

Stage de fin d'études : Réseaux de neurones légers pour la vision basée événements
Master Internship: Lightweight neural networks for event-based vision

Niveau / Grade:

Master ou ingénieur

Master of Science

Dates (flexible):

5-6 mois à partir de février 2025

5-6 months starting from February 2025

Bourse de stage / Legal internship Grant:

~ 620 € / Month

Laboratoire d'accueil / Welcome laboratory:

[Heudiasyc UMR CNRS 7253](#) (Université de technologie de Compiègne, France), ou éventuellement [LIRIS UMR CNRS 5205](#) (Campus LyonTech-la Doua, Villeurbanne).

Le laboratoire Heudiasyc de l'UTC/CNRS est spécialisé dans le contrôle de robots mobiles, tels que des voitures et des drones intelligents. Nous nous focalisons sur les problèmes de commande, de localisation, de communication, de perception, et de réalité virtuelle. Le laboratoire dispose de véhicules robotisés équipés de nombreux capteurs, d'une piste d'essais, de simulateurs, et d'une volière. Notre équipe est également impliquée dans le laboratoire commun SIVALab entre UTC, CNRS et Renault (Ampere).

Notre équipe a développé des compétences fortes en vision événementielle depuis 2020, avec des résultats sur des applications de calibrage, de flot optique, d'estimation des profondeurs, et de segmentation des objets mobiles.

Note : En tant que Zone à Régime Restrictif (ZRR), l'accès à Heudiasyc est conditionné par la validation des autorités.

Our laboratory is specialized in mobile robots control, such as intelligent cars and drones. We focus on problems that cover command, localization, communication, perception, as well as virtual reality. The laboratory has robotized vehicles equipped with various sensors, a track, simulators, and an aviary. Our team is involved in the SIVALab common laboratory between UTC, CNRS and Renault (Ampere).

Our team develops strong knowledge in event-based vision since 2000, with results on applications such as calibration, optical flow, depth estimation, and mobile objects segmentation.

Note: As a restricted area (ZRR), Heudiasyc access is determined by the validation from authorities.

Projet / Project:

ANR REVE-BNN

Le projet REVE-BNN vise à créer des réseaux de neurones binarisés (BNN) pour traiter efficacement les données des caméras événementielles (neuromorphiques) dans le contexte d'applications robotique mobile. Contrairement aux caméras classiques, les caméras à événements ne transmettent pas des images trames à fréquence fixe, mais transmettent en continu tous changements de luminosité détectés par un ou plusieurs pixels (appelés événements) [Gallego20]. Elles offrent ainsi 3 avantages par rapport aux caméras classiques :

- plus économe en énergie et bande passante
- latence et réactivité équivalente à une fréquence $> 10000\text{Hz}$
- dynamique du capteur non limitée par un temps d'exposition global et supérieure aux caméras HDR

Les réseaux de neurones profonds dominent l'état de l'art de nombreuses applications liées à la robotique mobile (ex : véhicules autonomes, bras manipulateurs...). Utiliser des réseaux binarisés devrait ouvrir la porte à des traitements des événements économes, rapides, implémentables sur les systèmes embarqués actuels avec des architectures de processeurs classiques [Yuan23]. Ces qualités permettront de mieux exploiter la caméra événementielle en robotique mobile et intelligente.

REVE-BNN project goal is to propose Binarized Neural Networks (BNN) to efficiently process event camera data (neuromorphic) in the context of mobile robotics applications. In opposition to standard cameras, event cameras do not emit frame images at a fixed rate, but they send a continuous flow of the luminosity changes detected by one or several pixels (called events) [Gallego20]. Hence, they offer 3 advantages over standard cameras:

- *more parsimonious in energy and bandwidth*
- *latency and reactivity equivalent to a frequency $> 10000\text{Hz}$*
- *sensor dynamics not bounded by a global shutter time and better than HDR cameras*

Deep neural networks prevail the state-of-the-art for numerous mobile robotics applications (eg: autonomous vehicles, arm-robots...). The usage of binarized neural networks shall open the door to methods to process events that are parsimonious, fast, implementable on current embedded systems with standard processor architectures [Yuan23]. These qualities will allow to make the most of event camera for mobile and intelligent robotics.

Description:

Le but du stage est de contribuer aux BNN (Binarized Neural Networks) appliqués aux données événements. Pour cela, nous chercherons d'une part à construire des architectures BNN légères, avec capacités de focalisation et d'inférence partielle. Et d'autre part, à valider différentes manières de représenter les événements sous forme de tenseur en entrée du réseau, avec et sans capacité de mémoire. Les architectures proposées seront validées et évaluées sur différents jeux de données afin de les comparer à l'état de l'art. Des expérimentations réelles avec les véhicules du laboratoire pourront être envisagées. Le stagiaire pourra d'ailleurs éventuellement profiter de déplacements scientifiques (séminaire ou visite).

The goal of this internship is to contribute to BNN (Binarized Neural Networks) applied to event data. To this end, we are looking first to build light BNN architectures, with abilities such as focalisation and partial inference. Second, to validate various manners to represent the events as an input tensor for the network, with and without memory abilities. Proposed architectures will be validated and evaluated on several dataset in order to compare them with the state-of-

the-art. Real experiments with lab's vehicles can be done. The intern can also benefits of scientific trips (seminar or visit).

Profil recherché / Requested profile:

- [Requis] Vision par ordinateur / *[Required] Computer vision background*
- [Requis] Codage C++ ou python (opencv, numpy, pytorch pour l'apprentissage profond) / *[Required] C++ or python coding (opencv, numpy, pytorch for deep learning...)*
- [Requis] Autonomie, fort engagement, et participation dans l'équipe (y compris la vie de l'équipe) / *[Required] Autonomy, strong commitment, and participation in the team (also team life)*
- [Requis] Capacité à assimiler et à proposer de nouveaux concepts / *[Required] Ability to assimilate and to propose new concepts*
- [Souhaité] Une expérience avec ROS / *[Desired] Experience with ROS middleware*
- [Souhaité] Anglais, capacité à synthétiser des articles scientifiques pointus / *[Desired] English, ability to synthesize scientific articles*

Possibilité de poursuite en thèse / Possibility of continuing in PhD:

oui
yes

Encadrants et personnes à contacter / Supervisors and persons to contact:

Julien MOREAU (first_name.last_name@hds.utc.fr), associate professor, [UTC](#), [Heudiasyc UMR CNRS 7253](#)

Franck DAVOINE (first_name.last_name@cnrs.fr), CNRS senior researcher, [LIRIS UMR CNRS 5205](#)

Sylvain ROUSSEAU (first_name.last_name@hds.utc.fr), associate professor, [UTC](#), [Heudiasyc UMR CNRS 7253](#)

Consignes pour postuler / How to apply:

Merci répondre aux demandes suivantes / *Please fulfill these requests:*

- Le ou les sujets visés / *Aimed position(s)*
- Tout élément tangible démontrant des acquis sur les compétences que nous recherchons / *Any concrete element showing knowledge on our requirements*
- Vos relevés de notes aux études universitaires / *Your grades from University*
- Les coordonnées de référents que nous pourrions contacter / *Coordinates of referees to contact*

References:

- [Gallego20] Gallego, Guillermo et al., "Event-based Vision: A Survey", in Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2020, <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2020.3008413>.
- [Yuan23] Yuan, Chunyu and Agaian, Sos S., "A comprehensive review of Binary Neural Network", in Artificial Intelligence Review, 2023, <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10464-w>.