

DIC9150 Concepts fondamentaux de l'informatique cognitive

Satisfaction de contraintes II (*Constraint Satisfaction Problem, CSP*)

Roger Villemaire

Département d'informatique
UQAM

26 septembre 2023



© 2016-2023 Roger Villemaire, villemaire.roger@uqam.ca

Creative Commons Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 3.0 non transcrit.

Plan

- 1 Autres méthodes
- 2 Recherche Locale

Méthodes de résolution de contraintes

- En principe, n'importe quelle méthode de résolution de contraintes pourrait être utilisée en IA,
- mais les applications cognitives nécessitent des méthodes ayant les caractéristiques suivantes :
 - efficace sur des problèmes de tailles réelles,
 - applicable à des problèmes très variés et non-déterminés *a priori*.
- Nous allons maintenant voir une autre méthode largement utilisée.

Recherche Locale (Local Search, SLS)

- Choisir, au hasard, une valeur de son domaine pour *chacune des variables*,
- si toutes les contraintes sont satisfaites, une solution est trouvée et l'algorithme s'arrête,
- sinon, changer la valeur *d'une seule variable* de façon à diminuer le plus possible le nombre de contraintes violées (vorace *greedy*),
- s'arrêter si aucun changement de valeur d'une variable ne permet de diminuer le nombre de contraintes violées ou lorsqu'un nombre déterminé d'avance d'itérations ont été effectuées. (recherche locale)
- *Variante : Lorsque l'algorithme s'arrête, si le résultat est trop décevant, on peut recommencer pour tenter d'obtenir une meilleure solution.*

Complétude

- Avec l'inférence et la recherche toutes les valeurs possibles pour les variables seront tentées.
 - Cette méthode est donc complète : s'il y a une solution, elle sera trouvée (s'il y a suffisamment de temps !) et s'il n'y en a pas, l'algorithme s'arrêtera après avoir exploré toutes les possibilités et pourra donc conclure correctement à l'absence de solution.
- Dans le cas de la Recherche Locale, l'arrêt se produit lorsqu'on ne peut plus améliorer la solution par le changement de valeur d'une seule variable (ou qu'on a dépassé le nombre d'itérations prévues).
 - Il se peut très bien que l'on n'ait pas trouvé de solution alors qu'il y en avait une ! La recherche est tout simplement coincée dans un *minimum local*.

Heuristiques pour échapper aux minimums locaux

- Beaucoup de méthodes (heuristiques) ont été développées pour tenter d'échapper d'un minimum local.
- Il s'agit en général d'ajouter un aspect probabiliste (Recherche Locale Stochastique) dans le choix de la variable et de sa valeur.
- Nous n'irons pas en détail dans le fonctionnement de ces méthodes, mais on peut mentionner la plus connue : le Recuit Simulé (Simulated Annealing).
 - changer la valeur d'une seule variable de façon à diminuer le plus possible le nombre de contraintes violées, si possible,
 - sinon, avec une probabilité p changer une valeur au hasard,
 - diminuer la probabilité p au cours de l'exécution.

Conclusion

- L'approche par résolution de contraintes procède par
 - la représentation du problème cognitif par un ensemble de variables et de contraintes entre les valeurs de ces variables,
 - l'usage d'une méthode efficace pour trouver une solution.
- L'efficacité des différentes méthodes dépend largement de la taille et du type de problème.
- Il est nécessaire d'expérimenter avec différentes représentations et différentes méthodes de résolution pour voir celles qui sont adéquates pour le problème considéré.
- Pour aller plus loin :
 - **DIC938N** *Programmation par contraintes* à l'H24 !