

TD5 : Systèmes à base de règles d'ordre 1

Exercice 1. Chaînage avant avec des règles d'ordre 1 (extrait examen 2013/14)

On considère la base de connaissances suivante :

- Règles (les quantificateurs universels sont implicites)

$$R1 : r(x1,y1,z1) \wedge p(x1,y1) \rightarrow p(y1,z1)$$

$$R2 : p(x2,y2) \wedge p(y2, z2) \rightarrow p(x2,z2)$$

- Faits $r(a,b,c) \ r(b,b,c) \ r(b,c,d)$
 $p(a,b) \ p(c,d) \ p(e,f) \ p(e,e)$

Saturer la base de faits avec les règles, en procédant en largeur (à chaque étape, calcul de tous les nouveaux homomorphismes des hypothèses de règles dans la base de faits courante, puis application des règles selon ces homomorphismes avant de passer à l'étape suivante). Présenter les résultats selon le format suivant :

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

[Question subsidiaire : préciser ce qu'est un **nouvel** homomorphisme. Comment reconnaît-on un nouvel homomorphisme ?]

Exercice 2 : " West est-il un criminel ? "

Exemple tiré de "AI, a modern approach"

"La loi dit que c'est un crime pour un américain de vendre des armes à des pays hostiles. Le pays Nono, un ennemi de l'Amérique, a des missiles, et tous ces missiles lui ont été vendus par le colonel West, qui est un américain."

Modéliser ce texte sous forme de règles positives ("clauses définies"), en vous aidant du squelette suivant :

- Si un américain vend une arme à un pays hostile alors c'est un criminel
- Nono possède un missile M1 (on donne un nom au missile, pour remplacer "il existe un missile" ou "il existe des missiles" par "le missile M1" représentatif de l'ensemble des missiles)
- Nono est un ennemi de l'Amérique
- Tous les missiles que possède Nono lui ont été vendus par West.
- West est un américain

Intuitivement, on conclut de ce texte que West est un criminel. Cependant, avec les faits et règles correspondant au squelette ci-dessus, on n'arrive pas forcément à cette conclusion, car certaines connaissances qui seraient nécessaires sont *implicites* dans le texte. Expliciter ces connaissances en ajoutant de nouvelles règles ou nouveaux faits.

Par quelle suite d'applications de règles pouvez-vous inférer que West est un criminel ?

Exercice 3. Chaînage arrière

Dérouler l'algorithme de marche arrière vu en cours sur la base de connaissances construite à l'exercice précédent, avec la question "West est-il un criminel?"

Exercice 4. Graphe de dépendance des règles

Rappel : 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 BF telle que l'application de R1 à BF produit une base de faits BF' sur laquelle R2 est applicable avec un nouvel homomorphisme.

1) Etant données deux règles R1 et R2, comment déterminer si R2 dépend de R1 ?

2) 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"

3) Insérer dans le graphe les faits suivants vus comme des règles à hypothèse 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 : $\text{FaitPartie}(\text{France}, \text{UnionE})$

Exercice 5. Graphe de dépendance des règles

(extrait examen 2011/12)

On considère les 4 règles suivantes, dans lesquelles les majuscules désignent des constantes :

R1 : $q(x,x) \wedge p(B,x) \rightarrow p(x,A)$

R2 : $p(x,B) \wedge p(y,C) \rightarrow r(x, y, A, x)$

R3 : $r(B,x,x,y) \rightarrow q(x,y)$

R4 : $p(x,y) \wedge p(y,z) \rightarrow q(B,C)$

Dessiner le graphe de dépendance des règles, avec la convention suivante : un arc de Ri vers Rj signifie que Rj dépend de Ri ("Ri peut déclencher Rj").