



Proposition de thèse CIFRE en Automatique (METACAR / Laboratoire Ampère)

Titre : Stabilisation d'un convoi de petits véhicules

Contexte de l'étude:

Le concept Kiwee développé par la société METACAR vise à diminuer l'usage de la voiture individuelle en complétant l'usage du transport public ou du covoiturage. Il s'agit de petits véhicules électriques emboîtables et attelables mécaniquement à l'arrêt en station, pour former des trains routiers compacts et redistribuables. Ils permettent aux usagers de zones périurbaines de compléter de façon non polluante un trajet en transport public ou en covoiturage en effectuant les premiers kilomètres au départ de leur trajet les ou les derniers kilomètres vers leur destination finale.

L'aptitude des véhicules à se combiner en un train routier et à être conduits 'en groupe' par un seul opérateur permet leur redistribution pour assurer leur disponibilité en station. Cette redistribution est réalisée par un opérateur professionnel : quand une station se vide, elle est réalimentée par un convoi depuis une station saturée. Cette innovation permet de desservir les trajets monodirectionnels domicile-travail pour des destinations disséminées comme des zones pavillonnaires ou zones d'emploi. Les véhicules étant emboîtables, ils consomment peu d'espace au stationnement. La trajectoire du train routier s'insère dans un cercle de 7m de diamètre et peut ainsi utiliser dans la voirie urbaine existante.

Ainsi, dans le cadre du développement de cette solution innovante et en rupture, la société METACAR en collaboration avec le laboratoire Ampère propose de lever un verrou important concernant la stabilité d'un convoi de petits véhicules. Ces travaux de recherche seront réalisés dans le cadre d'une thèse CIFRE afin de faire le lien entre les problématiques théoriques et les contraintes technologiques, d'implémentation et de validation expérimentale.

Descriptif du sujet :

Lors des déplacements en convoi, il est nécessaire de garantir que l'ensemble des véhicules suivent la trajectoire définie par le véhicule de tête ou reste de manière stable dans une enveloppe autour de cette trajectoire malgré des conditions de roulage qui peuvent différer entre les différents véhicules en raison de l'état de la route. Il s'agira donc de synthétiser une loi de commande robuste qui permettra de garantir la stabilité de ce train routier lors de ses déplacements indépendamment du nombre de véhicules qui composent le convoi. Il existe des enjeux majeurs liés aux contraintes technologiques de cette application : la nature semi-active de l'amortisseur de l'articulation entre chacun des modules, la prise en compte du retard de communication entre le véhicule de tête, qui pilote le convoi, et celui de queue, et enfin la gestion des situations de freinage qui doit privilégier le freinage récupératif.

Ce problème peut s'apparenter à la stabilisation d'un pendule à n segments, problématique largement abordée dans la littérature avec des approches très diverses mais dont la commande est bien souvent vue de manière globale avec une problématique de stabilisation dans une configuration donnée. Dans d'autres approches très étudiées actuellement, comme le « platooning », les véhicules du convoi ne sont pas liés mécaniquement. Chaque véhicule est autonome, dispose d'un pilotage indépendant et embarque un grand nombre de capteurs ce qui découple les problèmes.

Etant donné la nature de l'application, la modularité, la robustesse, la simplicité et donc le coût sont des critères essentiels. Tous les véhicules sont identiques et il n'y a pas de véhicule conçu spécifiquement pour être leader, les véhicules doivent pouvoir communiquer sans structure hiérarchisée prédéfinie. Il ne s'agit pas non plus de rendre chaque véhicule autonome avec une capacité étendue de perception de l'environnement. La constitution du convoi peut être hétérogène avec des caractéristiques pour chaque véhicule différentes (masse, état des pneumatiques, ...). Enfin, il faut optimiser le freinage inertiel pour éviter l'intégration de systèmes complexes et coûteux comme les ESP et ABS.

Dans cette thèse, il s'agira donc de développer une loi de commande générique et robuste pour un convoi hétérogène et de dimension variable, de préférence distribuée de manière à privilégier la modularité. Du point de vue de l'application, le dimensionnement et la technologie de l'amortisseur seront des critères à prendre compte de manière à garantir le compromis performance et coût. Ce travail devra enfin intégrer d'autres aspects comme la minimisation de l'usure des pneumatiques, l'utilisation de degrés de liberté additionnels offerts par la motorisation de chaque module, le braquage limité de la direction et le freinage inertiel. En parallèle des travaux méthodologiques, la personne recrutée sera amenée à mettre en œuvre et valider ses résultats sur prototype.

Profil du candidat recherché :

Le candidat, ingénieur généraliste ou titulaire d'un Master avec de bonnes compétences en automatique et en génie mécanique, devra démontrer son goût pour la conduite d'un projet dans son ensemble, être force de proposition, savoir travailler en équipe, rédiger et présenter de manière synthétique, être moteur dans l'animation entre tous les interlocuteurs.

Financement : CIFRE METACAR
Responsable scientifique : E. Bideaux (eric.bideaux@insa-lyon.fr) / V. Cervantes (valery.cervantes@metacar-industrial.com)
Salaires : ~2500 €/net/mois **Lieu :** Lyon (Rhône, France)
Dossier de candidature : envoyer 1 lettre de motivation, 1 CV détaillé, notes de Master (M1 et M2) ou du cursus ingénieur.