

Offre de Stage IPSL 2025

(Soutenu par le programme EUR IPSL-Climate Graduate School)

Titre du sujet de stage : AI for domain adaptation : from one satellite (GMI) to a satellite constellation (GPM)

Description du sujet (1 page maximum) :

Description of the internship work

L'estimation des champs de précipitations depuis l'espace constitue un enjeu clé, tant pour la quantification globale des précipitations que pour le suivi de leur évolution dans le contexte du changement climatique. La mission internationale Global Precipitation Measurement (GPM) vise à fournir des produits de précipitation globaux à partir d'une constellation hétérogène de capteurs hyperfréquence. Le satellite principal (*Core Observatory*) embarque le radiomètre GMI (*GPM Microwave Imager*) et le radar de précipitations bi-fréquences DPR (*Dual-frequency Precipitation Radar*), servant de référence. Les satellites partenaires n'embarquent qu'un radiomètre micro-ondes, introduisant une hétérogénéité instrumentale qui rend l'estimation cohérente des précipitations plus complexe. Dans l'équipe, un modèle basé sur CycleGAN a déjà été exploré pour la généralisation de domaine entre différents radiomètres (Sambath *et al.* 2022), ouvrant la voie à l'adaptation de l'algorithme maison : DRAIN (Viltard *et al.* 2023) à l'ensemble de la constellation GPM.

Objectifs du stage

Le stage a pour objectif de développer des approches de généralisation de domaine permettant de transformer les températures de brillance (TB) issues des radiomètres hyperfréquence passif de la constellation GPM en pseudo-TB réalistes dans le domaine du radiomètre GMI. L'enjeu n'est pas seulement de reproduire fidèlement les caractéristiques spectrales du GMI, mais surtout de préserver les informations pertinentes pour l'estimation des précipitations.

En fonction de la revue bibliographique, l'étudiant implémentera un ou plusieurs modèles d'adaptation de domaine (par ex. méthodes adversariales, modèles de diffusion conditionnelle, architectures de type *domain generalization*) et les comparera à la méthode CycleGAN déjà utilisée dans l'équipe. Les performances seront évaluées sur la capacité des pseudo-TB obtenues à alimenter efficacement l'algorithme DRAIN pour l'estimation quantitative des précipitations sur différents instruments et zones géographiques, avec un focus sur la cohérence statistique globale.

Programme de travail

1. Revue bibliographique sur la généralisation de domaine
2. Implémentation et test de méthodes d'adaptation de domaine
3. Intégration et évaluation de DRAIN sur la constellation GPM.
4. Analyse de la robustesse et de la transférabilité des résultats (par zones climatiques, saisons, régimes de précipitation).

Compétences attendues

- Connaissances et Intérêt pour l'apprentissage profond (PyTorch).

- Intérêt pour les applications de l'IA à la télédétection spatiale, à l'observation de la terre.

Encadrement

Le stage sera encadré au sein de l'équipe météo-climat-IA spécialisée en télédétection et IA appliquée à la météorologie, en relation avec l'équipe projet ARCHES (INRIA Paris-LATMOS)

Viltard, N., Sambath, V., Lepetit, P., Martini, A., Barthès, L., & Mallet, C. (2023). Evaluation Of Drain, A Deep-Learning Approach To Rain Retrieval From GPM Passive Microwave Radiometer. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.

Sambath, V., Viltard, N., Barthès, L., Martini, A., & Mallet, C. (2022). Unsupervised domain adaptation for global precipitation measurement satellite constellation using cycle generative adversarial nets. *Environmental Data Science*, **1**, e24.

Su, X., Song, J., Meng, C., & Ermon, S. (2022). Dual diffusion implicit bridges for image-to-image translation. arXiv preprint arXiv:2203.08382.

Wang, J., Lan, C., Liu, C., Ouyang, Y., Qin, T., Lu, W., ... & Yu, P. S. (2022). Generalizing to unseen domains: A survey on domain generalization. *IEEE transactions on knowledge and data engineering*, **35**(8), 8052-8072.

Zheng, Y., Su, J., Zhang, S., Tao, M., & Wang, L. (2024). Dehaze-tggan: Transformer-guide generative adversarial networks with spatial-spectrum attention for unpaired remote sensing dehazing. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.

Responsable du stage (Nom/prénom/statut) :

Nicolas Viltard -Cécile Mallet-Victor Enescu (Post-Doc)

Laboratoire concerné : LATMOS

Adresse à laquelle a lieu le stage : 11 Bld d'Alembert, Guyancourt

Equipe de recherche concernée (si pertinent): Équipe Météo-Climat-IA

Niveau du stage (Licence, M1, M2, *internship*) : M2

Licence ou Master(s) où sera proposé le sujet : Master en IA

Thème scientifique de l'IPSL concerné : SAMA

Durée du stage : 6 mois

Période : Entre Février et Septembre

Est-il prévu une thèse dans le prolongement du stage ? Éventuellement, selon financement et qualité du candidat.

Pour postuler contacter : cecile.mallet@latmos.ipsl.fr et nicolas.viltard@latmos.ipsl.fr