

Thèse : Intelligence Artificielle en Bordure de Réseau pour la Fusion d'Images Multimodales

Version française : page 2

Pour candidater : <https://orange.jobs/jobs/offer.do?joid=111926&lang=FR>

PhD : Edge Artificial Intelligence for Multimodal Image Fusion

English version : page 5

Application : <https://orange.jobs/jobs/offer.do?joid=111933&lang=FR>

1) Description de l'entité et de l'équipe

L'ambition de la Division Innovation est de porter plus loin l'innovation d'Orange et de renforcer son leadership technologique, en mobilisant nos capacités de recherche pour nourrir une innovation responsable au service de l'humain, éclairer les choix stratégiques du Groupe à long terme et influencer l'écosystème digital mondial.

Dans cette organisation, la direction BIZZ est dédiée aux services pour le marché entreprise, et dans le département MIS (M2M, Internet of Things & Smart Cities), l'équipe COPS est spécialisée sur les services pour les marchés verticaux (santé, énergie...) et les chaînes de communication M2M/IoT. Au sein de l'équipe COPS, vous intégrerez les activités du domaine de recherche « Univers Cyber-Physique », et plus particulièrement le projet de recherche « Extreme Edge Computing » au sein du programme de recherche « Ambient Computing » qui vise notamment à favoriser les usages de l'Internet des Objets au travers de l'utilisation des ressources disponibles dans le continuum entre le Cloud et la bordure de réseau (Fog/Edge Computing)

Au sein d'Orange Innovation, le candidat retenu sera intégré dans une équipe de recherche à la pointe de l'innovation et de l'expertise sur l'informatique ambiante (Edge Computing, IoT, Edge AI, Tiny AI). Vous ferez partie d'un écosystème de recherche côtoyant des ingénieurs d'études en anticipation (plus court terme) permettant la mise en œuvre concrète des concepts étudiés, bénéficiant de plateformes de simulations, de tests et de déploiements.

Cette thèse est supervisée par Olivier Hotel et Grégoire Lefebvre.

2) Description de la mission et des activités

Votre rôle est d'effectuer un travail de thèse sur : « **Intelligence Artificielle en Bordure de Réseau pour la Fusion d'Images Multimodales** »

- **Contexte global**

Ce sujet de thèse s'inscrit dans le cadre de la généralisation de l'utilisation d'objets connectés dans différents domaines d'application, de la croissance importante du marché de l'IoT, et de la diversification des techniques et des appareils d'imagerie (caméra visible, IR et LIDAR).

Par ailleurs, bien que l'aspect immatériel du numérique a tendance à faire oublier son impact croissant sur l'environnement, la problématique de la consommation énergétique des objets connectés et des algorithmes sera pleinement considérée. Les choix scientifiques et techniques devront prendre en compte les caractères d'économie en donnée, en ressource machine et en énergie des solutions envisagées.

- **Objectif scientifique**

L'objectif de cette thèse est de concevoir des techniques d'intelligence artificielle pour la fusion d'images visible, infra-rouge et LIDAR. L'intérêt et l'enjeu de tels systèmes multi-caméras réside en leur capacité à s'affranchir des limitations des IA utilisant leurs images comme source : un CNN entraîné sur des images ne permet pas de faire la distinction entre une personne réelle et la photo d'une personne se trouvant sur un poster. Une caméra IR ou un LIDAR permettent d'apporter des informations supplémentaires permettant de corriger de telles erreurs.

Des amorces de travaux ont déjà été effectuées pour fusionner les informations d'images visible-IR [LI2018], visible-LIDAR [CUI2020], et IR-LIDAR [CHOI2021]. Outre le fait que la fusion d'images visible-IR-LIDAR ne soit pas traitée, l'état de l'art implique le plus souvent l'utilisation de réseaux de neurones profonds et implique la mise en œuvre d'architectures cloud ou l'utilisation d'importantes capacités de calcul : ces approches sont incompatibles avec le domaine des objets connectés, les traitements en bordure de réseau sont inenvisageables ; et la consommation d'énergie de ces approches n'a ni été estimée et n'a pas fait partie des critères de sélection des choix scientifiques et technologiques.

Dans le cadre de cette thèse, il s'agira de concevoir des algorithmes de détection d'objets dans des images multimodales. Deux approches pourront être envisagées :

1. Apprentissage de classifieurs sur des images visibles, IR et LIDAR indépendamment les uns des autres puis fusion de leurs résultats ; où
2. Fusion des images de manière à obtenir des images 7d (r, g, b, IR, x, y, z) puis apprentissage d'un classifieur sur de telles images.

L'apprentissage des classifieurs utilisera des techniques issues du Deep Learning : CNN, transfert learning, contrastive learning etc. Si l'apprentissage de ces classifieurs pourra faire appel des serveurs spécialisés dans l'IA, les inférences devront pouvoir être réalisées sur des calculateurs en bordure de réseaux (Edge Computing) de type NVIDIA TX2, NVIDIA Orin ou Google Coral ; et pour limiter la consommation énergétique des algorithmes, des techniques de compression et de quantification de réseaux de neurones seront envisagées.

- **Cas d'usage**

Plusieurs cas d'usage, s'inscrivant dans les thématiques du smart building, de la smart industry ou de la logistique, sont envisagées : comptage de personnes de jour comme de nuit et identification de véhicules thermiques et électriques.

- **Valorisation des travaux**

Les travaux réalisés dans le cadre de cette thèse seront implémentés sous forme de démonstrateurs et pourront faire l'objet de publications, de communications dans des conférences internationales et de dépôts de brevets.

[LI2018] H. Li & al., Infrared and Visible Image Fusion using a Deep Learning Framework, arXiv 1804.06992, 2018

[CUI2020] Y. Cui, & al., Deep Learning for Image and Point Cloud Fusing Autonomous Driving: A Review, arXiv 2004.05224, 2020

[CHOI2021] J.-D. Choi & al., A Sensor Fusion System with Thermal Infrared Camera and LIDAR for Autonomous Vehicles: Its Calibration and Application, 12th International Conference on Ubiquitous and Future Networks, 2021

3) Profil recherché externe/compétences

- **Formation demandée**

Les candidats devront avoir obtenu un Master Recherche en Informatique, en Mathématiques ou en Electronique avec une forte composante traitement du signal et des images.

- **Compétences scientifiques et techniques**

Les candidats devront :

1. Avoir une très bonne connaissance des techniques de deep learning.
2. Avoir des bonnes connaissances en traitement des images.
3. Avoir une expérience significative du développement en Python et C++ pour la réalisation de démonstrateurs.
4. Avoir une bonne maîtrise de l'anglais (lu, écrit, parlé).
5. Des connaissances en systèmes embarqués seraient un plus.

- **Expériences souhaitées**

Les candidats devront avoir effectué un stage de recherche ou académique (ou à minima un projet) en lien avec le deep learning et le traitement des images. La publication d'articles scientifiques est un plus.

- **Qualités personnelles exigées par le poste**

Les candidats devront avoir l'esprit d'équipe, faire preuve d'initiative et aimer relever des défis. Ils devront aussi aimer concevoir, coder, documenter, tester et déployer des applications innovantes.

- **Candidature**

Toute personne souhaitant candidater à cette présente offre de thèse devra joindre un CV, une lettre de motivation. Un relevé des notes de master, un rapport de projet ou de stage, une évaluation TOEIC ou TOEFL ainsi que des lettres de recommandation d'un professeur ou d'un encadrant de stage peuvent également être joints au dossier et seront très favorablement pris en compte.

4) Le plus de l'offre/perspectives

Le poste est localisé à Orange Innovation Meylan, au sein d'un environnement dynamique, propice à la collaboration avec d'autres entités : CEA (<https://www.cea.fr>), INRIA (<https://www.inria.fr>), institut MIAI (<https://miai.univ-grenoble-alpes.fr>).

Le candidat retenu participera à la conception de démonstrateurs concrétisant ses travaux de recherche, au dépôt de brevets, à la publication d'articles et aura la possibilité de participer à des salons et conférences internationales.

Enfin, le candidat retenu bénéficiera de tous les avantages Orange : comité d'entreprise, participation et intéressement aux résultats de l'entreprise.

English version

Thesis title

PhD " Edge Artificial Intelligence for Multimodal Image Fusion " M/F

1) Description of the entity and of the team

Orange Innovation brings together the research and innovation activities and expertise of the group's entities and countries. We work every day to ensure that Orange is recognized as an innovative operator by its customers, and we create value for the group and the brand in each of our projects. With 720 researchers, thousands of marketers, developers, designers, and data analysts, it is the expertise of our 6,000 employees that fuels this ambition every day. Orange Innovation anticipates technological breakthroughs and supports the Group's countries and entities in making the best technological choices to meet the needs of our consumer and business customers.

In this organization, the BIZZ department is dedicated to services for the corporate market, and in the MIS department (M2M, Internet of Things & Smart Cities), the COPS team is specialized in services for vertical markets (health, energy, etc.) and M2M/IoT communication chains. Within the COPS team, you will integrate the activities of the research area «Cyber Physical Universe», and more specifically the research project «Extreme Edge Computing» within the research program «Ambient Computing» which aims to promote the uses of the Internet of Things through the use of resources available in the continuum between the Cloud and the Edge (Fog/Edge Computing).

At Orange Innovation, the successful candidate will be part of a research team at the forefront of innovation and expertise in AI and Edge Computing. He will be part of a research ecosystem alongside study engineers allowing the concrete implementation of the concepts studied, benefiting from simulation platforms, tests, and deployments.

This thesis will be supervised by Olivier Hotel and Grégoire Lefebvre.

2) Description of the mission and activities

The selected candidate role will be s to carry out a thesis work on: "**Fusion of Multimodal Images on Embedded System and Edge Architecture** "

- **Overall context**

This thesis is part of the generalization of the use of connected objects in different fields of application, the significant growth of the IoT market, and the diversification of imaging techniques and devices (visible camera, IR, and LIDAR).

Moreover, although the intangible aspect of digital technology tends to make us forget its growing impact on the environment, the issue of the energy consumption of connected objects and algorithms will be fully considered: the scientific and technical choices will consider the required amount of data, of computing resources and of energy.

- **Scientific scope and goals**

The aim of this thesis is to design artificial intelligence techniques for the fusion of visible, infrared and LIDAR images. The interest and challenge of such multi-camera systems lies in their ability to overcome the limitations of AI using their images as a source: a CNN trained on images does not distinguish between a real person and a picture of a person on a poster. An IR camera or a LIDAR can provide additional information to correct such errors.

Work has already been done to merge visible-IR [LI2018], visible-LIDAR [CUI2020], and IR-LIDAR [CHOI2021] image information. Apart from the fact that the fusion of visible-IR-LIDAR images is not tackled, the state of the art approaches usually involves the use of deep neural networks and involves the implementation of cloud architectures or the use of important computing capabilities: these approaches are incompatible with the domain of connected objects, network edge processing is unthinkable; and the energy consumption of these approaches has not been estimated or included in the selection criteria for scientific and technological choices.

In the context of this thesis, it will be a question of designing algorithms for detecting objects in multimodal images. Two approaches could be considered:

1. Learning classifiers on visible images, IR, and LIDAR independently of each other and then merging their results; or
2. Merge images to obtain 7d images (r, g, b, IR, x, y, z) and then learn a classifier on such images.

The learning of classifiers will use techniques from Deep Learning: CNN, transfer learning, contrastive learning etc. The learning of these classifiers will use AI specialized servers. But it must be possible to carry out the inferences on Edge Computing type processor like NVIDIA TX2, NVIDIA Orin or Google Coral; and to reduce the energy consumption of the algorithms, neural networks compression and quantification approaches will be considered.

- **Use cases**

Several use cases, falling within the themes of smart building, smart industry, or logistics, are envisaged: day and night people counting or identification of thermal and electric vehicles.

- **Valuation of the Works**

The work carried out within this thesis will be implemented in the form of demonstrators and may be the subject of publications, communications at international conferences and patent filing.

s[LI2018] H. Li & al., Infrared and Visible Image Fusion using a Deep Learning Framework, arXiv 1804.06992, 2018

[CUI2020] Y. Cui, & al., Deep Learning for Image and Point Cloud Fusioning Autonomous Driving: A Review, arXiv 2004.05224, 2020

[CHOI2021] J.-D. Choi & al., A Sensor Fusion System with Thermal Infrared Camera and LIDAR for Autonomous Vehicles: Its Calibration and Application, 12th International Conference on Ubiquitous and Future Networks, 2021

3) Profile expectations, skills

- **Required training**

Candidates must have obtained a master's degree in computer science, in mathematics or in electronics with a strong signal and image processing component.

- **Scientific and technical skills**

Candidates will be required to:

1. Have a very good knowledge of deep learning techniques.
2. Have a good knowledge of image processing.
3. Have a significant Python and C++ development experience.
4. Knowledge of embedded systems will be a plus.

- **Desired expériences**

Candidates must have completed a research or academic internship (or at least a project) in connection with deep learning and image processing. Publishing scientific papers is a plus.

- **Personal qualities**

Candidates will need to be a team player, show initiative, and enjoy taking on challenges. They also like to design, code, document, test and deploy innovative applications.

- **Application**

Anyone wishing to apply for this thesis offer must attach a CV, a cover letter. The candidate's master's grades, a project or internship report as well as letters of recommendation from a teacher or an internship coach can also be attached to the application process and will be very favorably considered.

4) The pluses of the offer, opportunities

The position is located at Orange Innovation Meylan in the French Alps, in a dynamic environment conducive to collaboration with other entities: CEA (<https://www.cea.fr/english>), INRIA (<https://www.inria.fr/en>), MIAI institute (<https://miai.univ-grenoble-alpes.fr/en/>).

The successful candidate will participate in the design of demonstrators materializing his research, the filing of patents, the publication of articles and will have the opportunity to participate in international conferences.

Finally, the successful candidate will benefit from all Orange advantages: works council, participation and profit-sharing in the company's results