



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

A NEW METHOD OF EYELID DETECTION FOR IRIS RECOGNITION SYSTEM

Ahmed AK. TAHIR, Steluța ANGHELUȘ

O NOUĂ METODĂ DE DETECTARE A PLEOAPELOR PENTRU SISTEMUL DE RECUNOAȘTERE A IRISULUI

This paper presents a new method for detecting the upper and lower eyelids. The method is called Refine-Connect-Smooth (R-C-S). It consists of three algorithms, Canny edge detector, Refine Edge Map (REM) and Connect and Smooth Edges (CSE). The algorithm is applied after the iris extraction stage therefore any incorrect detection of the eyelid will not decrease the accuracy of iris localization. The application of the method to CASIA database images version-1.0 has shown reasonable accuracy compared to previous methods of eyelid detection. For upper eyelid the accuracy reached 87.3%, while for lower eyelid the accuracy reached 99.2%.

Keywords: iris recognition system, biometric measurement system, eyelid detection, eyelash detection, iris localization, iris boundary detection

Această lucrare prezintă o nouă metodă de detectare a pleoapelor superioare și inferioare. Metoda se numește Refine-Connect-Smooth (R-C-S). Se compune din trei algoritmi, detector de margine Canny, rafinare hartă margini (REM) și conexiuni și marginile netede (CSE). Algoritmul este aplicat după etapa de extracție a irisului, prin urmare orice detectare incorectă a pleoapelor nu va scădea acuratețea localizării irisului. Aplicarea metodei la baza de date CASIA versiunea -1.0 a arătat o precizie rezonabilă în comparație cu metodele anterioare de detectare a pleoapelor. Pentru pleopa superioară, precizia a atins 87,3 %, în timp ce pentru pleopa inferioară precizia a atins 99,2 %.

Cuvinte cheie: sistem de recunoaștere a irisului, sistem de măsurare biometric, detectarea pleoapelor, detectarea genelor, localizarea irisului, detectarea limitelor irisului

1. Introduction

Human iris is considered as one of the highest-accuracy biometry compared to other biometrics such as fingerprints and face. This is due to the fact that iris texture patterns are different for each person, and even for the two eyes of the same person. Besides, iris patterns remain stable during the human life. Several systems for biometric verification and identification that are based on iris recognition have been presented, [1-2].

Basically the development of iris recognition system covers three major modules, iris localization, iris coding and iris matching. However, sometimes pre-processing and eyelid/eyelash removal are necessary for better accuracy achievement. Pre-processing is required when the iris images contain effects of bad illumination conditions such as the effect of specular reflections. The removal of Eyelid and eyelash is important since they occlude some parts of iris region. Therefore they may decrease the recognition accuracy, [3-5]. This article involves the development of a new method for eyelid detection. The remaining parts of the article include; Previous method of eyelid detection in section-2. Details and procedures of the new method are given in section-3. Results and discussion are given in section-4. Finally, the concluded remarks are given in section-5.

2. Previous Methods of Eyelid Detection

In the past few years much effort was put on eyelid detection and quite a number of methods were developed. Most of these methods were based either on Canny edge detector combined with Hough transform or on Integro-differential operator. For instance, [6-8] used Canny edge detector for generating edge map followed by the application of circular Hough transform for eyelid detection. In all these works the upper and lower eyelids were assumed as parabolic arcs. Others researchers, [3,9] used Canny edge detector combined with linear Hough transform assuming the upper and lower eyelids as two horizontal lines. In addition, [10] used parabolic Hough transform for points whose the curvature value is above a predefined threshold value, otherwise they use straight line. On the other hand, the method of Integro-differential operator was used by [11-13] for detecting the upper and lower eyelids after changing the path of the contour from circle to arc. A part from these two major methods other methods were also used. For instance, [14] used a combination of edge detection,

edge connection, thresholding and second-order parabolic curve fitting, while [15] used two different algorithms for upper and lower eyelids. The determination of eyelid shape for upper and lower eyelid was different. However, the accuracy of these methods for eyelid detection in most of the previous works has not been evaluated explicitly, except in the work that was done by [10, 14, 15].

3. The New Method; Refine-Connect-Smooth

The new method which is developed in this work is called the Refine-Connect-Smooth (R-C-S) and can be applied for both lower and upper eyelids. The method consists of three algorithms. The first is the Canny edge detector. The second is called Refine Edge Map (REM). It refines the edge-map of Canny edge detector. The third is called Connect and Smooth Edges (CSE) performs the final detection of eyelids. The second and third algorithms are developed in this work. This method is tailored to be applied to extracted iris (the region of

interest), i.e. it is applied after iris localization and extraction. Figure 1 shows the block-diagram of the given method. Details of the developed algorithm are given in the following subsections.

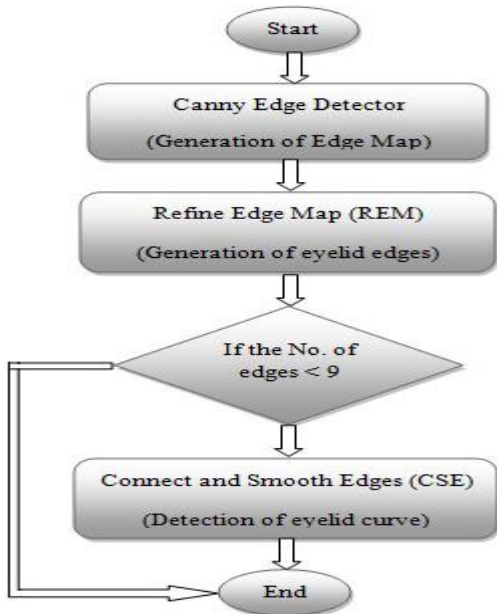


Fig. 1 Block-diagram of the developed method

3.1 Canny edge detector

Canny edge detection is applied to the extracted iris for the generation of edge-map. The extracted iris image is used as input image. The application of the REM and CSE algorithms will restrict

on the region between the pupil and the limbus (the inner and outer borders of the iris are not included) in the process. The exclusion of pupil and limbus borders will first speed up the process of edge

detection and second it will remove the edges of the pupil and limbus borders that may complicate the detection of eyelid edges. For iris localization and extraction the algorithms modified by [16] were used. Figure 2 (a and b) shows an example of extracted iris image before and after the application of Canny edge detector. The figure shows that most of the false edges out the interested region of iris were removed.

3.2 Refine Edge Map (REM)

The REM algorithm is developed to remove any unwanted edges that do not belong to eyelids. It works on the edge map produced by Canny edge detector. Figure 2 (c) shows the refined edge map produced by REM algorithm. The procedures of REM algorithm are given below:

1. Scan the extracted iris vertically in up-direction to check for the existence of short vertical lines that do not represent parts of eyelid edges. All these lines must be removed..

2. Scan the image again vertically in the up-direction to remove any individual pixel since individual pixels usually represent false edges.

3. Scan the image one more time vertically to fix the edges that are thought to be parts of eyelid. During this scan all edges above the eyelid will be deleted.

4. Check the number of remaining edges after REM, if less than a predefined threshold value that mean the eyelid does not occlude the iris region (go to end).

5. Calculate the mean of the edges y-positions and calculate the difference between the raw number of each edge and the mean, if the difference is greater than a threshold value then discard the edge.

6. Scan the refined map and discard any edge if the difference between its raw number and the adjacent edge raw number is greater than 1. This will make the final eyelid curve less roughness.

7. Check again the number of remaining edges again, go to end if less than threshold value.

8. the image vertically and repeat steps (1 - 7) for detecting the edges of the lower eyelid.

9. End.

3.3 Connect and Smooth Edges (CSE)

This algorithm will connect the edges and extend the tails of the eyelid to the left and right ends till the outer boundaries of the iris.

Finally, it will smooth the curve of the eyelid. Figure 2 (d) shows the final result of CSE algorithm. The procedures of CSE algorithm are given below:

1. Connect the edges by fill the gabs between them, generate curve.
2. Extend the two tails of the curve, if required, till the iris border.
3. Smooth the curve by applying low pass filter on the raw position (y-coordinate) of the curve points.

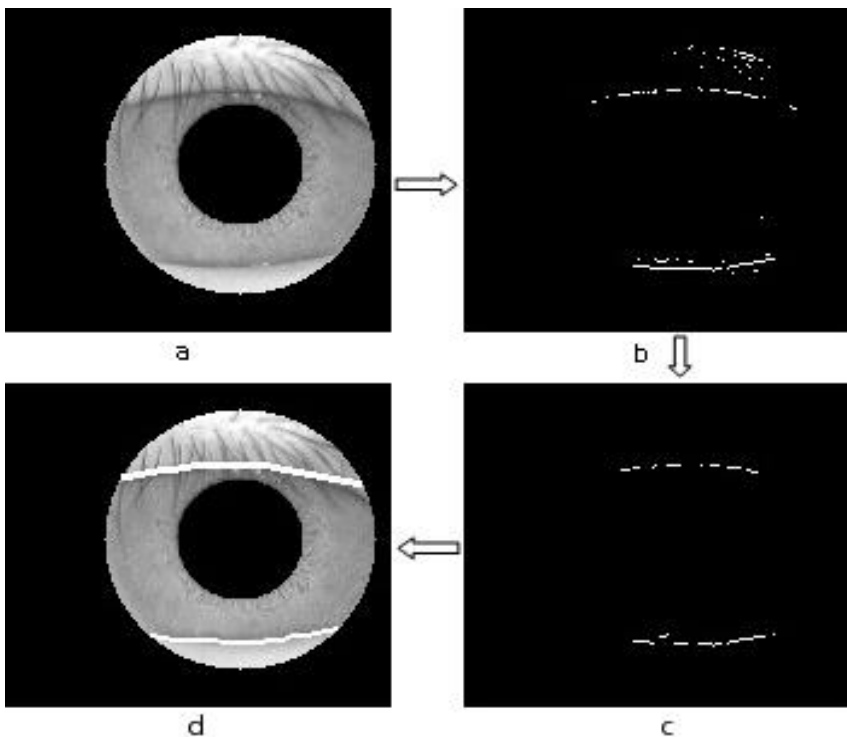


Fig. 2 Iris Image a- Extracted Iris, b- After Canny edge detector, c- After REM Algorithm,d- After CSE Algorithm.

Results and Discussion

The developed method is applied to CASIA database version-1.0. This database consists of 756 images taken from 108 users in two

sessions, [17]. The results have shown that the detection of lower eyelid is easier than that of the upper eyelid. This is an expected result because the upper eyelid is disturbed by eyelashes.

The results of the eyelid detection provided by the method developed in this work was evaluated for both upper and lower eyelids and compared to [10, 16] that have used CASIA database version 1.0, table 1 (The accuracy of eyelid detection).

Table 1

Method	Accuracy% Upper	Accuracy% Lower
Cui et al 2004	97.35	93.39
Jange et al 2008	89.99	96.34
Proposed	8.7.3	99.2

According to this table the accuracy of our method is acceptable especially for the lower eyelid. Our method provides better accuracy for the lower eyelid compared to upper eyelid which is a logical result because the upper eyelid is usually surrounded by eyelashes and become more challenging to be detected, [12].

Table 1.

4. Conclusions

- The new method of eyelid detection is designed to be used after the process of iris localization therefore it will have no effect on iris localization. In the previous works [3], [4] it was found that the incorrect detection of eyelid decreases the accuracy of iris localization. Also, in this work, the same method is used for detecting both eyelids.

- However, lower eyelid needs less number of vertical scans since it is not affected by eyelashes, while in some of previous methods two different algorithms were used, [15].

BIBLIOGRAPHY

[1] Daugman J., "High Confidence Visual Recognition of Persons by A test of Statistical Independence", IEEE Trans., Pattern Anal. Mach. Intell., 15 (11), 1993, Pag.. 1148–1161.

[2] Wildes R., Asmuth J. C., Green G.L., Hsu S. C., Kolczynski R.J., Matey J. R. and McBride S. E., "A system for automated iris recognition." In Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, 1994, pag. 121-128.

- [3] Chen W., Chih K., Shih S. and Hsieh C., "Personal Identification Technique based on Human Iris Recognition with Wavelet Transform", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2005, Proceedings, (ICASSP '05), Pag. 949-952.
- [4] Tan T., He Z. and Sun Z., "Efficient and Robust Segmentation of Noisy Iris Images for Non-cooperative Iris Recognition", Image and Vision Computing, 28 (2010), Pag. 223–230
- [5] He, F., Liu, Y., Zhu, X., Haang C., Han Y., Dong H., "Multiple local feature representations and their fusion based on an SVR model for iris recognition using optimized Gabor filters" EURASIP Journal on Advances in Signal Processing 2014, 2014:95 doi:10.1186/1687-6180-2014-95
- [6] Wildes. R., "Iris recognition: an emerging biometric technology". Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 9, 1997, pag. 1348-1363.
- [7] Desoky A., Ali H., and Abdel-Hamid N., "Enhancing Iris recognition system performance", The 2010 International Conference on Computer Engineering&Systems , (ICCES 2010), pag. 21-26.
- [8] Rai, H., & Yadav, A., "Iris Recognition using Combined Support Vector Machine and Hamming Distance Approach", Expert Systems with Applications, Vol. 41, issue 2, 2013, EISEVIER, pag. 588-593.
- [9] He Z., Tan T., Sun Z., and Qiu X., "2008 15th IEEE International Conference on Image Processing, (ICIP) 2008, pag. 265-268.
- [10] Jange Y. K., Kang B. J., and Park K. R., "A study on eyelid localization considering image focus for iris recognition", Pattern Recognition Letters, 29 (2008), pag. 1698-1704.
- [11] Daugman J., "Statistical Richness of Visual Phase Information: Update on Recognizing Persons by Iris Patterns", International Journal of Computer Vision, Vol. 45, No. 1, 2001, pag. 25 – 38.
- [12] Li P., Liu X., Xiao L., and Song Q., "Robust and Accurate Iris Segmentation in Very Noisy Iris Images", Image and Vision Computing, Vol. 28, issue 2, 2010, Pag. 246-253.
- [13] Dubey R. B.,and Madan A., "Iris Localization using Daugman's Intero-Differential Operator", Journal of computer applications, Vol. 93, No. 3, 2014, pag. 6-12.
- [14] Chen Y., Dass S.C., Jain A.K. (2005) Localized Iris Image Quality Using 2-D Wavelets. In: Zhang D., Jain A.K. (eds) Advances in Biometrics. ICB 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 3832. Springer, Berlin, Heidelberg, pag. 373-381
- [15] Cui, J., Wang Y., Tan T.,Ma L., and Sun Z., "A fast and Robust Iris Localization Method Based on Texture Segmentation", SPIE Defense Security Symp, Vol. 5404, 2004, pag. 401–408.
- [16] Tahir A. AK., Bindian A., I., "Localizarea Irisului Pentru Sistemul Biometric De Identificare A Ersoanelor", Știință și Inginerie, Vol. 30/2016, Editura AGIR, ISSN 2067-7138, București, 2016, pag. 215-224.
- [17] Phillips, J., Bowyer, K. W., & Flynn, P. J., "Comments on The CASIA Version 1.0 Iris Data Set. In Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Vol. 29, No. 10, 2007, pag. 1869-1870.

O NOUĂ METODĂ DE DETECTARE A PLEOAPELOR PENTRU SISTEMUL DE RECUNOAȘTERE A IRISULUI

Ahmed AK. TAHIR, Steluța ANGHELUȘ

Această lucrare prezintă o nouă metodă de detectare a pleoapelor superioare și inferioare. Metoda se numește Rafinare-Conectare-Egalizare (R-C-E) și se compune din trei algoritmi, detector de contur Canny, Imagine Rafinare Contur (IRC) și Contururi Conectate și Egalizate (CCE). Metoda poate fi aplicată după etapa de extracție a irisului, prin urmare orice detectare incorectă a pleoapelor nu va scădea acuratețea localizării irisului. Aplicarea metodei la baza de date în imagini CASIA versiunea-1.0 a arătat o precizie rezonabilă în comparație cu metodele anterioare de detectare a pleoapelor. Pentru pleoapa superioară, precizia a atins 87,3 %, în timp ce pentru pleoapa inferioară precizia a atins 99,2 %.

Cuvinte cheie: sistem de recunoaștere a irisului, sistem de măsurare biometrică, detectarea pleoapelor, detectarea genelor, localizarea irisului, detectarea limitelor irisului

1. Introducere

Irisul uman este considerat ca fiind unul dintre cele mai precise elemente biometrice în comparație cu altele, cum ar fi amprentele și chipul. Acest lucru se datorează faptului că modelele de textură ale irisului sunt diferite pentru fiecare persoană și chiar pentru cei doi ochi ale aceleiași persoane. În plus, modelele de iris rămân stabile în timpul vieții umane. Câteva sisteme de verificare și identificare biometrică, bazate pe recunoașterea irisului au fost prezentate, [1-2].

Practic, dezvoltarea sistemului de recunoaștere a irisului acoperă trei module/programe majore, localizarea irisului, codarea irisului și asocierea irisului. Totuși, uneori pre-procesarea și îndepărtarea pleoapelor/ genelor sunt necesare pentru obținerea unei precizii mai bune. Pre-procesarea este necesară atunci când imaginile irisului conțin efecte ale unor condiții de iluminare proaste, cum ar fi efectul reflexiilor speculare. Îndepărtarea pleoapelor și a genelor este importantă, deoarece acestea blochează anumite părți ale regiunii irisului. Prin urmare, acestea pot scădea precizia recunoașterii, [3-5]. Acest articol prezintă dezvoltarea unei noi metode de detectare a pleoapelor. Celelalte părți ale articolului includ; Metoda anterioară de

detectare a pleoapelor în secțiunea 2. Detaliile și procedurile noii metode sunt prezentate în secțiunea 3. Rezultatele și discuțiile sunt prezentate în secțiunea 4. În cele din urmă, comentariile finale sunt prezentate în secțiunea 5.

2. Metodele anterioare de detectare a pleoapelor

În ultimii ani s-a depus un mare efort în detectarea pleoapelor și s-au dezvoltat o serie de metode. Majoritatea acestor metode s-au bazat fie pe detectorul de contur Canny combinat cu transformarea Hough, fie pe operatorul diferențial Integro. De exemplu, [6-8] folosirea detectorului de contur Canny pentru generarea hărții de contururi, urmată de aplicarea transformării circulare Hough pentru detectarea pleoapelor. În toate aceste lucrări pleoapele superioare și inferioare au fost considerate drept arcade parabolice. Alți cercetători, [3,9] au folosit detectorul de contur Canny combinat cu transformarea lineară Hough presupunând pleoapele superioare și inferioare ca fiind două linii orizontale. În plus, [10] s-a folosit transformarea Hough parabolică pentru puncte ale căror valori de curbură depășesc o valoare de prag predefinită, altfel s-a utilizat o linie dreaptă. Pe de altă parte, metoda operatorului Integro-diferențial a fost folosită de [11-13] pentru detectarea pleoapelor superioare și inferioare după schimbarea traseului conturului de la cerc la arc. Pe lângă aceste două metode majore au mai fost utilizate și alte metode. De exemplu, [14] a folosit o combinație de detectare a conturilor, de conectare la contururi și de aranjare a curbei parabolice de ordinul doi, în timp ce [15] a folosit doi algoritmi diferiți pentru pleoapele superioare și inferioare. Determinarea formei pleoapelor pentru pleoapele superioare și inferioare a fost diferită. Totuși, acuratețea acestor metode pentru detectarea pleoapelor în majoritatea lucrărilor anterioare nu a fost evaluată în mod explicit, cu excepția lucrărilor efectuate de [10, 14, 15].

3. Noua metodă: Rafinare-Conectare-Egalizare

Noua metodă dezvoltată în această lucrare se numește Rafinare-Conectare-Egalizare (R-C-E). Ea se poate aplica atât pentru pleoapele inferioare, cât și pentru cele superioare și constă din trei algoritmi. Primul este detectorul de contur Canny. Al doilea este numit Imagine Rafinare Contur (IRC) și îmbunătățește imaginea de contur a detectorului de contur Canny. Cel de-al treilea se numește Contururi Conectate și Egalizate (CCE) care efectuează detectarea finală a

pleoapelor. În această lucrare sunt dezvoltate algoritmul doi și trei. Această metodă este adaptată pentru a fi aplicată irisului extras, adică regiunii de interes numai după etapa de localizare și extragere a irisului. Figura 1 prezintă diagrama bloc a metodei date. Detaliile algoritmilor elaborați sunt prezentate în următoarele subsecțiuni.

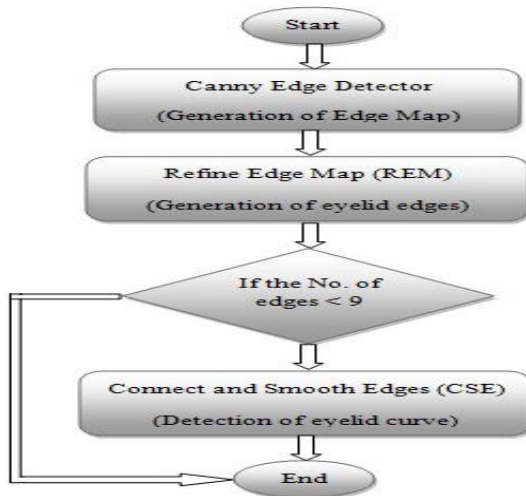


Fig.1 Schema bloc a metodei elaborate

3.1 Detector de contur Canny

Detectarea conturului cu detectorul Canny este aplicată la irisul extras, pentru generarea hărții de contur. Imaginea extrasă a irisului este utilizată ca imagine de intrare. Aplicarea algoritmilor IRC și CCE vor implica numai

regiunea dintre pupilă și limbusul corneal (nu sunt incluse marginile interioare și exterioare ale irisului). Excluderea limitelor pupilei și a limbusului corneal va accelera mai întâi procesul de detectare a conturilor și, în al doilea rând, va înlătura conturul pupilei și limbusului corneal care ar putea complica detectarea conturului pleoapelor. Pentru localizarea și extragerea irisului s-au folosit algoritmi modificați cu [16]. Figura 2 (a și b) prezintă un exemplu de imagine a irisului extras înainte și după aplicarea detectorului de contur Canny. Figura arată că majoritatea conturilor false din regiunea de iris în cauză au fost eliminate.

3.2 Imagine Rafinare Contur (IRC)

Algoritmul IRC este elaborat pentru a elimina contururile nedorite care nu aparțin pleoapelor. El funcționează pe imaginea de contur produsă de detectorul de contur Canny. Figura 2 (c) prezintă imaginea de contur rafinate produsă de algoritmul IRC. Procedurile algoritmului IRC sunt prezentate mai jos:

1. Scanați irisul extras vertical în direcția y pentru a verifica existența unor linii verticale scurte care nu reprezintă părți ale conturilor pleoapelor. Toate aceste linii trebuie eliminate.

2. Scanați imaginea din nou, vertical în direcția y pentru a elimina orice pixel individual, deoarece pixelii individuali reprezintă de obicei contururi false.

3. Scanați imaginea încă o dată pe verticală pentru a fixa conturile considerate părți ale pleoapelor. În timpul acestei scanări toate conturile de deasupra pleoapei vor fi șterse.

4. Verificați numărul de contururi rămase după IRC, dacă este mai mic decât o valoare de prag predefinită care înseamnă că pleopa nu blochează regiunea irisului (mergeți la sfârșit).

5. Calculați media pozițiilor de margini y și calculați diferența dintre numărul brut al fiecărei margini și media, dacă diferența este mai mare decât o valoare de prag, îndepărtați conturul.

6. Scanați imaginea rafinată și înlăturați orice calcul de diferență dintre poziția x pentru fiecare contur adiacent; dacă diferența este mai mare de 1, eliminați conturul. Aceasta va face ca curba finală a pleoapelor să fie mai mică.

7. Verificați din nou numărul de contururi rămase, treceți la sfârșit dacă este mai mic decât pragul.

8. Răsuciți imaginea verticală și repetați pașii (1 - 7) pentru a detecta conturile pleoapei inferioare.

9. Sfârșit.

3.3 Contururi Conectate și Egalizate (CCE)

Acest algoritm este conceput pentru a conecta conturile și pentru a extinde extremitățile pleoapelor la capetele din stânga și dreapta până la limitele exterioare ale irisului. În cele din urmă, acesta va alinia curba pleoapelor. Figura 2 (d) arată

rezultatul final al algoritmului CCE. Procedurile algoritmului CCE sunt prezentate mai jos: 1. Conectați marginile prin umplerea orificiilor dintre ele, generând o curbă. 2. Extindeți cele două extremități ale curbei, dacă este necesar, până la marginea irisului. 3. Egalizați curba prin aplicarea unui filtru care permite trecerea frecvențelor joase, în poziția y a conturilor curbei pleoapelor.

4. Rezultate și discuții

Metoda elaborată este aplicată la baza de date CASIA versiunea-1.0.

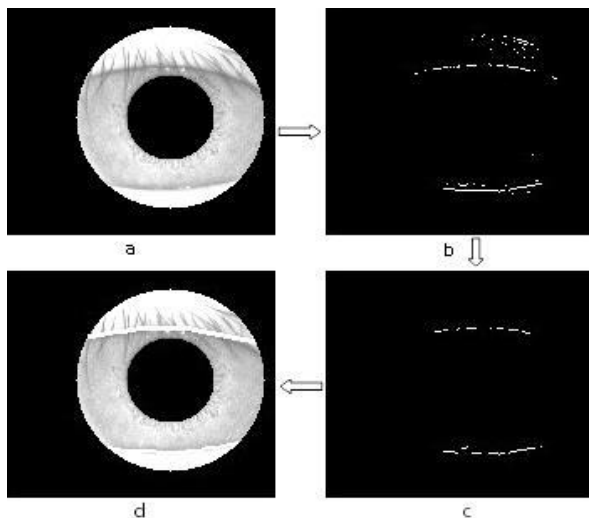


Fig. 2 Imagine a unui iris a - Iris extras, b - După folosirea detectorului de contur Canny, c - După algoritmul IRC, d - După algoritmul CCE

Această bază de date cuprinde 756 de imagini preluate de la 108 utilizatori în două sesiuni, [17].

Rezultatele au arătat că detectarea pleoapei inferioare

este mai ușoară decât cea a pleoapei superioare. Acesta este un rezultat așteptat, deoarece pleoapa superioară este perturbată de gene.

Rezultatele detecției pleoapelor au fost evaluate pentru pleoapele superioare și inferioare și comparate cu [10, 16] care au utilizat versiunea 1.0 a bazei de date CASIA, tabelul 1 (Acuratețea detectării pleoapelor).

Conform acestui tabel acuratețea metodei propuse este acceptabilă, în special pentru pleoapa inferioară.

Cu toate acestea, metoda propusă oferă o precizie mai bună pentru pleoapa inferioară, comparativ cu pleoapa superioară, care este un rezultat logic deoarece pleoapa superioară este de obicei înconjurată de gene și devine mai dificil de detectat [12].

Tabelul 1

Metodă	Acuratețe superioară, %	Acuratețe inferioară, %
Cui et al 2004	97.35	93.39
Jange et al 2008	89.99	96.34
Metoda propusă	87,3	99,2

5. Concluzii

■ În general, noua metodă a atins o acuratețe acceptabilă pentru ambele pleoape. Aceasta a fost concepută pentru a fi folosită după procesul de localizare a irisului. Prin urmare, nu va avea nici un efect asupra localizării irisului, în timp ce în lucrările anterioare [3, 4] algoritmi de detectare a pleoapelor au fost aplicați după procesul de localizare a irisului, prin urmare orice detectare incorectă a pleoapelor poate reduce acuratețea localizării irisului.

■ În această lucrare, aceeași metodă este folosită pentru detectarea ambelor pleoape. Cu toate acestea, pleoapa inferioară are nevoie de un număr mai mic de scanări verticale, deoarece nu este afectată de gene, în timp ce în unele dintre metodele anterioare au fost utilizați doi algoritmi diferiți [15].

BIBLIOGRAFIE

- [1] Daugman J., "High Confidence Visual Recognition of Persons by A test of Statistical Independence", IEEE Trans., Pattern Anal. Mach. Intell., 15 (11), 1993, Pag.. 1148–1161.
- [2] Wildes R., Asmuth J. C., Green G.L., Hsu S. C., Kolczynski R.J., Matey J. R. and McBride S. E., "A system for automated iris recognition." In Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision, 1994, pag. 121-128.
- [3] Chen W., Chih K., Shih S. and Hsieh C., "Personal Identification Technique based on Human Iris Recognition with Wavelet Transform", IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2005, Proceedings, (ICASSP '05), Pag. 949-952.
- [4] Tan T., He Z. and Sun Z., "Efficient and Robust Segmentation of Noisy Iris Images for Non-cooperative Iris Recognition", Image and Vision Computing, 28 (2010), Pag. 223–230
- [5] He, F., Liu, Y., Zhu, X., Haang C., Han Y., Dong H., "Multiple local feature representations and their fusion based on an SVR model for iris recognition using optimized Gabor filters" EURASIP Journal on Advances in Signal Processing 2014, 2014:95 doi:10.1186/1687-6180-2014-95
- [6] Wildes. R., "Iris recognition: an emerging biometric technology". Proceedings of the IEEE, Vol. 85, No. 9, 1997, pag. 1348-1363.
- [7] Desoky A., Ali H., and Abdel-Hamid N., "Enhancing Iris recognition system performance", The 2010 International Conference on Computer Engineering&Systems , (ICCES 2010), pag. 21-26.
- [8] Rai, H., & Yadav, A., "Iris Recognition using Combined Support Vector Machine and Hamming Distance Aproach", Expert Systems with Applications, Vol. 41, issue 2, 2013, ELSEVIER, pag. 588-593.

- [9] He Z., Tan T., Sun Z., and Qiu X., “, 2008 15th IEEE International Conference on Image Processing, (ICIP) 2008, pag. 265-268.
- [10] Jange Y. K., Kang B. J., and Park K. R., “A study on eyelid localization considering image focus for iris recognition”, Pattern Recognition Letters, 29 (2008), pag. 1698-1704.
- [11] Daugman J., “Statistical Richness of Visual Phase Information: Update on Recognizing Persons by Iris Patterns”, International Journal of Computer Vision, Vol. 45, No. 1, 2001, pag. 25 – 38.
- [12] Li P., Liu X., Xiao L., and Song Q., “Robust and Accurate Iris Segmentation in Very Noisy Iris Images”, Image and Vision Computing, Vol. 28, issue 2, 2010, Pag. 246-253.
- [13] Dubey R. B.,and Madan A., “Iris Localization using Daugman’s Intero-Differential Operator”, Journal of computer applications, Vol. 93, No. 3, 2014, pag. 6-12.
- [14] Chen Y., Dass S.C., Jain A.K. (2005) Localized Iris Image Quality Using 2-D Wavelets. In: Zhang D., Jain A.K. (eds) Advances in Biometrics. ICB 2006. Lecture Notes in Computer Science, vol 3832. Springer, Berlin, Heidelberg, pag. 373-381
- [15] Cui, J., Wang Y., Tan T.,Ma L., and Sun Z., “A fast and Robust Iris Localization Method Based on Texture Segmentation”, SPIE Defense Security Symp, Vol. 5404, 2004, pag. 401–408.
- [16] Tahir A. AK., Bindian A., I., “Localizarea Irisului Pentru Sistemul Biometric De Identificare A Ersoanelor”, Știință și Inginerie, Vol. 30/2016, Editura AGIR, ISSN 2067-7138, București, 2016, pag. 215-224.
- [17] Phillips, J., Bowyer, K. W., & Flynn, P. J., “Comments on The CASIA Version 1.0 Iris Data Set. In Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, Vol. 29, No. 10, 2007, pag. 1869-1870.

Prof.Dr. Ahmed AK TAHIR
Head of the Computer Science Dept,
College of Science, University of Duhok,
Kurdistan Region of Iraq.
Tel: +964 (0) 750 457 7899
e-mail: ahmdi@uod.ac

Prof. Dr. Ing. Steluța ANGHELUS
Technical College, “TRAIAN VUIA”,
Oradea

Traducător: Prof. Marcela URS,
Technical College, “TRAIAN VUIA”,
Oradea