

Sujet de mémoire de mastère de recherche en système d'informations et web :

Vers des communications véhiculaires intelligentes : une approche de communication sémantique optimisée par l'intelligence artificielle pour l'Internet of Vehicles

1. Description

L'Internet des Véhicules (IoV) constitue une infrastructure intelligente permettant aux véhicules, aux unités routières et aux serveurs cloud ou edge de communiquer afin d'améliorer la sécurité et l'efficacité du transport. Traditionnellement, les véhicules échangent principalement des données brutes comme la vitesse, les coordonnées GPS, l'accélération ou les informations issues de caméras et radars. Cependant, ces données, bien que volumineuses, sont pauvres en sens et nécessitent un traitement complexe pour être utiles à la prise de décision. De plus, la transmission massive de données brutes entraîne une surcharge du réseau, particulièrement dans les environnements denses [1].

La communication sémantique propose une approche révolutionnaire dans laquelle les systèmes ne transmettent plus simplement *des bits*, mais *des semantics* permettant aux récepteurs de comprendre directement le message. Selon Gunduz et al. [2], cette forme de communication permet de réduire la charge réseau tout en améliorant la pertinence de l'information transmise. Dans le contexte de l'IoV, elle permettrait aux véhicules d'envoyer des messages interprétés et contextualisés, comme : Probabilité de collision imminente : 0.78, Risque de congestion dans 10 minutes, et Freinage brusque détecté avec danger dans 3 secondes. Ainsi, au lieu d'échanger des milliers de données, les véhicules transmettent une connaissance synthétique, directement exploitable pour les décisions temps réel. Cette innovation ouvre la voie à des systèmes de prévention collaboratifs, où chaque véhicule contribue à la compréhension globale du réseau, améliorant la sécurité collective [3].

2. Problématique

Les communications actuelles dans l'IoV, basées sur le paradigme de transmission physique, montrent leurs limites. D'une part, les protocoles existants (DSRC, IEEE 802.11p, C-V2X) transmettent des informations brutes, redondantes et parfois inutiles dans un contexte donné, saturant les bandes passantes disponibles [4]. D'autre part, la prise de décision pour la prévention des risques repose souvent sur des données locales, ce qui réduit la capacité des véhicules à anticiper les dangers provenant de zones non visibles. Les conditions de trafic dense

aggravent ce problème, car le réseau devient congestionné précisément dans les moments où la rapidité des échanges est la plus cruciale [5]. La communication sémantique permettrait d'échanger uniquement des informations pertinentes, compréhensibles et surtout prédictives, ce qui est essentiel pour prévenir les collisions ou les incidents routiers. De plus, la prédiction collaborative, appuyée par un modèle sémantique, renforcerait la cohérence de l'information entre véhicules. Donc, le problème principal est comment permettre aux véhicules de partager des prédictions contextuelles et sémantiquement pertinentes tout en réduisant la surcharge du réseau et en améliorant la précision des alertes dans l'IoV ?

3. Travail demandé

- Analyser les approches actuelles de communication dans l'IoV ainsi que les méthodes de communication sémantique et d'IA (surtout deep learning) utilisées pour la compréhension du contexte véhiculaire (IoV).
- Créer une ontologie légère et définir un format de message sémantique permettant de représenter les événements routiers, les risques et les relations entre entités.
- Développer un module de prédiction des risques routiers basé sur l'IA (ex. réseau neuronal profond – Deep Learning) et intégrer ses sorties sous forme de messages sémantiques dans le mécanisme de communication entre véhicules.
- Simuler le système (SUMO + Veins ou équivalent) et comparer communication classique vs communication sémantique enrichie par l'IA Deep Learning en termes de précision, rapidité d'alerte et réduction de trafic réseau.

Encadrant : Haythem Hayouni, ISI KEF, Université de Jendouba

Email : haythem.hayouni@isikef.u-jendouba.tn

Références

- [1] D. Gündüz *et al.*, "Beyond Transmitting Bits: Context, Semantics, and Task-Oriented Communications," in *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 41, no. 1, pp. 5-41, Jan. 2023.
- [2] S.Cai, J.Hu, M.Wei, X.Zhang, "Semantic-aware adaptive traffic flow prediction driven by real-time trajectories," *Information Sciences*, Volume 728, 2025.
- [3] W. Zeng, K. Wang, J. Zhou, R. Cheng, "Traffic Flow Prediction Based on Hybrid Deep Learning Models Considering Missing Data and Multiple Factors," *Sustainability*, 15, 11092, 2023.
- [4] F. C. Ogenyi, C. N. Ugwu and O. P.-C. Ugwu, "A comprehensive review of AI-native 6G: integrating semantic communications, reconfigurable intelligent surfaces, and edge intelligence for nextgeneration connectivity," *Frontiers in Communications and Networks*, vol. 6, p. 1655410, 2025.
- [5] Z. Shao, Q. Wu, P. Fan, N. Cheng, W. Chen, J. Wang, and K. B. Letaief, "Semantic-Aware Spectrum Sharing in Internet of Vehicles Based on Deep Reinforcement Learning," *arXiv preprint arXiv:2406.07213*, Jun. 2024.