

Des marches aléatoires efficaces pour naviguer dans les espaces de recherche

Sara Tari, Matthieu Basseur, Adrien Goëffon

Laboratoire d'Étude et de Recherche en Informatique d'Angers
UFR sciences, 2 boulevard Lavoisier 49045 Angers cedex 01
{tari, basseur, goeffon}@info.univ-angers.fr

Mots-clés : *recherche locale, marche aléatoire, voisinage, paysages NK.*

1 Une recherche locale basée sur la marche aléatoire

L'efficacité pratique d'une métaheuristique pour la résolution approchée d'un problème d'optimisation combinatoire est en grande partie régie par la gestion de son équilibre entre l'intensification de la recherche dans les zones prometteuses de l'espace des solutions, et une exploration suffisamment diversifiée de cet espace. Le grand nombre de stratégies mises au point pour échapper aux optimums locaux déjà explorés, pour s'adapter à différents types d'instances de problèmes, ou pour baser la conception sur de nouvelles métaphores, ont tendance à complexifier l'usage des métaheuristicues — en particulier concernant la gestion de nombreux paramètres. Dans nos travaux focalisés sur les mécanismes de recherche locale, nous visons une meilleure compréhension des effets des stratégies de voisinage simples sur les trajectoires des recherches et leur capacité à atteindre de bonnes solutions.

Dans une précédente étude [3], nous avons souligné qu'il est pertinent d'assouplir les règles d'acceptation de solutions voisines malgré la potentialité d'appliquer des mouvements détériorants ; principe également étayé par l'efficacité du recuit simulé sur de très nombreux types de problèmes. En développant les différentes règles de navigation, nous nous intéressons ici à des recherches davantage stochastiques qui réduisent l'effort exploratoire des voisinages et augmentent la fréquence des pas de recherche. Ce modèle de recherche forçant davantage le mouvement, déjà évoqué dans [1], apparaît comme particulièrement efficace au regard des stratégies classiques de recherche locale.

Nous menons ici une étude expérimentale de cette stratégie de recherche locale à mi-chemin entre une marche aléatoire et une descente classique. Cette étude est conduite en utilisant majoritairement les paysages de fitness NK comme modèle d'instances de problèmes.

2 Comparaison expérimentale

L'étude se porte ici sur ID_{walk} , un algorithme de recherche locale proposé dans [1], ainsi qu'un mécanisme très proche appelé ici Walk.

À chaque pas de recherche, ID_{walk} évalue au plus k voisins ; lorsqu'un voisin est évalué, il est directement accepté s'il est meilleur que la solution courante. Si aucun voisin n'est améliorant alors l'un des k voisins évalués devient la solution courante. Le voisin choisi parmi les k voisins dépend de la variante d' ID_{walk} utilisée (*any* ou *best*). Avec ID_{any} un voisin est aléatoirement sélectionné parmi les k évalués, tandis qu'avec ID_{best} le meilleur voisin parmi les k évalués est sélectionné. À la fin de la recherche, l'algorithme retourne la meilleure solution rencontrée au cours de la marche.

La marche dénotée simplement Walk que nous avons mise au point à la lumière de précédents travaux, ne tient pas compte de la qualité de la solution courante pour déterminer le voisin à

sélectionner. Cette méthode consiste simplement à sélectionner le meilleur parmi exactement k voisins évalués à chaque pas de la recherche.

Ces trois méthodes ont l'avantage de posséder peu de paramètres (la taille maximale k du voisinage et une condition d'arrêt final). k correspond naturellement à l'équilibre que l'on souhaite obtenir entre diversification (valeur faible) et intensification (valeur élevée) de la recherche. Si $k = 1$, il s'agit d'une marche aléatoire ; si k est égal à la taille du voisinage, il s'agit d'une descente de type premier ou meilleur améliorant, en fonction de la version considérée.

Nous confrontons ici ces différentes recherches avec une recherche tabou et une recherche locale itérée utilisant un algorithme de descente de type premier améliorant. Bien que chaque méthode ait été testée avec différents paramétrages, nous reportons ici uniquement les meilleurs résultats pour chaque méthode. Pour chaque couple (instance, méthode), 100 recherches ont été conduites à partir du même ensemble de 100 solutions initiales. Les résultats reportés sont des moyennes obtenues à partir de 100 exécutions sur un paramétrage unique, avec une limite d'un million de solutions évaluées.

(N, K)	Walk	ID _{best}	ID _{any}	Tabou	ILS
(128,2)	.7414	.7411	.7385	.7368	.7390
(128,8)	.7843	.7836	.7837	.7832	.7788
(256,2)	.7430	.7424	.7377	.7248	.7379
(256,8)	.7819	.7800	.7769	.7761	.7760

TAB. 1 – Moyenne des solutions obtenues pour chaque couple (instance, méthode) au bout d'un million d'évaluations sur des paysages NK. La taille des paysages est 2^N , et leur degré d'épistasie K/N .

Les résultats (Tab. 1) indiquent que Walk est légèrement plus performant que ID_{best} ; ces deux stratégies obtiennent des résultats sensiblement meilleurs que les autres méthodes. Dès quelques milliers d'évaluations (ce qui est très peu), Walk et ID_{best} dominent déjà les autres méthodes ; ces deux marches semblent nécessiter un paramétrage similaire pour obtenir des résultats optimaux. De plus, k n'a pas besoin d'être réglé finement pour que les marches soient efficaces. Une étude similaire a été conduite sur des problèmes à base de permutation en utilisant des instances de problème d'assignement quadratique (QAP) et de Flowshop.

Références

- [1] Bertrand Neveu, Gilles Trombettoni, Fred Glover. Id walk : A candidate list strategy with a simple diversification device. *International conference on principles and practice of constraint programming*, 423–437, 2004.
- [2] Stuart Kauffman, Edward Weinberger. The NK model of rugged fitness landscapes and its application to maturation of the immune response *Journal of theoretical biology*, 140, 211–245, 1989
- [3] Matthieu Basseur, Adrien Goëffon, Hugo Traverson. Exploring non-neutral Landscapes with neutrality-based Local Search *International Conference on Learning and Intelligent Optimization*, 165–169, 2015