



Etude des voisinages d'un espace de solutions. Application à l'ordonnancement de tâches dans des cas contraints

Unité de recherche :	Institut FEMTO-ST (Franche-Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique – Sciences et Technologies, UMR CNRS 6174), (https://www.femto-st.fr/fr) équipes DISC/OMNI (Optimisation, Mobility, NetworkIng) et DISC/DEODIS (Design and Evaluation Of DIstributed Systems)
Etablissements :	UTBM (Université de Technologie de Belfort-Montbéliard) UFC (Université de Franche-Comté)
Financement :	contrat doctoral (bourse ministérielle)
Début thèse :	rentrée universitaire 2020
Mots clés:	Ordonnancement, Recherche Opérationnelle.

Environnement de recherche:

Au sein des équipes OMNI et DEODIS du DISC (Département d'Informatique des Systèmes Complexes), le sujet proposé s'inscrit dans le domaine de l'optimisation. Dans ce domaine, nous travaillons notamment en Recherche Opérationnelle, autour des méthodes exactes, des métaheuristiques et de l'optimisation multi-objectifs, avec comme champs d'application privilégié celui de l'ordonnancement.

Contexte

Dans le domaine de l'optimisation combinatoire, les méthodes exactes sont souvent inefficaces dès lors que les instances que l'on cherche à résoudre atteignent une certaine taille, taille parfois même relativement faible au regard de la réalité. Les méthodes approchées, de type heuristiques ou métaheuristiques, parfois hybridées entre elles ou avec des méthodes exactes, cherchent à pallier ce défaut. Elles se basent majoritairement sur une représentation abstraite des solutions sous forme de codage direct ou indirect. L'amélioration d'une solution ou d'un ensemble de solutions en parallèle se fait via des manipulations de ces codages et des algorithmes d'évaluation de la qualité des solutions associées. Le passage d'une solution à une autre peut être effectué par exemple par un ou plusieurs opérateurs simples ou plus complexes. Un opérateur simple peut être l'ajout/retrait d'un élément du codage ou la permutation de deux éléments. Mais même dans ce cas, il n'y a souvent pas de « continuité » entre une solution initiale et la solution issue de sa transformation. Les solutions résultantes peuvent donc être très différentes des solutions « parents », en termes de qualité aussi bien qu'en termes de proximité dans l'espace de recherche. En d'autres termes, cela revient à effectuer des sauts non maîtrisés dans cet espace.

L'ordonnancement de tâches est un sous-domaine de l'optimisation particulièrement concerné par ce problème. Pour de nombreuses instances classiques ou non, il existe tout autant de méthodes de résolution proposées, la plupart du temps dédiées à une classe d'instances donnée. Les chercheurs proposent souvent des algorithmes combinant des méthodes plus ou moins complexes, en s'attachant à ajuster au mieux les paramètres des différentes parties de leur algorithme (génération de la (des)

solution(s) initiale(s), taille de population de solutions, nombre d'itérations...), mais les performances obtenues restent souvent comparables et l'efficacité dépendante de la classe d'instances résolues. Parmi les paramètres reconnus comme essentiels dans la qualité de ce type d'algorithmes, on trouve ainsi le codage des solutions, pourtant peu souvent investigué de manière analytique et scientifique. Le sujet proposé ici souhaite s'intéresser en particulier à cette première étape de représentation des solutions.

Objectifs

L'idée principale de la thèse est d'analyser les caractéristiques des codages de solutions usuellement utilisés en ordonnancement, pour exploiter les propriétés de ces solutions dans des procédures de voisinage (croisement/mutation dans le cas d'algorithmes génétiques ou autre métaheuristiques à base de populations, voisins pour d'autres méthodes reposant sur l'évolution d'une solution unique (ALNS, recherche taboue, recherche/descente à voisinage variable VNS ...)). L'exploitation de ces propriétés doit conduire à la définition d'opérateurs efficaces permettant d'optimiser l'exploration de l'espace de recherche. Le ou les algorithmes développés intégrant ces opérateurs seront validés par comparaison avec ceux de la littérature.

L'application envisagée est un problème d'ordonnancement de type flow shop cyclique et/ou job shop, avec time lags et contraintes de transport, mais d'autres instances pourront être étudiées en fonction des résultats obtenus. La prise en compte d'instances complexes, en particulier avec des durées opératoires soumises à des contraintes de fenêtres temporelles (time lags), ajoute à l'importance de l'analyse envisagée, car au-delà de la recherche de solutions optimales, on est d'abord confronté à la recherche de solutions admissibles dans un espace de solutions très restreint par rapport à l'espace de recherche.

L'analyse des propriétés des solutions via leur codage peut se faire à travers des méthodes d'analyse multi-dimensionnelles et/ou les propriétés du graphe de solution associé.

Références

- [1] Manier, M.-A., and Bloch C., A Classification for Hoist Scheduling Problems, *The International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, Vol. 15, No. 1, pp. 37-55 (january 2003), Kluwer Academic Publishers.
- [2] Manier, M.-A., and Lamrous, S., An evolutionary approach for the design and scheduling of electroplating facilities, *Journal of Mathematical Modelling and Algorithms (JMMA)*, Vol. 7, No2, pp. 197-215 (1 june 2008).
- [3] Zhang, Q., Manier, H., and, Manier, M.-A., A Genetic Algorithm with Tabu search procedure for flexible job shop scheduling with transportation constraints and bounded processing times, *Computers and Operations Research (COR)*, 39 (7), 1713–1723 (2012).
- [4] Zhang, Q., Manier, H., Manier, M.-A., A modified shifting bottleneck heuristic and disjunctive graph for job shop scheduling problems with transportation constraints, *International Journal of Production Research (IJPR)*, Vol. 52, No4, pp. 985-1002 (2014).
- [5] Zhang, Q., Manier, H., Manier, M.-A., and, Bloch, C., Heuristics for Predictive Hoist Scheduling Problems, *European Journal of Industrial Engineering (EJIE)*, Vol. 8, No5, pp. 695-715 (2014)
- [6] Rothlauf, F., 2014. Representations for evolutionary algorithms. In: Proceedings of the Companion Publication of the 2014 Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation. *GECCO Comp '14*. ACM, New York, NY, USA, pp. 323-344.
- [7] Coello Coello, C.A.: Constraint-handling techniques used with evolutionary algorithms. *Conference Companion*. pp. 563-587. *GECCO '16 Companion*, ACM, New York, NY, USA (2016)
- [8] Paraskevopoulos D. C., Laporte G., Repoussis P.P., and C.D. Tarantilis, Resource constrained Routing and scheduling : Review and research prospects, February 2016, *CIRRELT-2016-03*.
- [9] Lei, W., Manier, H., Manier, M.-A., Wang, Xinping. A Hybrid Quantum Evolutionary Algorithm with Improved Decoding Scheme for a Robotic Flowshop Scheduling Problem, *Mathematical Problems in Engineering (MPE)*, Volume 2017 (2017).
- [10] Laajili E., Lamrous S., Manier M.-A. and Nicod J.-M., Collision-Free Based Model for the Cyclic Multi-Hoist Scheduling Problem, *2019 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (IEEE SMC 2019)*.
- [11] Laajili E., Lamrous S., Manier M.-A., and Nicod J.-M. Genetic Algorithm Based Approach for the Multi-Hoist Design and Scheduling Problem, *The 8th International Conference on Industrial Engineering and Systems Management, (IESM 2019)*.

Profil de candidat souhaité

Une base solide en optimisation combinatoire est nécessaire (méthodes de recherche opérationnelle). Une expérience en solveurs comme Cplex, Gurobi... seraient appréciées.

De sérieuses compétences en programmation sont essentielles. En particulier, une bonne pratique du langage orienté objet comme C ++ serait très appréciée, ainsi qu'une solide expérience dans le domaine de l'ordonnancement.

Les candidats doivent aussi posséder un bon niveau en anglais et en français.

Encadrement/contacts : Dr Marie-Ange Manier (HDR) marie-ange.manier@utbm.fr
Dr Julien Bernard julien.bernard@femto-st.fr
Dr Hervé Manier herve.manier@utbm.fr

Date limite de candidature : 29 mai 2020.

Pièces demandées pour une candidature :

- CV du candidat ;
- lettre de motivation du candidat ;
- lettre de l'encadrant de stage de master ou de projet de fin d'étude donnant un avis sur le déroulement du stage ;
- relevés de notes et copie des diplômes, avec :
 - pour les candidats ayant suivis un cursus licence-master :
 - * résultats de licence et master 1 avec classement et taille de la promotion,
 - * résultats obtenus en master 2 avec classement et taille de la promotion ou si le diplôme est en cours les résultats de la partie théorique avec classement ;
 - pour les candidats ayant suivi un cursus hors master, donner les notes et classements des différentes années de formations et de l'année en cours ;
- le niveau d'anglais atteint, ainsi que le niveau de français pour les étudiants étrangers ;
- lettres de recommandation ;
- toute autre information utile, en particulier le détail des unités d'enseignement suivies et des activités -stages ou autres- en lien avec le sujet de la thèse.