

Un framework multi-agent pour algorithmes génétiques coévolutionnaires distribués

Grégoire Danoy, Pascal Bouvry

Université du Luxembourg,
Faculté des Sciences, de la Technologie et de la Communication,
6 rue R. Coudenhove-Kalergi, L-1359 Luxembourg
{gregoire.danoy, pascal.bouvry}@uni.lu

Un nouveau framework multi-agent pour l'optimisation évolutionnaire a été développé. Ce framework est basé sur un algorithme génétique compétitif coévolutionnaire nommé LCGA (Loosely Coupled Genetic Algorithm) [1]. Les avantages de notre solution ont été démontrés à travers l'étude d'un problème concret d'optimisation : ICP (Inventory Control Parameter) optimization.

Le concept de coévolution provient d'observations de la nature qui ont démontré que faire coévoluer un nombre d'espèces, définies en tant que collection d'individus appartenant au même phénotype, est plus réaliste que faire évoluer une population unique (globale ou distribuée) contenant les représentants d'une seule espèce. Les individus d'une sous-population représentent alors une partie spécifique de la solution globale au lieu de la représenter dans sa totalité. Nos travaux nous ont conduit à comparer deux algorithmes génétiques coévolutionnaires, une version coopérative, le Cooperative Coevolutionary GA (CCGA) [2], et le LCGA qui au contraire est un algorithme coévolutionnaire compétitif. LCGA est un algorithme coévolutionnaire distribué explorant un paradigme de coévolution compétitive provenant des modèles non-coopératif de la théorie des jeux. Un problème est tout d'abord analysé en fonction de sa possible décomposition et des relations entre ses sous-composants, le tout exprimé par un graphe de communication G_{com} appelé graphe d'interaction. L'objectif est alors de minimiser les communications entre les joueurs tout en s'assurant que si tous atteignent un optimum local (étant un équilibre de Nash), cela mènera toujours à l'optimum global pour la fonction initiale. Dans CCGA, chacune des N variables x_i du problème d'optimisation est considérée en tant qu'espèce avec sa propre structure de chromosome, une sous-population étant créée pour chaque variable. Afin d'évaluer la fonction de fitness d'un individu, il est nécessaire de communiquer avec les individus sélectionnés de toutes les autres sous-populations. Le graphe d'interaction est donc dans ce cas complet.

Le problème d'optimisation de gestion de stock est décrit en détail dans [3], où Eriksson y démontre les meilleures performances du CCGA comparé à un algorithme génétique standard (SGA). L'objectif est de définir, pour chaque type de produit présent dans le stock, le couple considéré comme fixe Order Point/Order Quantity (quand et combien commander), afin de minimiser le coût total lié à la gestion du stock. Ce coût est la somme de différents coûts incrémentés lors

de chaque transaction (lost sales costs, transportation costs, storage space costs and order costs).

Notre framework multi-agent a tout d'abord été évalué à l'aide de la fonction test de Rosenbrock, vérifiant ainsi la meilleure performance de notre LCGA comparé à celle d'un SGA (cf. figure 1). La suite des travaux a consisté à évaluer la performance de notre algorithme sur le problème ICP face au CCGA et au SGA. La figure 2, obtenue avec deux types de produits dans le stock et 360 transactions, est représentative des résultats actuels qui ont démontré la supériorité des deux algorithmes coévolutionnaires sur le SGA. Le LCGA et le CCGA atteignent globalement le même coût, le CCGA convergeant plus vite vers cette valeur. Cependant le LCGA montre de plus grandes possibilités d'adaptation au problème que le CCGA grâce à l'absence de synchronisation globale.

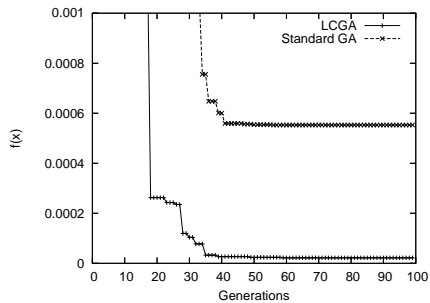


FIG. 1. Rosenbrock ($n=2$)

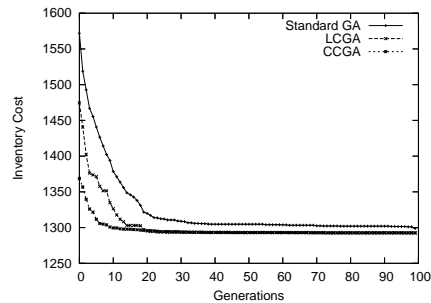


FIG. 2. ICP (2 items, 360 transactions)

Les travaux à venir porteront à court terme sur l'étude de nouvelles modélisations (e.g. agent = stock) puis sur l'applicabilité de notre algorithme à la gestion de problèmes temps réel.

Références

1. F. Serebinski, A.Y. Zomaya, P. Bouvry. Function Optimization with Coevolutionary Algorithms. In International Intelligent Information Processing and Web Mining Conference, published by Springer Verlag in Series on Advances in Soft Computing, June 2003, Zakopane , Poland , ISBN 3-540-00843-8.
2. M. A. Potter and K. De Jong. A Cooperative Coevolutionary Approach to Function Optimization. Proceedings of Parallel Problem Solving from Nature – PPSN III, Berlin, Germany, 1994. Springer-Verlag.
3. R. Eriksson and B. Olsson. Cooperative coevolution in inventory control optimization. Proceedings of the Third International Conference on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms, University of East Anglia, Norwich, UK, 1997. Springer-Verlag.