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

THESIS

To obtain the diploma of **Engineering**

Field: **Computer Science**

Specialty: **Computer Systems Engineering (ISI)**

Theme

BreastPipe: From Detection to Decision - A Multi-Stage Deep Learning Approach for Breast Cancer Diagnosis

---

Presented by:
AZOUZA Fella

Submission Date: **30/09/2025**
In front of the jury composed of:

Pr. KESKES Nabil	President
Dr. BELALIA Amina	Supervisor
Dr. KLOUCHE Badia	Co-Supervisor
Dr. BEZZAOUCHA Fatima Souad	Examiner

Academic Year: 2024–2025

Summary

This engineering thesis aims to design, implement, and evaluate a complete deep learning-based system for breast cancer detection using mammography. The primary objective of this project is to develop an integrated pipeline capable of accurately detecting, segmenting, and classifying breast lesions in an automated manner.

Instead of focusing solely on a literature review, this work proposes a practical solution named **BreastPipe**, which brings together state-of-the-art deep learning models into a unified workflow. The system performs lesion detection using YOLO-based architectures, refines the results through IoU-based validation, extracts relevant regions for segmentation with advanced U-Net variants, and classifies the detected lesions using powerful CNN models.

In addition to the methodological contributions, the project includes the development of a web-based clinical decision support application, allowing healthcare professionals to upload mammograms, run the pipeline, and visualize detection, segmentation, and classification results interactively.

The outcomes of this work aim to enhance the accuracy, reliability, and clinical usability of automated breast cancer detection systems and demonstrate how artificial intelligence can be translated into a practical diagnostic tool to support radiologists in early detection and decision-making.

Keywords: Breast Cancer Detection, Mammography, Deep Learning, Lesion Detection, Segmentation, Classification, YOLO, U-Net, CNN, Clinical Decision Support.

Résumé

Ce mémoire d'ingénierie vise à concevoir, implémenter et évaluer un système complet basé sur l'apprentissage profond pour la détection du cancer du sein à partir de mammographies. L'objectif principal de ce projet est de développer une chaîne de traitement intégrée capable de détecter, segmenter et classifier automatiquement les lésions mammaires avec une grande précision.

Plutôt que de se limiter à une revue de la littérature, ce travail propose une solution pratique intitulée BreastPipe, qui intègre des modèles d'apprentissage profond de pointe dans un flux de travail unifié. Le système effectue la détection des lésions à l'aide d'architectures basées sur YOLO, affine les résultats via une validation fondée sur l'IoU, extrait les régions pertinentes pour la segmentation grâce à des variantes avancées de U-Net et classe les lésions détectées à l'aide de puissants modèles CNN.

En plus de ses contributions méthodologiques, le projet comprend le développement d'une application web de soutien à la décision clinique, permettant aux professionnels de santé de téléverser des mammographies, d'exécuter le pipeline et de visualiser de manière interactive les résultats de détection, de segmentation et de classification.

Les résultats de ce travail visent à améliorer la précision, la fiabilité et l'utilisabilité clinique des systèmes automatisés de détection du cancer du sein et démontrent comment l'intelligence artificielle peut être traduite en un outil diagnostique pratique pour soutenir les radiologues dans le dépistage précoce et la prise de décision.

Mots clés: Détection du cancer du sein, Mammographie, Apprentissage profond, Détection de lésions, Segmentation, Classification, YOLO, U-Net, CNN, Aide à la décision clinique.

الملخص

تهدف هذه مذكرة المهندس إلى تصميم وتنفيذ وتقييم نظام كامل يعتمد على التعلم العميق للكشف عن سرطان الثدي باستخدام صور الماموغرافيا. الهدف الرئيسي من هذا المشروع هو تطوير خط معالجة متكامل قادر على اكتشاف آفات الثدي، تقسيمها وتصنيفها بشكل آلي وبدقة عالية.

بدلاً من التركيز فقط على الدراسات النظرية، يقترح هذا العمل حلاً عملياً يُسمّى BreastPipe، يجمع بين نماذج متقدمة للتعلم العميق في سير عمل موحّد. يقوم النظام بالكشف عن الآفات باستخدام بنى معمارية تعتمد على YOLO، ثم يُحسّن النتائج من خلال التحقق باستخدام مؤشر تداخل الاتحاد (IoU)، ويستخرج المناطق المهمة للتقسيم باستخدام نسخ متقدمة من U-Net، ويصنّف الآفات المكتشفة باستخدام نماذج CNN قوية.

بالإضافة إلى المساهمات المنهجية، يتضمن المشروع تطوير تطبيق ويب لدعم القرار السريري، يسمح للمتخصصين في الرعاية الصحية برفع صور الماموغرافيا، وتشغيل خط المعالجة، وعرض نتائج الكشف، والتقسيم، والتصنيف بشكل تفاعلي.

تهدف نتائج هذا العمل إلى تحسين الدقة والموثوقية وقابلية الاستخدام السريري لأنظمة الكشف الآلي عن سرطان الثدي، وتُظهر كيف يمكن تحويل الذكاء الاصطناعي إلى أداة تشخيصية عملية لدعم أطباء الأشعة في الكشف المبكر واتخاذ القرار.

الكلمات المفتاحية: الكشف عن سرطان الثدي، الماموغرافيا، التعلم العميق، كشف الآفات، التقسيم، التصنيف، YOLO، U-Net، CNN، دعم القرار السريري.