Objet	Description d'un sujet de stage de fin d'étude d'ingénieur ou Master 2
Lieu	EOS Imaging, Paris
Dates et durée	6 mois en 2021
Responsable de stage	Aymeric Reshef, Ingénieur Qualité Image (contact : areshef@eos-imaging.com)
Titre	**Débruitage d'images radiographiques très haute résolution par réseaux de neurones profonds**
Mots-clés	rayons X, radiologie, débruitage, réseaux de neurones profonds

EOS Imaging est le pionnier de l'imagerie médicale orthopédique 2D/3D à basse dose de rayons X. EOS Imaging conçoit, développe et commercialise les systèmes EOS et EOSedge™, des dispositifs médicaux innovants permettant de réaliser de façon simultanée l'acquisition par balayage vertical de deux images radiologiques, une de face et une de profil, d'un patient en position debout. Les deux images de face et de profil, acquises à l'échelle 1:1, peuvent être utilisées pour du diagnostic en 2D, mais elles permettent également de réaliser une reconstruction en 3D du rachis, du bassin et des membres inférieurs. Le succès commercial d'EOS place la société EOS Imaging dans un contexte de forte croissance du chiffre d'affaire et avec une base installée de plus de 300 machines dans plus de 30 pays.

Le caractère très basse dose des systèmes d'imagerie EOSedge™ nécessite une attention particulière en termes de gestion du bruit dans les images. Les algorithmes de débruitage offrent la voie aussi bien à une amélioration de la qualité image à dose constante, qu'à une réduction supplémentaire de la dose au patient, à qualité image constante. La forte dynamique de l'image de radiographie numérique, la résolution spatiale du détecteur, et la taille des images produites par EOSedge™, nécessitent l'investigation de méthodes de débruitage dédiées, préservant autant que possible les détails fins et les textures de l'image.

Dans ce contexte, l'exploration de méthodes de débruitage par réseaux de neurones convolutionnels (voir Références) est une direction de recherche pertinente. La large base de données d'images collectées en interne, associée aux possibilités de modélisations du bruit permettant d'augmenter les exemples, ouvre la voie au débruitage par deep learning. L'objectif de ce stage est de proposer une revue consolidée de l'état de l'art de telles méthodes, d'entraîner (potentiellement, en intégrant une étape de transfer learning) les réseaux les plus prometteurs en évaluant leurs performances de manière quantitative (via des métriques de qualité image dédiées) et qualitatives (via des revues d'images en interne), et d'évaluer leurs complexités de calcul. La revue de littérature exhaustive sur les différentes méthodes déjà proposées ainsi que les expérimentations effectuées durant le stage devraient permettre d'aboutir à une première preuve de concept.

Le stagiaire sera basé à Paris et intégré à l'équipe Système dans le département R&D, en collaboration avec l'équipe Image Analysis. Il devra communiquer avec des équipes basées à Montréal et à Paris.

Compétences attendues :

- Dernière année d'étude d'ingénieur ou Master 2
- Programmation en langage Python
- Connaissance d'un framework de deep learning (préférentiellement fastai/PyTorch, Tensorflow)
- Connaissances en traitement d'image et vision par ordinateur
- Autonomie, rigueur, facilité à travailler/communiquer en équipe

Références :

- Mao, X. J., Shen, C., & Yang, Y. B. (2016). Image restoration using convolutional auto-encoders with symmetric skip connections. arXiv preprint arXiv:1606.08921.
- Zhang, K., Zuo, W., Chen, Y., Meng, D., & Zhang, L. (2017). Beyond a gaussian denoiser: Residual learning of deep CNN for image denoising. IEEE Transactions on Image Processing, 26(7), 3142-3155.
- Zhang, K., Zuo, W., & Zhang, L. (2018). FFDNet: Toward a fast and flexible solution for CNN-based image denoising. IEEE Transactions on Image Processing, 27(9), 4608-4622.
- Tassano, M., Delon, J., & Veit, T. (2019). An analysis and implementation of the FFDNet image denoising method. Image Processing On Line, 9, 1-25.
- Lehtinen, Jaakko, et al. Noise2Noise: Learning image restoration without clean data. arXiv preprint arXiv:1803.04189 (2018).
- Wang, T., Sun, M., & Hu, K. (2017, November). Dilated deep residual network for image denoising. In 2017 IEEE 29th international conference on tools with artificial intelligence (ICTAI) (pp. 1272-1279).
- Liu, P., Zhang, H., Zhang, K., Lin, L., & Zuo, W. (2018). Multi-level wavelet-CNN for image restoration. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (pp. 773-782).
- Liu, D., Wen, B., Liu, X., Wang, Z., & Huang, T. S. (2017). When image denoising meets high-level vision tasks: A deep learning approach. arXiv preprint arXiv:1706.04284.

Objet	Description d'un sujet de stage de fin d'étude d'ingénieur ou Master 2
Lieu	EOS Imaging, Paris
Dates et durée	6 mois en 2021
Responsable de stage	Aymeric Reshef, Ingénieur Qualité Image (contact : areshef@eos-imaging.com)
Titre	**Traitements d'images pour le débruitage d'images radiographiques très haute résolution**
Mots-clés	rayons X, radiologie, débruitage, traitement d'images, filtrage

EOS Imaging est le pionnier de l'imagerie médicale orthopédique 2D/3D à basse dose de rayons X. EOS Imaging conçoit, développe et commercialise les systèmes EOS et EOSedge™, des dispositifs médicaux innovants permettant de réaliser de façon simultanée l'acquisition par balayage vertical de deux images radiologiques, une de face et une de profil, d'un patient en position debout. Les deux images de face et de profil, acquises à l'échelle 1:1, peuvent être utilisées pour du diagnostic en 2D, mais elles permettent également de réaliser une reconstruction en 3D du rachis, du bassin et des membres inférieurs. Le succès commercial d'EOS place la société EOS Imaging dans un contexte de forte croissance du chiffre d'affaire et avec une base installée de plus de 300 machines dans plus de 30 pays.

Le caractère très basse dose des systèmes d'imagerie EOSedge™ nécessite une attention particulière en termes de gestion du bruit dans les images. Les algorithmes de débruitage offrent la voie aussi bien à une amélioration de la qualité image à dose constante, qu'à une réduction supplémentaire de la dose au patient, à qualité image constante. La forte dynamique de l'image de radiographie numérique, la résolution spatiale du détecteur, et la taille des images produites par EOSedge™, nécessitent l'investigation de méthodes de débruitage dédiées, préservant autant que possible les détails fins et les textures de l'image, avec un temps d'exécution raisonnable.

Les récents développements en débruitage d'images, qu'il s'agisse d'images naturelles (notamment pour les caméras embarquées) ou médicales, seront l'objet des investigations de ce stage. Une revue consolidée de l'état de l'art (voir Références) permettra de sélectionner des méthodes de débruitage pertinentes pour l'application souhaitée ; l'évaluation de leurs performances (tant en termes de qualité image qu'en termes de temps d'exécution) sur de nombreux exemples cliniques, collectés en interne, et qui pourront être augmentés de simulations de bruits, devrait permettre de conclure sur la pertinence de ces filtres de débruitage, et de proposer, le cas échéant, des adaptations au problème posé, afin d'intégrer ces méthodes aux chaînes de traitements numériques des images développées en interne.

Le stagiaire sera basé à Paris et intégré à l'équipe Système dans le département R&D.

Compétences attendues :

- Dernière année d'étude d'ingénieur ou Master 2
- Programmation en langage Python
- Connaissances en traitement d'image (filtrage) et vision par ordinateur
- Autonomie, rigueur, facilité à travailler/communiquer en équipe

Références :

- Milanfar, P. (2012). A tour of modern image filtering: New insights and methods, both practical and theoretical. IEEE signal processing magazine, 30(1), 106-128.
- Image Processing Online: http://www.ipol.im/
- Lebrun, M., Colom, M., Buades, A., & Morel, J. M. (2012). Secrets of image denoising cuisine. Acta Numerica, 21, 475-576.
- Tian, C., Fei, L., Zheng, W., Xu, Y., Zuo, W., & Lin, C. W. (2019). Deep Learning on Image Denoising: An overview. arXiv preprint arXiv:1912.13171.
- Tian, C., Xu, Y., Fei, L., & Yan, K. (2018, December). Deep learning for image denoising: a survey. In International Conference on Genetic and Evolutionary Computing (pp. 563-572). Springer, Singapore
- Getreuer, P., Garcia-Dorado, I., Isidoro, J., Choi, S., Ong, F., & Milanfar, P. (2018). BLADE: Filter learning for general purpose computational photography. In 2018 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP) (pp. 1-11). IEEE.
- Choi, S., Isidoro, J., Getreuer, P., & Milanfar, P. (2018, October). Fast, trainable, multiscale denoising. In 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 963-967). IEEE.
- Pierazzo, N., Morel, J. M., & Facciolo, G. (2017). Multi-scale DCT denoising. Image Processing On Line, 7, 288-308.