

Analyse et Optimisation des Réseaux 5G Full-Duplex : Une Approche par Géométrie Stochastique

Contexte et Problématique

La géométrie stochastique (GS) [1] offre un ensemble d'outils mathématiques pour modéliser et analyser les réseaux cellulaires avec différents types de cellules (macro, micro, pico et femto), avec des caractéristiques différentes, et en termes de divers indicateurs de performance (ou "key performance indicators", KPIs) tels que la probabilité de couverture ou la capacité.

Les modèles basés sur la GS constituent une approche simple mais fiable permettant d'obtenir les limites de performance des réseaux cellulaires et mobiles, incluant les réseaux hétérogènes (HetNets) multi-niveaux, les réseaux cognitifs, les communications dispositif-à-dispositif (D2D, "device-to-device"), et les communications en full-duplex (FD) ; toutes des variantes perçues comme solutions potentielles pour l'évolution vers la cinquième génération (5G) [2]. De plus, le contexte émergent des communications et réseaux de "véhicules aériens non pilotés" (également connus sous le nom de "drones" ou UAV) pour des applications commerciales et des déploiements de grande échelle constitue une opportunité pour développer et évaluer des modèles GS en 3D [3].

L'objectif de cette thèse est d'offrir une compréhension fondamentale (au niveau des couches PHY et MAC) et une maîtrise pratique des outils d'analyse et d'optimisation des réseaux cellulaires (partie accès) de la prochaine génération. Le travail devra résulter en la définition d'une procédure de planification et d'optimisation, ainsi qu'une suite d'outils analytiques et de simulation pour les concepteurs et les opérateurs des réseaux cellulaires de la 5G.

La première phase du travail devra fournir une vue d'ensemble sur les approches de modélisation par GS, de l'état actuel de la recherche dans ce domaine, ainsi qu'une revue exhaustive de la littérature sur les modèles GS pour les communications point-à-point, multi-niveaux, cognitives, D2D, et UAV. Ceci permettra de faire une taxonomie des approches selon les types de réseaux cibles, la nature des processus et les métriques de performance des niveaux PHY et MAC.

Le corps de la thèse sera dédié à l'isolation des paramètres clés dans le design et l'optimisation, et à la dérivation des expressions analytiques des métriques de performance adoptées prenant en considération les spécificités du contexte 5G. Les résultats obtenus vont permettre de définir les configurations optimales et les stratégies d'allocation des ressources dans divers scénarios (Het-Nets, radio cognitive, D2D, UAV, ...) et de spécifier de nouveaux KPIs adaptés aux déploiements 5G futurs.

Enfin, les résultats et la méthodologie seront étendus en considérant le mode full-duplex, en évaluant son impact en termes de gains sur la performance, mais aussi les contraintes et les limites qu'il impose et ses conséquences sur la procédure d'optimisation [4].

Toutes les dérivations analytiques seront validées dans un environnement de simulation, qui sera développé à cette fin, et qui pourra être enrichi au fur et à mesure pour incorporer d'autres paramètres du niveau système et des couches supérieures [5].

Mots-Clés

5G, Analyse de Performance, D2D, Full-Duplex, Géométrie Stochastique, Optimisation, Simulation, UAV.

Pré-requis

- Connaissances solides : communications sans-fil mobiles, théorie des communications, mathématiques et probabilités, optimisation.
- Maîtrise des environnements de calcul et de simulation : Matlab, Mathematica, C/C++, ...

Références

- [1] H. ElSawy, E. Hossain, and M. Haenggi, "Stochastic Geometry for Modeling, Analysis, and Design of Multi-Tier and Cognitive Cellular Wireless Networks: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 15, no. 3, pp. 996–1019, Third Quarter 2013.
- [2] J. G. Andrews *et al.*, "What Will 5G Be?," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 32, no. 6, pp. 1065–1082, June 2014.
- [3] R. Irem Bor Yaliniz, A. El-Keyi, and H. Yanikomeroglu, "Efficient 3-D Placement of an Aerial Base Station in Next Generation Cellular Networks," in *Proc. IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Kuala Lumpur, Malaysia, May 22-27, 2016.
- [4] A. AlAmmouri, H. ElSawy, and M.-S. Alouini, "Harvesting Full-Duplex Rate Gains in Cellular Networks with Half-Duplex User Terminals," in *Proc. IEEE International Conference on Communications (ICC)*, Kuala Lumpur, Malaysia, May 22-27, 2016.
- [5] Y. Wang, J. Xu, and L. Jiang, "Challenges of System-Level Simulations and Performance Evaluation for 5G Wireless Networks," *IEEE Access*, vol. 2, pp. 1553-1561, 2014

Encadrement et contact

Pr. Mustapha BENJILLALI
INPT
Rabat, Maroc

benjillali@ieee.org
sites.google.com/site/benjillali