

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي - 8 ماي 1945 - سيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique - 08 Mai 1945 - Sidi Bel Abbès



Thesis

To obtain a Masters degree
Field : Computer Science
Specialty : Artificial Intelligence and Data Science

Theme

Multimodal Machine Learning for Cardiomyopathy Analysis

Presented By : Benyamina Yacine Lazreg

Submitted : 09/09/2025

In front of the jury composed of :

Dr. Nassima Dif

Dr. Benabdeslem Khalid

Dr. Chaib Souleymene

Dr. Taouli Amina

President

Supervisor

Co-supervisor

Examinator

Academic year : 2024/2025

Abstract

Cardiomyopathies are a group of severe and heterogeneous heart diseases whose diagnosis is complex, relying on the interpretation of multiple diagnostic tools. This thesis investigates the application of Multimodal Machine Learning as a holistic framework that integrates diverse data sources for a unified and more precise analysis to simulate an expert that relies on multiple diagnostic tools.

Although it is currently impossible to determine whether or not MML is better than traditional ML in the context of cardiomyopathy, the review of MML and the state of the art suggests strong evidence that while single-modality models show promise, multimodal frameworks could significantly enhance diagnostic precision, outperforming both single-modality baselines and, in some cases, expert clinical assessment. Ultimately, this thesis establishes that an integrated, multimodal approach holds substantial potential for developing robust, automated clinical decision support systems, paving the way for earlier diagnosis, improved risk stratification, and more personalized management of patients with cardiomyopathy.

Keywords— Cardiomyopathy, Multimodal Machine Learning, Information fusion, Smart Healthcare

Résumé

Les cardiomyopathies constituent un groupe de maladies cardiaques graves et hétérogènes, dont le diagnostic est complexe et repose sur l'interprétation de multiples outils diagnostiques. Ce mémoire étudie l'application de l'Apprentissage Automatique Multimodal comme cadre holistique intégrant diverses sources de données pour une analyse unifiée et plus précise, visant à simuler un expert s'appuyant sur plusieurs outils diagnostiques.

Bien qu'il soit actuellement impossible de déterminer si l'AAM surpasse ou non l'apprentissage automatique traditionnel dans le contexte des cardiomyopathies, l'examen de l'AAM et de l'état de l'art suggère de solides arguments indiquant que, si les modèles unimodaux sont prometteurs, les approches multimodales pourraient améliorer significativement la précision du diagnostic, dépassant à la fois les bases unimodales et, dans certains cas, l'évaluation clinique d'experts. En définitive, ce mémoire établit qu'une approche intégrée et multimodale présente un fort potentiel pour le développement de systèmes automatisés d'aide à la décision clinique, ouvrant la voie à un diagnostic plus précoce, à une meilleure stratification du risque et à une prise en charge plus personnalisée des patients atteints de cardiomyopathie.

Mots-clés— Cardiomyopathie, Apprentissage Automatique Multimodal, Fusion d'informations, Santé intelligente

الملخص

اعتلالات عضلة القلب هي مجموعة من أمراض القلب الخطيرة والمتنوعة، ويعد تشخيصها معقداً لأنه يعتمد على تفسير عدة أدوات تشخيصية. يدرس هذا البحث تطبيق التعلم الآلي متعدد الوسائط كإطار شامل يدمج مصادر بيانات متنوعة بهدف الحصول على تحليل موحد وأكثر دقة، لمحاكاة الخبير الذي يعتمد على أدوات تشخيص متعددة. على الرغم من أنه من غير الممكن حالياً تحديد ما إذا كان التعلم الآلي متعدد الوسائط يتفوق على التعلم الآلي التقليدي في سياق اعتلال عضلة القلب، فإن مراجعة هذا المجال وحالة الفن تشير إلى أدلة قوية على أن النماذج أحادية الوسيط قد تكون واعدة، لكن الأطر متعددة الوسائط يمكن أن تعزز بشكل كبير دقة التشخيص، متفوقة على النماذج أحادية الوسيط وفي بعض الحالات على التقييم السريري للخبراء. في النهاية، يثبت هذا البحث أن النهج المتكامل متعدد الوسائط يحمل إمكانات كبيرة لتطوير أنظمة دعم قرار سريري آليّة وقوية، مما يمهد الطريق للتشخيص المبكر، وتحسين تصنيف المخاطر، وتقديم رعاية أكثر تخصيصاً لمرضى اعتلال عضلة القلب.

الكلمات المفتاحية--- اعتلال عضلة القلب، التعلم الآلي متعدد الوسائط، دمج المعلومات، الرعاية الصحية الذكية،