

Épithéliopathie de la conjonctive palpébrale : relation entre le diagnostic clinique et l'analyse objective d'image

Jalaiah Varikooty⁽¹⁾, Jessie Lemp⁽²⁾, Bruno Lay⁽³⁾ et Hélène Burdin⁽³⁾

(1) University of Waterloo, Waterloo (Canada)

(2) Alcon Laboratories, Fort Worth (USA)

(3) ADCIS S.A., Saint-Contest (France)

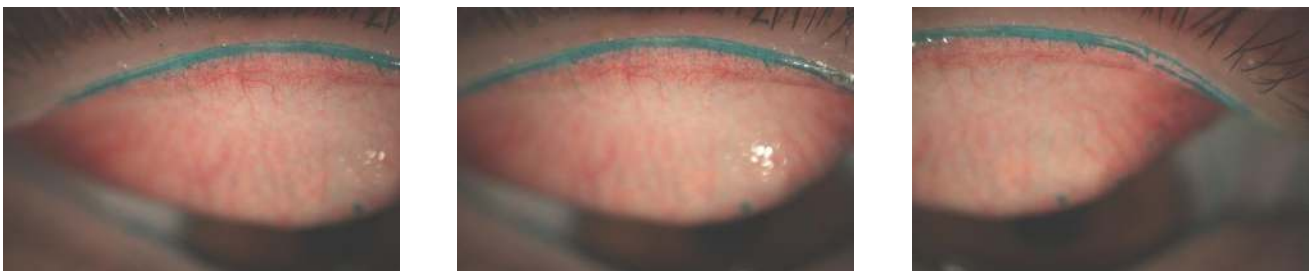
Introduction

L'épithéliopathie de la conjonctive palpébrale (LWE pour Lid Wiper Epitheliopathy) apparaît chez les personnes ayant les yeux secs et/ou portant des lentilles de contact. Le but du projet est de développer un système automatique capable d'analyser les images de la conjonctive (face interne de la paupière) en quantifiant la surface de l'épithélium conjonctival, situé à l'extrémité de la paupière et servant à nettoyer l'œil lors des battements de la paupière, et d'attribuer une note comme le font actuellement les spécialistes.

Les partenaires de ce projet sont la société pharmaceutique Alcon Laboratories-Novartis (USA) en tant que maître d'oeuvre de ce projet, l'Université de Waterloo (Canada), site investigateur, et la société ADCIS (France) en tant que spécialiste en analyse d'images et en développement de logiciels.

Architecture du système LWE

Le système de capture des images est un système Haag-Streit intégrant une lampe à fente et un appareil photographique numérique Canon EOS 60D. Celui-ci permet de prendre les images de la conjonctive (face intérieure de la paupière) en trois acquisitions différentes mais rapprochées (voir les images ci-dessous).



La suite logicielle LWE a été développée pour le traitement et l'analyse des images. Celle-ci est constituée de 3 versions du logiciel :

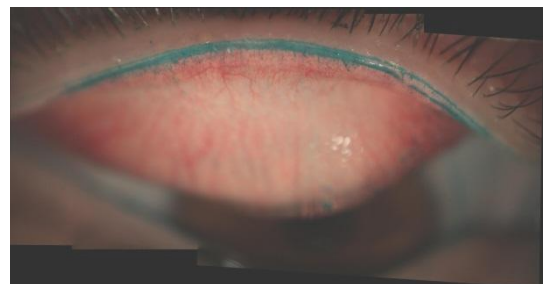
- *Grader* pour que les spécialistes annotent les images qui serviront au développement de l'algorithme de segmentation,
- *Trainer* pour le test et la mise au point de la segmentation et pour le calcul de nouvelles mesures,
- *Viewer* pour la visualisation des annotations des spécialistes, la segmentation automatique de l'épithélium conjonctival et l'analyse automatique.

Traitement d'image et mesures

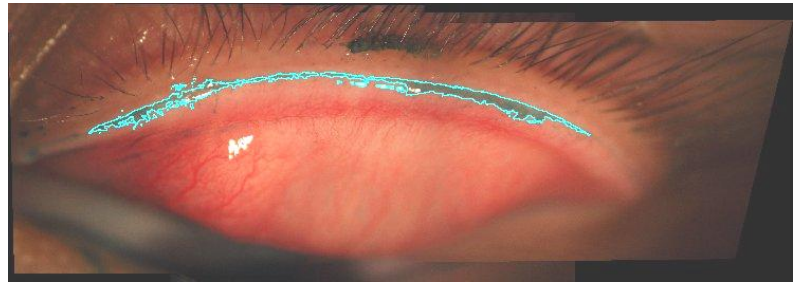
En mode *Grader*, les trois images de la conjonctive sont assemblées pour générer une image de l'ensemble de la conjonctive (voir l'image ci-contre).

En mode *Viewer*, le logiciel permet de réaliser la segmentation de la région colorée en bleu selon l'algorithme suivant :

- Calcul de l'image 2xRouge-Vert-Bleu
- Chapeau de forme
- Seuillage automatique par la méthode d'Otsu
- Labellisation des différentes régions
- Analyse de chaque région détectée afin de ne conserver que la région principale et fusion des régions secondaires situées dans son prolongement



Afin d'affiner le résultat obtenu, il est ensuite possible de fusionner au résultat obtenu les régions manquantes en utilisant un outil semi-automatique basé sur un algorithme de croissance de région. Le mode *Grader* permet à l'utilisateur de contourner manuellement la région bleue. Ainsi, en comparant aux premiers résultats obtenus avec la détection automatique, cela a permis de l'améliorer et de la valider. Enfin, il est possible en mode *Trainer* d'éditer manuellement la zone détectée afin d'ajouter manuellement une région manquante ou de supprimer des artefacts.



Des mesures de forme et d'intensité sont ensuite calculées sur la région détectée.

Résultats

Les images ont été prises sur 22 patients en utilisant la coloration Vert de lissamine (LG) afin de détecter la zone de l'épithélium conjonctival (LWE). Une note entre 0 et 3 a également été attribuée à la LWE par un spécialiste.

Une différence moyenne, une corrélation, un modèle linéaire généralisé (GLM) et une analyse ROC ont été réalisés avec le logiciel R couplé au logiciel Aphelion pour déterminer les mesures pertinentes. Ces mesures incluent la surface de la zone détectée, la convexité et l'épaisseur. Le GLM a montré une relation significative entre ces mesures et la notation des spécialistes. Pour la réalisation des courbes ROC, les notes ont été binarisées à deux valeurs de diagnostic : « Modéré » et « Sévère ».

Les mesures de la surface, de la convexité (surface de l'objet divisée par la surface de son enveloppe convexe) et de l'épaisseur maximale sont en concordance avec la notation des spécialistes. Contrairement aux attentes, les mesures de densitométrie ne sont pas corrélées avec la notation des spécialistes à cause de la présence de reflets dans la zone à détecter et en périphérie.

Conclusion

La segmentation de l'image permet de détecter les régions même de petites tailles. Il est possible d'améliorer manuellement et très facilement la zone détectée afin d'obtenir une analyse précise de la zone bleue. Le couplage Analyse d'image – Analyse statistique montre qu'il est possible de qualifier l'épithéliopathie de la conjonctive palpébrale. Le but ultime du projet serait de remplacer la notation par des spécialistes par une notation automatique plus fiable et moins onéreuse.

Références

Donald R. Korb et al. *Prevalence of Lid Wiper Epitheliopathy in Subjects With Dry Eye Signs and Symptoms*. Cornea, Volume 29, Number 4, April 2010.

Cette étude sera présentée à l'ARVO 2013 à Seattle sous forme d'un poster et d'une présentation orale conjointe avec les chercheurs de l'université de Waterloo lors de la journée Traitement et Analyse d'images dans le domaine de l'ophtalmologie.

