

Proposition de stage Master 2019

Synthèse d'observateurs flous type Takagi-Sugeno pour la localisation de véhicule autonome basée sur des centrales inertielles

Encadrant : Thomas Laurain (UHA/IRIMAS EA 7499, Mulhouse, France)

Durée : 6 mois (fin février/début mars -> fin août 2019)

Rétribution : 573.50 € par mois

Mots-clefs : Observateur Takagi-Sugeno ; centrales inertielles ; fusion de données ; localisation ; véhicule autonome

Contexte de recherche :

Le stage proposé s'inscrit dans le contexte actuel de la localisation de véhicules autonomes. L'information de la position du véhicule est primordiale afin de suivre la trajectoire planifiée. De nombreux systèmes de localisation existants se basent actuellement sur la technologie GPS pour obtenir un positionnement global par satellite [1]. Cependant, cette solution présente l'inconvénient d'être extrêmement sensible à la qualité de réception du signal GPS qui peut être altéré (imprécision du signal, bruit, perte...).

Dans ce contexte où les systèmes de positionnement absolus classiques ne sont plus totalement fiables et utilisables sans danger, il convient de synthétiser un système de localisation robuste qui viendra en complément ou en remplacement de la navigation GPS. Afin d'éviter les problèmes de communication précités, la solution devra se baser uniquement sur les différents capteurs embarqués sur les véhicules, notamment les centrales inertielles.

Des travaux ont déjà été réalisés par l'institut IRIMAS en collaboration avec l'Institut franco-allemand de recherche de Saint-Louis (ISL) afin de proposer une solution au problème de localisation d'un véhicule par centrale inertielle basée sur des approches sans modèle [2]. Cette méthode présente des résultats prometteurs pour la localisation d'un véhicule ; cependant, elle ne permet qu'une approximation des positions futurs. Afin d'obtenir une localisation plus fine et la possibilité d'estimer les prochaines positions du véhicule, une solution avec modèle est envisagée (basée sur la conception d'observateurs). Les modèles de dynamique véhicule étant non-linéaires, la méthodologie Takagi-Sugeno sera considérée [3].

Objectifs :

Le/la stagiaire aura pour objectifs de faire un état de l'art sur les différentes solutions existantes en terme de localisation de véhicule autonome avec et sans modèle. De ce premier état de l'art, il dégagera un état de l'art des différents modèles de dynamiques véhicules. Enfin, la partie théorique s'achèvera par l'étude des observateurs, notamment des observateurs Takagi-Sugeno.

La partie pratique s'effectuera suivant la structure suivante : choix du modèle de dynamique véhicule, identification des paramètres à partir de jeux de données issues des véhicules autonomes de IRIMAS (Artemips et Pochette), synthèse d'observateur TS pour la localisation, synthèse d'estimateur de la position future.

Cette partie pratique s'accompagnera d'essais temps-réel sur les plateformes de recherche. L'ensemble des travaux de recherche réalisé par le/la stagiaire donnera lieu à des publications scientifiques pour des conférences internationales et/ou des journaux à facteur d'impact.

Conditions d'accueil :

L'intégralité du stage se déroulera à IRIMAS, au sein du Département ASI (Automatique Signal Image) et plus précisément dans l'équipe MIAM (Modélisation Identification Automatique et Mécanique) de l'Université de Haute Alsace, à Mulhouse (France).



Véhicule autonome ARTEMIPS

Pour toute demande d'information supplémentaire ou pour candidater, merci d'envoyer CV, résultats de Master/ingénieur et lettre de motivation.

Contact : thomas.laurain@uha.fr

Références :

- [1] R. Attia, J. Daniel, J. Lauffenburger, R. Orjuela, and M. Basset, "Reference generation and control strategy for automated vehicle guidance," in *2012 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 2012, pp. 389–394.
- [2] T. Brunner, J. Lauffenburger, S. Changey, and M. Basset, "Quaternion-based IMU and stochastic error modeling for intelligent vehicles," in *2015 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2015, pp. 877–882.
- [3] T. Laurain, J. Lauber, and R. M. Palhares, "Replica of an Advanced Takagi-Sugeno discrete observer without matrix inversion," in *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Vancouver, Canada, 2016, pp. 2206–2211.

Master internship proposal 2019

Takagi-Sugeno observer design for localization of autonomous vehicles based on IMU

Supervisor: Dr. Thomas Laurain (UHA/IRIMAS EA 7499, Mulhouse, France)

Duration: 6 months (end of February/beg. of March -> End of August 2019)

Salary: 573.50 € per month

Keywords: Takagi-Sugeno observer; Inertial Measurement Units; data fusion; localisation; autonomous vehicle

Research context:

The proposed internship fits the current context of autonomous vehicles localisation. The information about the vehicle position is crucial to follow the generated trajectory. Current existing systems are based on the GPS technology to obtain a global positioning using satellites [1]. However, this solution is very sensitive to the quality of the GPS signal which may be altered (imprecise, noised, lost...).

In this context where traditional absolute positioning systems are not totally valuable and cannot be used without danger, it is important to design a robust localisation system which will complete or replace the GPS navigation. In order to avoid communication problems, the solution should be only based on currently embedded sensors inside the vehicles, mainly based on Inertial Measurement Units (IMU).

Previous researches have been realized at the IRIMAS institute in collaboration with the French-German institute of Saint-Louis (ISL) in order to provide a solution to the previously cited problem of localizing a vehicle using IMU based on model-free [2]. This method presents promising results for vehicle localization; however, it can only approximate future positions. In order to obtain a more precise localization and to have the opportunity to estimate the next positions of the vehicle, a solution using a model-based approach is considered (based on observer design). The models of vehicle dynamics being nonlinear, the Takagi-Sugeno methodology will be considered [3].

Objectives:

The intern will have to realize a state of the art of the different existing solutions for autonomous vehicle localization, with and without model. With this first state of the art, the intern will realize a state of the art on the different models of vehicle dynamics. Then, the theoretical part will concern the study of observers and particularly Takagi-Sugeno observers.

The practical part will be realized as follow: choice of the vehicle dynamics model, identification of the parameters based on a dataset from the autonomous vehicles of IRIMAS (Artemips and Pochette), TS observer design for localization, estimator design for future position.

Finally, real-time experiments will be conducted on the research platforms. The whole research work realized during the internship will lead to scientific publications in international conferences and/or impacted journals.

Location:

The internship will take place in the IRIMAS laboratory, inside the ASI Department (Automatic control Signal Image) and more specifically inside the MIAM team (Modelling and Identification for Automatic control and Mechanical engineering) in the University of Haute-Alsace, Mulhouse, France.



ARTEMIPS autonomous vehicle

To get complementary information or to apply, please send a Resume, Master degree results and a motivation letter.

Contact: thomas.laurain@uha.fr

References:

- [1] R. Attia, J. Daniel, J. Lauffenburger, R. Orjuela, and M. Basset, "Reference generation and control strategy for automated vehicle guidance," in *2012 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2012*, pp. 389–394.
- [2] T. Brunner, J. Lauffenburger, S. Changey, and M. Basset, "Quaternion-based IMU and stochastic error modeling for intelligent vehicles," in *2015 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), 2015*, pp. 877–882.
- [3] T. Laurain, J. Lauber, and R. M. Palhares, "Replica of an Advanced Takagi-Sugeno discrete observer without matrix inversion," in *IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, Vancouver, Canada, 2016, pp. 2206–2211.