



IMT Atlantique
Bretagne-Pays de la Loire
École Mines-Télécom

Titre de la thèse : Intelligence artificielle neuro-inspirée appliquée à la perception auditive de scènes naturelles

Le projet vise à modéliser la perception auditive naturelle à l'aide de réseaux neuronaux artificiels et du traitement de signal sur graphes, à l'aide de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et de données électroencéphalographiques (EEG). Les progrès récents dans le domaine de l'intelligence artificielle sont dus en grande partie aux performances exceptionnelles obtenues par les réseaux neuronaux profonds dans la classification des stimuli naturels composites. L'apprentissage profond reste cependant confronté à des défis importants en ce qui concerne la perception auditive naturelle [1], en particulier dans les scènes complexes et bruyantes impliquant plusieurs sources simultanées. Cette thèse utilisera des données de neuroimagerie humaine pour améliorer la capacité des réseaux artificiels à classer les stimuli auditifs naturels.

Des travaux récents ont démontré la faisabilité de construire des modèles artificiels pour relier les caractéristiques musicales à l'activité cérébrale [2,3]. De tels modèles fonctionnent aussi bien que les auditeurs humains, tant pour la reconnaissance du genre musical que pour des tâches simples de discrimination de la parole [3]. Les couches internes des réseaux profonds ont également été utilisées pour prédire l'activité cérébrale liée aux sons naturels, en modélisant chaque voxel individuel de l'activité de l'IRMf à l'aide de combinaisons de cartes caractéristiques [3]. Nous proposons d'étudier les extensions des approches actuelles pour considérer les réseaux profonds sur graphes [4], le traitement du signal sur les graphes [5,7,8], et pour modéliser les signaux temporels sur des graphes dynamiques [6]. Nous construirons une série de modèles artificiels, en utilisant des enregistrements complets de l'activité cérébrale de l'EEG et de l'IRM, acquis auprès de participants effectuant des tâches auditives d'une complexité croissante.

Supervision et financement

Ce projet de doctorat est une collaboration entre les laboratoires du Dr Nicolas Farrugia et du Dr Vincent Gripon (Brain Inspired Artificial Intelligence Project, à l'IMT Atlantique, Brest, France), et le laboratoire du Dr Pierre Bellec (NeuroMod - Courtois Project on Neuronal Modelling - CRIUGM, Département des Sciences informatiques et Recherche opérationnelle, Université de Montréal, Montréal, Qc, Canada). Le candidat devra partager son temps entre Montréal et Brest.

IMT Atlantique est une école d'ingénieur publique axée sur la formation d'ingénieurs et de jeunes chercheurs au niveau du doctorat. L'Université de Montréal est un établissement de renommée mondiale qui forme des scientifiques d'élite et est actuellement l'un des principaux centres de recherche en intelligence artificielle et en neuroinformatique en Amérique du Nord.

Comment candidater

Par email à nicolas.farrugia@imt-atlantique.fr et pierre.bellec@criugm.qc.ca avec les pièces suivantes:

- un CV complet
- Au moins une lettre de recommandation ou des contacts pour recommandation
- Une lettre de motivation expliquant votre intérêt spécifique pour ce projet
- Relevés de notes de master 2

Date limite pour les candidatures - 20 juin 2019

[1] J. F. Gemmeke, D. P. Ellis, D. Freedman, A. Jansen, W. Lawrence, R. C. Moore, M. Plakal, and M. Rit-ter, "Audio set: An ontology and human-labeled dataset for audio events," in *Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2017 IEEE International Conference on*. IEEE, 2017, pp. 776–780.

[2] V. Alluri, P. Toivainen, T. E. Lund, M. Wallentin, P. Vuust, A. K. Nandi, T. Ristaniemi, and E. Brattico, "From vivaldi to beatles and back: predicting lateralized brain responses to music," *Neuroimage*, vol. 83, pp. 627–636, 2013.

[3] A. J. Kell, D. L. Yamins, E. N. Shook, S. V. Norman-Haignere, and J. H. McDermott, "A task-optimized neural network replicates human auditory behavior, predicts brain responses, and reveals a cortical processing hierarchy," *Neuron*, vol. 98, no. 3, pp. 630–644, 2018.

[4] Zhou, J., Cui, G., Zhang, Z., Yang, C., Liu, Z., & Sun, M. (2018). Graph neural networks: A review of methods and applications. arXiv preprint arXiv:1812.08434.

[5] D. I. Shuman, S. K. Narang, P. Frossard, A. Ortega, and P. Vandergheynst, "The emerging field of signal processing on graphs: Extending high-dimensional data analysis to networks and other irregular domains," *IEEE Signal Processing Magazine*, vol. 30, no. 3, pp. 83–98, 2013.

[6] R. Hamon, P. Borgnat, P. Flandrin, and C. Robardet, "Duality between temporal networks and signals: Extraction of the temporal network structures," arXiv preprint arXiv:1505.03044, 2015.

[7] Pilavci, Y. Y., & Farrugia, N. (2019). Spectral Graph Wavelet Transform as Feature Extractor for Machine Learning in Neuroimaging. In *ICASSP 2019-2019 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 1140-1144). IEEE.

[8] Ménoret, M., Farrugia, N., Padeloup, B., & Gripon, V. (2017, November). Evaluating graph signal processing for neuroimaging through classification and dimensionality reduction. In *2017 IEEE Global Conference on Signal and Information Processing (GlobalSIP)* (pp. 618-622). IEEE.