

Simulation de données radio pour la robustesse des systèmes de traitement de la parole



Mots-clés : radio, simulation, apprentissage profond, traitement de la parole

Description

Au sein du Pôle Recherche de l'AMIAD (Agence Ministérielle pour l'IA de Défense), vous rejoindrez notre équipe, où vous développerez un simulateur de données radio et proposerez des algorithmes permettant d'optimiser son usage pour entraîner des modèles de représentation des signaux audios et radios.

La radio est un moyen de communication important, tant d'un point de vue civil que militaire. Des travaux visent le développement d'outils d'analyse automatique du signal radio : détection et reconnaissance de modulation, séparation de sources, estimation de direction d'arrivée [Zhou et al., 2026]. D'autre part la transmission d'un signal de parole via un canal radio induit souvent des dégradations du signal qui motivent des travaux spécifiques sur la robustesse des traitements de la parole au canal radio [Duroselle, 2021].

Ces deux domaines d'application sont dominés par des méthodes d'apprentissage automatique dont les performances dépendent directement de la quantité et de la représentativité des données d'entraînement disponibles. Il est naturel d'ajouter aux données réelles disponibles des données simulées. Des simulateurs RF comme *GNU radio* [Blossom, 2004] et *TorchSig* [Vallance et al., 2024] permettent de simuler à la fois la modulation et la propagation. Le stage vise à créer un simulateur et d'en maîtriser les paramètres afin de créer des jeux de données augmentés permettant d'entraîner des modèles pour des tâches de traitement de signaux radio et de parole. La simulation doit prendre en compte l'aspect protocole et les perturbations dues à la propagation. Une attention sera portée sur la performance calculatoire du simulateur dans l'objectif de pouvoir l'utiliser à la volée lors de l'entraînement de modèles.

Une première évaluation de la qualité de la simulation sera réalisée en ajoutant des données simulées aux recettes d'entraînement de modèles existants dans le laboratoire et en évaluant la performance sur données réelles, par exemple RATS [Walker and Strassel, 2012]. Des adaptations des algorithmes pourront être proposées dans le but de tirer le meilleur partie des données simulées. Une deuxième phase plus ambitieuse consistera à modifier la recette d'entraînement d'un modèle auto-supervisé afin de prendre en compte nativement la simulation de données radio. À titre d'inspiration, le modèle WavLM est entraîné avec un objectif explicite de déréverbération [Chen et al., 2022] que nous pourrions adapter pour favoriser la robustesse à la transmission radio.

Objectifs

- Développement d'un simulateur de modulation et de propagation radio ;
- Entraînement d'un modèle de représentation de la parole robuste à la transmission radio.

Profil recherché

Vous suivez une formation d'ingénieur ou de master en mathématiques ou informatique et vous disposez :

- de connaissances préalables dans les domaines de l'apprentissage automatique, de l'apprentissage profond, des communications radios ou du traitement de la parole ;
- d'un intérêt prononcé pour la recherche et les nouvelles technologies ;
- de solides compétences en programmation *python* et *PyTorch*.

Informations générales

- Durée : 6 mois
- Niveau : Master 2 ou dernière année d'école d'ingénieur
- Début : dès que possible
- Lieu : AMIAD - X-Novation Center, École Polytechnique, Palaiseau
- Ressources mises à disposition : l'AMIAD dispose de ressources computationnelles dédiées (Serveurs et GPU).
- Contacts : Raphaël Duroselle, CR AMIAD, raphael.duroselle-fourcade@polytechnique.edu

Point de contact

Raphaël Duroselle : raphael.duroselle-fourcade@polytechnique.edu

Références

- [Blossom, 2004] Blossom, E. (2004). Gnu radio : tools for exploring the radio frequency spectrum. *Linux journal*, 2004(122) :4.
- [Chen et al., 2022] Chen, S., Wang, C., Chen, Z., Wu, Y., Liu, S., Chen, Z., Li, J., Kanda, N., Yoshioka, T., Xiao, X., et al. (2022). Wavlm : Large-scale self-supervised pre-training for full stack speech processing. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, 16(6) :1505–1518.
- [Duroselle, 2021] Duroselle, R. (2021). *Robustesse au canal des systemes de reconnaissance de la langue*. PhD thesis, Université de Lorraine.
- [Vallance et al., 2024] Vallance, P., Oh, E., Mullins, J., Gulati, M., Hoffman, J., and Carrick, M. (2024). Torchsig : A gnu radio block and new spectrogram tools for augmenting ml training. In *Proceedings of the GNU Radio Conference*, volume 9.
- [Walker and Strassel, 2012] Walker, K. and Strassel, S. (2012). The rats radio traffic collection system. In *Proc. Odyssey 2012*, pages 291–297.
- [Zhou et al., 2026] Zhou, J., Xie, W., Chen, Z., Lu, Y., Xuan, Q., Lin, Y., and Gui, G. (2026). Radio-fm : A foundation model for radio signal representation learning and its applications. *arXiv preprint arXiv :2608.05793*.