

Une méthode hybride pour la résolution du problème d'ordonnancement de tâches multiprocesseur sur deux processeurs dédiés

Méziane Aïder¹, Fatma Zohra Baatout¹, Mhand Hifi²

¹ LaRoMad, USTHB, Algérie

{m-aider, fbaatout}@usthb.dz

² EPROAD, UPJV, Amiens, France

hifi@u-picardie.fr

Mots-clés : *ordonnancement, heuristique, processeurs dédiés, recherche en avant.*

1 Introduction

Le problème d'ordonnancement de tâches sur deux processeurs dédiés (noté ST2P) est un problème d'optimisation combinatoire NP-difficile (voir Hoogeveen *et al.* [3]), dont l'objectif est d'assigner les tâches disponibles à deux processeurs différents. Le problème étudié est un cas particulier des problèmes d'ordonnancement, qui peut être rencontré dans plusieurs applications réelles, comme la production et le transfert de données (voir Manna *et al.* [6]).

Dans cette étude, nous nous intéressons à l'ordonnancement de tâches sur deux processeurs dédiés, dont l'objectif est de minimiser le "makespan". Le problème étudié est notée par $P2|fix\ j, r_j|C_{\max}$ (voir Graham *et al.* [2]), où N désigne un ensemble de n tâches à exécuter sur deux processeurs dédiés (noté P_1 et P_2), $fix\ j$, désigne l'affectation des tâches j sur les deux processeurs, r_j représente le temps d'arrivée de la tâche j , p_j est la durée d'exécution de la tâche j sans préemption et, C_{\max} représente le critère du makespan à minimiser.

2 Une méthode de résolution réactive

Nous discutons dans cette partie la méthode de la recherche en avant (*Look-ahead*) proposée pour la résolution du problème précédemment défini. Le principe de base s'appuie sur les étapes suivantes :

1. **Solution de départ :** une solution réalisable est construite en faisant appel à un algorithme glouton utilisé pour la résolution d'un problème de type knapsack.
2. **Stratégie d'intensification :** des opérateurs basés sur les 2-opt et 3-opt sont appliqués afin d'intensifier le processus de recherche autour d'une solution courante. Une recherche taboue est aussi appliquée afin d'éviter de cycler sur des solutions visitées auparavant, d'accélérer le processus de recherche et d'améliorer la qualité des solutions obtenues.
3. **Stratégie de diversification :** perturber la solution avec une méthode de destruction, puis de reconstruction.
4. **Stratégie de recherche en avant :** un opérateur de recherche en avant est combiné au "path-relinking" et une recherche gloutonne (voir Laguna *et al.* [5]) afin de proposer une hybridation efficace.

Un tel processus (les étapes de 2 à 4) est répété jusqu'à ce qu'un nombre maximum d'itérations soit atteint. Finalement, la solution finale obtenue par la méthode est retenue comme la meilleure solution pour le ST2P.

3 Partie expérimentale

La méthode proposée dans cette étude (notée Algo) est évaluée sur deux ensembles d'instances de la littérature, où chaque ensemble est composé de cinq groupes (comme suggéré dans [6]). Afin d'évaluer la performance de l'Algo, nous avons comparé les résultats obtenus par cette méthode à ceux produits par l'algorithme génétique (noté GA) proposée dans [4]. Afin d'étendre l'expérimentation et mesurer la qualité des bornes obtenues, nous avons aussi considéré la borne inférieure proposée dans [6] et la méthode de recherche réactive (RSBA) proposée dans [1]. Les résultats obtenus sont représentés par la figure 1, où la mesure considérée pour chacune des méthodes testées est représentée par le rapport d'approximation habituel pour un problème de minimisation. Comme le montre cette figure, nous pouvons constater l'efficacité de la méthode proposée sur l'ensemble des instances testées.

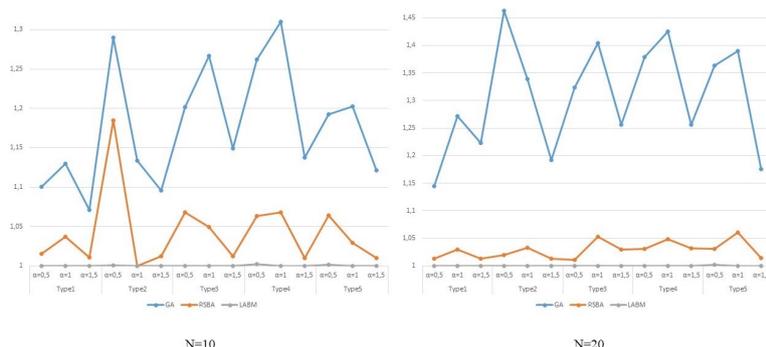


FIG. 1 – Variation des rapports d'approximation expérimentaux des différentes méthodes GA, RSBA et Algo : (i) à gauche de la figure pour $n = 10$ et, (ii) à droite de la figure pour $n = 20$.

4 Conclusion

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la résolution du problème d'ordonnancement de tâches sur deux processeurs dédiés. L'heuristique proposée s'appuie sur la recherche en avant. Elle s'appuie sur les étapes suivantes : (i) construction d'une solution initiale par application d'une procédure gloutonne, (ii) intensifier la recherche autour d'une solution courante par application de certains opérateurs classiques, (iii) diversifier la recherche par une dégradation de la solution courante, et finalement (iv) étendre la recherche par application de la stratégie de la recherche en avant combinée avec le path-relinking. Finalement, dans une partie expérimentale nous avons illustré la qualité des bornes obtenues par la méthode proposée tout en les comparant aux bornes obtenues par deux méthodes de la littérature.

Références

- [1] Aider, M. , Baatout, F.Z., and Hifi, M. (2020). A reactive search-based algorithm for scheduling multiprocessor tasks on two dedicated processors. Proceedings of the IEEE, FedCSIS(ACIS). 21. 257-261.
- [2] Graham, R.L., Lower, E.L, Lenstra, J.K., Rinnoy, A.H.G. Optimization and Approximation in Deterministic Sequencing and Scheduling Theory A Survey. Annals of Discrete Mathematics.V5, p287-326, 1979.
- [3] Hoogeveen, J.A., van de Velde, S.L. and Veltman, B. Complexity of scheduling multiprocessor tasks with prespecified processor allocations, Discrete Applied Mathematics, Vol. 55, 259–272, 1994.
- [4] Kacem, A., Dammak, A. A genetic algorithm to minimize the makespan on two dedicated processors. Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 400–404, 2014.
- [5] Laguna, M., Marti, R. GRASP and path relinking for 2-layer straight line crossing minimization. INFORMS Journal on Computing. 11. 44-52. 1999
- [6] Manaa, A., Chu, C. Scheduling multiprocessor tasks to minimise the makespan on two dedicated processors. European Journal Industrial Engineering, 4(3), 265–279, 2010.