

الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا للإعلام الآلي 08 ماي 1945 بسيدي بلعباس

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès



THESIS

To Earn a **Master's** degree
Field: **Computer Science**
Major: **Artificial Intelligence and Data Science**

Topic

Interpretable Biomarker-Based and Multimodal Deep Learning for Automatic Cardiomegaly Diagnosis from Chest Radiographs: A State-of-theArt Review

Presented by:
Mariem Boukennouche

Submission Date: **September, 2026**
In front of the jury composed of:

Pr. ELOUALI Nadia
Mr. Samir AWAD
Dr. SAIDI Imène

President
Supervisor
Examiner

Academic Year : 2025/2026

Abstract

Cardiomegaly, the abnormal enlargement of the heart, is a clinically significant radiographic finding routinely assessed on chest X-rays. The current diagnostic reference, the cardiothoracic ratio (CTR), reduces the rich two-dimensional information in a heart-and-lung segmentation mask to a single linear measurement, discarding shape-related information such as curvature, symmetry, and orientation. This report reviews the state of the art in automated cardiomegaly assessment and identifies a persistent gap: even the most advanced multimodal approaches describe the cardiac silhouette using only two scalar biomarkers, the CTR and the cardiopulmonary area ratio (CPAR), despite the richer geometric information already contained in the segmentation masks from which they are derived. Building on this review, the report proposes extracting an extended set of interpretable geometric descriptors from these masks and integrating them into a multimodal architecture combining image features, clinical data, and digital biomarkers, following the fusion framework of Duvieusart et al. (2022).

Keywords: cardiomegaly, chest radiograph, multimodal deep learning, digital biomarkers, cardiothoracic ratio, image segmentation, interpretability

الملخص

يُعدّ تضخم القلب، وهو التوسّع غير الطبيعي لحجم القلب، من العلامات الإشعاعية ذات الأهمية السريرية التي تُقيّم بشكل روتيني في صور الأشعة السينية للصدر. يعتمد المعيار التشخيصي الحالي، النسبة القلبية الصدرية، على اختزال المعلومات الثنائية الأبعاد الغنية في قناع تجزئة القلب والرئتين إلى قياس خطي واحد، متجاهلاً معلومات الشكل مثل الانحناء والتناظر والاتجاه. يستعرض هذا التقرير أحدث ما توصل إليه البحث في التقييم الآلي لتضخم القلب، ويحدد فجوة قائمة: حتى أكثر المناهج متعددة الوسائط تطوراً تصف ظل القلب بمؤشرين رقميين فقط، النسبة القلبية الصدرية ونسبة المساحة القلبية الرئوية، رغم أن أقنعة التجزئة المشتقة منها تحتوي على معلومات هندسية أكثر ثراءً. واستناداً إلى هذا الاستعراض، يقترح التقرير استخراج مجموعة موسّعة من الواصفات الهندسية القابلة للتفسير من هذه الأقنعة، ودمجها ضمن بنية متعددة الوسائط تجمع بين خصائص الصورة والبيانات السريرية والمؤشرات الحيوية الرقمية، وفق إطار الدمج الذي اقترحه Duvieusart وزملاؤه (2022).

الكلمات المفتاحية: تضخم القلب، الأشعة السينية للصدر، التعلم العميق متعدد الوسائط، المؤشرات الحيوية الرقمية، النسبة القلبية الصدرية، تجزئة الصورة، قابلية التفسير

Résumé

La cardiomégalie, l'élargissement anormal du cœur, est un signe radiographique cliniquement significatif, systématiquement évalué sur les radiographies thoraciques. La référence diagnostique actuelle, le rapport cardio-thoracique (RCT), réduit les informations bidimensionnelles riches d'un masque de segmentation cœur-poumons à une seule mesure linéaire, en écartant des informations liées à la forme telles que la courbure, la symétrie et l'orientation. Ce rapport passe en revue l'état de l'art de l'évaluation automatisée de la cardiomégalie et identifie un écart persistant : même les approches multimodales les plus avancées décrivent la silhouette cardiaque à l'aide de seulement deux biomarqueurs scalaires, le RCT et le rapport de surface cardio-pulmonaire (RSCP), alors que les masques de segmentation dont ils sont dérivés contiennent des informations géométriques bien plus riches. S'appuyant sur cette revue, le rapport propose d'extraire un ensemble étendu de descripteurs géométriques interprétables à partir de ces masques et de les intégrer dans une architecture multimodale combinant caractéristiques d'image, données cliniques et biomarqueurs numériques, selon le cadre de fusion de Duvieusart et al. (2022).

Mots clés : cardiomégalie, radiographie thoracique, apprentissage profond multimodal, biomarqueurs numériques, rapport cardio-thoracique, segmentation d'image, interprétabilité