

Approche hybride pour résoudre le problème du Bin Packing

BACHI Yasmine, MIHOUBI LamiaZohra , MOUSSAOUI Meroua,
NOUALI Sarah, SAADI Khaoula

Ecole nationale Supérieure d'Informatique -ESI-Alger

Abstract

L'objectif du problème du bin packing (BPP) est de trouver le nombre minimal de boîtes nécessaire pour ranger un ensemble de n objets ayant des tailles connues, en respectant la capacité de chaque boîte. Ce problème est parmi les problèmes NP-difficile. Dans cet article, on propose un algorithme génétique hybride utilisant le recuit simulé. Les résultats expérimentaux ont montré l'efficacité de notre hybridation dans l'amélioration de la qualité de solution de l'algorithme génétique pour les classes 1 et 2 du benchmark Scholl.

Keywords: Bin packing, hybridation, AG, recuit simulé

1. Introduction

Le problème du bin packing à une dimension (BPP) est défini comme suit, étant donné un nombre illimité de boîtes avec une capacité fixe C , et un ensemble de n objets, chacun ayant un poids spécifique $0 \leq w_i \leq C$, on cherche à ranger les n objets dans un nombre minimal de boîtes, tout en respectant la capacité C .

1.1. Algorithme génétique (AG)

L'algorithme génétique est une heuristique de recherche initialement proposée par Holland [1] qui imite le processus de sélection naturelle. Elle appartient à la plus grande classe d'algorithmes évolutionnaires (EA), qui génèrent des solutions en utilisant des techniques inspirées de l'évolution naturelle, telles que la mutation, la sélection et le croisement.

La figure suivante représente les étapes de fonctionnement de notre AG, avec la spécification des méthodes utilisées pour implémenter chaque étape.

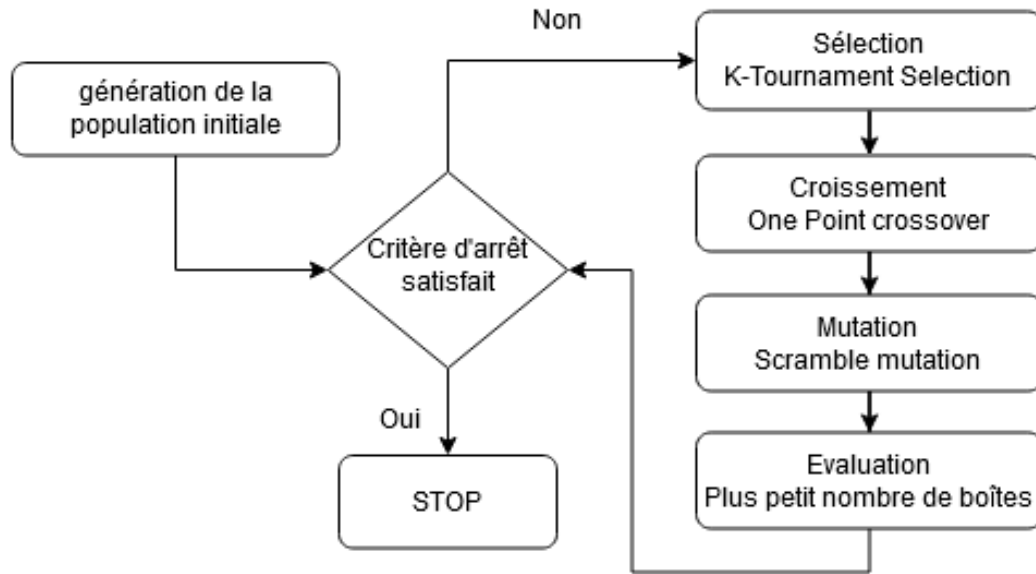


Figure 1: Processus de AG

Les algorithmes génétiques sont connus par leur Rapidité et facilité d'utilisation. En effet, le AG est parmi les métaheuristiques les plus rapides, de plus, si la la représentation vectorielle de l'individu est correcte, nous pouvons trouver une solution sans un travail d'analyse approfondi. Par contre, cette métaheuristique ne trouve pas toujours l'optimum et peut se retrouver avec le problème d'optimum local.

1.2. Le Recuit Simulé (SA)

Le recuit simulé est un algorithme de recherche locale initialement introduit par Kirkpatrick et al [4] qui simule la fusion et le refroidissement dans le traitement des métaux. Le recuit simulé est généralement implémenté pour rechercher une solution optimale sur une petite zone, même s'il est parfois aussi performant que AG dans certains cas [1]. Cette métaheuristique sophistiquée empêche d'être piégé dans les minima locaux à l'aide d'un moteur de recherche aléatoire exprimé en termes de chaîne de Markov. Elle introduit des changements dans la solution pour améliorer la fonction objectif, mais conserve également des solutions qui, malgré les moins bonnes performances, répondent à certains critères. Mais l'un des inconvénients du recuit simulé est son temps d'exécution élevé.

1.3. Hybridation

Pour surmonter les inconvénients de GA et SA, plusieurs études proposent une hybridation entre les deux. Junghans et Darde [3] comparent entre AG et AG hybride avec SA modifiée (MSA). Le SA utilisé dans leur expérience a été modifié pour contrôler la réduction de la température. Ils ont découvert que le GA-MSA hybride offre une fiabilité plus élevée que le AG. Une autre recherche menée par Chen et Shahandashti dans [2] qui compare également le GA, SA, un hybride de GA-SA et MSA, où ils ont constaté que le GA-SA hybride est plus performante que AG, SA et MSA.

Dans cet article, nous avons hybridé le GA-SA avec quatre scénarios, à savoir le AG-RS hybride, le AGH-RS, le AG-2RS et le AG-MIX. Le schéma hybride AG-RS consiste à obtenir la meilleure solution en AG et à l'utiliser comme population initiale en SA, le AGH-RS utilise le même processus sauf que AG a été initialisé par plusieurs heuristiques. Le schéma AG-2RS consiste à inclure SA dans le AG après l'étape de mutation, et améliorer la solution de AG par le SA à nouveau. finalement le schéma AG-MIX utilise le même processus que AG-2RS en initialisant le AG par plusieurs heuristiques. D'autres schémas ont été implémentés et seront inclus dans la comparaison, on cite le WOA-RS et le ILWOA-RS qui sont une hybridation de haut niveau des métaheuristiques WOA et ILWOA avec le recuit simulé.

1.4. Organisation du papier

On va tout d'abord définir le problème du bin packing, sa représentation mathématique, par la suite on présentera nos schémas hybrides proposés. Finalement, des résultats expérimentaux sont donnés et une comparaison des schémas hybrides est effectuée dans [num], suivi d'une conclusion.

2. Formulation du problème

2.1. Définition du problème

Le problème du bin packing à une dimension (BPP) est défini comme suit, étant donné un nombre illimité de boîtes avec une capacité fixe C , et un ensemble de n objets, chacun ayant un poids spécifique $0 < w_i \leq C$, on cherche à ranger les n objets dans un nombre minimal de boîtes, tout en respectant la capacité C .

2.2. Formulation mathématique

Etant donné m boîtes de capacité C et n articles de volume v_i chacun. Soient:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{article } j \text{ rangé dans la boîte } i \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{boîte } i \text{ utilisée} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

La formulation du problème donne ainsi le programme linéaire suivant

$$(PN) \begin{cases} Z(\min) = \sum_{i=1}^m y_i \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = 1 \\ \sum_{j=1}^n v_j x_{ij} \leq C y_i \\ y_i \in \{0, 1\} \\ x_{ij} \in \{0, 1\} \end{cases}$$

La première contrainte signifie qu'un article j ne peut être placé qu'en une seule boîte. La deuxième fait qu'on ne dépasse pas la taille d'une boîte lors du rangement.

3. L'approche hybride proposée

3.1. Encodage de la solution

3.2. L'hybridation AG-RS

References

- [1] T. W. Al-Khateeb B. Solving 8-queens problem by using genetic algorithms, simulated annealing, and randomization method. *International Conference on Developments in eSystems Engineering (DeSE)*, page 187–191, 2013. doi: 10.1109/DeSE.2013.41.
- [2] S. S. Chen PH. Hybrid of genetic algorithm and simulated annealing for multiple project scheduling with multiple resource constraints. page 18:434–443, 2009. doi: 10.1016/j.autcon.2008.10.007.

- [3] D. N. Junghans L. Hybrid single objective genetic algorithm coupled with the simulated annealing optimization method for building optimization. page 187–191, 2015. doi: 10.1016/j.enbuild.2014.10.039.
- [4] J. M. S.Kirkpatrick, C.D.Gelatt. Optimization by simulated annealing. 1983.

Treatments	Response 1	Response 2
Treatment 1	0.0003262	0.562
Treatment 2	0.0015681	0.910
Treatment 3	0.0009271	0.296

Table 1: Table caption

3.3. Subsection Two

Donec eget ligula venenatis est posuere eleifend in sit amet diam. Vestibulum sollicitudin mauris ac augue blandit ultricies. Nulla facilisi. Etiam ut turpis nunc. Praesent leo orci, tincidunt vitae feugiat eu, feugiat a massa. Duis mauris ipsum, tempor vel condimentum nec, suscipit non mi. Fusce quis urna dictum felis posuere sagittis ac sit amet erat. In in ultrices lectus. Nulla vitae ipsum lectus, a gravida erat. Etiam quam nisl, blandit ut porta in, accumsan a nibh. Phasellus sodales euismod dolor sit amet elementum. Phasellus varius placerat erat, nec gravida libero pellentesque id. Fusce nisi ante, euismod nec cursus at, suscipit a enim. Nulla facilisi.

Figure 2: Figure caption

Integer risus dui, condimentum et gravida vitae, adipiscing et enim. Aliquam erat volutpat. Pellentesque diam sapien, egestas eget gravida ut, tempor eu nulla. Vestibulum mollis pretium lacus eget venenatis. Fusce gravida nisl quis est molestie eu luctus ipsum pretium. Maecenas non eros lorem, vel adipiscing odio. Etiam dolor risus, mattis in pellentesque id, pellentesque eu nibh. Mauris nec ante at orci ultricies placerat ac non massa. Aenean imperdiet, ante eu sollicitudin vestibulum, dolor felis dapibus arcu, sit amet fermentum urna nibh sit amet mauris. Suspendisse adipiscing mollis dolor quis lobortis.

$$e = mc^2 \tag{1}$$

4. The Second Section

Reference to Section 1. Etiam congue sollicitudin diam non porttitor. Etiam turpis nulla, auctor a pretium non, luctus quis ipsum. Fusce pretium gravida libero non accumsan. Donec eget augue ut nulla placerat hendrerit ac ut mi. Phasellus euismod ornare mollis. Proin tempus fringilla ultricies. Donec pretium feugiat libero quis convallis. Nam interdum ante sed magna congue eu semper tellus sagittis. Curabitur eu augue elit.

Aenean eleifend purus et massa consequat facilisis. Etiam volutpat placerat dignissim. Ut nec nibh nulla. Aliquam erat volutpat. Nam at massa velit, eu malesuada augue. Maecenas sit amet nunc mauris. Maecenas eu ligula quis turpis molestie elementum nec at est. Sed adipiscing neque ac sapien viverra sit amet vestibulum arcu rhoncus.

Vivamus pharetra nibh in orci euismod congue. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Quisque lacus diam, congue vel laoreet id, iaculis eu sapien. In id risus ac leo pellentesque pellentesque et in dui. Etiam tincidunt quam ut ante vestibulum ultricies. Nam at rutrum lectus. Aenean non justo tortor, nec mattis justo. Aliquam erat volutpat. Nullam ac viverra augue. In tempus venenatis nibh quis semper. Maecenas ac nisl eu ligula dictum lobortis. Sed lacus ante, tempor eu dictum eu, accumsan in velit. Integer accumsan convallis porttitor. Maecenas pretium tincidunt metus sit amet gravida. Maecenas pretium blandit felis, ac interdum ante semper sed.

In auctor ultrices elit, vel feugiat ligula aliquam sed. Curabitur aliquam elit sed dui rhoncus consectetur. Cras elit ipsum, lobortis a tempor at, viverra vitae mi. Cras sed urna sed eros bibendum faucibus. Morbi vel leo orci, vel faucibus orci. Vivamus urna nisl, sodales vitae posuere in, tempus vel tellus. Donec magna est, luctus non commodo sit amet, placerat et enim.