

## Proposition de stage Master 2020

**Implémentation temps-réel d'algorithmes de perception pour véhicule autonome :  
approches fusion de données, approches réseaux de neurones, approches combinées**

**Encadrant :** Dr. Thomas Josso-Laurain, Dr. Jonathan Ledy (UHA/IRIMAS EA 7499, Mulhouse, France)

**Durée :** 6 mois (début février -> fin juillet 2020)

**Rétribution :** 573.50 € par mois

**Mots-clefs :** Perception ; véhicule autonome ; systèmes embarqués ; fusion de données ; Dempster-Shafer ; intelligence artificielle ; CNN

### Contexte de recherche :

Le stage proposé s'inscrit dans le contexte actuel des véhicules autonomes. De nos jours, la perception de l'environnement autour du véhicule représente encore un verrou scientifique. Cette information est primordiale pour la planification de la trajectoire à suivre, et une erreur peut très vite coûter des vies. La perception de l'environnement peut se décomposer en deux tâches hiérarchiques : la détection des zones d'intérêt et l'analyse de la scène perçue. Ce stage se focalise sur l'analyse et l'interprétation de la scène. Une fois les zones d'intérêt détectées, il s'agira de définir le contour des potentiels obstacles (*bounding boxes*) ainsi que de définir la nature de ces obstacles (notamment leur caractère mobile ou non) et les caractériser (taille, vitesse...).

Dans la littérature, ce problème a été adressé par des approches basées modèle comme la fusion de données grâce, notamment, à la théorie évidentielle (Dempster-Shafer et extensions [1]). Les fonctions de croyance permettent ainsi d'obtenir un algorithme d'analyse de la scène précis. Cependant, cette méthode repose en grande partie sur les connaissances a-priori des modèles. D'autre part, avec l'augmentation des puissances de calcul, les approches basées données comme les réseaux de neurones et le Deep Learning [2], [3] permettent avec des données d'apprentissage, de concevoir un algorithme robuste et réactif à une grande variété de situations. Cependant, ces solutions sont extrêmement dépendantes des données d'entraînement, ainsi que des capacités de calcul des systèmes embarqués.

L'objectif de ce stage est d'implémenter dans les véhicules autonomes du laboratoire IRIMAS, des systèmes de perception basés sur la théorie évidentielle, sur le Deep Learning, et sur les nouveaux algorithmes développés par le laboratoire et combinant les deux approches.

### Objectifs :

Le/la stagiaire aura pour objectifs de faire un état de l'art sur les deux approches (fusion de données évidentielle et Deep Learning). En particulier, la théorie de Dempster-Shafer et les Réseaux de Neurones Convolutifs (CNN) seront étudiés, ainsi que leurs applications à la perception des véhicules autonomes. Sachant que l'objectif est l'implémentation des algorithmes, le choix des solutions considérera comme critères la performance de l'analyse de la scène (« faux positifs », classification...) ainsi que le coût de calcul. Des méthodes de réduction de ce coût peuvent être explorées.

La partie pratique s'effectuera suivant la structure suivante : choix de l'opérateur de fusion, choix de l'algorithme de CNN, implémentation des algorithmes dans les systèmes embarqués des véhicules autonomes (ROS/RTMaps). Cette partie pratique s'accompagnera d'essais temps-réel sur les

plateformes de recherche. De ces expérimentations techniques, le stagiaire analysera les résultats et fournira des pistes de recherche à la synthèse d'algorithmes combinant fusion de données et réseaux de neurones. 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). Ce stage est financé par l'AAP PIR de l'UHA.



Véhicule autonome ARTEMIPS

Pour toute demande d'information supplémentaire ou pour candidater, merci d'envoyer CV, résultats de Master/ingénieur et lettre de motivation **avant le 01/01/20**.

Contact : [thomas.laurain@uha.fr](mailto:thomas.laurain@uha.fr)

**Références :**

- [1] H. Laghmar, T. Laurain, C. Cudel, and J.-P. Lauffenburger, "Heterogeneous Sensor Data Fusion for Multiple Object Association using Belief Functions," *Information Fusion*, submitted-2019.
- [2] L. Deng, M. Yang, Y. Qian, C. Wang, and B. Wang, "CNN based semantic segmentation for urban traffic scenes using fisheye camera," in *2017 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2017, pp. 231–236.
- [3] H. I. Fawaz, G. Forestier, J. Weber, L. Idoumghar, and P.-A. Muller, "Deep learning for time series classification: a review," *arXiv:1809.04356 [cs, stat]*, Sep. 2018.

## Master internship proposal 2019

### Real-time implementation of perception algorithms for autonomous vehicles: data fusion approaches, neural networks approaches, combined approaches

**Supervisor:** Dr. Thomas Josso-Laurain, Dr. Jonathan Ledy (UHA/IRIMAS EA 7499, Mulhouse, France)

**Duration:** 6 months (beg. of February -> End of July 2020)

**Salary:** 573.50 € per month

**Keywords:** Perception ; autonomous vehicle ; embedded systems ; data fusion ; Dempster-Shafer ; artificial intelligence ; CNN

#### Research context:

The proposed internship is about the current context around autonomous vehicles. Nowadays, the perception of the surrounding environment still represents a scientific lock. This information is crucial for the trajectory planification, and a mistake can cost lives. The environment perception can be divided into two hierarchical tasks: the detection of zones of interest, and the analysis of the perceived scene. This internship focuses on the analysis and the interpretation of the scene. Once the zones of interest are detected, it will be mandatory to define bounding boxes around the presumed obstacles as well as to define their nature (mainly if they are moving or not) and to characterise them (size, speed...).

In the literature, this problem has been addressed by model-based approaches such as data fusion, mainly thanks to the evidential theory (Dempster-Shafer and extensions [1]). The belief functions allow obtaining a precise scene analysis algorithm. However, this method mainly remains on the a-priori knowledge of the models. On the other side, with the increase of the computational capabilities, the data-based approaches such as neural networks and Deep Learning [2], [3] allow, thanks to learning datasets, to design a robust algorithm able to react in various situations. However, these solutions are highly depending on the training dataset as well as the computation capacities of the embedded systems.

The aim of this internship is to implement in the IRIMAS autonomous vehicles, perception systems based on evidential theory, Deep Learning and the new algorithms developed in the lab, combining these two approaches.

#### Objectives:

The intern will have the objective of realizing a state of the art on the two approaches (evidential data fusion and Deep Learning). In particular, the Dempster-Shafer theory and the Convolutional Neural Networks (CNN) will be studied, as well as their application to autonomous vehicle perception. Considering that the aim is to implement algorithms, the choice of solutions will consider as criteria performance of the scene analysis (« false positive », obstacle classification...) as well as the computational cost. Reducing this cost can be explored during the internship.

The practical part will follow this methodology: choice of the fusion operator, choice of the CNN algorithm, implementation of the algorithms inside the embedded systems of the autonomous vehicles (ROS/RTMaps). This part will be followed by real-time trials on the research platforms. From

these experiments, the intern will analyse the results and propose research directions in order to design an algorithm combining data fusion and neural networks. The research works of the intern will be published 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. The internship is funded by the AAP PIR of the UHA.



ARTEMIPS autonomous vehicle

To get complementary information or to apply, please send a Resume, Master degree results and a motivation letter **before 01<sup>st</sup> of January, 2020**.

Contact: [thomas.laurain@uha.fr](mailto:thomas.laurain@uha.fr)

**References:**

- [1] H. Laghmara, T. Laurain, C. Cudel, and J.-P. Lauffenburger, "Heterogeneous Sensor Data Fusion for Multiple Object Association using Belief Functions," *Information Fusion*, submitted-2019.
- [2] L. Deng, M. Yang, Y. Qian, C. Wang, and B. Wang, "CNN based semantic segmentation for urban traffic scenes using fisheye camera," in *2017 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2017, pp. 231–236.
- [3] H. I. Fawaz, G. Forestier, J. Weber, L. Idoumghar, and P.-A. Muller, "Deep learning for time series classification: a review," *arXiv:1809.04356 [cs, stat]*, Sep. 2018.