



École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Madame Nabila OUNASSER

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Informatique

Le 05 novembre 2025 à 10h00 au Grand Amphi à l'ENSIAS

Intitulé de la thèse

**Dual Attention GAN : Une architecture générative à double
attention pour une détection efficace et explicable des
anomalies en imagerie médicale**

Président :

Pr. Ahmed ETTALBI, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Mahmoud NASSAR, PES, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Hatim HAFIDDI, PES, INPT, Rabat

Pr. Chouaib MOUJAHDHI, MCH, Institut Scientifique, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Yasser EL MADANI EL ALAMI, MCH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Examineur :

Pr. Widad ETTAZI, MCH, ENSIAS, Université Mohammed V de Rabat

Co-encadrant de thèse :

Pr. Maryem RHANOU, MC, Université Claude Bernard Lyon1, Lyon, France.

Résumé : Les avancées dans le domaine de l'intelligence artificielle (IA) bouleversent de nombreux secteurs, notamment celui de la santé, où elles ouvrent des perspectives prometteuses pour le diagnostic et la prise en charge des patients. Cependant, l'accroissement rapide du volume et de la complexité des données d'imagerie médicale impose de nouveaux défis aux professionnels de santé. La détection des anomalies orthopédiques, telles que les fractures osseuses, les déformations vertébrales ou les anomalies du pied, représente une tâche particulièrement exigeante, nécessitant des analyses détaillées et souvent chronophages.

Pour répondre à ces problématiques, cette thèse propose une nouvelle méthodologie, Dual Attention GAN, fondée sur les Réseaux Antagonistes Génératifs (GAN). Ces derniers se distinguent par leur capacité à générer des données synthétiques, une solution essentielle pour surmonter la rareté des données annotées en médecine. En outre, leur architecture permet d'extraire des représentations complexes des images, offrant ainsi une détection précise et fiable des anomalies médicales. Notre approche a été appliquée à diverses anomalies orthopédiques dans différentes modalités d'images, en utilisant des bases de données diversifiées en termes de taille, de taux de contamination, de modalité, de type d'organe et de type d'anomalies.

Nous avons validé notre méthodologie en l'appliquant à des bases de données publiques telles que xVertSeg, RibFrac et MURA, ainsi qu'à des données réelles collectées dans des centres de radiologie au Maroc, notamment au Centre de Radiologie Al Firdaous à Kénitra. Cette validation clinique sur la population marocaine, qui présente des caractéristiques spécifiques, a permis de démontrer l'efficacité de notre approche dans un contexte réel.

Les résultats obtenus démontrent que l'approche proposée, reposant sur les GAN, offre des améliorations significatives en termes de précision et d'efficacité dans le diagnostic des anomalies orthopédiques. En automatisant une partie du processus diagnostique, notre méthodologie allège considérablement la charge de travail des médecins, leur permettant de consacrer davantage de temps aux tâches cliniques complexes et aux décisions stratégiques liées aux soins des patients. Cette avancée souligne l'importance de l'investissement dans des solutions innovantes et automatisées, qui contribuent à renforcer la qualité des soins tout en optimisant les ressources médicales disponibles.

Mots-clés : Apprentissage automatique, apprentissage profond, déformation du pied, détection d'anomalies, détection des fractures, diagnostic osseux, imagerie médicale, Intelligence artificielle, orthopédie, Réseaux antagonistes génératifs.

Abstract: Artificial Intelligence (AI) technologies are profoundly transforming many industrial sectors, with a particularly notable impact in the medical field. The exponential increase in the volume and complexity of medical imaging data offers opportunities to improve patient diagnosis and treatment but also presents significant challenges for clinicians. Detecting orthopedic anomalies in medical images, such as bone fractures, spinal deformities, and foot deformities, is a complex and time-consuming task requiring meticulous image analysis.

In response to these challenges, this thesis proposes a novel methodology Dual Attention GAN based on Generative Adversarial Networks (GANs) to automate anomaly diagnosis in medical imaging. GANs not only generate synthetic data to overcome the scarcity of annotated medical data but also learn complex representations for precise anomaly detection. Our approach has been applied to various orthopedic anomalies across different imaging modalities, using diverse databases in terms of size, contamination rate, modality, type of organ and type of anomalies.

Our methodology was validated through its application to public datasets, including xVertSeg, RibFrac, and MURA, as well as clinical data collected from radiology centers in Morocco, specifically the Al Firdaous Radiology Center in Kénitra. This validation, conducted on the Moroccan population with its unique characteristics, provided valuable insights into the effectiveness of our approach in real-world clinical settings.

The results underline that our GAN-based methodology offers substantial improvements in both the accuracy and efficiency of orthopedic anomaly diagnosis. By automating key aspects of the diagnostic process, the approach not only reduces the workload of physicians but also optimizes their time, enabling them to prioritize more critical and complex clinical tasks. Additionally, this innovation enhances the overall quality of patient care, demonstrating the value of investing in the development and implementation of such advanced automated systems.

Keywords: Anomaly detection, Artificial intelligence, Bone diagnosis, Deep learning, Foot deformity, Fracture detection, Generative adversarial networks, Machine learning, Medical imaging, Orthopedics.