

Réseau de perception coopérative distribué pour véhicules autonomes à l'aide d'algorithmes d'intelligence artificielle décentralisée (Edge AI) et communication multi-accès 5G/LoraWAN

Contexte et justification :

Les systèmes de transport intelligents évoluent rapidement avec l'émergence des véhicules autonomes. Ces véhicules nécessitent une perception précise et en temps réel de leur environnement, mais l'approche classique de collecte centralisée de données présente des limites en termes de latence et de surcharge de bande passante. Ce projet propose d'innover en mettant en place un réseau de perception coopérative distribué, où chaque véhicule et point d'accès utilise des algorithmes d'intelligence artificielle décentralisée (Edge AI) pour traiter localement les données. Ces unités coopèrent via des technologies de communication multi-accès 5G et LoRaWAN pour échanger des informations essentielles à la sécurité et à l'optimisation des trajectoires des véhicules.

Objectif général :

Concevoir un système de perception coopérative décentralisé utilisant l'intelligence artificielle en périphérie (Edge AI) pour traiter localement les flux de données vidéo et capteurs, combiné à un réseau de communication multi-accès 5G/LoraWAN pour permettre une coordination en temps réel entre les véhicules et les infrastructures routières intelligentes.

Objectifs spécifiques :

1. **Développer des algorithmes d'Edge AI** : Mettre en place des algorithmes d'intelligence artificielle embarquée qui permettent aux véhicules et aux points d'accès IoT de traiter localement les données (images, vidéos, capteurs) sans dépendre d'une infrastructure cloud centrale.
2. **Optimiser la communication multi-accès (5G et LoRaWAN)** : Utiliser une approche hybride combinant 5G pour les données lourdes (flux vidéo, analyse d'images) et LoRaWAN pour la transmission des données légères (informations de capteurs, positions), tout en optimisant la latence et la consommation d'énergie.
3. **Créer un réseau distribué de perception coopérative** : Permettre à chaque véhicule et point d'accès de partager ses observations en temps réel avec ses voisins proches, permettant ainsi une perception coopérative et distribuée qui améliore la sécurité et optimise la gestion des flux de trafic.
4. **Proposer une architecture de confiance et sécurité décentralisée** : Mettre en œuvre une couche de sécurité pour garantir la fiabilité des informations échangées entre les nœuds du réseau, avec des mécanismes de vérification des données et de détection d'anomalies en temps réel.
5. **Créer un modèle prédictif de flux de trafic et de danger** : Utiliser les données échangées et traitées pour anticiper les risques sur la route (collisions, embouteillages) et proposer des ajustements dynamiques aux trajectoires des véhicules en fonction des conditions du moment.

Méthodologie

Le projet se déroulera en deux phases :

1. **Phase 1 : Temps partiel (octobre à février)**

- Recherche sur les algorithmes d'Edge AI et conception d'un réseau décentralisé de traitement des données.
 - Mise en place de l'infrastructure hybride de communication (5G/LoRaWAN).
 - Développement d'un prototype d'algorithme de traitement distribué des flux vidéo et capteurs.
- 2. Phase 2 : Temps plein (février)**
- Intégration du système de perception coopérative entre plusieurs véhicules et points d'accès IoT.
 - Tests en conditions réelles avec des scénarios simulés de trafic et d'échanges de données pour évaluer les performances du système (latence, efficacité).
 - Optimisation de l'algorithme Edge AI pour améliorer la précision de détection des objets en temps réel et réduire la consommation d'énergie des dispositifs embarqués.
 - Soutenance avec démonstration fonctionnelle de la plateforme.

Livrables attendus :

- Un **réseau distribué de perception coopérative** basé sur Edge AI pour le traitement local des données et la communication multi-accès.
- Des **algorithmes optimisés** pour la détection d'objets, la classification et la prise de décision en temps réel à partir des flux vidéos.
- Une **infrastructure hybride de communication** 5G/LoRaWAN avec gestion intelligente des flux de données.
- Un **rapport final** décrivant l'architecture et les performances du système distribué, ainsi que des recommandations pour des applications à grande échelle.

Compétences développées :

- Maîtrise des technologies Edge AI et des réseaux de communication 5G/LoRaWAN.
- Conception et optimisation de systèmes distribués pour la perception en temps réel.
- Compétence en intégration de solutions IoT avec des infrastructures de réseaux multi-accès.
- Développement de modèles prédictifs et d'algorithmes de sécurité pour des systèmes coopératifs.

Perspectives de recherche :

Ce projet ouvre des perspectives de recherche sur l'optimisation des réseaux de véhicules autonomes et sur la gestion dynamique des infrastructures de transport intelligentes, avec des applications potentielles dans les villes intelligentes et les réseaux routiers à grande échelle. Il pourrait aussi permettre de développer des systèmes de gestion de trafic basés sur la coopération entre véhicules, optimisant la sécurité et la fluidité du trafic.