AMH: une plate-forme pour le design et le contrôle automatique de métaheuristiques multi-objectif

Aymeric Blot Marie-Éléonore Kessaci-Marmion Laetitia Jourdan

Université de Lille, Inria, CNRS, UMR 9189 – CRIStAL, France
aymeric.blot@inria.fr
laetitia.jourdan@univ-lille1.fr
me.kessaci@univ-lille1.fr

Mots-clés : *métaheuristiques, configuration automatique, optimisation multi-critère.*

1 Motivation

Les métaheuristiques et plus généralement les algorithmes d'approximation possèdent de nombreux paramètres et stratégies pour pouvoir s'adapter à une large gamme de problèmes d'optimisation. Une phase préliminaire de *configuration automatique* est de plus en plus fréquemment effectuée pour déterminer les valeurs des paramètres les plus prometteuses afin d'optimiser les performances de l'algorithme sur un problème donné. En revanche, la modification de l'algorithme pendant son exécution via la modification de son paramétrage et des stratégies utilisées permettant théoriquement d'optimiser de manière beaucoup plus significative les performances de l'algorithme est moins utilisée car beaucoup plus complexe. On parle alors d'algorithmes *adaptatifs*, et de *contrôle* de paramètres. Ces problématiques sont importantes dans le domaine de l'optimisation multi-critère.

Dans ce travail, nous proposons une structure généralisée des recherches locales multi-objectif exprimant de nombreux paramètres et stratégies. Cette structure est intégrée dans une nouvelle plate-forme spécifiquement dédiée au design de métaheuristiques, ayant pour but d'une part de faciliter la construction automatique d'algorithmes via un paramétrage donné, et d'autre part de permettre l'ajout de mécanismes de contrôle adaptatifs généraux.

2 Recherches Locales Multi-objectif

Les recherches locales multi-objectif sont basées sur l'optimisation itérative d'un ensemble de solutions, appelé archive, à partir des voisinages de ses solutions. En 2012, Liefooghe *et al.* [3] ont proposé une structure généralisant ces algorithmes (DMLS), où trois étapes sont itérées : (i) la sélection de solutions de l'archive, (ii) l'exploration du voisinage de ces solutions et (iii) l'archivage des nouvelles solutions trouvées. Or, cette généralisation de permet pas d'instancier de récents algorithmes ayant montré leur efficacité [2, 1].

Nous proposons donc avec l'Algorithme 1 de rendre plus flexible la structure des DMLS en modifiant la phase (ii). La fonction peek permet de choisir dans l'ensemble `selection` sélectionné dans la phase (i), une ou plusieurs solutions pour explorer leurs voisinages. Les voisins identifiés peuvent ensuite être insérés, comme dans les DMLS, dans l'ensemble `candidates` contenant les solutions pouvant intégrer l'archive, mais désormais aussi directement dans l'ensemble `selection`. L'ajout d'une référence dans la fonction d'exploration permet également de sélectionner les voisins selon l'archive complète et non plus seulement de la solution courante.

La flexibilité de la structure proposée répond bien aux attentes actuelles des métaheuristiques qui doivent s'adapter facilement à l'instance du problème qu'elles résolvent. L'objectif de cette structure est de pouvoir concevoir des recherches locales efficaces de manière automatique et adaptative et donc qu'elle puisse être implémentée facilement.

Algorithm 1: Structure d'une Recherche Locale Multi-Objectif

```
archive ← initial set;
until termination criterion is met do
    selection ← select(archive) ;                                   /* phase (i) */
    candidates ← ∅;
    while condition or selection ≠ ∅ do                             /* phase (ii) */
        current ← peek(selection);
        neighbours ← exploration(current, reference);
        selection, candidates ←
                    update(selection, candidates, current, neighbours);
    archive ← combine(archive, candidates) ;                        /* phase (iii) */
return archive;
```

3 AMH

Nous avons conçu et développé la plate-forme *Adaptive MetaHeuristics* (AMH) basée sur une description structurelle et fonctionnelle des métaheuristiques. Contrairement aux plate-formes existantes comme ParadisEO [1] ou jMetal [2], l'accent est mis sur la possibilité de modifier l'algorithme dynamiquement pour faciliter la configuration automatique et le contrôle de paramètres.

Les étapes intermédiaires de l'algorithme sont implémentées comme des fonctions élémentaires qui modifient des solutions ou plus généralement des états de l'algorithme. AMH fournit les briques fondamentales comme *if*, *while*, qui elle-mêmes fonctions des états de l'algorithme, permettent de construire le graphe de contrôle de l'algorithme, exprimé ultimement lui aussi comme une simple fonction de l'état initial vers un état final.

La construction du graphe de l'algorithme est faite dynamiquement. Il est très aisé d'adapter la structure et les stratégies utilisées en fonction d'un paramétrage initial donné en argument (pour la configuration automatique), ou encore de modifier la structure ou la composition du graphe d'exécution au cours de l'exécution de l'algorithme (pour le contrôle).

4 Résultats et Conclusion

La structure de recherche locale multi-objectif présentée dans la section 2 a été implémentée avec AMH afin d'en vérifier la flexibilité nécessaire à la configuration automatique et adaptative. Le problème applicatif utilisé est le problème d'ordonnancement classique de flowshop de permutation. Des résultats prometteurs pour la configuration automatique et adaptative de ces algorithmes ont été obtenus et seront présentés lors de la conférence.

Références

[1] Aymeric Blot, Hernán E. Aguirre, Clarisse Dhaenens, Laetitia Jourdan, Marie-Eléonore Marmion, and Kiyoshi Tanaka. Neutral but a winner ! How neutrality helps multiobjective local search algorithms. In *Proceedings of EMO 2015*, pages 34–47, 2015.

[2] Jérémie Dubois-Lacoste, Manuel López-Ibáñez, and Thomas Stützle. Anytime Pareto local search. *European Journal of Operational Research*, 243(2) :369–385, 2015.

[3] Arnaud Liefooghe, Jérémie Humeau, Salma Mesmoudi, Laetitia Jourdan, and El-Ghazali Talbi. On dominance-based multiobjective local search : design, implementation and experimental analysis on scheduling and traveling salesman problems. *JoH*, 18(2) :317–352, 2012.

1. http ://paradiseo.gforge.inria.fr/
2. http ://jmetal.sourceforge.net/