

Navigation sûre d'un véhicule autonome terrestre dans un environnement partagé et contraint

Sujet de thèse 2021-2024

Public : Titulaire d'un Master (ou équivalent) en automatique
Durée : 36 mois, débutant en septembre 2021 (contrat doctoral ministériel)
Encadrants : Rodolfo ORJUELA (directeur)
Michel BASSET (codirecteur)
Stéphane BAZEILLE (co-encadrant)



Contexte

Dans un futur proche, les véhicules autonomes terrestres (voitures autonomes, robots autonomes, etc.) seront de plus en plus présents dans notre quotidien ouvrant de nouvelles perspectives en matière de services de mobilité et de transport. Ces véhicules seront amenés à évoluer dans un environnement contraint et partagé par d'autres usagers (obstacles fixes et/ou mobiles, etc.) en particulier dans un environnement urbain (centre des villes, etc.). Les stratégies de guidage embarquées dans ces véhicules doivent par conséquent être en mesure d'assurer une navigation en toute sécurité pour un large éventail de situations. La proposition de ces architectures évoluées de guidage est une thématique de recherche en plein essor qui fait l'objet de nombreux travaux de recherche.

Ce projet de thèse s'inscrit dans le cadre des activités menées au sein de l'IRIMAS, par le groupe MIAM (Modélisation et Identification pour l'Automatique et la Mécanique), depuis plus d'une quinzaine d'années autour du véhicule autonome et ses applications [1], [2], [3]. Sur un plan scientifique, les travaux de recherche proposés visent à apporter une contribution originale en matière de conception d'architectures de navigation (commande latérale et/ou longitudinale) mettant en synergie les couches de commande et de perception.

Sujet proposé

La navigation d'un véhicule autonome dans un environnement contraint et partagé passe par la conception et la mise en œuvre d'architectures de navigation évoluées. D'une façon générale, ces architectures de navigation sont composées de trois niveaux, à savoir le niveau de perception, de génération de références et de commande. Dans le cadre de ces travaux de thèse, l'interaction entre ces niveaux sera étudiée dans la perspective d'améliorer et de garantir les performances globales de navigation du véhicule.

Afin de couvrir un large éventail de situations hétérogènes de navigation (*indoor*, *outdoor*, présence d'obstacles), les véhicules autonomes sont pourvus de multiples sources de perception et de localisation complémentaires (caméras, télémètres, systèmes de positionnement par satellite, etc.) nécessaires à la localisation précise du véhicule dans son environnement et à la perception de l'environnement proche du véhicule à chaque instant. La combinaison de ces systèmes de perception peut toutefois être à l'origine des phénomènes indésirables (discontinuités, biais, dérives, incohérences, fausses alarmes, etc.). Par exemple, une récente étude portant sur l'évaluation de l'impact d'une localisation erronée par odométrie visuelle sur la stratégie de guidage montre que ces phénomènes dégradent inévitablement les performances de la stratégie de commande [4], d'où le besoin de rendre robustes les stratégies de guidage vis-à-vis de ces phénomènes.

L'objectif de ces travaux de thèse porte essentiellement sur la conception de nouvelles stratégies de commande robustes compte tenu des performances intrinsèques des systèmes de perception. Une piste intéressante à explorer consiste à combiner les techniques de guidage dites dynamiques et géométriques

afin d'améliorer le guidage en présence de défauts dans la localisation du véhicule à des vitesses relativement élevées [5]. La synthèse de ces lois de commande repose sur des techniques de commande non linéaires dites polytopiques [6]. L'idée est de parvenir à adapter en temps réel les paramètres de la stratégie de commande compte tenu de la situation rencontrée. En effet, les performances de la navigation doivent être modifiées selon la situation de navigation, par exemple les performances ne seront pas les mêmes dans un environnement *outdoor* ou *indoor*, en présence d'obstacles, à grande ou à faible vitesse, etc. Les mécanismes d'adaptation ainsi développés visent à améliorer à terme l'interaction entre le véhicule autonome et les autres usagers de l'espace de navigation.

L'intégration des stratégies de navigation, des systèmes de perception et des algorithmes de traitement des données est également à envisager dans le cadre de ces travaux. En effet, les développements théoriques seront accompagnés de phases de validation expérimentales à l'aide des moyens d'essais de l'IRIMAS (deux voitures autonomes instrumentées, robots mobiles). Ces travaux de recherche s'intègrent en particulier dans la partie robotique mobile du projet de recherche structurant SMART-UHA¹ en cours de déploiement sur le campus Illberg de l'UHA. Cette plateforme va disposer à terme de 3 robots mobiles électriques connectés capables de transporter des colis sur le campus universitaire et à l'intérieur des bâtiments. Cette plateforme offre un excellent cas applicatif (environnement très contraint et partagé par différents usagers) des concepts théoriques développés.

Mots-clés

véhicule autonome, architectures de navigation, automatique, commande avancée, commande robuste, traitement du signal, perception, programmation, systèmes embarqués, validation expérimentale

Candidature

Envoyer par e-mail votre dossier de candidature contenant : • un CV détaillé • une lettre de motivation adressée au responsable des formations doctorales • relevés des notes (1ère session) des deux dernières années de Master ou équivalent • une lettre de recommandation du responsable de la formation et/ou du responsable du stage M2. Un premier entretien sera proposé suite à l'examen du dossier.

Les candidat.es retenu.es seront invité.es à déposer leurs dossiers de candidature sur le site internet de l'UHA avant **le 30 avril 2021**. Une audition est prévue sur place à l'UHA **le 26 mai 2021** (date à confirmer).

Rodolfo ORJUELA	Stéphane BAZEILLE	Michel BASSET
rodolfo.orjuela@uha.fr	stephane.bazeille@uha.fr	michel.basset@uha.fr

Références

- [1] Pouly, G. *Analysis and synthesis of advanced control laws for vehicle ground guidance*. Thèse de doctorat. Université de Haute-Alsace, 2009.
- [2] Attia, R. *Coupled longitudinal and lateral control for a safe automated vehicle guidance*. Thèse de doctorat. Université de Haute-Alsace, 2015.
- [3] Boudali, M. *Contributions au guidage d'un véhicule autonome en situations non conventionnelles de conduite*. Thèse de doctorat. Université de Haute-Alsace, 2019.
- [4] Bazeille, S., Josso-Laurain, T., Ledy, J., Rebert, M., Al Assaad, M., Orjuela, R. Characterization of the impact of visual odometry drift on the control of an autonomous vehicle. *2020 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Oct 2020, Las Vegas, United States.
- [5] Boudali, M., Orjuela, R., Basset, M. Unified dynamic and geometrical vehicle guidance strategy to cope with the discontinuous reference trajectory. *Vehicle System Dynamics*, Taylor & Francis, 2019, pp.1-28.
- [6] Orjuela, R., Ichalal, D., Marx, B., Maquin, D., Ragot, J. Polytopic models for observer and fault-tolerant control designs. *New Trends in Observer-based Control: An Introduction to Design Approaches and Engineering Applications*, 1, Academic Press, pp.295-335, 2019.

1 Services Mobilités Autonomies Réseaux Transports à l'Université de Haute-Alsace