



HAL
open science

Présentation d'une méthode de résolution pour les problèmes de placement 2D et 3D

Guillaume Jacquenot, Fouad Bennis, Jean-Jacques Maisonneuve, Philippe Wenger

► **To cite this version:**

Guillaume Jacquenot, Fouad Bennis, Jean-Jacques Maisonneuve, Philippe Wenger. Présentation d'une méthode de résolution pour les problèmes de placement 2D et 3D. ROADEF 2009, Feb 2009, Nancy, France. hal-00432671

HAL Id: hal-00432671

<https://hal.science/hal-00432671>

Submitted on 16 Nov 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Présentation d'une méthode de résolution pour les problèmes de placement 2D et 3D

G. Jacquenot^{1,2}, F. Bennis¹, J.-J. Maisonneuve², P. Wenger¹

¹ École Centrale de Nantes, IRCCyN, UMR CNRS 6597, Nantes, France

² SIREHNA, Nantes, France

`guillaume.jacquenot@irccyn.ec-nantes.fr`

1 Introduction

Dans la littérature, les problèmes de découpe et de conditionnement (*Cutting & Packing problems*) et les problèmes d'agencement (*Layout problems*) ont souvent été traités de manières distinctes. Toutefois, ils présentent de nombreuses similarités, qui nous permettent de les traiter comme des problèmes, que nous appelons, problèmes de placement. Le problème de découpe de formes irrégulières et le problème d'agencement des composants d'un satellite font partie de cette famille.

Étant donné un ensemble de composants et un contenant, un problème de placement consiste à trouver l'ensemble des variables de positionnement des composants afin de minimiser un ensemble d'objectifs, tout en respectant certaines contraintes. Les problèmes de placement peuvent alors être formulés comme des problèmes d'optimisation sous contraintes. Les contraintes de non chevauchement entre composants et les contraintes d'appartenance des composants au contenant sont regroupées dans les contraintes de placement.

Le développement d'une méthode de résolution adaptée de nombreux problèmes de placement repose principalement sur deux constats :

- Deux types de modélisation sont utilisables pour résoudre les problèmes de placement : les méthodes de placement légal et les méthodes de placement relaxé. Bien que ne garantissant pas le respect des contraintes de placement, les méthodes de placement relaxé sont plus souples d'utilisation et adaptées à tout type de problème. Un algorithme de séparation peut alors être utilisé pour faire respecter ces contraintes.
- La majorité des problèmes d'agencement ne sont pas réellement traités comme des problèmes multi-objectifs : objectifs et contraintes sont agrégés dans une seule et même fonction objectif, qu'un optimiseur cherche à minimiser [1].

Notre objectif est de proposer une méthode de placement relaxé capable de traiter des composants de géométries complexes (polygones en 2D et polyèdres en 3D) pour la résolution de problèmes de placement mono-objectifs et multi-objectifs.

2 Méthode proposée

La méthode proposée consiste en l'hybridation d'un algorithme d'optimisation global et d'un algorithme de séparation. L'algorithme d'optimisation global génère des solutions en explorant de manière efficace l'espace de recherche. L'algorithme de séparation a pour mission de rendre admissibles autant que possible les solutions proposées par l'optimiseur global.

L'algorithme génétique *OmniOptimizer* [2] est utilisé comme optimiseur global. Il est basé sur la méthode NSGA-2 et est adapté à la résolution de problèmes mono-objectifs et multi-objectifs. Nous avons adapté les opérateurs de croisement et de mutation aux spécificités des problèmes de placement. Avant d'évaluer chaque solution, les contraintes de placement sont évaluées et si elles ne sont pas respectées, la solution est modifiée par l'algorithme de séparation afin de la rendre admissible.

L'algorithme de séparation est chargé, à partir d'une solution initiale ne respectant pas les contraintes de placement, de déplacer localement les composants afin de minimiser une fonction traduisant le non-respect de ces contraintes. Cette fonction est choisie comme la somme des profondeurs de pénétration entre composants. Un programme d'optimisation non-linéaire, pour lequel le gradient analytique de la fonction peut être facilement obtenu, est ainsi construit. La méthode quasi-Newton BFGS est utilisée pour trouver le minimum de cette fonction.

En 2D, l'algorithme de séparation est basé sur l'utilisation de polygones de non recouvrement (*No-fit polygon*) et de polygones d'appartenance (*Inner-fit polygon*) [3]. En 3D, le calcul des polyèdres de non-recouvrement et d'appartenance est plus complexe, même dans le cas de composants convexes (polytopes). Une méthode proposée consiste à transformer les composants en assemblages de sphères [4]. L'utilisation de tels assemblages présente plusieurs avantages : simplicité de détection de collisions, invariance en rotation. De plus, cette modélisation permet de futures extensions, comme la modélisation de composants articulés ou encore l'introduction de composants déformables.

Enfin, l'algorithme de séparation peut prendre en compte les cas spécifiques, où tous les composants ont une géométrie similaire et simple (rectangles, cercles en 2D, parallélépipèdes, ou sphères en 3D). Pour ces cas là, les méthodes de résolution ad-hoc seront toujours plus rapides que la méthode proposée, mais ne pourront pas traiter d'autres problèmes.

3 Conclusion

La méthode proposée se veut générique et adaptée à une large palette de problèmes de placement. Les simulations réalisées sur des exemples de la littérature permettent de s'approcher des résultats de référence dans plusieurs disciplines. La modélisation actuelle est flexible et permet de nombreuses extensions futures.

Références

1. C. Aladahalli, J. Cagan, et K. Shimada, "Objective function effect based pattern search - an implementation for 3D component layout," *Journal of Mechanical Design*, vol. 129, pp. 255–265, 2007.
2. K. Deb et S. Tiwari, "Omni-Optimizer : A generic Evolutionary Algorithm for single and multi-objective optimization," *European Journal of Operational Research*, vol. 185, pp. 1062–1087, 2008.
3. T. Imamichi, M. Yagiura, et H. Nagamochi, "An iterated local search algorithm based on nonlinear programming for the irregular strip packing problem," in *Proceedings of the Third International Symposium on Scheduling, Tokyo, Japan*, no. 9, pp. 132–137, 2007.
4. T. Imamichi et H. Nagamochi, "A multi-sphere scheme for 2D and 3D packing problems," in *SLS*, pp. 207–211, 2007.