

Association des utilisateurs dans un réseau hétérogène

Iaad Ben Dhia¹, Mustapha Bouhtou¹, Taoufik EN NAJJARY¹,
Xavier Lagrange², Samer Lahoud²

¹ Orange Labs Network, Chatillon, France

{iaad.bendhia@orange.com,mustapha.bouhtou@orange.com,taoufik.ennajjary@orange.com}

² Telecom Bretagne

IRISA D2, Rennes, FRANCE

{xavier.lagrange@telecom-bretagne.eu,samer.lahoud@irisa.fr}

Mots-clés : Réseau Hétérogène, Fonction d'utilité, Satisfaction des utilisateurs, Sélection des utilisateurs, Programme Linéaire en Nombre Entier

1 Introduction

La sélection des différents points d'accès dans les réseaux mobiles dans un contexte de réseau multi-technologies fait parti des défis de la prochaine génération de réseau mobile. De plus, la possibilité d'avoir une collaboration entre les réseaux cellulaires de différentes générations (2G, 3G et 4G) avec le Wifi est l'une des pistes permettant une augmentation de la capacité totale de débit du réseau. Ce genre de collaboration a été étudié de façon empirique dans [4]. Il existe différentes méthodologies pour la sélection des points d'accès, certaines utilisant une approche centrée sur le réseau comme dans [5], d'autres sont centrées uniquement sur les utilisateurs comme dans [1], une troisième alternative hybride existe comme dans [2].

Nous proposons donc dans cette étude un nouvel outil d'aide à la décision pour la répartition des utilisateurs sur le réseau, en prenant comme technologie possible la 3G, 4G et Wifi. Tout en tenant compte des spécificités de ces technologies et en basant notre modélisation sur la théorie des fonctions d'utilité nous résolvant le problème de sélection l'aide du modélisation linéaire en nombre entier.

2 Modélisation

Afin de modéliser la satisfaction des utilisateurs, nous nous basons sur la théorie des fonctions d'utilité. Les utilisateurs sont différenciés de deux façons : le type d'utilisation t (élastique ou non élastique) et leur forfait s (low-cost ou premium). Comme dans [6] et [3] nous utilisons des fonctions concaves pour modéliser l'utilité des services élastiques et des fonctions sigmoïdes pour les services non-élastiques. La différenciation des prix de contrats se fait en calibrant les fonctions sur un débit cible $\gamma_c^{s,t}$ plus ou moins élevé en fonction du prix payé. Les fonctions d'utilité sont pondérées par un facteur $\alpha^{s,t}$ qui traduit la stratégie de l'entreprise qui peut vouloir favoriser un groupe d'utilisateurs. Un utilisateur k se voit donc associer une utilité $U_k^{s,t}$ qui est fonction de son débit γ_k

Nous avons donc une fonction objectif à maximiser de la forme :

$$\sum_{s,t,k} \alpha^{s,t} U_k^{s,t}(\gamma_k) \quad (1)$$

Le réseau est composé de stations de base et de hotspot wifi notés par par l'indice i . Sur une station de base se trouvent co-localisé plusieurs technologies j . Le nombre de ressources allouées sera modélisé par une variable entière $\lambda_{i,j,k} \in N$

$$\theta_{i,j,k} = \begin{cases} 1 & \text{si l'utilisateur } k \text{ est associé la station de base } i \text{ sur la technologie } j \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (2)$$

$$\bar{\theta}_{i,k} = \begin{cases} 1 & \text{si l'utilisateur } k \text{ est associé au hotspot } i \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases} \quad (3)$$

Le problème d'optimisation est donc la maximisation de la somme pondérée des utilités sous différentes contraintes.

Tout d'abord nous avons des contraintes qui garantissent de ne pas dépasser la capacité du réseau ou encore de faire un choix unique dans l'association entre le réseau cellulaire et le réseau WIFI.

Ensuite, nous fixons des seuils minimum de satisfaction pour les utilisateurs connectés. On peut pour finir choisir de mettre certaines contraintes permettant le blocage de certains clients permettant ainsi de satisfaire au mieux les utilisateurs connectés. Tout le défi de cette optimisation étant de satisfaire au mieux les utilisateurs connectés tout en minimisant le nombre d'utilisateur rejeté du réseau.

Une linéarisation de la fonction objectif ainsi que de certaines contraintes nous permet d'avoir une formulation pouvant être résolue à l'aide du solveur du CPLEX. L'un des défis est d'avoir une résolution dans un temps de calcul admissible pour une sélection en temps réel.

3 Expérimentations numériques

Afin d'avoir des simulations les plus proches possible de la réalité, nous simulons sur la vraie position des stations de base du 14^{ème} arrondissement de Paris. La répartition des utilisateurs ainsi que de leur profil est faite de façon aléatoire suivant une loi uniforme. Nous simulons des réseaux allant de 90 à 720 utilisateurs avec des débits cible $\gamma_c^{s,t}$ allant de 0,6 Mbps à 2,0 Mbps.

Références

- [1] Naghavi, Parnia and Rastegar, Seyed Hamed and Shah-Mansouri, Vahid and Kebriaei, Hamed Learning RAT Selection Game in 5G Heterogeneous Networks *IEEE Wireless Communications Letters*, 5(1) :52–55, 2016.
- [2] El Helou, Melhem and Ibrahim, Marc and Lahoud, Samer and Khawam, Kinda and Mezher, Dany and Cousin, Bernard A network-assisted approach for RAT selection in heterogeneous cellular networks *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, 33(6) :1055–1067, 2015.
- [3] Campbell, Andrew and Coulson, Geoff and Hutchison, David A quality of service architecture *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 24(2) :6–27, 1994.
- [4] Khadraoui, Y. and Lagrange, X. and Gravey, A. Very Tight Coupling between LTE and WiFi : a Practical Analysis *CoRes 2016 : Rencontres Francophones sur la Conception de Protocoles, l'Évaluation de Performance et l'Expérimentation des Réseaux de Communication*, 1–4, 2016.
- [5] Choque, Johnny and Agüero, Ramón and Muñoz, Luis Optimum selection of access networks within heterogeneous wireless environments based on linear programming techniques *Mobile Networks and Applications*, 16(4) :412–423, 2011.
- [6] Lee, J-W and Mazumdar, Ravi R and Shroff, Ness B Non-convex optimization and rate control for multi-class services in the Internet *IEEE/ACM transactions on networking*, 13(4) :827–840, 2005.