

Complétion des Réseaux de Process Hitting – une Contribution pour le Process Hitting

Soutenance de Master

Xinwei CHAI

École Centrale de Nantes – IRCCyN

le 28 août 2015

Table de Matières

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAJ

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

1 Introduction

2 Process Hitting

3 Complétion

- Accessibilité
- Complétion basée sur le processus (CP)
- Complétion basée sur la séquence stricte (CSS)

RRB : Réseau de Régulation Biologique

Deux sens de la complétion

- Découverte des parties inconnues de RRB
- Enrichissement du Process Hitting

Modèles de RRB

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

- 1 Réseaux booléens [ATH09]
- 2 Modèle de Thomas [Tho78]
- 3 Process Hitting [PCF⁺14, Pau11, PMR12]

Réseaux booléens

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

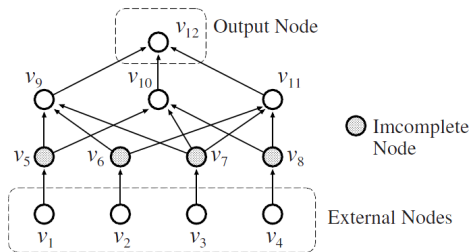
Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)



Un réseau booléen partiel, construit à partir d'expériences, plusieurs exemples sont disponibles :

$\mathbf{e}^i = \{v_1^i, v_2^i, v_3^i, v_4^i, v_{12}^i\}$, $i \in [1; n]$ avec n le nombre total d'expériences, les fonctions booléennes de $v_9 \sim v_{11}$ sont déjà connues, mais il reste à déterminer celles de $v_5 \sim v_8$ pour expliquer les observations de v_{12}

Avantages et défauts des réseaux booléens

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

Un formalisme très concis mais limité :

- seulement deux valeurs par variables
- représentation unique des données statiques

Modèle de Thomas

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAÏ

Introduction

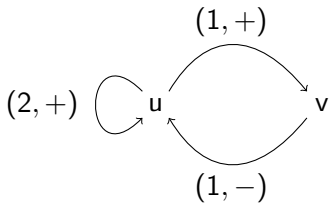
Process
Hitting

Complétion

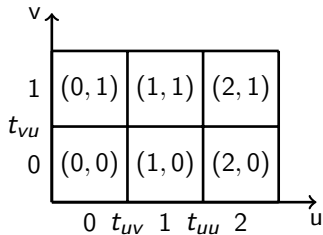
Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)



Graphe de régulation



Espace d'états

Approche synchrone et asynchrone

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

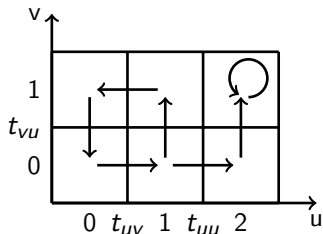
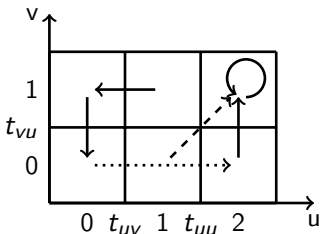
Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)



Les attracteurs $K_{v,\omega_v(q)}$ sont les mêmes mais les chemins peuvent être différents

Avantages et défauts

Approche synchrone :

- Déterministe
- Possibilité de passer plusieurs niveau dans une transition
- Possibilité de changer plusieurs variables dans une seule transition

Approche asynchrone :

- Non-déterministe
- Passage d'un seul niveau dans une transition
- Au plus une seule variable peut changer par transition

Explosion d'espaces d'états

Process Hitting

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

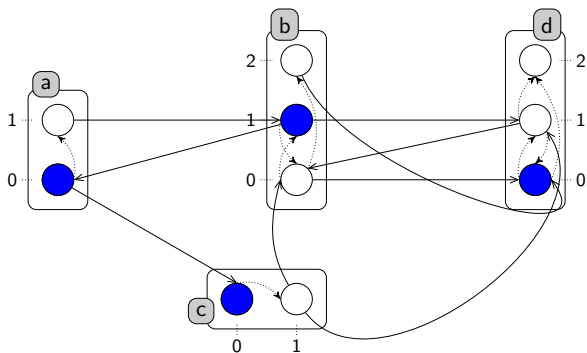
Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)



Exemple de Process Hitting, sorties : a, b, c, d , processus :
 $a_0, a_1, b_0 \dots$, actions : $a_0 \rightarrow c_0 \uparrow c_1, b_1 \rightarrow a_0 \uparrow a_1 \dots$)

Structure abstraite

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X. CHAI

Introduction

Process
Hitting

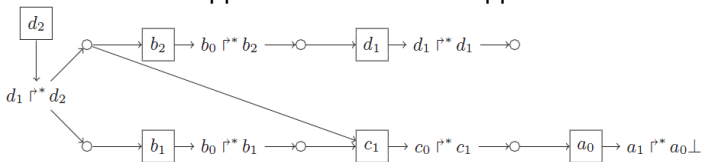
Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

Sur-approximation et sous-approximation



La structure abstraite \mathcal{A}_ζ^ω de l'exemple avec l'objectif $d_1 \uparrow^* d_2$ et le contexte $\langle a_1, b_0, c_0, d_1 \rangle$, cet objectif n'est pas réalisable.

Fonction de l'outil PINT

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAJ

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

| Sur-approximation | Sous-approximation | Accessibilité |
|-------------------|--------------------|---------------|
| vrai | vrai | vrai |
| vrai | faux | inconclusive |
| faux | vrai | N/A |
| faux | faux | faux |

Approches de l'accessibilité & et de la complétion

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

| Méthode | Entrée | Sortie | Calcul |
|---------|-----------|----------------|---------------|
| PINT | processus | non-définitive | non-exhaustif |
| CSS | séquence | définitive | exhaustif |

Résultat de complétion :

$$\begin{cases} PINT + CP & \textit{inaccessible} \rightarrow \textit{inconclusif} / \textit{accessible}^1 \\ CSS & \textit{inaccessible} \rightarrow \textit{accessible}^2 \end{cases}$$

1. CP = Complétion basée sur le processus

2. CSS = Complétion basée sur la séquence stricte

Complétion basée sur le processus (CP)

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

Éléments :

- Process Hitting PH
- processus p (inaccessible)
- ensemble de relations de régulation R

Classement des processus inaccessibles

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAJ

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

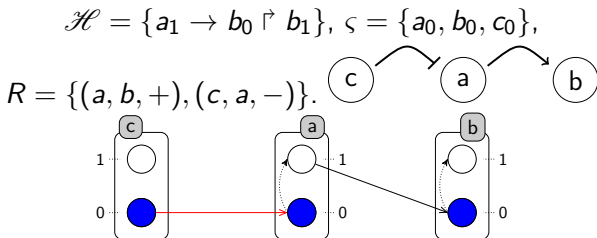
unreachableProcess1 : sans actions liées

$$\{a_i \mid \nexists h = b_k \rightarrow a_j \uparrow a_i\}$$

unreachableProcess2 : avec actions liées

$$\{a_i \mid \exists h = b_k \rightarrow a_j \uparrow a_i\}$$

Exemple



Au début, b_1 n'est pas accessible, comme il a une action liée $a_1 \rightarrow b_0 \uparrow b_1$, b_1 est classé dans `unreachableProcess2`. a_0 est évidemment inaccessible car b_0 est accessible (état initial). Selon $(c, a, -) \in R$, $c_0 \rightarrow a_0 \uparrow a_1$ est rajoutée, alors b_1 devient accessible.

Complétion basée sur la séquence stricte (CSS)

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

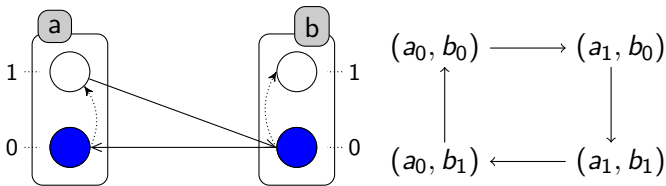
Fonctionnement analogue

Éléments :

- Process Hitting PH
- séquence stricte S
- ensemble de relations de régulation R

Exemple

$\mathcal{H} = \{b_0 \rightarrow a_0 \uparrow a_1, a_1 \rightarrow b_0 \uparrow b_1\}$, le contexte $\varsigma = \{a_0, b_0\}$,
ensemble de relations de régulation $R = \{(a, b, +), (b, a, -)\}$.
Considérons deux séquences strictes $S_1 = a_1 :: b_1 :: a_0 :: b_0$,
 $S_2 = b_1 :: b_0$



Approches de l'accessibilité & et de la complétion

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

| Méthode | Entrée | Sortie | Calcul |
|---------|-----------|----------------|---------------|
| PINT | processus | non-définitive | non-exhaustif |
| CSS | séquence | définitive | exhaustif |

Résultat de complétion :

$$\begin{cases} PINT + CP & \textit{inaccessible} \rightarrow \textit{inconclusif} / \textit{accessible}^3 \\ CSS & \textit{inaccessible} \rightarrow \textit{accessible}^4 \end{cases}$$

3. CP = Complétion basée sur le processus

4. CSS = Complétion basée sur la séquence stricte

Conclusion

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAI

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

- 1 Propriété du Process Hitting[PCF⁺14, Pau11, PMR12]
- 2 Contribution au Process Hitting (cut set[PAK13] & complétion)
- 3 Avantages
 - Données imprécises
 - Complexité réduite
- 4 Défauts
 - Construction de R
 - Sémantiques manquantes

Références I



Tatsuya Akutsu, Takeyuki Tamura, and Katsuhisa Horimoto.

Completing networks using observed data.

In *International Conference on Algorithmic Learning Theory*, pages 126–140. Springer, 2009.



Loïc Paulevé, Geoffroy Andrieux, and Heinz Koepl.

Under-approximating cut sets for reachability in large scale automata networks.

In *International Conference on Computer Aided Verification*, pages 69–84. Springer, 2013.



Loïc Paulevé.

Modélisation, simulation et vérification des grands réseaux de régulation biologique.

PhD thesis, Ecole Centrale de Nantes (ECN), 2011.

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAÏ

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)

Références II

Complétion
des Réseaux
de Process
Hitting – une
Contribution
pour le
Process
Hitting

X.CHAJ

Introduction

Process
Hitting

Complétion

Accessibilité

Complétion basée sur
le processus (CP)

Complétion basée sur
la séquence stricte
(CSS)



Loïc Paulevé, Courtney Chancellor, Maxime Folschette,
Morgan Magnin, and Olivier Roux.

Analyzing large network dynamics with process hitting,
2014.



Loïc Paulevé, Morgan Magnin, and Olivier Roux.

Static analysis of biological regulatory networks dynamics
using abstract interpretation.

Mathematical Structures in Computer Science,
22(4) :651–685, 2012.



René Thomas.

Logical analysis of systems comprising feedback loops.
Journal of Theoretical Biology, 73(4) :631–656, 1978.