

Sujet de thèse en cotutelle

Titre : Méthodes d'estimation de canal et de sélection d'antennes dans les systèmes de transmission multi-antennes en présence d'interférences

Laboratoire français :

Institut d'Electronique, de Microélectronique et de Nanotechnologies (IEMN), Université Lille 1.

Encadrant français :

Dr. Eric Simon (HDR), Equipe TELICE (Télécommunication, Interférences et Compatibilité Electromagnétique).

Laboratoire libanais :

Centre de Recherche Scientifique en Ingénierie (CRSI), Faculté de Génie, Université Libanaise.

Encadrant libanais :

Prof. Joumana Farah, Faculté de Génie II, Université Libanaise.

Contexte et objectifs de la thèse

Le concept des antennes distribuées (Distributed Antenna System ou DAS) a récemment émergé [1,2] dans les systèmes de communication mobiles dans le but d'augmenter de façon efficace la couverture des systèmes de communication cellulaires ou sans fil. La répartition des antennes dans la cellule réduit les évanouissements à grande échelle et donc la puissance nécessaire pour atteindre une qualité de signal ciblée au niveau des récepteurs. Ces configurations distribuées permettent ainsi d'améliorer les performances des systèmes par rapport aux configurations classiques centralisées (Centralized Antenna System ou CAS). Cependant, elles nécessitent une utilisation adéquate de la puissance et de la bande passante grâce à des techniques d'allocation efficace des ressources. En outre, la robustesse des configurations DAS aux interférences [3] n'a pas été étudiée dans la littérature. La conception de systèmes robustes et économes en énergie est une tâche beaucoup plus difficile dans le contexte distribué, par rapport au contexte centralisé, en raison des paramètres supplémentaires de positionnement des antennes et de la répartition des utilisateurs et de la puissance entre les antennes.

Le but de cette thèse est de concevoir de nouvelles techniques pour l'amélioration de la robustesse des systèmes de communication sans fil, et en particulier des systèmes mobiles 5G, aux interférences. Dans ce but, des techniques de sondage de canal seront d'abord utilisées dans ce travail. Elles consistent [4] à combiner des techniques de mesure matérielles (hardware) et logicielles (software) afin de caractériser le canal de transmission radio et d'extraire ses paramètres. L'une des idées originales de cette thèse consistera à exploiter les configurations distribuées des antennes pour mieux estimer les interférences. Ces techniques de sondage seront ensuite appuyées par de nouvelles méthodes algorithmiques d'estimation de canal [5], en vue de les étendre au contexte DAS.

Ensuite, des techniques de sélection d'antennes [6] seront développées dans le contexte des systèmes multi-antennes hybrides co-localisés et distribués. Leur but est de déterminer, de façon

dynamique, l'ensemble des antennes à activer lors de chaque transmission, tandis que les antennes restantes seront désactivées. Ces décisions seront basées sur différentes métriques, telles que la maximisation de la capacité globale (throughput) du système ou la minimisation de la consommation énergétique globale. La sélection des antennes actives sera effectuée de façon conjointe avec l'optimisation de la distribution de puissance entre les antennes actives, grâce à des techniques efficaces d'allocation de ressources.

Enfin, une étude sera effectuée sur l'optimisation de la topologie du système DAS, c'est-à-dire le positionnement des nœuds d'émission et le nombre d'antennes par nœud. L'influence de différentes topologies sur les métriques de performance sera analysée. Cette étape de l'étude permettra la conception de techniques adéquates de positionnement et de répartition des antennes pour optimiser la robustesse du système de transmission aux interférences.

Déroulement du programme de recherche

Le candidat commencera par une étude bibliographique approfondie de l'état de l'art sur les techniques d'estimation de canal, de sondage de canal et de sélection d'antennes. Cette étude portera sur les systèmes multi-antennes distribués (DAS) et localisés (MIMO ou Multiple Input Multiple Output). Suivra ensuite une étude des techniques existantes sur l'influence des interférences sur les performances des systèmes de transmission, ainsi que sur les méthodes de transmission et d'allocation des ressources robustes aux interférences.

Le travail du thésard consistera ensuite à développer des techniques efficaces de sondage et d'estimation de canal, ainsi que de nouvelles techniques de sélection d'antennes dans le contexte DAS. Ces techniques seront ensuite testées dans une configuration expérimentale pratique en utilisant la chambre anéchoïque du groupe TELICE à l'Université de Lille 1, ainsi que le matériel annexe.

L'étape suivante sera consacrée à l'optimisation de l'allocation des ressources et de la distribution de puissance entre les antennes, ainsi qu'à l'optimisation de la topologie du système DAS, suivie de la vérification expérimentale des différentes techniques d'optimisation.

Références bibliographiques

- [1] R. Heath, S. Peters, Y. Wang, J. Zhang, "A current perspective on distributed antenna systems for the downlink of cellular systems," *IEEE Comm. Magazine*, Vol. 51, Issue 4, April 2013, pp. 161-167.
- [2] Z. Liu, L. Dai, "A Comparative Study of Downlink MIMO Cellular Networks with Co-Located and Distributed Base-Station Antennas," *IEEE Trans. on Wireless Comm.*, Vol. 13, Issue 11, 2014, pp. 6259 - 6274.
- [3] V. Deniau, C. Gransart, G. Romero, E. P. Simon, J. Farah, "IEEE 802.11n Communications in the Presence of Frequency Sweeping Interference Signals", *IEEE Trans. on Electromagnetic Compatibility*, Volume 59, Issue 5, October 2017, pp. 1625-1633.
- [4] Jinxing li, Youping Zhao, Cheng Tao, Bo Ai, "System Design and Calibration for Wideband Channel Sounding with Multiple Frequency Bands", *IEEE Access*, Vol. 5, 2017, pp. 781-793.
- [5] A. Dermoune, Eric. P. Simon, "Analysis of the Maximum-likelihood Channel Estimator for OFDM Systems with Unknown Interference", *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2017.
- [6] H. Li, G. Koudouridis, J. Zhang, "Antenna Selection Schemes for Energy Efficiency in Distributed Antenna Systems", *IEEE Int. Conf. on Comm.*, 2012, pp. 5619 - 5623.