

Méthodes de topologie algébrique pour la segmentation d'images endomicroscopiques

January 3, 2020

L'entreprise

Mauna Kea Technologies est une entreprise à la pointe de la technologie médicale liée à la biopsie optique. Son produit principal (Cellvizio) permet la visualisation et l'analyse de tissus gastro-intestinaux et pulmonaires par endomicroscopie confocale par minisonde.

Cette technologie permet l'exploration des tissus au niveau cellulaire en temps réel pour la détection des anomalies et la prévention de différentes pathologies. Il s'agit donc d'une technique d'*histologie in-vivo* permettant une analyse plus précise et approfondie par rapport à la technique standard de l'étude des biopsies.

En raison de leur méthode d'acquisition et du système d'imagerie, les images Cellvizio ont des caractéristiques spécifiques qui les différencient nettement des images acquises avec d'autres technologies (faible SNR, changements locaux de lumière, mouvements de sonde et/ou tissu, faible champ de vue). Elles nécessitent souvent des méthodes de traitement *ad hoc* pour en améliorer la qualité ou en extraire des informations importantes pour les médecins.

Au sein du Département de Recherche et Développement est présente une équipe de Traitement d'Image rassemblant trois ingénieurs images, un chercheur en traitement d'image et un expert données cliniques. Le stagiaire travaillera au sein de cette équipe et sera encadré par le chercheur en traitement d'images et le Directeur Scientifique de l'entreprise.

Le sujet

Depuis plusieurs années des techniques issues de la topologie algébrique ont des applications prometteuses en traitement d'images. La notion de *persistance homologique* permet d'étudier l'évolution des ensembles de niveau d'intensité en termes de variation des groupes d'homologie associés (nombre de trous et nombre de parties connexes des ensembles de niveau d'intensité).

La persistance (durée de vie) de certains objets de l'image est alors définie en fonction du changement de topologie des ensembles de niveau respectifs. Ceci permet donc de distinguer les vrais objets (avec une persistance élevée) du bruit et des artefacts accrosés à des

changement de topologie moins longèves. Plusieurs applications de cette technique existent pour le débruitage et la segmentation [3]. En [1, 2], des méthodes de segmentation d'images par seuillage de la persistance homologique sont appliquées à l'imagerie biomédicale. Ces techniques semblent puissantes pour faire face aux caractéristiques des images Cellvizio, notamment le SNR bas et les changements locaux de lumière.

Le but du stage est donc d'implémenter des algorithmes de segmentation d'images, via un seuillage de la persistance homologique, pour isoler les parties significatives des tissus imagés (par exemple, globet cells ou columna epithelium). Il existe aujourd'hui plusieurs bibliothèques en Python/ C++ pour calculer le diagramme de persistance. Le coeur du travail sera alors d'implémenter une routine permettant d'isoler les objets avec une persistance élevée. Enfin, plusieurs tests seront réalisés pour tester la méthode sur des images avec des changements de lumière important et un SNR très faible.

Profil recherché

Etudiant en fin de Master de traitement d'images, intérêt pour la technologie médicale, très bonnes connaissances en mathématiques et intérêt pour les sujets liés à la topologie algébrique, bon niveau de programmation en Python ou C++.

Contacts

- Giacomo NARDI, *Image Processing Research Scientist*, giacomo@maunakeatech.com
- François LACOMBE, *Chief Scientific Officer*, francois@maunakeatech.com

References

- [1] Rabih Assaf, Alban Goupil, Mohammad Kacim, and Valeriu Vrabie. Topological persistence for object segmentation based on pixels of biomedical images. In *International Conference on Advances in Biomedical Engineering, ICABME*, 2017.
- [2] Rabih Assaf, Alban Goupil, Valeriu Vrabie, Thomas Boudier, and Mohammad Kacim. Persistent homology for object segmentation in multidimensional grayscale images. *Pattern Recognition Letters*, 112:277–284, 2018.
- [3] Daniel Freedman and Chao Chen. Algebraic topology for computer vision. *Computer Vision, Nova Science Publisher*, pages 239–268, 2009.