

PROPOSITION D'UN SUJET DE THESE #26-3

Titre : Conception d'un système de perception embarqué basé sur l'Intelligence Artificielle pour l'assistance avancée à la conduite (ADAS) en temps réel

Directeurs de la Thèse : Pr. Houda Daoud houda.daoud@enetcom.usf.tn
Dr. Mohamed Kallel mohamed.kallel@enetcom.usf.tn

Structure d'Accueil : Le laboratoire des Systèmes Électroniques Avancés et de l'Energie Durable (ESSE), ENETcom

Résumé de la proposition :

Les véhicules modernes intègrent de plus en plus de fonctions ADAS (Advanced Driver Assistance System) comme la détection de piétons, la reconnaissance de panneaux de signalisation ou encore le freinage automatique d'urgence. Cependant, ces systèmes reposent souvent sur des architectures lourdes, coûteuses et énergivores, peu adaptées à une intégration massive dans des véhicules de moyenne gamme ou dans les environnements contraints. Notre objectif consiste à concevoir un système électronique embarqué capable de réaliser une perception en temps réel grâce à des algorithmes IA optimisés pour tourner sur des plateformes limitées en ressources (FPGA, SoC, microcontrôleurs). En effet, plusieurs étapes doivent être franchies :

1. Développer des algorithmes IA légers pour la perception embarquée

- Explorer différentes familles de modèles (CNN, MobileNet, EfficientNet-lite, Tiny-YOLO, Vision Transformers compacts).
- Adapter les architectures existantes aux contraintes des plateformes embarquées (réduction de paramètres, compression mémoire).
- Intégrer des approches de **fusion multimodale** (caméra, LiDAR, radar) pour améliorer la robustesse de la perception.

2. Implémenter et tester le système sur une carte électronique embarquée

- Sélection et configuration de plateformes adaptées (FPGA, NVIDIA Jetson, SoC ARM, microcontrôleurs).
- Intégration matérielle et logicielle en environnement embarqué (ROS, Linux temps réel, drivers capteurs).
- Développement d'un pipeline de traitement temps réel (acquisition → perception → prise de décision).

3. Valider le système sur cas réels

- Scénarios ciblés : détection d'obstacles, piétons, cyclistes, reconnaissance de panneaux de signalisation, estimation de la distance.
- Validation sur **bases de données publiques** (KITTI, Cityscapes, BDD100K, COCO traffic) puis en conditions réelles (maquette véhicule, simulateur Carla).
- Analyse de la robustesse face aux conditions difficiles (faible luminosité, pluie, occlusions).

4. Évaluer les performances globales

- **Précision** : métriques classiques (mAP, IoU, F1-score).
- **Temps de traitement** : latence moyenne, fréquence d'inférence (FPS).
- **Consommation énergétique** : mesure de la consommation en watts sur différentes plateformes.
- Comparaison avec des solutions industrielles ou académiques de référence (benchmark).

Références :

- 1. Janai, J., Güney, F., Behl, A., & Geiger, A. (2020). Computer vision for autonomous vehicles: Problems, datasets and state of the art. *Foundations and Trends® in Computer Graphics and Vision*, 12(1–3), 1–308.
- 2. Muhammad Waqas Ashraf, Ali Hassan, Imad Ali Shah. *V-CAS: A Realtime Vehicle Anti Collision System Using Vision Transformer on Multi-Camera Streams*. arXiv:2411.01963, 2024
- 3. Hao Wu, Junzhou Chen, Ronghui Zhang, Nengchao Lyu, Hongyu Hu, Yanyong Guo, Tony Z. Qiu. *WTEFNet: Real-Time Low-Light Object Detection for Advanced Driver-Assistance Systems*. arXiv preprint, mai 2025.