

Planification multicritère de réseaux locaux sans-fil.

K. Jaffrès-Runser et J.-M. Gorce

Projet ARES-INRIA, Laboratoire CITI, INSA de Lyon, Bat Léonard de Vinci, 69100 Villeurbanne
katia.runser@insa-lyon.fr, jean-marie.gorce@insa-lyon.fr

1 Introduction

Le problème de planification de réseaux locaux sans-fil, dénommé ici problème wLP pour *wireless LAN Planning*, s'apparente au problème de planification cellulaire. Il y est question de trouver dans l'enceinte d'un bâtiment (indoor), une configuration des points d'accès radio au réseau (AP), garantissant une certaine qualité de service : couverture, limitation des interférences, garantie de débit... Plusieurs variables peuvent être prises en compte : le nombre d'AP à placer, leur position ou encore leur puissance d'émission. La définition de la qualité du réseau repose en général sur plusieurs contraintes, souvent antagonistes, et une bonne solution est le fruit d'un compromis. Le problème wLP est donc un problème d'optimisation multicritère. Dans ces travaux, nous proposons d'une part une modélisation mathématique générique des critères de planification, adaptée à l'environnement Indoor, et d'autre part une heuristique de recherche tabou multiobjectif, qui permet d'éviter de choisir au préalable le niveau de compromis entre les différentes contraintes.

2 Modélisation mathématique des critères de planification

2.1 Prédiction de couverture radio

Le calcul des fonctions de coût repose sur l'estimation 2D de la puissance reçue en chaque point du plan. Cette estimation est obtenue par simulation, à l'aide du moteur de propagation WILDE basé sur l'algorithme Multi-Résolution Fourier Domain ParFlow (MR-FDPF), développé dans des travaux antérieurs [1], [2]. Dans cette approche, l'environnement est découpé en N_c blocs rectangulaires homogènes B_l , dépendants de la géométrie des lieux (murs, obstacles, ...). Chaque bloc est défini par la position de son coin supérieur gauche, sa largeur et sa hauteur, exprimées en pixels après discrétisation avec un pas Δ_R . Le simulateur évalue la puissance moyenne F_l^k reçue de l'AP k au bloc B_l . Une carte de couverture obtenue avec des blocs de dimension minimale 6×6 pixels est représentée à la figure 2 avec $\Delta_R = 10cm$.

2.2 Critères de planification

Pour toute contrainte de QoS, la fonction de coût associée est obtenue par la somme quadratique pondérée des coûts $fmes_l$ associés à chaque bloc B_l et s'exprime par :

$$f = \sqrt{\sum_{B_l, l \in [1..N_c]} \mu_l \cdot fmes_l^2} \quad (1)$$

où le coefficient de pondération μ_l est proportionnel à la surface de chaque bloc : $\mu_l = A_l/A_{tot}$. Nous avons défini trois fonctions de coût f_{slope} , f_{interf} et f_{debit} permettant d'optimiser respectivement la couverture radio, le niveau des interférences et le débit reçu.

3 Planification par une heuristique tabou multicritère

L'heuristique de planification définie intègre la sélection du nombre d'AP, de leurs positions et de leurs puissances d'émission. Elle a pour but de minimiser conjointement les trois critères f_{slope} , f_{interf} et f_{debit} . Une métaheuristique tabou classique minimisant la somme pondérée des trois critères est d'abord proposée. Elle est ensuite modifiée pour obtenir un front de solutions Pareto optimales qui reflètent plusieurs compromis entre les trois critères. Cette approche multicritère

A l'itération i :

- 1- Pour chaque solution S_c^k du front courant $\mathcal{F}_c(i)$:
 - a- Calcul du voisinage de position de la solution $V(S_c^k)$;
 - b- Sélection de l'ensemble $\mathcal{P}_R(V(S_c^k))$ des solutions non-dominées de rang $R \leq R_{max}$ de l'ensemble $V(S_c^k)$;
 - c- Ajout de $\mathcal{P}_R(V(S_c^k))$ dans le front optimal \mathcal{F}_{PP} ;
 - d- Sélection aléatoire d'une des solutions de $\mathcal{P}_R(V(S_c^k))$ et ajout dans le nouveau front courant $\mathcal{F}_c(i+1)$
- 2- Suppression des solutions dominées de rang $R > 0$ du front optimal \mathcal{F}_{PP} ;
- 3- Mise à jour de la liste tabou pour chaque solution du nouveau front courant $\mathcal{F}_c(i+1)$.

FIG. 1. Macro-algorithme de l'heuristique multiobjectif.

permet de s'affranchir du choix a priori des coefficients de pondération et de fournir des solutions alternatives à l'installateur. Le principe de cette heuristique est de faire évoluer K recherches tabou en parallèle selon l'algorithme de la figure 1.

La figure 2 représente le front de Pareto obtenu après 500 itérations pour un bâtiment de $119 \times 60\text{m}$ où 258 positions candidates sont présélectionnées. Les étoiles rouges représentent les 10 solutions finales sélectionnées par un critère de niche identique à celui de l'algorithme N.S.G.A. [4]. La carte de couverture représente une des solutions sélectionnées.

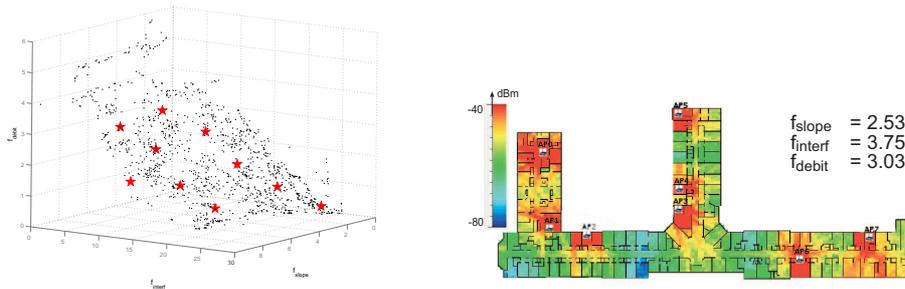


FIG. 2. Gauche : Front de Pareto Pratique. Droite : Couverture d'une des solutions choisies.

4 Conclusions

Le problème wLP est un problème multicritère par essence et la sélection a priori d'une bonne pondération entre les différentes contraintes est difficile. Une heuristique simple de type multicritère permet donc de faire un choix a posteriori au prix toutefois d'une charge de calcul plus élevée. Cette surcharge pourrait être diminuée en intégrant de la collaboration entre les solutions courantes.

Références

1. Gorce, J.-M., Runser, K. et de La Roche, G. : "The Adaptive Multi-Resolution Frequency-Domain ParFlow (MR-FDPF) method for Indoor radio wave propagation simulations. Part I : theory and algorithms" in *RR 5740*, 57p., INRIA, France, 2005.
2. Runser, K., Gorce, J.-M. : "Assessment of a new indoor propagation prediction model based on a multi-resolution algorithm" in *IEEE VTC Spring 2005*, Stockholm, Sweden, mai 2005.
3. Runser, K. : "Méthodologies pour la planification de réseaux locaux sans-fil" Mémoire de thèse, INSA de Lyon, France, octobre 2005.
4. Srinivas, N. et Deb, K. : "Multi-Objective function optimization using non-dominated sorting genetic algorithms" in *Evolutionary Computation*, 2(3) :221-248, 1995.