

Offre de thèse Sciences dans le domaine de l'IA et Santé

Modélisation des concepts dermatologiques pour l'aide au diagnostic du mélanome

Thèse interdisciplinaire :

Laboratoire D'Informatique et Systèmes (équipe Images et Modèles)-LIS

Centre de Recherche en Cancérologie de Marseille (équipe Immunité et Cancer)-CRCM/ AP-HM

Contexte : Le mélanome est un cancer cutané agressif et potentiellement mortel, représentant un problème majeur de santé publique, avec une incidence en constante augmentation en France. Parmi les systèmes de Diagnostic Assisté par Ordinateur utilisés pour la détection du mélanome, les approches basées sur les réseaux neuronaux ont démontré des performances élevées. Cependant, les conditions expérimentales de ces études sont souvent éloignées de la pratique clinique réelle et ne tiennent pas compte des concepts dermatologiques fondamentaux employés par les dermatologues pour établir un diagnostic [1]. Cette lacune limite les performances de ces modèles.

En pratique clinique, les dermatologues réalisent une analyse cognitive globale des lésions cutanées, une approche inconsciente qui leur permet de prendre en compte l'ensemble du contexte clinique d'un patient [2]. Cette analyse globale pourrait d'une part, améliorer les performances des algorithmes mais aussi renforcer l'interprétabilité des modèles appliqués en dermatologie.

L'équipe Images et Modèles du Laboratoire d'Informatique et Systèmes (LIS) ainsi que l'équipe immunité et cancer du Centre de Recherche en Cancérologie de Marseille (CRCM) en lien avec le service de dermatologie des Hôpitaux Timone/Conception de l'AP-HM ont une expérience avérée dans ce domaine. Dans le cadre du projet ANR Diamelex, ils ont développé des algorithmes basés sur l'analyse cognitive globale [3 4 5]. Ces travaux s'appuient notamment sur le concept dermatologique fort du "signe du vilain petit canard" (une lésion différente des autres chez un même individu), essentiel pour le dépistage du mélanome [6].

Le projet innovant que nous proposons vise à approfondir la modélisation des concepts dermatologiques en tenant compte de l'ensemble des lésions cutanées d'un patient, pour se rapprocher du processus d'analyse diagnostique d'un dermatologue. Cette démarche sera rendue possible grâce au **système de cartographie corporelle VECTRA 3D** récemment installé dans le service de dermatologie de la Conception AP-HM, qui permet d'acquérir des images en haute résolution de l'ensemble des lésions cutanées d'un individu. Cette démarche permettrait d'approfondir les concepts que nous avons modélisés et d'en définir de nouveau, nous permettant de se rapprocher de l'analyse du dermatologue lors du diagnostic du mélanome en pratique clinique.

Cette thèse est purement interdisciplinaire dont l'objectif principal est d'approfondir la modélisation des concepts dermatologiques en s'appuyant sur nos recherches antérieures et en intégrant de nouveaux concepts qui seront définis par l'équipe de dermatologues. Il s'agira d'identifier et formaliser de nouveaux concepts dermatologiques pertinents pour la détection du mélanome. Puis de, développer des algorithmes capables d'extraire automatiquement de nouvelles caractéristiques, que le dermatologue pourra ainsi analyser et corrélérer à son analyse diagnostique. Pour cela, nous allons nous appuyer sur des méthodes récentes d'intelligence artificielle explicable basées sur des concepts

(C-XAI)[7] et plus particulièrement les approches non supervisées [8], [9]. En effet, les méthodes non supervisées analyseront la représentation de l'échantillon dans l'espace latent afin d'identifier les clusters composés de parties des échantillons. Elles analyseront également la manière dont ces clusters contribuent à la prédiction finale, fournissant ainsi des explications en termes de relations classe-concept. En améliorant la capacité des systèmes de détection automatisée à modéliser des concepts dermatologiques interprétables, cette approche contribuera à la fois à l'amélioration des performances des outils d'aide au diagnostic et à la formation des jeunes dermatologues en leur fournissant des outils d'analyse transparents et pédagogiques.

- ⇒ **Ce projet a pour objectif d'améliorer la détection automatisée du mélanome en intégrant des connaissances médicales expertes aux approches IA.**

Objectifs de la thèse interdisciplinaire (IA et Santé)

- Formaliser et enrichir les concepts dermatologiques utiles au diagnostic du mélanome
- Développer des algorithmes d'intelligence artificielle explicable (XAI), en particulier en apprentissage non supervisé
- Exploiter le système de cartographie corporelle VECTRA 3D qui permet de prendre en compte l'ensemble des lésions d'un patient de manière globale
- Valider les modèles en conditions cliniques réelles avec des dermatologues

Profil recherché

Master 2 ou diplôme d'ingénieur en informatique, mathématiques appliquées, datasciences ou IA

Apprentissage-classification- traitements d'images – apprentissage profond et classique

Intérêt pour les applications médicales et pour les projets interdisciplinaires

Bon niveau en anglais scientifique

Calendrier de la thèse (2025–2028)

Merci d'envoyer au plus vite votre CV, relevés de notes de M1 et M2, lettre de motivation et lettres de recommandation à :

Pr Djamal MERAD – djamal.merad@univ-amu.fr LIS, équipe Images et Modèles

Dr Jilliana MONNIER - jilliana.monnier@ap-hm.fr CRCM équipe Immunité et Cancer / AP-HM

[1] Gachon J, ..., Lemaitre M, et al. First prospective study of the recognition process of melanoma in dermatological practice. Arch Dermatol. avr 2005;141(4):434-8.

[2] Grob JJ, Bonerandi JJ. The 'Ugly Duckling' Sign: Identification of the Common Characteristics of Nevi in an Individual as a Basis for Melanoma Screening. Arch Dermatol. 1998;134(1):103–104.

[3] Colenne, J., Monnier, J., Iguernaissi, R., Nawaf, M., Richard, M. A., Grob, J. J., ... & Merad, D. (2024). Fusion between an Algorithm Based on the Characterization of Melanocytic Lesions' Asymmetry with an Ensemble of CNN for Melanoma Detection. JID, 144(7), 1600-1607

[4] Monnier, J., Gouabou, A. C. F., Serdi, M., Colenne, J., Iguernaissi, R., Richard, M. A., ... & Merad, D. (2024). Automated melanoma detection. An algorithm inspired from human intelligence characterizing disordered pattern of melanocytic lesions improving a convolutional neural network. Journal of the American Academy of Dermatology, 91(2), 350-352.

[5] Colenne, J., Iguernaissi, R., Dubuisson, S., & Merad, D. (2024, October). Reset: A Residual Set-Transformer Approach to Tackle the Ugly-Duckling Sign in Melanoma Detection. In 2024 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (pp. 3186-3191). IEEE.

[6] Gaudy-Marqueste C, ..., Grob JJ. Ugly Duckling Sign as a Major Factor of Efficiency in Melanoma Detection. JAMA Dermatol. 2017 Apr 1;153(4):279-284. doi: 10.1001/jamadermatol.2016.5500. PMID: 28196213.

[7] Poeta et al Concept based Explainable Artificial Intelligence: A Survey. Survey. ArXiv abs/2312.12936 (2023):

[8] Fel, T., et al (2023). CRAFT: Concept Recursive Activation FacTORIZATION for Explainability. Proceedings. IEEE on Computer Vision and Pattern Recognition, 2023, 2711 2721.

[9] Zhang, R., et al Invertible concept based explanations for cnn models with non negative concept activation vectors. In Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence (2021), vol. 35, pp. 11682 11690.