

TD6 : Systèmes à base de règles d'ordre 1 (suite)

Exercice 1. Algorithmes de recherche d'homomorphismes

En vous basant sur l'algorithme ci-dessous qui calcule toutes les solutions à un réseau de contraintes, écrire un algorithme qui effectue la tâche suivante : étant donnés deux ensembles d'atomes Q et F, calculer tous les homomorphismes de Q dans F.

ALGORITHME DE BACKTRACK (CALCUL DE TOUTES LES SOLUTIONS)

Fonction **searchAllSolutions()** : Ensemble d'Assignment

// retourne l'ensemble des solutions

Début

Prétraitements;

solutions → vide // ensemble de solutions

backtrackAll(solutions, {}) // alimente solutions

Retourner solutions

Fin

TP:

- attributs :
- assignation courante
- ens. solutions

TP: donc backtrackAll()

Fonction **backtrackAll**(Ens d'Assignment solutions, Assignment a)

// met dans solutions les solutions étendant a

Début

si $|a| = |X|$ alors ajouter a à solutions;

TP: penser à cloner a

sinon

x ← ChoixVariableNonAssignée(a);

TP: idem précédemment
pour la gestion de
l'assignation courante

pour tout $v \in \text{Domaine}(x)$ faire

si Consistant($a \cup \{(x, v)\}$) alors **backtrackAll(solutions, $a \cup \{(x, v)\}$)**

Fin

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 d'une base de connaissances composée de règles positives ("clauses définies") et de faits, 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.

- 1- Par quelle suite d'applications de règles pouvez-vous inférer que West est un criminel ?
- 2- 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 3. Graphe de dépendance des règles

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 BF telle que l'application de R1 à BF produit une base de faits BF' sur laquelle R2 est applicable avec un nouvel homomorphisme. Cette définition ne nous donne pas un critère concret pour calculer la dépendance car on ne peut pas considérer toutes les bases de faits. Cet exercice vise à aboutir à un critère concret que l'on peut calculer sur une base de règles indépendamment d'une base de faits particulière (cf. également le cours).

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 ? Montrer que votre critère permet de calculer exactement 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 : $Ville(x1) \wedge Pays(y1) \wedge FaitPartie(x1,y1) \wedge LieuObtentionPermis(z1,x1) \rightarrow PermisValable(z1,y1)$

"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 : $Pays(x2) \wedge FaitPartie(x2, UnionE) \wedge PermisValable(y2,x2) \rightarrow PermisValable(y2, France)$

"Les permis valables dans un pays de l'Union Européenne sont valables en France"

R3 : $PermisValable(x3,y3) \rightarrow PeutConduire(x3,y3)$

"Si on a un permis valable pour un certain lieu, on peut conduire dans ce lieu"

R4 : $FaitPartie(x4,y4) \wedge FaitPartie(y4,z4) \rightarrow FaitPartie(x4,z4)$

"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 hypothèse vide, et illustrer l'intérêt du graphe de dépendance des règles en l'utilisant dans le mécanisme de chaînage avant.

F1 : $Ville(Copenhague)$

F2 : $Pays(Danemark)$

F3 : $FaitPartie(Copenhague, Danemark)$

F4 : $FaitPartie(Danemark, UnionE)$

F5 : $LieuObtentionPermis(Ingrid, Copenhague)$

F6 : $Pays(France)$

F7 : $FaitPartie(France, UnionE)$