



Proposition de thèse

Super-résolution optimisée et adaptée aux conditions de prise de vue

Durée : 3 ans (CDD) Début du début du contrat : 1 ^{er} octobre 2025 Salaire : ~ 2300 € / mois (brut) Lieu de travail : Laboratoire L3i, La Rochelle Université Encadrants : Petra Gomez-Krämer (L3i) et Chaker Larabi (XLIM, Université de Poitiers) Mots clés : Traitement de la vidéo, amélioration de la qualité d'image, super-résolution

Seuls les étudiants de nationalité européenne, britannique ou suisse peuvent bénéficier de ce financement.

Description du sujet :

Dans le cadre de cette thèse, nous proposons de développer un modèle de super-résolution basé sur l'apprentissage profond, capable d'améliorer la qualité visuelle des vidéos, même dans des conditions d'acquisition difficiles telles que le brouillard, la pluie, le flou, les ombres ou l'altitude élevée. Ce modèle doit être adapté aux contraintes spécifiques des drones, tout en garantissant une résolution suffisante pour la détection d'objets.

La super-résolution, qui consiste à améliorer la résolution spatiale des images au-delà des limites imposées par les systèmes d'acquisition [Krämer2011][Maalouf2013][Maalouf2012], joue un rôle important dans diverses applications telles que la médecine, la surveillance, etc. Ces dernières années, la super-résolution par apprentissage profond a connu des avancées notables, transformant des domaines tels que la vision par ordinateur, l'imagerie médicale et l'imagerie satellitaire. Les approches basées sur les réseaux antagonistes génératifs (GANs), introduites par Ledig et al. avec SRGAN, ont établi un nouveau standard en produisant des images visuellement convaincantes [Ledig2017]. Plus récemment, les architectures de transformateurs, telles que SwinIR [Kozlov2024], et les modèles de diffusion, comme SR3 de Saharia et al. [Saharia2022], ont montré des performances exceptionnelles, surpassant les modèles traditionnels sur des bases de données complexes.

Les méthodes de super-résolution de l'état de l'art ne traitent qu'une seule tâche, à savoir l'augmentation de la résolution, ce qui est similaire aux méthodes de restauration d'image qui traitent le défloutage ou le débruitage des images. Mais la résolution et le flou affectent non seulement la détection d'objets, mais aussi les conditions météorologiques pouvant générer des ombres, de la pluie, ou du brouillard dans l'image. Récemment, des méthodes de restauration de dégradations multiples ont émergé, permettant de restaurer des images présentant plusieurs dégradations [Zhang, 2023]. L'idée est de s'appuyer sur ce genre d'approches pour calculer une image de super-résolution et s'affranchir simultanément des différentes conditions de prise de vue (flou, bruit, ombres, brouillard). La super-résolution

guidée par les caractéristiques des tâches spécifiques (task-oriented) [Hong, 2024] [Sendja2024] permettra de développer un modèle plus robuste et adapté pour la détection de petits objets. De plus, la consommation énergétique et les capacités computationnelles des drones constituent aussi des contraintes majeures pour des analyses en temps réel sur le terrain.

Description du laboratoire :

Le Laboratoire Informatique, Image et Interaction (L3i) est un laboratoire de recherche de La Rochelle Université. La Rochelle Université est une université jeune, dynamique et de taille humaine. La Rochelle est une ville du sud-ouest de la France, sur la côte atlantique, et l'une des villes les plus attractives et les plus dynamiques de France. Le.la candidat.e retenu.e intégrera l'équipe de recherche Images et contenus. Des déplacements au laboratoire XLIM seront prévus dans le cadre de la collaboration autour du projet SENTINEL.

Profil recherché :

- Étudiant.e titulaire d'un Master 2 en Informatique, Traitement du signal, ou en Mathématiques appliqués
- Maîtrise de plusieurs langages de programmation (Python, C/C++...)
- Très bonnes connaissances en traitement d'image/de la vidéo et en deep learning
- Bonne maîtrise de l'anglais

Candidater :

Les candidat.e.s devront envoyer un CV, une description de la motivation pour le sujet de thèse et les relevés de notes des deux années de Master à :

- petra.gomez@univ-lr.fr
- chaker.larabi@univ-poitiers.fr

Références :

[Krämer2011] Krämer, P., Benois-Pineau, J., & Domenger, J.-P. (2011). Local object-based super-resolution mosaicing from low-resolution video. *Signal Processing*, 91(8), 1771–1780.

[Ledig2017] Ledig, C., Theis, L., Huszár, F., et al. (2017). Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network. *CVPR*. DOI:10.1109/CVPR.2017.19

[Kozlov2024] Kozlov, S., Kolesnytskyi, O., Korolenko, O., Zhukov, A., Bondarenko, D., Smetaniuk, O., ... & Komada, P. (2024). Transformers in image super-resolution: a brief review. *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2024*, 13400, 131-138.

[Saharia2022] Saharia, C., Ho, J., Chan, W., et al. (2022). "Image Super-Resolution via Iterative Refinement." *CVPR*. DOI:10.48550/arXiv.2104.07636

[Zhang2023] Zhang, Cheng, Yu Zhu, Qingsen Yan, Jinqiu Sun, et Yanning Zhang. « All-in-one Multi-degradation Image Restoration Network via Hierarchical Degradation Representation ». *arXiv*, 6 août 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.03021>.

[Hong2024] Hong, Eungi, Jamyoun Koo, Seongmin Pyo, Haechul Choi, Eunkyung Kim, et Haneol Jang. « Tackling Dual Gaps in Remote Sensing Segmentation: Task-Oriented Super-Resolution for Domain Adaptation ». *IEEE Access* 12 (2024): 181462-76. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3509984>.

[Sendja2024] A Sendjasni, MC Larabi, Embedding Similarity Guided License Plate Super Resolution. *arXiv preprint arXiv:2501.01483*. 2024

[Maalouf2013] A Maalouf, MC Larabi, A review of superresolution techniques. *Advanced Color Image Processing and Analysis*, 181-218, 2013

[Maalouf2012] A Maalouf, MC Larabi, Colour image super-resolution using geometric grouplets, *IET Image Processing* 6 (2), 168-180, 2012



PhD thesis proposal



Optimized super-resolution adapted to shooting conditions

Duration: 3 years (fixed-term contract) Contract start date: October 1, 2025 Salary: ~ 2300 € / month (gross) Workplace: L3i Laboratory, La Rochelle University Supervisors: Petra Gomez-Krämer (L3i) and Chaker Larabi (XLIM, Université de Poitiers) Key words: Video processing, image quality enhancement, super-resolution
--

Only students of European, British or Swiss nationality are eligible for this funding.

Subject description:

In this thesis, we propose to develop a super-resolution model based on deep learning, capable of improving the visual quality of videos, even in difficult acquisition conditions such as fog, rain, blur, shadows or high altitude. This model needs to be adapted to the specific constraints of UAVs, while guaranteeing sufficient resolution for object detection.

Super-resolution, which involves improving the spatial resolution of images beyond the limits imposed by acquisition systems [Krämer2011][Maalouf2013][Maalouf2012], plays an important role in various applications such as medicine, surveillance, etc. In recent years, deep learning-based super-resolution has seen significant advances, transforming fields such as computer vision, medical imaging and satellite imagery. Approaches based on generative adversarial networks (GANs), introduced by Ledig et al. with SRGAN, have set a new standard by producing visually compelling images [Ledig2017]. More recently, transformer architectures, such as SwinIR [Kozlov2024], and diffusion models, such as SR3 by Saharia et al. [Saharia2022], have shown exceptional performance, outperforming traditional models on complex databases.

State-of-the-art super-resolution methods only deal with one task, namely increasing resolution, which is similar to image restoration methods that deal with image defocusing or denoising. Not only resolution and blurring affect object detection, but also weather conditions that can generate shadows, rain or fog in the image. Recently, multi-degradation restoration methods have emerged, making it possible to restore images with multiple degradations [Zhang, 2023]. The idea is to build on this kind of approach to compute a super-resolution image and simultaneously overcome the different shooting conditions (blur, noise, shadows, fog). Super-resolution guided by the characteristics of specific tasks (task-oriented) [Hong, 2024] [Sendja2024] will make it possible to develop a more robust model suitable for detecting small objects. In addition, the energy consumption and computational capabilities of UAVs are also major constraints for real-time analysis in the field.

Laboratory description:

The Informatics, Image and Interaction Laboratory (L3i) is a research laboratory of La Rochelle University. La Rochelle University is a young, dynamic university on a human scale. La Rochelle is located in the south-west of France, on the Atlantic coast, and is one of the most attractive and dynamic cities in France. The successful candidate will join the Images and Content research team. Travels to the XLIM laboratory in the framework of the collaboration in the SENTINEL project.

Profile required:

- Master's degree in computer science, signal processing or applied mathematics
- Proficiency in several programming languages (Python, C/C++...)
- Very good knowledge of image/video processing and deep learning
- Good command of English

How to apply:

Applicants should send a CV, a description of their motivation for the thesis topic and all transcripts of their two-year Master's degree:

- petra.gomez@univ-lr.fr
- chaker.larabi@univ-poitiers.fr

References:

- [Krämer2011] Krämer, P., Benois-Pineau, J., & Domenger, J.-P. (2011). Local object-based super-resolution mosaicing from low-resolution video. *Signal Processing*, 91(8), 1771–1780.
- [Ledig2017] Ledig, C., Theis, L., Huszár, F., et al. (2017). Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network. *CVPR*. DOI:10.1109/CVPR.2017.19
- [Kozlov2024] Kozlov, S., Kolesnytskyi, O., Korolenko, O., Zhukov, A., Bondarenko, D., Smetaniuk, O., ... & Komada, P. (2024). Transformers in image super-resolution: a brief review. *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2024*, 13400, 131-138.
- [Saharia2022] Saharia, C., Ho, J., Chan, W., et al. (2022). "Image Super-Resolution via Iterative Refinement." *CVPR*. DOI:10.48550/arXiv.2104.07636
- [Zhang2023] Zhang, Cheng, Yu Zhu, Qingsen Yan, Jinqiu Sun, et Yanning Zhang. « All-in-one Multi-degradation Image Restoration Network via Hierarchical Degradation Representation ». *arXiv*, 6 août 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.03021>.
- [Hong2024] Hong, Eungi, Jamiyoung Koo, Seongmin Pyo, Haechul Choi, Eunkyung Kim, et Haneol Jang. « Tackling Dual Gaps in Remote Sensing Segmentation: Task-Oriented Super-Resolution for Domain Adaptation ». *IEEE Access* 12 (2024): 181462-76. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3509984>.
- [Sendja2024] A Sendjasni, MC Larabi, Embedding Similarity Guided License Plate Super Resolution. *arXiv preprint arXiv:2501.01483*. 2024
- [Maalouf2013] A Maalouf, MC Larabi, A review of superresolution techniques. *Advanced Color Image Processing and Analysis*, 181-218, 2013
- [Maalouf2012] A Maalouf, MC Larabi, Colour image super-resolution using geometric grouplets, *IET Image Processing* 6 (2), 168-180, 2012