

Vers le développement de communications vertes :
applications aux systèmes de transport intelligents (STI)

Résumé du sujet :

Dans notre monde hautement connecté et à l'aube de démocratisation des systèmes de transport intelligent et de la ville connectée, le système global d'échange d'information devient trop complexe à gérer avec des défis majeurs (mobilité, réseaux de transport intenses, congestion, émission excessive CO₂, accidents, etc.). Ainsi, la conception d'un système global de gestion, d'évaluation et de contrôle de la performance globale de notre environnement connecté « transports intelligents - ville connectée » devient indispensable aussi bien pour l'économie que pour la qualité de vie des citoyens [1-2].

En Europe, plusieurs projets prometteurs sont en cours (i.e. OPTIMUM¹ : mettre au point des solutions de mobilité fiables et efficaces, réduire les encombrements et réduire simultanément les émissions excessives de CO₂ 15-19) ou encore notre projet (i.e. X2Rail : vers un système de gestion du trafic basé sur les communications intelligents, flexibles, économes et en temps réel)² [3-4]. La 5G représente une véritable révolution du réseau d'accès radio et du réseau mobile de base se présentant comme la génération de rupture. Elle devient un enjeu majeur de la société numérique y compris l'économie dans ces différents secteurs (transports, énergie, commerce, etc.). L'accès multiple non orthogonal (NOMA), une technologie émergente proposée pour la 5G et plus, permet de multiplexer plusieurs services de communication dans une sous-porteuse afin de permettre le partage de ressources entre applications de requis disparates, et par conséquent de transmettre sur la même bande fréquentielle en même temps avec différents niveaux de puissance [5-6]. Dans le cadre de cette thèse, nous envisageons d'étudier et de développer un système de gestion optimisée de contrôle de la performance globale ainsi que de consommation de ressources de notre environnement hétérogène connecté en temps réel. Cet objectif sera possible en exploitant la capacité de la 5G à fournir un réseau de « ultra-haute vitesse et ultra-haute fiabilité » capable de connecter presque tout dans la ville avec les nouveaux systèmes de communication V2X « véhicule-to-everything », IoT et autres d'une manière optimale à l'aide de l'intelligence artificielle [6-7].

Trois objectifs majeurs seront visés :

- 1) la perception et l'analyse de l'environnement à l'aide de l'accès 5G et au-delà associé à l'intelligence artificielle avec une fiabilité, une précision et une granularité supérieures à celles des approches traditionnelles.
- 2) étudier la faisabilité de différentes technologies 5G (i.e. NOMA, FD, mmWave, ...) pour la prise en charge des services (V2X, IoT, ville intelligente, etc.) et de développer une nouvelle approche pour intégrer NOMA dans les systèmes de communication émergents afin de réaliser des réseaux à faible temps de latence, moins gourmands en énergie et de haute fiabilité pouvant intégrer plusieurs types de service [5].
- 3) Implémenter les solutions proposées dans le cadre de cette thèse sur une plateforme Radio Intelligente USRP/NI RIO disponible au laboratoire IEMN [7-8].

[1] A. Alalewi, I. Dayoub and S. Cherkaoui, "On 5G-V2X Use Cases and Enabling Technologies: A Comprehensive Survey", IEEE Access, Vol/ 9, pp. 107710 – 107737, July 2021.

[2] Ben-Jye Chang, Jih-Ming Chiou, "Cloud Computing-Based Analyses to Predict Vehicle Driving Shockwave for Active Safe Driving in Intelligent Transportation System," IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2019.

[3] A. Triwinarko, I. Dayoub and S. Cherkaoui, "A PHY Layer Enhancements for Next Generation V2X Communication", Vehicular Communications journal, 32, (Dec. 2021).

- [4] Gang Liu, Zhiqing Wang, Jiewen Hu, Zhiguo Ding, Pingzhi Fan, "Cooperative NOMA Broadcasting/Multicasting for Low-Latency and High-Reliability 5G Cellular V2X Communications," IEEE Internet of Things Journal Volume: 6, Issue: 5, Oct, 2019.
- [5] A-A Hamza, I. Dayoub, I. Alouani and A. Amrouche, "On the Error Rate Performance of Full-Duplex Cooperative NOMA in Wireless Networks", in IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 3, pp. 1742-1758, March 2022,
- [6] F. Yassine, M. E. Helou, O. Bazzi and S. Lahoud, "Investigation on Narrowband IoT Link Adaptation with Rate and Energy Objectives," 2021 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC), 2021, pp. 412-417
- [7] H. Ben Thameur and I. Dayoub, "Real-time in-lab test of eigenvalue-based spectrum sensing using USRP RIO SDR boards", IEEE Communications Letters Journal, (Nov, 2020), DOI: 10.1109/LCOMM.2020.3037010
- [8] A. B. Khalifa, I. Alouani, M. A. Mahjoub, N. E. Ben Amara, « Pedestrian detection using a moving camera: A novel framework for foreground detection", Cognitive Systems Research, Volume 60, 2020, Pages 77-96, ISSN 1389-0417,