وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة الموصل
كلية علوم الحاسوب والرياضيات
قسم علوم الحاسوب

الكشف المبكر عن نوبات الصرع من خلال تحليل الموجات وخوارزميات التعلم الآلي

رسالة مقدمة
الى مجلس كلية علوم الحاسوب والرياضيات في جامعة الموصل
كجزء من متطلبات نيل شهادة ماجستير علوم في
علوم الحاسوب

من قبل
عبدالرحمن طلال ابراهيم

بإشراف
م.د. عامرة استقلال بدران

1446 هـ
2024 م

الخلاصة

يشـهد العـالم تطـورا هـائلا فـي مجـال الـذكاء الاصـطناعي وتطبيقاتـه المتنوعـة فـي شـتى المجالات مثل الهواتف المحمولـة والسيارات ذاتيـة القيادة والتنبؤ بالأمراض قبل حدوثها وذلك لقدرة أنظمة الذكاء الاصطناعي على اتخاذ القرارات الحاسمة بدقة ووقت قصير.

تهدف هذه الرسالة إلى اقتراح نظام ذكائي يساهم في تحسين حياة مرضى الصرع، حيث يعاني من هذا المرض ما يقارب من 70 مليون شخص حول العالم، وذلك بواسطة الكشف المبكر عن نوبة الصرع قبل دخول المريض فعلياً في تلك النوبة وذلك باستخدام إشارات تخطيط كهربائية الدماغ Electroencephalogram EEG. وبفضل هذا النظام سيتم توجيه الأجهزة التي ستحتوي على النظام المقترح باتخاذ الاجراء المناسب في الوقت الحقيقي لمنع المريض من الدخول في تلك النوبة، ومن تلك الأجهزة التي يمكن ان تحتوي على النظام المقترح بشكل ضمني: جهاز VNS Vagus Nerve Stimulation وجهـــاز Responsive Neurostimulation RNS وهـــذه الأجهزة ستكون مزروعة في جسم المريض.

توفر هذه الرسالة نهجاً شاملاً يدمج بين تقنيات استخراج الميزات وخوارزميات التصنيف لتحقيق دقة عالية في الكشف المبكر عن نوبات الصرع. هذا النهج يعزز القدرة على التنبؤ بهذه النوبات وتقديم نظام دعم فعال للمرضى والأطباء على حد سواء في الوقت الحقيقي لحدوث نوبات الصرع.

تعتمد هذه الرسالة على إشارات تخطيط كهربائية الدماغ EEGوتحليلها ومن ثم تصنيف تلك الإشارات باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي وذلك من اجل الكشف عن النوبات في الزمن الحقيقي لحدوث النوبة، اذ تم استخدام قاعدة بيانات من جامعة Bonn الألمانية. كما تم استخراج الميزات من إشاراتEEG المأخوذة من قاعدة البيانات باستخدام تقنيتين أساسيتين، الأولى هي

تحليـل المويجـاتWavelet Transform WT وبشـكل دقيـق تحليـل المويجـات مـن نـوع Daubechies db8لاستخراج الميزات من إشارات EEG عبر ثلاث طبقات من التفاصيل، مما يـوفر توازنـاً بـين الدقـة الزمنيـة والترددية، والثانيـة هـي تحويـل فـوريـر السـريع Fast Fourier Transforms FFTلتحليل الإشارات وتحديد المكونات الترددية المختلفة، مما يساعد في الكشف عن الأنماط الترددية المرتبطة بنوبات الصرع.

أستخدمت مجموعة من خوارزميات التصنيف لتحديد الأنماط المرتبطة بنوبات الصرع، حيـث حققـت آلـة المتجـه الـداعم Support Vector Machine SVM دقـة تصـنيف بلغـت 99.13% ومعدل زمن تنفيذ قدره 0.3076 ثانية، مما يثبت فعاليتها في الزمن الحقيقي. حققت الشبكة العصبية متعددة الطبقات MLP دقة تصنيف بلغت 98.96% ومعدل زمن تنفيذ قصير قدره 0.006 ثانية، مما يجعلها مناسبة لأجهزة VNS، RNS ولتطبيقات الزمن الحقيقي. كما حققت الغابة العشوائية RF دقة تصنيف بلغت 98.48% ومعدل زمن تنفيذ قدره 0.02 ثانية. أظهرت النتائج أن النظام المطور يحقق أداءً عالياً في تصنيف نوبات الصرع، مع تميز خوارزمية SVM بأعلى دقة، وخوارزمية MLP بمعدل زمن تنفيذ قصير.

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها يتبين أن استخدام تقنيات تحليل الإشارات وخوارزميات التصنيف قد ساهم بشكل كبير في تحسين دقة الكشف عن نوبات الصرع وتقليل زمن التنفيذ للكشف المبكر عنها. كما أشارت الرسالة إلى أن دمج الميزات المستخرجة من تحليل المويجات وتحويل فوريير السريع ضمن مصفوفة الميزات أدى إلى تحسين أداء النظام من حيث الدقة وسرعة التنفيذ والتدريب.

Ministry of Higher Education and
Scientific Research
University of Mosul
College of Computer Science and
Mathematics
Department of Computer Science

Early Detection of Epileptic Seizures Through Wavelet Analysis and Machine Learning Algorithms

A Thesis Submitted to the Council of the College of Computer Science and Mathematics University of Mosul as a Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of Master of Science in Computer Science

By

Abdulrahman Talal Ibrahim

Supervised by

Lectural. Dr. Amera Istiqlal Badran

2024 A.D. **1446 A.H.**

Abstract

The world is witnessing a tremendous development in the field of artificial intelligence and its various applications in various fields such as mobile phones, self-driving cars, and predicting diseases before they occur, due to the ability of artificial intelligence systems to make critical decisions accurately in a short time.

This thesis aimed to propose an artificial intelligence system that contributes to improving the live of epilepsy patients, as approximately 70 million people around the world suffer from this disease, by early detection of an epileptic seizure before the patient actually enters that seizure using electroencephalogram EEG signals and then directing the devices that will contain the proposed system to take appropriate action in real time to prevent the patient from entering that seizure, and among those devices that can contain the proposed system implicitly: the Vagus Nerve Stimulation VNS device and the Responsive Neurostimulation RNS device, and these devices will be implanted in the patient's body.

This thesis provides a comprehensive approach that combines feature extraction techniques and classification algorithms to achieve high accuracy in detecting epileptic seizures, which enhances the ability to predict these seizures and provides an effective support system for patients and doctors alike in real time of the occurrence of epileptic seizures.

This thesis relied on electroencephalography EEG signals and their analysis and then classification of those signals using artificial intelligence techniques in order to detect seizures in real time of the occurrence of the seizure, where a database from the University of Bonn in Germany was used. Features were extracted from the EEG signals taken from the database using two basic techniques, the first is wavelet analysis (Wavelet Transform) and precisely the Daubechies wavelet transform (db8) to

extract features from EEG signals across three layers of detail, which provides a balance between temporal and frequency accuracy, and the second is the Fast Fourier Transform FFT to analyze the signals and identify the different frequency components, which helps in detecting the frequency patterns associated with epileptic seizures.

A set of classification algorithms were used to identify patterns associated with epileptic seizures. Support Vector Machine SVM achieved a classification accuracy of 99.13% and an average execution time of 0.3076 seconds, proving its effectiveness in real-time. Multilayer Perceptron MLP achieved a classification accuracy of 98.96% and an extremely short execution time of 0.006 seconds, making it suitable for VNS, RNS, and real-time applications. Random Forest RF achieved a classification accuracy of 98.48% and an average execution time of 0.02 seconds. The results showed that the developed system achieves high performance in classifying epileptic seizures, with the SVM algorithm having the highest accuracy and the MLP algorithm having an extremely short execution time.

From the obtained results, it is clear that the use of signal analysis techniques and classification algorithms contributes to improving the accuracy of epileptic seizure detection and reducing the execution time for early epileptic seizure detection. It was also concluded that when the features resulting from wavelet analysis and fast Fourier transform were combined into the feature matrix, the performance of the proposed system was improved in terms of accuracy, execution speed and training.