

# Substitutivité et Qualité de Service

LIFC

Besançon - Réunion COPS

Février 07

- Introduction. Modélisation.
- Résultats obtenus.
- Perspectives et travail en cours.

## Fonctionnel

**Données** : Deux services  $S_1$  et  $S_2$ .

**Question** :  $S_2$  peut-il faire la même chose que  $S_1$  ?

## Fonctionnel et Qualité

**Données** : Deux services  $S_1$  et  $S_2$ .

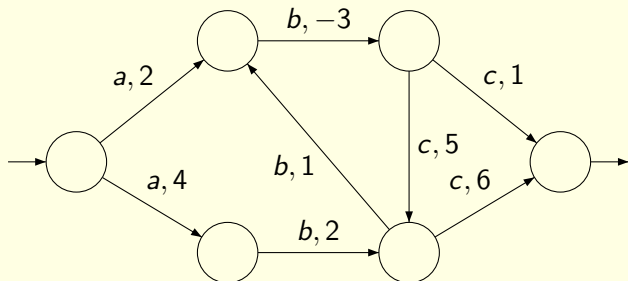
**Question** :  $S_2$  peut-il faire la même chose que  $S_1$  au moins aussi bien (vitesse, coût, etc.) ?

## Fonctionnel et Qualité (forte)

**Données** : Deux services  $S_1$  et  $S_2$ .

**Question** :  $S_2$  peut-il faire la même chose que  $S_1$  et toujours au moins aussi bien (vitesse, coût, etc.) ?

Un automate **pondéré** est un automate fini dans lequel les arêtes ont des coûts.

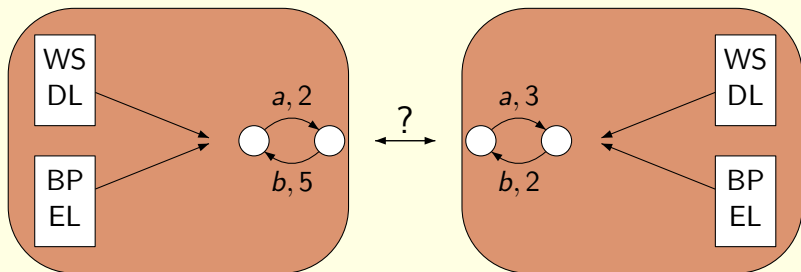


### Résultats connus indécidables

- (1) Existe-t-il un mot dont tous les chemins associés ont un poids négatifs ? [K94]
- (2) Tous les mots reconnus peuvent-ils l'être avec un poids nul ? [??]

### Résultats connus décidables

- (1) Pour les automates déterministes, non-ambiguës, finiment ambiguës. [W94]
- (3) Les chemins réussis ont-ils tous un poids positif [Bellman-Ford] ?



## Substitutivité

Pour tout chemin réussi de  $\mathcal{A}_1$  existe-t-il un chemin réussi de  $\mathcal{A}_2$ , de même étiquette et de poids plus faible ?

## Substitutivité forte

Pour tout chemin réussi  $\pi_1$  de  $\mathcal{A}_1$  existe-t-il un chemin réussi de  $\mathcal{A}_2$ , de même étiquette et, de plus, tout chemin  $\pi_2$  de  $\mathcal{A}_2$  de même étiquette que  $\pi_1$  a-t-il un poids plus faible ?

- Introduction. Modélisation.
- Résultats obtenus.
- Perspectives et travail en cours.

$\mathcal{A}_2$  se substitue fortement à  $\mathcal{A}_1$  ssi (1) tous les chemins réussis de  $\mathcal{A}_1 \times -\mathcal{A}_2$  ont un poids positif et (2) si  $L(\mathcal{A}_1) \subseteq L(\mathcal{A}_2)$ .

(1) se vérifie classiquement en temps polynomial. Pour (2) cela dépend des automates.

	$\mathcal{A}_1$ det.	$\mathcal{A}_1$ non amb.	$\mathcal{A}_1$ f. amb.	$\mathcal{A}_1$ sans rest.
$\mathcal{A}_2$ det.	P	P	P	P
$\mathcal{A}_2$ non amb.	P	P	P	PSPACE
$\mathcal{A}_2$ f. amb.	P	P	P	PSPACE
$\mathcal{A}_2$ sans rest.	PSPACE	PSPACE	PSPACE	PSPACE-complet

Pour la substitutivité faible, on a des résultats similaires.

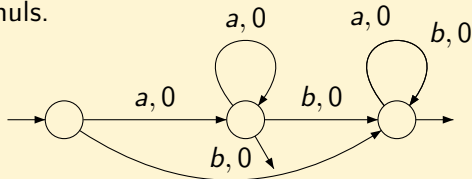
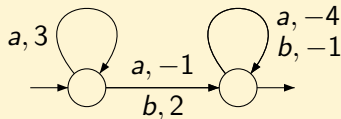
	$\mathcal{A}_1$ det.	$\mathcal{A}_1$ non amb.	$\mathcal{A}_1$ f. amb.	$\mathcal{A}_1$ sans rest.
$\mathcal{A}_2$ det.	P	P	P	P
$\mathcal{A}_2$ non amb.	P	P	P	PSPACE
$\mathcal{A}_2$ f. amb.	P	P	P	PSPACE
$\mathcal{A}_2$ sans rest.	undecidable	undecidable	undecidable	undecidable

## Résultat

Si  $\mathcal{A}_1$  est déterministe et  $\mathcal{A}_2$  sans restriction, on ne peut pas décider si  $\mathcal{A}_2$  se substitue à  $\mathcal{A}_1$ .

## Preuve

$\mathcal{A}_2$  automate pondéré et  $\mathcal{A}_1$  automate déterministe reconnaissant  $L(\mathcal{A}_1)$  et pour lequel tous les poids sont nuls.

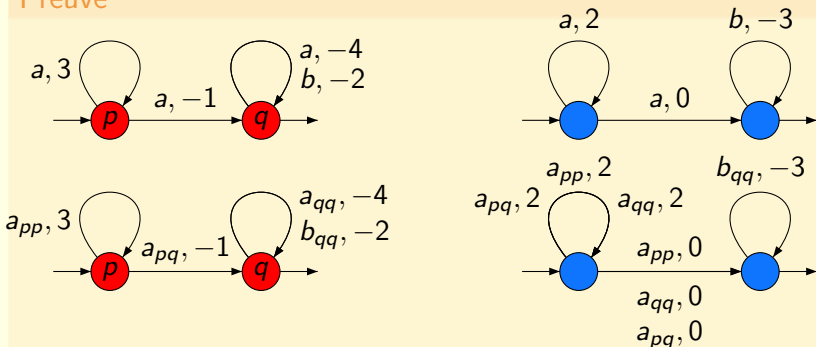


$\mathcal{A}_1$  est substituable par  $\mathcal{A}_2$  ssi tout mot de  $L(\mathcal{A}_1) = L(\mathcal{A}_2)$  peut être reconnu par un chemin de coût positif dans  $\mathcal{A}_2$ . **Indécidable [K94]**.

## Résultat

Si  $\mathcal{A}_2$  est finiment ambiguë, on peut décider en espace polynomial si  $\mathcal{A}_1$  peut être substitué par  $\mathcal{A}_2$ . Si  $\mathcal{A}_1$  est finiment ambiguë aussi, cela peut se décider en temps polynomial.

## Preuve



## Résultat

Si  $\mathcal{A}_2$  est finiment ambiguë, on peut décider en espace polynomial si  $\mathcal{A}_1$  peut être substitué par  $\mathcal{A}_2$ . Si  $\mathcal{A}_1$  est finiment ambiguë aussi, cela peut se décider en temps polynomial.

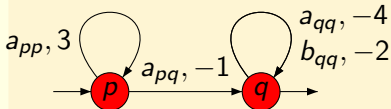
## Preuve

$\mathcal{A}_1$  peut être substitué par  $\mathcal{A}_2$  si et seulement si

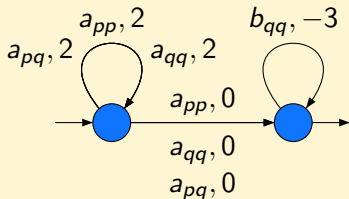
(1)  $L(\mathcal{A}_1) \subseteq L(\mathcal{A}_2)$  et

(2) Tout mot reconnu par  $\mathcal{A}_3 \times -\mathcal{A}_4$  peut l'être par un chemin de poids positif.

Or  $\mathcal{A}_3 \times -\mathcal{A}_4$  est non ambiguë par construction.



...



Chaque lettre a toujours le même poids.

	$\mathcal{A}_1$ det.	$\mathcal{A}_1$ non amb.	$\mathcal{A}_1$ f. amb.	$\mathcal{A}_1$ sans rest.
$\mathcal{A}_2$ det.	P	P	P	P
$\mathcal{A}_2$ non amb.	P	P	P	PSPACE
$\mathcal{A}_2$ f. amb.	P	P	P	PSPACE
$\mathcal{A}_2$ sans rest.	PSPACE	PSPACE	PSPACE	PSPACE-complet

- Introduction. Modélisation.
- Résultats obtenus.
- Perspectives et travail en cours.

- Substitutivité forte décidable
  - ▶ Etendre à aux *Timed Business Protocols* (en cours)
  - ▶ *Contexted Substitutivity*
  - ▶ Etendre aux algèbres de processus ou aux réseaux de Petri.
- Substitutivité faible indécidable
  - ▶ Les automates issus de BPEL ne donnent pas tous les automates non déterministes.
  - ▶ Simulation plutôt qu'équivalence de trace.
  - ▶ Les restrictions décidables s'étendent-elle aux cas ci-dessus ? (en cours)
- Autres propriétés.