الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي ٠٨ ماي ١٩٤٥. بسيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique -08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès

THESIS

To obtain the diploma of **Engineer**
Field: **Computer Science**
Specialty: **Ingénierie des Systèmes Informatiques (ISI)**

Theme

Parkinson's disease detection by multimodal analysis combining handwriting and speech signals

---

Presented by:
Hasna Abir KERMAD
Halima Zineb Ayat TAIBI
Submission Date: **july, 2024**

In front of the jury composed of:

Pr. Djamel AMAR BENSABER	President
Dr. Rabab BOUSMAHA	Supervisor
Pr. Sidi Mohammed BENSLIMANE	Co-Supervisor
Dr. Mohamed BEDJAOUI	Examiner
Dr. Mohamed KECHAR	Incubator Manager

Academic Year : 2023/2024

Abstract

Parkinson's disease (PD) is a progressive neurological disorder that affects millions worldwide, characterized by motor and non-motor symptoms, including tremors, bradykinesia, rigidity, and speech impairment. Early detection and monitoring of PD are crucial for effective management and intervention. Traditional diagnostic methods rely heavily on clinical assessments, which can be subjective and may not capture subtle changes in disease progression. In recent years, there has been growing interest in leveraging multimodal data analysis techniques, particularly combining handwriting and speech signals, to enhance PD detection and monitoring.

The significance of this project lies in its potential to revolutionize PD diagnosis and monitoring by providing a non-invasive, cost-effective, and accessible method for early detection and longitudinal assessment. By combining handwriting and speech analysis, this approach offers a holistic perspective on motor and cognitive impairments associated with PD, facilitating timely interventions and personalized treatment strategies.

Furthermore, the outcomes of this research have the potential to contribute significantly to the development of non-invasive and cost-effective methods for early PD detection, thus facilitating timely intervention and enhancing the quality of life for individuals affected by a neurodegenerative disorders like Parkinson's disease.

Keywords: Parkinson's disease (PD), Feature extraction, Machine learning (ML), Deep learning (DL), Handwriting analysis, Speech signals, Multimodal analysis, Early detection.

Resumé

La maladie de Parkinson (MP) est un trouble neurologique progressif qui touche des millions de personnes dans le monde, caractérisé par des symptômes moteurs et non moteurs, notamment des tremblements, une bradykinésie, une rigidité et des troubles de la parole. La détection précoce et la surveillance de la MP sont cruciales pour une gestion et une intervention efficaces. Les méthodes de diagnostic traditionnelles reposent fortement sur des évaluations cliniques, qui peuvent être subjectives et peuvent ne pas saisir les changements subtils dans la progression de la maladie. Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation de techniques d'analyse de données multimodales, en particulier la combinaison de signaux d'écriture manuscrite et de parole, pour améliorer la détection et la surveillance de la MP.

L'importance de ce projet réside dans son potentiel à révolutionner le diagnostic et la surveillance de la MP en fournissant une méthode non invasive, rentable et accessible pour la détection précoce et l'évaluation longitudinale. En combinant l'analyse de l'écriture manuscrite et de la parole, cette approche offre une perspective holistique sur les déficiences motrices et cognitives associées à la MP, facilitant les interventions opportunes et les stratégies de traitement personnalisées.

De plus, les résultats de cette recherche ont le potentiel de contribuer de manière significative au développement de méthodes non invasives et rentables pour la détection précoce de la MP, facilitant ainsi une intervention rapide et améliorant la qualité de vie des personnes atteintes de troubles neurodégénératifs comme la maladie de Parkinson.

Mots clés: Maladie de Parkinson (PD), Extraction de caractéristiques, Apprentissage automatique (ML), Apprentissage en profondeur (DL), Analyse de l'écriture manuscrite, Signaux vocaux, Analyse multimodale, Détection précoce.

ملخص

مرض باركنسون هو اضطراب عصبي تدريجي يصيب الملايين في جميع أنحاء العالم ، ويتميز بأعراض حركية وغير حركية ، بما في ذلك الهزات ، وبطء الحركة ، والصلابة ، وضعف الكلام. الكشف المبكر عن مرض باركنسون ورصده أمران حاسمان للإدارة الفعالة والتدخل. تعتمد طرق التشخيص التقليدية بشكل كبير على التقييمات السريرية ، والتي يمكن أن تكون ذاتية وقد لا تلتقط تغييرات طفيفة في تطور المرض. في السنوات الأخيرة ، كان هناك اهتمام متزايد بالاستفادة من تقنيات تحليل البيانات متعددة الوسائط،لا سيما الجمع بين إشارات الكتابة اليدوية والكلام ، لتعزيز اكتشاف ومراقبة بيانات الأداء.

تكمن أهمية هذا المشروع في قدرته على إحداث ثورة في تشخيص مرض باركنسون ورصده من خلال توفير طريقة غير جراحية وفعالة من حيث التكلفة ويمكن الوصول إليها للكشف المبكر والتقييم الطولي. من خلال الجمع بين تحليل الكتابة اليدوية والكلام ، يقدم هذا النهج منظورا شاملا للإعاقات الحركية والإدراكية المرتبطة بمرض الشلل الرعاش ، مما يسهل التدخلات في الوقت المناسب واستراتيجيات العلاج الشخصية.

علاوة على ذلك ، فإن نتائج هذا البحث لديها القدرة على المساهمة بشكل كبير في تطوير طرق التشخيص من خلال دمج عدة خصائص مميزة لمرض الشلل الرعاشي، وبالتالي تسهيل التدخل في الوقت المناسب وتحسين نوعية الحياة للأفراد المصابين باضطرابات التنكس العصبي مثل مرض باركنسون.

الكلمات المفتاحية:

مرض باركنسون ، استخراج الميزة ، التعلم الآلي ، التعلم العميق ، تحليل خط اليد ، إشارات الكلام ، مجموعة تحليل متعدد الوسائط ، الكشف المبكر.