

Proposition de stage Master 2 recherche

Optimisation multiobjectif interactive basée sur l'analyse par intervalles

Mots-clés : Optimisation interactive, Optimisation globale, Optimisation multiobjectif, Programmation par contraintes, Arithmétique par intervalles, *Branch And Bound*.

1 Introduction – Contexte

Le travail de recherche proposé s'inscrit dans les thématiques de recherche de l'équipe IS3P (Ingénierie des Systèmes, Produits, Performances et Perceptions) de l'IRCCyN¹. Les travaux d'IS3P sont concentrés sur l'ingénierie des produits et des systèmes industriels et notamment sur leur optimisation.

Les approches de résolution des problèmes multiobjectif peuvent être classées en deux catégories : les approches stochastiques (exemple : les algorithmes génétiques [1]) et les approches déterministes [2, 3]. L'optimisation de systèmes réels (complexes ou non) requiert généralement d'utiliser des modèles ayant un nombre de variables et de contraintes nettement supérieurs aux *benchmarks* rencontrés dans la littérature. La nature des modèles sont aussi hétérogènes et peuvent être composés d'équations linéaires ou non, de variables continues ou discrètes. Dans ce contexte, bon nombre d'algorithmes ne permettent pas d'obtenir de "bons" résultats en un temps raisonnable, ce qui est particulièrement le cas des approches déterministes.

La plupart des algorithmes stochastiques peuvent naturellement être arrêtés en cours de fonctionnement, leur critère d'arrêt tient alors compte de l'intervention de l'utilisateur. Cependant ils n'offrent pas les mêmes avantages que les approches basées sur la programmation par contraintes (PPC) : modèles acausaux, calcul d'enveloppes englobantes, etc. Les travaux de l'équipe IS3P se sont donc concentrés sur les approches déterministes basées sur l'arithmétique des intervalles [4] et la programmation par contraintes [5]. Une thèse en cours a permis de définir un premier cadre générique de type *Branch-and-Bound (BaB)* en se basant sur la bibliothèque Realpaver (développée au Lina dans l'équipe OPTI [6]). Dans le cadre des *BaB* utilisés, ce même critère d'arrêt

1. Institut de Recherche en Communications et Cybernétique de Nantes – École Centrales de Nantes, 1 rue de la Noë, 44000 Nantes

peut-être utilisé, mais les stratégies d'exploration classique ne permettent généralement pas d'obtenir des solutions "utiles" à l'utilisateur [7].

2 Problématique

Les algorithmes déterministes d'optimisation globale de type *Branch-and-Bound* consistent à explorer exhaustivement l'espace de recherche afin d'obtenir la totalité des optima globaux du problème. Sur des problèmes de grandes tailles, l'exploration de l'espace de recherche est très coûteuse en temps du fait de cette exploration exhaustive. Adopter une exploration interactive permettrait de limiter les temps de calcul. De plus, dans un contexte d'aide à la décision pour la conception ou le pilotage d'un système, la PPC offrent des pistes intéressantes pour aborder ce problème : calcul d'enveloppes de l'espace de faisabilité, heuristique d'exploration diversifiée, contraintes dynamiques...

Le travail à effectuer devra permettre de répondre à la question suivante : Quelle type d'interactivité et comment la mettre en place au sein d'un algorithme de type *Branch-and-Bound* pour accélérer la résolution sur des problèmes de grande taille ?

Travail à effectuer :

Le travail à effectuer commencera par une étude de l'état de l'art sur les mécanismes de résolution interactive [8, 9]. L'objectif est ensuite d'étudier l'adaptabilité de ce type de mécanismes dans le schéma de résolution *BaB* ou d'en définir de nouveaux, propres au contexte *BaB* (nouvelles heuristiques d'exploration, nouveaux types de contraintes...). Ces travaux devront être implémentés et validés dans la structure existante basée sur la bibliothèque Realpaver.

3 Cadre du stage

Le stage se déroulera au sein de l'équipe IS3P de l'IRCCyN à l'École Centrale de Nantes. Le travail s'effectuera en collaboration avec un doctorant travaillant sur une thèse intitulée : *Modélisation et optimisation globale de systèmes complexes avec intégration de modèles hétérogènes*.

Afin de mener à bien son stage, le candidat devra posséder des compétences en programmation orientée objet (C++), en analyse par intervalles et en programmation par contraintes.

Encadrants :

- Raphaël Chenouard, maître de conférences (IRCCyN - IS3P).
raphael.chenouard@irccyn.ec-nantes.fr / 02 40 37 69 53
- Jad Matar, doctorant (IRCCyN - IS3P).
jad.matar@irccyn.ec-nantes.fr / 02 40 37 69 54

Références

- [1] K. Deb. *Multi-Objective Optimization using Evolutionary Algorithms*. John Wiley & Sons, Chichester, 2001.
- [2] G.R. Ruetsch : *An interval algorithm for multi-objective optimization*. Structural and Multidisciplinary Optimisation 30, 27-37, 2005.
- [3] B.J. Kubica and A. Wozniak. *Interval methods for computing the Pareto-front of a multicriterial problem*. presented at PPAM 2007 Conference, Gdansk, 2007.
- [4] R.E. Moore. *Interval analysis*. Prentice Hall, 1966.
- [5] F. Benhamou and L. Granvilliers. *Continuous and Interval Constraints*. In Handbook of Constraint Programming, pages 571-604, 2006. Elsevier.
- [6] L. Granvilliers and F. Benhamou. *Realpaver : an Interval Solver using Constraint Satisfaction Techniques*. ACM TOMS, 32(1) :138-156, 2006.
- [7] R. Chenouard, A. Goldsztejn and C. Jermann. *Search Strategies for an Anytime Usage of the Branch and Prune Algorithm*. In proceedings of 21th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-09), pages 468-473. Pasadena, California, USA, 2009.
- [8] K. Deb, A. Sinha, P.J. Korhonen, and J. Wallenius *An Interactive Evolutionary Multiobjective Optimization Method Based on Progressively Approximated Value Functions*. IEEE Transactions on evolutionary computation, vol. 14, No. 5, October 2010.
- [9] F. Rossi and A. Sperduti. *Acquiring Both Constraint and Solution Preferences in Interactive Constraint Systems*. Constraints, Volume 9, Number 4, 311-332, 2004.