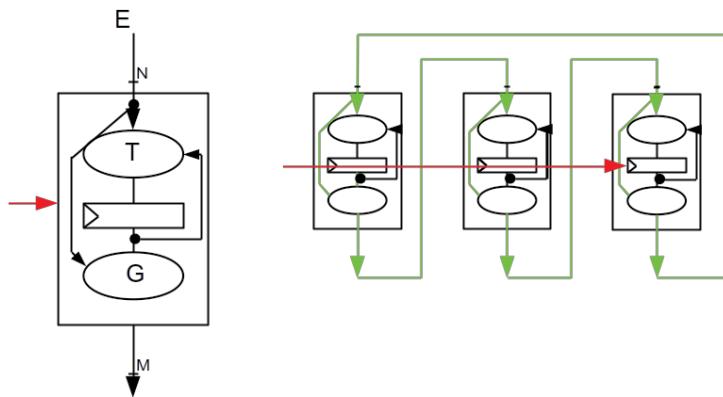
$$NR_k = T_k(E_0, E_1, \dots, E_{(N-1)}, R_0, R_1, \dots, R_{(P-1)},$$

P fonctions booléennes dépendant de $N + P$ bits.

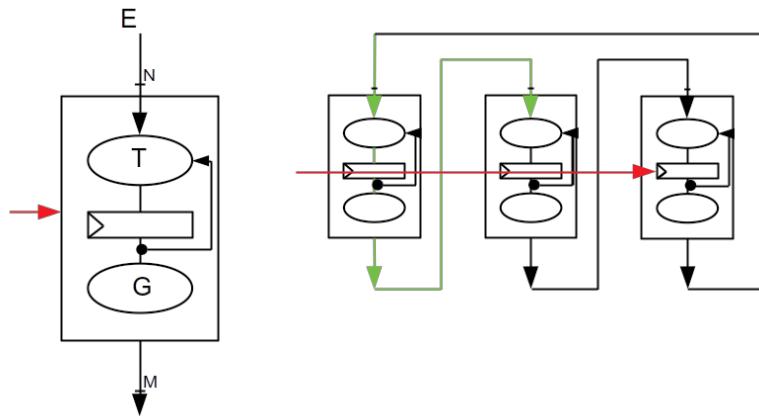
Pour décrire complètement le comportement d'un automate particulier, il faut :

1. quelles valeurs vont prendre les sorties en fonction des entrées E_i et de l'état. \Rightarrow décrire un système séquentiel (à mémoire).
2. les valeurs de l'état suivant NR_k en fonction des entrées E_i et de l'état courant R_k .
3. un mécanisme permettant d'initialiser l'état interne \Rightarrow état initial R_k^0 .

2.1 Automates de Mealy vs Automates de Moore



La génération de la sortie dépend de l'état de transition et des entrées



La génération de la sortie dépend uniquement de l'état de transition

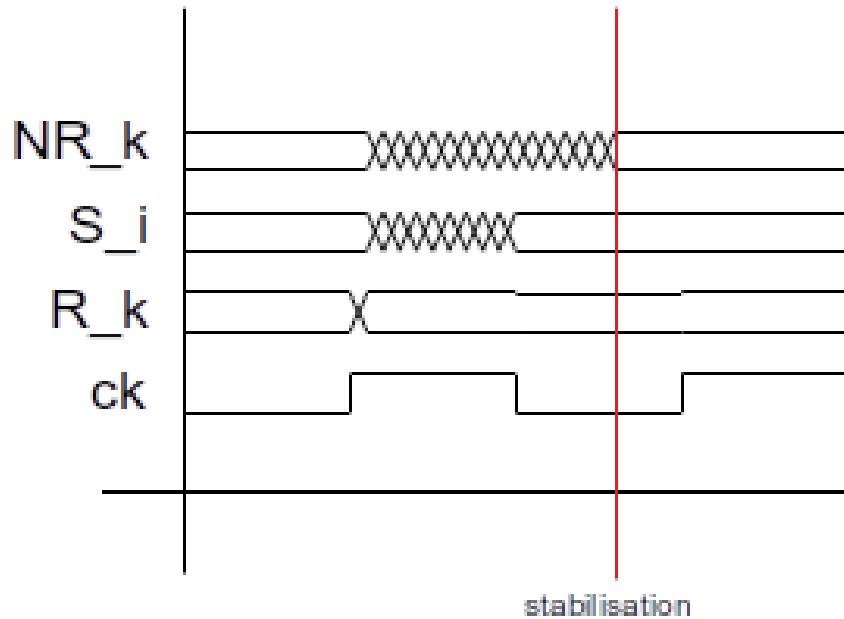
Avantages de l'Automate de Moore :

- Cet automate est facilement prédictible (synchronisation assurée)
- Beaucoup plus stable sur la propagation de l'information

Inconvénients :

- Moins réactif

Le plus long chein possible est le temps de cycle minimal d'un registre à un autre.



La génération de la sortie dépend uniquement de l'état de transition

3 Méthode Générale de Synthèse des FSM

Toute l'industrie de la CAO repose sur la technologie des FSM.
 ⇒ Par extension, toute l'industrie du High-Tech.

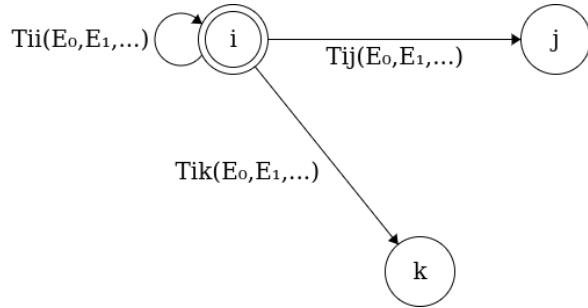
3.1 ETAPE A

Définition des "états abstraits" Il s'agit d'identifier les états avec des symboles et faire abstraction de leur description pour leur nomination.

3.2 ETAPE B

Représentation abstraite du graphe de transition.
 Il va s'agir d'un graphe orienté dont on doit précisément spécifier :

- Les états (un noeud par état accessible)
- Les transitions (les arcs orientés) :



On doit s'assurer des conditions d'orthogonalité et de complétude :

- orthogonalité \Rightarrow 2 transitions de sortie ne peuvent pas être simultanément accessibles :

$$\forall E_i \forall i \forall j \forall k (T_{ij} \bullet T_{ik}) \equiv 0 \text{ si } i \neq j$$

- complétude \Rightarrow Il y a toujours une transition de sortie qui est vraie :

$$\forall E_i \forall i \sum j = 0(T_{ij}) = 1$$

Nb : Les états sont étiquetés en fonction de fonction booléenne de l'expression de la valeur de sortie

3.3 ETAPE C

Choix d'un codage des états

3.4 ETAPE D

Traduction du graphe en table de vérité

3.5 ETAPE E

Déterminer les équations booléennes simplifiées.

3.6 ETAPE F

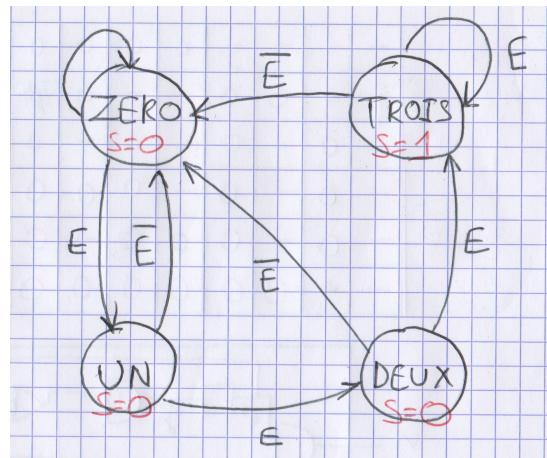
Traduction en portes logiques

3.7 Exemple : capteur de trois '1' consécutifs, MOORE

Etape A :

- "ZERO", aucun chiffre mémorisé
- "UN", le dernier caractère détecté est 1
- "DEUX", les deux derniers caractères détectés sont '1' et '1'
- "TROIS", les trois derniers caractères détectés sont '1','1' et '1'

Etape B :



Etape C :

	R ₁	R ₀	R ₃	R ₂	R ₁	R ₀
ZERO	0	0	0	0	0	1
UN	0	1	0	0	1	0
DEUX	1	0	0	1	0	0
TROIS	1	1	1	0	0	0

NBC one-hot

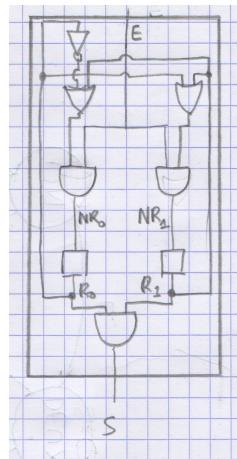
Etape D

R_1	R_0	E	NR_1	NR_0	S
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

Etape E

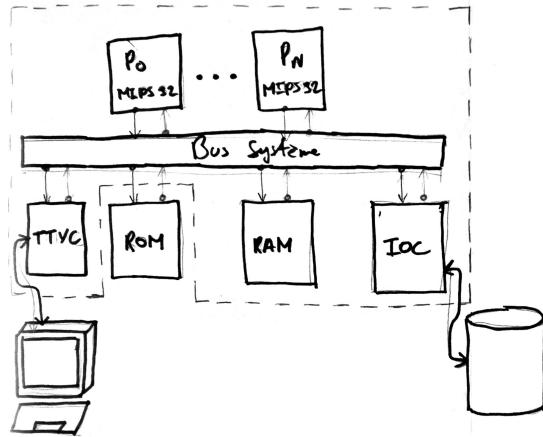
- $S = R_1 \bullet R_0$
- $NR_1 = E \bullet (R_0 + R_1)$
- $NR_1 = E \bullet (\overline{R_0} + R_1)$

Etape F

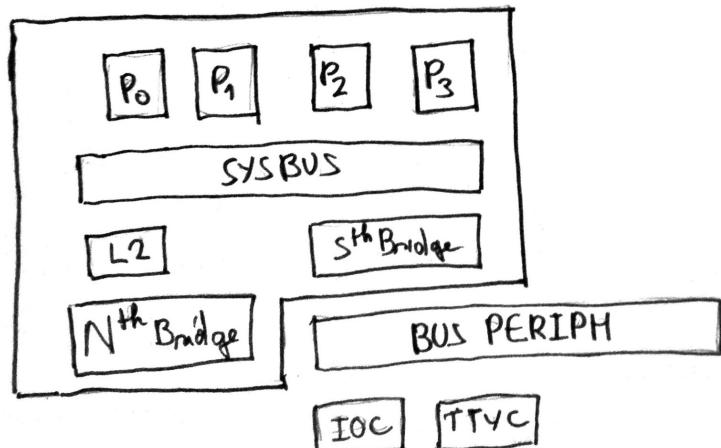


4 Bus Système : Le PIBUS

Le bus permettant d'interconnecter les processeurs avec les autres composants.

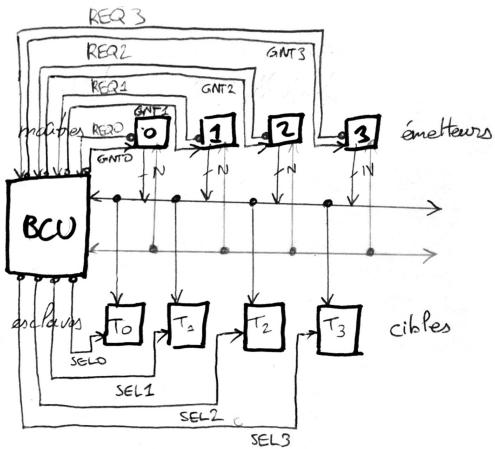


De nos jours, le bus ne se contente plus d'être une simple de fils, il s'agit d'un réseau d'interconnection sur puce. Le bus est devenu un composant crucial des machines.



5 Fonctions d'un bus

1. Acheminement des commandes des maîtres vers les bonnes cibles :
 - routage vers la bonne cible
 - routage vers les différents maîtres
2. Acheminement des réponses des cibles vers le bon maître
 - arbitrage entre les cibles



transaction : paire d'une commande d'un maître et d'une réponse de la cible.
Cela est vrai pour les lectures **et** les écritures, et ce afin de :

- notifier d'éventuelles erreurs, et permettre un débogage plus exhaustif.
- **prévenir de problèmes de synchronisation**

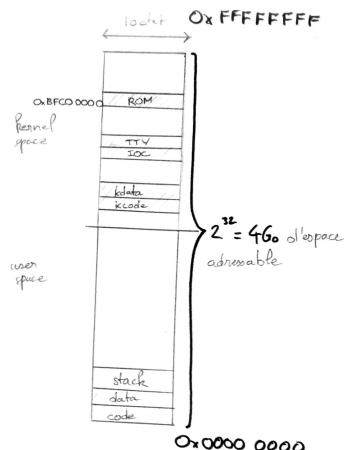
Exemple :

Deux applications multithreadées communiquantes par une case mémoire : système producteur/consommateur. Le producteur doit notifier le consommateur à la fin de sa routine → utilisation d'une deuxième case mémoire de synchronisation.

D'abord produire dans la première case, puis notifier dans la deuxième.

Le bus a pour particularité de ne pouvoir faire qu'une transaction à la fois, cela permet au bus d'uniquement enregistrer l'émetteur pour le routage de la réponse cible.

Pour une définition plus basse, un bus est un signal connecté à plusieurs émetteurs où un et un seul de ces émetteurs est non-bloqué à la fois. On parle d'un **signal bus'é**.



*Le North Bridge fait transiter les données vers la RAM, le South Bridge vers le bus périphérique.
Tous deux sont des contrôleurs sur puce.*