« ALLOCATION DES RESSOURCES RADIO DANS LES RÉSEAUX SANS FIL DE LA 5 G » PAR MONSIEUR BILAL MAAZ

Discipline : réseaux, information et communications / Laboratoire de recherche LI-PaRAD - Laboratoire d'Informatique - Parallélisme Réseaux Algorithmes Distribués

Résumé :
La communication mobile est considérée comme l'un des piliers des villes intelligentes, où les citoyens devraient pouvoir bénéficier des services de télécommunications partout et quand ils les souhaitent, d'une manière sûre et peu coûteuse. Cela est possible grâce à un déploiement dense des réseaux mobiles à large bande de dernière génération. Ce déploiement dense entraînera une consommation énergétique plus élevée et donc plus d'émissions de gaz et de pollution. Par conséquent, il est crucial d'un point de vue environnemental de réduire la consommation d'énergie. Dans le cadre de cette thèse, nous introduisons des méthodes dynamiques de gestion de ressources permettant d'augmenter le débit et l'efficacité énergétique, et réduisant ainsi la pollution. Ainsi, nous ciblons les réseaux multicellulaires verts où l'augmentation de l'efficacité énergétique doit tenir en compte de l'accroissement de la demande de débit par les utilisateurs mobiles. Cette augmentation, exponentielle en terme de débit, a poussé les opérateurs à utiliser la totalité du spectre fréquentiel dans toutes les cellules des réseaux mobiles de dernière génération. Par conséquence, l'interférence intercellulaire (ICI : Inter-Cell Interference)

devient prépondérante et dégrade la performance des utilisateurs, en particulier ceux ayant de mauvaises conditions radios. Dans cette thèse, nous nous focalisons sur la technique du contrôle de puissance considérée comme une des méthodes clé de la coordination d'interférence Intercellulaire (ICIC : Inter-Cell Interference Coordination), tout en mettant l'accent sur des méthodes efficaces énergétiquement. Nous formulons ce problème d'allocation de la puissance, sur le lien descendant en mettant en œuvre des méthodes centralisées et décentralisées: les méthodes centralisées ayant recours à l'optimisation convexe alors que les méthodes décentralisées se basant sur la théorie des jeux non-coopératifs. Par ailleurs nous proposons ensuite une heuristique de contrôle de puissance qui a l'avantage d'être stable et basée sur des messages de signalisation déjà existant dans le système. Cette heuristique permet d'éviter le gaspillage de la bande passante par des signalisations intercellulaires et de réduire le ICI. De plus, le problème de contrôle de puissance a un impact important sur l'allocation des ressources radios et sur l'association des utilisateurs mobiles à une station de base. Ainsi, dans la deuxième partie de la thèse, nous avons formulé un problème globale englobant le contrôle de puissance, le contrôle d'allocation de ressources radios, et le contrôle de l'association des utilisateurs à une station de base, cela afin d'obtenir une solution globalement efficace. Ces trois sous problèmes sont traités itérativement jusqu'à convergence de la solution globale. En particulier nous proposons pour la problématique d'association des utilisateurs trois algorithmes: un algorithme centralisé, un algorithme semi-distribué et finalement un algorithme complètement distribué se basant sur l'apprentissage par renforcement. Par ailleurs, pour l'allocation de puissance, nous implémentons des solutions centralisées et des solutions distribuées. Les preuves de convergence des algorithmes ont été établies et les simulations approfondies ont permis d'évaluer et de comparer quantitativement les performances, l'efficacité énergétique et le temps de convergence des algorithmes proposés.

Abstract :
Mobile communication is considered as one of the building blocks of smart cities, where citizens should be able to benefit from telecommunications services, wherever they are, whenever they want, and in a secure and non-costly way. This can be done by dense deployment of the latest generation of mobile broadband networks. However, this dense deployment will lead to higher energy consumption, and thus more gas emission and pollution. Therefore, it is crucial from environmental point of view to propose solution reducing energy consumption. In this thesis, we introduce dynamic resource management methods that increase throughput and energy efficiency, and thus reduce pollution. In this framework, we are targeting green multi-cell networks where increased energy efficiency must take into account the increased demand of data by mobile users.

This increase, which is exponential in terms of throughput, pushed operators to use the entire frequency spectrum in all cells of the latest generation of mobile networks. As a result, Inter-Cellular Interference (ICI) became preponderant and degraded the performance of users, particularly those with poor radio conditions. In this thesis, we focus on the techniques of power control on the downlink direction, which is considered as one of the key methods of Inter-Cell Interference Coordination (ICIC) while focusing on energy efficient methods. We propose centralized and decentralized methods for this problem of power allocation: centralized methods through convex optimization, and decentralized methods based on non-cooperative game theory. Furthermore, we propose a power control heuristic which has the advantage of being stable and based on signaling messages already existing in the system. The power control problem has a relevant impact on the allocation of radio resources and on the association of mobile users with their servicing Base Station. Therefore, in the second part of the thesis, we formulated a global problem encompassing power control, radio resources allocation, and control of users' association to a base station. These three sub-problems are treated iteratively until the convergence to the overall solution. In particular, we propose three algorithms for the user association problem: a centralized algorithm, a semi-distributed algorithm and finally a fully distributed algorithm based on reinforcement learning. In addition, for power allocation we implement centralized solutions and distributed solutions. The proof of convergence for the various algorithms is established and the in-depth simulations allow us to evaluate and compare quantitatively the performance, the energy efficiency, and the convergence time of the proposed algorithms.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

M. Samir TOHME, PR2, université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines - Directeur de these
Mme lynda MOKDAD, Professeur, Université Paris Est Créteil Val de Marne - Rapporteur
M. Stefano SECCI, Maître de conférences, Université Pierre et Marie Curie - Rapporteur
Mme Kinda KHAWAM, Maître de conférences, université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines - CoDirecteur de these
M. Nadjib AIT SAADI, Professeur, ESIEE Paris - Examinateur
Mme Pascale MINET, Chargé de recherche, Inria de Paris - Examinateur
M. Steven MARTIN, Professeur, Université Paris-Sud - Examinateur

Contact : DSR - Service FED : theses@uvsq.fr