

Recherche Tabou Réactive pour le Problème de l'Arrangement Linéaire Minimum

E. Rodriguez-Tello et J.K. Hao

LERIA, Université d'Angers, 2 Boulevard Lavoisier, 49045 Angers cédex
{ertello, hao}@info.univ-angers.fr

1 Introduction

Étant donné un graphe $G = (V, E)$ composé d'un ensemble de sommets $V = \{1 \dots n\}$ et d'un ensemble d'arêtes $E \subseteq V \times V$. Soit $\varphi : V \rightarrow V$ une fonction bijective (permutation), définir $C_{G, \varphi} = \sum_{(u,v) \in E} |\varphi(u) - \varphi(v)|$. Le problème de l'arrangement linéaire minimum (PALM) pour le graphe G consiste à déterminer une permutation φ^* de $\{1 \dots n\}$ pour laquelle : $C_{G, \varphi^*} = \text{Min}\{C_{G, \varphi} : \varphi \in \mathcal{P}\}$, où \mathcal{P} est l'ensemble de toutes les permutations possibles.

Le PALM est un problème d'optimisation combinatoire initialement motivé par l'étude du modèle abstrait de la phase de placement de la conception de circuits VLSI. Dans le PALM, les sommets du graphe représentent des modules et les arêtes représentent des interconnexions. Dans ce cas, le coût de l'arrangement mesure la longueur totale du fil [1]. On trouve plus d'informations sur le PALM et sa complexité dans [2].

Le PALM est connu pour être NP-difficile et sa version de décision est NP-complet [3]. Plusieurs algorithmes exacts et approchés existent dans la littérature. Dans ce travail, nous proposons un algorithme approché (basée sur la Recherche Tabou Réactive (RTR)) pour résoudre le PALM et comparons ses performances avec celles de deux autres heuristiques : Recuit Simulé (RS) [4], et Algorithme Génétique avec Hill Climbing (AG-HC) [5].

2 La Recherche Tabou Réactive

Dans la Recherche Tabou Réactive (RTR) [6], la liste Tabou utilisée y est dite stricte dans le sens où les seuls mouvements interdits sont ceux qui ramènent la recherche à une solution déjà visitée durant les précédentes itérations (phénomène de cyclage). Ceci oblige à mémoriser les solutions précédemment visitées, mais des structures de données adéquates (tables de hachage par exemple) permettent que la détection des mouvements tabou soit plus rapide. Les auteurs vont plus loin dans cette direction en mémorisant l'itération correspondante en plus de toutes les solutions déjà visitées. Si la recherche revient sur l'une de ces solutions, un cycle est donc détecté et on connaît la longueur. La longueur de la liste Tabou peut donc varier au cours de la recherche en fonction de la longueur des cycles rencontrés.

Notre algorithme RTR pour le PALM s'inspire de ces principes généraux et intègre des techniques spécifiques à notre problème. Plus particulièrement, il utilise une permutation pour représenter une solution potentielle. Le voisinage est fondé sur l'échange de deux éléments de la permutation, les deux éléments concernés étant limités aux sommets adjacents dans le graphe. Pour évaluer de manière rapide ce voisinage, une technique incrémentale est mise en place. Notons enfin que la longueur de la liste tabou est ajustée automatiquement dans la RTR.

3 Résultats Expérimentaux

Pour évaluer la performance de notre algorithme, nous avons utilisé le jeu de test de Petit [4]. Il inclut 4 graphes aléatoires, 1 graphe géométrique aléatoire, 3 graphes réguliers avec des optimums connus, 3 graphes de la discrétisation finie d'éléments, 5 graphes de la conception de VLSI et 5 graphes des concours de dessin de graphes¹.

¹ Ce jeu de test est disponible sur : <http://www.lsi.upc.es/~jpetit/MinLA/Experiments>.

Les premiers résultats obtenus montrent que notre algorithme est capable d'obtenir des résultats très compétitifs sur ces graphes par rapport à nos deux références (RS et AG-HC). En effet, avec un nombre de mouvements moindre, notre algorithme trouve des solutions de qualité équivalente voire supérieure pour certains graphes. Ces résultats nous confortent dans notre approche et nous encouragent à les améliorer. En particulier, nous travaillons sur une nouvelle fonction d'évaluation et étudions d'autres voisinages possibles.

4 Conclusions

Dans cet article, nous avons présenté un algorithme (basé sur la RTR) pour résoudre le PALM. Pour valider son utilité, il a été comparé avec les heuristiques RS et AG-HC. Les premiers résultats sont compétitifs et même parfois meilleurs pour certains graphes.

Remerciements. Ce travail a été partiellement financé par le Ministère National de la Science et de la Technologie de Mexique (CONACYT).

Références

1. Harper, L. : Chassis Layout and Isoperimeter Problems. California Institute of Pasadena (1972)
2. Diaz, J. : Graph layout problems. In : 17th Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science. (1992)
3. Garey, M., Johnson, D. : Computers and Intractability : A guide to the Theory of NP-Completeness. W.H. Freeman and Company, New York (1979)
4. Petit, J. : Layout Problems. PhD thesis, Universitat Politècnica de Catalunya (2001)
5. Poranen, T. : A genetic hillclimbing algorithm for the optimal linear arrangement problem. Submitted for publication (2002)
6. Battiti, R., Tecchioli, G. : The reactive tabu search. ORSA Journal on Computing **6** (1994) 126–140