

Prévision de la fibrillation atriale par apprentissage automatique ; machine/deep learning

LARIS - juillet 2021

1 Contexte

L'analyse de l'électrocardiogramme (ECG) est au cœur du diagnostic des pathologies cardiovasculaires depuis son développement au XXe siècle. Les signaux de l'ECG reflètent l'activité électrique du cœur. Ainsi, les troubles du rythme cardiaque ou les altérations de la forme d'onde de l'ECG sont des preuves de problèmes cardiovasculaires sous-jacents, tels que les arythmies et les fibrillations.

La fibrillation atriale (FA) est l'arythmie cardiaque supraventriculaire la plus courante, entraînant un taux de mortalité élevé chez les patients concernés. La FA se présente sous forme d'épisodes provoquant des excitations irrégulières des ventricules qui affectent la fonctionnalité du cœur et peuvent augmenter le risque d'accident vasculaire cérébral et de crise cardiaque. Un certain nombre de chercheurs ont utilisé des techniques d'apprentissage profond pour la détection, la classification, mais aussi la prévision de la FA.

D'un point de vue médical et contrairement aux approches de détection et de classification, la fibrillation atriale est difficile à prévoir. Néanmoins, la détection précoce et automatique de la FA est un avantage important pour un traitement efficace. C'est pourquoi elle fait l'objet de recherches intensives tant en médecine qu'en ingénierie.

En effet, les approches par modèles prédictifs fournissent des indicateurs de maladies possibles avant qu'elles ne se produisent. On peut identifier deux approches fondamentales pour la construction de ces modèles : apprentissage profond et apprentissage automatique par ingénierie des caractéristiques.

En se basant sur les travaux récents de Matias et al. [1], la méthode de prévision la plus utilisée est le Support Vector Machine (SVM) [2, 3, 4, 5, 6], suivi par les réseaux de neurones convolutifs (CNN) [7, 8]. Cependant, les travaux de [9] ont montré l'importance des réseaux de neurones récurrents (RNN), en particulier le modèle de mémoire à court/long terme (LSTM) par rapport aux réseaux de neurones convolutifs (CNN) pour la prédiction de la FA. En effet, les CNN ont de bonnes performances en reconnaissance de formes (donc pour la détection ou la classification). Cependant, un CNN n'intègre pas la dimension temporelle et ne peut donc pas être aussi efficace qu'un RNN pour la prédiction de la FA.

2 Objectifs du stage

- Faire une étude approfondie des ECGs afin de modéliser et de construire un système permettant de détecter les déformations ou les marqueurs qui reflètent et entraîneront la FA.
- Recherche exhaustive des méthodes de prévision existantes et les comparer vis à vis de leurs performances déterminées à partir des bases de données existantes (telle que la base AFDB dans MIT-BIH : <https://physionet.org/content/afdb/1.0.0/>).

- Exploiter les approches d'apprentissages profonds et construire un nouveau système prédictif plus performant que ceux de la littérature pour évaluer dans le temps, le risque de problèmes cardiaques majeurs, notamment de la fibrillation atriale.

3 Déroulement prévisionnel du stage

- Recherche bibliographique
- Implémentation et comparaison entre des modèles prédictifs existants
- Construction d'un nouveau modèle testé et validé sur des bases de données existantes

4 Contacts pour postuler

Si vous êtes intéressés, merci de contacter les trois personnes suivantes :

- Dr. Nassib Abd (nassibabd@gmail.com)
- Dr. Anne Heurtier (anne.heurtier@univ-angers.fr)
- Dr. Jean-Marie Marion (marion@uco.fr)

Références

- [1] I. Matias, N. Garcia, S. Pirbhulal, V. Felizardo, N. Pombo, H. Zacarias, M. Sousa, E. Zdravetski, Prediction of Atrial Fibrillation using artificial intelligence on Electrocardiograms : A systematic review, *Computer Science Review*, 39, 2021
- [2] H. ElMoaqet, Z. Almuwaqat, M. Ryalat, N. Almtireen, A new algorithm for short term prediction of persistent atrial fibrillation, in : 2017 IEEE Jordan Conf. Appl. Electr. Eng. Comput. Technol., 2017, pp. 1–6.
- [3] M. Mohebbi, H. Ghassemian, Prediction of paroxysmal atrial fibrillation based on non-linear analysis and spectrum and bispectrum features of the heart rate variability signal, *Comput. Methods Programs Biomed.* 105 (1)(2012) 40–49.
- [4] K.H. Boon, M. Khalil-Hani, M.B. Malarvili, C.W. Sia, Paroxysmal atrial fibrillation prediction method with shorter HRV sequences, *Comput. Methods Programs Biomed.* 134 (2016) 187–196
- [5] Y. Shen, Y. Yang, S. Parish, Z. Chen, R. Clarke, D.A. Clifton, Risk prediction for cardiovascular disease using ECG data in the China Kadoorie Biobank, in : 2016 38th Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc., 2016, pp. 2419–2422
- [6] K.H. Boon, M. Khalil-Hani, M.B. Malarvili, Paroxysmal atrial fibrillation prediction based on HRV analysis and non-dominated sorting genetic algorithm III, *Comput. Methods Programs Biomed.* 153 (2018) 171–184.
- [7] J. Kim, O. Sangjun, Y. Kim, M. Lee, Convolutional neural network with biologically inspired retinal structure, in : 7th Annu. Int. Conf. Biol. Inspired Cogn. Archit., Vol. 88, BICA 2016, held July 16 to July 19, 2016 New York City, NY, USA, 2016, pp. 145–154
- [8] Z.I. Attia, et al., An artificial intelligence-enabled ECG algorithm for the identification of patients with atrial fibrillation during sinus rhythm : a retrospective analysis of outcome prediction, *Lancet* 394 (10201) (2019) 861–867.
- [9] Sun, L., Wang, Y., He, J. et al. A stacked LSTM for atrial fibrillation prediction based on multivariate ECGs. *Health Inf Sci Syst* 8, 19 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13755-020-00103-x>