

## Chainage avant avec des règles Datalog

### Exercice 1. Chaînage avant

On considère la base de connaissances suivante :

- Règles

$$R1: \text{flat}(x1,y1) \rightarrow \text{sg}(x1,y1)$$

$$R2: \text{up}(x2,y2) \wedge \text{sg}(y2,z2) \wedge \text{up}(t2,z2) \rightarrow \text{sg}(x2,t2)$$

- Faits (où a,b,c,d,e,f,g sont des constantes)

$$\text{flat}(a,b) \text{ flat}(b,c) \text{ flat}(a,c) \quad \text{up}(d,a) \text{ up}(d,b) \text{ up}(e,c) \text{ up}(f,d) \text{ up}(g,e)$$

1) **Saturez** la base de faits avec les règles, en procédant **en largeur** (cf. algorithme FC du cours). A chaque étape, on ne considère que les **nouveaux** homomorphismes. On dit qu'une application de règle est **utile** si elle produit un fait qui n'appartient pas à la base de faits courante.

Étape	Règle applicable	Homomorphisme	Fait produit	Application utile ?
n° étape	n° règle	...	...	oui/non
...	...	...	...	...

2)

- Comment reconnaît-on qu'un homomorphisme est *nouveau* ?
- On dit qu'un **prédicat est intentionnel** s'il apparaît au moins une fois en tête de règle : ici, **sg est un prédicat intentionnel**, et c'est le seul (ceux qui n'apparaissent pas en tête de règle sont dits **extensionnels**). L'ensemble de règles ci-dessus a une particularité : **le corps de chaque règle contient au plus un prédicat intentionnel**. Un tel ensemble de règles **est appelé linéaire**. Comment exploiter le fait qu'un ensemble de règles soit linéaire pour ne calculer que les homomorphismes nouveaux à chaque étape de largeur ?

3)

Soit la requête booléenne  $q() = \{\text{sg}(x,y), \text{up}(y,z), \text{flat}(z,c)\}$  où  $x, y$  et  $z$  sont des variables. La base de connaissances répond-elle positivement à  $q$  ? Justifiez votre réponse en vous basant sur le mécanisme de *chaînage avant*.

## Exercice 2. Graphe de dépendance des règles (complément au cours)

---

On dit qu'une règle R2 **dépend** d'une règle R1 si une application de R1 peut déclencher une nouvelle application de R2, c'est-à-dire s'il *existe* une base de faits F telle que l'application de R1 à F produit une base de faits F' sur laquelle R2 est applicable avec un *nouvel* homomorphisme. Cette définition ne nous donne pas un critère concret pour calculer la dépendance car il y a un nombre infini de bases de faits possibles.

Cet exercice a pour but d'aboutir à un critère concret que l'on peut calculer sur une base de règles indépendamment d'une base de faits particulière.

Un **graphe de dépendance des règles** a pour ensemble de sommets l'ensemble des règles. Il y a un arc de R1 à R2 si R2 dépend de R1 (« il est possible que R1 déclenche R2 »).

- 1) Comment peut-on exploiter le graphe de dépendance des règles à chaque étape du chaînage avant ?
- 2) Supposons que les règles ne comportent pas de constantes. Comment déterminer concrètement si une règle dépend d'une autre ? Montrez que votre critère permet de calculer la relation de dépendance.
- 3) En prenant la définition que vous avez donnée à la question 1, construire le graphe de dépendance des règles suivantes. Les quantificateurs universels sont implicites dans les règles. Les termes de la forme xi, yi et zi sont des variables ; UnionE et France sont des constantes. En italique, on donne une traduction "intuitive" des règles.

R1 :  $\text{Ville}(x1) \wedge \text{Pays}(y1) \wedge \text{FaitPartie}(x1,y1) \wedge \text{LieuObtentionPermis}(z1,x1) \rightarrow \text{PermisValable}(z1,y1)$   
*"Si z1 obtient un permis (de conduire) dans une ville qui fait partie d'un certain pays, alors le permis de z1 est valable dans ce pays"*

R2 :  $\text{Pays}(x2) \wedge \text{FaitPartie}(x2, \text{UnionE}) \wedge \text{PermisValable}(y2,x2) \rightarrow \text{PermisValable}(y2,\text{France})$   
*"Les permis valables dans un pays de l'Union Européenne sont valables en France"*

R3 :  $\text{PermisValable}(x3,y3) \rightarrow \text{PeutConduire}(x3,y3)$   
*"Si on a un permis valable pour un certain lieu, on peut conduire dans ce lieu"*

R4 :  $\text{FaitPartie}(x4,y4) \wedge \text{FaitPartie}(y4,z4) \rightarrow \text{FaitPartie}(x4,z4)$   
*"La relation FaitPartie est transitive"*

Analyser le graphe obtenu et affiner la définition de votre critère de dépendance.

- 4) Insérer dans le graphe les faits suivants vus comme des règles à corps vide, et illustrer l'intérêt du graphe de dépendance des règles en l'utilisant dans le mécanisme de chaînage avant.

F1 :  $\text{Ville}(\text{Copenhague})$

F2 :  $\text{Pays}(\text{Danemark})$

F3 :  $\text{FaitPartie}(\text{Copenhague}, \text{Danemark})$

F4 :  $\text{FaitPartie}(\text{Danemark}, \text{UnionE})$

F5 :  $\text{LieuObtentionPermis}(\text{Ingrid}, \text{Copenhague})$

F6 :  $\text{Pays}(\text{France})$

F7 :  $\text{FaitPartie}(\text{France}, \text{UnionE})$