

Une méthode dynamique de parcours d'arbre de recherche : Dynamic Cooperative Search

B. Bontoux¹, D. Feillet¹, et C. Artigues²

¹ Laboratoire d'Informatique d'Avignon, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse,
339 chemin des Meinajaries, Agroparc B.P. 1228, F-84911 Avignon Cedex 9

`boris.bontoux@univ-avignon.fr`

`dominique.feillet@univ-avignon.fr`

² LAAS CNRS,

7 avenue du Colonel Roche - 31077 Toulouse Cedex 4

`artigues@laas.fr`

Résumé Dans cette présentation, nous nous intéressons aux méthodes de résolution de type énumératif (comme le Branch and Bound) pour les problèmes d'optimisation combinatoire. Nous introduisons une nouvelle approche pour la gestion des décisions de branchement, que nous appelons Dynamic Cooperative Search (DCS). Cette méthode définit de manière dynamique des règles de priorité pour la sélection des variables et des valeurs sur lesquelles brancher. Ces règles sont conçues dans une optique de généralité, de manière à pouvoir utiliser la méthode indépendamment du problème traité. Le principe général est de tenir compte par une technique d'apprentissage de l'impact qu'ont eu les décisions de branchement dans les parties déjà explorées de l'arbre.

La plupart des méthodes de résolution exacte utilisées en optimisation combinatoire s'appuient sur une énumération intelligente des solutions (Branch and Bound, Programmation par contraintes, Programmation dynamique, ...). Cette énumération revient à la construction d'un arbre de recherche, au cours de laquelle la création d'un fils correspond à une prise de décision : typiquement fixer une valeur à une variable. Dans de nombreux cas, la politique de branchement, c'est-à-dire la stratégie de sélection des variables et des valeurs, peut avoir une influence importante dans l'efficacité de la méthode. C'est notamment le cas lorsque la stratégie permet d'obtenir rapidement des solutions de bonne qualité. Dans ce dernier cas, un avantage complémentaire est de pouvoir utiliser la méthode énumérative avec un temps de calcul limité, comme la pratique l'impose souvent.

La méthode Dynamic Cooperative Search (DCS) est conçue dans l'objectif de diriger la recherche vers les parties de l'espace des solutions contenant les meilleures solutions. L'idée d'accélérer l'exploration de l'arbre de recherche n'est pas nouvelle. Plusieurs techniques ont été proposées en ce sens ces dernières années, la plupart étant basées sur un parcours réduit de l'arbre de recherche déterminé par des heuristiques, comme Beam Search ([1]), Limited Discrepancy Search ([2]), Minimal Discrepancy Search ([4]) ou encore Branch-and-Greed ([3]). Ces méthodes, bien que pouvant s'avérer très efficaces, ont l'inconvénient de dépendre de critères heuristiques, liés au problème étudié. Le principe de la méthode DCS est assez général et relativement indépendant du problème traité.

La méthode DCS se greffe sur un parcours en profondeur et définit à chaque nœud de l'arbre des règles de priorité pour la sélection de la variable sur laquelle brancher et pour l'ordre dans lequel les différentes valeurs possibles pour la variable sont explorées. Ces ordres sont déduits des caractéristiques des sous-arbres obtenus jusque-là lors de branchements concernant la même variable. Ainsi, lors de l'exploration, à chaque fermeture de sous-arbre (c'est-à-dire lorsque la branche issue de la dernière valeur d'une variable vient d'être explorée), le poids de la variable et l'ordre des valeurs pour cette variable sont mis à jour. Ces mises à jour peuvent dépendre de différents critères : qualité de la meilleure solution trouvée dans le sous-arbre considéré, nombre de coupes effectuées (dans le cas d'un Branch and Bound), moyenne des solutions, ...

Des résultats préliminaires de la méthode appliquée à la résolution du Problème du Voyageur de Commerce, montrent une réduction significative de la taille de l'arbre recherche ainsi que du temps mis à l'obtention de la solution optimale, par rapport à une méthode de type Branch and Bound classique. Malgré tout, sans surprise, les résultats montrent également

qu'une stratégie de branchement basée sur un critère heuristique de type plus proche voisin dans l'exploration de l'arbre de recherche reste plus efficace. En effet, une telle heuristique s'avère de très bonne qualité pour ce problème en particulier.

A ce stade, les perspectives sont nombreuses, comme l'application de stratégie de mises à jour plus avancées ou l'utilisation de la méthode dans le cadre de problèmes de satisfaction de contraintes.

Références

1. P. S. Ow, T. E. Morton. Filtered beam search in scheduling. *International Journal of Production Research*, 26, 35-62, (1988).
2. W.D. Harvey and M.L. Ginsberg. Limited discrepancy search. In *Proceedings of IJCAI95*, 607-613. (1995).
3. F. Sourd, P. Chretienne. Fiber-to-Object Assignment Heuristics, *European Journal of Operations Research*, 117, (1999).
4. W. Karoui , M.J. Huguet , P. Lopez , W.Naanaa. MDS : a learning method based on discrepancies and propagations. *Rapport LAAS N°06093*, (2006).