



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mme **BERRAHOU Nadia**
Soutiendra : **le Lundi 23/12/2024 à 10H00**
Lieu : **FSDM – Centre Visioconférence**

Une thèse intitulée :

«Contributions à la détection de l'arythmie à la base d'analyse des signaux cardiovasculaires par des méthodes de Deep Learning »

En vue d'obtenir le **Doctorat**

FD : **Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication**
Spécialité : **Informatique**

Devant le jury composé comme suit :

Nom et prénom	Etablissement	Grade	Qualité
Pr TALIBI ALAOUI Mohammed	Faculté des Sciences et Techniques, Fès	PES	Président
Pr EL MADANI EL ALAMI Yasser	École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes, Rabat	MCH	Rapporteur & Examinateur
Pr EL MAKRANI Adil	Faculté des Sciences, Kénitra	MCH	Rapporteur & Examinateur
Pr BERRADA Mohammed	Ecole Nationale des Sciences Appliquées, Fès	PES	Rapporteur & Examinateur
Pr MESBAH Abderrahim	École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes, Rabat	MCH	Examinateur
Pr AMAKDOUF Hicham	Institut des Sciences du Sport, Fès	MCH	Examinateur
Pr QJIDAA Hassan	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	PES	Invité
Pr EL ALAMI Rachid	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz, Fès	MCH	Directeur de thèse



Résumé :

L'électrocardiogramme (ECG) est un outil fondamental en médecine clinique, essentiel pour surveiller l'activité électrique du cœur et identifier les anomalies cardiaques. La classification précise des différents types de battements cardiaques enregistrés par l'ECG constitue un défi important mais nécessaire pour le diagnostic précoce et la gestion efficace des pathologies cardiaques.

Cette thèse se concentre sur le développement de méthodes avancées pour la classification des arythmies cardiaques en utilisant des techniques basées sur les réseaux de neurones convolutifs (CNN) adaptées aux paradigmes intra-patient et inter-patient. Trois approches principales ont été explorées et développées dans ce travail de recherche. La première méthode repose sur l'utilisation d'une transformation en ondelettes discrètes avec l'ondelette mère Sym7, combinée à l'algorithme de sur-échantillonnage SMOTE pour améliorer la représentation des données. Ce prétraitement est suivi par l'application d'un réseau de neurones convolutif résiduel en 1D, spécifiquement conçu pour extraire les caractéristiques discriminatives des segments de battements cardiaques. Les résultats expérimentaux ont démontré une nette amélioration de la précision de la classification par rapport aux approches traditionnelles.

La deuxième approche adoptée dans cette thèse est une architecture hybride qui combine les informations temporelles provenant des intervalles RR avec le taux d'entropie pour capturer les irrégularités dans les signaux ECG. Ces caractéristiques sont ensuite fusionnées avec les attributs morphologiques extraits par les CNN, permettant au modèle de classer les arythmies en tenant compte à la fois des aspects temporels et morphologiques du signal ECG. Enfin, la troisième approche repose sur un modèle hybride intégrant un mécanisme d'attention au sein des réseaux CNN. Ce mécanisme d'attention permet au modèle de se concentrer sur les segments critiques du signal ECG qui contiennent des informations pertinentes pour la classification. De plus, l'intégration de la dimension fractale de Higuchi renforce la capacité du modèle à capturer la complexité des signaux ECG, en prenant en compte les structures fines et irrégulières du signal.

Ces méthodes visent à renforcer la stabilité des modèles tout en améliorant leur capacité à généraliser à de nouvelles données et à détecter efficacement les arythmies cardiaques. Nos résultats expérimentaux sur la base de données MIT-BIH ont démontré que ces méthodes surpassent les approches antérieures en termes de précision et d'applicabilité clinique, ouvrant de nouvelles perspectives pour le diagnostic automatisé et la surveillance continue des arythmies cardiaques.

Mots clés : Détection des arythmies, Réseau de neurones convolutifs, Intervalles RR, Taux d'entropie, Dimension fractale de Higuchi, Mécanisme d'attention, Signaux d'électrocardiogramme, Base de données MIT-BIH.



CONTRIBUTIONS TO ARRHYTHMIA DETECTION BASED ON CARDIOVASCULAR SIGNAL ANALYSIS USING DEEP LEARNING METHODS

Abstract :

The electrocardiogram (ECG) is a fundamental tool in clinical medicine, crucial for monitoring the heart's electrical activity and identifying cardiac anomalies. Accurate classification of the various types of heartbeats recorded by the ECG is a significant but necessary challenge for the early diagnosis and effective management of cardiac pathologies. This thesis focuses on developing advanced methods for classifying cardiac arrhythmias using convolutional neural network (CNN) techniques tailored for both intra-patient and inter-patient paradigms. Three primary approaches were explored and developed in this research. The first method involves using discrete wavelet transformation with Sym7 mother wavelet, combined with the SMOTE oversampling algorithm to enhance data representation. This preprocessing is followed by applying a 1D residual convolutional neural network, specifically designed to extract discriminative features from cardiac beat segments. Experimental results have shown a significant improvement in classification accuracy compared to traditional approaches.

The second approach adopted in this thesis is a hybrid architecture that combines temporal information from RR intervals with entropy rates to capture irregularities in ECG signals. These features are then merged with morphological attributes extracted by CNNs, enabling the model to classify arrhythmias by considering both the temporal and morphological aspects of the ECG signal. Finally, the third approach is based on a hybrid model integrating an attention mechanism within CNNs. This attention mechanism allows the model to focus on critical segments of the ECG signal that contain relevant information for classification. Additionally, the integration of Higuchi Dimensional Fractal strengthens the model's ability to capture the complexity of ECG signals, considering the fine and irregular structures of the signal. These methods aim to enhance the models' stability while improving their ability to generalize to new data and effectively detect cardiac arrhythmias. Our experimental results on the

Key Words :

Arrhythmia detection, Convolutional neural network, RR intervals, Entropy rate features, Electrocardiogram signals, MIT-BIH arrhythmia dataset, INCART dataset.