

Post-Doctorat / Ingénieur de Recherche (24 mois)

Comparaison d'images médicales par Carte de Dissimilarités Locales

*** DATE LIMITE DU DEPOT DES CANDIDATURES : 15 SEPTEMBRE 2025 ***

Lieu d'exercice

Université de Reims Champagne-Ardenne, CReSTIC (Reims, Troyes)
Institut Godinot, Centre de lutte anti cancer (Reims)

Date de recrutement

Automne 2025 - Durée 24 mois

Encadrement et contact

Agnès Delahaies, CReSTIC (agnes.delahaies@univ-reims.fr)
Frédéric Morain-Nicolier, CReSTIC (frederic.nicolier@univ-reims.fr)
Dimitri Papathanassiou, Institut Godinot (dimitri.papathanassiou@reims.unicancer.fr)

Problématique

Le CReSTIC a développé la Carte des Dissimilarités Locales (CDL), un outil dédié à la comparaison d'images numériques, permettant la détection, la localisation et la quantification des écarts entre deux images [1]. Cette méthode de comparaison d'images, initialement construite autour de distances de Hausdorff locales, permet de mettre en évidence les écarts locaux entre les structures des images comparées. La comparaison effectuée par la CDL est locale, ce qui permet d'obtenir une très bonne robustesse à de faibles variations (déformations, homothéties, rotations). Elle est quantifiée, ce qui permet une interprétation aisée de ses valeurs. En l'état, la CDL est capable de mesurer avec efficacité des dissimilarités locales entre les images binaires ou en niveaux de gris possédant de fortes structures (cf. Fig. 1 (a)-(c)). Des applications à la classification des images [2], à la détection de changement ou encore à l'imagerie médicale [3, 4] ont été proposées.

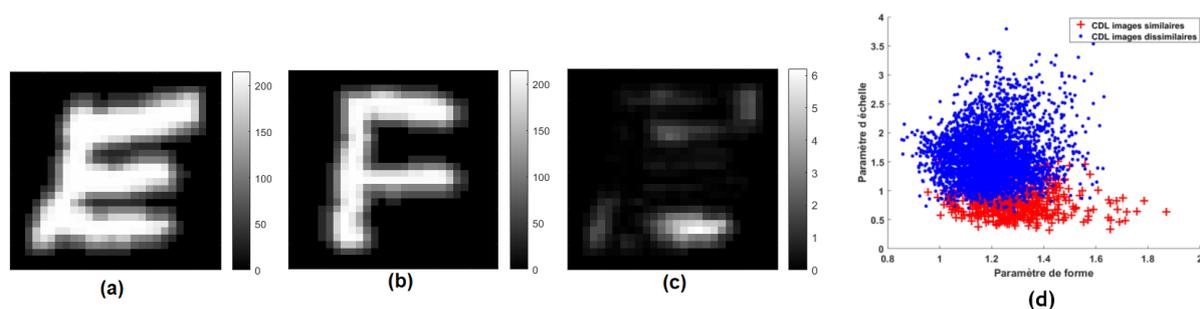


Figure 1: (a-b) deux images à comparer. (c) Carte de Dissimilarités Locales entre les deux images (a) et (b). (d) Espace des paramètres α et β issus de l'étude de la base de données de chiffres manuscrits MNIST.

Un modèle statistique de la CDL, permettant de caractériser la carte par les paramètres de forme α et d'échelle β d'une distribution de Weibull, a été proposé dans [2]. Dans un contexte de classification binaire, il a été montré que ces deux paramètres sont pertinents et souvent suffisants pour distinguer les paires d'images en classes similaires et dissimilaires (cf. Fig. 1 (d)) mais également pour des problématiques de classification multiclasse. Une adaptation de la CDL a été récemment proposée pour la comparaison des images texturées [5] en exploitant les matrices de co-occurrences des images à comparer.

Objectifs

Un tel outil de comparaison locale, a priori non exploité dans les logiciels d'imagerie médicale, pourrait être mis en oeuvre dans le cadre d'un contrat post-doctoral de deux ans, en collaboration entre Siemens, le CReSTIC et l'Institut Godinot, sur la base des propositions suivantes :

- une prise en main des outils de comparaison sur des problématiques "simples" ne nécessitant pas de recalage. Nous proposons de nous intéresser à la comparaison par CDL d'acquisitions d'images TEP :
 - avec ou sans PSF (Point Spread Function),
 - avec ou sans temps de vol ;
 - pour finir une caractérisation des dissimilarités par rapport aux reconstructions de type temps de vol par réseaux de neurones proposées par les équipes de Siemens ;
- une comparaison d'images avec différents algorithmes dans le cas de présence d'artefacts métalliques ;
- une mise en évidence d'un indice global à partir de la CDL, à la manière du Γ index utilisé en radiothérapie, à corrélérer avec une interprétation médicale ;
- un suivi temporel en PET/CT pour caractériser la dynamique d'un produit de contraste et déterminer le moment optimal pour la réalisation de l'acquisition par rapport à l'injection du traceur. Les images devront être recalées pour tenir compte des bougés du patient (ex : respiration). Ce recalage pourra être envisagé avec la CDL, de part sa robustesse à de faibles déformations, qui pourra être exploitée comme une fonction à minimiser en complément de l'information mutuelle qui ne tient pas compte de l'information spatiale contenue dans l'image, contrairement à la CDL. La comparaison d'images en présence de deux types de traceurs sera également envisagée.

Compétences requises

Le(la) candidat(e) sera titulaire d'un diplôme de doctorat en traitement du signal et des images ou en informatique. Il(elle) aura des compétences solides en traitement d'images, en programmation (Matlab, Python, C++) et une capacité à travailler dans un contexte collaboratif et pluridisciplinaire. Une expérience dans le domaine médical sera appréciée.

References

- [1] Étienne Baudrier, Frédéric Nicolier, Gilles Millon, and Su Ruan. Binary-image comparison with local-dissimilarity quantification. *Pattern Recognition*, 41(5):1461–1478, 2008.
- [2] Moustapha Diaw, Agnès Delahaies, Jérôme Landré, Florent Retraint, and Frederic Morain-Nicolier. Modeling a local dissimilarity map with weibull distribution–application to 2-class and multi-class image classification. *IEEE Access*, 10:35750–35767, 2022.
- [3] Hajer Jomaa, Rostom Mabrouk, Nawres Khelifa, and Frédéric Morain-Nicolier. Denoising of dynamic pet images using a multi-scale transform and non-local means filter. *Biomedical Signal Processing and Control*, 41:69–80, 2018.
- [4] Frédéric Morain-Nicolier, Jérôme Landré, and Su ruan. Gray level local dissimilarity map and global dissimilarity index for quality of medical images. *IFAC Proceedings Volumes*, 42(12):281–286, 2009. 7th IFAC Symposium on Modelling and Control in Biomedical Systems.
- [5] Agnès Delahaies, Jérôme Landré, and Frédéric Morain-Nicolier. Texture classification using local dissimilarity maps of gray-level co-occurrence matrices. In *2024 32nd European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, pages 1947–1951. IEEE, 2024.