HAL
open science

L'extraction d'un anneau d'interet autour de disque optique pour une identification rétinienne robuste

Takwa Chihaoui, Rostom Kachouri, Hejer Jlassi, Mohamed Akil, Kamel Hamrouni

To cite this version:

Takwa Chihaoui, Rostom Kachouri, Hejer Jlassi, Mohamed Akil, Kamel Hamrouni. L'extraction d'un anneau d'interet autour de disque optique pour une identification rétinienne robuste. ERIS'2016 Eye-tracking, Regard, Interactions et Suppléances, Nov 2016, Orléans, France. hal-01422020

HAL Id: hal-01422020

https://hal.science/hal-01422020

Submitted on 23 Dec 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ERIS'2016
Eye-tracking, Regard, Interactions et Suppléances
Orléans, 14 novembre 2016
http://eris2016.sciencesconf.org

L'EXTRACTION D'UN ANNEAU D'INTERET AUTOUR DE DISQUE OPTIQUE POUR UNE IDENTIFICATION RETINIENNE ROBUSTE

Takwa **CHIHAOUI**[ab], Rostom **KACHOURI**[b], Hejer **JLASSI**[a], Mohamed **AKIL**[b]and Kamel **HAMROUNI**[a]
[a]*Université de Tunis El Manar, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis, LRSITI Signal Image et Technologie de l'information, Tunis, Tunisie*
[b]*Université Paris-Est, Laboratoire Informatique GaspardMonge, Equipe A3SI, ESIEE Paris, France*

INTRODUCTION

L'identification des personnes est devenue un service d'exigence croissante pour la maitrise des risques liés au contrôle d'accès physique à des milieux hautement sécurisés. La plupart des efforts dans les systèmes d'authentification ont tendance à développer des environnements plus sûrs et difficiles à falsifier. Dans ce contexte, la rétine est unique, universel, invariable dans le temps et très difficile à falsifier. De nos jours, les technologies d'authentification biométrique apparaissent comme dominantes pour la reconnaissance automatique des personnes. En effet, des caractéristiques biométriques distinctives et mesurables comme l'iris, l'empreinte digitale, la forme de visage, l'ADN, la rétine etc., sont de plus en plus utilisées. Elle est considérée comme une des caractéristiques biométriques les plus efficaces pour la reconnaissance personnelle. Par ailleurs, en raison des processus d'acquisition modernes, les images de fond de l'œil ne sont pas illuminées de manière uniforme, souvent floues et peu contrastées et sont parfois surexposées, ce qui réduit généralement le taux d'identification. En outre, la rétine a une structure dense d'information sur les vaisseaux, ce qui augmente la complexité du système de reconnaissance et le taux de fausse acceptation des individus. Afin de surmonter ces problèmes, différents systèmes ont été proposés. Dans ce papier, on propose une nouvelle méthode nommée ODR (Optical Disc interest Ring). Elle vise principalement à améliorer la qualité des images d'entrée et à la sélection d'une région d'intérêt rétinienne autour du disque optique afin de réduire la complexité du système biométrique. Ce système d'identification proposé est basé sur la caractérisation locale SIFT (Scale Invariant Feature Transform), qui est invariante aux transformations affines telles que la rotation, changements d'échelle et la translation. Ce papier est organisé en cinq sections comme suit: la section 2 présente un état de l'art sur les méthodes d'analyse des images rétiniennes. Notre méthode proposée ODR est présentée à la section 3. Dans la section 4, les résultats expérimentaux sont présentés. Enfin, la conclusion est tirée et les principales perspectives de ce travail ont été décrites dans la dernière section.

L'ANALYSE DES IMAGES RETINIENNES: ETAT DE L'ART

Les premiers systèmes d'identification des personnes basés sur la rétine ont utilisé un faisceau visible de la lumière pour capter l'image de fond de l'œil. Ce procédé était non seulement invasif et inconfortable, mais aussi difficile à mettre en œuvre [2]. De ce fait, cette technique n'avait pas reçu une bonne acceptation par le grand public. Peu après, une source de lumière proche de l'infrarouge a remplacé la source de lumière visible. Comme une conséquence directe de cette évolution, la qualité des images rétiniennes obtenues est détériorée [2]. Elles peuvent souvent être affectées par des imperfections comme un faible niveau de contraste, du bruit et surtout une éventuelle variation d'intensité. Cette dernière est souvent responsable d'une réduction de la luminosité dans des régions éloignées du disque optique. Afin de surmonter ces problèmes, diverses méthodes ont été proposées pour l''analyse automatique des images rétiniennes acquises [3]. La plupart des méthodes existantes sont basées sur l'extraction des vaisseaux rétiniens [4] afin d'obtenir une image binaire en entrée pour l'étape d'extraction de caractéristiques. L'inconvénient majeur de ces méthodes est que l'image binaire de sortie peut souffrir de la discontinuité de certains segments vasculaires qui peuvent affecter l'extraction de caractéristiques au niveau de qualité et de temps de calcul. Afin de dépasser ces problèmes, nous nous concentrons sur l'amélioration de l'image rétinienne sans utiliser un procédé de segmentation des vaisseaux rétiniens. Nous nous proposons une nouvelle méthode d'amélioration de qualité de l'image rétinienne et d'extraction d'une région d'intérêt avec une forte densité d'informations des vaisseaux.

LA METHODE PROPOSEE « ODR »

Dans ce papier, nous proposons une nouvelle méthode de sélection de région d'intérêt autour de disque optique nommée ODR « Optical Disc interest Ring » dans les images rétiniennes. Elle consiste, dans un premier temps, à améliorer la qualité de l'image rétinienne en utilisant l'égalisation adaptative d'histogramme (CLAHE). Ensuite, la binarisation de Sauvola est employée afin de détecter le centre du disque optique comme référence pour l'extraction d'un anneau d'intérêt autour de ce centre. La sélection de cette région d'intérêt assure une réduction de temps de calcul, tout en maintenant une haute densité d'information rétinienne permettant d'améliorer le taux d'identification.

1- Amélioration de la qualité de l'image rétinienne

En raison du processus d'acquisition de la rétinographie, l'image rétinienne peut présenter des défauts d'éclairage et une variation d'intensité. Dans notre proposition, la technique CLAHE d'égalisation d'histogramme [6] est appliquée aux images rétiniennes pour effectuer une amélioration du contraste afin d'éliminer ces imperfections. Cette technique améliore le contraste de façon adaptative à travers l'image. Au lieu de traiter l'image entière, l'égalisation d'histogramme est appliquée uniquement sur des sous-blocs. Après cela, les tuiles voisines sont combinées à l'aide d'une interpolation bilinéaire.

2- La détection du disque optique

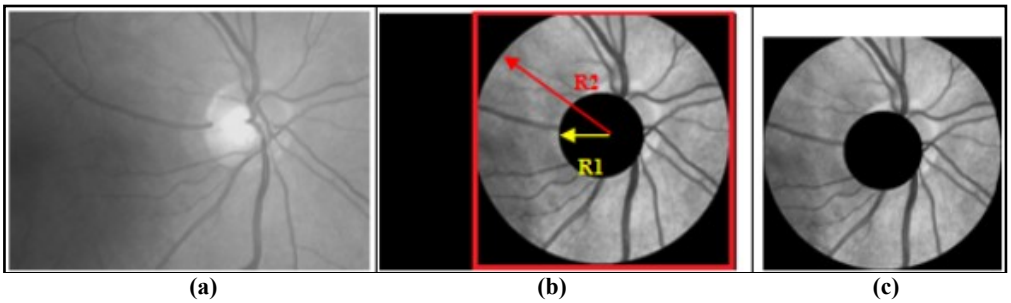
Sachant que le disque optique représente en général la région la plus brillante de l'image rétinienne, nous proposons dans notre méthode de procéder en deux étapes pour sa localisation. D'abord, les régions les plus lumineuses sont séparées du fond sombre de l'image rétinienne rehaussée à l'aide de la méthode de binarisation Sauvola [7]. Ensuite, la carte de distance euclidienne est générée à partir de l'image binaire obtenue. Enfin, la région la plus brillante est détectée par la recherche d'un minimum local dans cette carte. Nous considérons que le disque optique est localisé par le centre de cette région.

3- L'extraction d'un anneau autour de disque optique

Contenant une haute densité d'information rétinienne, les vaisseaux autour du disque optique représentent la partie la plus importante pour l'identification. Toutefois, à l'intérieur du disque optique, les vaisseaux sont moins contrastés et bruités. Par ailleurs, plus ils sont éloignés du disque, plus ils sont minces et représentent une répartition arbitraire. Alors, nous nous proposons dans cette étape de sélectionner une région d'intérêt autour du disque optique et de mettre en évidence les vaisseaux les plus riches en informations. Pour cela, un anneau centré autour du point détecté est extrait de rayons R1 et R2 (R1 <R2) comme une région d'intérêt de l'image rétinienne. À travers une étude heuristique, nous proposons l'équation suivante pour calculer respectivement R1 et R2 :

$$R1 = \frac{N}{6} \quad ; \quad R2 = \frac{N}{2}$$ Avec N est la largeur de l'image rétinienne d'entrée.

Enfin, comme le montre la figure 1, le rectangle autour de l'anneau de rayon (R2) est maintenu comme entrée pour la phase de caractérisation.



(a) (b) (c)

Figure 1. La détection de l'anneau d'intérêt autour du disque optique: (a) l'image rétinienne d'entrée, (b) l'image améliorée avec une extraction de l'anneau d'intérêt (R1, R2) et (c) le résultat de la méthode ODR proposée.

RESULTATS EXPERIMENTAUX

Afin d'évaluer l'efficacité de notre méthode proposée ODR, nous l'intégrons dans un système rétinien d'identification. Le système évalué est composé de trois principales phases : notre méthode ODR proposée, la caractérisation SIFT, la méthode de mise en correspondance g2NN. La caractérisation SIFT [8] extrait des descripteurs locaux invariants aux différentes transformations géométriques telle que la rotation, le changement d'échelles et à la variation d'intensité. La méthode de mise en correspondance de Lowe (g2NN) [8] permet de déterminer le nombre de paires des points d'intérêt SIFT appariées entre les images rétiniennes. Les expérimentations réalisées ont été mises en œuvre sous MATLAB, et exécutées sur un PC ayant une fréquence de 3.2GHz CPU et une mémoire de 4 G Octet. Le système a été testé sur la base de données VARIA [9], qui est conçue pour évaluer les systèmes biométriques rétiniens. Cette base comprend 233 images rétiniennes de 139 sujets différents, avec une résolution de 768 *584. Les images ont été acquises sur une période de temps de plusieurs années. Pour des raisons de comparaison, le système d'identification maintenu est évalué sans ODR, avec ODR et en remplaçant la méthode ODR par la méthode de la transformation chapeau haut de forme [5].

Le tableau 1 montre que le système d'identification basé sur notre méthode ODR proposée est plus performant par rapport aux deux systèmes comparés avec un taux d'identification de l'ordre de 99,8%.

Tableau 1. Le temps moyen de calcul et le taux d'identification des trois systèmes comparés

Système d'identification basé sur	Le temps moyen de calcul (s)	Le taux d'identification (%)
La méthode ODR	10.3	99.8
Sans ODR	43.18	98.6
La méthode de transformation chapeau haut de forme	232.13	99.57

Le système d'identification sans ODR garantit seulement 98,6% en raison de la mauvaise qualité de l'image rétinienne acquise. Elle souffre généralement de faible contraste et des variations d'intensité qui peuvent affecter les phases de caractérisation et d'appariement entre les points d'intérêt SIFT. L'utilisation de la méthode de la transformation chapeau haut de forme [5] en tant qu'une étape de prétraitement améliore le taux d'identification de 98,6% (sans ODR) à 99,57%. Toutefois, le taux d'identification est légèrement amélioré (99.8%) en utilisant le système basé sur ODR.

Nous notons que le temps de calcul du système d'identification évalué a été sérieusement réduit de 232.13s en utilisant la transformation de chapeau haut de forme et de 42.18s sans ODR à seulement 10s avec notre méthode ODR proposée (tableau 1). Ce gain en temps d'exécution est dû essentiellement à la sélection d'une région d'intérêt. En ce qui suit, nous mesurons le taux de fausse mise en correspondance (FMR) des systèmes comparés. Cette métrique d'évaluation mesure le pourcentage des identités d'entrée non valides qui sont mal attribuées aux différents individus. Plus le taux FMR est faible, plus le système correspondant est efficace [10].

Tableau 2. Le taux FMR des trois systèmes d'identification comparés

Système d'identification basé sur	Le taux FMR (%)
La méthode ODR	$4.3\ 10^{-5}$
La méthode de transformation chapeau haut de forme	$1.32\ 10^{-4}$
Sans ODR	$1.6\ 10^{-3}$

Le tableau 2 illustre l'efficacité du système d'identification basé sur notre méthode ODR avec un faible taux FMR par rapport aux deux autres systèmes comparés. En effet, le taux FMR obtenu avec le système basé sur ODR est de l'ordre de $4.3\ 10^{-5}$ alors qu'il est égal à $1.32\ 10^{-4}$avec le système basé sur la méthode de la transformation chapeau haut de forme et $1.6\ 10^{-3}$ avec le système d'identification sans ODR.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

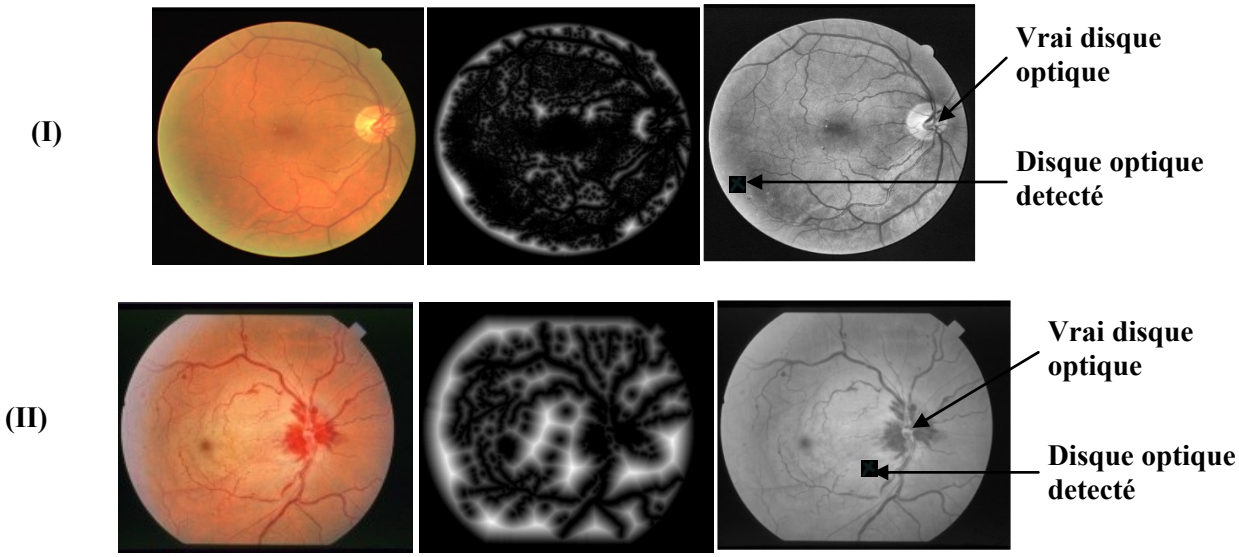
Dans ce papier, nous proposons une nouvelle méthode de sélection de région d'intérêt autour de disque optique nommée ODR « Optical Disc interest Ring » dans les images rétiniennes. Cette méthode est composée de trois étapes : amélioration de la qualité de l'image rétinienne, détection du disque optique et extraction d'un anneau d'intérêt autour de ce dernier. Trois systèmes d'identification ont été évalués sur la base biométrique d'images rétiniennes VARIA [9]. Les résultats expérimentaux obtenus montrent que le système basé sur la méthode ODR permet d'améliorer les performances d'identification par rapport aux systèmes comparés, tout en réduisant sérieusement les temps de calcul.

Nous avons évalué la robustesse de la méthode ODR avec des bases médicales d'images rétiniennes, telles que STARE [11] et DRIVE [12]. Ces bases contiennent des images affectées par différentes anomalies, nous citons à titre d'exemple la rétinite pigmentaire (figure2.a), la dégénérescence maculaire liée à l'âge DMLA (figure2.b), le diabète (figure2.c-d).

(a) (b) (c) (d)

Figure 2. Un exemple de pathologies rétiniennes contenues dans les bases médicales STARE et DRIVE

Ces pathologies rétiniennes sont souvent accompagnées par l'apparition de lésions au niveau de la rétine. La figure 2 illustre certains types de ces lésions telles que les exsudats (figure2.a, 2.d) et les hémorragies (figure2.b). Ces lésions peuvent être confondues avec la papille ce qui risque dans la méthode ODR d'affecter la phase de détection du disque optique basée sur la localisation des régions brillantes. Effectivement, la figure 3 illustre deux exemples de fausse détection du disque optique sur des images médicales issues respectivement de la base DRIVE et STARE.



(a) (b) (c)

Figure 3. La fausse détection par notre méthode ODR du disque optique dans deux images rétiniennes appartenant respectivement aux bases médicales (I) DRIVE, (II) STARE : (a) l'image retienne, (b) la carte de distance correspondante et (c) le résultat de détection du disque optique

Afin de rendre la méthode ODR plus robuste, nous nous proposons, dans nos futurs travaux, d'améliorer la phase de détection du disque optique pour l'adapter aux images rétiniennes pathologiques. Des méthodes telles que la détection d'intersection des vaisseaux rétiniens [13] ou le Template Matching [14] peuvent être adoptées dans ce contexte.

REFERENCES

[1] Carleton Simon Papers Administrative History, M.E.Grenander Department of Special Collections and Archives, University at Albany, State University of New York (http://library.albany.edu).
[2] B.N Chandrasheckar, B. Honnaraju. Human recognition System based on Retina Vascular Network Characteristics.
[3] Romain Giot, Mohamad El-Abed, Christophe Rosenberger; Keystroke Dynamics Authentication Laboratory GREYC, ENSICAEN - Université de Caen, BasseNomandie CNRS.
[4] HannuOinonen, HeikkiForsvik, PekkaRuusuvuori, Olli Yli-Harja, Ville Voipio, and HeikkiHuttunen. Identity verification based on vessel matching from fundus images. In ICIP, page 4089-4092. IEEE, 2010.
[5] J. Hajer and H.Kamel Caractérisation de la rétine en vue de l'élaboration d'une méthode biométrique d'identification de personnes. In SETIT, 3rd International Conference: Sciences of Electronic, Technologies of Information and Telecom.,March 27-31, 2005.
[6] David Menotti Gomes. Contrast enhancement in digital imaging using histogram equalization. Computer Science [cs]. Universiade federal de Minas Gerais (Brésil), 2008.
[7] J. Sauvola, M. Pietikinen. Adaptive document image binarization, Pattern Recognition. Pattern Recognition, Volume 33, Issue 2, Pages 225-236, ISSN 0031-3203, February 2000.
[8] David G. Lowe Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints. Computer Science Department, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada, January 5, 2004.
[9] VARIA. VARPA. Retinal Images for Authentification (Database)
http://www.varpa.es/varia.html.
[10] Wayman, J.L. Error Rate Equations for the General Biometric System. In IEEE Robotics Automation, 35-48, 6, 9 Jan. 1999.
[11] J.J. Staal, M.D. Abramoff, M. Niemeijer, M.A. Viergever, B. van Ginneken, "Ridge based vessel segmentation in color images of the retina", IEEE Transactions on Medical Imaging, vol. 23, pp. 501-509, 2004.
[12] A. Hoover, V. Kouznetsova and M. Goldbaum, "Locating Blood Vessels in Retinal Images by Piece-wise Threhsold Probing of a Matched Filter Response", IEEE Transactions on Medical Imaging , vol. 19 no. 3, pp. 203-210, March 2000.
[13] RM Rangayyan, X Zhu, FJ Ayres, AL Ells, Detection of the optic nerve head in fundus images of the retina with Gabor filters and phase portrait analysis. J. Digit. Imag. 23(4), 438–453, 2010.
[14] Dehghani A., Moghaddam H.A., Moin M.S. Optic disc localization in retinal images using Histogram matching, EURASIP Journal on Image and Video Processing, 2012.