

Proposition de stage Master 2024

Implémentation temps-réel sur un système embarqué de réseaux de neurones évidentiels appliqués à la perception d'un véhicule autonome

Encadrement : Vasile Giurgi, Dr. Thomas Josso-Laurain, Dr. Jonathan Ledy

Durée : 6 mois (début février -> fin juillet 2024)

Rétribution : 573.50 € par mois

Mots-clefs : système embarqué ; perception ; data fusion ; temps réel ; intelligence artificielle

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 segmenter les obstacles ainsi que de définir leur nature (notamment leur caractère mobile ou non) et les caractériser.

Avec l'augmentation du nombre de capteurs de différente nature (caméra RGB, plénoptique, lidar 2D, lidar 3D, radar, etc.), il convient d'opérer une fusion de ces informations hétérogènes afin de tirer profit de ce que chaque source a à offrir. Cette fusion peut être réalisée par des approches basées sur des modèles exprimés selon différents formalismes : la fusion probabiliste [1] ou la fusion évidentielle [2].

Avec l'émergence des puissances de calcul et de l'intelligence artificielle, de nombreuses approches basées données ont été développées pour performer les tâches de perception [3], souvent d'après les informations issues d'une unique caméra RGB. D'un côté, certains travaux intègrent désormais le formalisme évidentiel à des réseaux mono-capteur [4] voire multi-capteurs. D'autres fusionnent les données au sein de réseaux de neurones selon différentes architectures [5].

L'objectif de ce stage est d'implémenter en temps-réel les algorithmes de perception basés sur des réseaux de neurones intégrant une couche de fusion de données évidentielle développés par le laboratoire [6]. Le cadre applicatif sera le véhicule autonome du laboratoire IRIMAS avec ses capteurs intégrés (caméra, lidars) et son système embarqué (PC sous Windows avec RTMaps)

Objectifs :

Le/la stagiaire devra dans un premier temps comprendre les réseaux de neurones développés au sein du laboratoire [6], puis les implémenter. Sachant que l'objectif est l'implémentation temps-réel des algorithmes, les critères d'évaluation des méthodes seront la performance de l'analyse de la scène 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 : prise en main des algorithmes IA-évidentiel, implémentation des algorithmes dans les systèmes embarqués des véhicules autonomes (PC embarqué ou GPU, programmation sous ROS/RTMaps/Python). 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 d'IA évidentiels. L'ensemble des travaux de recherche réalisé par le/la stagiaire donnera lieu à des publications scientifiques pour des conférences internationales.

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'ANR JCJC EviDeep.



Véhicule autonome ARTEMIPS

Profil recherché : Etudiant-e en dernière année d'École d'ingénieur ou en Master 2, de formation Automatique, Systèmes Embarqués. Des bonnes compétences en programmation sont attendues (C, C++, Python). Une expérience avec un système temps-réel et avec de l'IA appliquée serait un plus.

Pour toute demande d'information supplémentaire ou pour candidater, merci d'envoyer CV, résultats de Master/ingénieur et lettre de motivation. Pour des raisons administratives, nous n'accepterons que des candidatures issues d'étudiant(e)s actuellement en études supérieures sur le sol français. Dès qu'un-e candidat-e présentera une adéquation avec le poste, le recrutement sera fermé.

Contact : vasile.giurgi@uha.fr et thomas.josso-laurain@uha.fr

Références :

- [1] J. Dezert, A. Tchamova, and D. Han, "Total Belief Theorem and Generalized Bayes' Theorem," in *IEEE International Conference on Information Fusion (FUSION)*, 2018, pp. 1040–1047. doi: 10.23919/ICIF.2018.8455351.
- [2] H. Laghmara, T. Laurain, C. Cudel, and J.-P. Lauffenburger, "Heterogeneous Sensor Data Fusion for Multiple Object Association using Belief Functions," *Information Fusion*, vol. 57, pp. 44–58, 2020.
- [3] C.-H. Cheng, C.-H. Huang, T. Brunner, and V. Hashemi, "Towards Safety Verification of Direct Perception Neural Networks," *arXiv:1904.04706 [cs]*, Nov. 2019.
- [4] E. Capellier, F. Davoine, V. Cherfaoui, and Y. Li, "Evidential deep learning for arbitrary LIDAR object classification in the context of autonomous driving," in *2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Jun. 2019, pp. 1304–1311. doi: 10.1109/IVS.2019.8813846.
- [5] L. Caltagirone, M. Bellone, L. Svensson, and M. Wahde, "LIDAR–camera fusion for road detection using fully convolutional neural networks," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 111, pp. 125–131, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.robot.2018.11.002.
- [6] M. N. Geletu, D.-V. Giurgi, T. Josso-Laurain, M. Devanne, M. M. Wogari, and J.-P. Lauffenburger, "Evidential deep learning-based multi-modal environment perception for intelligent vehicles," in *2023 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Jun. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/IV55152.2023.10186581.

Master internship proposal 2024

Real-time implementation on an embedded system of neural networks applied to autonomous vehicle perception

Supervision : Vasile Giurgi, Dr. Thomas Josso-Laurain, Dr. Jonathan Ledy

Duration : 6 months (beg. February -> end July 2024)

Gratification : 573.50 € per month

Keywords : embedded systems ; perception ; data fusion ; real-time ; artificial intelligence

Research context :

The proposed internship takes place in the current context of autonomous vehicles. Nowadays, the perception of the surrounding environment still represents a scientific lock. This information is crucial for the planification of the trajectory to be followed, and a mistake can cost lives. The perception of the environment can be divided into two hierarchical tasks : the detection of regions of interest (ROI) and the analysis of the perceived scene. This internship will focus on the analysis and the interpretation of the scene by segmenting and classifying the obstacles as well as defining their nature (mobile, etc.)

With the increase of the number of sensors of different nature (RGB camera, lidars, radars, etc.), an heterogeneous information fusion can be realized to take advantage of each feature. This fusion can be realized by model-based approaches according to different formalisms : probabilistic [1] or evidential [2].

With the increase of computational power and artificial intelligence, many approaches based on data have been developed to perform perception tasks [3], mainly based on unique RGB camera. Some works consider fusing the data information through neural networks [5] while others study the interest of evidential theory for artificial intelligence [4]. The team here works both of the topics : evidential data fusion inside neural networks [6].

The goal of this internship is to implent in real-time the perception algorithms based on neural networks and evidential data fusion developed by the lab. The prototype will be the autonomous vehicle of IRIMAS lab with its sensors (camera, lidar) and its embedded system (PC with RTMaps)

Objectifs :

The intern will have to understand first the neural networks that are currently developed by the lab [6], then to implement them. Since the goal is to achieve real-time, the evaluation criteria of the methods will be performance of the scene analysis and computational cost.

The work program will be as follows : understanding evi-AI algorithms, implementation of algorithms in simulation (RTMaps) and inside the embedded system (PC with GPU, programming on ROS/RTMaps/Python), real-time experiments and result analysis.

Work conditions :

The whole internship will take place at IRIMAS lab, in the MIAM team (Modélisation Identification Automatique et Mécanique) of the Université de Haute Alsace, Mulhouse (France). This internship is founded by the ANR JCJC EviDeep.



ARTEMIPS autonomous vehicle

Expected profile : Final-year student in Master 2 / Engineering school (BAC+5), with an Embedded Systems background. Good programming skills are expected (C, C++, Python). A first experience with real-time system and applied IA is good.

For any other information, or to apply, please send CV, M2 results and motivation letters. For administrative reasons, only applications from students already involved in a French university will be considered. As soon as a candidate matches the topic, the recruitment will be closed.

Contact : vasile.giurgi@uha.fr and thomas.josso-laurain@uha.fr

References :

- [1] J. Dezert, A. Tchamova, and D. Han, "Total Belief Theorem and Generalized Bayes' Theorem," in *IEEE International Conference on Information Fusion (FUSION)*, 2018, pp. 1040–1047. doi: 10.23919/ICIF.2018.8455351.
- [2] H. Laghmara, T. Laurain, C. Cudel, and J.-P. Lauffenburger, "Heterogeneous Sensor Data Fusion for Multiple Object Association using Belief Functions," *Information Fusion*, vol. 57, pp. 44–58, 2020.
- [3] C.-H. Cheng, C.-H. Huang, T. Brunner, and V. Hashemi, "Towards Safety Verification of Direct Perception Neural Networks," *arXiv:1904.04706 [cs]*, Nov. 2019.
- [4] E. Capellier, F. Davoine, V. Cherfaoui, and Y. Li, "Evidential deep learning for arbitrary LIDAR object classification in the context of autonomous driving," in *2019 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Jun. 2019, pp. 1304–1311. doi: 10.1109/IVS.2019.8813846.
- [5] L. Caltagirone, M. Bellone, L. Svensson, and M. Wahde, "LIDAR–camera fusion for road detection using fully convolutional neural networks," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 111, pp. 125–131, Jan. 2019, doi: 10.1016/j.robot.2018.11.002.
- [6] M. N. Geletu, D.-V. Giurgi, T. Josso-Laurain, M. Devanne, M. M. Wogari, and J.-P. Lauffenburger, "Evidential deep learning-based multi-modal environment perception for intelligent vehicles," in *2023 IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, Jun. 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/IV55152.2023.10186581.